

Laboratorio N° 1

Tomás Vidal

Circuitos Electrónicos 1

Facultad de Ingeniería, UNLP, La Plata, Argentina.

26 de Marzo, 2024.

I. INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan los procedimientos experimentales y los resultados obtenidos del laboratorio de Circuitos Electrónicos 1. Se emplearon dos configuraciones diferentes para un amplificador operacional (*inversora* y *no inversora*), se efectuaron análisis de frecuencias y ganancias para diferentes valores de los componentes involucrados, los mismos se especifican en los resultados. Se concluye que el producto de ganancia ancho de banda se conserva para ambas misma topologías. Posteriormente se realizaron pruebas sobre una placa de ensayo en la que aparecían no linealidades, y luego de activar la realimentación desde la salida se compensó la no linealidad.

II. ANÁLISIS DE PRODUCTO GANANCIA - ANCHO DE BANDA

II-A. Elementos de trabajo

Para realizar las pruebas se emplearon diversos instrumentos de laboratorio: *osciloscopio*¹, *multímetro*², *fuentes regulables*³, *generador de funciones*⁴, y las placas de ensayos provistas a las cuales se las referirá como *1* (ver Figura 1) y *2* (ver Figura 2).

II-B. Placa de ensayos 1

La placa de ensayos *1* permite recrear diversas topologías de una etapa de amplificación con un amplificador operacional 741⁵, esta placa es la síntesis correspondiente al diagrama circuital de la figura 3. En particular se trabajó con las topologías realimentadas negativamente⁶ de tal manera que una de ellas sea inversora (Fig. 4), es decir crea un desfase de 90°; y otra no inversora (Fig. 5), es decir no hay desfase.

Las ganancias teóricas ideales de los amplificadores son $G = -\frac{R_f}{R_1}$ para la etapa inversora. Y $G = 1 + \frac{R_f}{R_1}$ para la no inversora.

¹Instrumento utilizado para visualizar y analizar formas de onda eléctricas.

²Dispositivo que se utiliza para medir magnitudes eléctricas como corriente, voltaje y resistencia.

³Dispositivo que proporciona una corriente o voltaje de salida regulable y estable.

⁴Dispositivo utilizado para generar señales eléctricas de forma controlada (en amplitud y frecuencia), como ondas sinusoidales, cuadradas, etc.

⁵Para ver las especificaciones vea la hoja de datos del fabricante <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm741-mil.pdf>

⁶La conexión que hace la realimentación se conecta a la entrada inversora del amplificador operacional

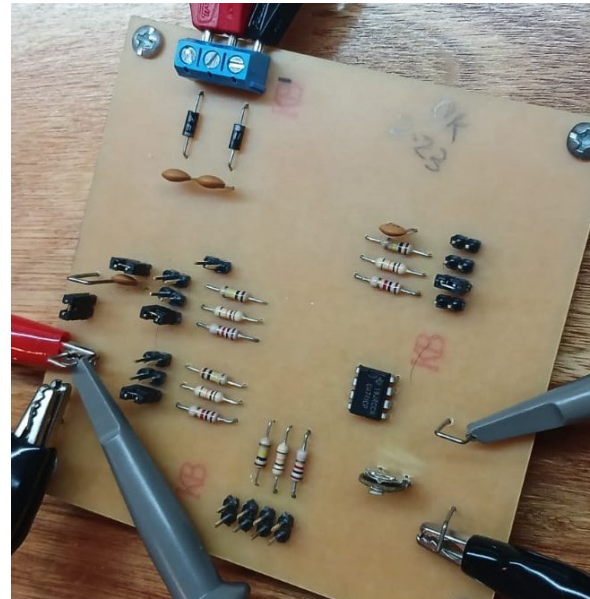


Fig. 1. Diagrama correspondiente a la placa de ensayos 1

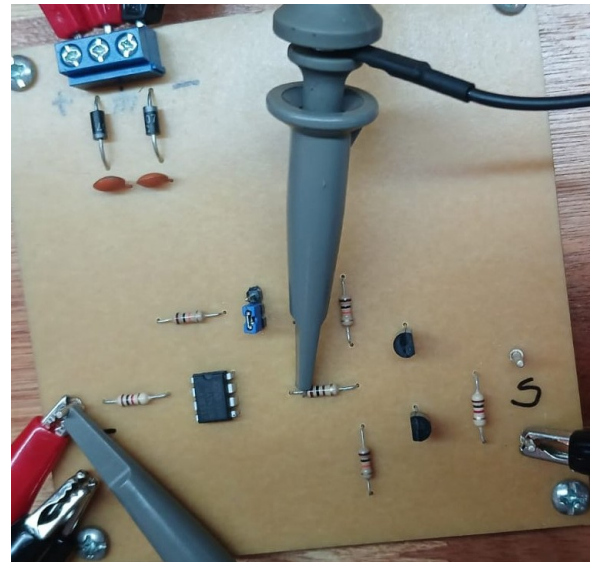


Fig. 2. Diagrama correspondiente a la placa de ensayos 1

Para poder construir estas topologías se configuraron los

*jumpers*⁷ de la placa de pruebas 1. Posteriormente se midió la entrada y la salida del circuito con las sondas del osciloscopio, canal 1 en la entrada (*color amarillo en la pantalla*) y el 2 en la salida (*color azul en la pantalla*). Luego se conectó a la entrada el generador de señales y se alimentó la placa (+12V, GND y -12V) con la fuente regulable. De esta manera se pudo analizar la ganancia y la frecuencia de corte de -3dB del amplificador para diferentes valores de los resistores involucrados y en las dos topologías (inversora y no inversora).

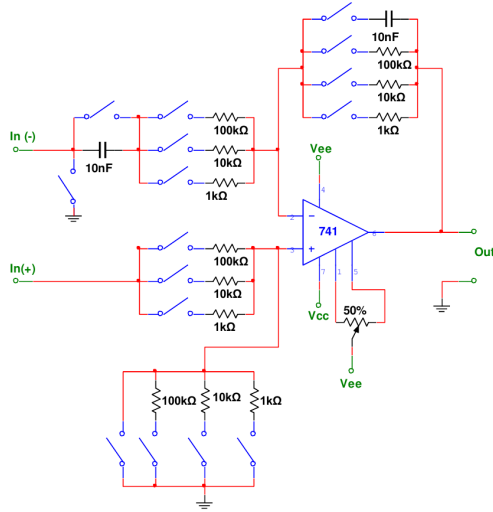


Fig. 3. Diagrama correspondiente a la placa de ensayos 1

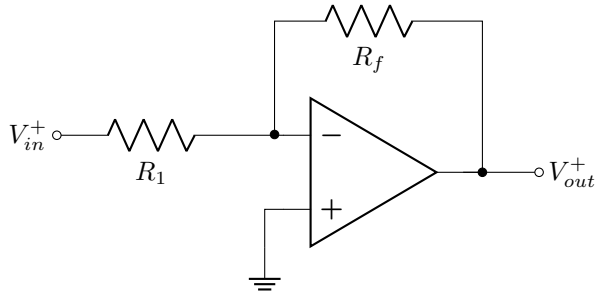


Fig. 4. Amplificador operacional en configuración inversora

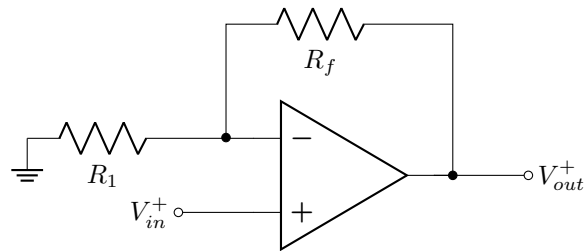


Fig. 5. Amplificador operacional en configuración no inversora

⁷Un *jumper* o *punte* es un elemento de electrónica que permite abrir o cerrar un circuito eléctrico mediante terminales.

II-C. Conexiones de la placa de ensayos 1

Para realizar el estudio de *ganancia, desfase y frecuencia de corte* se conectaron los sondas del osciloscopio a la entrada (canal 1, amarillo), y a la salida (canal 2, azul). De esta manera se puede calcular por comparación de la señal de entrada y salida los parámetros deseados. En todos los casos la señal de entrada fue una senoide de amplitud de 100mV y frecuencia de 1kHz. Para calcular la frecuencia de corte, el método empleado fue incrementar la frecuencia gradualmente hasta alcanzar un 70 % de la tensión inicial de salida, ya que esa es la proporción que cae aproximadamente en -3dB (el valor exacto sería $10^{-3/20} \approx 0,7079$).

II-D. Resultados placa de ensayos 1

TABLA I. Resultados de la topología inversora

R_1 (kΩ)	R_f (kΩ)	G (V/V)	f_{-3dB} (kHz)	$ G \cdot f_{-3dB} $
1	1	-1	800	800
1	10	-10	78	780
1	100	-100	8	800

TABLA II. Resultados de la topología no inversora

R_1 (kΩ)	R_f (kΩ)	G (V/V)	f_{-3dB} (kHz)	$ G \cdot f_{-3dB} $
1	1	2	381	762
1	10	11	75	825
1	100	101	8	808

De los resultados en las tablas I y II se puede observar que el producto **ganancia - ancho de banda** se conserva, a pesar de que hay una “*gran*” dispersión en los resultados debido a la forma en que se hicieron las mediciones, pero se puede establecer una media de los datos como $|G \cdot f_{-3dB}| = 795,83 \approx 800$.

III. ANÁLISIS DE NO LINEALIDAD

Con la placa de ensayos 2, cuya disposición de elementos se puede observar mejor en su diagrama circuital 7, se analizó con el osciloscopio la no linealidad que se presenta entre la entrada y la salida de la placa de ensayos 2 cuando no se realimenta desde la salida, es decir el *jumper* se encuentra entre los terminales 2 y 3, el resultado se puede apreciar en la imagen 6

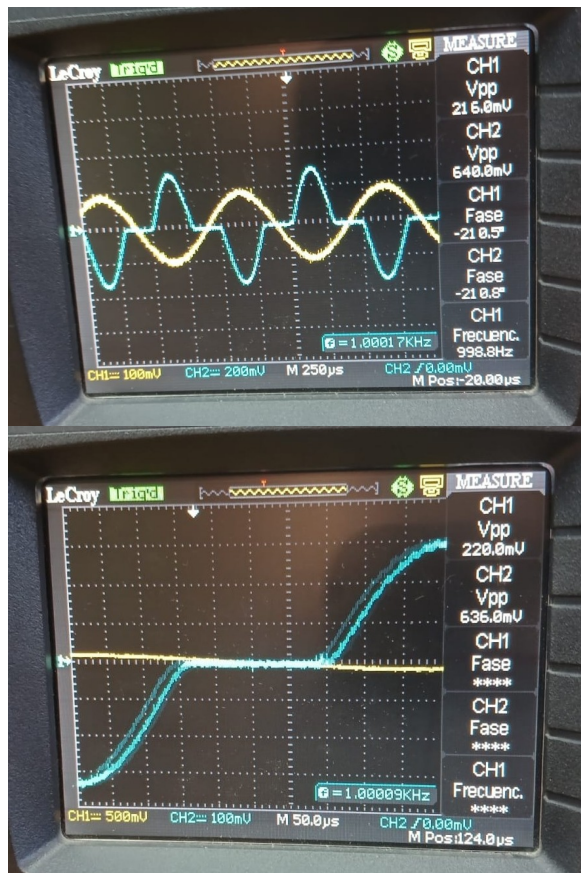


Fig. 6. Se observa la no linealidad en la señal de salida (azul)

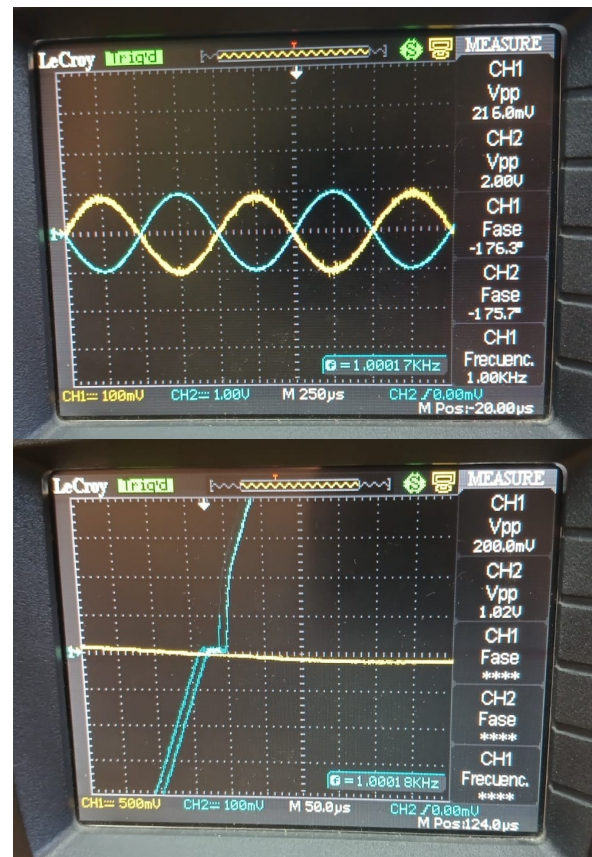


Fig. 8. Se observa la mejora de linealidad en la señal de salida (azul)

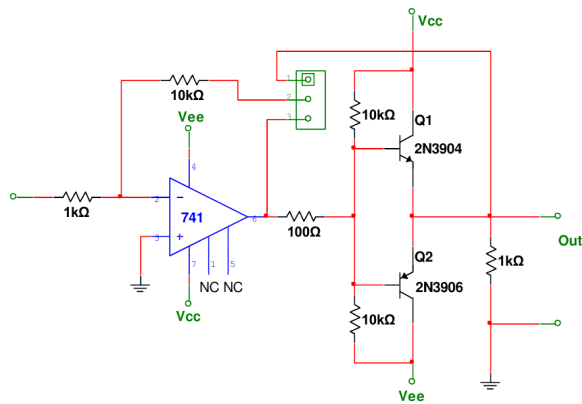


Fig. 7. Diagrama correspondiente a la placa de ensayos 2

El punto de no linealidad refiere a la parte donde es más horizontal la señal de salida, ya que no hay amplificación lineal en la salida para una señal de entrada, esto es debido a cómo se polarizan los transistores NPN y PNP. Pero luego de realimentar negativamente la salida (es decir, una parte de la señal de salida ingresa a la entrada no inversora del amplificador operacional), haciendo una conexión con el *jumper* entre los terminales 1 y 2, se puede observar que la no linealidad se hace “insignificante”, y por lo tanto el sistema es más estable; los resultados se pueden apreciar en la imagen 8.