

Apellidos: _____ Nombre: _____

IMPORTANTE

- ⌚ Duración del examen: 90 minutos
- 📄 No olvide anotar el nombre y los apellidos en todas las hojas examen, incluido el enunciado de examen
- 📄 No se permite ningún tipo de documentación
- 📄 Las respuestas se entregarán en hojas de examen
- 📄 Se entregarán las hojas de examen, incluido el enunciado de examen dobladas por la mitad

1. (30 puntos) Considere un sistema de control con realimentación unitaria en la que está incluido el elemento de compensación. Si la función de transferencia del sistema queda definida por $G(s) = 10/s(s + 5)$ y la respuesta en frecuencia del compensador mostrada en la figura 1, determine, ante una entrada rampa unitaria, el porcentaje de reducción del error en régimen permanente que conlleva la incorporación del compensador, así como los grados adicionales que se han introducido para que se satisfaga un margen de fase de 35° , conforme a la respuesta en frecuencia de la planta a la que se aplica la ganancia que aparece en la figura 2.

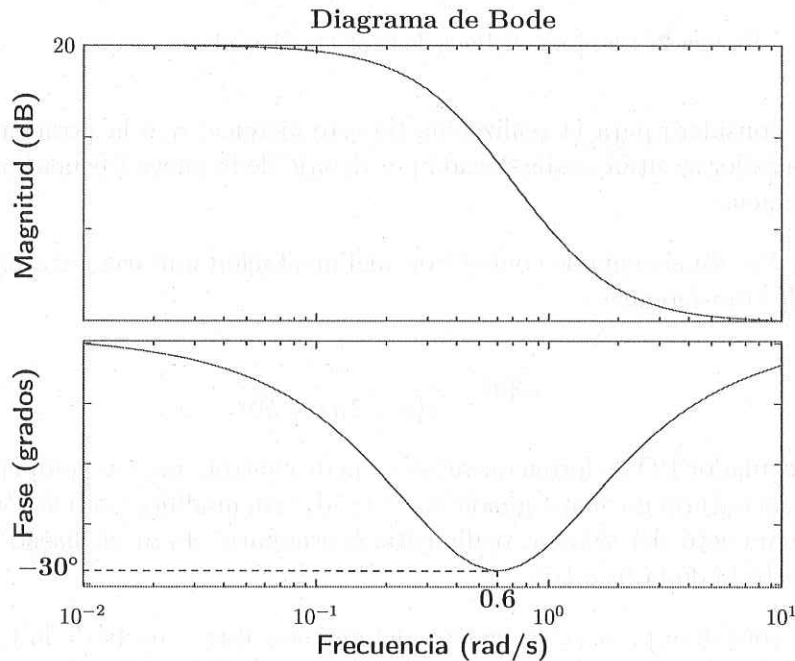


Figura 1: Diagrama de Bode del compensador.

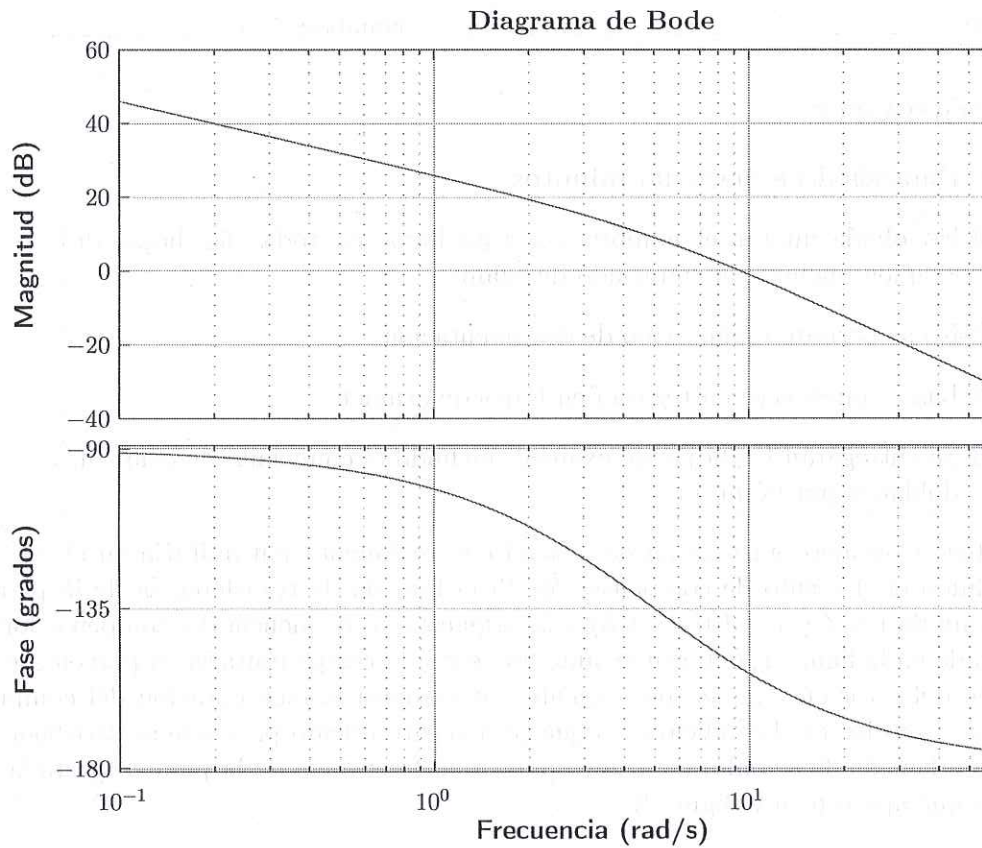


Figura 2: Diagrama de Bode de la planta ajustada en ganancia.

Nota: considere para la realización de este ejercicio que la posición del compensador se sitúa media década por debajo de la nueva frecuencia de ganancia.

2. (30 puntos) Sea un sistema de control con realimentación unitaria cuya planta tiene la función de transferencia

$$G(s) = \frac{4}{s(s+2)(s+50)}$$

Diseñe un regulador PD de forma que el sistema de control, una vez compensado, tenga una frecuencia natural no amortiguada $\omega_n = 4$ rad/s sin modificar la relación o de amortiguamiento del sistema realimentado originario. Para el diseño del regulador emplee el método de la bisectriz.

Nota: considere para la realización del ejercicio que el corte de la bisectriz en el eje real del plano transformado s se produce en el valor -6 .

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

3. (40 puntos) Determine la solución, en forma cerrada, de la transformada z de las siguientes funciones $f(k)$.

(a) (20 puntos) $f(k) = e^{x(k)} \cdot y(k)$, $k \geq 1$ (ver figura 3).

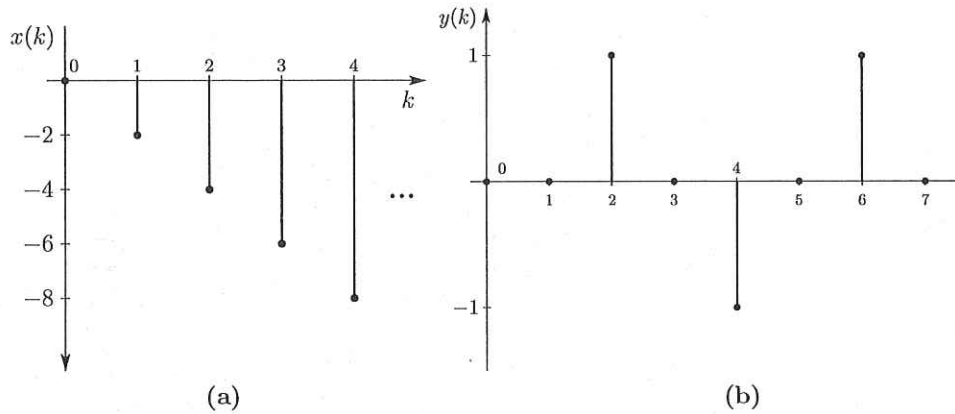


Figura 3: Señales en tiempo discreto: (a) $x(k)$; (b) $y(k)$.

(b) (20 puntos) $f(k) = k^2 \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{1}{k}\right)^n$, $k \geq 2$. Nota: $\frac{x}{x-1} \approx 1 + e^{-\frac{x}{4}}$.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



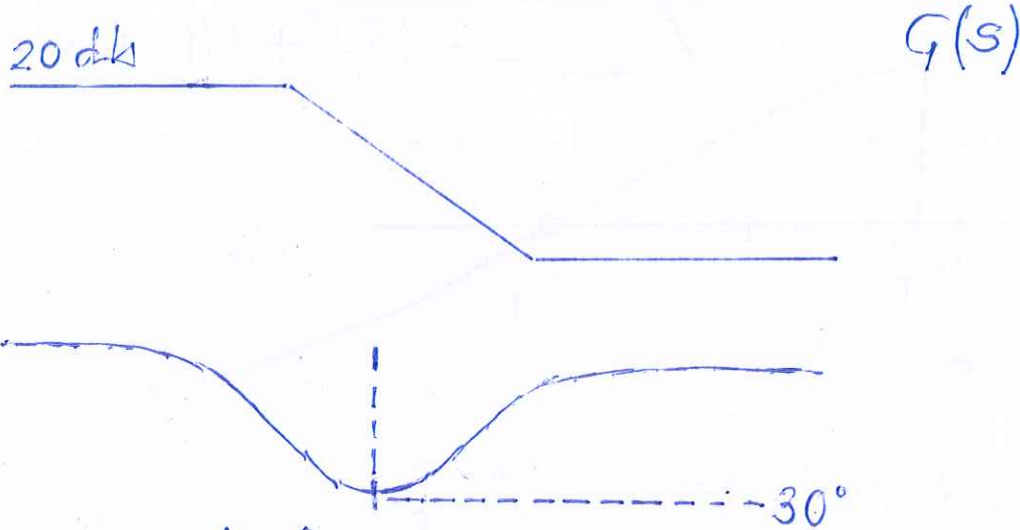
**CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

- - -

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Apellidos:	
Nombre:	Fecha:
Titulación:	
Asignatura:	Cu



$$\sin \phi_m = \frac{1 - \beta}{1 + \beta} = -30^\circ \rightarrow \beta = 3$$

$$K_{V \text{ PRESENTE}} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{10}{s(s+5)} = 2 \Rightarrow$$

$$K_{V \text{ DESEADA}} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot K_e \beta \cdot \frac{T s + 1}{\beta T s + 1} \cdot \frac{10}{s(s+5)}$$

$$= \frac{10^2}{5} = 20 \Rightarrow e_{ss}^{(f)} = \frac{1}{20}$$

$$\text{PORCENTAJE DE MEJORA (REDUCCIÓN DEL ERROR)} = \frac{e_{ss}^{(i)} - e_{ss}^{(f)}}{e_{ss}^{(i)}} \cdot 100$$

$$= \frac{\frac{1}{2} - \frac{1}{20}}{\frac{1}{2}} = 100\%$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

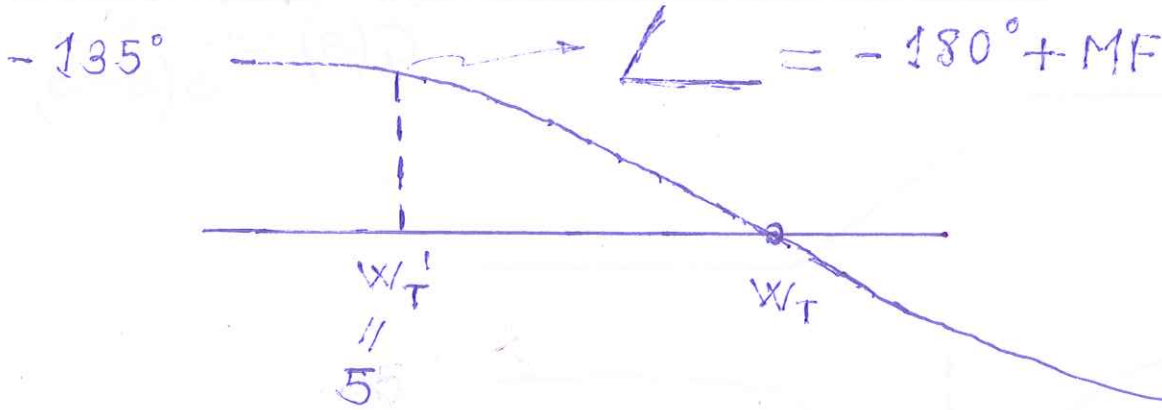
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

$$W_M = \frac{1}{\sqrt{\beta} \cdot T} \rightarrow \frac{1}{T} = W_M \cdot \sqrt{\beta} = 1.04$$

0.6 rad/s

$$1.04 \times 5 \approx 5 \text{ rad/s}$$



$$-135^\circ = -180^\circ + 35^\circ + 10^\circ$$

adiciunate!

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



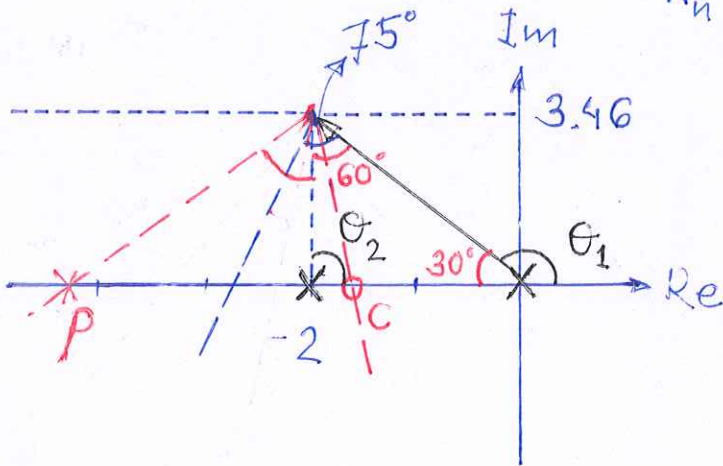
Apellidos:	
Nombre:	Fecha:
Titulación:	
Asignatura:	Cu:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{4}{s(s+2)(s+5.0) + 4} = \frac{4}{s^2 + 2s + 4}$$

$$\omega_n^2 = 4; \omega_n = 2 \text{ rad/s}; \zeta \omega_n = 2; \zeta = 0.5$$

$$s_d = -\zeta \omega_n \pm \omega_n \sqrt{1-\zeta^2} j = -2 \pm 3.465 j$$

$\zeta = 0.5$
 $\omega_n = 4$



$$\angle G(s) = -\theta_1 - \theta_2$$

$$= -150^\circ - 90^\circ$$

$$= -240^\circ$$

$$\angle G_c(s)G(s) = -240^\circ + 180^\circ = -60^\circ$$

$$\phi = 60^\circ$$

$$\tan^{-1} \frac{2-c}{3.46} = 15^\circ \rightarrow c = 1.073$$

$$\tan^{-1} \frac{p-2}{3.46} = 45^\circ \rightarrow p = 5.46$$

$$G_c(s) =$$

$$\left| K_c \cdot \frac{s+1.073}{s+5.46} \cdot \frac{4}{s(s+2)} \right|_{s_d} = 1 \rightarrow K_c = 4.7$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, green, serif font. The text is positioned above a horizontal line that is colored orange and blue, with a white arrow-like shape pointing to the right behind the text.

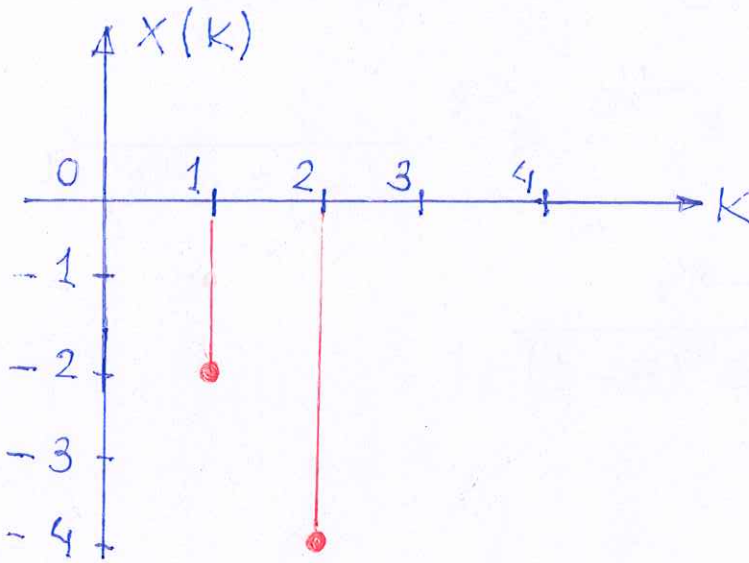
**CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Apellidos:	
Nombre:	Fecha:
Titulación:	
Asignatura:	C:

$$e^{x(k)} \cdot y(k) = f(k), k \geq 1$$



$$x(k) = -2k$$

$$y(k) = \sin(k-1)\pi/2$$

$$f(k) = e^{x(k)} \cdot y(k) = e^{-2k} \cdot \sin(k-1)\pi/2$$

$$= e^{-2} \cdot e^{-2(k-1)} \cdot \sin(k-1)\pi/2 \cdot u(k-1)$$

$$F(z) = e^{-2} \cdot \frac{1}{1 + (e^2 z)^2} = \frac{e^{-2}}{1 + e^4 z^2}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

$$f(k) = k^2 \cdot \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{1}{k}\right)^n = \frac{k}{k-1}, \quad k \gg 2$$

$$f(k) = \frac{k}{k-1} \approx 1 + e^{-k/4}, \quad k \gg 2$$

$$\begin{aligned} f(k) &= u(k-2) + e^{-k/4} \cdot u(k-2) \\ &= u(k-2) + e^{-1/2} \cdot e^{-1/4(k-2)} \cdot u(k-2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(z) &= z^{-2} \cdot \frac{1}{1-z^{-1}} + e^{-1/2} \cdot z^{-2} \cdot \frac{1}{1-z^{-1}} \\ &= \frac{1}{z^2 - z} + \frac{e^{-3/4}}{z(e^{1/4}z - 1)} \end{aligned}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70