

6.301 Circuitos de estado sólido

Primavera 2003
Práctica 3

Fecha de publicación: 25 de abril de 2003
Fecha de entrega: viernes, 9 de mayo de 2003

Trabaje de forma individual. Le recomendamos que consulte sus dudas con el personal del curso 6.301 y a que busque también respuestas en libros y otros materiales de consulta. Es obligatorio que presente una verificación computarizada y otra experimental de su diseño final. Lea detenidamente esta fotocopia y asegúrese de que lee todo lo que aparece escrito en la pizarra durante la sesión de prácticas.

Introducción:

Los amplificadores operacionales, caracterizados por entradas diferenciales de impedancia alta, salidas de extremo único de impedancia baja y una ganancia muy elevada, constituyen unos bloques de construcción extremadamente útiles, en general, para los circuitos análogos. Se pueden utilizar en multitud de aplicaciones. Para el trabajo de esta práctica, se le pedirá que diseñe, construya y pruebe una topología simplificada de un amplificador operacional.

Proyecto:

Diseñe, mediante un enfoque de diseño previsible, un amplificador operacional que cumpla las especificaciones siguientes:

Ganancia de circuito abierto	$A \geq 20000$
Frecuencia de ganancia unitaria	$f_c \geq 100 \text{ kHz}$
Oscilación de salida	no existen especificaciones
Tensiones de suministro eléctrico	$\pm 15 \text{ V}$
Serie de transistores ¹	CA3086/LM3086

Estas son especificaciones mínimas. No le debería resultar difícil diseñar un circuito que exceda algunos de estos requisitos de funcionamiento, o todos. Existen muchas soluciones aceptables a este problema de diseño. Utilice la topología que desee (asegúrese de que la primera página de su informe de prácticas sea un esquema neto en el que aparezcan todas las partes claramente señaladas). Para ayudarle a empezar, le mostramos a continuación un ejemplo clásico de la topología de cuatro transistores que pueden cumplir las especificaciones:

1. Entrada diferencial basada en un par diferencial.
2. Fase de ganancia de emisor común.
3. Fase de salida de seguidor de emisor.

¹Quisiéramos que se limitase a una serie (cinco transistores). Sin embargo, dado que el sustrato (pin 13) del CA3086 debe (absoluta e indiscutiblemente DEBE) estar relacionado con -15V, puede que no tenga la suficiente flexibilidad como para poder utilizar transistores en un chip de su circuito. De este modo, puede utilizar uno o dos chips para realizar el proyecto de su circuito de cinco transistores (recuerde que no existe una correspondencia de transistores en chips diferentes). Si desea explorar un diseño más complicado con un número mayor de transistores, le invitamos a que discuta sus ideas con el profesor adjunto.

Desarrolle un diseño preliminar basado en números típicos que se encuentren en la hoja de especificaciones del dispositivo, asegurándose de entender bien esta tipología. A continuación, vaya a la práctica y utilice el trazador de curvas para medir los valores de β_0 , r_o y $r\mu$ de sus transistores. Se le pide que mida los dispositivos en distintos puntos operativos, de tal forma que pueda comprobar la consistencia de los datos. Complete el diseño con la ayuda de estas mediciones. Analice el circuito de forma manual, realizando aproximaciones razonables.

Su diseño debería estar compensado internamente para una frecuencia de ganancia unitaria de 100 kHz. Para conseguirlo, será necesario que calcule la resistencia de la constante de tiempo del circuito abierto para su capacitor de compensación (esto será probablemente en la segunda fase, como en el $\mu A741$).

Trabajo de las prácticas:

Construya su diseño y realice todas las mediciones que se le piden: punto de funcionamiento, ganancia de circuito abierto, frecuencia de ganancia unitaria, etc. Mida todos los valores de sus componentes. Realice un diagrama de la ganancia de circuito abierto frente a la frecuencia de 1 Hz hasta 1MHz, midiendo además el tiempo de subida de la respuesta a un escalón y la velocidad de rotación de salida para topologías de ganancia de circuito cerrado de valores 100, 10, y la unidad..

Probablemente, su circuito funcionará no compensado o en circuito abierto. Por esta razón, deberá calcular el capacitor de compensación correcto e incluirlo la primera vez que construya su circuito. Además, no es necesario que haga funcionar el circuito abierto de su amplificador operacional para realizar las mediciones del circuito abierto. En su lugar, divida la amplitud de salida por la amplitud de entrada diminuta en las terminales de entrada en alguna topología de circuito cerrado.

Compruebe minuciosamente su circuito en busca de oscilaciones con la ayuda de un osciloscopio análogo antes de comenzar las mediciones del punto de funcionamiento.