

PRACTICA N° 1

CONFIGURACIONES BASICAS DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

OBJETIVOS

- * Realizar montajes de circuitos electrónicos sobre el protoboard.
- * Familiarizar al estudiante con el funcionamiento del amplificador operacional en tres configuraciones básicas: Amplificador inversor, seguidor de voltaje y filtro pasa-bajo activo.
- * Estudiar para cada configuración sus respuestas, tanto sobre el circuito real como con el programa SPICE, a fin de determinar la ganancia DC, la resistencia de entrada, la ganancia AC y el desfase entre la entrada y la salida de los circuitos amplificadores utilizando los instrumentos adecuados.

PREPARACION

- 1.- Busque las especificaciones del amplificador operacional con el que va a trabajar en el Laboratorio y tenga a mano los puntos más importantes durante la realización de la práctica, o averigüe si dichas especificaciones están disponibles en línea a través de la red del laboratorio para que Ud. las pueda observar en la pantalla de su computador.
- 2.- Dada la configuración mostrada en la Figura 1.1, determine la función de transferencia V_o/V_i en función de las resistencias R_1 y R_2 . Diseñe un amplificador inversor de ganancia 10, alimentado con fuentes de $\pm 15V$. Colóquele en la entrada no inversora una resistencia igual al paralelo de la resistencia de la entrada inversora con la resistencia de alimentación para compensar las corrientes de polarización.

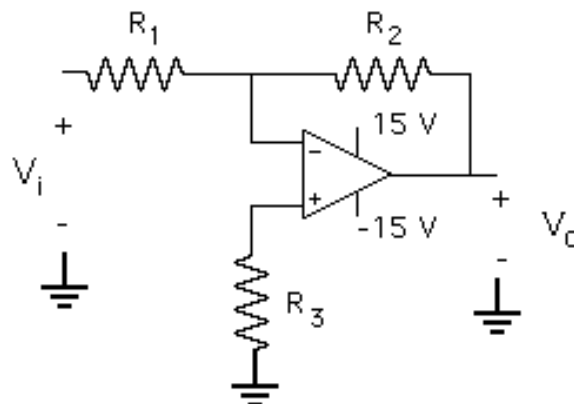


Figura 1.1.- Amplificador inversor

- 3.- Haga el diagrama circuital completo, indicando claramente todos los valores nominales de los componentes que se van a emplear, incluyendo la resistencia apropiada en la entrada no inversora.

4.- Simule el circuito 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 1V, 10 kHz (análisis TRAN).

5.- Obtenga en SPICE la gráfica de la salida del amplificador inversor en función de la frecuencia hasta 1 MHz. (Análisis AC, aplicando una fuente AC de 1V de amplitud). Averigüe por qué disminuye la ganancia del amplificador para frecuencias altas (Definición de ancho de banda).

6.- Calcule la potencia máxima que van a disipar las resistencias utilizadas en el diseño, suponiendo que el voltaje de entrada es igual al de una de las fuentes. En función de esto, determine la capacidad de disipación de potencia que deben tener las resistencias del circuito.

7.- Dibuje el diagrama de cableado del amplificador inversor, tal como se va a montar en el protoboard.

8.- Utilizando como base el diagrama de cableado, haga un esquema de la forma como va a colocar los equipos e instrumentos de medición para medir lo siguiente:

a) La ganancia de voltaje (V_o/V_i) para diferentes valores DC del voltaje de entrada: (-2V, -1V, -0,5V, 0V, 0,5V, 1V, 2V).

b) La corriente de entrada al amplificador para cada uno de los voltajes de entrada anteriores, medida en forma directa.

c) La amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) y el desfase entre V_o y V_i para diferentes valores AC del voltaje de entrada. Para ello se van a colocar en la entrada señales sinusoidales de 1V de amplitud y frecuencias de 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz y 1MHz, (amplitudes y frecuencias medidas con el osciloscopio), producidas por el generador de funciones.

9.- La configuración mostrada en la Figura 1.2 es un seguidor de voltaje, alimentado con fuentes de $\pm 15V$. Simule el circuito 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 1V, 10 kHz (análisis TRAN).

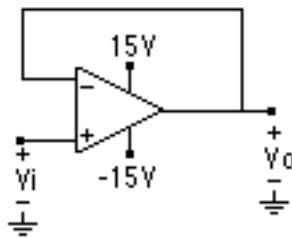


Figura 1.2.- Seguidor de voltaje

10.- Obtenga en SPICE la gráfica de la salida del amplificador inversor en función de la frecuencia hasta 1 MHz. (Análisis AC, aplicando una fuente AC de 1V de amplitud).

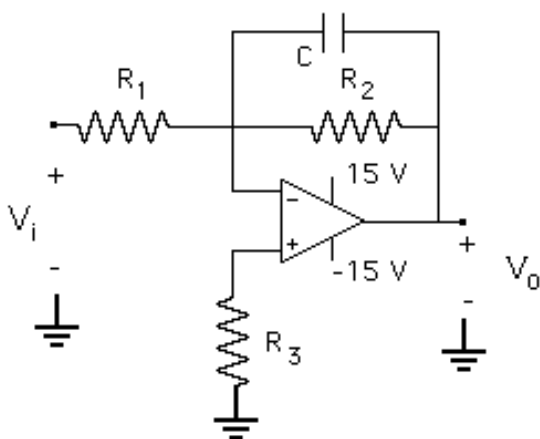
11.- Dibuje el diagrama de cableado del circuito diseñado en el punto anterior, tal como se va a montar en el protoboard.

12.- Utilizando como base el diagrama de cableado, haga un esquema de la forma como va a colocar los equipos e instrumentos de medición para medir lo siguiente:

a) La ganancia de voltaje (V_o/V_i) para diferentes valores DC del voltaje de entrada: (-16V, -10V, -5V, 0V, 5V, 10V, 16V).

b) La amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) y el desfase entre V_o y V_i para diferentes valores AC del voltaje de entrada. Para ello se van a colocar en la entrada señales sinusoidales de 1V de amplitud y frecuencias de 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz y 1MHz, (amplitudes y frecuencias medidas con el osciloscopio), producidas por el generador de funciones.

13.- Para la configuración mostrada en la Figura 1.3, un filtro pasa-bajo activo, determine la función de transferencia V_o/V_i en función de las resistencias R_1 y R_2 y el condensador C .



14.- Calcule el valor de la frecuencia de corte del filtro pasa bajo activo y de la ganancia A que tiene el circuito a frecuencias bajas para los valores del condensador C y de las resistencias R_1 y R_2 indicados por su profesor.

R_1	R_2	C	ω_c	f_c	A

15.- Calcule el valor de la resistencia de la entrada no inversora, que debe ser igual al paralelo de la resistencia de la entrada inversora con la resistencia de alimentación para compensar las corrientes de polarización.

16.- Haga el diagrama circuital completo, indicando claramente todos los valores nominales de los componentes que se van a emplear, incluyendo la resistencia apropiada en la entrada no inversora.

17.- Obtenga en SPICE la gráfica de la salida del filtro pasa-bajo activo en función de la frecuencia hasta los MHz. (Análisis AC, aplicando una fuente AC de 100 mV de amplitud).

18.- Calcule la potencia máxima que van a disipar las resistencias utilizadas en el circuito, suponiendo que el voltaje de entrada es igual al de una de las fuentes. En función de esto, determine la capacidad de disipación de potencia que deben tener las resistencias del circuito.

19.- Dibuje el diagrama de cableado del circuito diseñado en el punto anterior, tal como se va a montar en el protoboard.

20.- Utilizando como base el diagrama de cableado, haga un esquema de la forma como 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) y el desfase entre V_o y V_i para diferentes valores AC del voltaje de entrada. Para ello se van a colocar en la entrada señales sinusoidales de 1V de amplitud y frecuencias de 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz y 1MHz, (amplitudes y frecuencias medidas con el osciloscopio), producidas por el generador de funciones.

13.- Utilizando la hoja de cálculo, prepare las tablas necesarias para registrar en forma ordenada todas las mediciones que va a tomar en el Laboratorio, las cuales son:

a) Tabla para la ganancia de voltaje del amplificador inversor correspondiente a diferentes valores DC del voltaje de entrada (dos columnas: V_{dc} y Ganancia, 7 filas).

b) Tabla para la corriente de entrada del amplificador inversor correspondiente a diferentes valores del voltaje DC de entrada (dos columnas: V_{dc} e I_{dc} , 7 filas).

c) Tabla para la amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) y el desfase entre V_o y V_i del amplificador inversor para diferentes señales AC del voltaje de entrada, de la misma magnitud y diferentes frecuencias (tres columnas: Frecuencia, V_o/V_i y desfase, 5 filas).

d) Tabla para la ganancia de voltaje del seguidor de voltaje correspondiente a diferentes valores DC del voltaje de entrada (dos columnas: V_{dc} y Ganancia, 7 filas).

e) Tabla para la amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) y el desfase entre V_o y V_i del seguidor de voltaje para diferentes señales AC del voltaje de entrada, de la misma magnitud y diferentes frecuencias (tres columnas: Frecuencia, V_o/V_i y desfase, 5 filas).

f) Tabla para la amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) y el desfase entre V_o y V_i del filtro pasa-bajo activo para diferentes señales AC del voltaje de entrada, de la misma magnitud y diferentes frecuencias (tres columnas: Frecuencia, V_o/V_i y desfase, 5 filas).

TRABAJO EN EL LABORATORIO.

1.- Recuerde que al entrar al laboratorio tiene que llenar la hoja de asistencia.

2.- Encienda su mesón de trabajo y el osciloscopio. Este es un hábito que debe practicar siempre que trabaje con equipos basados en tubos de rayos catódicos.

3.- Si al iniciar la práctica encuentra faltas ó fallas en el equipo o en partes del mesón de trabajo que le corresponde (equipos de medición, cables, computador, monitor, ratón, Variac, portafusibles, fusibles, puntas del osciloscopio, interruptores, tomacorrientes, fuente de poder DC, generador de funciones, etc.), notifíquelo inmediatamente al profesor.

4.- Monte el amplificador inversor de ganancia 10. Asegúrese de que las fuentes de alimentación de 15V y -15V llegan a los pines correspondientes del amplificador. Para estas primeras mediciones, conecte la entrada V_i a 0V.

5.- Mida la ganancia de voltaje del amplificador inversor (V_o/V_i) para diferentes valores DC del voltaje de entrada (-2V, -1V, -0,5V, 0V, 0,5V, 1V, 2V). Anote los resultados obtenidos en la tabla preparada.

6.- Mida la corriente de entrada al amplificador inversor para cada uno de los voltajes de entrada anteriores, en forma directa. Anote los resultados obtenidos en la tabla preparada.

7.- Aplique una señal sinusoidal de 1V, 10 kHz (los mismos valores utilizados en la simulación) al amplificador inversor. Observe en la pantalla del osciloscopio simultáneamente la señal de entrada y la de salida y haga un dibujo de lo observado.

8.- Mida la amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) y el desfase entre v_o y V_i del amplificador inversor para diferentes valores AC de pequeña señal del voltaje de entrada. Para ello coloque en la entrada señales sinusoidales de 1V de amplitud y frecuencias de 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz y 1MHz y compruebe las amplitudes y frecuencias de estas señales de entrada con el osciloscopio. Anote los resultados obtenidos en la tabla preparada.

9.- Monte el seguidor de voltaje. Asegúrese de que las fuentes de alimentación de 15V y -15V llegan a los pines correspondientes del amplificador. Para estas primeras mediciones, conecte la entrada V_i a 0V.

10.- Mida la ganancia de voltaje del seguidor de voltaje (V_o/V_i) para diferentes valores DC del voltaje de entrada (-16V, -10V, -5V, 0V, 5V, 10V, 16V). Anote los resultados obtenidos en la tabla preparada.

11.- Aplique una señal sinusoidal de 1V, 10 kHz (los mismos valores utilizados en la simulación) al amplificador inversor. Observe en la pantalla del osciloscopio simultáneamente la señal de entrada y la de salida y haga un dibujo de lo observado.

12.- Mida la amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) y el desfase entre V_o y V_i del seguidor de voltaje para diferentes valores AC de pequeña señal del voltaje de entrada. Para ello coloque en la entrada señales sinusoidales de 1V de amplitud y frecuencias de 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz y 1MHz y compruebe las amplitudes y frecuencias de estas señales de entrada con el osciloscopio. Anote los resultados obtenidos en la tabla preparada.

13.- Monte el filtro pasa-bajo activo. Asegúrese de que las fuentes de alimentación de 15V y -15V llegan a los pines correspondientes del amplificador. Para estas primeras mediciones, conecte la entrada V_i a 0V.

14.- Mida la amplitud de la ganancia de voltaje (V_o/V_i) y el desfase entre V_o y V_i del seguidor de voltaje para diferentes valores AC de pequeña señal del voltaje de entrada. Para ello coloque en la

entrada señales sinusoidales de 1V de amplitud y frecuencias de 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz y 1MHz y compruebe las amplitudes y frecuencias de estas señales de entrada con el osciloscopio. Anote los resultados obtenidos en la tabla preparada.

15.- Al finalizar todas las mediciones, muéstreselas a su profesor.

16.- Recuerde dejar el mesón ordenado al terminar la práctica y coloque los taburetes en su sitio.

INFORME DE TRABAJO.

NOTA: TODO INFORME DEBE ATENERSE A LAS NORMAS GENERALES ESTABLECIDAS.

I. En el Marco Teórico, haga un resumen, de máximo dos páginas, sobre las características más resaltantes del amplificador inversor y del seguidor de voltaje, incluyendo su respuesta en frecuencia.

II. En la Metodología, describa muy brevemente los procedimientos y circuitos utilizados, indicando los valores nominales de los componentes empleados.

III. En los Resultados :

1.- Coloque los datos, tablas y gráficos obtenidos en el laboratorio. Recuerde que no tiene que “pasar en limpio” los datos tomados en el laboratorio, sino colocar directamente la información recopilada.

2.- Haga un gráfico del voltaje de salida V_o vs. el voltaje de entrada V_i para los diferentes voltajes DC aplicados al amplificador inversor (función de transferencia). Indique la zona lineal y la zona de saturación del amplificador.

3.- Haga un gráfico de la corriente de entrada i_i vs. el voltaje de entrada V_i para los diferentes voltajes DC aplicados al amplificador inversor, utilizando la herramienta más conveniente.

4.- Haga un gráfico de la amplitud de la ganancia de voltaje, V_o/V_i vs la frecuencia de operación, f , para el amplificador inversor, en escala logarítmica. Observe que necesita una escala logarítmica de por lo menos 4 décadas.

5.- Haga un gráfico del desfase entre V_o y V_i vs la frecuencia de operación, f , para el amplificador inversor, en escala logarítmica, siguiendo las recomendaciones anteriores.

6.- Haga un gráfico del voltaje de salida V_o vs. el voltaje de entrada V_i para los diferentes voltajes DC aplicados al seguidor de voltaje (función de transferencia). Indique la zona lineal y la zona de saturación del amplificador.

7.- Haga un gráfico de la amplitud de la ganancia de voltaje, V_o/V_i vs la frecuencia de operación, f , para el seguidor de voltaje, en escala logarítmica. Observe que necesita una escala logarítmica de por lo menos 4 décadas.

8.- Haga un gráfico del desfase entre V_o y V_i vs la frecuencia de operación, f , para el seguidor de voltaje, en escala logarítmica, siguiendo las recomendaciones anteriores.

9.- Haga un gráfico de la amplitud de la ganancia de voltaje, V_o/V_i vs la frecuencia de operación, f , para el filtro pasa-bajo activo, en escala logarítmica. Observe que necesita una escala logarítmica de por lo menos 4 décadas.

10.- Haga un gráfico del desfase entre V_o y V_i vs la frecuencia de operación, f , para el filtro pasa-bajo activo, en escala logarítmica, siguiendo las recomendaciones anteriores.

IV. En el análisis de Resultados:

1.- Analice el gráfico de la función de transferencia del amplificador inversor, explicando las zonas que pueden observarse.

2.- Analice el gráfico de la corriente vs. voltaje de entrada para el amplificador inversor y determine el valor de la resistencia de entrada.

3.- Compare el gráfico obtenido con el análisis TRANS de SPICE para el amplificador inversor con el que Ud. realizó en el laboratorio y explique las discrepancias.

4.- Compare el gráfico de la amplitud de la ganancia de voltaje, V_o/V_i , vs la frecuencia de operación para el amplificador inversor con el obtenido con SPICE mediante el análisis AC y explique las discrepancias.

5.- Analice el gráfico del desfase entre v_o y V_i para el amplificador inversor y comente las características más importantes de dicho gráfico.

6.- Analice el gráfico de la función de transferencia del seguidor de voltaje, explicando las zonas que pueden observarse.

7.- Compare el gráfico obtenido con el análisis TRANS de SPICE para el seguidor de voltaje con el que Ud. realizó en el laboratorio y explique las discrepancias.

8.- Compare el gráfico de la amplitud de la ganancia de voltaje, V_o/V_i , vs la frecuencia de operación para el seguidor de voltaje con el obtenido con SPICE mediante el análisis AC y explique las discrepancias.

9.- Analice el gráfico del desfase entre V_o y V_i para el seguidor de voltaje y comente las características más importantes de dicho gráfico.

10.- Compare el gráfico de la amplitud de la ganancia de voltaje, V_o/V_i , vs la frecuencia de operación para el filtro pasa-bajo activo con el obtenido con SPICE mediante el análisis AC y explique las discrepancias.

11.- Analice el gráfico del desfase entre V_o y V_i para el filtro pasa-bajo activo y comente las características más importantes de dicho gráfico.

V. En las Conclusiones: Escriba sus conclusiones sobre la práctica realizada, los procedimientos de medición utilizados y los resultados obtenidos. Haga un breve comentario sobre la aplicabilidad de dichos procedimientos de medición.

VI. En los Comentarios finales: Describa las dificultades que se le presentaron en las etapas de montaje y medición de los circuitos en el laboratorio, analice las causas de los problemas, indique cómo los resolvió y haga un comentario sobre los procesos que debe seguir para tratar de prevenir o evitar dichas dificultades. Evalúe el grado en que Ud. considera que ha alcanzado los objetivos de la práctica.

VII. Recuerde anexar la Preparación.

REFERENCIAS.

1.- Laboratorios de Circuitos Electrónicos, Guía Teórica, 2ª versión o versión electrónica, en la página <http://www.labc.usb.ve/mgimenez/Ec1181ele/index.html>. Prof. María Isabel Giménez de Guzmán. USB.