



## Examen de Sistemas Automáticos Parcial 2

Ej. 1    Ej. 2    Ej. 3    Ej. 4    Total

--	--	--	--	--

Apellidos, Nombre:

Sección:

Fecha: 28 de agosto de 2012

**Atención:** El enunciado consta de tres ejercicios prácticos y un test de respuesta múltiple. Elija y resuelva **únicamente dos** de los tres ejercicios prácticos, además del test. **Indique aquí claramente** qué dos ejercicios ha resuelto: ---- y ----. De lo contrario se corregirán únicamente los dos primeros.

### 1. (3.5 puntos, 30 minutos)

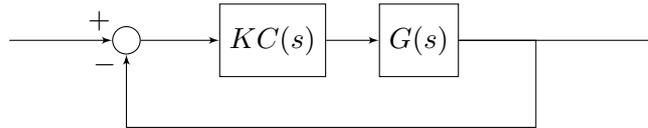


Figura 1: Un sistema realimentado con controlador y planta.

Sea un sistema como el de la Figura 1 con

$$G(s) = \frac{(s + 21)}{(s + 23)(s + 2)(s + 5)} \quad (1)$$

Se desea que el sistema controlado tenga una frecuencia amortiguada  $\omega_d = 20 \text{ rad/s}$ , una sobreoscilación del 53,3 % y un error **nulo** ante una entrada de tipo escalón unitario.

Se pide:

- A partir de los requisitos, encontrar la pareja de polos dominantes que tiene que tener el sistema (redondee al valor con partes reales e imaginarias ambas enteras más próximo). **(1 punto)**
- Diseñar, con el método del lugar de las raíces, el controlador de tal forma que su función de transferencia  $C(s)$  tenga un único polo y un único cero **(1.5 puntos)**

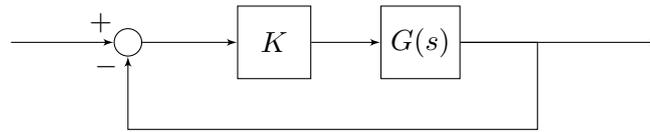
**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

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

2. (3.5 puntos, 30 minutos)

Una cocina de inducción tiene como función de transferencia  $G(s) = \frac{100(s + 3)}{s^2(s + 30)}$ . Restricciones en el diseño únicamente nos permiten modificar la ganancia con que la intensidad recorre los inductores de la cocina:



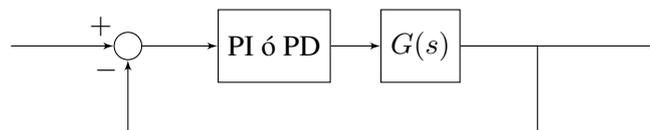
Debido a la crisis, la empresa encargada del diseño de las cocinas ha tenido que vender todos sus ordenadores, por lo que deberá efectuarse todo el análisis manualmente:

- Dibuje el **diagrama de Bode** asintótico de  $G(s)$  para  $\omega \in [10^{-1} \dots 10^3]$  rad/s. (2 puntos)
- Indique aproximadamente cuál es la frecuencia crítica y el margen de fase del sistema. (0.5 puntos)
- A la vista del diagrama, ¿Cuál es el porcentaje de sobreoscilación mínimo que se puede obtener en la salida frente a una entrada de tipo escalón variando la ganancia  $K$ ? (0.5 puntos)
- Calcule el valor de  $K$  que, obteniendo dicho porcentaje de sobreoscilación, maximiza la frecuencia crítica del sistema. (0.5 puntos)

3. (3.5 puntos, 30 minutos)

La antena de seguimiento de objetivos de cierta batería de misiles tiene como función de transferencia

$$G(s) = \frac{(s + 2)}{(s + 1)(s + 10)}$$



Tras los últimos recortes se dispone únicamente de un controlador PI y otro PD, y sólo puede utilizarse uno de ellos. Las especificaciones de los controladores nos dicen que su ganancia sólo puede ajustarse en un rango  $\mu_r \in (0,1 \dots 10)$ . Es imperativo que el error ante un objetivo estacionario sea nulo, mientras que para uno en movimiento a velocidad constante se desea que sea de 0,1 unidades.

- Justifique cuál de ambos controladores debe utilizarse para garantizar tal comportamiento. (0.5 puntos)
- Con el objetivo de simplificar la dinámica del sistema, el cero del controlador debe cancelar uno de los polos del sistema. A la vista de las limitaciones del material disponible, indique qué polo puede cancelarse y, en

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

---

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

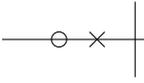
4. (3 puntos, -0.15 cada error, 30 minutos) Responda marcando todas las respuestas que considere correctas.

1. Si cancelamos un polo en el semiplano positivo:

- a)  Garantizamos que ese polo ya no causará inestabilidad
- b)  Se incrementa el tipo del sistema
- c)  Necesitamos otro polo para compensar en el semiplano negativo
- d)  Ninguna de las anteriores

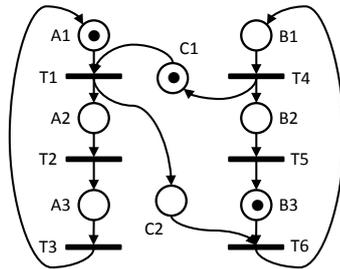
2. Un controlador PID:

- a)  Proporciona dos polos y un cero que podemos posicionar a voluntad
- b)  Es raro encontrarlo en la industria
- c)  Puede describirse con tres constantes proporcional, integral y derivativa
- d)  Toma su nombre de las iniciales de su inventor

3. El lugar de las raíces  corresponde a un compensador de tipo:

- a)  Red de retardo
- b)  Red de anticipo
- c)  PID
- d)  Ziegler-Nichols

4. En la red siguiente:



- a)  T6 está sensibilizada
- b)  La secuencia de disparos T1-T2-T3 es válida
- c)  El número de marcas es siempre constante
- d)  C1 y C2 nunca pueden estar marcados simultáneamente

5. El margen de fase en un diagrama de Bode:

- a)  Se mide en  $\omega = 1rad/s$
- b)  Es inversamente proporcional al margen de amplitud
- c)  Es mayor cuanto más negativa es la fase
- d)  Tiene relación con la sobreoscilación del sistema

6. Dado un sistema cuya FdT es desconocida:

- a)  No existen tales sistemas
- b)  Es imposible controlarlo
- c)  Podemos obtener su diagrama de Bode de forma empírica
- d)  Ninguna de las anteriores

7. Al disminuir la ganancia:

- a)  El diagrama de Bode de fase se mueve hacia arriba
- b)  El diagrama de Bode de amplitud se mueve hacia arriba
- c)  El diagrama de Bode de fase se mueve hacia abajo
- d)  El diagrama de Bode de amplitud se mueve hacia abajo

8. En una red de Petri, una flecha puede conectar directamente dos lugares:

- a)  Si la transición no es muy importante en el modelo
- b)  Nunca
- c)  Si dos transiciones están unidas a su vez sin un lugar intermedio
- d)  Ninguna de las anteriores

9. Dados dos sistemas con margen de fase  $M_{F1}$  y  $M_{F2}$  tal que  $M_{F1} < M_{F2}$ :

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

---

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

## Transformada de Laplace

$$\mathcal{L}[t^n] = \frac{n!}{s^{n+1}} \quad \mathcal{L}[\sin \omega t] = \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \quad \mathcal{L}[\cos \omega t] = \frac{s}{s^2 + \omega^2} \quad \mathcal{L}[f(t-T)] = e^{-sT} F(s)$$

$$\mathcal{L}[e^{-at} f(t)] = F(s+a) \quad \mathcal{L}\left[\int_{0-}^t f(\tau) d\tau\right] = \frac{F(s)}{s} \quad \mathcal{L}\left[\frac{d^n f}{dt^n}\right] = s^n F(s) - \sum_{k=1}^n s^{n-k} f^{(k-1)}(0-)$$

## Sistemas de 2º orden básico

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} \quad T_p = \frac{\pi}{\omega_d} \quad \%SO = 100 \times e^{-\pi \zeta \omega_n / \omega_d}$$

$$T_{s_{98\%}} \approx \frac{4}{\zeta \omega_n} \quad T_r = \frac{1}{\omega_d} \tan^{-1} \frac{\omega_d}{\zeta \omega_n} \quad \zeta = \frac{-\ln(\%SO/100)}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2(\%SO/100)}}$$

## Sistemas realimentados

$$e_{\text{escalón}}(\infty) = \frac{1}{1 + K_p} \quad e_{\text{rampa}}(\infty) = \frac{1}{K_v} \quad e_{\text{parábola}}(\infty) = \frac{1}{K_a}$$

## Lugar de las raíces

$$\sigma_a = \frac{\sum \text{polos} - \sum \text{ceros}}{\#\text{polos} - \#\text{ceros}} \quad \theta_a = \frac{180(2k+1)}{\#\text{polos} - \#\text{ceros}}$$

$$\angle_{\text{salida/llegada}} = 180 - \sum \angle_{\text{sing. del mismo tipo}} + \sum \angle_{\text{sing. distinto tipo}}$$

## Diagramas de Bode

$$M_F = \arctan\left(\frac{2\zeta}{\sqrt{\sqrt{1+4\zeta^4}-2\zeta^2}}\right) \approx 100\zeta \quad \omega_c = \omega_n \sqrt{\sqrt{1+4\zeta^4}-2\zeta^2} \quad \omega_r = \omega_n \sqrt{1-2\zeta^2}$$

$$M_P = \frac{1}{2\zeta \sqrt{1-2\zeta^2}} \quad \omega_{\text{BW}} = \omega_n \sqrt{1-2\zeta^2 + \sqrt{4\zeta^4 - 4\zeta^2 + 2}}$$

$$|G(j\omega_c)| = 1 = 0\text{dB}$$

$$M_F = 180 + \angle G(j\omega_c)$$

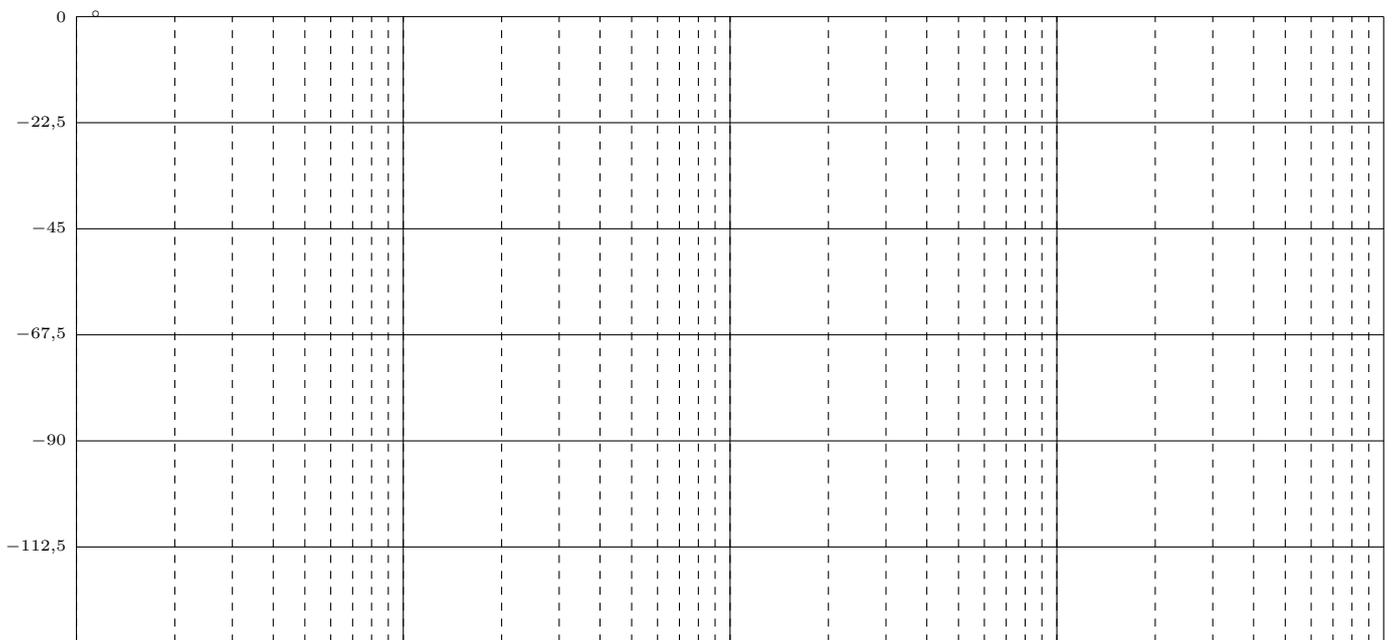
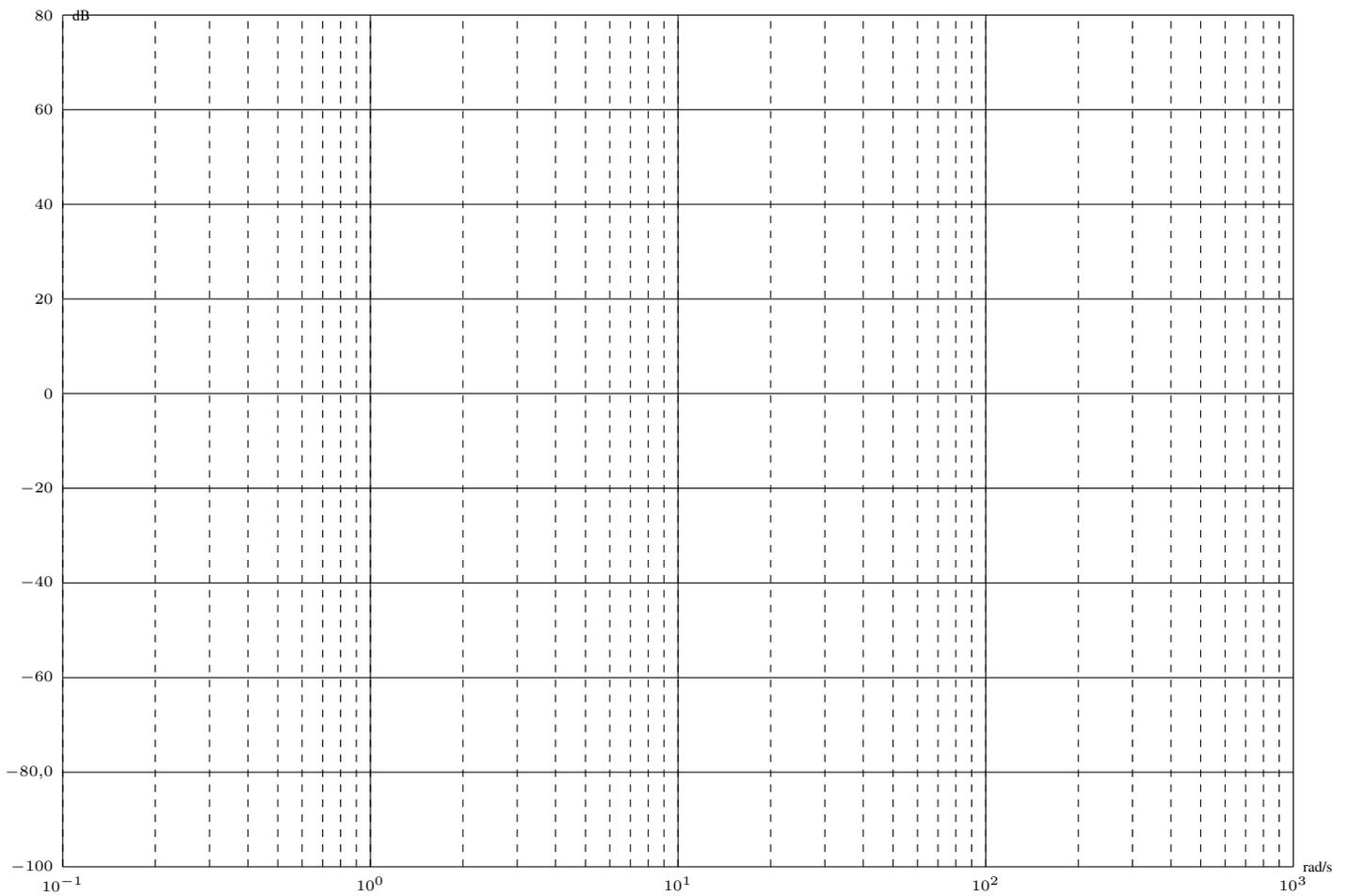
$$G_{\text{PID}}(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$$



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

---

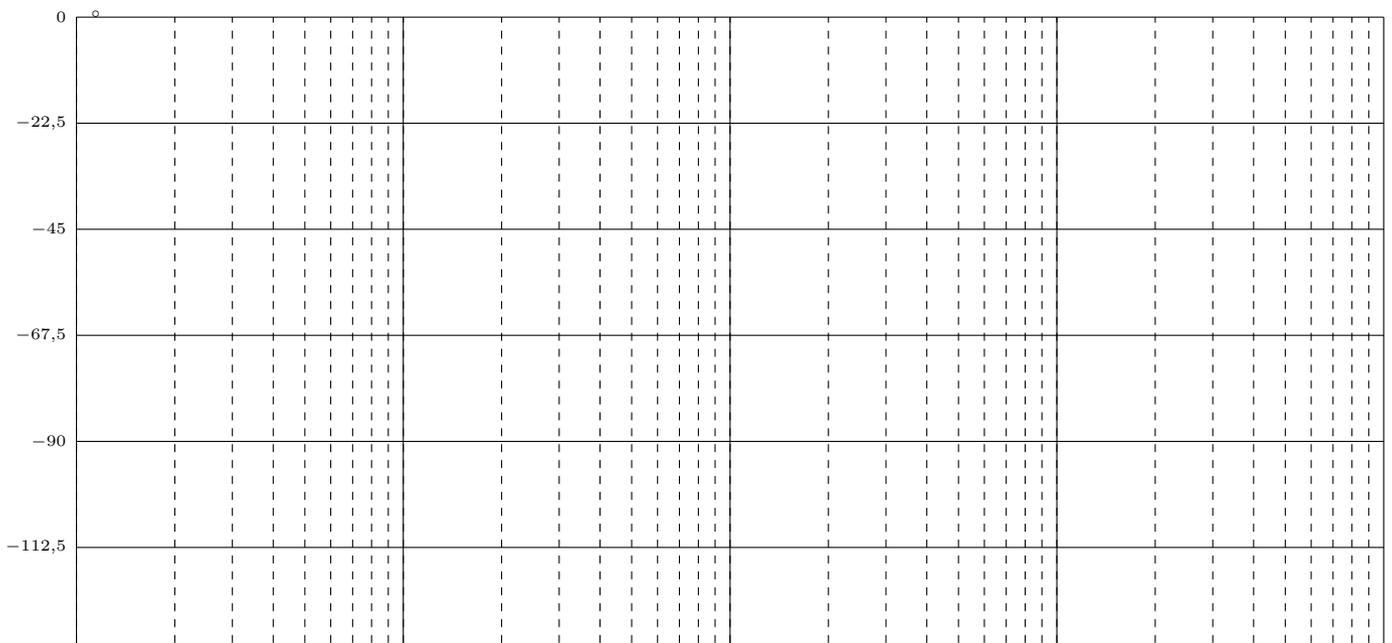
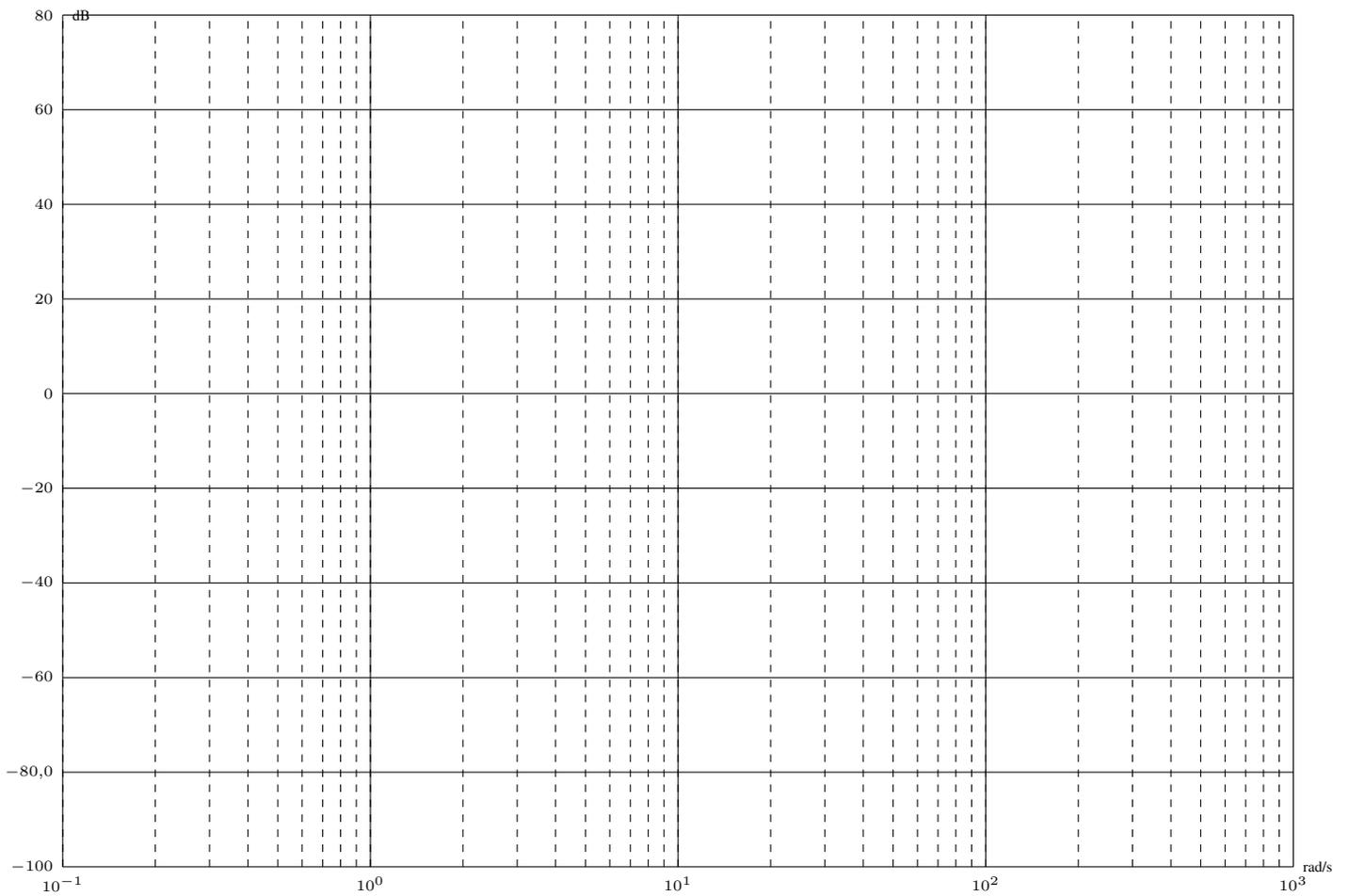
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



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

---

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



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

---

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