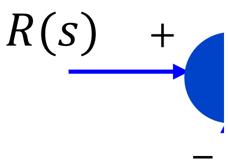
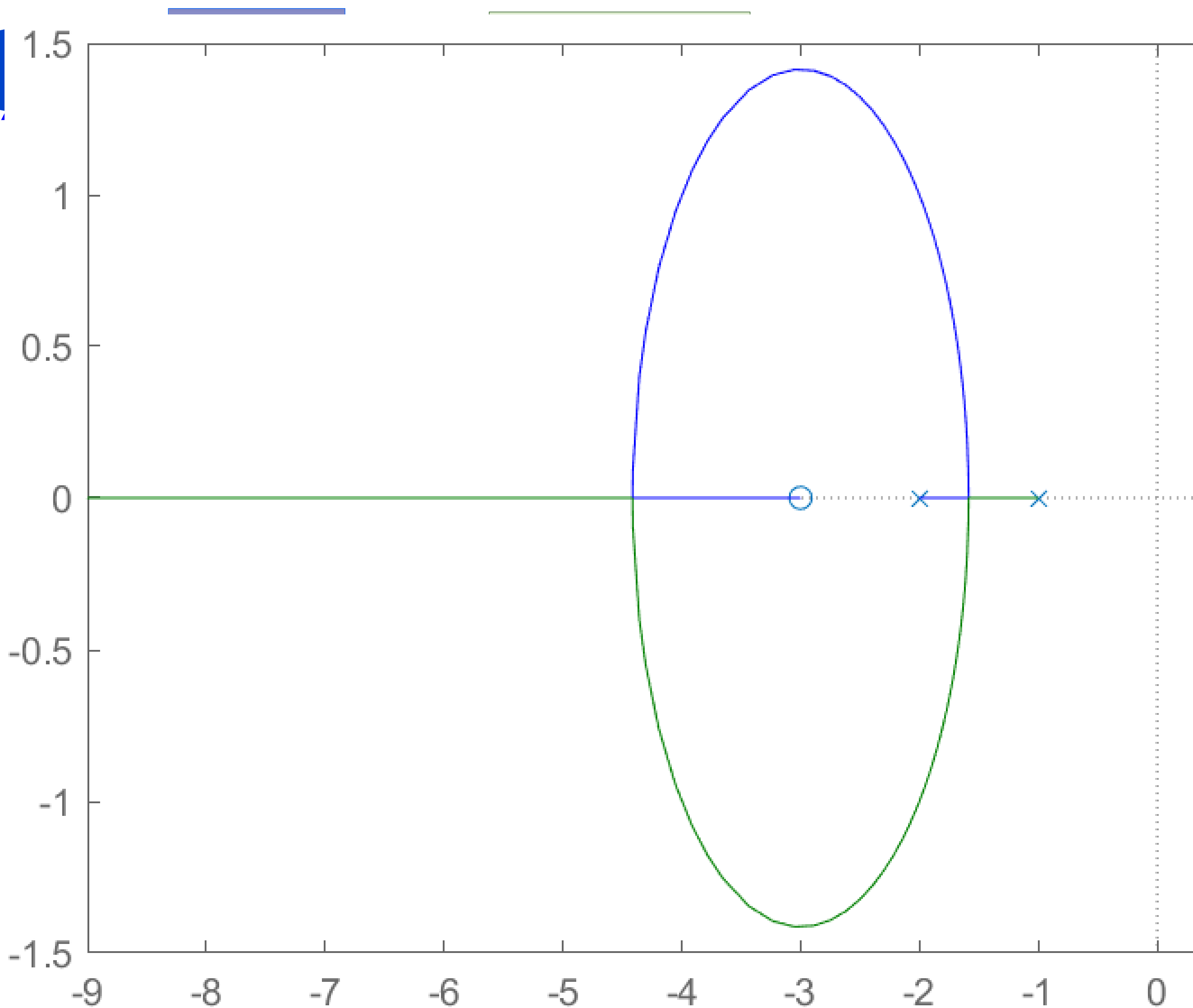
Construcción del LR de un lazo de control con Matlab

Ing. Eddie Sobrado

LGR en Matlab: rlocus()






```
clear all;
close all;
clc;
 num = [1 3];
den = [1 3 2];
G = tf(num,den)
 rlocus (G)
```

Comando: RLOCUS

- Un comando de Matlab para graficar los lugares geométricos de las raíces es el *“rlocus”:*

rlocus(num, den)

siendo *num* y *den* los vectores de los coeficientes del numerador y denominador, respectivamente, en la función de transferencia de lazo abierto del sistema de control.

- El vector de ganancias se determina automáticamente.
- Si el usuario proporciona un vector de ganancias, K, para que el lugar de las raíces se observe para dicho vector se utiliza el comando

rlocus(num, den, K)

Gráfica del LR con MATLAB

- rlocus(SYS) evalúa y grafica el lugar de raíces del modelo SISO LTI;SYS para K > 0. Se utiliza para analizar:

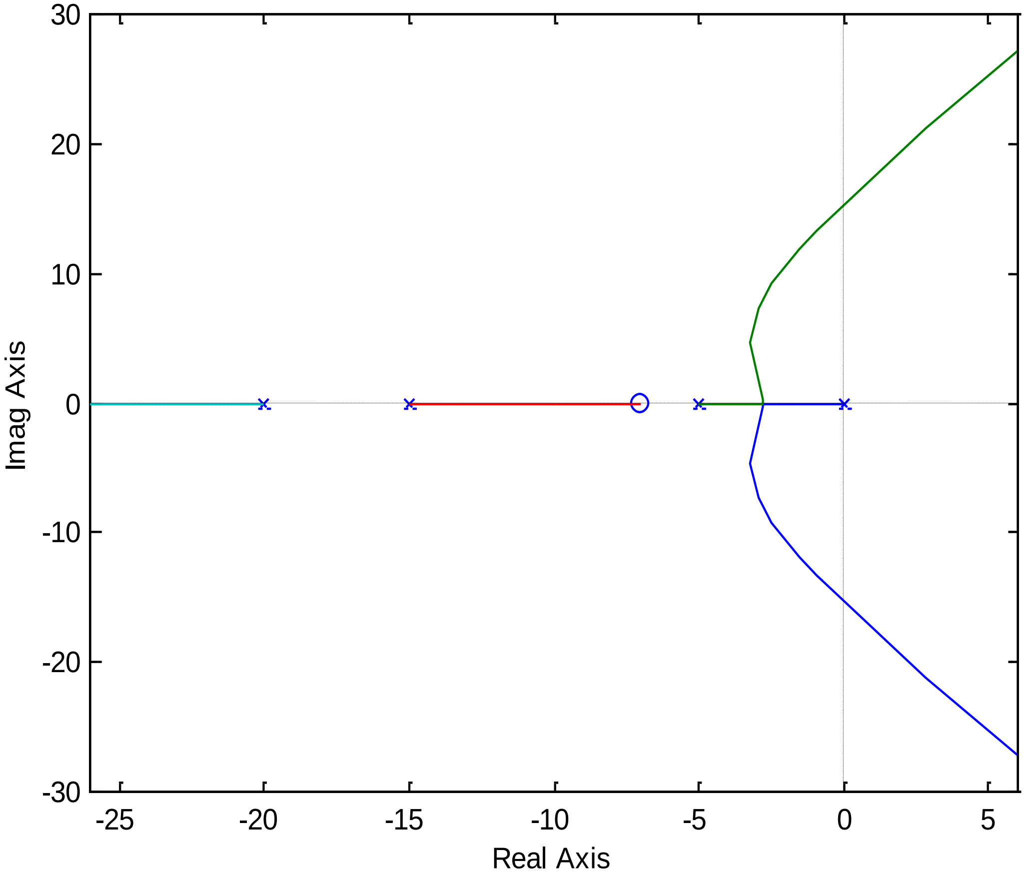
```
                   +------+
      ---->O----->| SYS |----+---->
          -|       +------+    |
           |                   | 1+ K*SYS = 0
           |        +---+      |
           +--------| K |<-----+
                    +---+
```

y muestra las trayectorias de los polos de lazo cerrado

- rlocus(SYS,K) utilize el valor del vector de ganancia K especificado por el usuario.
- [R, K] = rlocus(SYS) o R = rlocus(SYS,K) retorna la matriz R de ubicaciones de las raíces para las ganancias K.

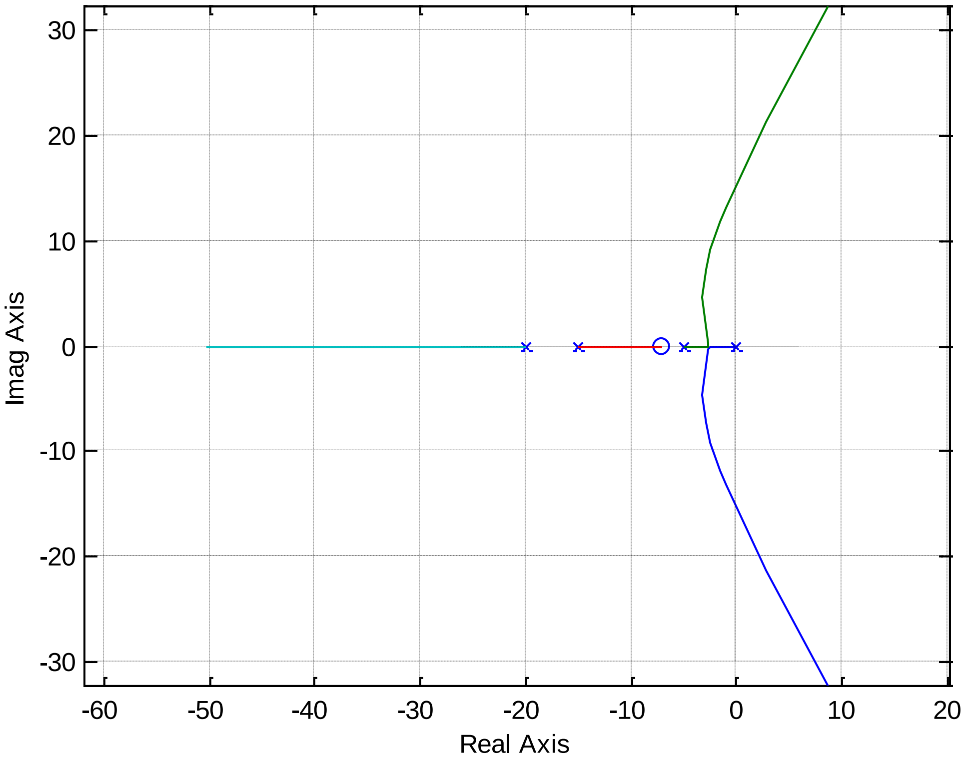
Gráfica del LR con MATLAB

```
GH=zpk(-7,[0,-5,-15,-20],1);
rlocus(GH)
```



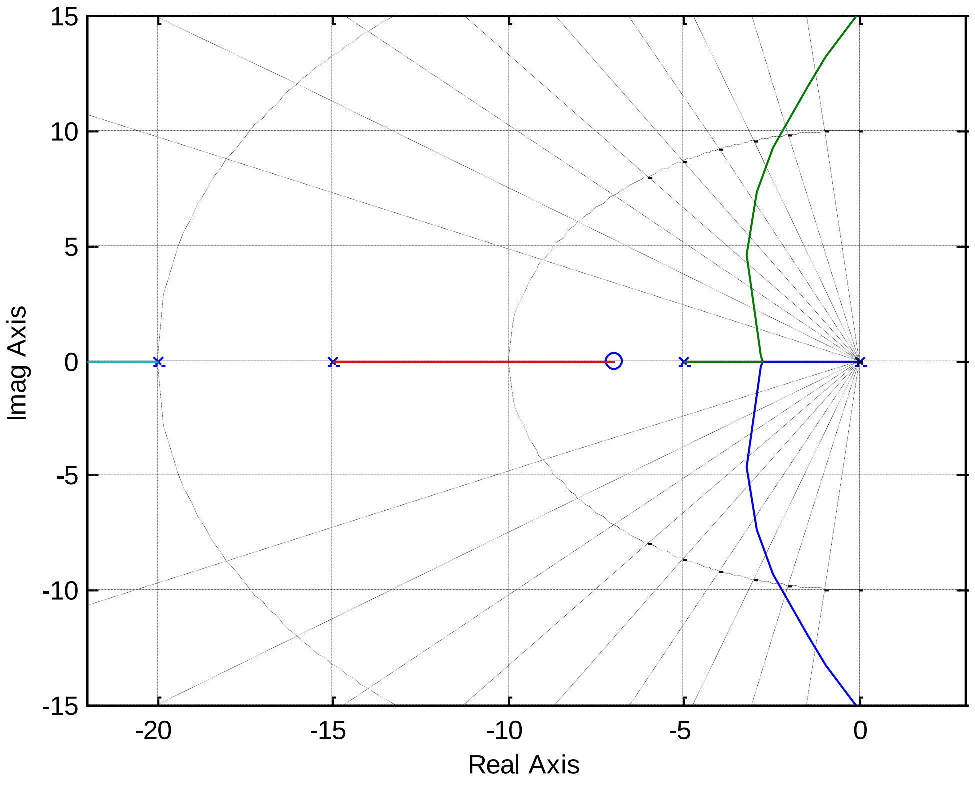
Gráfica del LR con MATLAB

```
GH=zpk(-7,[0,-5,-15,-20],1);
rlocus(GH),
axis equal,
grid
```



Gráfica del LR con MATLAB

```
GH=zpk(-7,[0,-5,-15,-20],1);
rlocus(GH)
axis([-22 3 -15 15]),
sgrid,
```



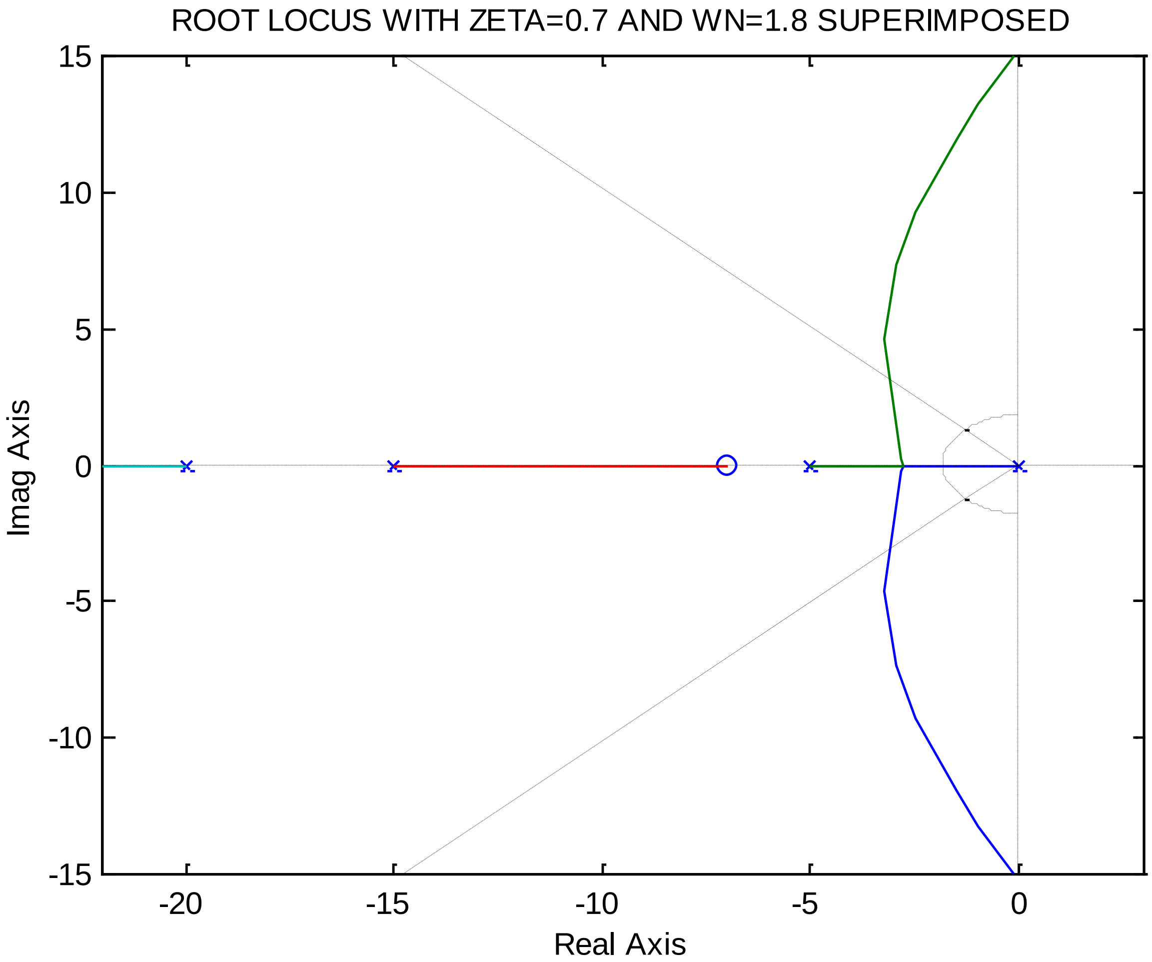
Líneas de factor de amortiguamiento constante ,ζ, y frecuencia natural, w_n, se pueden obtener usando el comando sgrid.

Seleccionando el Valor de K a partir del LR

- El gráfico previo muestra todas las posibles ubicaciones para los polos de lazo cerrado, para un controlador proporcional puro. Obviamente no todos los polos de lazo cerrado satisfacen nuestro criterio de diseño.
- El comando sgrid(zeta,wn) específica las líneas de factor de amortiguamiento y frecuencia natural. (Estos valores pueden ser vectores si desea ver un rango aceptable de valores).
- Un sobre impulso menor que 5% implica un $\zeta > 0.7$
- Un tiempo de subida mas rápido que 1 segundo implica una $w_n > 1.8$

```
GH=zpk(-7,[0,-5,-15,-20],1);
rlocus(GH),
axis([-22 3 -15 15]);
zeta=0.7;
wn=1.8;
sgrid(zeta,wn)
```

Superponiendo Ayudas de Diseño



Calibrando el Lugar de Raíces

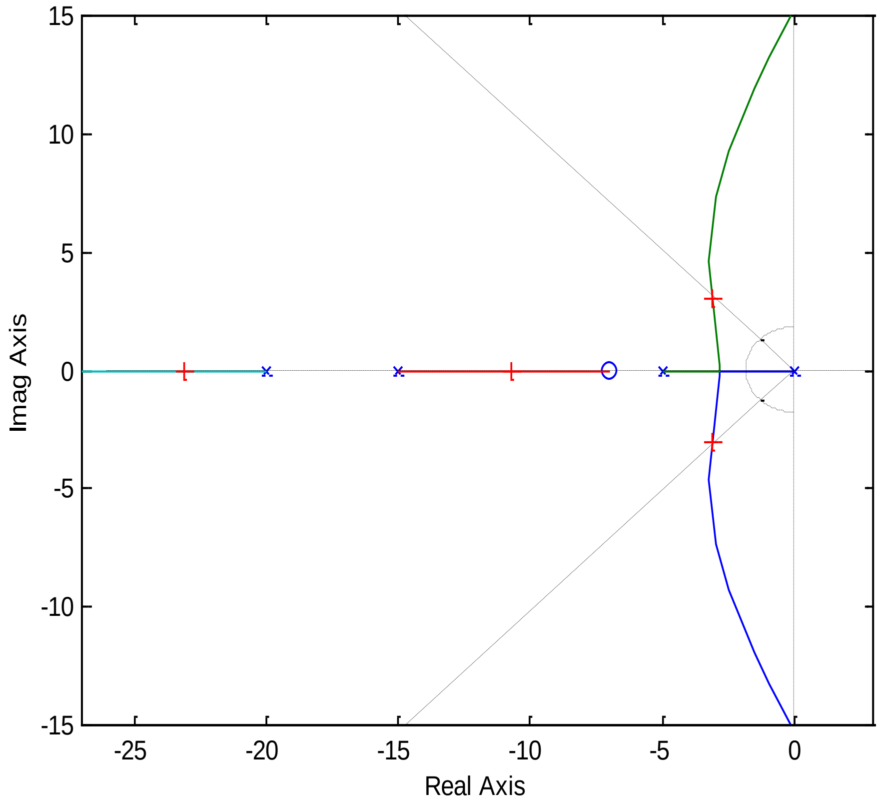
[K,POLES] = rlocfind(SYS) se usa para la selección interactiva de la ganancia a partir del gráfico del lugar de raíces del sistema SISO; SYS, el cual es generado por rlocus.

rlocfind coloca un cursor en cruz en la ventana gráfica, la cual es usada para seleccionar la ubicación de los polos sobre el gráfico del lugar de raíces existente. La ganancia del lugar de raíces asociada retorna en **K** y todos los polos del sistema para esta ganancia son retornados en **POLES**

```
GH=zpk(-7,[0,-5,-15,-20],1);
 rlocus(GH),
axis([-27 3 –15 15]),
zeta=0.7;
wn=1.8;
sgrid(zeta,wn),
[K,poles_de_lazo_cerrado]=rlocfind(GH)
```

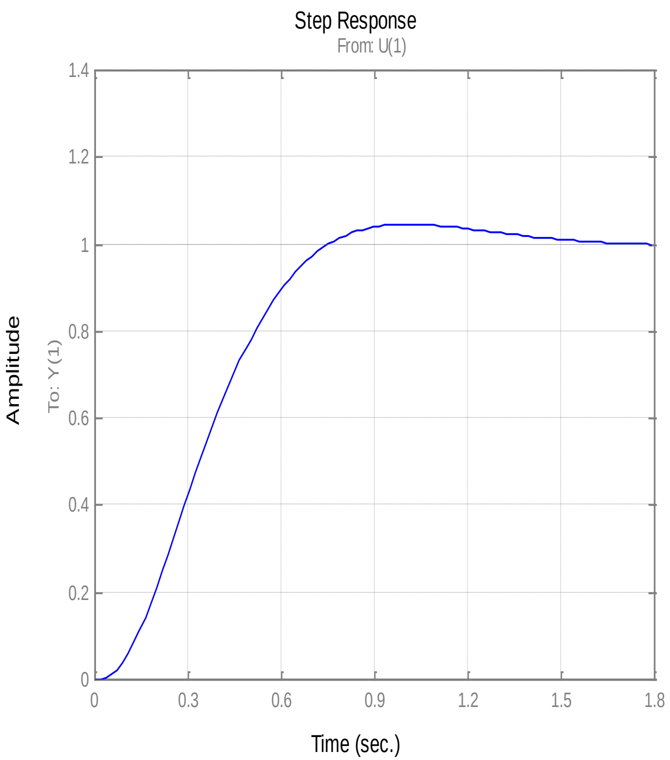
Resultado Típico

```
Seleccionar un punto en la
ventana gráfica punto
seleccionado =

  -3.1521 + 2.9825i

K =

  653.7340

Polos de lazo-cerrado =

 -23.1052

 -10.7243

  -3.0852 + 2.9915i

  -3.0852 - 2.9915i
```



Respuesta al Escalón en Lazo Cerrado

```
Lazo_Cerrado=feedback(K*GH,1)

Zero/pole/gain:
              653.734 (s+7)
-----------------------------------------
(s+23.11) (s+10.72) (s^2 + 6.17s + 18.47)

» step(Lazo_Cerrado),
grid
```



Ejemplo

- Considere el sistema

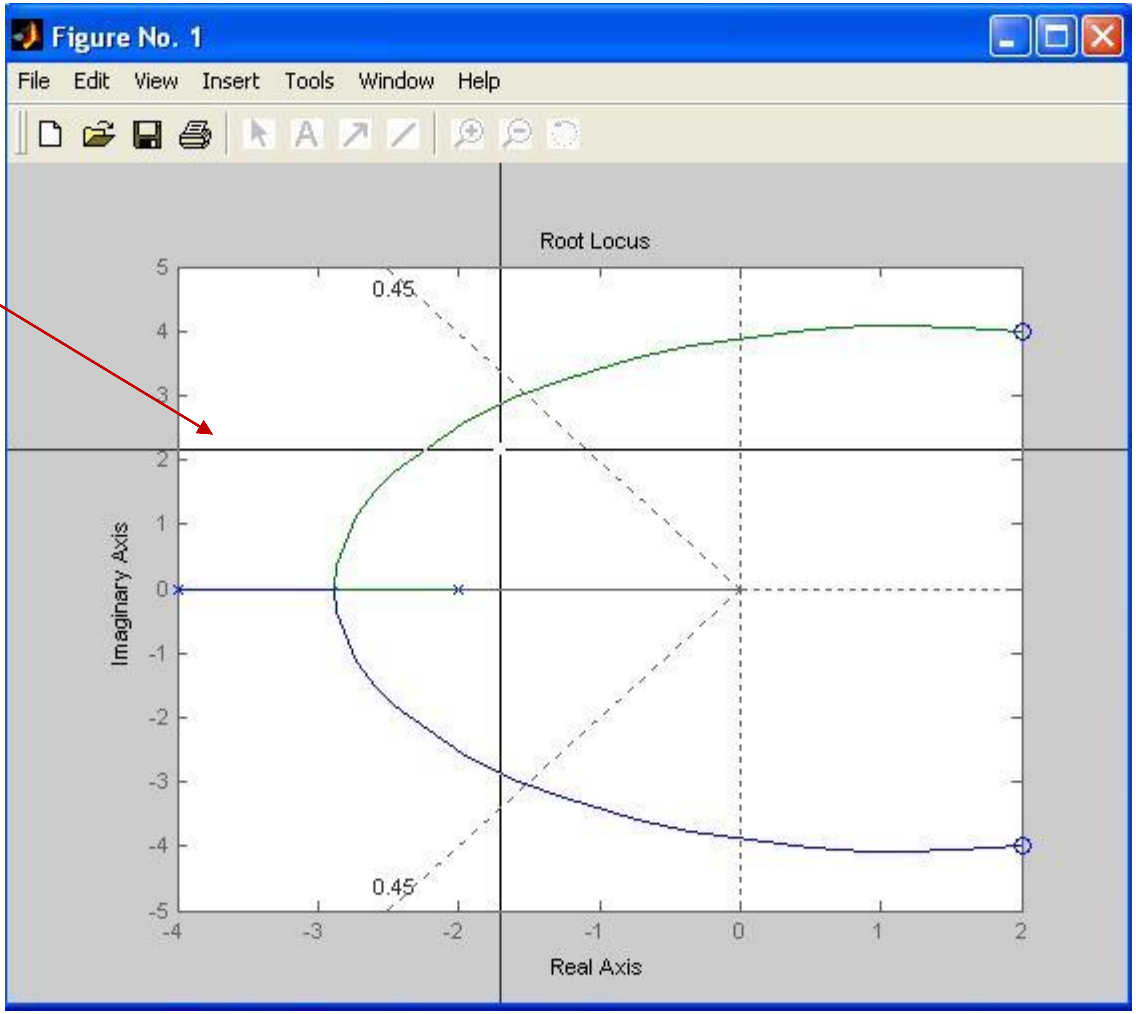
$$G_o(s) = \frac{k(s^2 - 4s + 20)}{(s+2)(s+4)}$$

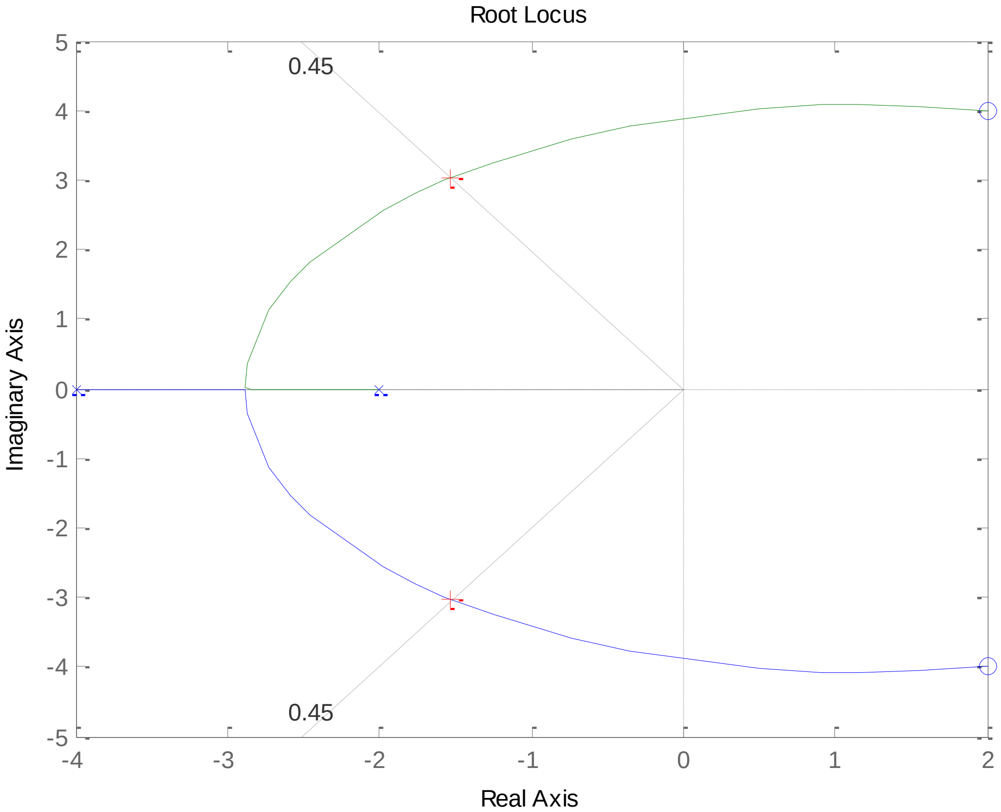
Determine:

1. El punto exacto y la ganancia donde LGR cruza $\zeta = 0.45$.
2. La ganancia exacta donde el LGR cruza el eje jw.
3. Los puntos de quiebre de salida sobre el eje real.
4. El rango de K dentro del cual el sistema es estable

```
numGo=[1 -4 20];
denGo=conv([1 2],[1 4]);
rlocus(numGo,denGo)
sgrid(0.45,[])
[K,polos_lazo_cerrado]=rlocfind(numGo,denGo)
```

Aparece una
regla movible
Con el cursor
para ubicar un
polo en el LGR





1. $s = -1.5343 \pm 3.0271i$; $K = 0.417$
2. $\omega = \pm 3.9$ rad/seg; $K = 1.5$
3. $\sigma = -2.88$; $K = 0.0248$
4. Sistema estable
   $0 < K < 1.5$

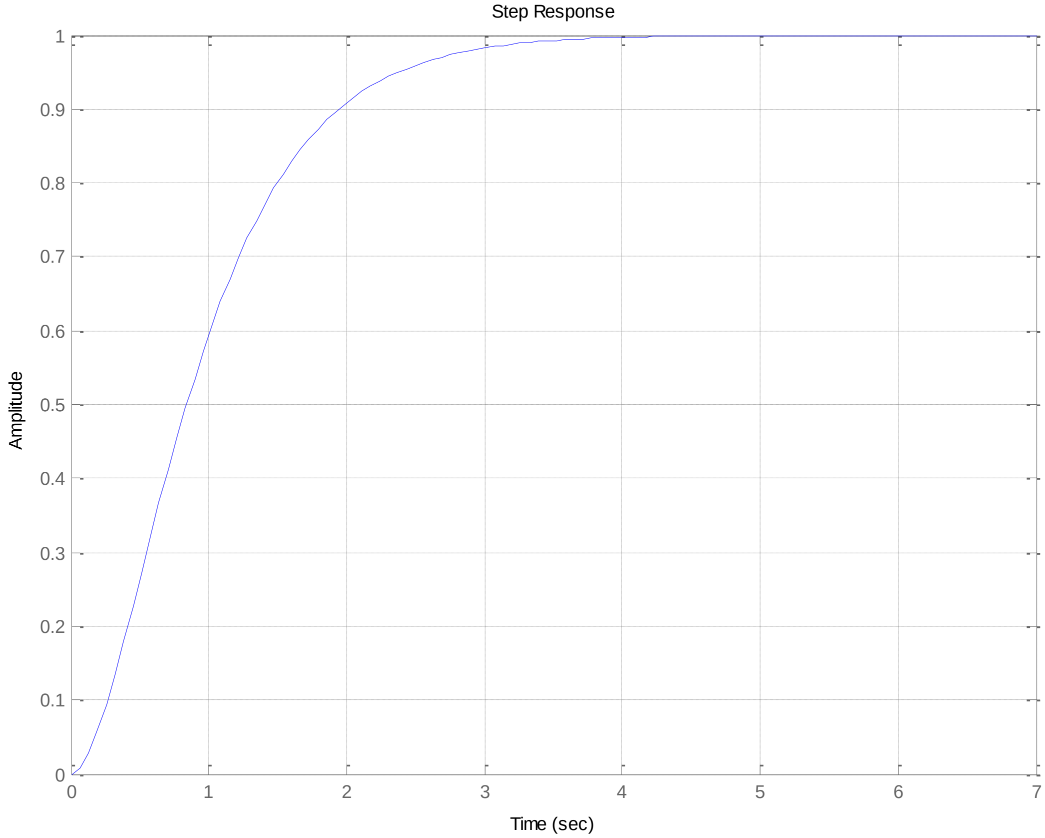
Ejemplo

$$G_p(s) = \frac{4}{s(s+4)}$$

FT inicial en Lazo cerrado será:

$$G_{CL}(s) = \frac{4}{(s+4)^2}$$

Respuesta del sistema en Lazo cerrado a un escalón unitario



Respuesta Deseada: Se requiere T_s = 0.8 s, P.O.% = 16.3%

Con estos datos calculo ω_n y ζ