

MEDICIONES SOBRE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS
EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Objetivos

- Familiarizar al estudiante con el funcionamiento del amplificador operacional conectado en la configuración amplificador inversor, estudiando sus respuestas tanto sobre el circuito real como con el programa SPICE.
- Familiarizar al estudiante con los procedimientos para medir la ganancia DC, la ganancia AC y el desfase entre la entrada y la salida de los circuitos amplificadores utilizando los instrumentos adecuados.

Preparación

- 1.- Deduzca la expresión del voltaje de salida para el amplificador inversor cuyo circuito se muestra en la Figura 1, considerando que el amplificador operacional es ideal, utilizando los valores indicados por su profesor y alimentándolo con fuentes de $\pm 15V$.

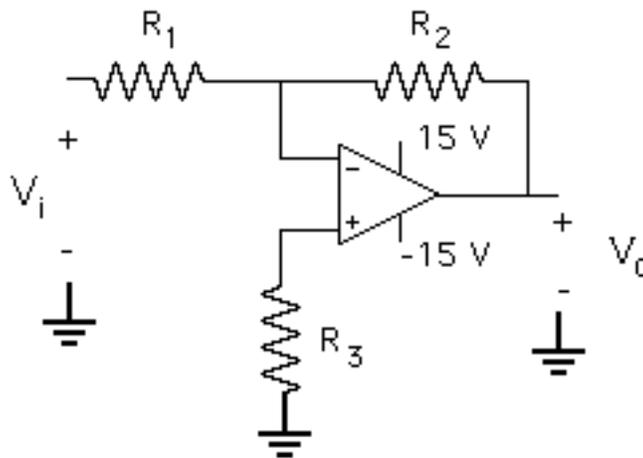


Figura 1.- Amplificador inversor

- 2.- Haga el diagrama circuital completo en SPICE del amplificador inversor utilizando el modelo del 741, con todos los valores nominales de los componentes que se van a emplear, incluyendo la resistencia apropiada en la entrada no inversora y aplique el análisis BIAS POINT DETAIL para obtener las corrientes y voltajes en todos los terminales del amplificador operacional.

- 3.- Realice el análisis TRANSIENT en SPICE para obtener una gráfica de las señales de entrada y salida en función del tiempo, cuando la señal de entrada es una onda sinusoidal de la amplitud y frecuencia indicadas por su profesor.
- 4.- Realice el análisis AC SWEEP en SPICE del circuito de la figura 8.1 para graficar el voltaje V_o en función de la frecuencia dentro del rango de frecuencias de 10 Hz a 1 MHz, considerando que la señal de entrada tiene una amplitud de 1V. Averigüe por qué disminuye la ganancia del amplificador para frecuencias altas (Definición de ancho de banda).
- 5.- Dibuje el diagrama de cableado del amplificador inversor, tal como lo va a montar en el protoboard.
- 6.- Utilizando como base el diagrama de cableado, explique cómo va a colocar los equipos e instrumentos de medición para medir lo siguiente:
 - a) La amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) para diferentes valores DC del voltaje de entrada utilizando el osciloscopio y el multímetro digital.
 - b) La amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) para señales de entrada sinusoidales de 1 V de amplitud y un rango de frecuencias de 10 Hz a 1 MHz, producidas por el generador de funciones.
 - c) El desfase entre V_o y V_i para los voltajes de entrada especificados en el punto anterior, utilizando la calibración del eje horizontal.

NOTA 1: En el laboratorio debe disponer de los archivos de SPICE elaborados por Ud., bien sea impresos en papel o en archivos que puedan presentarse en la pantalla de su computador, ya que es necesario comparar los resultados obtenidos en SPICE con las señales que se observan en el osciloscopio.

NOTA 2: Recuerde traer papel milimetrado al laboratorio o algún dispositivo que le permita guardar la información observada en el osciloscopio para luego imprimirla y analizarla.

Grupo N° _____

Fecha _____

Nombre _____

Nombre _____

EC1081
Trabajo de Laboratorio
Práctica Especial N° 11

- 1.- Recuerde que al entrar al laboratorio tiene que llenar la hoja de asistencia.
- 2.- Registre los valores nominales y las tolerancias de las resistencias que va a utilizar y mida con el multímetro digital los valores reales de las resistencias.

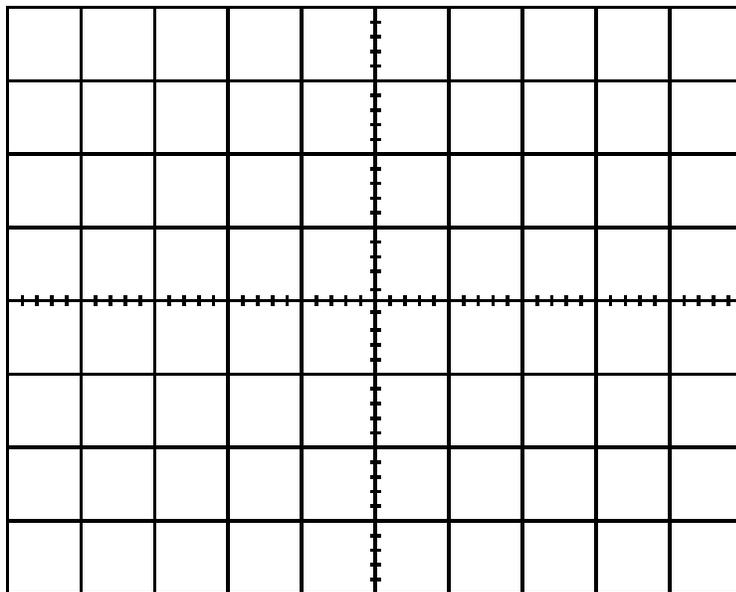
Componente	R ₁	R ₂	R ₃
Val. nominal y tolerancia			
Valor real (multímetro)			

- 3.- Monte el amplificador inversor. Asegúrese de que las fuentes de alimentación de 15V y -15V llegan a los pines correspondientes del amplificador.
- 4.- Inicialmente conecte la entrada V_i a 0V (tierra) y mida el voltaje de salida. Si dicho voltaje es muy pequeño (milivoltios), el amplificador operacional está funcionando correctamente. En caso contrario, está dañado y debe cambiarlo por otro. ¿Operacional operativo? _____
- 5.- Mida la amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) para diferentes valores DC del voltaje de entrada con el voltímetro digital. Anote los resultados obtenidos en la siguiente tabla, calcule la ganancia del amplificador inversor y agregue cualquier comentario de interés. Para aplicar los valores de voltaje DC utilice un potenciómetro de 5 o 10 kΩ, conecte sus extremos a la fuente fija de 5V y el terminal central a la entrada del amplificador inversor. La tierra de la fuente de 5V debe estar conectada al punto común de las dos fuentes de alimentación del amplificador operacional.

V _i	V _o	V _o /V _i	Comentarios
2			
1,5			
1			
0,5			
0			
-0,5			
-1			
-1,5			
-2			

6.- Aplique una señal sinusoidal al amplificador inversor, con los mismos valores de amplitud y frecuencia utilizados en la simulación con SPICE. Observe en la pantalla del osciloscopio simultáneamente la señal de entrada y la de salida y haga un dibujo de lo observado o tome una foto de la pantalla, identificando el canal de cada señal y registrando cuidadosamente la calibración de cada canal vertical, la del horizontal, la posición del nivel de tierra y el tipo de acoplamiento (DC o AC). Anote también los valores medidos de la amplitud del voltaje de entrada, la del voltaje de salida, la frecuencia de operación y el desfase entre las dos señales.

V/div CH1	V/div CH2	s/div	V_i pico	V_o pico	Frecuencia	Desfase



Canal 1 _____

Escala de voltaje CH1 = _____ V/div

Canal 2 _____

Escala de voltaje CH2 = _____ V/div

Base de tiempo = _____

7.- A fin de poder realizar una gráfica de la respuesta en frecuencia del amplificador operacional en la configuración amplificador inversor, mida la amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) y el desfase entre V_o y V_i utilizando la calibración del eje horizontal en un amplio rango de frecuencias. Para ello coloque en la entrada señales sinusoidales de 1 V de amplitud, varíe la frecuencia y compruebe las amplitudes y frecuencias de las señales de entrada con el osciloscopio antes de realizar las mediciones sobre la señal de salida. Agregue las mediciones que considere oportunas a las frecuencias de mayor interés hasta completar 10 puntos, especialmente alrededor de la frecuencia de corte del amplificador, que puede observar en la corrida AC Sweep de SPICE. Anote los resultados obtenidos en la siguiente tabla y registre los comentarios pertinentes. Al ir realizando las mediciones compruebe los resultados utilizando como referencia el diagrama en SPICE para evitar errores grandes. Al terminar esta tabla, muéstrela a su profesor para que haga una primera revisión de los resultados. Observe lo que ocurre si aumenta la entrada a 2 V.

Frecuencia	V_i pico	V_o pico	V_o/V_i	Desfasaje V_o entre V_i
10 Hz				
100 Hz				
1 kHz				
10 kHz				
100 kHz				
500 kHz				

Comentarios

8.- Al finalizar la práctica, muéstrele a su profesor todas las anotaciones de las medidas realizadas.

9.- Ordene el mesón antes de retirarse del aula, incluyendo las sillas.

10.- Recuerde anotar la hora de salida en la carpeta de asistencia.

Práctica N° 11

Análisis de Resultados y Conclusiones

- 1.- Haga una gráfica del voltaje de salida V_O en función del voltaje de entrada V_i para los diferentes voltajes DC aplicados al amplificador inversor (función de transferencia). Indique sobre la gráfica la zona lineal y la zona de saturación del amplificador. Justifique el valor del voltaje máximo obtenido, tanto positivo como negativo. Compare la ganancia DC obtenida experimentalmente con la teórica y, tomando en cuenta la tolerancia de los componentes utilizados, explique las discrepancias y calcule el error porcentual.
- 2.- Compare la gráfica obtenida con el análisis TRANSIENT de SPICE para el amplificador inversor con la que Ud. obtuvo en la pantalla del osciloscopio, y explique las discrepancias en cuanto a los valores de la magnitud de voltaje y el desfase, tomando en cuenta la tolerancia de los componentes utilizados. Calcule el error porcentual del voltaje de salida, tomando como referencia el valor teórico.
- 3.- Haga una gráfica de la amplitud de la ganancia de voltaje, V_O/V_i , en función de la frecuencia de operación, f , para el amplificador inversor, utilizando escala logarítmica de por lo menos 4 décadas en el eje horizontal. Identifique sobre la gráfica el ancho de banda del amplificador inversor. Compare dicha gráfica con la obtenida con SPICE mediante el análisis AC SWEEP y explique las discrepancias en cuanto a los valores de la magnitud de voltaje y la frecuencia de corte, tomando en cuenta la tolerancia de los componentes utilizados.
- 4.- Haga una gráfica del desfase entre V_O y V_i en función de la frecuencia de operación, f , para el amplificador inversor, en escala logarítmica, utilizando escala logarítmica de por lo menos 4 décadas en el eje horizontal. Comente las características más importantes de dicha gráfica.
- 5.- Escriba sus conclusiones sobre esta práctica.