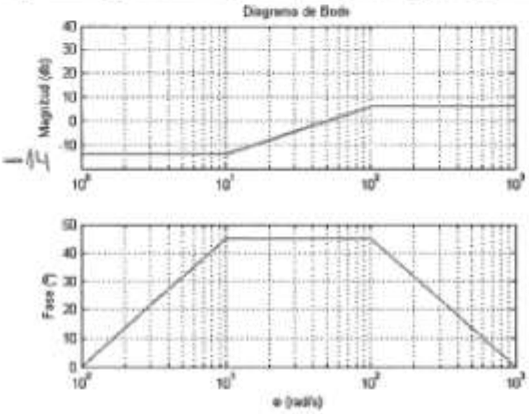
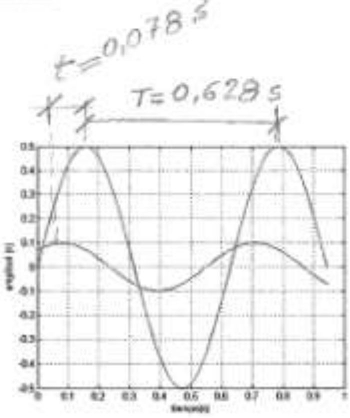
Ejercicio 1

Dado el sistema $\frac{Y(s)}{U(s)} = 2\frac{(s+10)}{(s+100)}$. a) Dibuje el diagrama de Bode. b) Si la entrada al sistema es u(t) (la representada en la gráfica), represente de forma aproximada y en la misma gráfica, la respuesta y(t) en régimen permanente.





$\omega = \frac{2\pi}{T} \simeq 10$ rad/s

para $\omega = 10$ rad/s en el Bode obtenemos:

$|L(j\omega)|_{\omega=10} = -14$ db

$\angle L(j\omega)_{\omega=10} = \frac{\pi}{4}$

$y_{rp}(t) = 10^{(-14/20)} \cdot 0{,}5 \operatorname{sen}(10t + \frac{\pi}{4})$

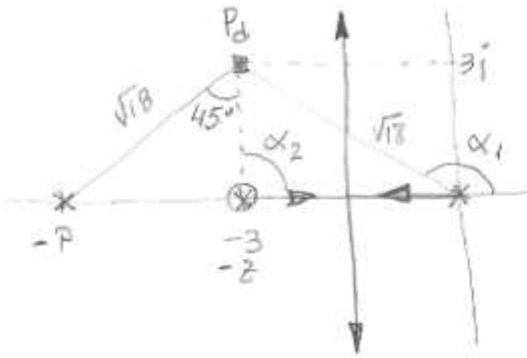
$y_{rp}(t) = 0{,}1 \operatorname{sen}(10t + \frac{\pi}{4})$

Desfase en segundos:

$10t \frac{180}{\pi} = 45° \Rightarrow \boxed{t = 0{,}078\ s}$

Ejercicio 2

Suponga un sistema de control con H(s)=1, $G(s) = \frac{9}{s(s+3)}$, se pide diseñar el compensador más sencillo que consiga que los polos dominantes del sistema en cadena cerrada estén situados en -3±3j.



El punto de diseño no pertenece al lugar de las raíces

$\alpha_1 = 135°$

$\alpha_2 = 90°$

$\Upsilon_c = 180 + 135 + 90 = 405 = 45°$

Compensador

$C(s) = K_c \frac{s+z}{s+p}$

Situamos el cero en la vertical y el polo a la izquierda del cero.

$C(s) = K_c \frac{s+3}{s+6}$

Aplicando el criterio de módulo queda: $K_T = \frac{\sqrt{18}\,\sqrt{18} \cdot 3}{3} = 18 \Rightarrow K_c = \frac{18}{9} = 2$

$$\boxed{C(s) = 2\,\frac{s+3}{s+6}}$$

Ejercicio 3

Indique de forma razonada, si son ciertas las siguientes afirmaciones:

a) Al aumentar la ganancia del controlador, en un sistema de control en cadena abierta, la respuesta del sistema se hace más rápida. FALSA

La ganancia en un sistema de control en cadena abierta, afecta solamente al régimen permanente y no al transitorio.

b) Si la función de lazo presenta un margen de fase MF=20° quiere decir que el sistema en cadena abierta es siempre estable. FALSO

El MF informa acerca de la estabilidad en cadena cerrada, no abierta.

c) Los márgenes de fase de dos sistemas de 2° orden sin ceros, son MF_1=20°, MF_2=60°. Indicar razonadamente cual de los dos es más sobreoscilado.

El MF está relacionado con el coeficiente de amortiguamiento ξ

$\xi_1 \simeq \frac{MF_1}{100} = 0{,}2$

$\xi_2 = \frac{MF_2}{100} \simeq 0{,}6$

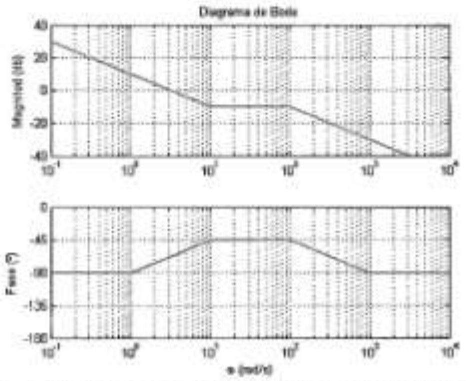
$\xi_1 < \xi_2 \Rightarrow \boxed{M_{p_1} > M_{p_2}}$

El sistema 1 es más sobreoscilado que el sistema 2

Ejercicio 4

El diagrama de Bode de la función de lazo de un sistema, es el representado en la figura. Se pide:

a) Deducir la función de transferencia del mencionado sistema



$$L(s) = \sqrt{10}\,\frac{\left(1+\frac{1}{10}s\right)}{s\left(1+\frac{1}{100}s\right)} = 3{,}162\,\frac{(1+0{,}1s)}{s(1+0{,}01s)}$$

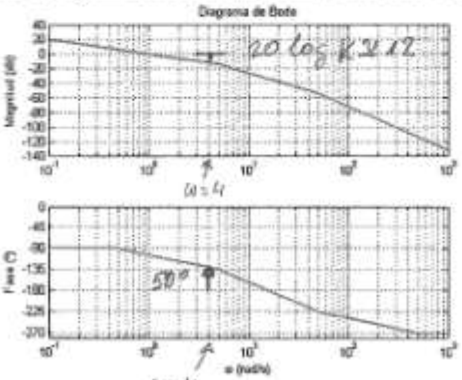
$$L(s) = 10\sqrt{10}\,\frac{(s+10)}{s(s+100)} = 31{,}62\,\frac{(s+10)}{s(s+100)}$$

b) Calcular el error en régimen permanente del sistema con realimentación unitaria, frente a entrada en rampa unigtaria.

$$e_v = \frac{1}{K_v} = \frac{1}{\lim_{s\to 0} s\,31{,}62\,\frac{(s+10)}{s(s+100)}} = \frac{1}{3{,}162} = 0{,}3162 = 31{,}62\,\%$$

Ejercicio 5

Dado el diagrama de Bode de un sistema, diseñe la red de atraso de modo que el sistema en lazo cerrado presente un error en régimen permanente del 1% y un MF≥45°.



ω=4

$$L(s) = \frac{1}{s\left(1+\frac{1}{5}s\right)\left(1+\frac{1}{50}s\right)}$$

$D(s) = K\,\frac{s+z}{s+p}$ // Especif. $e_v \leq 1\%$

$e_v = \frac{1}{K_v} < 0{,}01 \Rightarrow K_v = 100$

para $K = 100 \Rightarrow$ cumple el permanente pero no cumple el transitorio ($MF = -12°$) sistema inestable.

Diseño de la red

* Se elige K para que $MF = 45 + 5 = 50°$ (5 ← seguridad)

$20 \log K \simeq 12$ db $\Rightarrow K = 4$

$$L'(s) = K\,\frac{s+z}{s+p}\cdot\frac{1}{s\left(1+\frac{1}{5}s\right)\left(1+\frac{1}{50}s\right)}$$

$\Rightarrow K_v = 100 = K\,\frac{z}{p} = 4\,\frac{z}{p} \Rightarrow \frac{z}{p} = 25$

Elegimos el cero 1 década por debajo de la ω_{cg} para $K=4$ es decir: $z = 0{,}4$

$\frac{z}{p} = 25 \Rightarrow p = 0{,}016$

$$\boxed{D(s) = 4\,\frac{s+0{,}4}{s+0{,}016}}$$