



Examen de Sistemas Automáticos Parcial 2

Ej. 1	Ej. 2	Test	Total

Apellidos, Nombre:

Sección:

Fecha: 29 de agosto de 2014

- **Atención:** el enunciado consta de dos ejercicios prácticos y un test de respuesta múltiple
- Resuelva **ambos ejercicios prácticos** y el test
- Utilice **hojas separadas** para los dos parciales
- Utilice únicamente **bolígrafo negro o azul**

Sistemas de 2º orden básico

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

$$T_{s_{95\%}} \approx \frac{3}{\zeta\omega_n} \quad T_{s_{98\%}} \approx \frac{4}{\zeta\omega_n} \quad \zeta = \frac{-\ln(S_{\%}/100)}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2(S_{\%}/100)}}$$

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

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

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

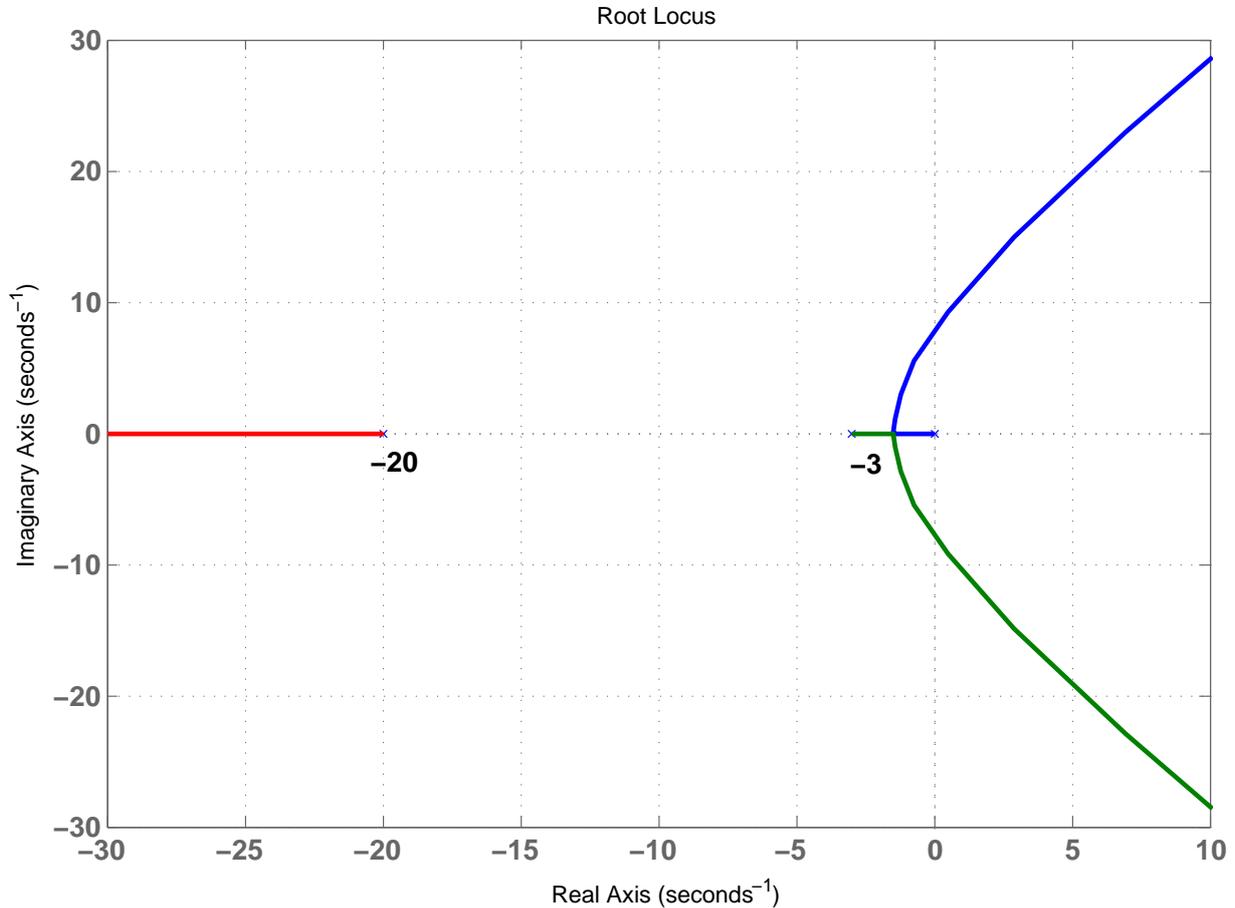
$$M_F = 180^\circ + \angle G(j\omega_c)$$

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

1. (2 puntos) El actuador del *flap* de un avión de patrulla marítima modelo Lockheed P-3 tiene función de transferencia simplificada

$$G(s) = \frac{60}{s(s+3)(s+20)}$$

cuyo lugar de las raíces es el mostrado a continuación.



Se requiere aplicar un controlador que permita posicionar el flap ante una entrada de posición escalón con error nulo y con un retardo máximo de 0.4 s. No se especifica un requisito de sobreoscilación pero se pide que el tiempo de pico sea inferior a $T_p = \frac{\pi}{16}$ s y superior a $T_p = \frac{\pi}{20}$ s.

Se le pide que:

- Identifique las zonas válidas y prohibidas del plano. Hágalo directamente **encima de la figura**.
- Calcule el controlador necesario en realimentación unitaria para poder cumplir con los requisitos.
- Calcule la sobreoscilación resultante del sistema controlado y el error ante una entrada rampa unitaria.

2. (2 puntos)

El comandante R. Crusoe de la armada inglesa y usted se encuentran en una remota isla desierta después de que el navío de la OTAN en el que intentaban alcanzar la costa de Chile haya naufragado. La única posibilidad de salvación procede de un componente electrónico que han encontrado en la playa y que lleva una etiqueta con la inscripción

$$G(s) = \frac{(s + 100)^2}{s(s + 1)}$$

junto con una batería (sorprendentemente aún operativa), un potenciómetro y varios cables. El comandante piensa que si consiguen hacer oscilar el componente en bucle cerrado (esto es, provocar la estabilidad marginal del sistema) pueden generar una onda electromagnética que, con suerte, será recibida por los barcos que de vez en cuando se ven en la lejanía. Lamentablemente el comandante no sabe mucho de sistemas automáticos y requiere de su ayuda para llevar a cabo la misión.

Le pide, por lo tanto:

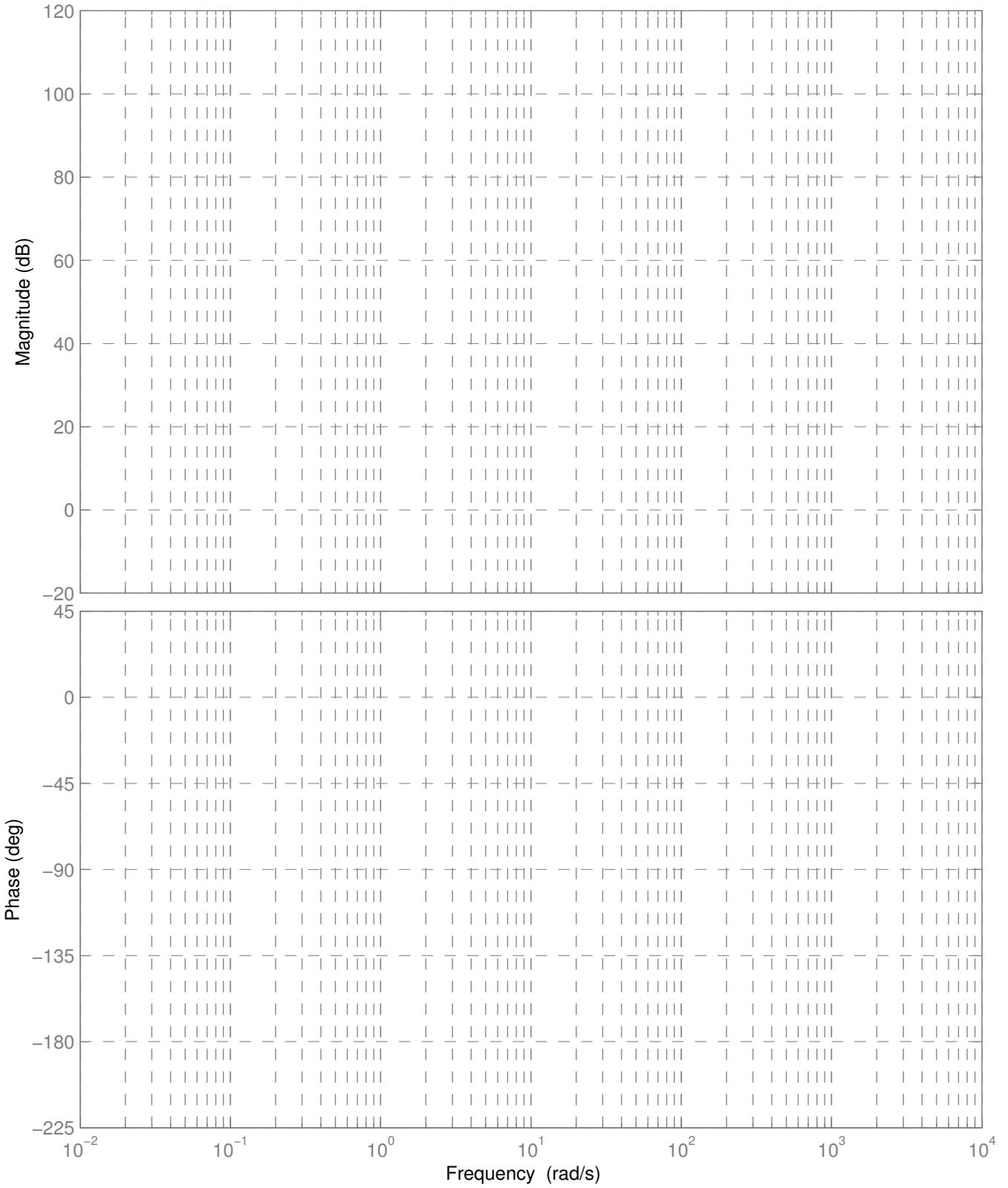
- a) Dibujar el diagrama de Bode de amplitud y fase del componente.
- b) Identificar la frecuencia crítica que produce estabilidad marginal de acuerdo con el diagrama asintótico de Bode.
- c) Calcular la ganancia necesaria para que el sistema sea marginalmente estable.

A pesar de los esfuerzos, en la realidad no se consigue hacer oscilar el sistema. ¿Por qué?

3. (1.5 puntos, +0.1 cada acierto, -0.05 cada error) Marque todas las respuestas que considere correctas.

1. El controlador $C(s) = 13 \cdot \frac{(0.2s + 1)(s + 0.1)}{s}$:
- a) Es una red de retardo c) Ninguna de las otras
b) Es una red de Parker d) Es una red de anticipo
2. En un diagrama de Bode, el diagrama de amplitud cruza el eje a 0 y el de fase el eje a -180° una única vez. Si el margen de fase es positivo:
- a) Esto no es posible c) El margen de amplitud es con certeza positivo
b) El sistema es estable d) El margen de amplitud es con certeza negativo
3. Dada una función de transferencia $G(s) = 2 \cdot \frac{s + 20}{s + 40}$ y una entrada $20 \sin(t + 100^\circ)$, a la salida se obtendrá:
- a) $\sin(t - 10^\circ)$ c) $20 \sin(t + 10^\circ)$
b) $20 \sin(t + 100^\circ)$ d) $20 \sin(t + 190^\circ)$
4. Dada una planta $G(s) = \frac{1}{(s + 2)(s + 4)}$ controlada en realimentación unitaria, variando la ganancia se puede:
- a) Desestabilizar el sistema c) Ninguna de las otras
b) Obtener un tiempo de pico de 1 s d) Obtener un tiempo de respuesta de 0.2 s
5. Dada la función de transferencia $G(s) = \frac{1}{2} \cdot \frac{s + 8}{s(s + 4)}$, en el diagrama asintótico de Bode de la amplitud:
- a) En $\omega = 0.1 \text{ rad s}^{-1}$ vale 20 c) En $\omega = 0.1 \text{ rad s}^{-1}$ vale -20
b) En $\omega = 1 \text{ rad s}^{-1}$ vale 0 d) En $\omega = 1 \text{ rad s}^{-1}$ vale 20
6. Un red de retardo:
- a) Permite aumentar el tipo del sistema c) Es un polo a la derecha de un cero
b) Se utiliza para corregir el transitorio d) Se utiliza para corregir el permanente
7. Dada una planta $G(s) = \frac{1}{(s + 4)^3}$ y requisito $T_s = 2 \text{ s}$, en bucle cerrado:
- a) Para controlarla es necesario un PID c) No se puede controlar
b) Se puede controlar con un controlador proporcional d) Tiene error acotado ante entrada escalón
8. Los diagramas de Bode:
- a) Usan escalas logarítmicas para las frecuencias c) Usan escalas lineales para las frecuencias
b) También se llaman diagramas de Nyquist d) Se obtienen solo por simulación por computador
9. En un diagrama de Bode de fase se observa una pendiente de -45° por década que empieza en $\omega = 0.3 \text{ rad s}^{-1}$ y acaba en $\omega = 30 \text{ rad s}^{-1}$. La función de transferencia puede ser:
- a) $G(s) = \frac{1}{s + 3}$ c) $G(s) = \frac{1}{s + 0.3}$
b) $G(s) = \frac{s + 30}{s + 3}$ d) $G(s) = \frac{s + 400}{s + 3}$
10. Se sabe que la sobreoscilación de un sistema realimentado es del 20%. Por lo tanto:
- a) El margen de fase es aproximadamente 20.4° c) El margen de fase es aproximadamente 45.6°
b) El margen de ganancia es positivo d) El margen de ganancia es negativo

Bode Diagram



Bode Diagram

