UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA Y CIRCUITOS
CIRCUITOS ELECTRÓNICOS I EC1177
PRACTICA Nº1

MEDICIONES SOBRE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS
EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Objetivos

- Familiarizar al estudiante con el funcionamiento del amplificador operacional conectado en la configuración amplificador diferencial, estudiando sus respuestas tanto con el programa de simulación como sobre el circuito real.

- Familiarizar al estudiante con los procedimientos para medir parámetros de los circuitos con amplificadores operacionales, tales como la ganancia DC, la ganancia AC, el desfasaje entre la entrada y la salida, el voltaje de "offset", la Relación de Rechazo en Modo Común (CMRR), y las impedancias de entrada y de salida, utilizando los instrumentos adecuados.

Preparación

1.- Busque las especificaciones del amplificador operacional con el que va a trabajar en el Laboratorio y fotocopie los puntos más importantes para tenerlos disponibles durante la realización de la práctica.

2.- Deduzca la expresión del voltaje de salida para el amplificador diferencial básico 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 ±15V. Indique cuál es la función principal de este circuito.

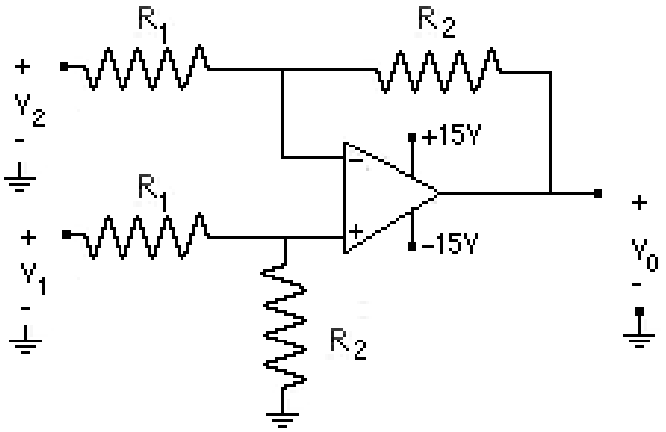

Figura 1.- Amplificador diferencial básico

3.- Defina voltaje de "offset" de un amplificador diferencial e indique cómo medirlo.

4.- Defina la relación de rechazo en modo común (CMRR) de un amplificador diferencial e indique cómo medirla.

5.- Calcule la impedancia de entrada en DC para cada una de las entradas, considerando que la otra entrada se encuentra conectada a tierra y que el amplificador operacional presenta características muy próximas a las ideales.

6.- Haga el diagrama circuital completo del amplificador diferencial con el programa de simulación utilizando el modelo del 741.

7.- Haga una corrida en el programa de simulación para obtener una gráfica de la salida en función del tiempo, cuando v_1 es una señal sinusoidal con los valores dados por su profesor, y v_2 es cero.

8.- Haga una corrida en el programa de simulación para obtener una gráfica de la salida en función del tiempo, cuando v_2 es una señal sinusoidal de con los valores dados por su profesor z, y v_1 es cero.

9.- Haga una corrida en el programa de simulación para obtener una gráfica de la salida en función de la frecuencia (análisis AC), para un rango de frecuencias hasta los 10MHz, cuando v_1 es una señal sinusoidal de 1 V y v_2 es cero.

10.- Haga corridas en el programa de simulación para obtener las gráficas de las dos señales de entrada y la señal de salida en función del tiempo para dos combinaciones de las señales de entrada: Una señal DC y una AC sin que se presente saturación y una señal DC y una AC que lleven el amplificador a saturación.

11.- Dibuje el diagrama de cableado del amplificador diferencial básico, tal como lo va a montar en el protoboard.

12.- Basándose en el diagrama de cableado indique la forma como va a conectar los instrumentos para medir experimentalmente el voltaje de "offset", la relación de rechazo en modo común, la ganancia de voltaje para diferentes voltajes DC y AC en ambas entradas, las mediciones de la impedancia de entrada en DC para cada una de las entradas y la respuesta en frecuencia de cada una de las entradas por separado (colocando la otra a cero).

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

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

Grupo Nº _____ Fecha _____

Nombre _____

Nombre _____

EC1177
Trabajo de Laboratorio
Práctica Nº 1

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 dichas resistencias.

Componente	R_1	R_2	R_{11}	R_{22}
Val. nominal y tolerancia				
Valor real (multímetro)				

3.- Monte el amplificador diferencial. Asegúrese de que las fuentes de alimentación de 15V y –15V llegan a los pines correspondientes del amplificador.

4.- Inicialmente conecte ambas entradas a 0V (tierra) y mida el voltaje de salida. Si dicho voltaje es muy pequeño, del orden de los milivoltios, el amplificador operacional está funcionando correctamente. En caso contrario, está dañado y debe cambiarlo por otro. Registre los datos para determinar el voltaje de "offset".

Voltaje salida para $V_1 = V_2 = 0$	**Voltaje de "offset" para el amplificador diferencial**

5.- Haga una primera prueba de funcionamiento del amplificador diferencial, colocando una señal sinusoidal de 1V de amplitud y 1 kHz de frecuencia en la entrada no inversora y conectando la entrada inversora a tierra. Observe la señal de entrada en el canal 1 del osciloscopio (o CHX) y la señal de salida en el canal 2 (o CHY). Aumente ahora el voltaje de la señal de entrada a 2V y coloque el osciloscopio en la configuración XY. En pantalla va a observar la respuesta DC ($Vo/(V_1-V_2)$) del amplificador diferencial. Identifique la zona lineal y la zona de saturación. Registre esta señal y determine el valor del voltaje de salida para el cual se comienza a saturar el amplificador operacional.

6.- Determine la Relación de Rechazo en Modo Común (CMRR) del amplificador diferencial mediante las mediciones indicadas en la siguiente tabla:

Voltaje salida para $V_1 = V_2 = 1V$	
Ganancia en modo común A_{CM}	
Voltaje salida para $V_1 = 0$; $V_2 = 1V$	
Ganancia$_1$ en modo diferencial A_{d1}	
Voltaje salida para $V_1 = 1$; $V_2 = 0V$	
Ganancia$_2$ en modo diferencial A_{d2}	
Ganancia modo diferencial prom. A_d	
Relación A_{d1} / A_{CM}	
CMRR = 20 log A_{d1} / A_{CM}	

7.-Dibuje el circuito y describa el procedimiento para medir la impedancia de la entrada positiva del amplificador diferencial cuando la entrada negativa está conectada a tierra. Registre el valor obtenido en la tabla.

Procedimiento

_____

_____

_____

_____

R entrada positiva amplificador diferencial

8.-Dibuje el circuito y describa el procedimiento para medir la impedancia de la entrada negativa del amplificador diferencial cuando la entrada positiva está conectada a tierra. Registre el valor obtenido en la tabla.

Procedimiento

_____

_____

_____

_____

R entrada negativa amplificador diferencial

9.-Dibuje el circuito y describa el procedimiento para medir la impedancia de salida del amplificador diferencial. Registre el valor obtenido en la tabla.

Procedimiento

_____

_____

_____

_____

R salida amplificador diferencial

10.- Aplique una señal alterna a la entrada del amplificador diferencial utilizando los mismos datos que en la simulación cuando V_1 es una señal con los valores dados por su profesor, y V_2 es cero. Observe en la pantalla del osciloscopio simultáneamente la señal de entrada y la de salida, registre las formas de onda observadas para su posterior análisis, identificando el canal de cada señal y anotando la calibración de cada canal vertical, la del horizontal, la posición del nivel de tierra y el tipo de acoplamiento (DC o AC) en la siguiente tabla. Aplique luego un valor de voltaje que lleve el amplificador a saturación para observar el efecto de la misma.

V/div CH1	**V/div CH2**	**s/div**	**V_i pico**	**V_o pico**	**Frecuencia**	**Desfasaje**

11.- A fin de poder realizar una gráfica de la respuesta en frecuencia del amplificador diferencial para la entrada no inversora, mida la amplitud de la ganancia de voltaje (V_O/V_1) y el desfasaje entre V_O y V_1 cuando V_2 es cero, 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, que puede observar la gráfica de la simulación. 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 de la simulación para evitar errores grandes.

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

_____

_____

_____

_____

12.- Aplique una señal sinusoidal utilizando los mismos datos que en la simulación cuando V_2 es una señal sinusoidal con los valores dados por su profesor, y V_1 es cero. Observe en la pantalla del osciloscopio simultáneamente la señal de entrada y la de salida, registre las formas de onda observadas para su posterior análisis, identificando el canal de cada señal y anotando la calibración de cada canal vertical, la del horizontal, la posición del nivel de tierra y el tipo de acoplamiento (DC o AC) en la siguiente tabla. Aplique luego un valor de voltaje que lleve el amplificador a saturación para observar el efecto de la misma.

V/div CH1	**V/div CH2**	**s/div**	**$V_{i\ pico}$**	**$V_{o\ pico}$**	**Frecuencia**	**Desfasaje**

14.- Aplique al amplificador diferencial una señal DC y una AC sin que se presente saturación y una señal DC y una AC que lleven el amplificador a saturación, con los mismos valores que Ud utilizó en las simulaciones. Observe en la pantalla del osciloscopio simultáneamente la señal de entrada AC y la de salida y registre las formas de onda observadas para su posterior análisis, identificando el canal de cada señal y anotando cuidadosamente la calibración de cada canal vertical, la del horizontal, la posición del nivel de tierra y el tipo de acoplamiento (DC o AC).

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

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

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

Informe

I.-La primera parte del informe está constituida por la preparación de la práctica.

II.-En los Resultados incluya los datos obtenidos en el laboratorio más lo siguiente:

a) Haga una gráfica de la amplitud de la ganancia de voltaje, V_o/V_1 cuando V_2 es cero, vs. la frecuencia de operación, f, en escala logarítmica para el amplificador diferencial. Observe que necesita una escala logarítmica de por lo menos 5 décadas. Identifique sobre la gráfica el ancho de banda del amplificador diferencial.

b) Haga una gráfica del desfasaje entre V_o y V_1 cuando V_2 es cero, vs. la frecuencia de operación f, en escala logarítmica para el amplificador diferencial siguiendo las recomendaciones anteriores.

III.-En el Análisis de Resultados y Conclusiones:

a) Analice la función de transferencia del amplificador diferencial en DC observada en la pantalla del osciloscopio, explicando las zonas que pueden observarse, indicando las razones por las cuales se presenta la saturación y justificando 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.

b) Compare las mediciones del voltaje de "offset" y la Relación de Rechazo en Modo Común realizadas al amplificador diferencial con los datos de la hoja de especificaciones y anote sus conclusiones.

c) Comente sobre los resultados obtenidos al medir las impedancias de entrada del amplificador diferencial, comparándolos primero con los valores nominales de las resistencias utilizadas, y luego con los valores medidos al comenzar la práctica.

d) Compare la medición de la impedancia de salida del amplificador diferencial con los valores de la hoja de especificaciones y anote sus conclusiones.

e) Compare la gráfica obtenida con el análisis en función del tiempo en la simulación para el amplificador diferencial cuando V_1 es una señal con los valores dados por su profesor, y V_2 es cero, con la que Ud. obtuvo en la pantalla del osciloscopio bajo las mismas condiciones. Explique las discrepancias en cuanto a los valores de la magnitud de voltaje y el desfasaje, tomando en cuenta la tolerancia de los componentes utilizados.

f) Compare la gráfica de la amplitud de la ganancia de voltaje V_o/V_1 vs. la frecuencia de operación que Ud. realizó a partir de los datos medidos en el laboratorio con la obtenida en el análisis de frecuencia de la simulación 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.

g) Analice la gráfica del desfasaje entre V_o y V_1 vs. la frecuencia de operación para el amplificador diferencial y comente las características más importantes de dicha gráfica.

h) Compare la gráfica obtenida con el análisis en función del tiempo en la simulación para el amplificador diferencial cuando V_2 es una señal con los valores dados por su profesor, y V_1 es cero, con la que Ud. obtuvo en la pantalla del osciloscopio bajo las mismas condiciones. Explique las discrepancias en cuanto a los valores de la magnitud de voltaje y el desfasaje, tomando en cuenta la tolerancia de los componentes utilizados.

i) Compare las gráficas obtenidas con el programa de simulación para las entradas combinadas DC y AC aplicadas al amplificador diferencial y sus correspondientes salidas con las que Ud. obtuvo en la pantalla del osciloscopio y explique las discrepancias en caso de que existan.