

6.302 Sistemas de retroalimentación

Otoño 2002
Boletín de problemas 2

Fecha de distribución: 9 de septiembre de 2002
Fecha de entrega: lunes, 16 de septiembre de 2002

Problema 1. Funcionamiento de primer orden.

Se conecta un amplificador operacional en modo de conexión no invertida para proporcionar una ganancia “ideal” de 10. La respuesta a escalón de pequeña del sistema de bucle cerrado es aproximadamente de primer orden, con un 63% de tiempo de subida de $1,0\mu s$. Suponga que las cargas de entrada y de salida del amplificador operacional no son importantes; calcule la función de transferencia $a(s)$ de bucle abierto del amplificador operacional.

Problema 2. Diagramas polo-cero y de Bode.

Este problema le brinda la oportunidad de adquirir práctica en la manipulación de funciones de transferencia, diagramas polo-cero y diagramas de Bode. **Dibuje** (a mano) los diagramas que se indican a continuación. Utilice asíntotas y correcciones de punto de ruptura para los diagramas de Bode. Posiblemente le interese verificar los resultados obtenidos en MATLAB.

1. Trace el diagrama polo-cero y el diagrama de Bode para la función de transferencia que se indica a continuación.

$$H(s) = \frac{s + 1}{10^{-4}s^3 + 0,11s^2 + 10s} \quad (6)$$

2. Escriba la función de transferencia $H(s)$ y dibuje el diagrama de Bode para el diagrama polo-cero de la Figura 1.

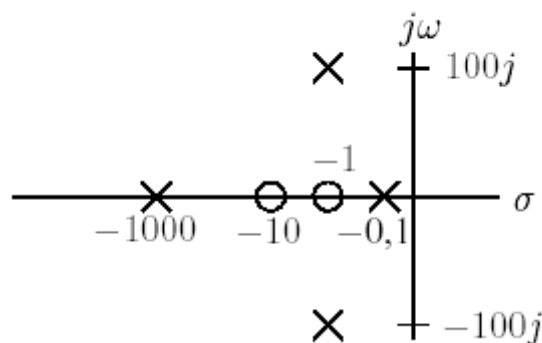


Figura 1. Diagrama polo-cero correspondiente al problema 3.

3. Trace el diagrama polo-cero y el diagrama de Bode para la función de transferencia siguiente.

$$H(s) = \frac{(s + 1)^2}{s(s + 2)(s + 4)} \quad (7)$$

Problema 3. Errores de régimen permanente e integradores.

En el caso de los diagramas que se muestran en las Figuras 2 y 3, compare el efecto de la ubicación del integrador en la estabilidad y en los errores de régimen permanente para las entradas escalón y rampa de las entradas R y D . Expresar y compare todos los errores de régimen permanente:

1. ¿Cómo son los errores para R y D en comparación para el sistema que se muestra en la Figura 2?
2. ¿Qué errores son mayores en el sistema de la Figura 3?
3. Explique estas diferencias de comportamiento.

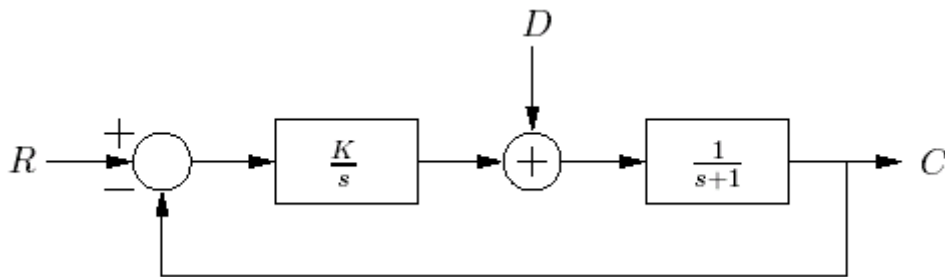


Figura 2. Sistema 1 con error de régimen permanente.

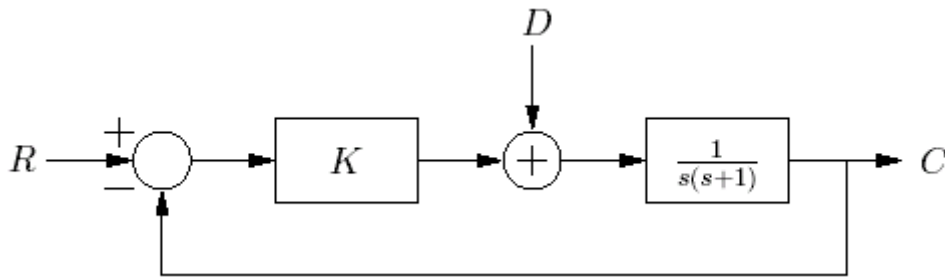


Figura 3. Sistema 2 con error de régimen permanente.

Proyecto 2 de computadora: den la bienvenida al amplificador operacional y al motor DC.

Sería conveniente que utilizase Octave, MATLAB o un software similar para completar este proyecto de computadora, que posiblemente le será útil a la hora de guardar su trabajo como referencia para futuros proyectos. Le rogamos entregue las copias impresas claramente etiquetadas.

EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL. En el curso 6.002 ha aprendido a utilizar la retroalimentación alrededor del amplificador operacional $\mu A741$ con el objeto de construir un amplificador adoptando un amplificador operacional ideal. En este proyecto, tendremos en cuenta las características de frecuencia del dispositivo. Una función de transferencia sencilla para el bloque de ganancia del amplificador operacional viene dada por

$$A(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$$

y se utilizará en la cadena de acción de la topología estándar de retroalimentación.

La idea es construir un amplificador con ganancia K_a utilizando una retroalimentación resistiva. (Consejo: utilice un bloque $1/K_a$ en la cadena de realimentación). El fabricante afirma que la ganancia K puede tener un valor que oscila entre 10^5 y 10^7 . Para empeorar las cosas, el valor de K varía según la temperatura y el uso, por lo que sus valores pueden estar entre 10^4 y 10^8 , un factor de 10.000. Por otra parte, el cliente desea un amplificador DC con una estabilidad de $\pm 0,1\%$. Pruebe con los siguientes valores para $K_a = 10, 100, 1000, 10000$. ¿Cuál es el amplificador de mayor ganancia que puede construir que cumpla las especificaciones?

Un segundo cliente (un antiguo estudiante del curso 6.002) desea construir un amplificador de audio (es decir, un ancho de banda de unos 20kHz) utilizando el $\mu A741$, que es un amplificador compensado internamente con un valor $K = 10^6$ y $\tau = 0,1$ segundo. ¿Puede satisfacer las necesidades de los clientes? ¿Cuál es la ganancia máxima del amplificador? (Nota: $K_a \geq 1$).

EL MOTOR DC. A buen entendedor pocas palabras bastan: “apréndase el motor DC”. Debe ser capaz de recitar al instante las funciones de transferencia y dibujar las respuestas a escalón sin titubear, lo que hará que las prácticas, las pruebas y los boletines de problemas le resulten mucho más fáciles.

Para este fin, examinará algunos aspectos del dispositivo. El motor DC tiene dos bucles de retroalimentación incorporados: fuerza contraelectromotriz y amortiguación B . (Recuerde que ambos dependen de $\dot{\theta}$).

Utilice los parámetros siguientes para el motor: $J = 3 \times 10^{-5} \text{ kg-m}^2$, $R_m = 8\Omega$, $L_m = 5 \text{ mH}$, $K_t = 0,025 \text{ N-m/A}$, $K_e = 0,025 \text{ V-s/rad}$. y $B = 3 \times 10^{-4} \text{ N-m-s/rad}$.

1. Para estudiar los efectos de la amortiguación, considere, en primer lugar, el motor controlado por una corriente de entrada. Trace los diagramas de respuesta a escalón y de Bode que corresponden a $\dot{\theta}/I$, con y sin el efecto del ratio de amortiguación B ($B = 0,001$ y $B = 0 \text{ N-m-s/rad}$., respectivamente).
2. A continuación, considere que una entrada de tensión acciona el motor. Trace los diagramas de respuesta a escalón y de Bode que corresponden a $\dot{\theta}/V$, con y sin el efecto del ratio de amortiguación B ($B = 0,001$ y $B = 0 \text{ N-m-s/rad}$., respectivamente). Además, añada un tercer conjunto de diagramas con el ratio de amortiguación, pero ignore la constante eléctrica de tiempo ($L = 0$).
3. Utilizando los diagramas que ha realizado anteriormente, ¿sobre que margen de frecuencia es aceptable ignorar la amortiguación: baja, media o alta?
4. ¿Sobre que margen de frecuencia es aceptable ignorar la constante eléctrica de tiempo: baja, media o alta?

El motor le aparecerá en una docena de preguntas a lo largo del trimestre. Puede serle útil colgar en la pared de su habitación un póster con un diagrama de bloques completo y, además así de paso se lo enseña a su familia y amigos.