

ACTIVIDAD | LABORATORIO

Filtros activos de 2do orden Sallen-Key pasa bajas, pasa altas y pasa banda

Prof. Sergio Garduza-González. Instituto Politécnico Nacional. sgarduza@ipn.mx

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Estima, por medio de mediciones en laboratorio, deducciones analíticas y simulaciones computacionales, la función de transferencia y la respuesta en frecuencia de los filtros de 2do orden topología Sallen-Key.

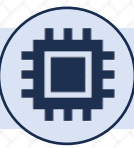
INVESTIGACIÓN PREVIA

- Obten la función de transferencia de forma analítica de cada uno de los filtros que se desarrollan en esta práctica.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA

MATERIAL

- C. I. Amplificadores operacionales TL084 o LM741.
- Capacitores cerámicos de acuerdo con sus cálculos. Los capacitores deberán ser cerámicos (menores o iguales a $1\mu\text{F}$).
- Resistencias diversos valores (revisar circuitos) a $1/4\text{W}$, de acuerdo con sus cálculos. Puede utilizar resistencias variables para mejores resultados.
- Flotador de tierra física.
- Equipo: Fuente de alimentación de CD simétrica variable de 1V a 24V, osciloscopio digital, generador de funciones y multímetro digital que permita medir corriente desde μA .
- Pinzas de punta y corte
- 2 Protoboard
- Cables para conexión en protoboard
- Cables con conectores tipo caimán.
- 4 cables con conectores BNC RGB58A hembra a caimán (para osciloscopio y generador de funciones).
- 4 pares de cables de banana a caimán (para fuentes de alimentación).



EXPERIMENTO 1. FILTRO ACTIVO PASA BAJAS DE 2DO ORDEN

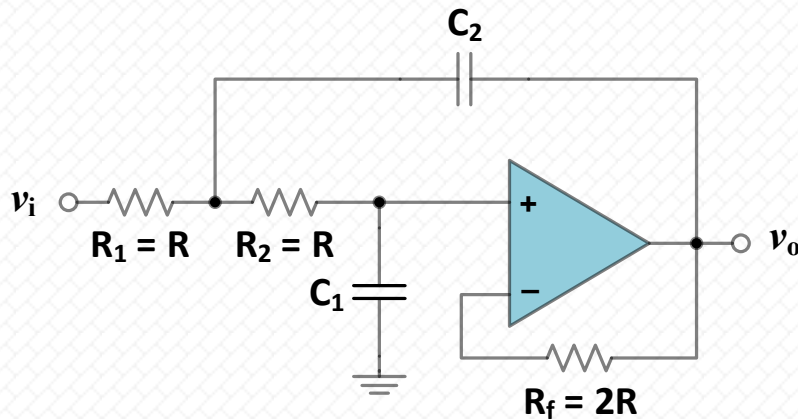
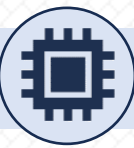


Figura 1.

1. Diseña un filtro pasa bajas de 2do orden como lo muestra la Fig. 1, procede estimando los valores de las resistencias y capacitores para una frecuencia de corte de 3 kHz. Considera un factor de calidad $Q = 1/\sqrt{2}$, $R_1 = R_2$ y $k = 1$.
2. Realiza la simulación eléctrica de tu circuito (en un simulador eléctrico/electrónico) y realiza ajustes de tus valores de capacitores y resistencias de ser necesario. Obtén la gráfica de Bode de ganancia y fase.
3. Arma el filtro, utilizando el OpAmp TL084 o LM741, conecta adecuadamente los componentes. Pon especial atención al conectar la alimentación simétrica del OpAmp. Ajusta el generador de señales con función seno, a la frecuencia de corte teórica y tensión de 1Vp.
4. Enciende y calibra los canales del osciloscopio.
5. Conecta el generador de funciones al nodo de tensión de entrada (v_i) del circuito. Conecte el canal 2 (CH2) al nodo de tensión de salida (v_o)
6. Con la ayuda del osciloscopio, mide la tensión pico de entrada (v_i) y salida (v_o) a la frecuencia de corte, en la banda de paso, banda de transición y banda de rechazo.
7. Mide el desfase de la señal de salida para las mediciones realizadas en el punto 8.
8. Con las mediciones realizadas, obtén la gráfica de Bode lineal y en dB, para la ganancia y la fase.
9. A partir de la función de transferencia teórica, obtén la gráfica de Bode de ganancia y fase. Puedes apoyarte con herramientas computacionales.
10. Compara las gráficas de bode de magnitud y fase ¿Cuál es la frecuencia de corte (f_c) medida? Y ¿Cuál es el ángulo de fase a f_c medido? ¿Cuál es la



pendiente (dB/dec) de la banda de transición?, ¿A qué se le atribuyen las desviaciones en la f_c ? ¿Qué función realiza la resistencia R_f ? Anote sus observaciones.

EXPERIMENTO 2. FILTRO ACTIVO PASA ALTAS DE 2DO ORDEN

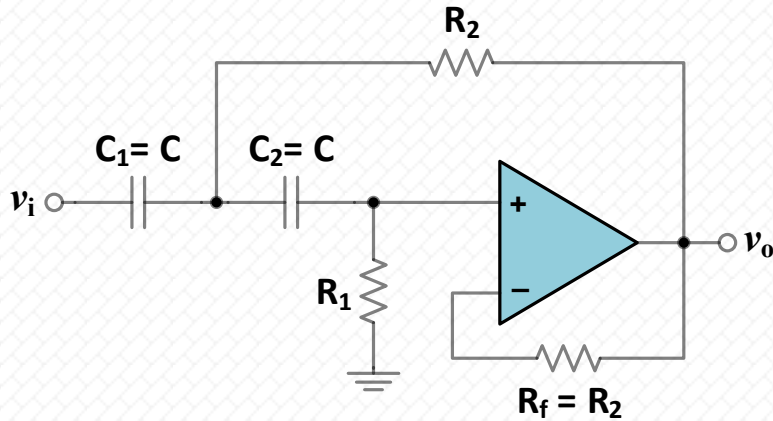


Figura 2.

1. Diseña un filtro pasa altas de 2do orden como lo muestra la Fig. 2, procede estimando los valores de las resistencias y capacitores para una frecuencia de corte de 300 Hz. Considera un factor de calidad $Q = 1/\sqrt{2}$, $C_1 = C_2$ y $k = 1$.
2. Realiza la simulación eléctrica de tu circuito (en un simulador eléctrico/electrónico) y realiza ajustes de tus valores de capacitores y resistencias de ser necesario. Obtén la gráfica de Bode de ganancia y fase.
3. Arma el filtro, utilizando el OpAmp TL084 o LM741, conecta adecuadamente los componentes. Pon especial atención al conectar la alimentación simétrica del OpAmp. Ajusta el generador de señales con función seno, a la frecuencia de corte teórica y tensión de 1Vp.
4. Enciende y calibra los canales del osciloscopio.
5. Conecta el generador de funciones al nodo de tensión de entrada (v_i) del circuito. Conecte el canal 2 (CH2) al nodo de tensión de salida (v_o)
6. Con la ayuda del osciloscopio, mide la tensión pico de entrada (v_i) y salida (v_o) a la frecuencia de corte, en la banda de paso, banda de transición y banda de rechazo.
7. Mide el desfase de la señal de salida para las mediciones realizadas en el punto 8.
8. Con las mediciones realizadas, obtén la gráfica de Bode lineal y en dB, para la ganancia y la fase.



9. A partir de la función de transferencia teórica, obtén la gráfica de Bode de ganancia y fase. Puedes apoyarte con herramientas computacionales.
10. Compara las gráficas de bode de magnitud y fase ¿Cuál es la frecuencia de corte (f_c) medida? Y ¿Cuál es el ángulo de fase a f_c medido? ¿Cuál es la pendiente (dB/dec) de la banda de transición?, ¿A qué se le atribuyen las desviaciones en la f_c ? ¿Qué función realiza la resistencia R_f ? Anote sus observaciones.

EXPERIMENTO 2. FILTRO PASA BANDA

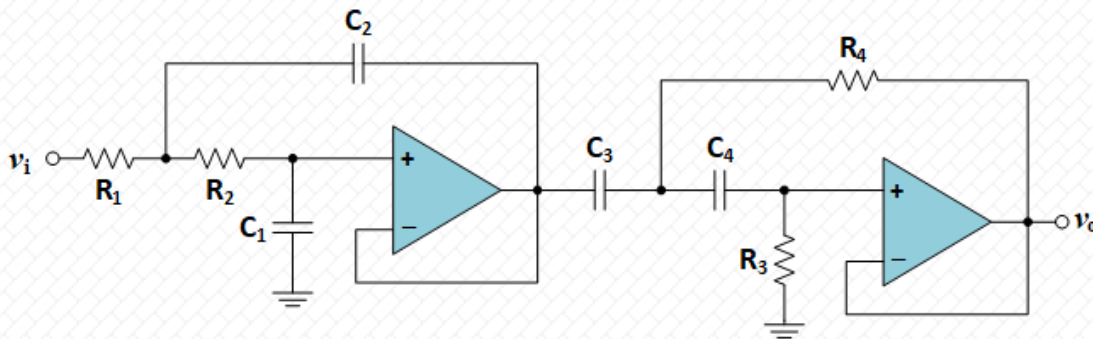


Figura 3.

1. Con los filtros paso altas y paso bajas antes diseñados, construya un filtro paso banda, conectándolos en cascada como lo muestra la Fig. 3.
2. Mida la ganancia v_o/v_i (lineal y en dB) y ángulo de fase en las bandas de rechazo, bandas de atenuación y banda de paso. Mida la frecuencia de resonancia del filtro. Grafique sus resultados en forma de Gráfica de Bode, donde el eje y es ganancia en dB, y el eje x es la frecuencia en Hz (en escala logarítmica).
3. Obtenga de forma analítica la función de transferencia del filtro y obtenga la gráfica de Bode para ganancia y fase. Puede obtener la gráfica de Bode con ayuda de herramientas computacionales.
4. Compare sus mediciones con los obtenidos por simulación, ¿Cuál es la frecuencia de corte (f_c) medida? Y ¿Cuál es el ángulo de fase a f_c medido? ¿Cuál es la pendiente (dB/dec) de la banda de transición?, ¿Qué función realiza la resistencia R_f ? Anote sus observaciones.



RECURSOS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. L. Boylestad and L. Nashelsky, *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*, 10th ed. México: Prentice Hall-Pearson, 2009.
- [2] A. S. Sedra and K. C. Smith, *Microelectronic circuits*, 6th ed. New York, USA: Oxford University Press, 2006.
- [3] T. Instruments, <http://www.ti.com/ww/mx/>, Texas Instruments.
- [4] F. Semiconductor, <http://www.fairchildsemi.com/products/>, Fairchild Semiconductor.

Realice la búsqueda de las hojas de especificaciones de los dispositivos involucrados en esta práctica en [3], [4].

SIMULADORES

Algunos simuladores soportados por modelos Spice: OrCAD PSpice, Multisim, LTSpice.

EJERCICIOS ADICIONALES

No hay ejercicios adicionales en este laboratorio.

NOTAS FINALES

Este documento es una guía para el desarrollo experimental y está sujeto a cambios e indicaciones del docente.

Criterios de evaluación, Evidencias e Instrucciones de entrega, consúltelo en el documento: Rúbrica de evaluación e instrucciones de entrega de actividades (PDF).

Para la elaboración de su reporte apóyese en el documento Guía para elaboración de reporte de actividades (PDF).

La fecha de entrega del reporte se configura en la plataforma del curso.