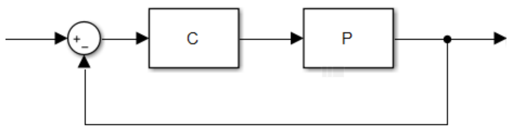
Marcos López López

A22

Práctica 10

Ejercicio previo (1)

P(s) representa un modelo linealizado en función de transferencia para control del ángulo de balanceo de un avión de empuje vectorial, según el esquema:



$$P(s) = \frac{5{,}263}{s^2}$$

Diseñar en frecuencia y representar (KP,C,KP*C) en la plantilla de Bode que se adjunta, el controlador implementable más sencillo $C(s)$ para regular el ángulo de balanceo de forma que el lazo de control con realimentación unitaria, cumpla:

i) $K_a = 100$

ii) MF = 50°

$K_a = \lim_{s \to 0} \cancel{s^2} \frac{K \cdot 5'263}{\cancel{s^2}} = K \cdot 5'263 = 100 \rightarrow \boxed{K = 19} \rightarrow K \cdot P = \frac{19 \cdot 5'263}{s^2} \approx \frac{100}{s^2}$

$MF = 0 \rightarrow MF' = 55°$

$\downarrow$

Red de adelanto (PD$_R$)

$\phi_m = 55° - 0 = 55°$

$a = \frac{1 + \text{sen } 55°}{1 - \text{sen } 55°}$

$a = 10'059$

$|KPH(\omega = \omega_c')| = -20 \log \sqrt{a} =$

$= -10'025 dB$

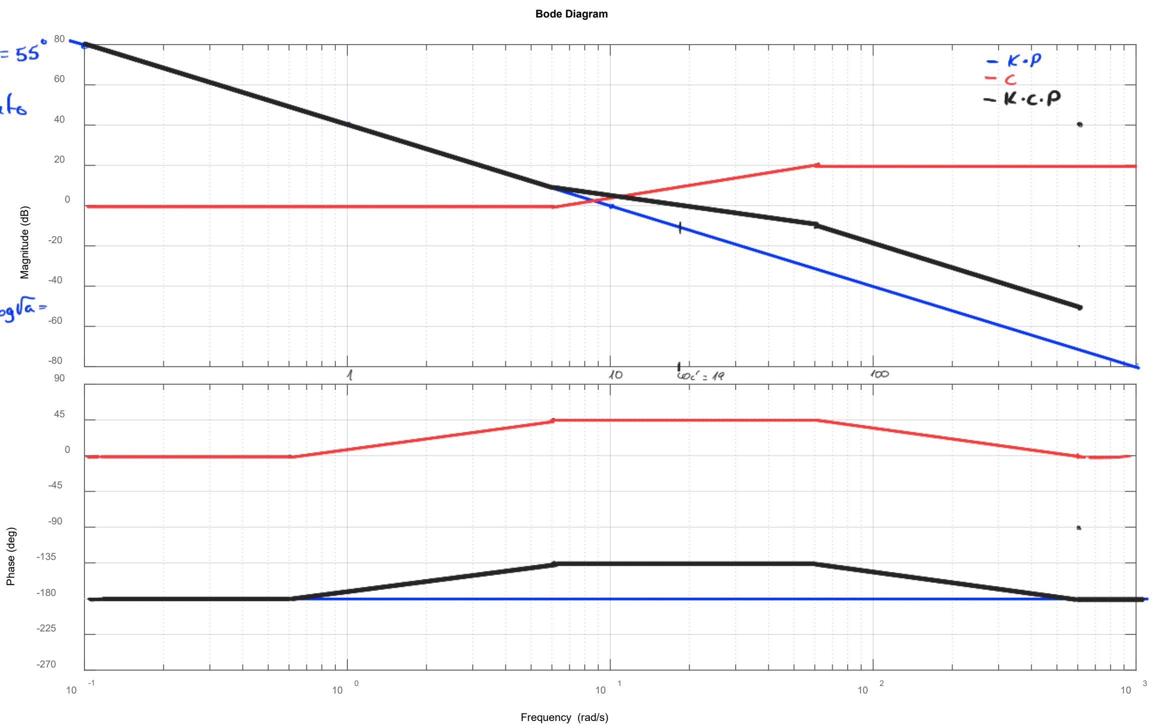
$\omega_c' = 19$ rad/s

$T = \frac{1}{\omega_c' \sqrt{a}} = 0'016$

$\frac{1}{aT} = 6$

$\frac{1}{T} = 60'26$

$\boxed{C = \frac{1 + s/6}{1 + s/60'26}}$



Ejercicio previo (2)

A partir de la dinámica simple de una maqueta de tren con movimiento longitudinal (unidimensional) en llano, que considera la fuerza aplicada, la fuerza de fricción por rodadura y la fuerza elástica del acoplamiento, se modela la función de transferencia del sistema con entrada la fuerza aplicada y salida la velocidad de la máquina:

$$P(s) = \frac{(s^2 + 0.2s + 2)}{(s + 0.2)(s^2 + 0.2s + 3)}$$

Cuyo diagrama de Bode se da en la figura.

a)Se pide diseñar el controlador C(s) más simple que permita cumplir las siguientes especificaciones

i) $e_\infty = 0$ (escalón) → PI ideal

ii) $\omega_c' \cong 0.2$ ≅ Frecuencia de cruce de ganancia de C*P

NOTA: Dado el rango de valores de la curva de fase de la planta, situar el cero del controlador de forma que aporte 45º en la frecuencia de cruce $\omega_c' \cong 0.2$ (en vez de una década antes, regla general menos adecuada en este caso).

$q = 8\,dB \rightarrow K_p = 10^{-8/20} = 0'3981$

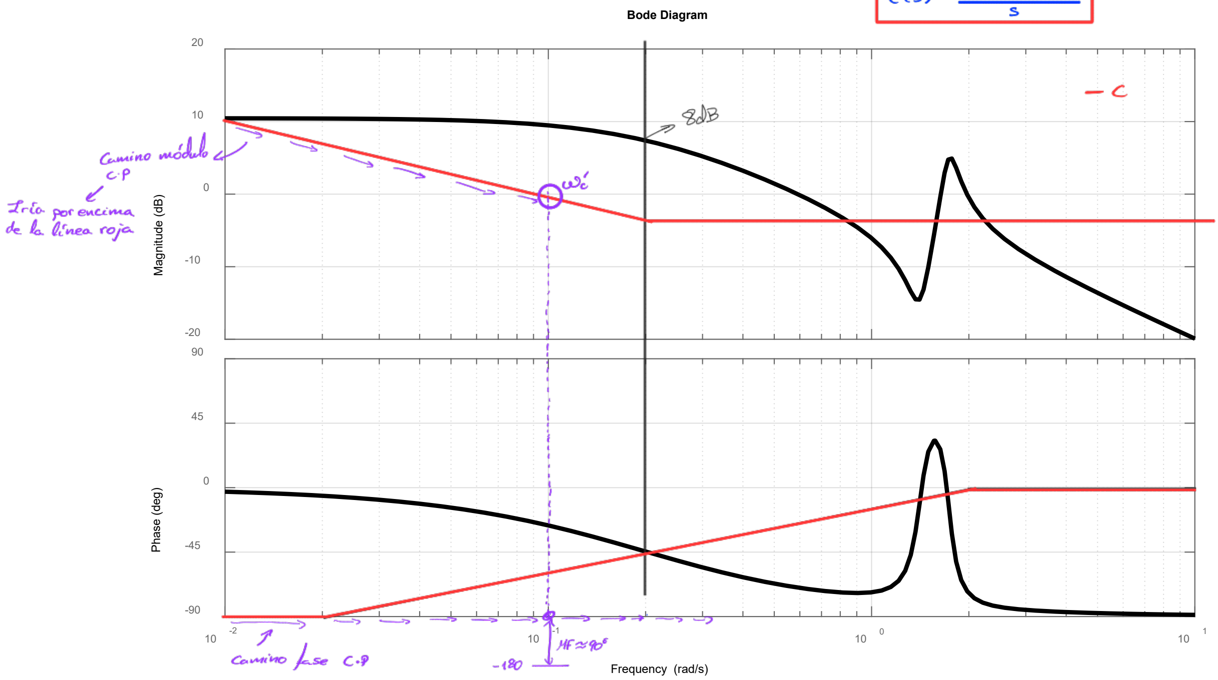
$\omega_{PI} = 0'2\,rad/s$ (DATO)

$K_{PI} = K_{planta} \cdot \omega_{PI} = 0'2$

$\boxed{C(s) = \frac{0'2 \cdot (1 + s/0'2)}{s}}$

$\boxed{MF' \simeq 90^\circ}$

b)¿Cuál sería el MF que se obtendría con el sistema controlado?.

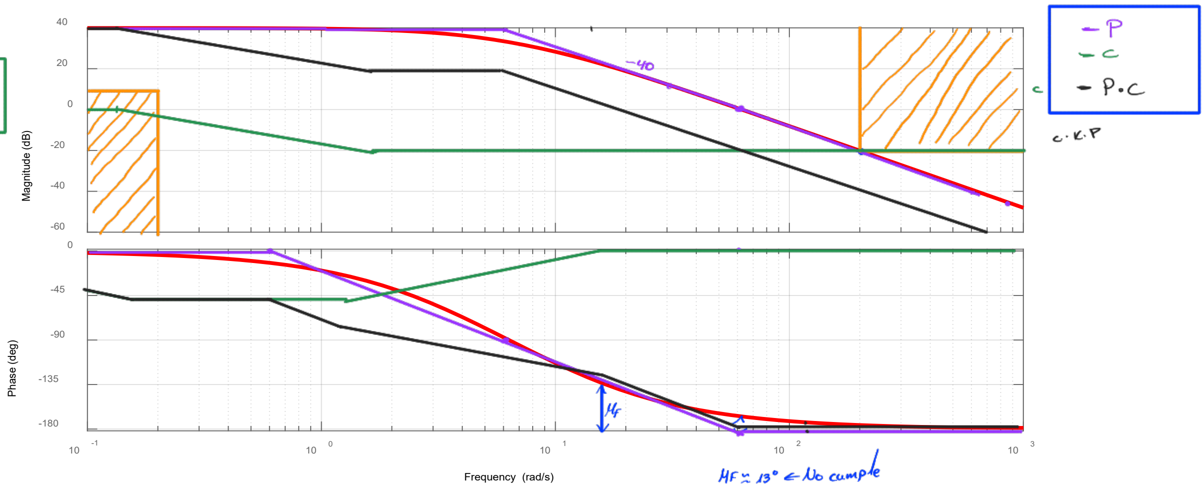


Ejercicio previo (3)

En la figura adjunta se representa el diagrama de Bode de LA de un modelo de motor de continua para control de velocidad, P(s). Diseñar el controlador implementable más sencillo que verifique las condiciones especificadas:

Nota: El ejercicio debe resolverse por los métodos basados en Bode LA aproximados explicados, a partir de la gráfica y algunos datos numéricos proporcionados en la tabla correspondiente. Cálculos y resultados con cuatro decimales.

$\boxed{C(s) = \frac{1 + s/1'6435}{1 + s/0'1349}}$



ω_i	Módulo dB	Fase(°)
0.0010	39.9127	-0.0200
16.4350	21.7100	-135.0002
21.8280	17.4271	-145.0007
46.1260	5.1685	-162.8113
62.4799	0.0000	-167.2437
84.4140	-5.1686	-170.5310

a) Cálculo de MF, MG y e_∞ (escalón) de P

b) Especificaciones diseño controlador implementable más sencillo:

i) $e_\infty \approx 0.01$ (escalón)

ii) MF ≈ 40°

iii) $20\log|KG(j\omega)| \geq 10\ dB$ para $\omega \leq 2.10^{-1}$ rad/seg

$20\log|KG(j\omega)| \leq -20\ dB$ para $\omega \geq 200$ rad/seg → Problema

$MG_p = \infty$

a) $MG_p = \infty$

$MF_p = 12'7563$

$K_p = \lim_{s\to 0} \frac{99}{(1+s/6'24799)^2} \rightarrow K_p = 99 \rightarrow \boxed{e_\infty = 0'01}$

$K_p = \lim_{s\to 0} K \cdot \frac{99}{(1+s/6'24799)^2} = 99K \rightarrow K = 1$

b)

PI REAL $K=1$

$MF_{REAL} < MF_{des} + 5°_{seg} \rightarrow$ SI en $\omega c'$

$\Phi_m = MFd + 5°_{seg} - MF_{REAL} = 45 - 12'7563 = 32'2437°$

→ Determinamos $\omega c' = 16'435$ rad/s → $a = 21'71$ dB → $20\log a = 21'71 \rightarrow a = 0'0821$

$\frac{1}{aT} = \frac{\omega c'}{10} \rightarrow \frac{1}{aT} = 1'6435$

$\frac{1}{T} = 0'1349$

$\boxed{C(s) = \frac{1 + s/1'6435}{1 + s/0'1349}}$