Margen de fase y margen de ganancia

Usando MatLab

```
num=[0 0 0 8];
den=[1 7 6 0];
g=tf(num,den)

Transfer function:
       8
-----------------
s^3 + 7 s^2 + 6 s

 bode(g)
```

Visualizacion de los margenes de Fase y Ganancia en los diagramas de Bode y Nyquist.

Diagrama de BODE

Margen de Fase = 180 + argumento de G(s) cuando el módulo de G(s) es unitario |G(s)|=1 . [Cruce de la gráfica de Bode del módulo |G(s)| con el eje de frecuencias ω de cero dB.]

Margen de Ganancia = 1/|G(s)| en el punto donde la fase de G(s) en la gráfica de Bode = -180°

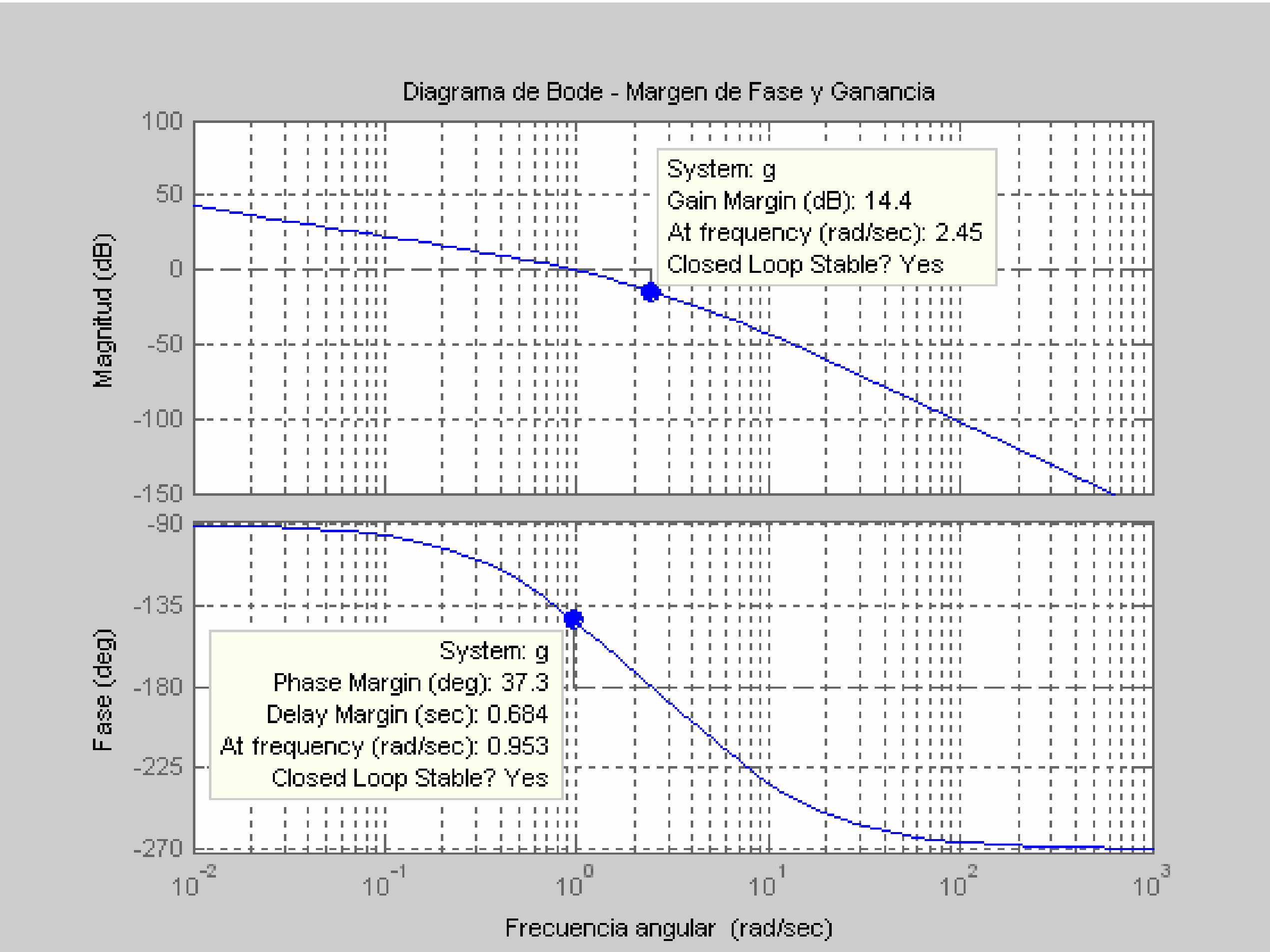
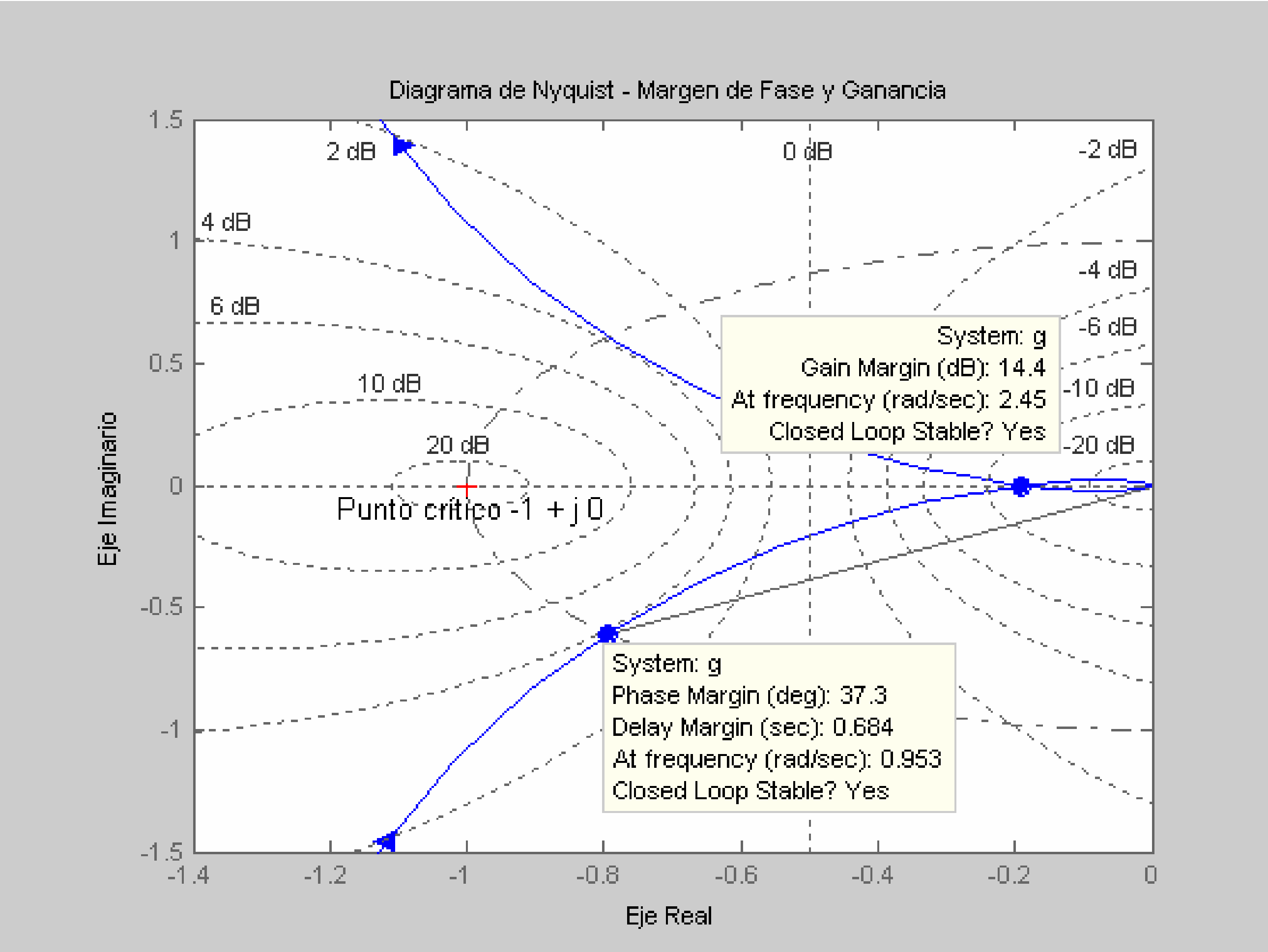


Diagrama de Nyquist

Margen de Fase = 180 + argumento de G(s) cuando el módulo de G(s) es unitario |G(s)|=1 .
Margen de Ganancia = 1/|G(s)| en el punto donde la fase de G(s) en la gráfica de Bode = -180°



En el límite de estabilidad, el sistema con una ganancia K = 42, se desarrolla en MatLab con los siguientes comandos:

```
num=[0 0 0 42];
den=[1 7 6 0];
g=tf(num,den)

Transfer function:
      42
-----------------
s^3 + 7 s^2 + 6 s

bode(g)
```

Para el punto en donde el módulo de |G(s)| = 1 y simultáneamente la fase (argumento de G(s) es igual a -180°) en el diagrama se ubica sobre el punto s = -1 + j0 que es el punto donde el sistema se torna oscilatorio.

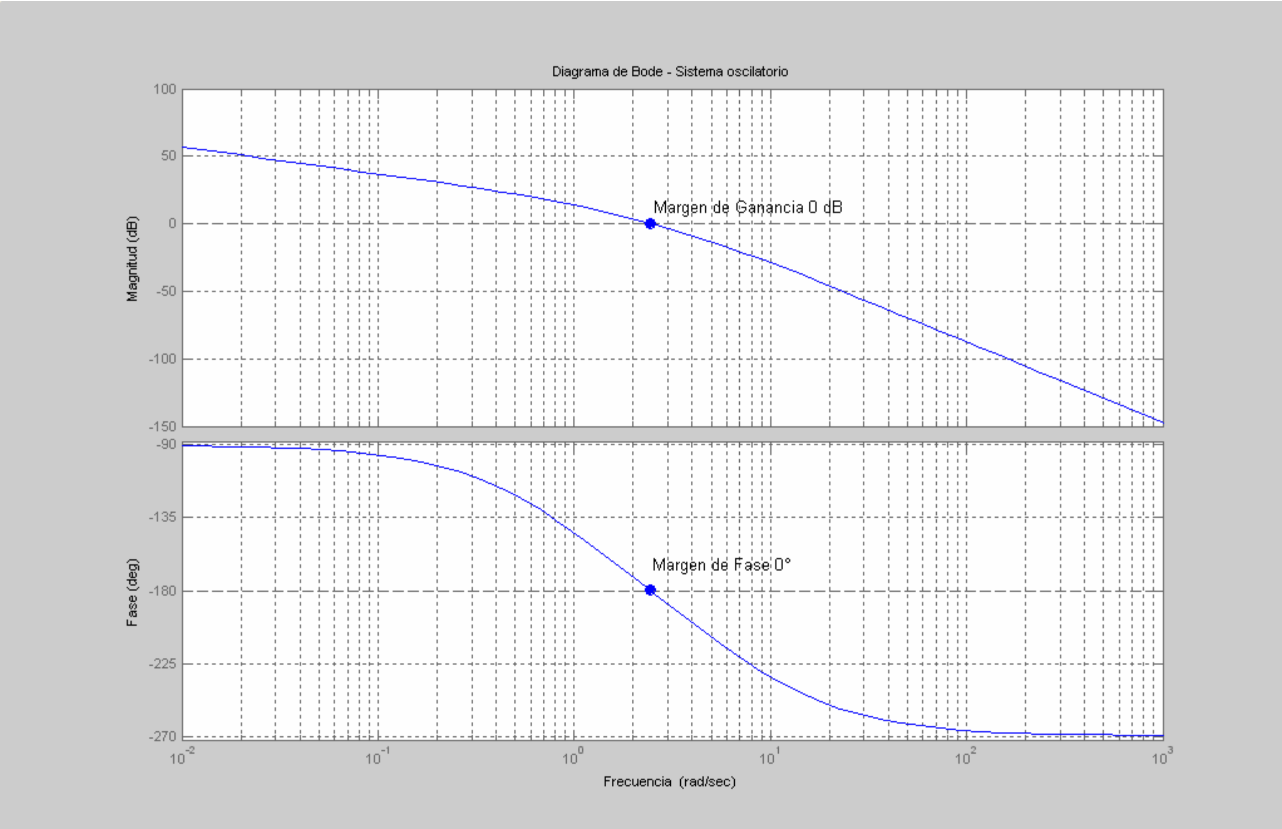


Diagrama de Bode - Sistema oscilatorio
Magnitud (dB)
Fase (deg)
Margen de Ganancia 0 dB
Margen de Fase 0°
Frecuencia (rad/sec)

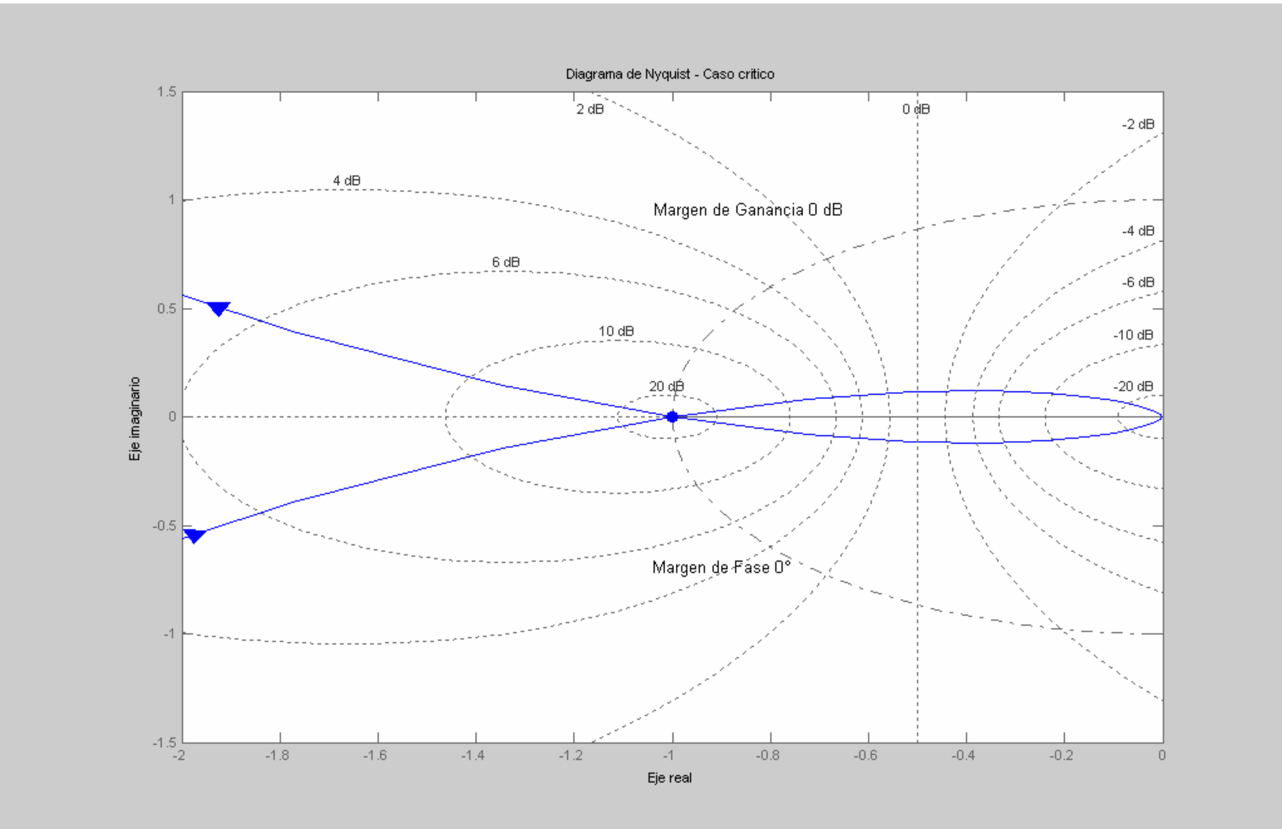


Diagrama de Nyquist - Caso critico
Eje imaginario
Eje real
Margen de Ganancia 0 dB
Margen de Fase 0°
2 dB
0 dB
-2 dB
4 dB
-4 dB
6 dB
-6 dB
10 dB
-10 dB
20 dB
-20 dB

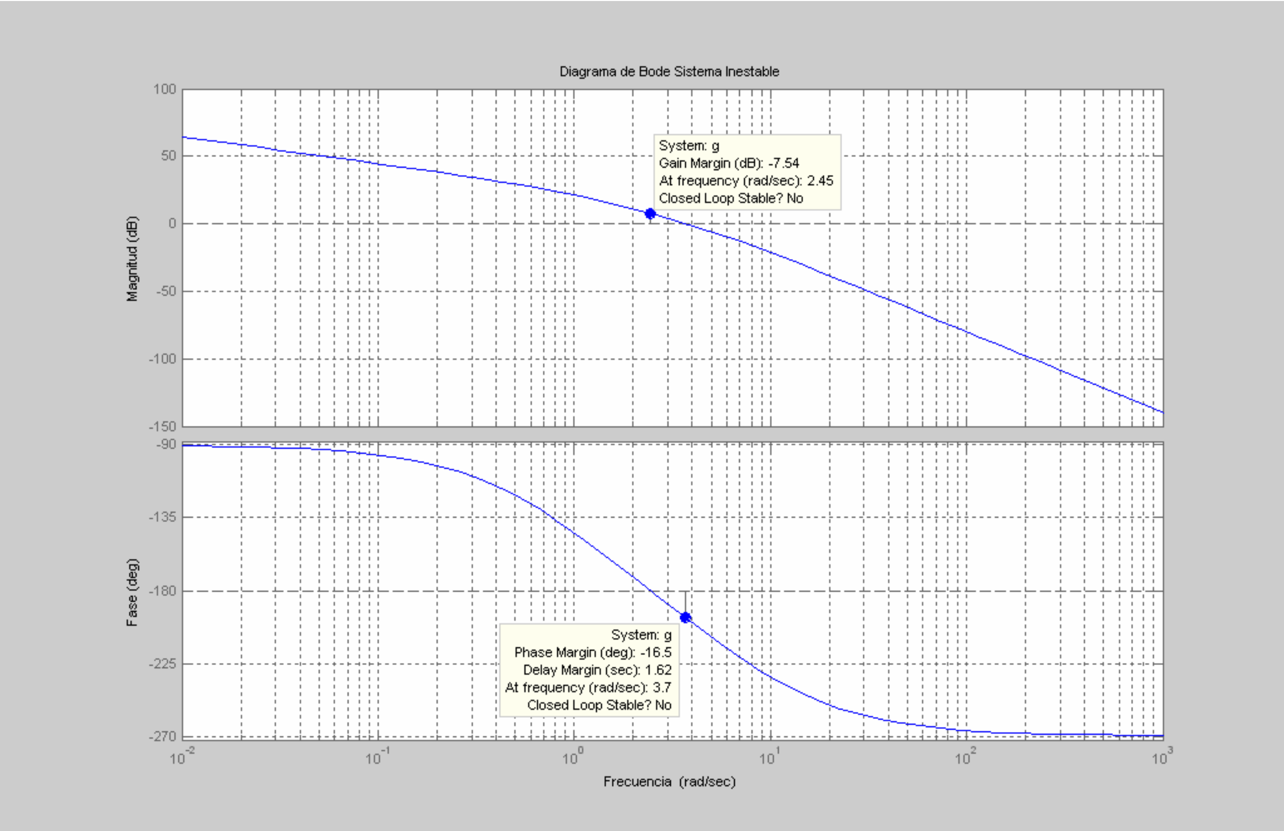
Para un sistema inestable, con K>42, los márgenes de fase y ganancia son negativos

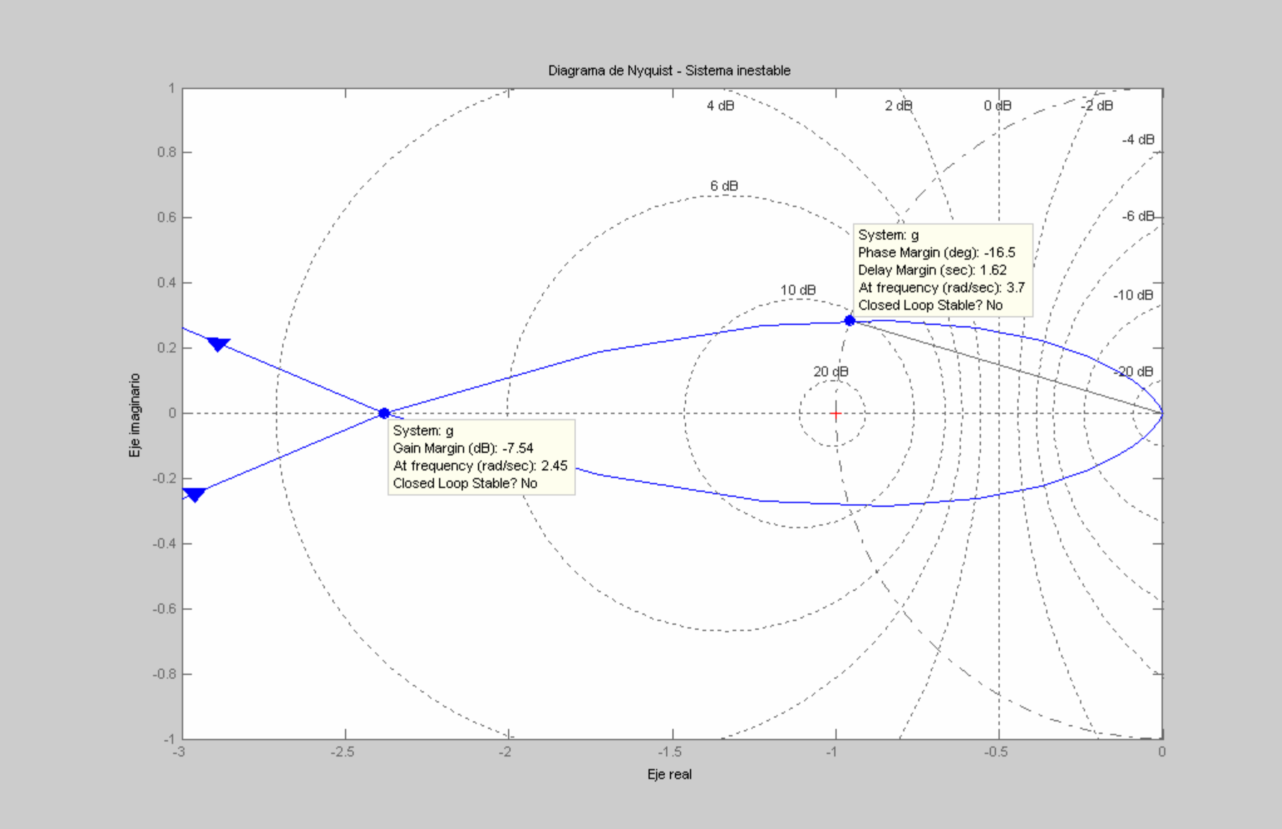
```
num=[0 0 0 100];
den=[1 7 6 0];
g = tf(num,den)
```

Transfer function:

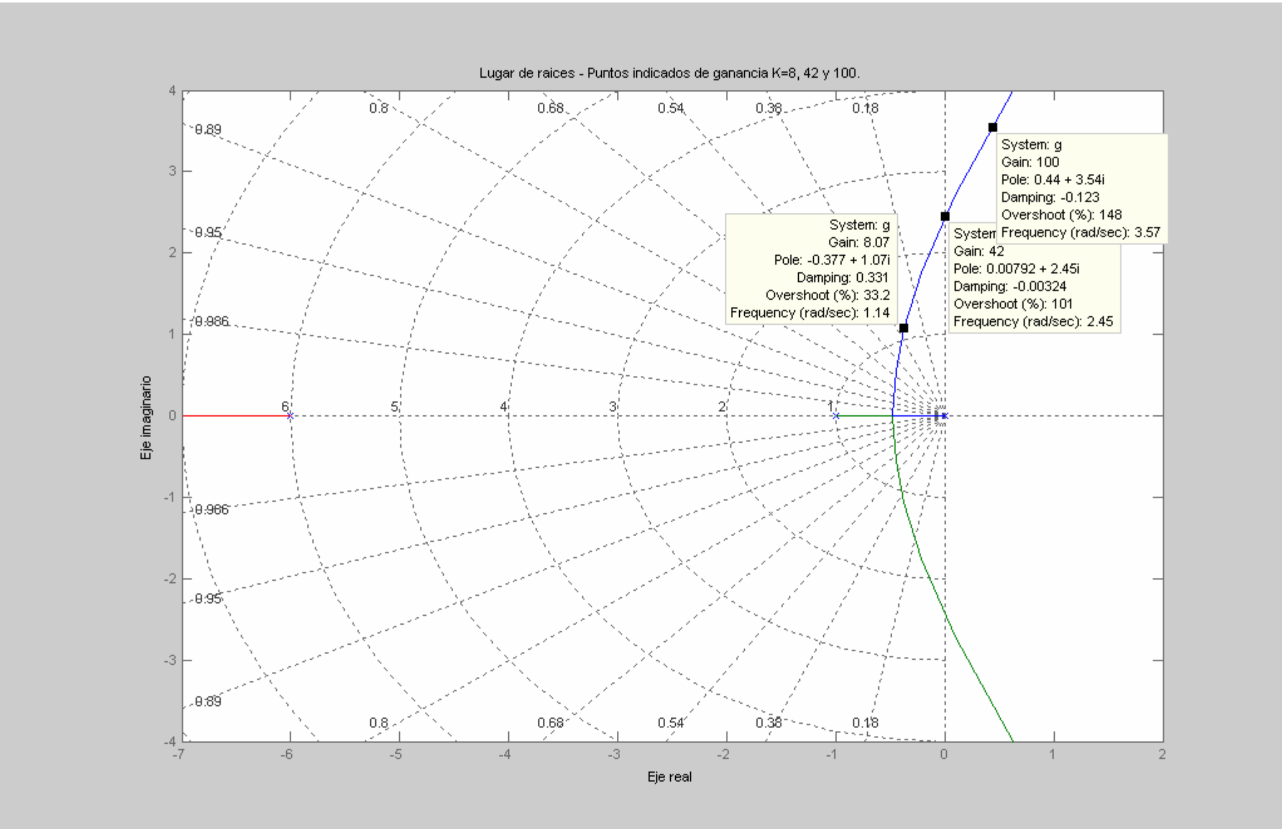
```
      100
-----------------
s^3 + 7 s^2 + 6 s
```

```
bode(g)
```





Los graficos realizados en la respuesta en frecuencia se corresponden con los puntos de ganancias 8, 42 y 100 dados en el siguiente lugar de raíces



SINTONIA CLASICA DE CONTROLADORES – METODO DE ZIEGLER-NICHOLS

Primer método de Ziegler Nichols

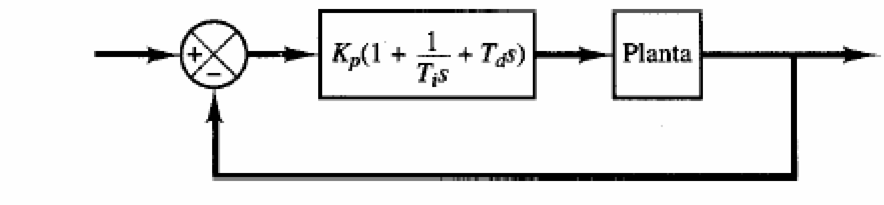


Figura 1

Sistema compensado con un controlador PID

El metodo pretende obtener una respuesta similar a la de un sistema de 2do orden con un sobrepaso no mayor al 25%.

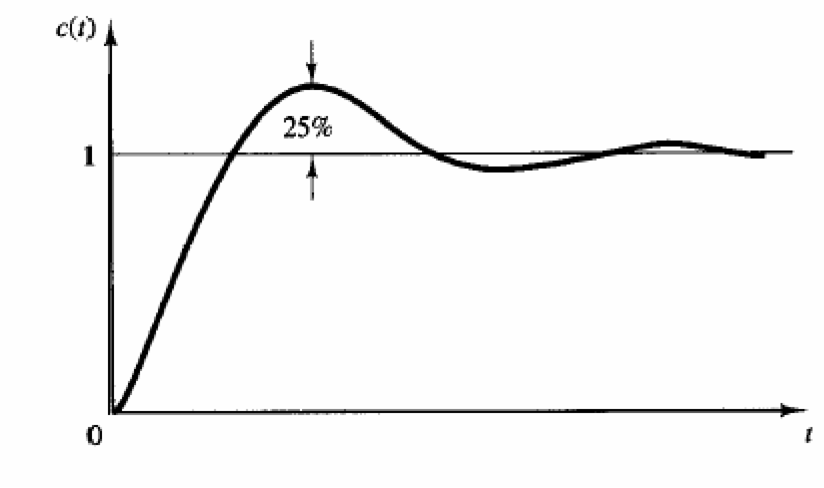


Figura 2

Si la respuesta en lazo abierto de la planta (sin integradores) tiene la forma de la figura 3

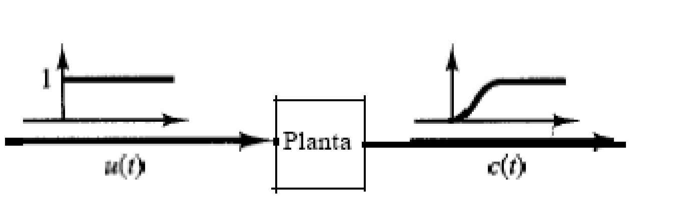
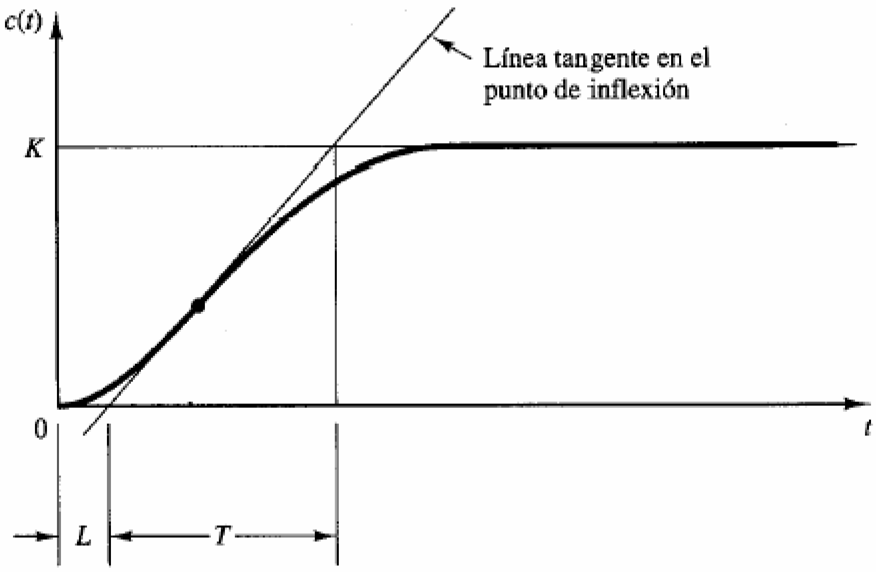


Figura 3

(forma sigmoidal), se aproxima mediante un sistema de primer orden y un retardo

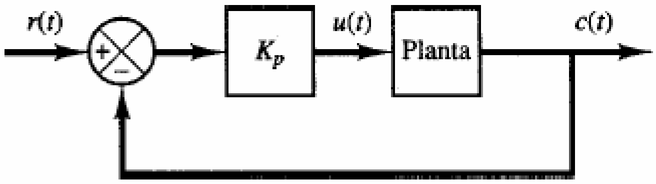
$$\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{Ke^{-Ls}}{Ts + 1}$$

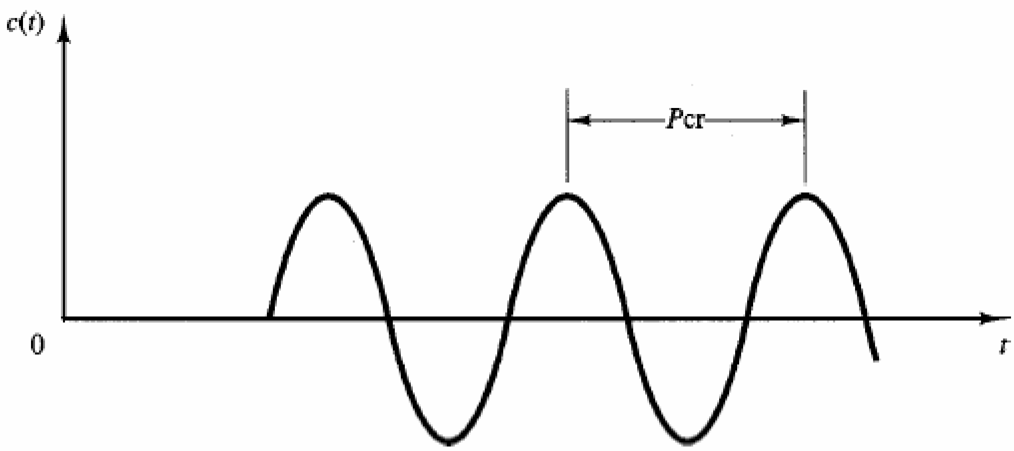


Tipo de controlador	K_p	Ti	T_d
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0.9\frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2\frac{T}{L}$	$2L$	$0.5L$

$$G_c(s) = K_p\left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right)$$

Segundo metodo





Tipo de controlador	K_p	Ti	T_d
P	$0.5K_{cr}$	∞	0
PI	$0.45K_{cr}$	$\frac{1}{1.2}P_{cr}$	0
PID	$0.6K_{cr}$	$0.5P_{cr}$	$0.125P_{cr}$

$$
\begin{aligned}
G, (s) &= K_p\left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right) \\
&= 0.6K_{cr}\left(1 + \frac{1}{0.5P_{cr}s} + 0.125\ P_{cr}s\right) \\
&= 0.075K_{cr}P_{cr}\frac{\left(s + \frac{4}{P_{cr}}\right)^2}{s}
\end{aligned}
$$