PROBLEMAS

B-8-1. Considere el sistema con realimentación unitaria con las funciones de transferencia en lazo abierto.

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

Obtenga la salida en estado estable del sistema cuando está sujeto a cada una de las entradas siguientes:

(a) $r(t) = \text{sen}\,(t + 30°)$
(b) $r(t) = 2\cos\,(2t - 45°)$
(c) $r(t) = \text{sen}(t + 30°) - 2\cos\,(2t - 45°)$

B-8-2. Considere el sistema cuya función de transferencia en lazo cerrado es

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K(T_2 s + 1)}{T_1 s + 1}$$

Obtenga la salida en estado estable del sistema cuando está sujeto a la entrada $r(t) = R \text{ sen } \omega t$.

B-8-3. Dibuje las trazas de Bode de las tres funciones de transferencia siguientes:

(a) $G(s) = \frac{T_1 s + 1}{T_2 s + 1}$ $\quad (T_1 > T_2 > 0)$

(b) $G(s) = \frac{T_1 s - 1}{T_2 s + 1}$ $\quad (T_1 > T_2 > 0)$

(c) $G(s) = \frac{-T_1 s + 1}{T_2 s + 1}$ $\quad (T_1 > T_2 > 0)$

B-8-4. Grafique las trazas de Bode de

$$G(s) = \frac{10(s^2 + 0.4s + 1)}{s(s^2 + 0.8s + 9)}$$

B-M. Dado

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

demuestre que

$$|G(j\omega_n)| = \frac{1}{2\zeta}$$

B-8-6. Considere un sistema de control con realimentación unitaria con la siguiente función de transferencia en lazo abierto:

$$G(s) = \frac{s + 0.5}{s^3 + s^2 + 1}$$

Éste es un sistema de fase no mínima. Dos de los tres polos en lazo abierto se ubican en el semiplano derecho del plano s del modo siguiente:

Polos en lazo abierto en $s = 1.4656$

$$s = 0.2328 + jo.7926$$

$$s = 0.2328 - jo.7926$$

Grafique las trazas de Bode de G(s) con MATLAB. Explique por qué la curva del ángulo de fase empieza a partir de 0” y tiende a $+180°$.

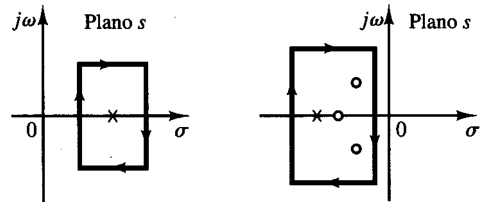
B-8-7. Dibuje las trazas polares de la función de transferencia en lazo abierto

$$G(s)H(s) = \frac{K(T_a s + 1)(T_b s + 1)}{s^2(Ts + 1)}$$

para los dos casos siguientes:

(a) $T_a > T > 0, \quad T_b > T > 0$
(b) $T > T_a > 0, \quad T > T_b > 0$

B-8-8. Las configuraciones de polos y ceros de las funciones complejas $F_1(s)$ y $F_2(s)$ aparecen en las figuras 8−133(a) y (b), respectivamente. Suponga que los contornos cerrados en el plano s son los que se exhiben en las figuras 8− 133(a) y (b).Trace cualitativamente los contornos cerrados correspondientes en los planos $F_1(s)$ y $F_2(s)$.



(a) (b)

Figura **8–133** (a) Representación del planos de una función compleja $F_1(s)$ y un contorno cerrado; (b) representación del plano s de una **función** compleja $F_2(s)$ y un contorno cerrado.

B-8-9. Dibuje un lugar geométrico de Nyquist para el sistema de control con realimentación unitaria con la función de transferencia en lazo abierto

$$G(s) = \frac{K(1 - s)}{s + 1}$$

Usando el criterio de estabilidad de Nyquist, determine la estabilidad del sistema en lazo cerrado.

B-8-10. Un sistema con la función de transferencia en lazo abierto

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s^2(T_1 s + 1)}$$

es inherentemente inestable. Este sistema se estabiliza si se agrega un control derivativo. Dibuje las trazas polares para la función de transferencia en lazo abierto con y sin control derivativo.

B-8-11. Considere el sistema en lazo cerrado con la siguiente función de transferencia en lazo abierto:

$$G(s)H(s) = \frac{10K(s + 0.5)}{s^2(s + 2)(s + 10)}$$

Grafique las trazas polares directa e inversa de $G(s)H(s)$ con $K = 1$ y $K = 10$. Aplique el criterio de estabilidad de Nyquist a las trazas y determine la estabilidad del sistema con estos valores de K.

B-8-12. Considere el sistema en lazo cerrado cuya función de transferencia en lazo abierto es

$$G(s)H(s) = \frac{Ke^{-2s}}{s}$$

Encuentre el valor máximo de K para el cual el sistema es estable.

B-8-13. Dibuje una traza de Nyquist para el G(s) siguiente:

$$G(s) = \frac{1}{s(s^2 + 0.8s + 1)}$$

B-8-14. Considere un sistema de control con realimentación unitaria con la siguiente función de transferencia en lazo abierto:

$$G(s) = \frac{1}{s^3 + 0.2s^2 + s + 1}$$

Dibuje una traza de Nyquist de G(s) y examine la estabilidad del sistema.

B-8-15. Considere un sistema de control con realimentación unitaria con la siguiente función de transferencia en lazo abierto:

$$G(s) = \frac{s^2 + 2s + 1}{s^3 + 0.22 + s + 1}$$

Dibuje una traza de Nyquist de G(s) y examine la estabilidad del sistema en lazo cerrado.

B-8-16. Considere el sistema definido mediante

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 6.5 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

Hay cuatro trazas de Nyquist individuales implícitas en este sistema. Dibuje en un par de ejes dos trazas de Nyquist para la entrada u_1 y en otro dos trazas de Nyquist para la entrada u_2. Escriba un programa MATLAB para obtener estos dos juegos de trazas.

B-8-17. Remitiéndonos al problema B-8-16, se quiere graficar sólo $Y_1(j\omega)/U_1(j\omega)$ para $\omega > 0$. Escriba un programa MATLAB que produzca tal traza.

Si se desea graficar $Y_1(j\omega)/U_1(j\omega)$ para $-\infty < \omega < \infty$, ¿qué cambios deben hacerse en el programa MATLAB?

B-8-18. Considere el sistema de control con realimentación unitaria cuya función de transferencia en lazo abierto es

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

Determine el valor de a tal que el margen de fase sea 45".

B-8-19. Considere el sistema de la figura 8-134. Dibuje las trazas de Bode de la función de transferencia en lazo abierto G(s). Determine el margen de fase y el margen de ganancia.

B-8-20. Considere el sistema de la figura 8-135. Dibuje las trazas de Bode de la función de transferencia en lazo abierto G(s). Determine el margen de fase y el margen de ganancia.

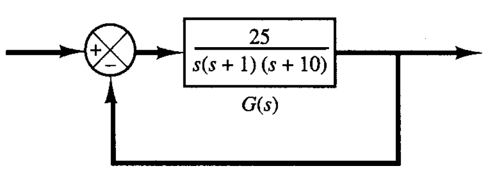


Figura **8–134** Sistema de control.

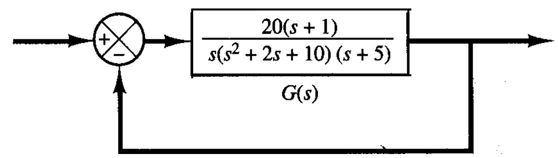


Figura 8-135 Sistema de control.

B-8-21. Considere un sistema de control con realimentación unitaria con la función de transferencia en lazo abierto. Determine el valor de la ganancia K tal que el margen de fase sea 50°. ¿Cuál es el margen de ganancia de este sistema con esta ganancia K?

$$G(s) \quad \frac{K}{s(s^2 + s + 4)}$$

B-8-22. Considere el sistema de la figura 8-136. Dibuje las trazas de Bode de la función de transferencia en lazo abierto y determine el valor de la ganancia K tal que el margen de fase sea 50°. ¿Cuál es el margen de ganancia de este sistema con esta ganancia K?

B-8-23. Considere un sistema de control con realimentación unitaria cuya función de transferencia en lazo abierto es

$$G(s) \quad \frac{K}{s(s^2 + s + 0.5)}$$

Determine el valor de la ganancia K tal que la magnitud del pico de resonancia en la respuesta en frecuencia sea de 2 dB o $M_r = 2$ dB.

B-8-24. La figura 8-137 muestra un diagrama de bloques de un sistema de control de procesos. Determine el rango de la ganancia K para la estabilidad.

B-8-25. Considere un sistema en lazo cerrado cuya función de transferencia en lazo abierto es

$$G(s)H(s) = \frac{Ke^{-Ts}}{s(s + 1)}$$

Determine el valor máximo de la ganancia K para la estabilidad, como una función del tiempo muerto T.

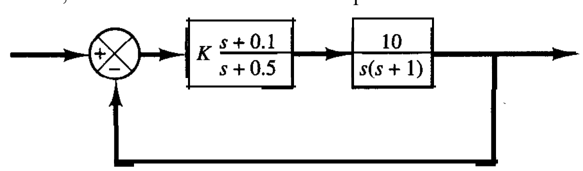


Figura 8-136 Sistema de control.

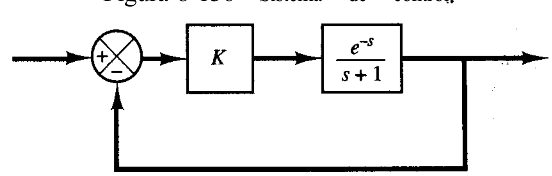


Figura 8-137 Sistema de control de procesos.

B-8-26. Grafique la traza polar de

$$G(s) = \frac{(Ts)^2 - 6(Ts) + 12}{(Ts)^2 + 6(Ts) + 12}$$

Demuestre que, para el rango de frecuencia $0 < \omega T < 2\sqrt{3}$, esta ecuación produce una buena aproximación para la función de transferencia del retardo de transporte, e^{-Ts}.

B-8-27. La figura 8-138 muestra las trazas de Bode de una función de transferencia G(s). Determine esta función de transferencia.

B-8-28. En la figura 8-139 aparecen las trazas de Bode determinadas experimentalmente de un sistema $G(j\omega)$. Determine la función de transferencia G(s).

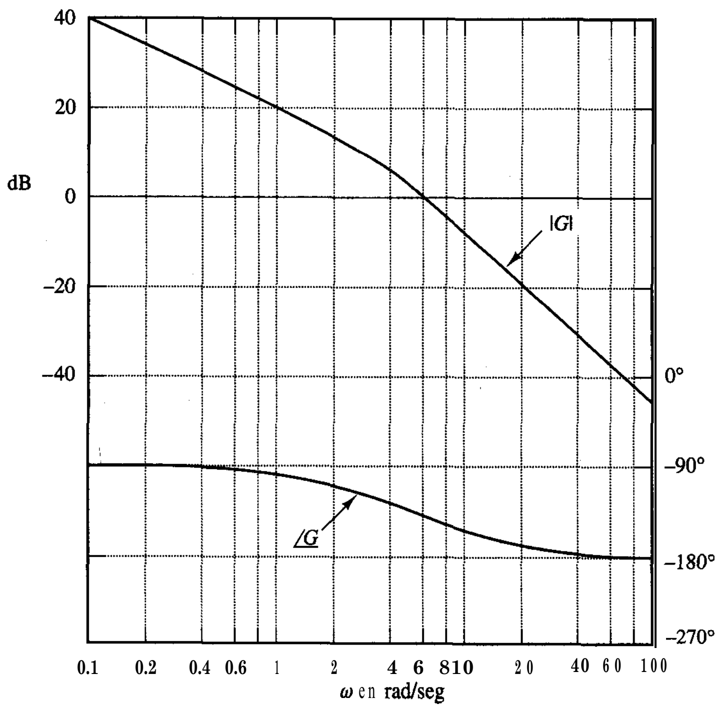


Figura 8-138 Trazas de Bode de una función de transferencia G(s).

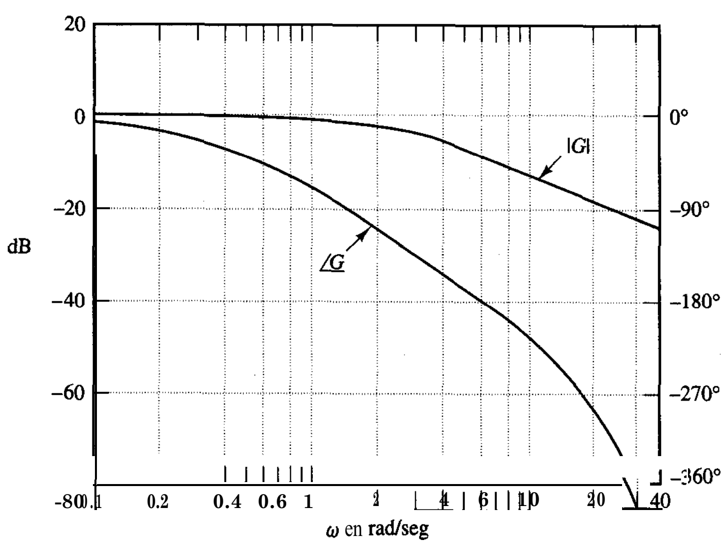


Figura 8-139 Trazas de Bode determinadas experimentalmente de un sistema.