

Apellidos: _____ Nombre: _____

IMPORTANTE

- ⓐ Duración del examen: 90 minutos
- ⓑ No olvide anotar el nombre y los apellidos en todas las hojas de 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. (25 puntos) Considere un sistema de control, con realimentación unitaria, al que se ha incorporado el regulador $G_c(s)$.

$$G_c(s) = 10 \cdot \frac{s + 0,01}{s + 0,001585}$$

Determine el margen de fase que se obtiene con esta configuración, suponiendo que se han añadido 5° adicionales para compensar el efecto del regulador $G_c(s)$, si el diagrama de Bode de la planta ajustada en ganancia $G_1(s)$ obedece al mostrado en la figura 1.

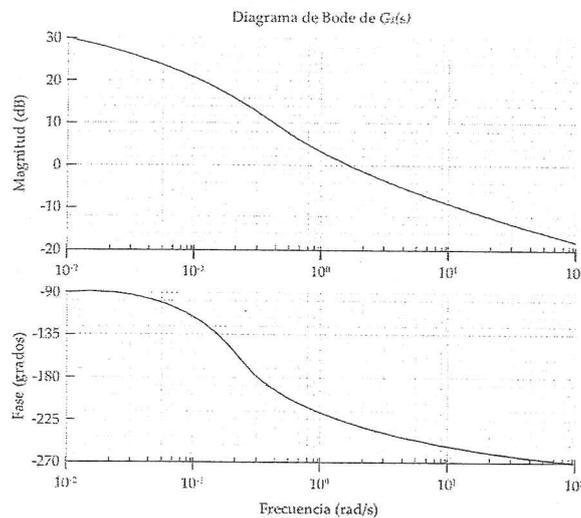


Figura 1: Diagrama de Bode de $G_1(s)$

**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**

Cartagena99

$$G_c(s) = K_c \left(\frac{s + \frac{1}{T_1}}{s + \frac{\gamma}{T_1}} \right) \left(\frac{s + \frac{1}{T_2}}{s + \frac{1}{\beta T_2}} \right), \quad \text{con } \gamma = \beta \text{ y } \gamma, \beta > 1.$$

Determine, a tenor del diagrama de Bode de la planta ajustada en ganancia $G_1(s)$ de la figura 2, el máximo ángulo de fase que introduce el regulador a altas frecuencias, si se selecciona $\angle G_1(j\omega) = -180^\circ$ como nueva frecuencia de cruce de ganancia del sistema compensado.

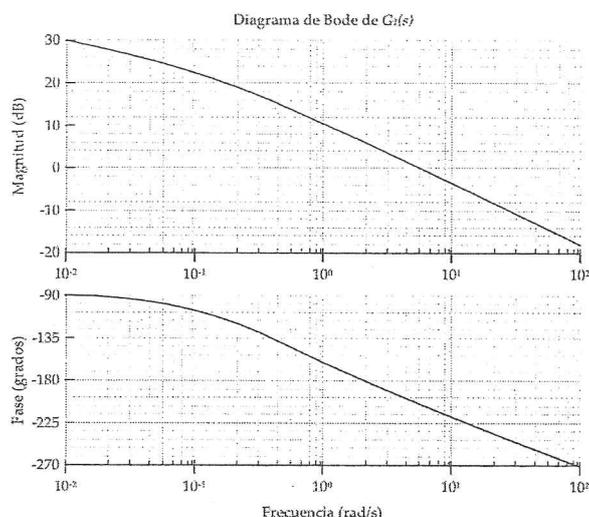


Figura 2: Diagrama de Bode de $G_1(s)$.

3. (25 puntos) Sea la siguiente ecuación en diferencias,

$$y(k+2) + 4y(k+1) + 13y(k) = x(k+1) + 2x(k).$$

- Determine la función de transferencia $H(z) = Y(z)/X(z)$, con $y(0) = 0, y(1) = 1$ ante una entrada $x(k) = \cos 2k\pi$.
 - Obtenga la respuesta al impulso, $h(k)$, sirviéndose del método de descomposición en fracciones simples.
4. (20 puntos) Determine la transformada z de las siguientes funciones.

- $f(k) = 2^k \cdot [ku(k) - 2(k-1)u(k-1)].$

Cartagena99

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

$$G_c(s) = K_c \cdot \beta \cdot \frac{Ts+1}{\beta Ts+1} = K_c \cdot \frac{s + \frac{1}{T}}{s + \frac{1}{\beta T}} = 10 \cdot \frac{s + 0,01}{s + 0,001585}$$

$$\frac{1}{T} = 0,01 ; \frac{1}{\beta T} = 0,001585 \rightarrow \beta = 6,31$$

LA ATENUACIÓN QUE INTRODUCE EL REGULADOR A ALTAS FRECUENCIAS ES $-20 \log \beta = -16 \text{ dB}$.

EN $\omega = 0,2 \text{ rad/s}$, $|G_1(j\omega)| = 16 \text{ dB}$, POR LO QUE LA NUEVA FRECUENCIA DE CRUCE DE GANANCIA $\omega_T' = 0,2 \text{ rad/s}$

$$MF = 180^\circ - 153^\circ = 27^\circ$$

$$\downarrow$$

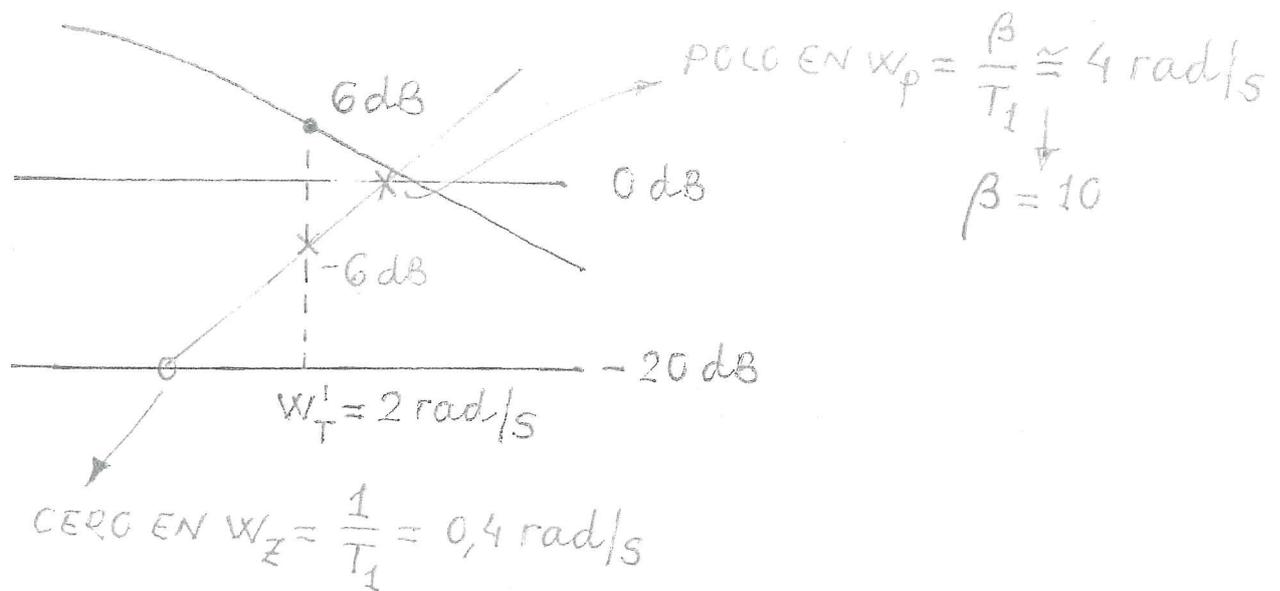
$$\angle G_1(j\omega)_{\omega_T'} = -153^\circ$$

Cartagena99

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

LA NUEVA FRECUENCIA DE CRUCE DE GANANCIA, PARA UN ÁNGULO DE FASE $\angle G_1(j\omega) = -180^\circ$, ES $\omega_T' = 2 \text{ rad/s}$



$$\sin \phi_m = \frac{1 - \frac{1}{\beta}}{1 + \frac{1}{\beta}} = \frac{1 - 0,1}{1 + 0,1} = 0,8181 \approx 0,82 \text{ rad}$$

$$\phi_m \approx 55^\circ (0,9614 \text{ rad})$$

Cartagena99

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

$$\textcircled{2} \quad F(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{2^k}{k!} z^{-k} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(2 \cdot z^{-1})^k}{k!} = e^{2 \cdot z^{-1}}$$

$$\textcircled{1} \quad f(k) = 2^k \cdot k \cdot u(k) - 2^k \cdot 2(k-1)u(k-1)$$

$$F(z) = \frac{2z}{(z-2)^2} - \frac{8}{(z-2)^2} = \frac{2(z-4)}{(z-2)^2}$$

Cartagena99

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