

6.302 Sistemas de retroalimentación

Otoño 2002
Boletín de problemas 10

Fecha de distribución: 25 de noviembre de 2002
Fecha de entrega: martes, 3 de diciembre de 2002

Problema 1. Análisis exacto frente a funciones descriptivas.

Utilice el análisis exacto y las funciones descriptivas para determinar la frecuencia y la amplitud a la que oscilará el sistema de la Figura 1. Compare los resultados.

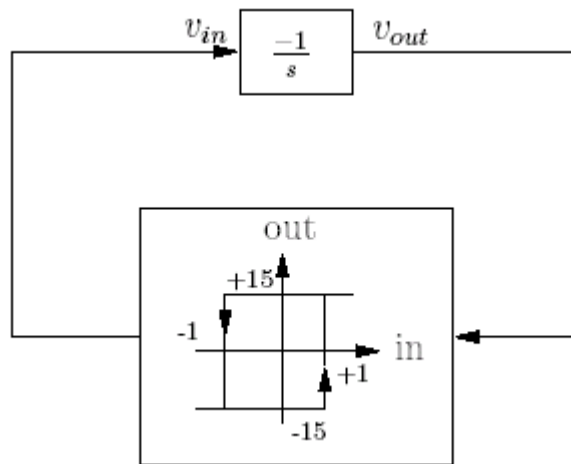


Figura 1. Disparador Schmitt.

Proyecto 10 de computadora: Bucle menor, “Episodio II: El ataque de los amplificadores operacionales”.

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 objetivo de este proyecto es investigar la compensación de bucle menor utilizando el amplificador operacional como ejemplo.

1. Mejora de los errores de régimen permanente.

Nuestro amplificador operacional compensado se puede modelar de la forma siguiente:

$$A(s) = \frac{G_{M1}}{Y(s)}.$$

Por ahora, considere que G_{M1} es una ganancia constante de 7000.

El compensador básico que se utiliza en la mayoría de los amplificadores operacionales compensados internamente es el condensador, lo que tiene como resultado una función de admitancia de la forma:

$$Y_1(s) = Cs.$$

- (a) Suponga que $C = 30 \times 10^{-12}$ F y que el amplificador operacional se utilizará en la configuración de la retroalimentación unitaria que acciona una carga, $G_L = 1$. Sobre los mismos ejes, cree diagramas de Bode de $G_L G_{M1}$, $G_L/Y_1(s)$ y de la función de transferencia de bucle abierto $L_1(s)$.
- (b) Cree los diagramas adecuados y halle el error de régimen permanente para un escalón unitario y una rampa unitaria. Se desea compensar el amplificador operacional tal que de un error cero para una rampa unitaria.
- (c) Diseñe la función de admitancia para una versión compensada externamente de nuestro modelo de amplificador operacional para que cumpla esta especificación.
- (d) Sobre los mismos ejes, cree diagramas de $G_L G_{M1}$, $G_L/Y_2(s)$ y de la función de transferencia de bucle abierto $L_2(s)$.
- (e) Cree diagramas que demuestren que los errores de régimen permanente para un escalón unitario y una rampa unitaria son, en efecto, cero.

2. Ganancia DC finita.

Un colega, fan de los amplificadores operacionales compensados internamente, afirma correctamente que, puesto que el amplificador operacional no tiene una ganancia DC infinita, usted no puede reducir el error de régimen permanente utilizando un compensador externo distinto. Y añade que con ellos se desperdician componentes y que usted debería cambiarse a los que están compensados internamente. Usted responde que es de sobra consciente de las limitaciones del amplificador operacional, pero que sigue pensando que tiene razón. Con este propósito, se dispone a demostrarle a esta persona los beneficios de los amplificadores operacionales compensados externamente.

Usted supone una forma del amplificador operacional,

$$A(s) = \frac{G_a(s)}{Y(s)},$$

donde,

$$G_a(s) = \frac{10^6}{(10^{-5}s + 1)^2}.$$

- (a) Para cada una de las funciones de admitancia del problema 1, cree gráficos apropiados para mostrar las mejoras del error de régimen permanente. (Habiendo estudiado la expansión de las series de Taylor de la función de error, sabe que debe elegir una escala de tiempo adecuada para ver la respuesta a rampa. Suponga que los amplificadores operacionales se saturan a 10 Voltios).
- (b) Sobre los mismos ejes, cree diagramas de Bode de la función de transferencia de bucle abierto para cada función de admitancia y utilice éstas para explicar la reducción en el error de régimen permanente cuando se utiliza $Y_2(s)$.

3. La compensación como correspondencia para una carga específica.

Un amplificador compensado externamente le permite seleccionar el compensador que coincida con sus necesidades específicas de aplicación. A continuación, pasará a diseñar la función de admitancia para satisfacer distintas cargas. Utilice el mismo modelo del problema 2, es decir,

$$A(s) = \frac{G_a(s)}{Y(s)},$$

donde,

$$G_a(s) = \frac{10^6}{(10^{-5}s + 1)^2}.$$

Su carga es $G_{L1} = 1$. Para cada parte 3a – 3f, proporcione los diagramas de Bode adecuados y las respuestas a escalón.

- (a) Diseñe una función de admitancia que tenga como resultado un sistema de primer orden con cruce en XXX Hz.
- (b) Mantenga el cruce y mejore la ganancia en frecuencias de rango medio. El margen de fase debería ser de 45° .

A continuación, se quiere cambiar la aplicación del amplificador. La carga es ahora capacitativa.

$$G_{L2} = \frac{1}{10^{-3}s + 1}.$$

- (c) Pruebe sus dos primeros compensadores trazando la respuesta a escalón cuando los utilice con la nueva carga. ¿Son estables?
- (d) Diseñe un nuevo compensador de bucle menor que coincida con la carga capacitativa.

La carga se ha vuelto a cambiar a su valor inicial G_{L1}

- (e) ¿Funciona el compensador para la carga capacitativa? Cree una respuesta a escalón del sistema.