

Electrónica

Guía de problemas N^o3 “Amplificadores Operacionales”

6 de junio de 2024

1. La respuesta en frecuencia de un amplificador de alterna puede calcularse suponiendo que el funcionamiento del circuito es equivalente al de un conjunto de tres etapas conectadas como muestra la Figura 1.

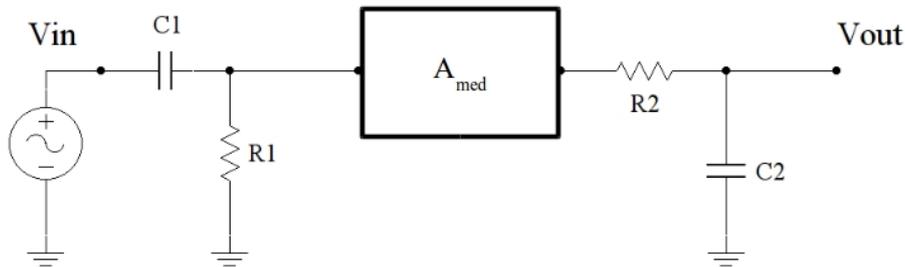


Figura 1: Modelo de un amplificador de alterna.

El bloque central (rectángulo) representa un amplificador ideal de ganancia A_{med} (ganancia a frecuencias medias). Demostrar que la ganancia de tensión de este sistema está dada por la siguiente expresión

$$A = \frac{A_{med}}{\sqrt{1 + (f_1/f)^2} \sqrt{1 + (f/f_2)^2}}, \quad (1)$$

donde f es la frecuencia de la señal de entrada y

$$f_1 = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \quad \text{y} \quad f_2 = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} \quad (2)$$

son, respectivamente, las frecuencias de corte inferior y superior.

2. Demostrar que el diagrama de Bode de la Ecuación (1) a frecuencias por debajo (arriba) de f_1 (f_2) tienen una pendiente que sube (cae) a razón de 20 dB/década.

3. Demostrar que, en ambas frecuencias de corte, la ganancia de tensión en decibeles de un amplificador de alterna cuya respuesta en frecuencia está caracterizada por la Ecuación (1), tiene un valor que está 3 dB por debajo del que tiene la ganancia a frecuencias medias.
4. Para el amplificador diferencial de la Figura 2:
 - a) Realizar el análisis de continua.
 - b) Calcular la ganancia de tensión diferencial.
 - c) Calcular la ganancia de tensión en modo común.
 - d) Calcular la relación de rechazo al modo común.

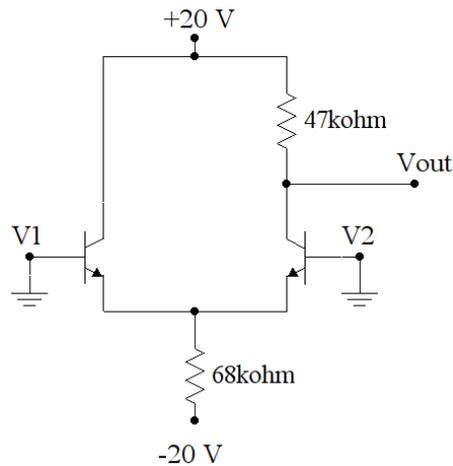


Figura 2: Amplificador diferencial.

5. Calcular la tensión de salida del circuito de la Figura 2 si las tensiones de entrada son continuas y tienen los valores $V_1 = -4,2 \text{ mV}$ y $V_2 = -6,1 \text{ mV}$.
6. El amplificador operacional 741C tiene un slew rate de $0,5 \text{ V}/\mu\text{s}$. Si la señal de entrada es una onda senoidal de 100 kHz , ¿cuál es la máxima tensión pico a pico que se puede tener a la salida sin distorsión?
7. Un amplificador operacional tiene una ganancia de tensión a frecuencias medias de 104 dB y una frecuencia de ganancia unidad de 2 MHz . Calcular su frecuencia de corte a lazo abierto.
8. El circuito de la Figura 3 está construido con un amplificador operacional LM741 y es alimentado por tensiones de $\pm 12 \text{ V}$. Calcular:
 - a) La ganancia a lazo cerrado y el ancho de banda.
 - b) La amplitud de la señal de salida para una entrada senoidal de 2 mV pico a pico y frecuencia 1 kHz .
 - c) La amplitud de la tensión de salida si la frecuencia de la señal de entrada anterior se incrementa a 300 kHz .

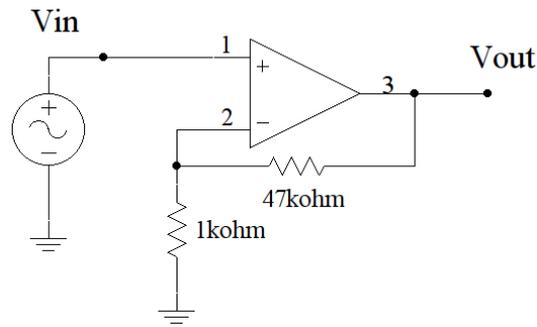


Figura 3: Amplificador no-inversor.

9. Calcular la ganancia de tensión y el ancho de banda del circuito de la Figura 4.

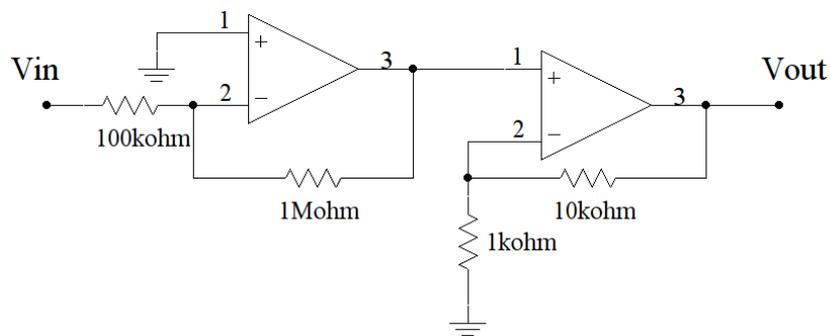


Figura 4: Amplificador de dos etapas.

10. Si el circuito de la Figura 4 se construye usando amplificadores operacionales LM741, ¿cuánto vale la máxima tensión pico a pico de una señal de entrada senoidal que se podría amplificar sin distorsión para todo el ancho de banda?.
11. Determinar la tensión de salida del circuito de la Figura 5.

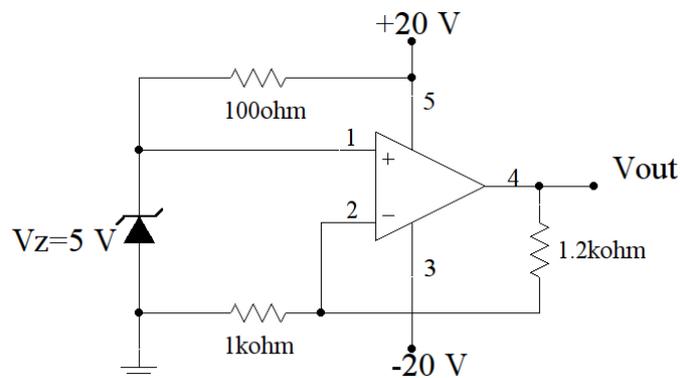


Figura 5: Circuito con operacional.

12. Diseñar un circuito construido con amplificadores operacionales que tenga tres entradas de tensión alternas, v_1 , v_2 y v_3 , que produzca una señal de salida dada por la siguiente expresión:

$$v_{\text{out}} = 3v_1 - 2v_2 - 0,1v_3. \quad (3)$$

13. Un sensor de Platino tiene una resistencia R que varía linealmente con la temperatura T como

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)], \quad (4)$$

donde $R_0 = 100 \Omega$, $T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ y $\alpha = 0,003925 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ son constantes que caracterizan su comportamiento. Diseñar un circuito compuesto tanto por un puente de Wheatstone como por un amplificador diferencial (construido con al menos un amplificador operacional), que tenga una salida de tensión que varíe entre 0 y 5 V cuanto la temperatura cambie de 0 a 10 $^\circ\text{C}$. Suponer que sólo se dispone de tensiones de alimentación de $\pm 12 \text{ V}$.

14. El circuito de la Figura 6 es una fuente de corriente que alimenta a una carga R_L . Calcular:
- La corriente programada de salida.
 - Los valores entre los cuales puede variar R_L sin que cambie la corriente de salida programada.

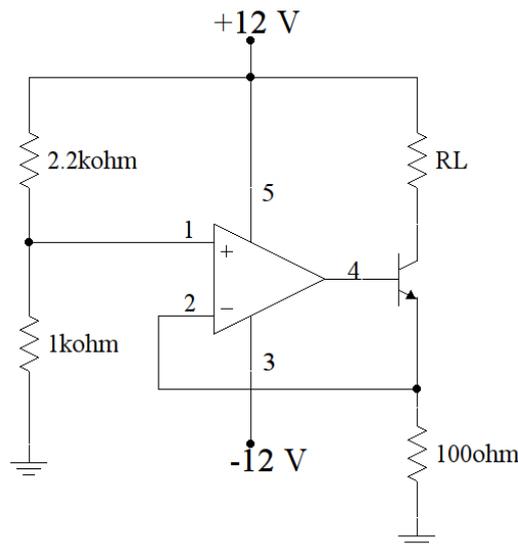


Figura 6: Fuente de corriente.

15. Un filtro pasa banda cuya frecuencia central es $f_0 = 200 \text{ kHz}$ tiene un factor de calidad $Q = 5$. Calcular el ancho de banda y las frecuencias de corte inferior y superior.
16. Diseñar un filtro pasa alto de primer orden construido con un amplificador operacional LM741, que tenga una ganancia de 20 dB en la banda pasante y una frecuencia de corte de 100 Hz. ¿Hasta qué valor de frecuencia puede comportarse como filtro pasa alto?. Dibujar el diagrama de Bode asintótico.

17. Calcular el tipo de respuesta y la frecuencia de corte del filtro pasa bajo activo de segundo orden de la Figura 7 si:
- $R = 75 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 100 \text{ pF}$ y $C_2 = 200 \text{ pF}$.
 - $R = 51 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 100 \text{ pF}$ y $C_2 = 680 \text{ pF}$.

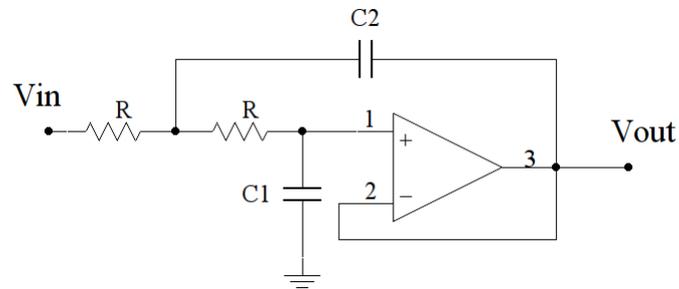


Figura 7: Filtro pasa bajo de segundo orden Sallen-Key.

- Diseñar un filtro pasa alto activo de segundo orden Sallen-Key de componentes iguales que tenga una frecuencia de corte de 1 kHz y una respuesta tipo Bessel.
- Diseñar un filtro pasa bajo activo de sexto orden que tenga una frecuencia de corte de 10 kHz y una respuesta plana máxima.
- Trazar la función de transferencia del comparador de la Figura 8 suponiendo que la tensión de Zener de ambos diodos es de 5,1 V.

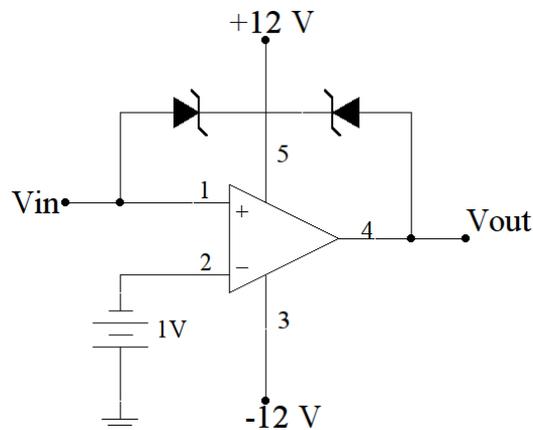


Figura 8: Circuito comparador.

21. Diseñar un circuito comparador que tenga la función de transferencia mostrada en la Figura 9.

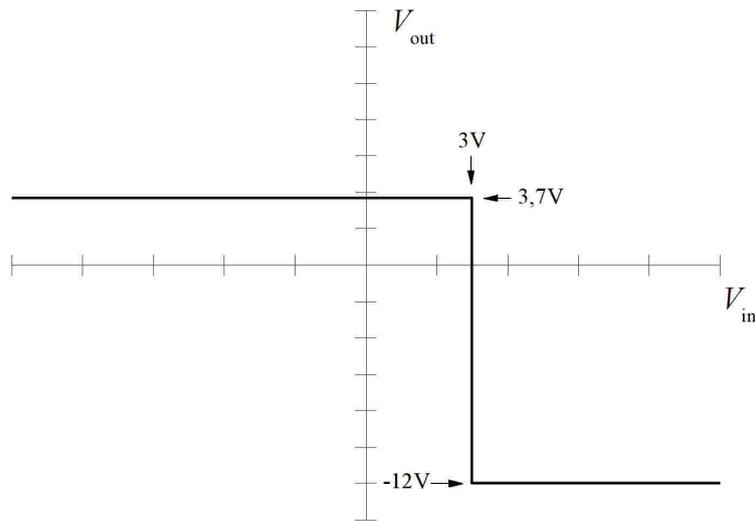


Figura 9: Función de transferencia.

22. Para el comparador con histéresis de la Figura 10:

- Calcular los puntos de conmutación superior e inferior.
- Trazar la función de transferencia.

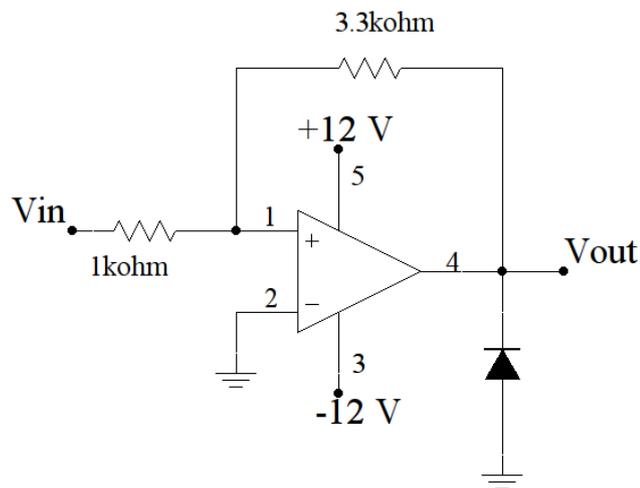


Figura 10: Circuito comparador con histéresis.

- Diseñar un oscilador de relajación de 10 kHz que genere, sobre el capacitor, una onda aproximadamente triangular de 10 V pico a pico. Graficar esta señal de salida.
- Diseñar un oscilador en puente de Wien de 100 Hz.