

Ejercicio 1

Dado el sistema físico conocido como “Pelota sobre barra” cuya función de transferencia es:

$$G(s) = \frac{mdg}{\frac{L(J + mR^2)}{R^2} s^2}$$

Con parámetros

- $m=0.1\text{kg};$
- $R=0.015\text{m};$
- $g=9.8\text{m/s}^2;$
- $L=1\text{m};$
- $d=0.03\text{m};$
- $J=10^{-6}\text{ kg}\cdot\text{m}^2$

```
m=0.1;  
R=0.015;  
g=9.8;  
L=1;  
d=0.03;  
J=1e-6;  
  
%Función de transferencia del sistema  
G=tf(m*d*g, [L*(J+m*R^2)/R^2, 0, 0])
```

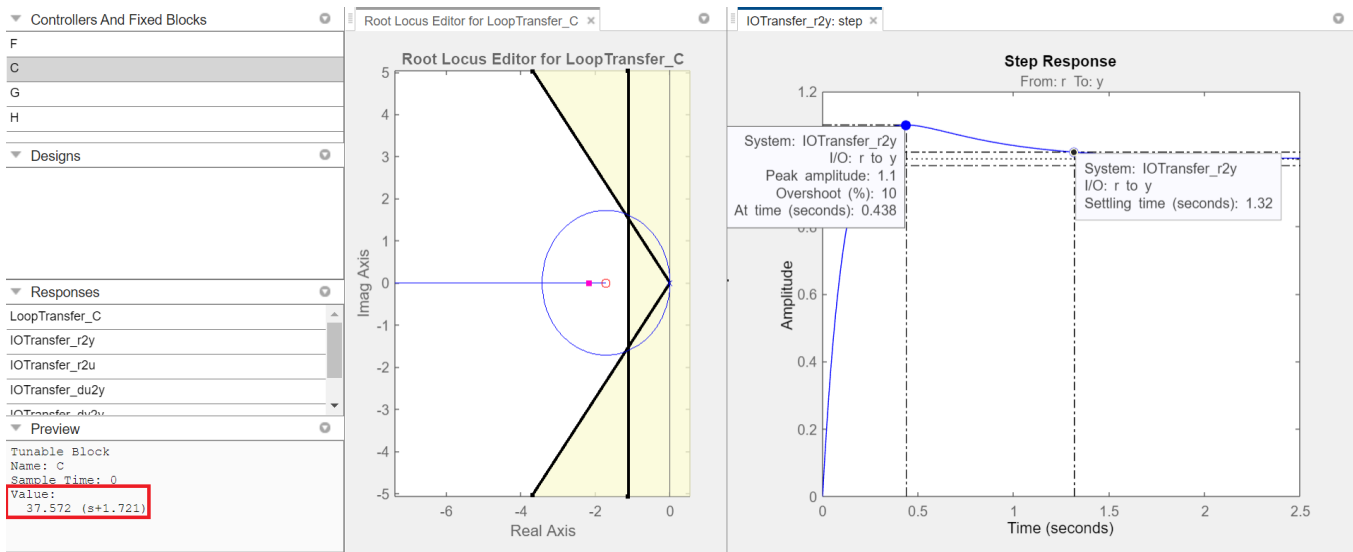
```
G =  
  
    0.0294  
-----  
    0.1044 s^2
```

Continuous-time transfer function.

Haciendo uso de las herramientas de diseño y análisis de Matlab. Diseñar un controlador para que el sistema presente un tiempo de establecimiento menor a 3.5 segundos y un pico Máximo inferior al 10%, según el siguiente diagrama de control:

- Analice el lugar de las raíces del sistema y exponga los criterios de selección del controlador en función de las diferentes graficas y datos que considere relevantes. En base a estos, diseñe el controlador del tipo seleccionado y exponga las gráficas que considere necesarias incluyendo, LDR, respuesta paso, y una captura de pantalla del ambiente RLTOOL donde se vea claramente el tipo de herramientas de calibración utilizadas. (para el ajuste del controlador y para los criterios de diseño) (1.5 pts).

```
rltool(G)
```



Utilizando un PD, conseguiríamos con el regulador más simple de las familias de los PID's el comportamiento buscado (sobreimpulso inferior a 10% y tiempo de asentamiento inferior a 3.5s). Nótese que la dinámica de la respuesta a entrada escalón no está únicamente definida por la posición de los polos en lazo cerrado, sino también por la posición del cero del controlador, el cual no es despreciable frente a los polos introducidos. Por este motivo, los lugares geométricos del LdR marcados por las restricciones (zonas en amarillo de la figura) no se corresponden con los comportamientos obtenidos en simulación.

- Analice la respuesta del sistema en lazo cerrado frente a una perturbación de tipo impulso y tipo paso (1 pto).

```
C=tf(37.572*[1 1.721],1)
```

C =

37.57 s + 64.66

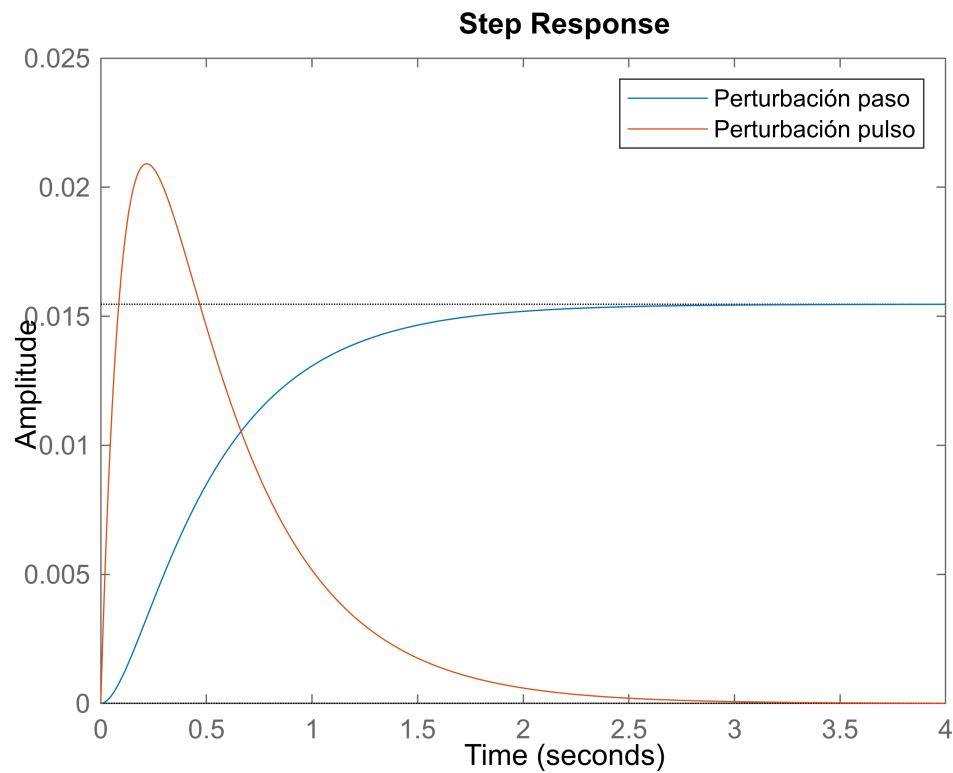
Continuous-time transfer function.

Para analizar la respuesta ante la perturbación, el controlador pasaría a estar en la realimentación del lazo de control. Por tanto, la representación ante perturbación quedaría:

```
G_pert=feedback(G, C, -1);

figure();
step(G_pert)
hold on
impz(G_pert)
hold off

legend('Perturbación paso', 'Perturbación pulso')
```

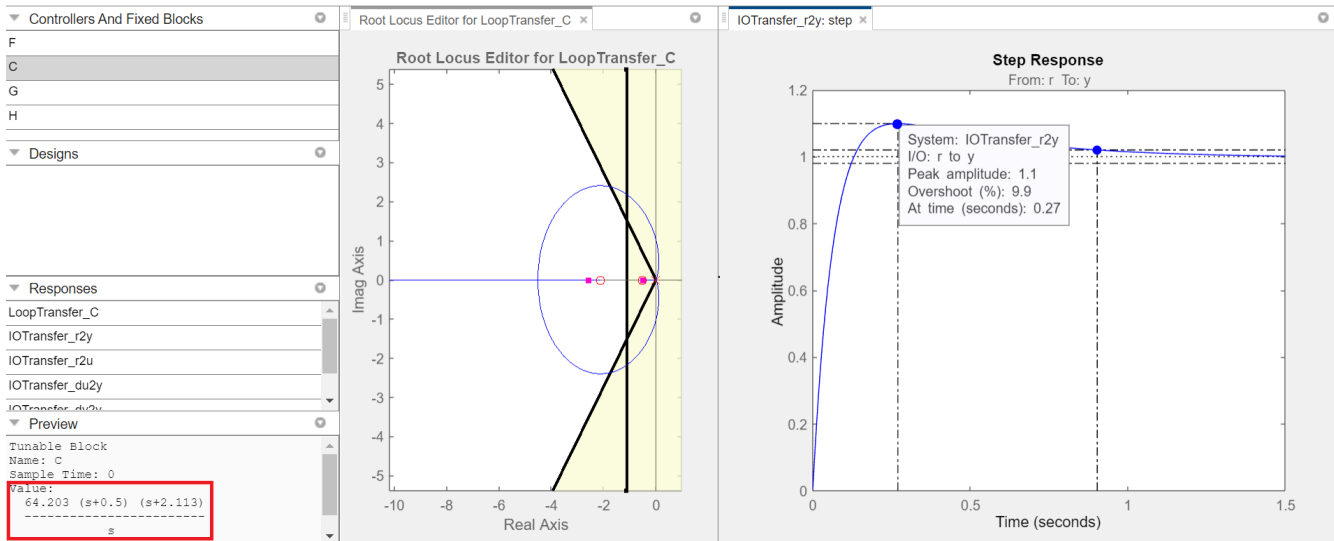


Ante una perturbación tipo impulso, el sistema muestra un sobreimpulso inicial. Ante la perturbación tipo pulso, el sistema presenta un error en estado estacionario que no se elimina al completo. Haciendo necesario un controlador capaz de lidiar con este efecto.

- Diseñe un controlador tal que el error frente a una perturbación de tipo paso sea nulo (1 pto).

Para anular el efecto de la perturbación tipo paso en estado estacionario, es necesario dotar al controlador de acción integral mediante el uso de un PID.

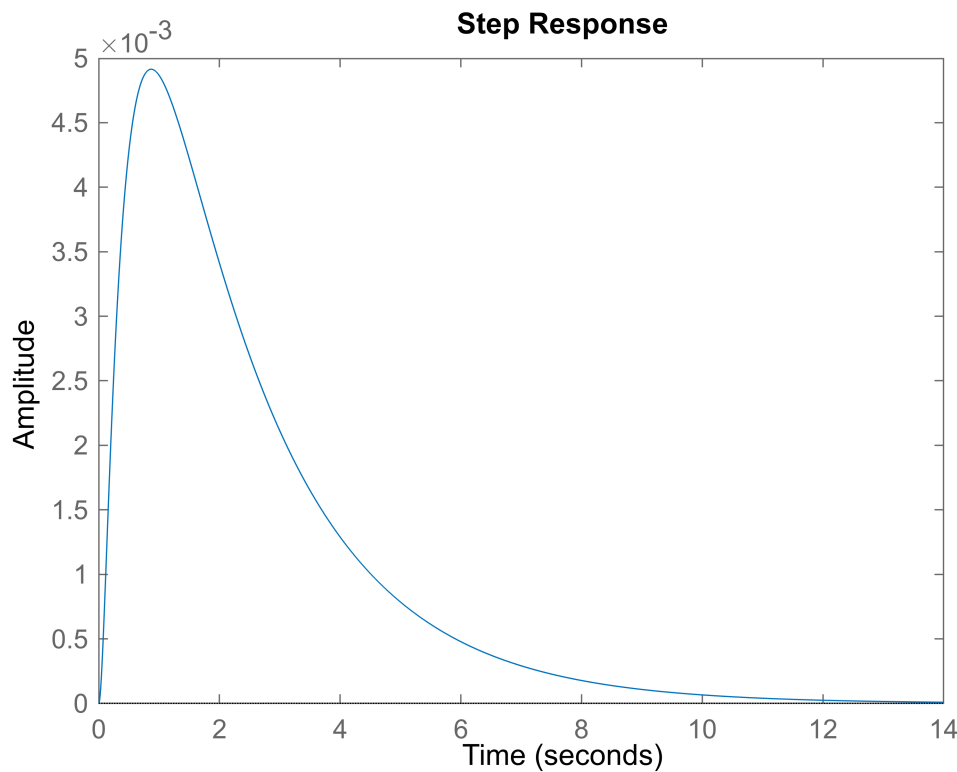
Haciendo uso de RLTOOL:



El comportamiento ante la perturbación sería:

```
C_PID=zpk([-0.5, -2.113], [0], 64.203);
G_pert_PID=feedback(G, C_PID, -1);

step(G_pert_PID)
```



Como se puede ver, el efecto de la perturbación tipo paso termina anulándose como efecto de utilizar el controlador PID.