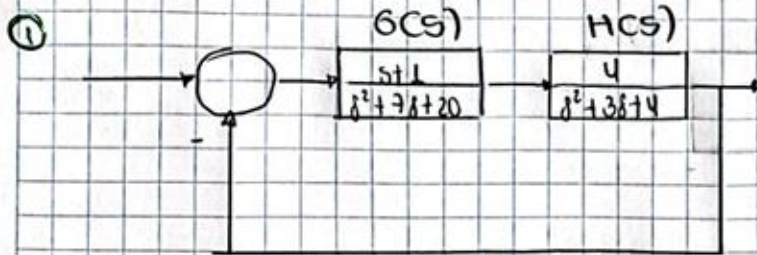


Tarea 4 - criterio de estabilidad de Routh.



- Estabilidad del sistema.

$$\frac{CC(s)}{CC(s)} = \frac{G(s)H(s)}{1+G(s)H(s)} \quad 1+G(s)H(s) = 0$$

$$1 + \left( \frac{s+1}{s^2+7s+20} \right) \left( \frac{4}{s^2+3s+4} \right) = 0$$

$$\frac{(s^2+7s+20)(s^2+3s+4) + (s+1)(4)}{s^2+7s+20(s^2+3s+4)} = 0$$

$$(s^2+7s+20)(s^2+3s+4) + 4s+4 = 0$$

$$s^4 + 3s^3 + 4s^2 + 7s^3 + 21s^2 + 28s + 20s^2 + 60s + 80 + 4s + 4 = 0$$

$$s^4 + 10s^3 + 45s^2 + 92s + 84 = 0$$

$s^4$	1	45	84
$s^3$	10	92	0
$s^2$	358	84	
$s^1$	68.536	0	
$s^0$	84		

$$b_1 = \frac{10(45) - 84}{10} = 35.8$$

$$b_2 = \frac{10(84) - 0}{10} = 84$$

$$c_1 = \frac{35.8(84) - 10(0)}{35.8} \approx 68.536$$

$$d_1 = \frac{68.536(84) - 0}{68.536} = 84$$

El sistema es estable ya que no tiene cambios de signo en la columna pivote.

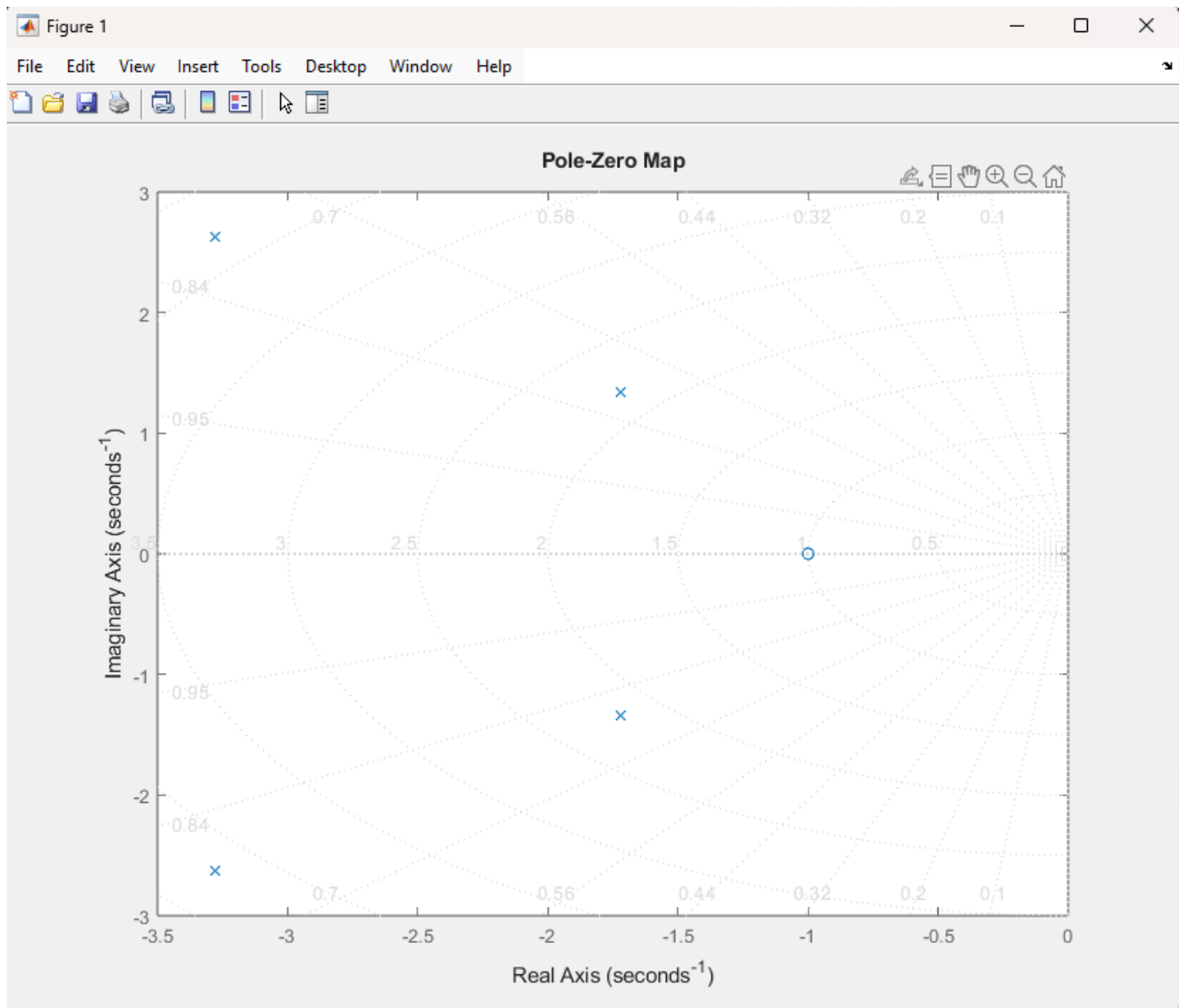
Determine cuantos polos se presentan en el semiplano derecho del plano s. Confirme con MATLAB (pzmap).

Los polos encontrados fueron 4:

```
Polos del sistema:
```

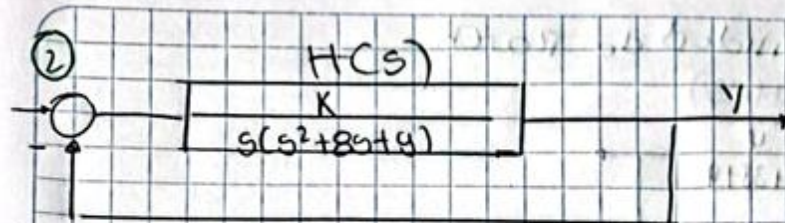
```
ans =
```

```
-3.2793 + 2.6313i  
-3.2793 - 2.6313i  
-1.7207 + 1.3383i  
-1.7207 - 1.3383i
```



- Verifique la respuesta del sistema en MATLAB en los límites de estabilidad ( $<K<$ ).





- Estabilidad del sistema.

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{H(s)}{1 + H(s)} \quad \rightarrow \quad 1 + H(s) = 0$$

$$1 + \frac{K}{s(s^2 + 8s + 9)} = 0$$

$$\frac{s(s^2 + 8s + 9) + K}{s(s^2 + 8s + 9)} = 0$$

$$s(s^2 + 8s + 9) + K = 0 \quad \rightarrow \quad s^3 + 8s^2 + 9s + K = 0$$

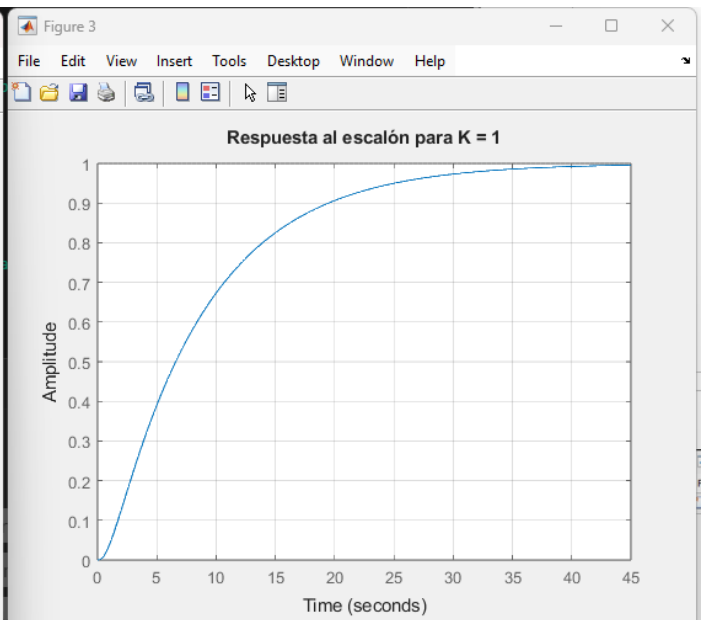
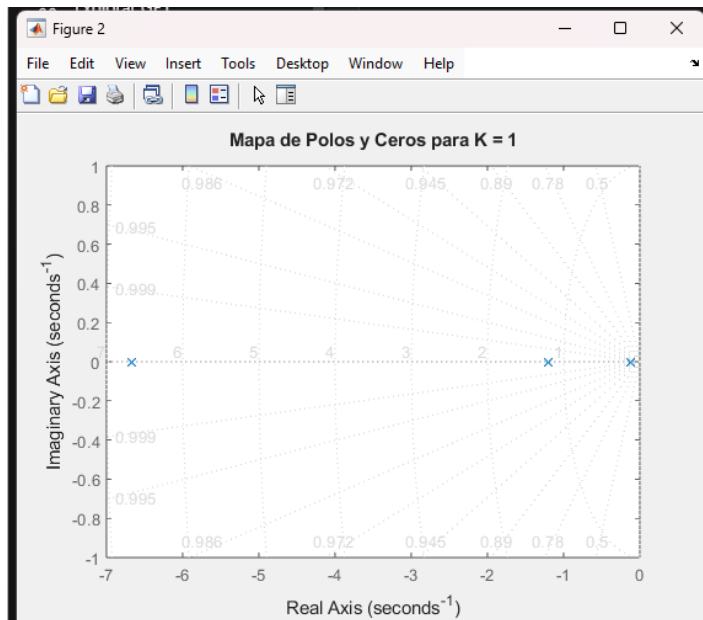
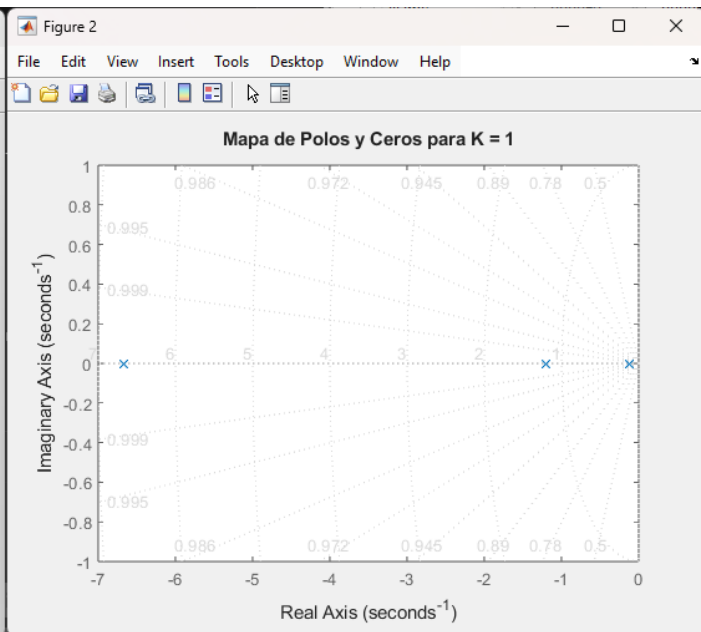
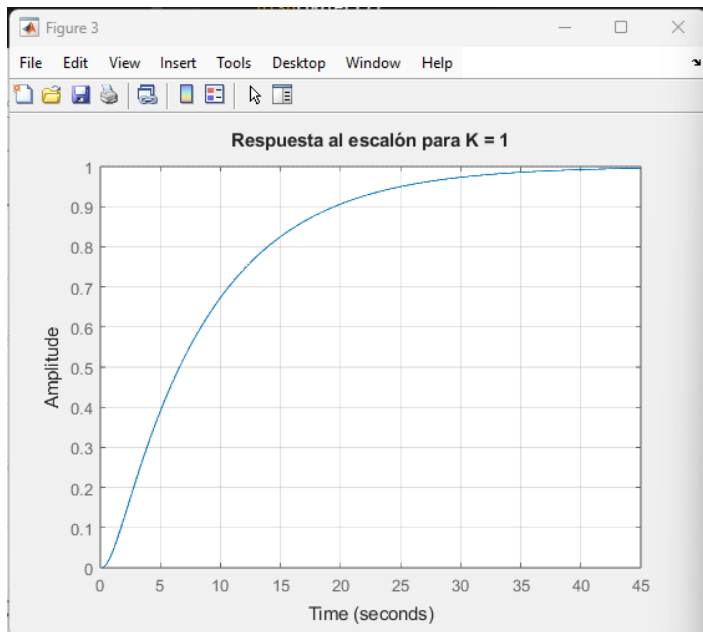
$s^3$	1	8	0	$b_1 = \frac{8(9) - K}{8}$
$s^2$	8	K	0	
$s^1$	$9 - \frac{K}{8}$	0		$c_1 = \frac{\left(9 - \frac{K}{8}\right)K}{9 - \frac{K}{8}} = K$
$s^0$	K			

$$9 - \frac{K}{8} > 0 \quad \rightarrow \quad -\frac{K}{8} > -9 \quad \rightarrow \quad K < 72$$

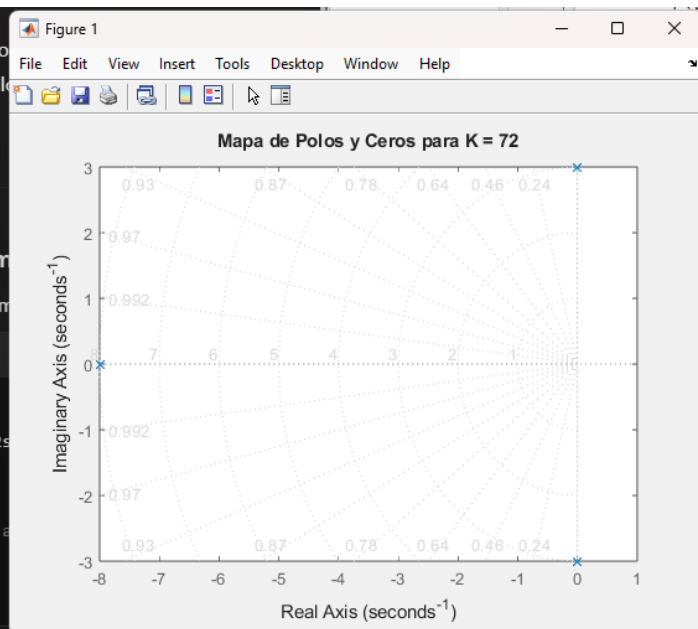
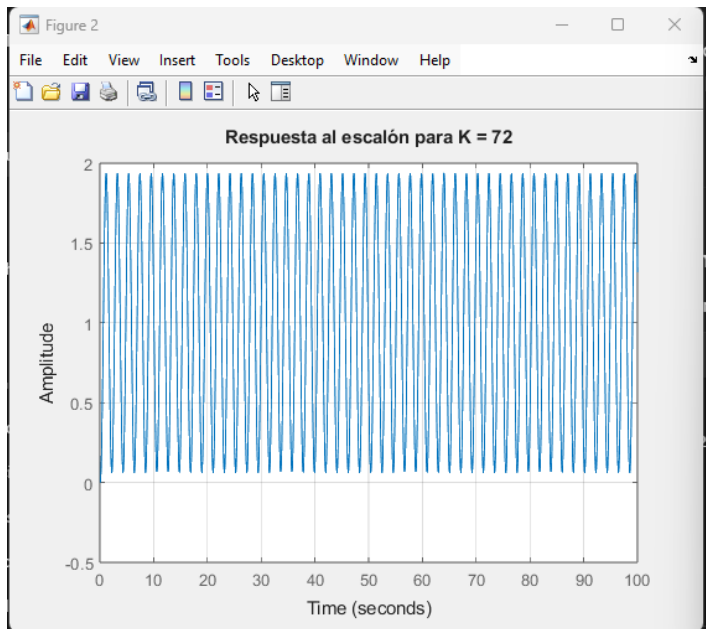
$$K > 0$$

$$\boxed{0 < K < 72}$$

Para  $K < 72$ : Todos los polos están en el semiplano izquierdo  $\rightarrow$  sistema **estable**.



Para  $K=72$ : Un polo llega al eje imaginario  $\rightarrow$  sistema **marginalmente estable**.



Para  $K > 72$ : Al menos un polo cruza al semiplano derecho  $\rightarrow$  sistema **inestable**.

