

SOLUCIONES

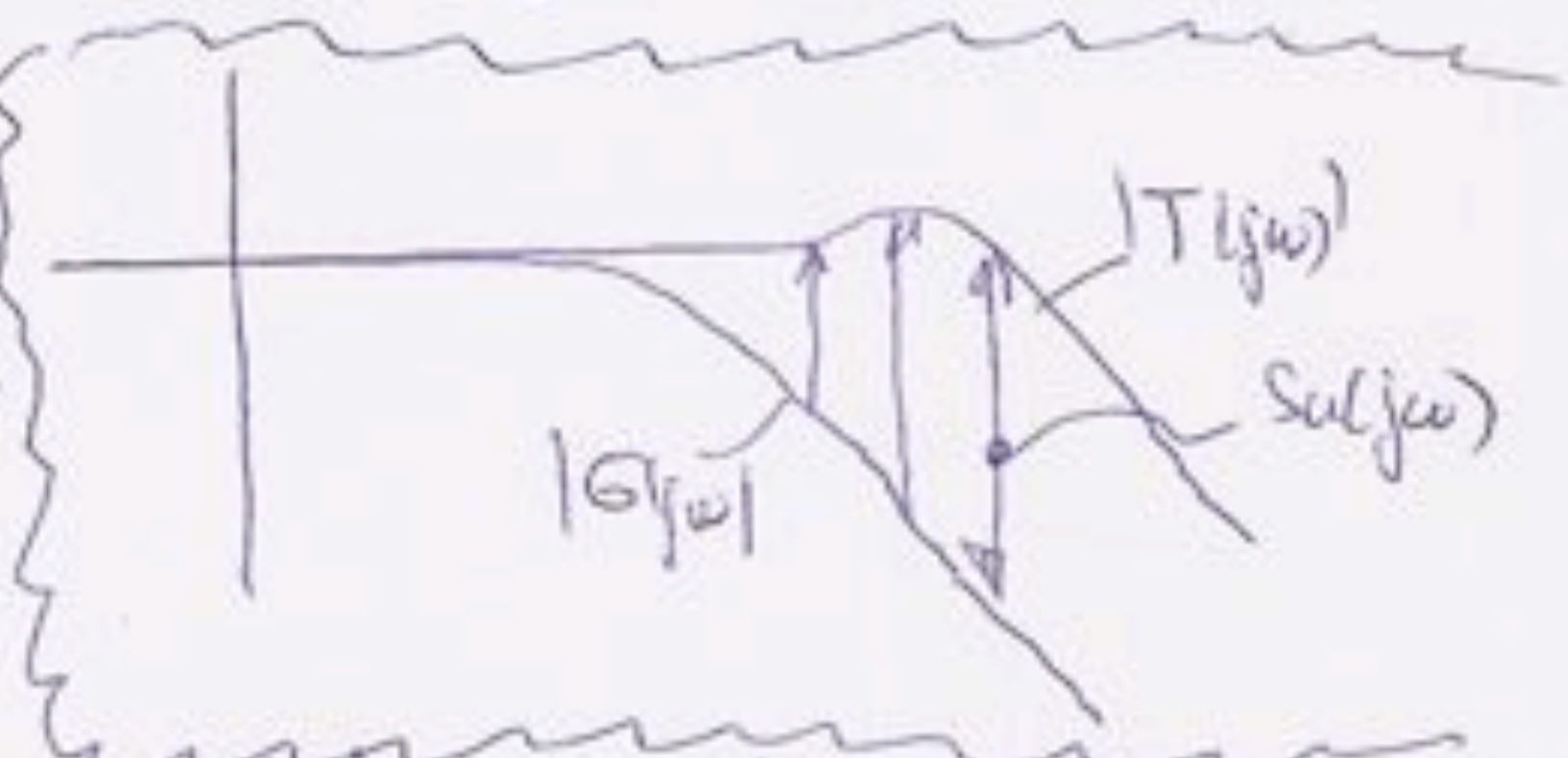
Apellidos, Nombre: _____

DNI: _____

Explicar brevemente qué consecuencias tiene en el sistema de control exigir que el sistema realimentado sea mucho más rápido que el proceso a controlar.

La función de sensibilidad de control S_u verifica que que si el ancho de banda del sistema de lazo cerrado (T) es ^{mucho} mayor que el del proceso (G) la acción de control será alta. Ver figura \rightarrow

$$S_u = \frac{T}{G} \text{ . Iso implica}$$



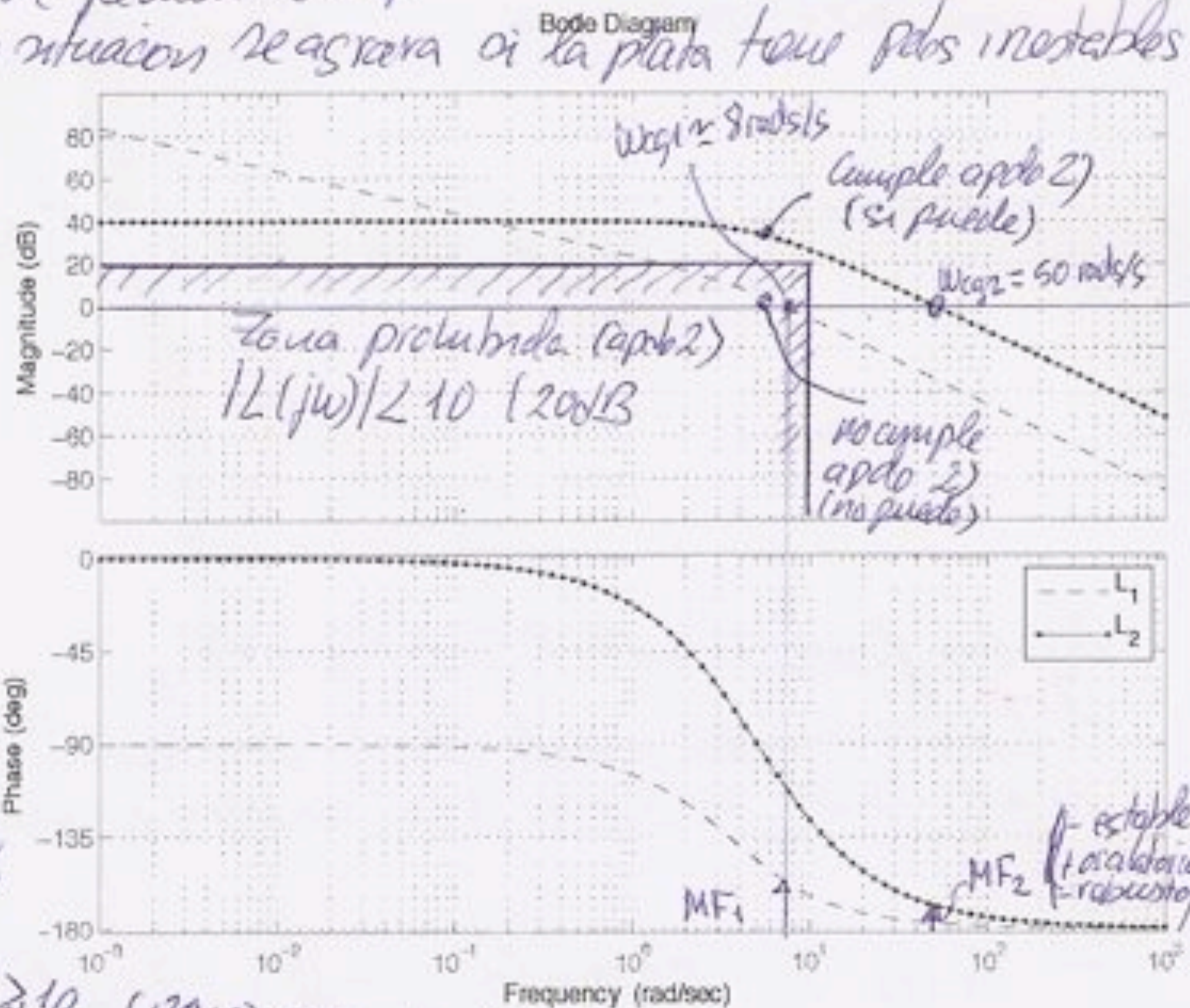
Explicar brevemente las consecuencias del teorema de Bode

El Teorema de Bode dice que el área del logaritmo de la función de sensibilidad S es constante $\int_0^\infty \ln |S(jw)| dw = \pi \sum \text{Re}\{p_i\}$. Las principales consecuencias es que disminuir la sensibilidad en un rango de frecuencia implica ^(inestables) aumentada por otro lado como metiendo la estabilidad y robustez. La situación se agrava si la planta tiene polos inestables

Se tienen dos sistemas de control con realimentación unitaria, cuyas funciones de lazo $L_1(s), L_2(s)$ son las descritas en el diagrama de Bode adjunto. Se pide:

- 1) Calcular aproximadamente el error de posición e_p , en régimen permanente de ambos sistemas de control.
- 2) Indicar justificando gráficamente, si los sistemas de control serán capaces de seguir referencias senoidales hasta 10 rad/s con un error menor del 10%.
- 3) Calcular el ancho de banda aproximado de ambos sistemas de control.
- 4) Indicar cuál de los dos sistemas de control será más oscilatorio.

Nota: indicar claramente sobre la figura de dónde se obtienen los datos para los cálculos.



$$1) L_1(0) = \infty \Rightarrow e_{p1} = \frac{1}{1+L_1(0)} = 0$$

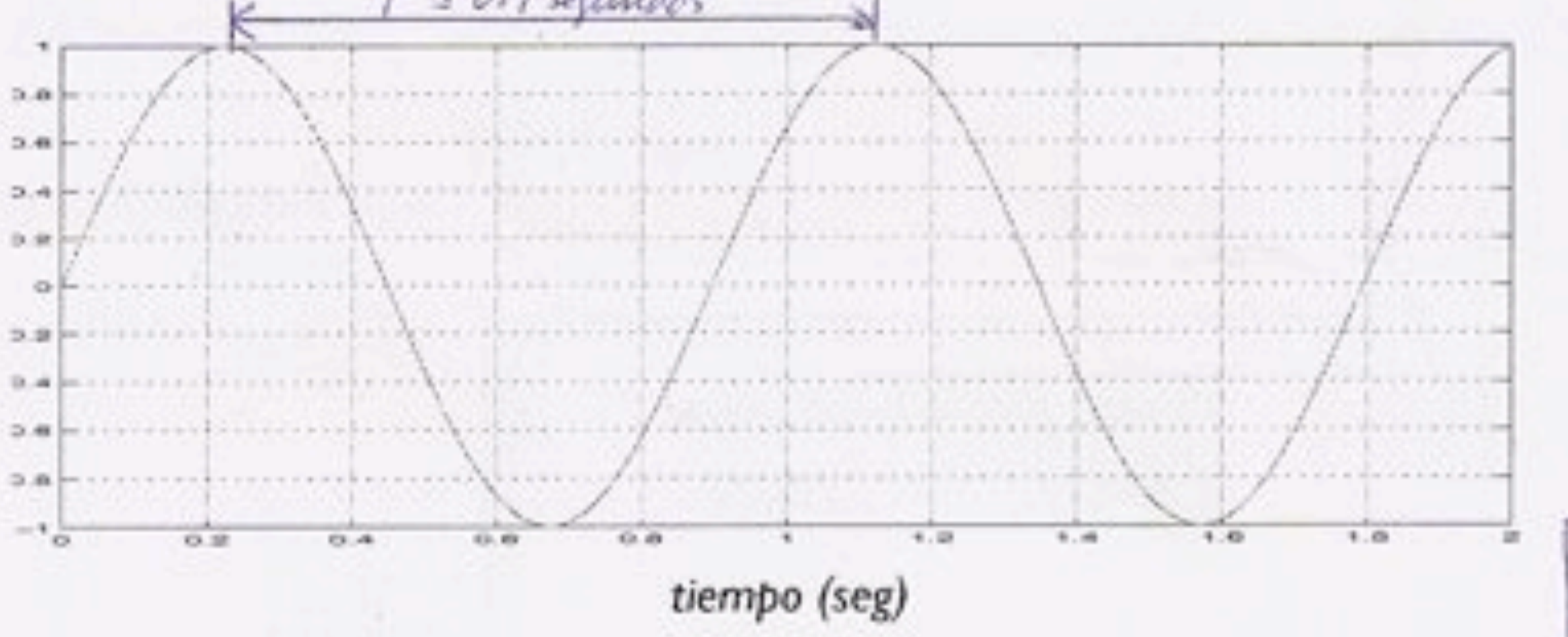
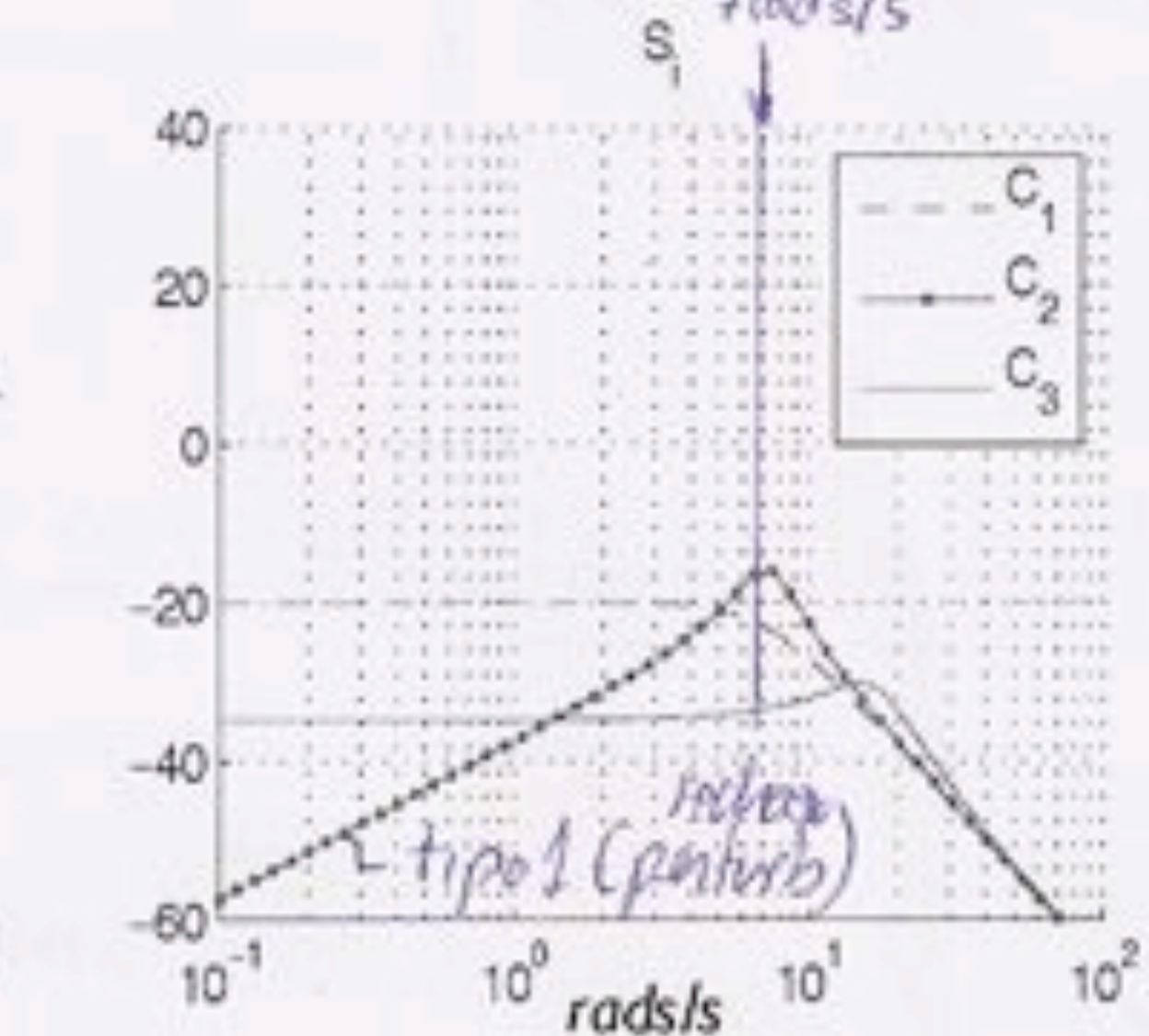
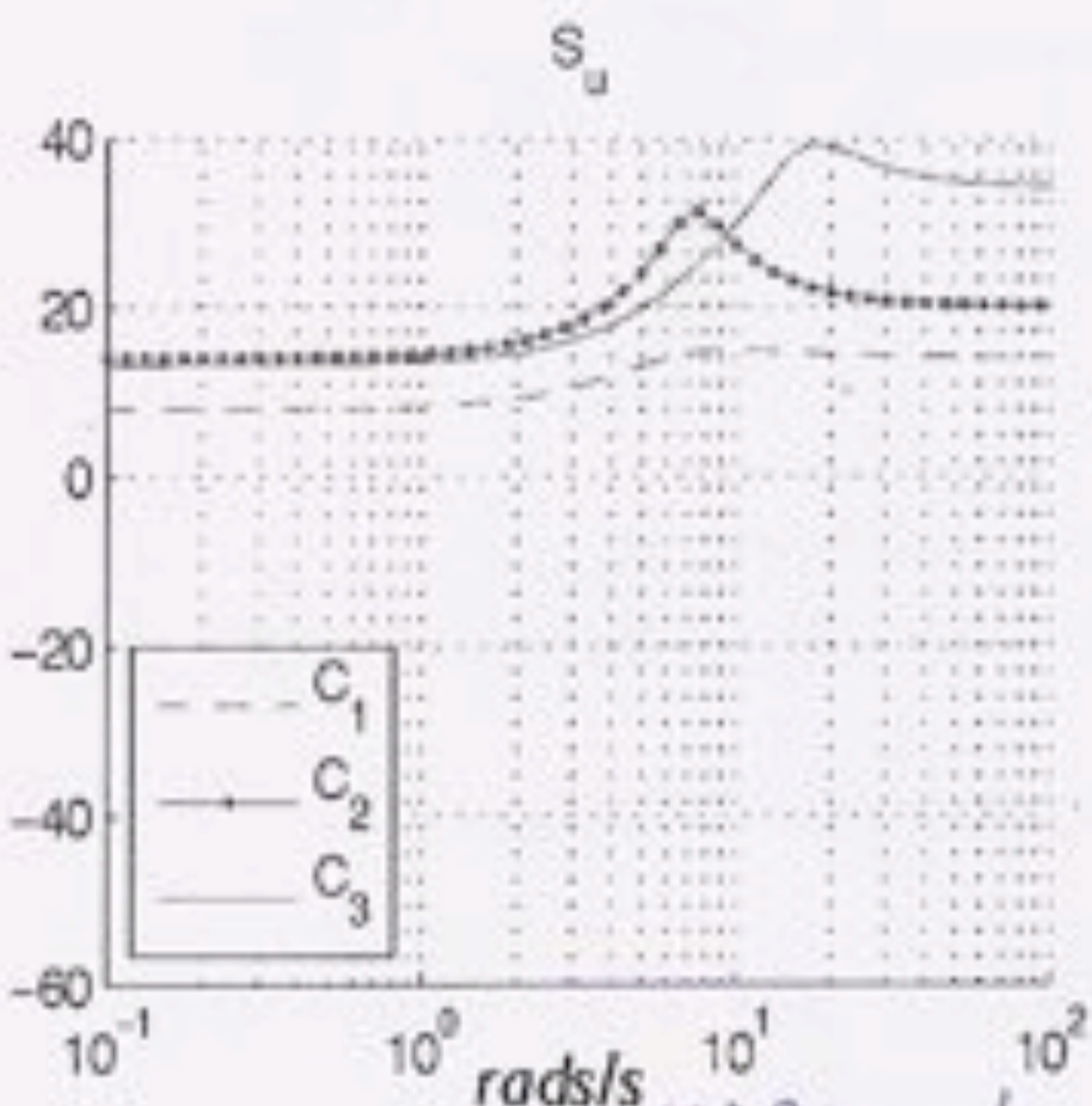
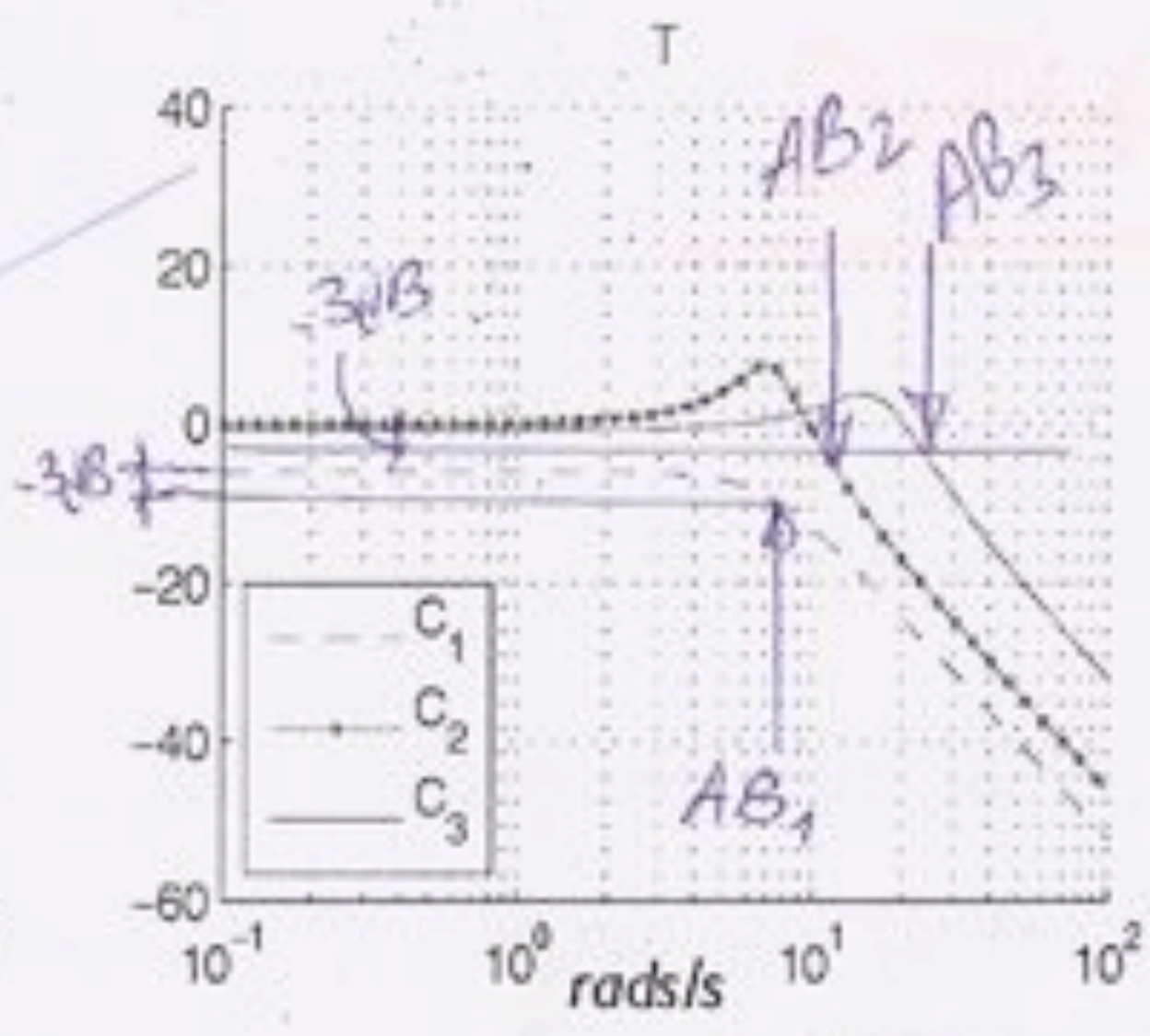
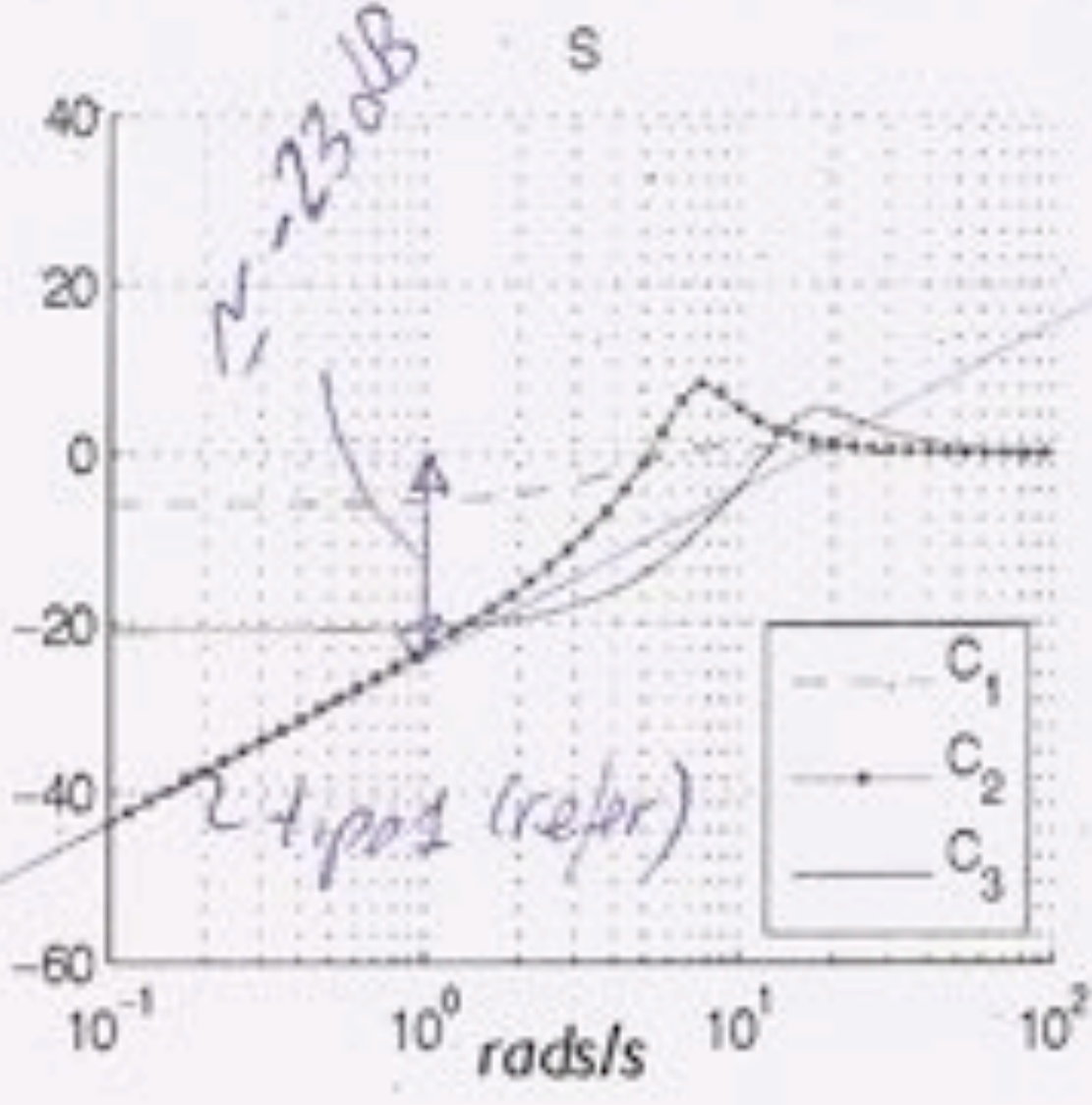
$$L_2(0) = 100 \Rightarrow e_{p2} = \frac{1}{1+L_2(0)} \approx 0.01 = 1\%$$

2) Condición $|S(jw)| \approx \frac{1}{1+|L(jw)|} < 0.1 \Rightarrow |L(jw)| \geq 10$ (+20dB) para $w < 10$ rad/s. Evidentemente ^{el sistema 1} no es capaz pero el sistema 2 si es capaz.

3) El ancho de banda es aprox la w_{cg} (pec. cruce de ganancia) sistema de control 1 $\rightarrow AB \approx w_{g1} \approx 8$ rad/s sistema de control 2 $\rightarrow AB \approx w_{g2} \approx 50$ rad/s (ambos MF pequeños $< 30^\circ$)

4) $MF_1 \approx 20^\circ$ $MF_2 \approx 10^\circ \rightarrow$ ambas son muy oscilatorias pero el sistema 2 sea más oscilatorio que 1

\downarrow
 + oscilatorio
 - estable
 - robusto



En la figura se muestran las funciones de sensibilidad obtenidas con tres controladores diferentes y realimentación unitaria para una planta de función de transferencia $G(s) = \frac{1}{(s+1)^2}$. Se pide

- 1) Indicar para los tres controladores el tipo del sistema en cuanto a seguimiento de referencias y en cuanto a rechazo de perturbaciones.
- 2) Calcular para los tres controladores el error de posición en régimen permanente, e_p .
- 3) Calcular para los tres controladores el error de velocidad en régimen permanente, e_v .
- 4) Ordenar los sistemas por su ancho de banda en el seguimiento de referencias, indicándolo sobre la figura.
- 5) Suponiendo que la referencia es constante, calcular de forma aproximada, para los tres reguladores, la variación que produciría en la salida una perturbación de carga (a la entrada del proceso) como la que se muestra en la imagen.

SISTEMA	TIPO	Seguim Referencias	Perturb
1) Sistema 1	0	0 (ver S)	0 (ver S)
Sistema 2	1	1 (ver S)	1 (ver S)
Sistema 3	0	0 (ver S)	0 (ver S)

2) $S_1(0) \approx -6dB = 0.5 \rightarrow 50\%$
 $S_2(0) \approx -\infty dB = 0 \rightarrow 0\%$
 $S_3(0) \approx -20dB = 0.1 \rightarrow 10\%$

3) Sistemas 1 y 3 ruido tipo 0
 $\Rightarrow e_v = \infty$
 $e_v = \infty$

Sistema 2
 $e_v \approx -23dB \approx -20 - 3 =$
 $= 0.1 \times 0.707 \approx 0.07 \approx 7\%$

4) Ver figura T $\rightarrow AB_1 < AB_2 < AB_3$
 Los AB \propto más cuando donde el sistema $|T(j\omega)|$
 cae -3dB RESPECTO A SU GANANCIA ESTÁTICA $T(0)$

5) Periodo $T \approx 0.9$ segundos $\rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{6.28}{0.9} \approx \frac{6.3}{0.9} = 7$ rad/s

