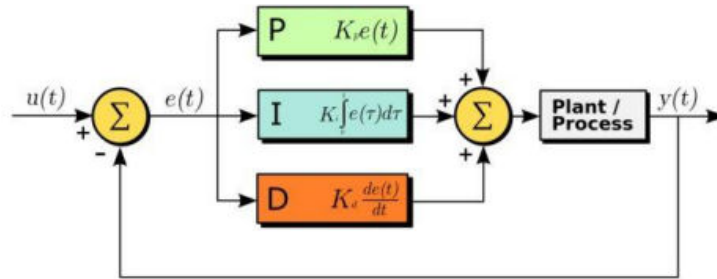


Guión de la Práctica 5 Fundamentos de la Automática:

1. La familia de controladores tipo PID:



Proporcional (P): cuenta sólo con una ganancia positiva, K.

Proporcional-Derivativo (PD): cuenta con una ganancia K y un cero cuya posición es configurable.

Proporcional-Integral (PI): ganancia K, polo en el origen y cero en posición configurable.

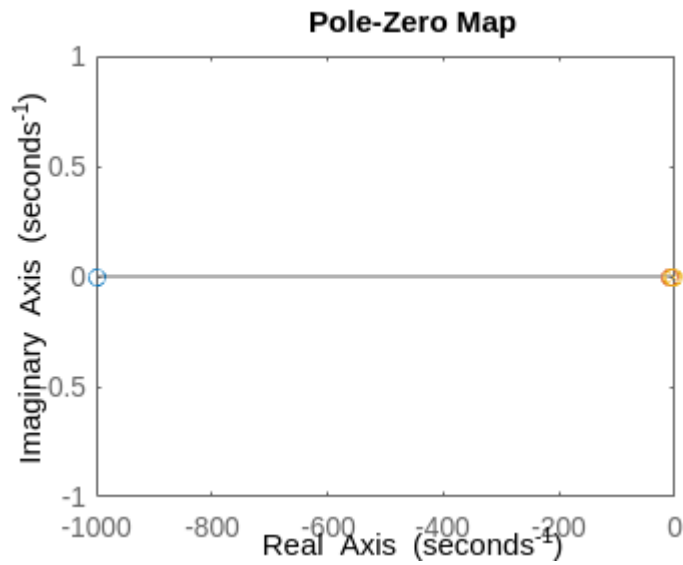
Proporcional-Integral-Derivativo (PID): ganancia K, polo en el origen y dos ceros en posiciones configurables.

$$\begin{aligned} PI \quad G_c(s) &= K \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) \\ PD \quad G_c(s) &= K (1 + T_d s) \\ PID \quad G_c(s) &= K \left(1 + T_d s + \frac{1}{T_i s} \right) \end{aligned}$$

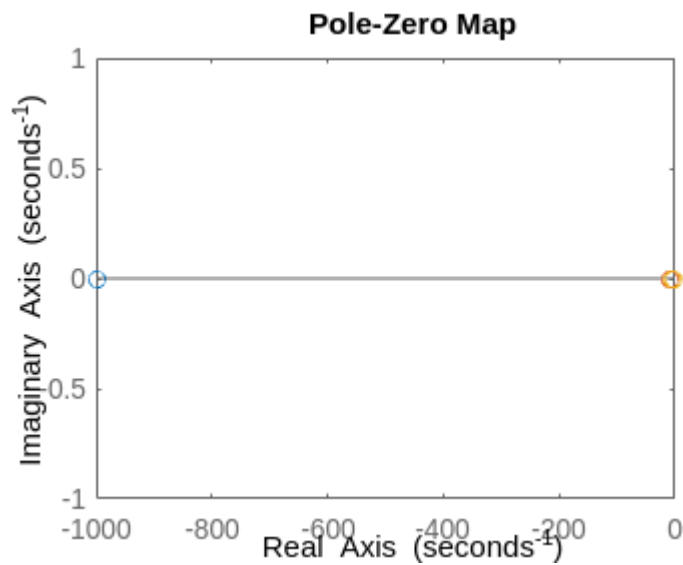
Ejercicio práctico 1: Posiciones de los polos y los ceros de los controladores PID

1. Extrae la posición de los ceros de los controladores PD, PI y PID en función de las constantes de tiempo integral (T_i) y derivativa (T_d), para el caso general.

```
% Caso PI
close all;
clear
clc
for Ti = 0.001:0.1:1
    G = tf([Ti 1],[Ti 0]);
    pzmap(G);
    hold on;
end
```



```
% Caso PD
close all;
clear
clc
for Td = 0.001:0.1:1
    G = tf([1 1/Td],Td);
    pzmap(G);
    hold on;
end
```

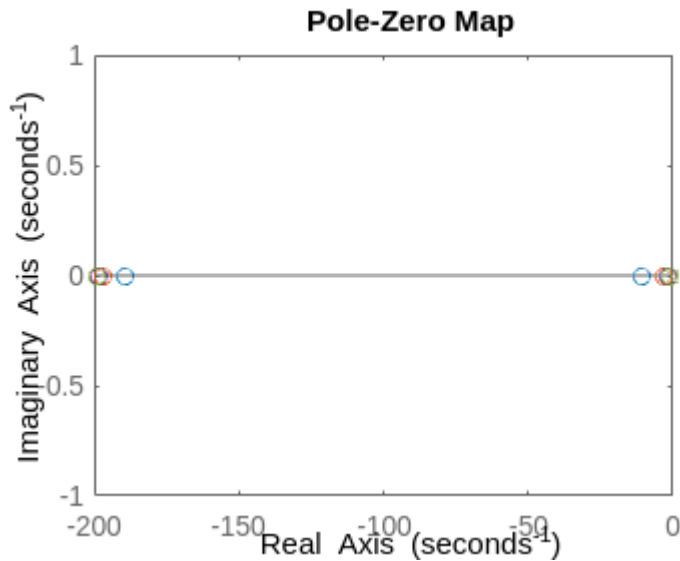


```
% Caso PID
close all;
clear
clc
```

```
Td = 0.005
```

```
Td = 0.0050
```

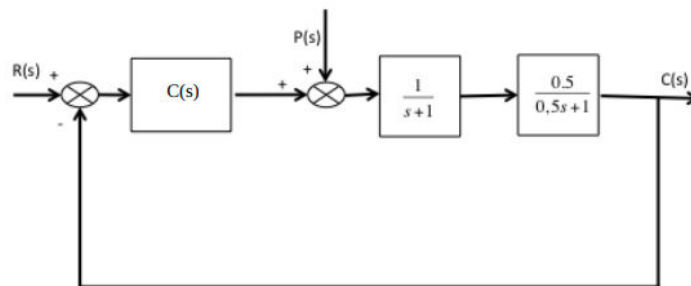
```
% for Td = 0.1:1:10
    for Ti = 0.1:0.2:1
        G = tf([Ti*Td Ti 1],[Ti 0]);
        pzmap(G);
        hold on;
    end
```



```
% end
```

Ejercicio práctico 2: Respuesta de sistemas con controladores PID frente a perturbaciones

La figura representa un sistema de control con una entrada $R(s)$ y con una perturbación (señal no deseada) $P(s)$ situada entre el controlador y la planta:



El controlador $C(s)$ del sistema puede ser P, PI o PID. Se han obtenido por métodos empíricos los siguientes parámetros de tres controladores tipo PID:

- Caso 1: Controlador P ($K = 2,35$)
- Caso 2: Controlador PI ($K = 0,235$ $T_i = 0,1s$)
- Caso 3: Controlador PID ($K = 2,55$ $T_i = 1,28s$ $T_d = 0,09$)

Se requiere:

a.- Obtener la respuesta temporal $c(t)$ del sistema ante una entrada $r(t)$ escalón unitario considerando que no hay perturbación ($p(t) = 0$), comparando las respuestas del sistema sin controlador y con los tres controladores en la misma gráfica. Obtener en cada caso la posición de los polos en lazo cerrado del sistema y justificar el resultado obtenido.

```
close all;
clear
clc

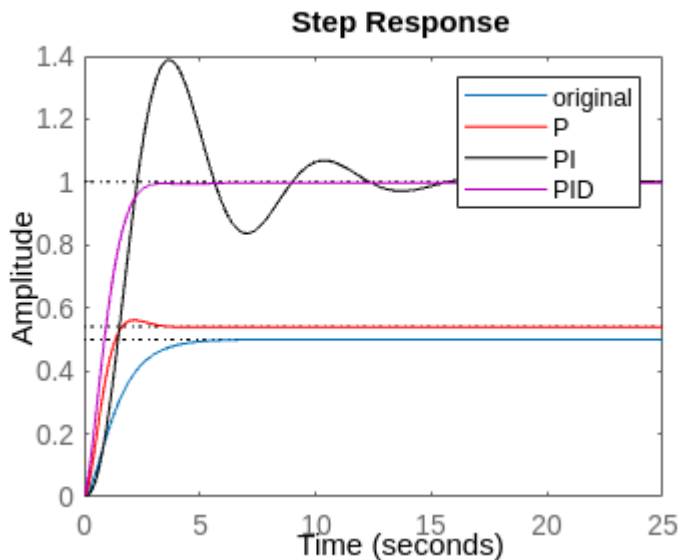
G = tf(0.5,conv([1 1],[0.5 1]));
P = 2.35;
Ti = 0.1;
P2 = 0.235;

Ti2 = 1.28;
Td = 0.09;
P3 = 2.55

P3 = 2.5500
```

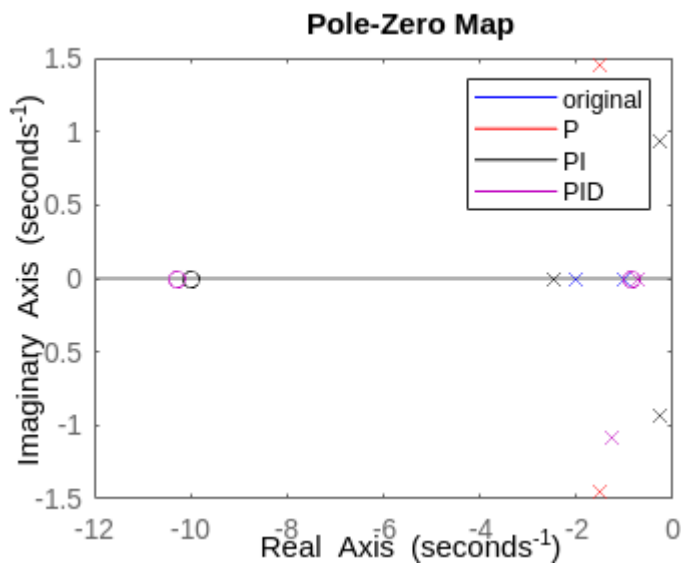
```
PI = tf(P2*[Ti 1],[Ti 0]);
PID = tf(P3*[Ti2*Td Ti2 1],[Ti2 0]);

step(G)
hold on
step(feedback(P*G,1),'r')
step(feedback(PI*G,1),'k')
step(feedback(PID*G,1),'m')
legend('original','P','PI','PID')
```



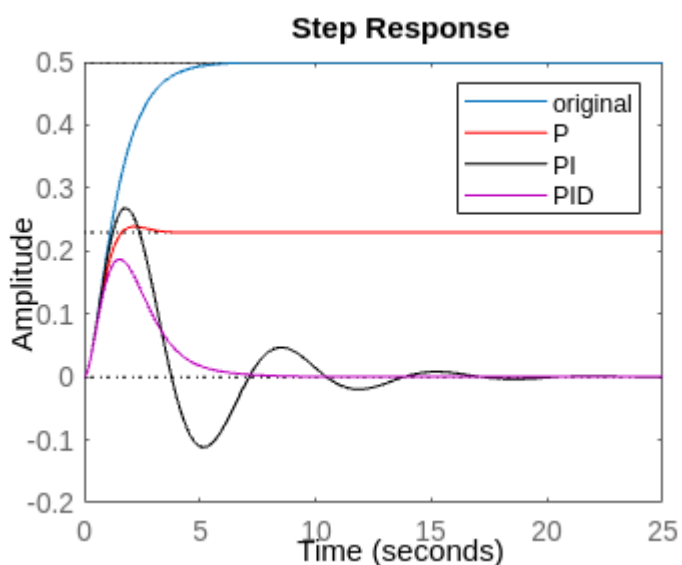
```
figure;
```

```
pzmap(G, 'b'); hold on
pzmap(feedback(P*G, 1), 'r')
pzmap(feedback(PID*G, 1), 'k')
pzmap(feedback(PID*G, 1), 'm')
legend('original', 'P', 'PI', 'PID')
```



b.- Considerando que la entrada $r(t)$ permanece a cero ($p(t) = 0$), obtener cómo evoluciona la salida cuando se añade una perturbación $p(t)$ de tipo escalón unitario con los tres controladores anteriores. ¿Con qué controlador se obtiene una mejor respuesta frente a la perturbación?

```
figure
step(G)
hold on
step(G/(1+G*P), 'r');
step(G/(1+G*PI), 'k');
step(G/(1+G*PID), 'm');
legend('original', 'P', 'PI', 'PID')
```



2. La interfaz RLTOOL de MATLAB:

rltool(G): Siendo G la función de transferencia de la planta, creada con zpk o tf.

rltool(G,C): Siendo C el controlador para el sistema en bucle cerrado con realimentación negativa.

Ejercicio práctico 3: Utiliza la herramienta RLTOOL para averiguar el controlador más sencillo de tipo PID (P, PI, PD o PID, en ese orden) a colocar en el sistema de la figura de forma que dicho sistema tenga un error en estado estacionario frente a una entrada escalón exactamente igual a $e_{ss} = 30\%$. Una vez averiguado el tipo de controlador, calcula los parámetros del mismo y comprueba el resultado:

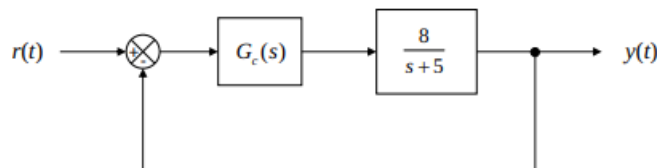


```
close all;  
clear  
G = tf(1,[1 2]);
```

Ejercicio práctico 4: Utiliza la herramienta RLTOOL para averiguar el controlador más sencillo de tipo PID (P, PI, PD ó PID) a colocar en el sistema de la figura de forma que dicho sistema tenga una sobreelongación del $M_p = 10\%$ y un tiempo de asentamiento $t_s = 1$ s (para la banda del 2%) Una vez averiguado el tipo de controlador, calcula los parámetros del mismo:



Ejercicio práctico 5: Utiliza la herramienta RLTOOL para averiguar el controlador más sencillo de tipo PID (P, PI, PD ó PID) a colocar en el sistema de la figura de forma que dicho sistema tenga ahora $M_p = 20\%$ y t_s (2%) = 1 s. Una vez averiguado el tipo de controlador, calcula los parámetros del mismo:



Ejercicio práctico 6: Utiliza la herramienta RLTOOL para averiguar el controlador más sencillo de tipo PID (P, PI, PD ó PID) que es necesario incorporar como controlador en el sistema para el control de la velocidad de la máquina herramienta del ejercicio de la práctica del tema anterior, "Lugar de las Raíces". Las especificaciones

del sistema ante una respuesta escalón unitario que deberán cumplirse una vez elegido y configurado el controlador serán las siguientes: $M_p < 15\%$ $t_s < 30s$ error de posición = 0.