

## Pregunta 2

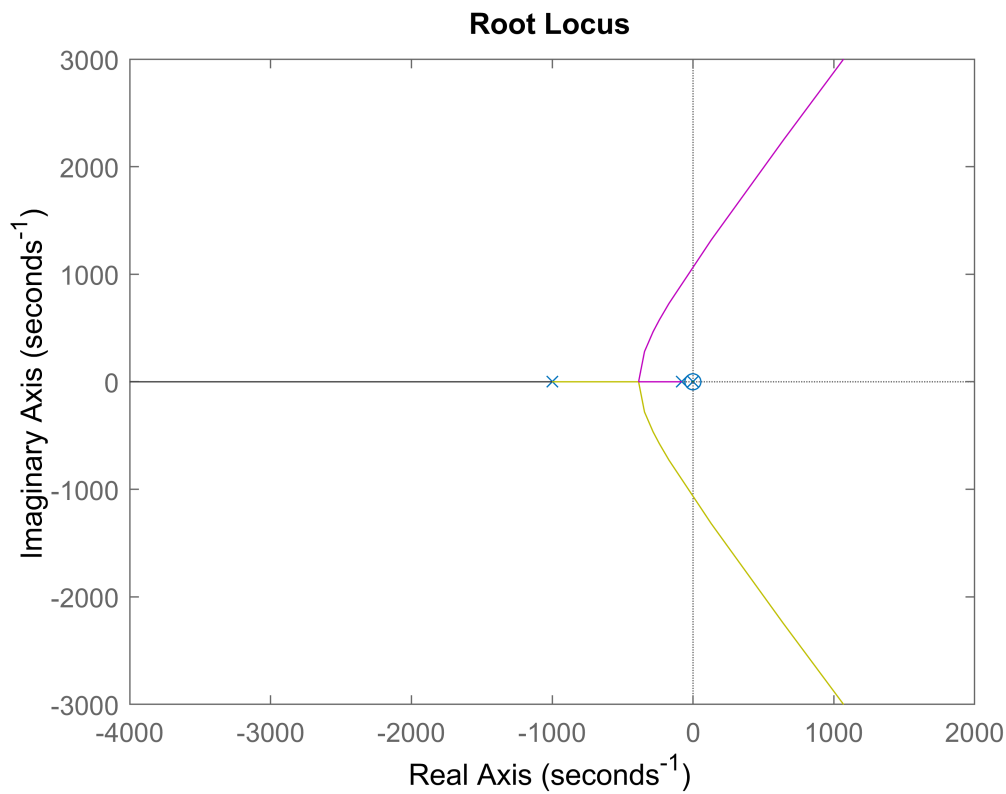
Se verifica el controlador propuesto.

```
close all
clear all
clc

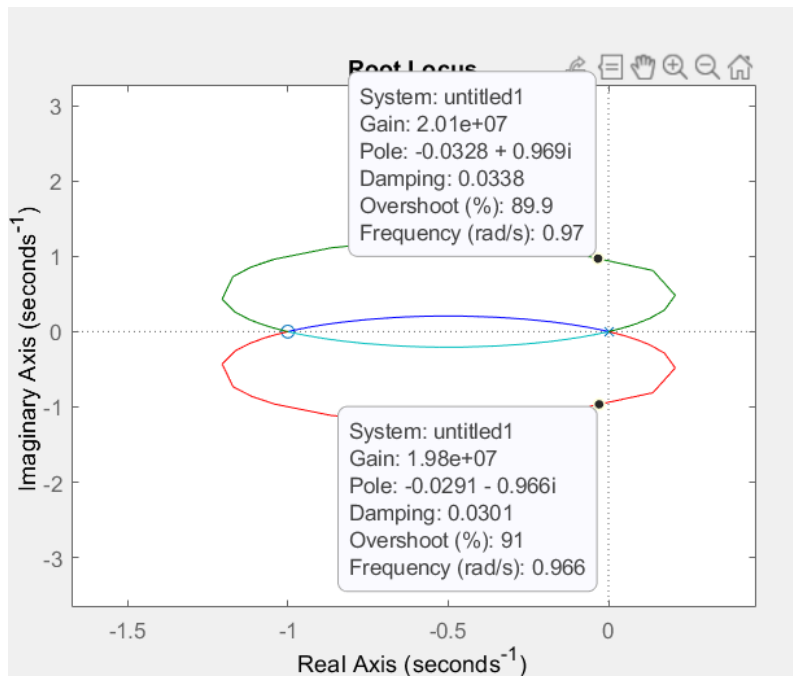
% Config:
s = tf('s');

optionss=bodeoptions;
optionss.MagVisible='on';
optionss.PhaseMatching='on';
optionss.PhaseMatchingValue=-180;
optionss.PhaseMatchingFreq=1;
optionss.Grid='on';

Planta = 1/((s+80)*s*s);
C_propuesto = ((s+1)^4)/(s*s*(s+1000)*(s+1000));
rlocus(Planta*C_propuesto);
```

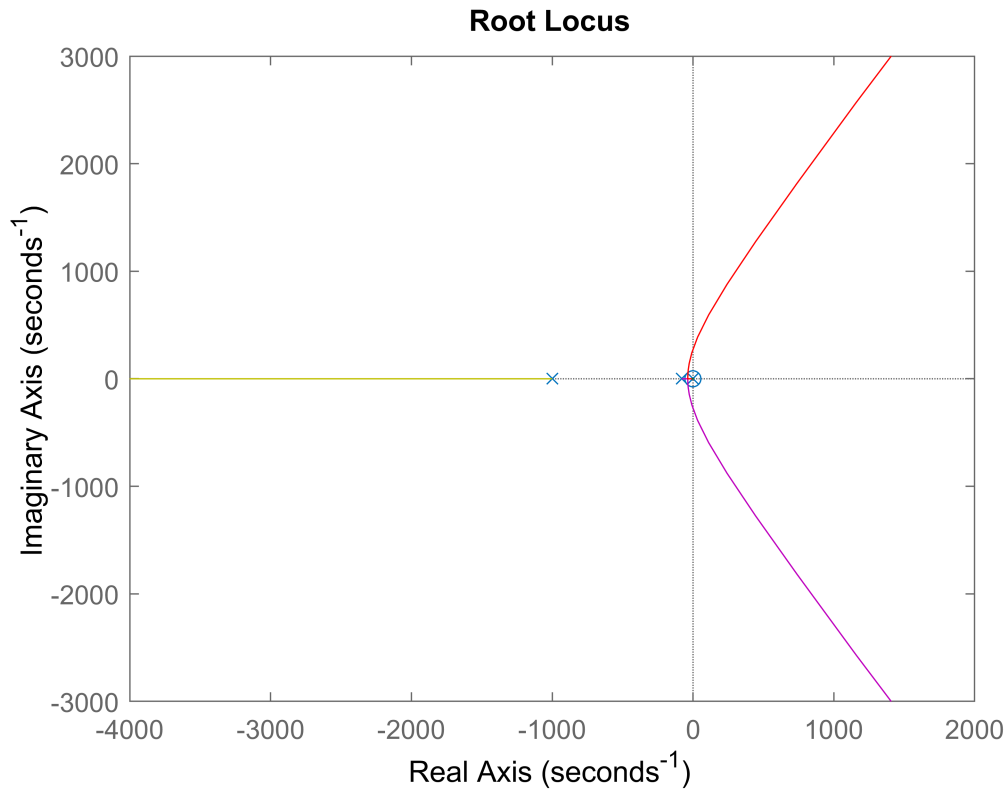


Si se hace zoom, se observa que con el controlador propuesto es posible estabilizar el lazo.

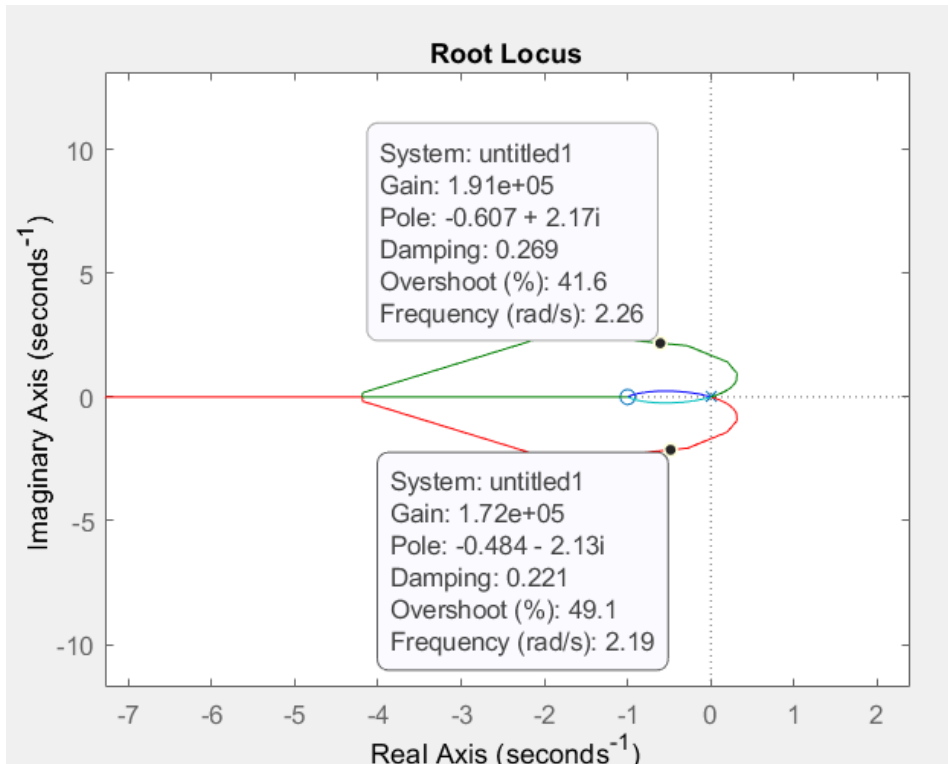


Sin embargo, luego de haber hecho un análisis exhaustivo, se decide quitar un cero y un polo del control propuesto debido a que no eran necesarios, y es mejor tener un controlador un poco más simple.

```
C_propuesto_2 = ((s+1)^3)/(s*s*(s+1000));
rlocus(C_propuesto_2*Planta);
```

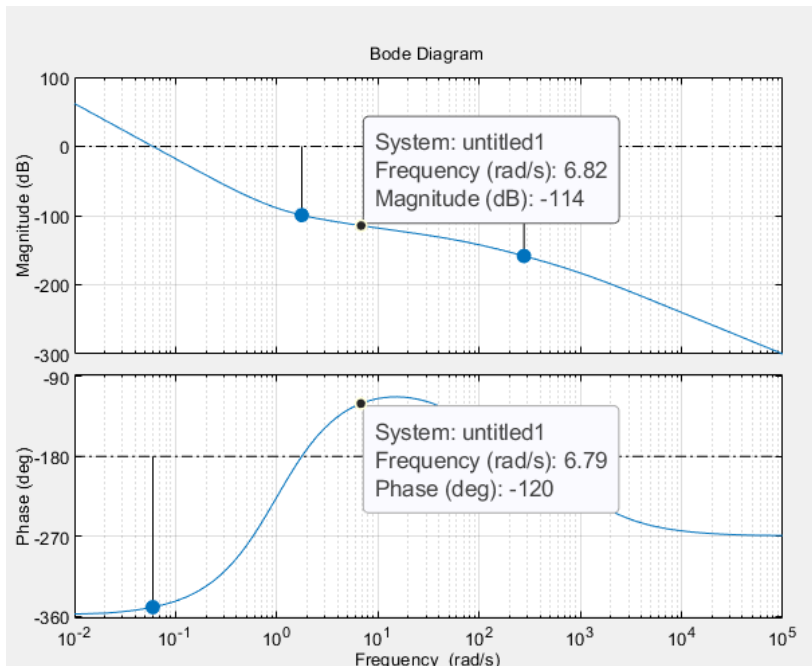


Una vez mas, al hacer zoom, se verifica que es posible estabilizar el lazo:



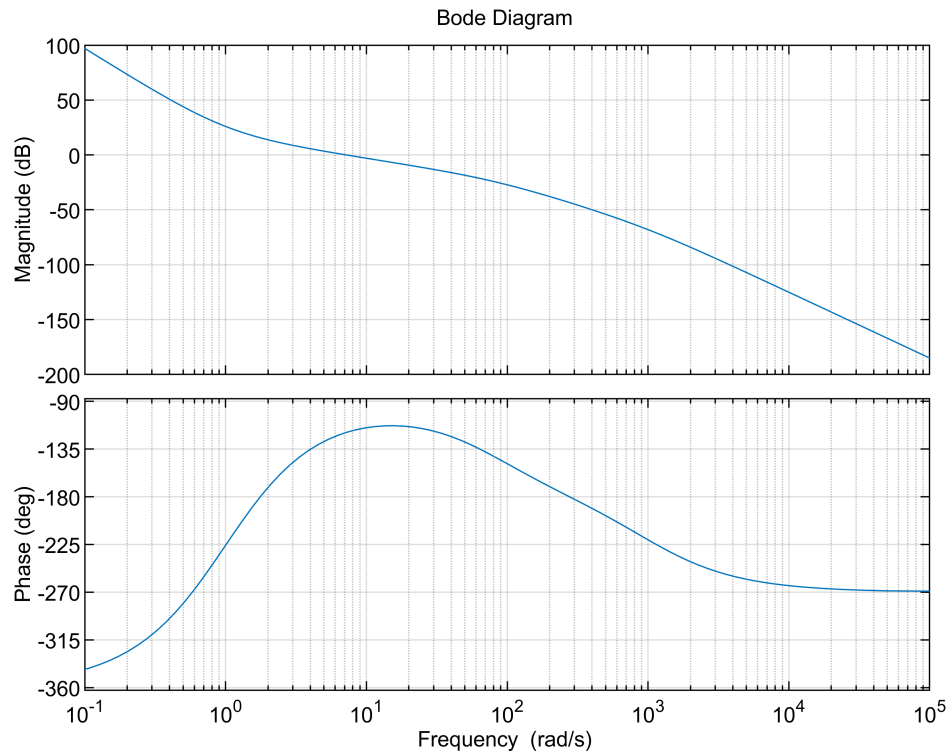
Ahora, se observa el diagrama de Bode para determinar la ganancia necesaria para garantizar que sea de 60° MF.

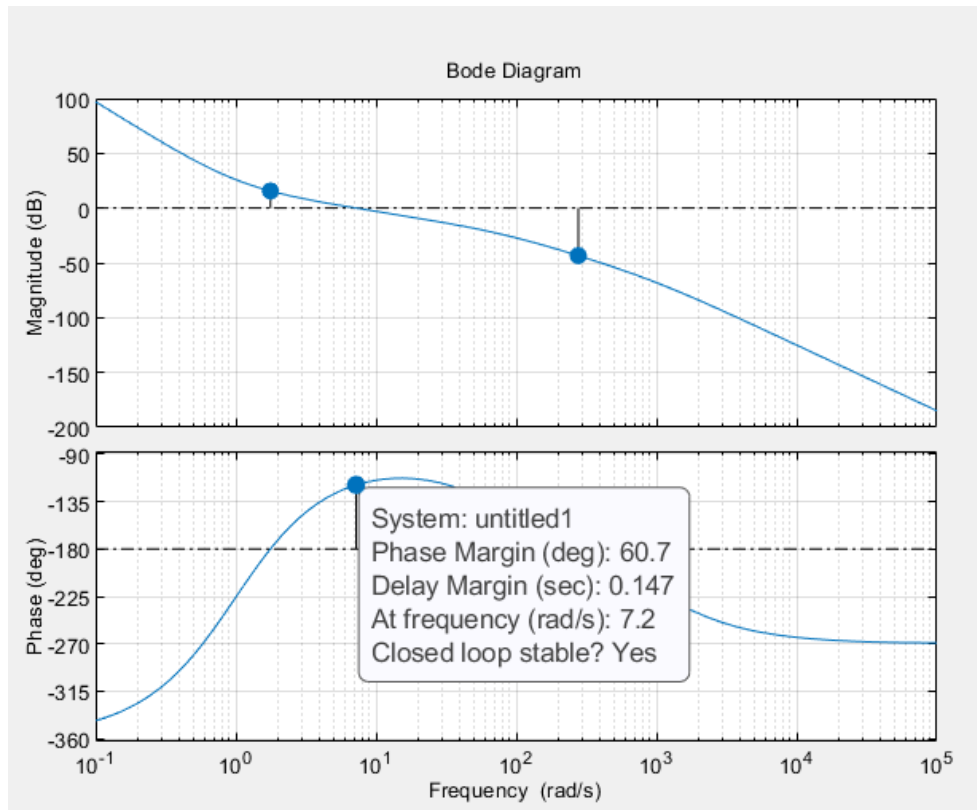
```
% figure();  
% bode(C_propuesto_2*Planta, optionss)
```



Se observa que con una ganancia de  $k=114\text{db}$  se puede lograr  $60^\circ$  MF. Pero, al probar con esa magnitud, verifico que me falta un poco más para ese MF. Por ende, elijo un  $k=115\text{db}$ .

```
k_aux = db2mag(115);  
C_final = C_propuesto_2*k_aux;  
% figure();  
% bode(C_final*Planta, optionss);
```

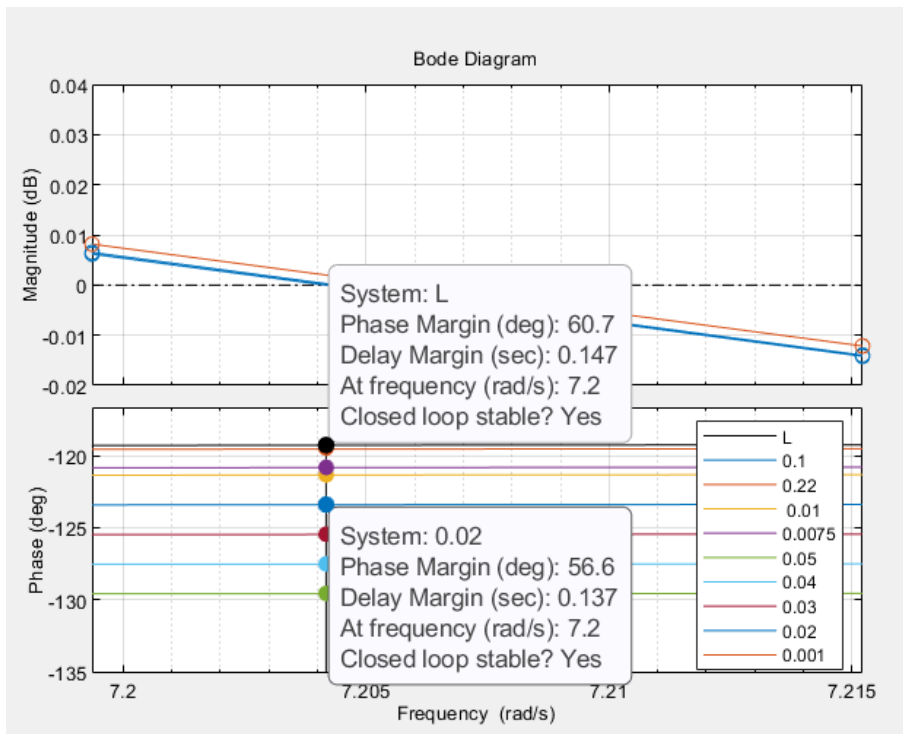




Ahora sí puedo confirmar que para esa ganancia obtengo un margen de fase de 60°

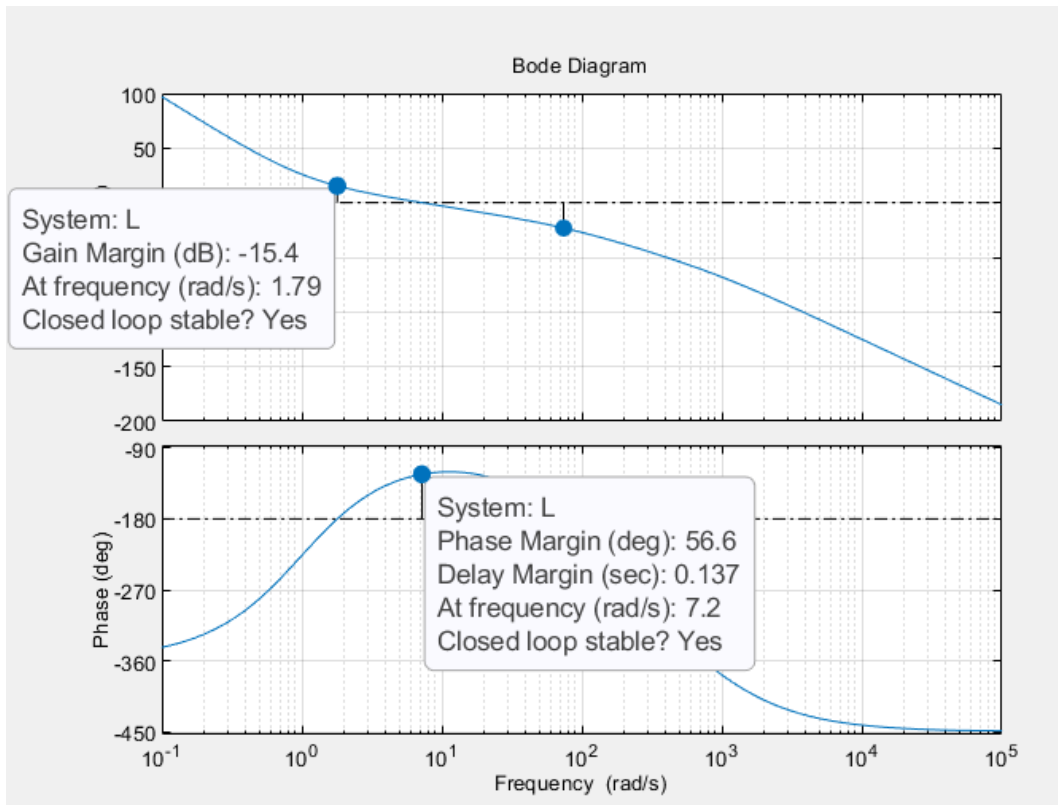
Para calcular el  $T_s$ , realizo iteraciones tal de encontrar el  $T_s$  que no me reste mas de 5 grados de margen de fase.

```
%
% %calculo de Ts
% T = [0.1 0.22 0.01 0.0075 0.05 0.04 0.03 0.02 0.001];
%
%
% figure()
% bode(C_final*Planta, optionss, 'black');
% grid on
% hold on
% for i=1:length(T)
%     T(i)
%     Pad=(1-T(i)/4*s)/(1+T(i)/4*s);
%     bode(C_final*Planta*Pad, optionss)
% end
%
% legend('L', '0.1', '0.22', '0.01', '0.0075', '0.05', '0.04', '0.03', '0.02', '0.001')
% hold off
```



En el diagrama de arriba, se observa que con un  $T_s = 0.02$  me garantizo que me resta 5°MF.

```
pade = (1-0.02/4*s)/(1+0.02/4*s);
L = C_final*Planta*pade;
% bode(L, optionss)
```

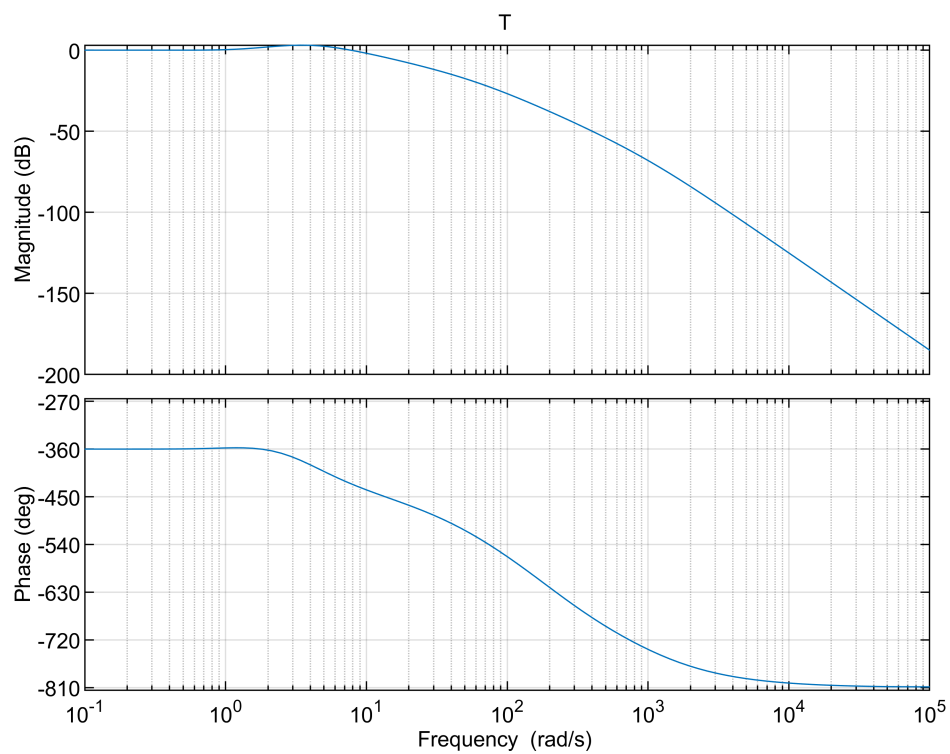


Se observan los márgenes de fase y de ganancia del diseño empleado.

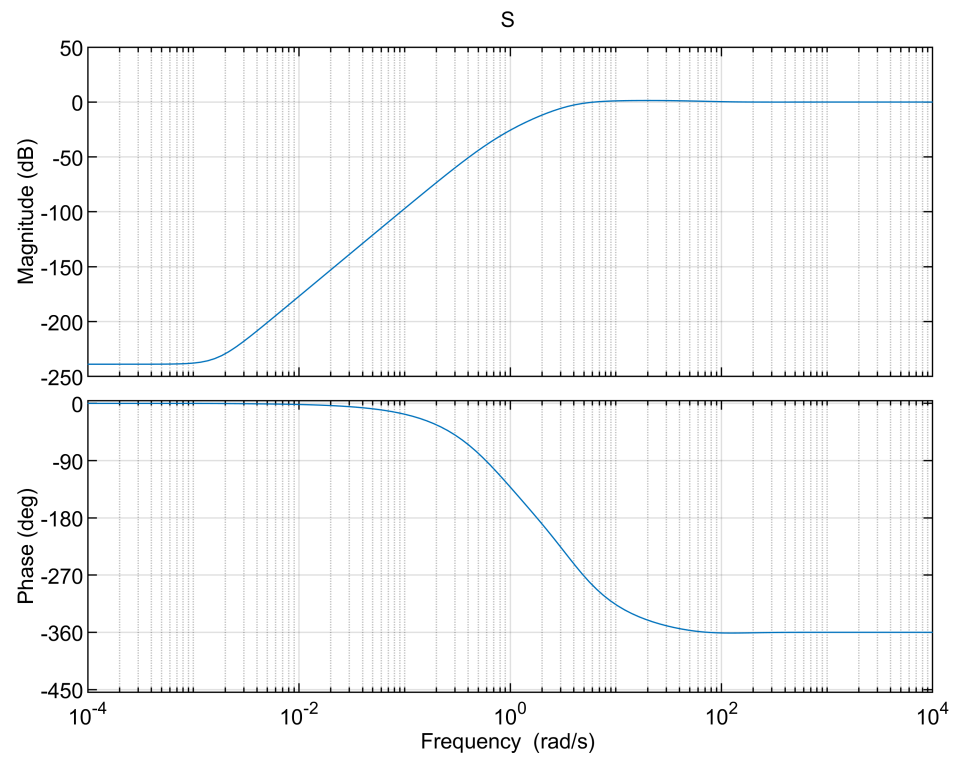
```
%Para el Simulink  
C_d = c2d(C_final,0.1,'tustin');
```

Ahora, se grafican las *transferencias de interés*.

```
% %grupo de las 4  
T_transf = minreal(L/(1+L));  
figure()  
bode(T_transf,optionss);title('T');
```

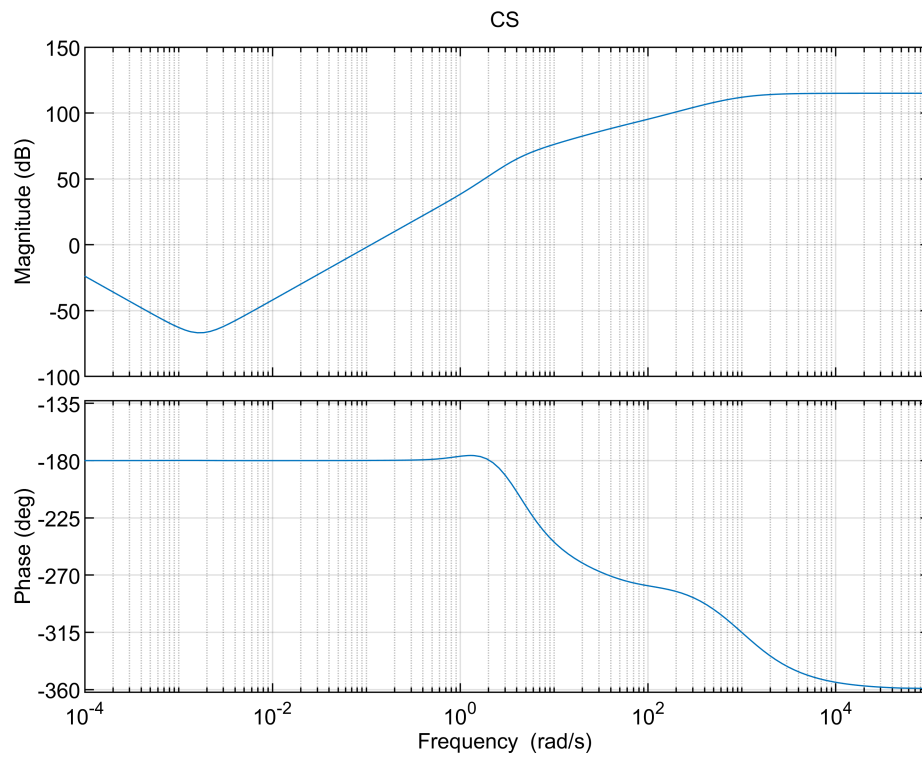


```
S_transf = 1 - T_transf;  
figure()  
bode(S_transf,optionss);title('S');
```

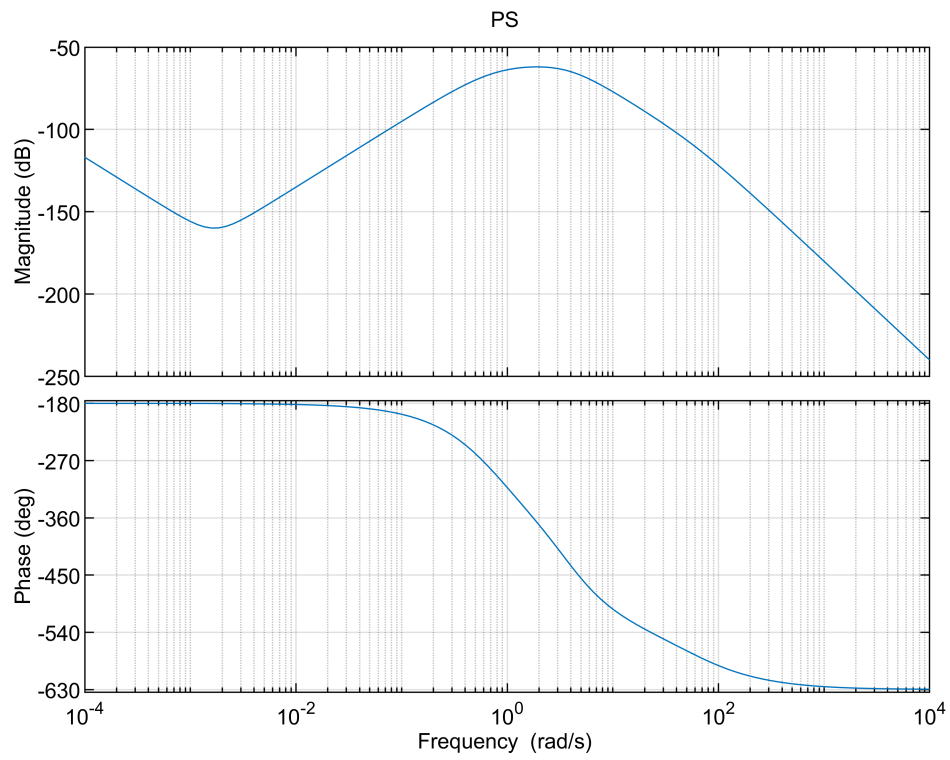


```
CS = minreal(C_final*S_transf);  
figure()  
bode(CS,optionss);title('CS');
```





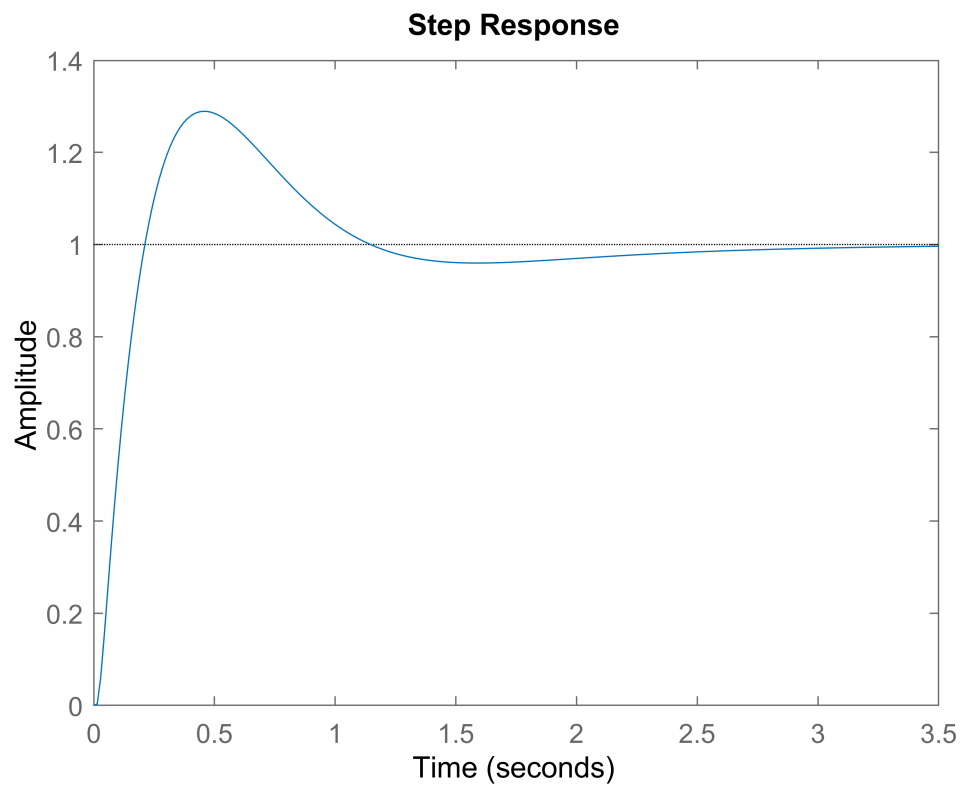
```
PS = minreal(Planta*S_transf);  
figure()  
bode(PS,optionss);title('PS');
```



Ahora grafico la respuesta al escalón:

Respuesta al escalón

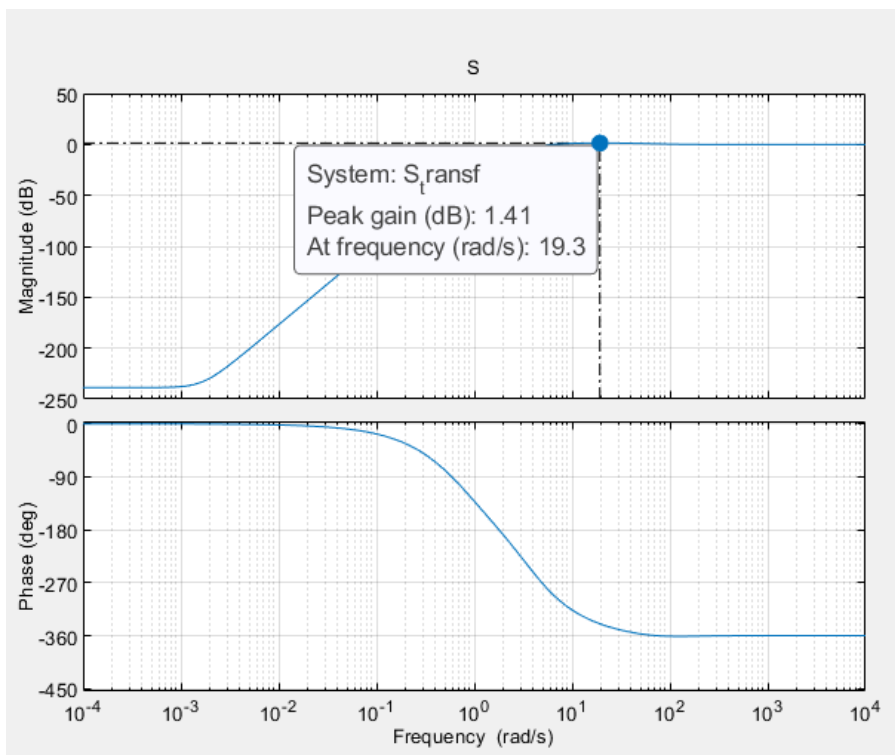
```
figure()  
step(T_transf);
```



Se observa que la respuesta se estabiliza bastante rápido.

#### Margen de estabilidad

Para calcular el margen de estabilidad, basta con graficar el diagrama de bode de S (que se puede ver más arriba) y observar su valor máximo en el diagrama de magnitud.



Se nota que el valor máximo es de 4.71dB. El margen de estabilidad se calcula como  $1/\text{sobrepico}$ .

$$s_m = 1/\text{db2mag}(1.41)$$

$$s_m = 0.8502$$

Esto da como resultado un margen de estabilidad  $s_m = 0.8502$