



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**

Electrónica Analógica

*"Práctica 5"*

*"Configuraciones con Amplificadores Operacionales"*

Alumnos: Rivera Ramos Roberto Iván  
Vargas Hernández Carlo Ariel  
Vázquez Berdeja Christian Jorge

Grupo: 2CVII

Profesor: Martínez Guerrero José Alfredo

## OBJETIVO

Al concluir esta práctica, los alumnos podrán comprobar las configuraciones básicas con amplificadores operacionales como son, el amplificador inversor, amplificador no inversor, el seguidor de voltaje, amplificador sumador, amplificador sustractor, amplificador integrador y amplificador derivador, de igual forma podrá analizar e interpretar los datos obtenidos.

## MATERIAL

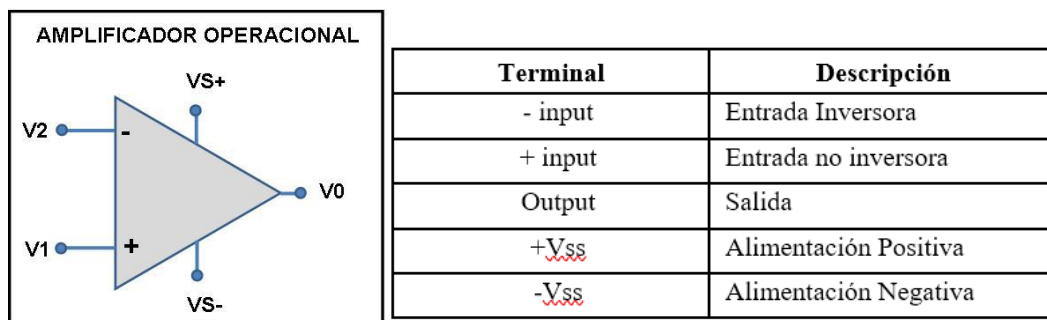
- 4 amplificadores Operacionales TL071 o LM741
- 2 resistencias de  $560\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 6 resistencias de  $1K\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 2 resistencias de  $2.2K\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 4 resistencias de  $10K\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 2 resistencias de  $15K\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 5 resistencias de  $100k\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 2 resistencias de  $150K\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 2 resistencias de  $220K\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 2 resistencias de  $560K\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 2 resistencias de  $4.7 M\Omega$  a  $\frac{1}{4} W$
- 2 capacitores de  $0.01 \mu F$
- 2 capacitores de  $0.0022 \mu F$
- 2 capacitores de  $100pF$
- Simulador proteus

## MARCO TEÓRICO

**Amplificador operacional:** Los amplificadores operacionales son, dispositivos compactos activos y lineales de alta ganancia, diseñados para proporcionar la función de transferencia deseada. Estos dispositivos se caracterizan por ser contruidos en sus componentes más genéricos, dispuestos de modo que en cada momento se puede acceder a los puntos digamos «vitales» en donde se conectan los componentes externos cuya función es la de permitir al usuario modificar la respuesta y transferencia del dispositivo.

El amplificador operacional tiene 2 entradas y una salida, además de la alimentación positiva y negativa. La configuración de las entradas mencionadas define el comportamiento del circuito. Para el amplificador operacional ideal se cumplen estas reglas:

- La impedancia entre las entradas inversora y no inversora es infinita, por lo que no hay corriente de entrada.
- La diferencia de potencial entre las terminales inversora y no inversora es, o debe ser nula.
- No hay corriente entrando o saliendo de las patas inversora y no inversora.



**Amplificador inversor:** Se llama así porque la señal de salida es inversa de la de entrada, en polaridad, aunque puede ser mayor, igual o menor, dependiendo esto de la ganancia que le demos al amplificador en lazo cerrado. La señal se aplica al terminal inversor o negativo del amplificador y el positivo o no inversor se lleva a masa. La resistencia que va desde la salida al terminal de entrada negativo, se llama de realimentación.

**Amplificador no inversor:** El amplificador no-Inversor es una configuración que permite amplificar una señal electrónica. Entonces su característica, no altera la fase de entrada. Nos permite aumentar la señal eléctrica que queramos, multiplicada por una constante a la cual llamamos Ganancia. A diferencia del inversor, el no inversor mantiene la fase, siendo muy útil en aplicaciones como la adquisición de datos de sensores.

**Seguidor de voltaje:** Un seguidor de voltaje (también llamado amplificador buffer, amplificador de ganancia unitaria o amplificador de aislamiento) es un circuito amplificador operacional que tiene una ganancia de voltaje de 1.

Esto significa que el amplificador operacional no proporciona ninguna amplificación a la señal. La razón por la que se llama un seguidor de tensión es porque el voltaje de salida sigue directamente el voltaje de entrada, significando que el voltaje de salida es igual que el voltaje de entrada.

**Amplificador sumador:** El amplificador sumador es un dispositivo versátil, útil para combinar señales. Se pueden añadir directamente las señales, o bien cambiar la escala para que se adapten a una predeterminada regla de combinación.

El amplificador sumador con amplificadores operacionales entrega en su salida un voltaje igual a la suma de los voltajes que tiene en sus entradas. La explicación siguiente se basa en un sumador de tres entradas, pero aplica para un sumador de cualquier número de entradas.

**Amplificador restador:** Este amplificador usa ambas entradas invertida y no invertida con una ganancia de uno, para producir una salida igual a la diferencia entre las entradas. Es un caso especial del amplificador diferencial. Se pueden elegir también las resistencias para amplificar la diferencia.

**Integrador:** Un amplificador integrador realiza la función matemática de la integración es decir la señal de salida es la integral de la señal de entrada. Un circuito integrador realiza un proceso de suma llamado "integración". La tensión de salida del circuito integrador es proporcional al área bajo la curva de entrada (onda de entrada), para cualquier instante.

**Derivador:** El amplificador derivador también llamada amplificador diferenciador realiza la función matemática de la derivación es decir la señal de salida es la derivada de la señal de entrada.

Un derivador es un circuito en el que la señal de salida es proporcional a la derivada en el tiempo de la señal de entrada. En otras palabras: La salida es proporcional a la velocidad de variación de la señal de la entrada.

## DESARROLLO

### Amplificador inversor

Armamos el siguiente circuito

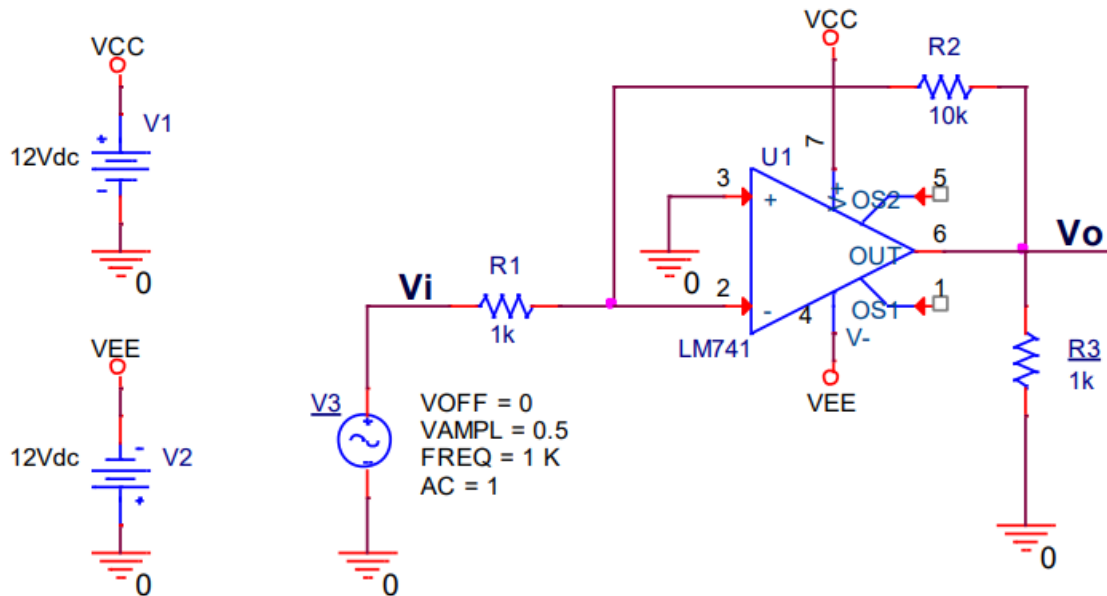
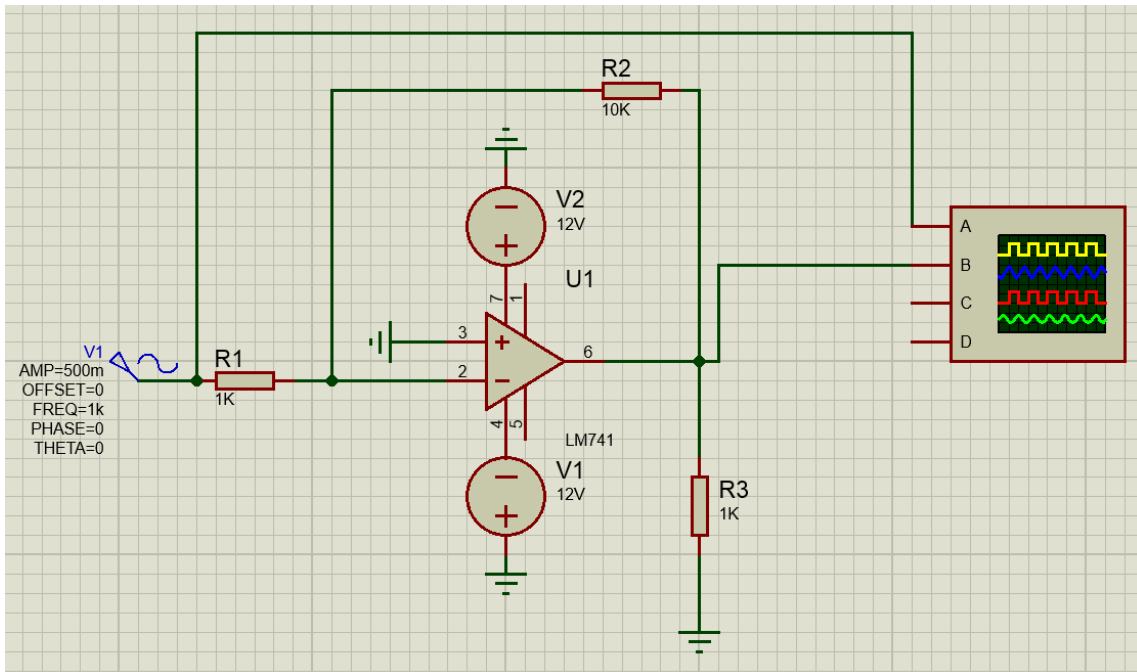
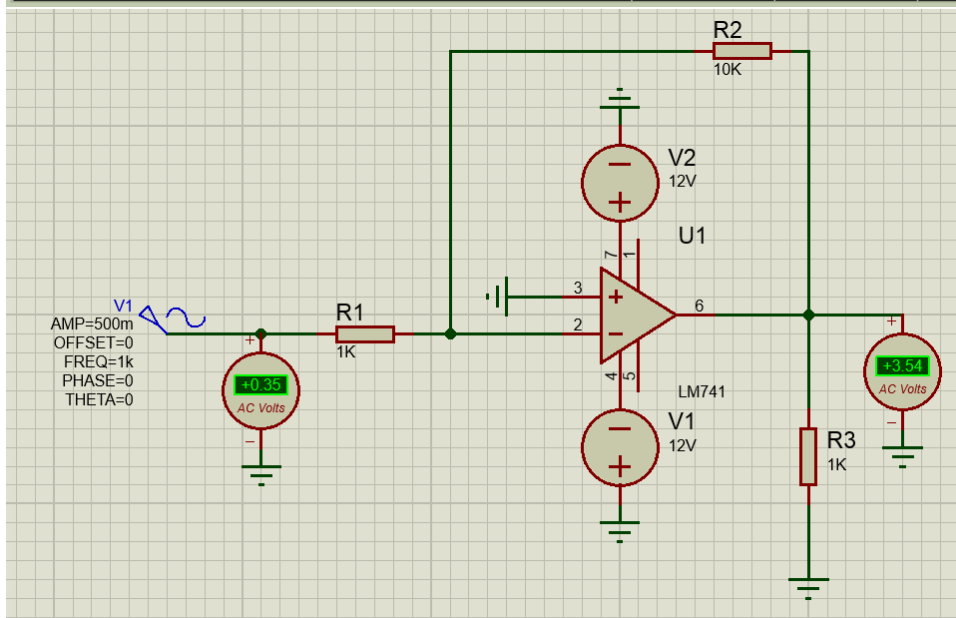
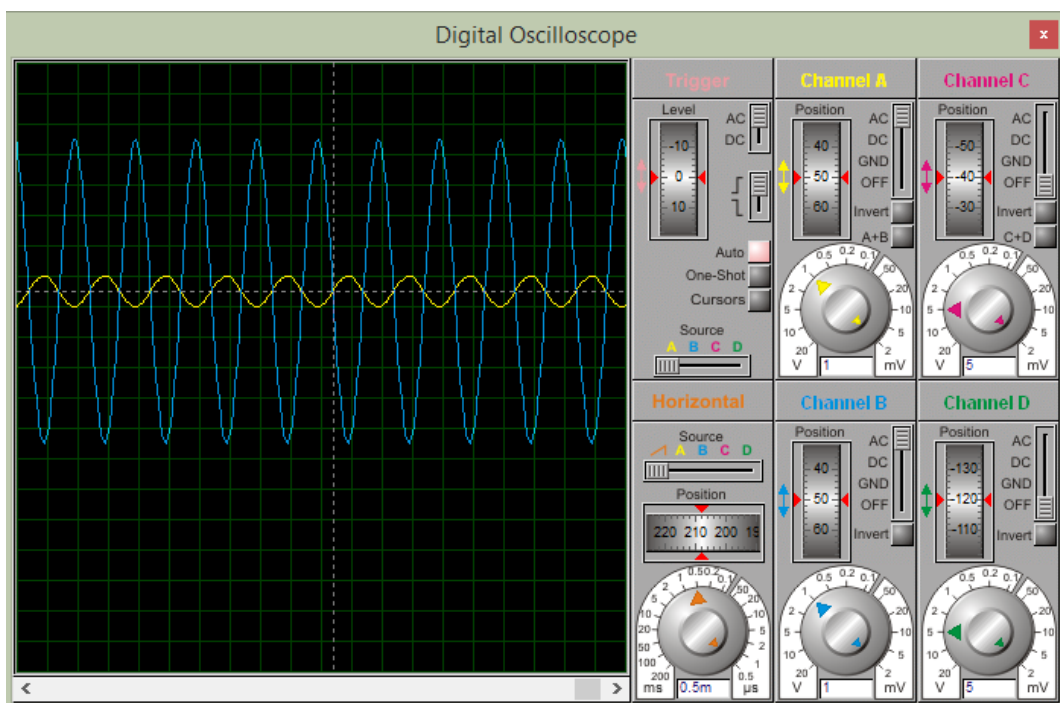


Fig. 5.1 Circuito del Amplificador Inversor

Introducir una señal senoidal con  $1V_{pp}$  a una frecuencia de 1kHz en la entrada del circuito ( $V_i$ ).



Ahora en el osciloscopio observamos el voltaje de entrada ( $V_i$ ) en el canal 1 y en el canal 2 observamos el voltaje de salida ( $V_o$ ), comparamos la fase del voltaje de salida con el voltaje de salida.



Entrada ( $V_i$ )	Salida ( $V_o$ )	Ganancia
.35	3.54	.1

Amplificador no inversor  
Armamos el siguiente circuito

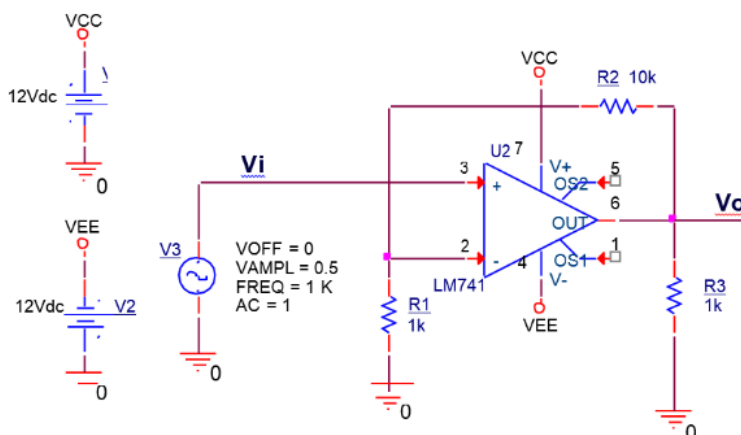
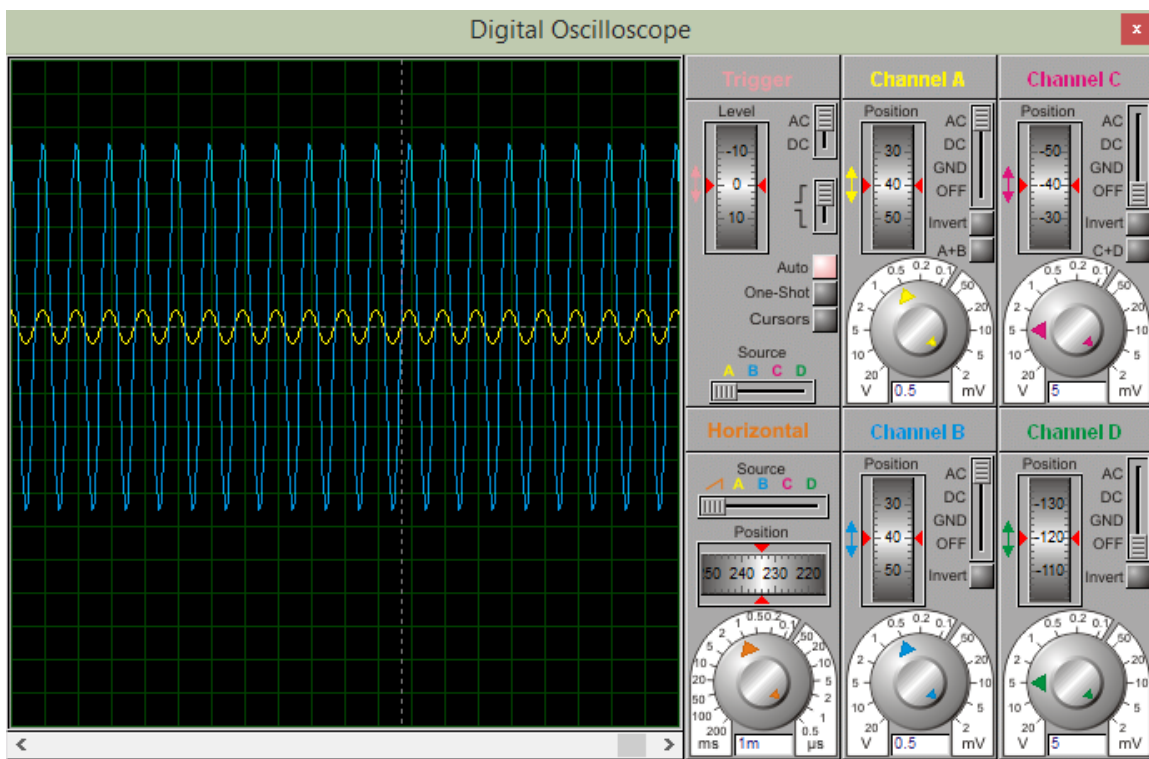
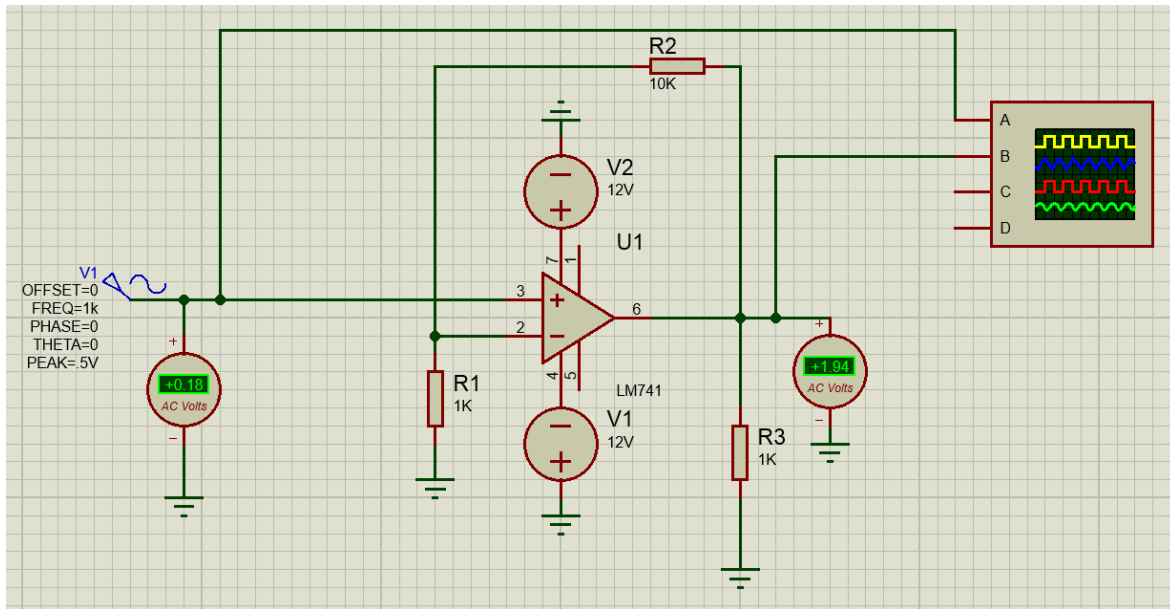


Fig. 5.3 Circuito del Amplificador No Inversor

Introducimos una señal senoidal con 1 V<sub>pp</sub> a una frecuencia de 1kHz en la entrada del circuito (Vi)

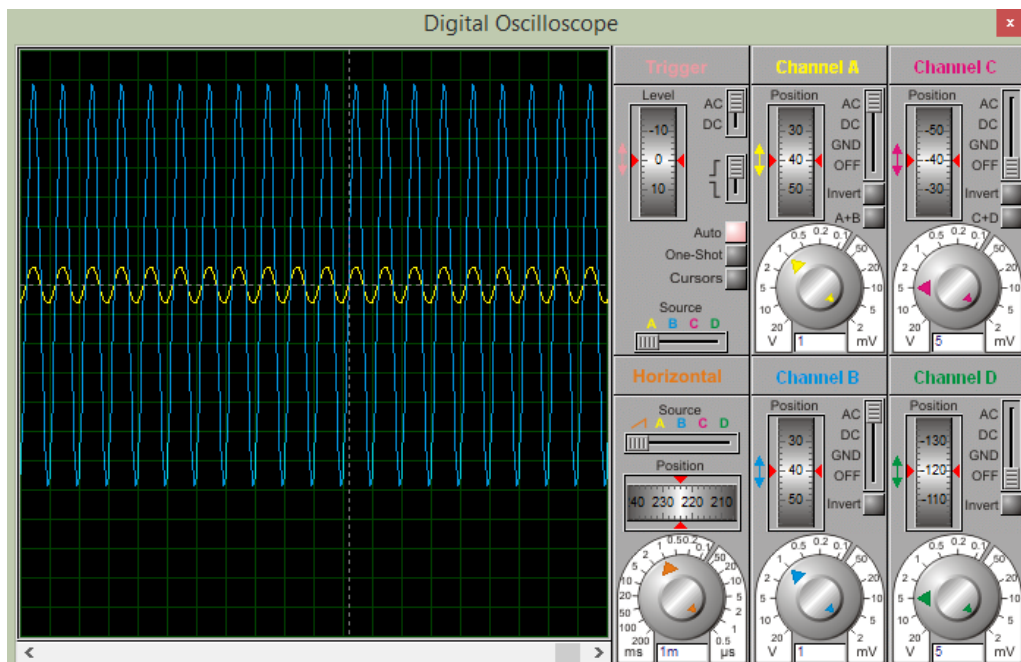
En el osciloscopio observamos el voltaje de entrada en el canal 1, en el canal 2 observamos el voltaje de salida (Vo), comparamos la fase del voltaje de entrada con el voltaje de salida.



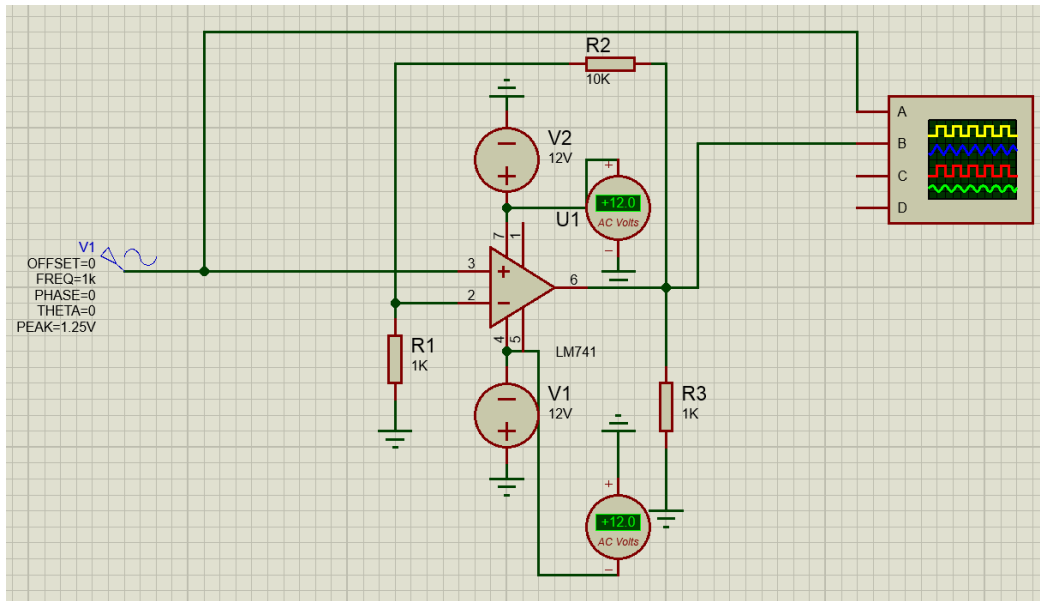


Entrada (Vi)	Salida (Vo)	Ganancia
.18	1.94	.0927

Aumentamos el voltaje de entrada senoidal a 2.5 V<sub>pp</sub> a una frecuencia de 1 kHz (Vi)







+Vsat	-Vsat
12	12

## Seguidor de voltaje

Armamos el siguiente circuito

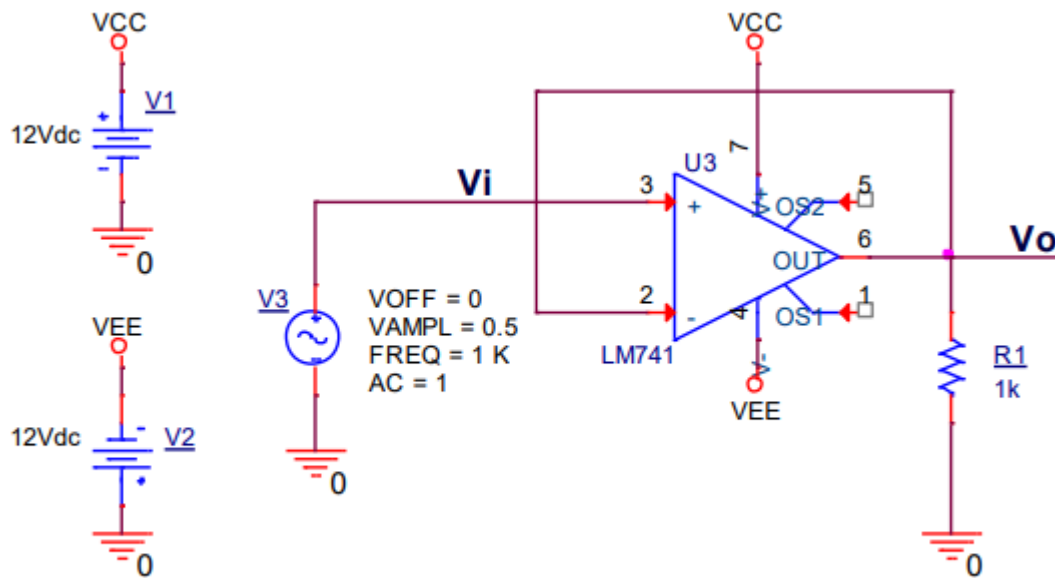
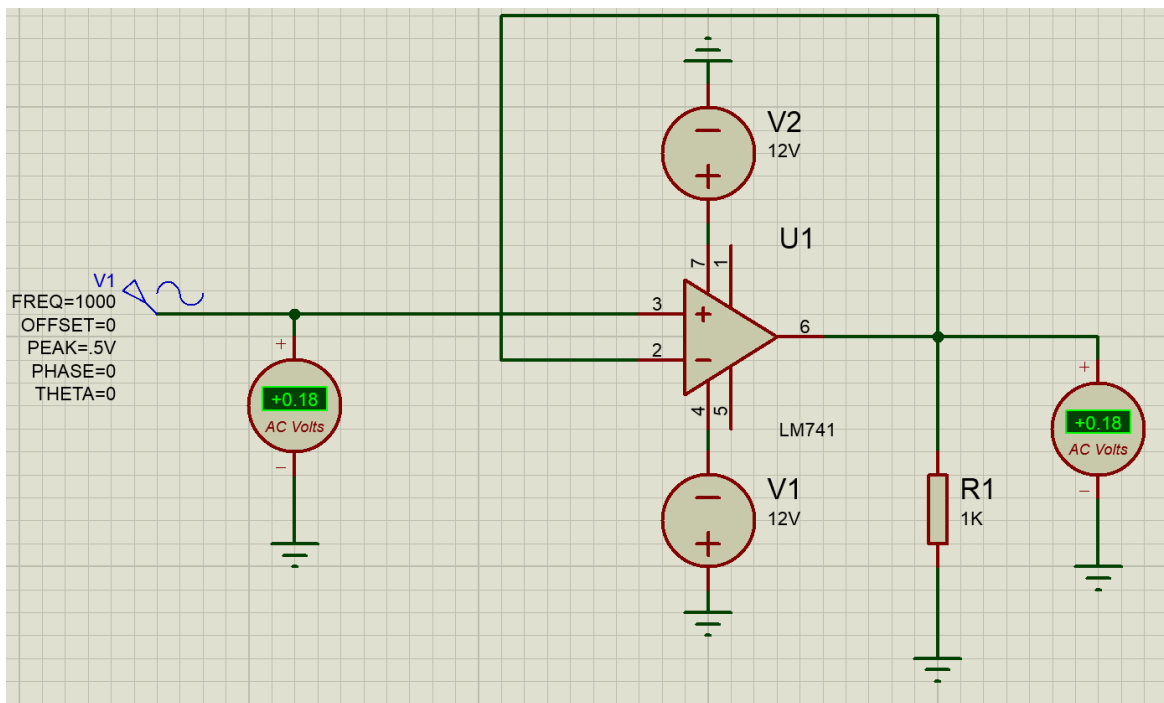
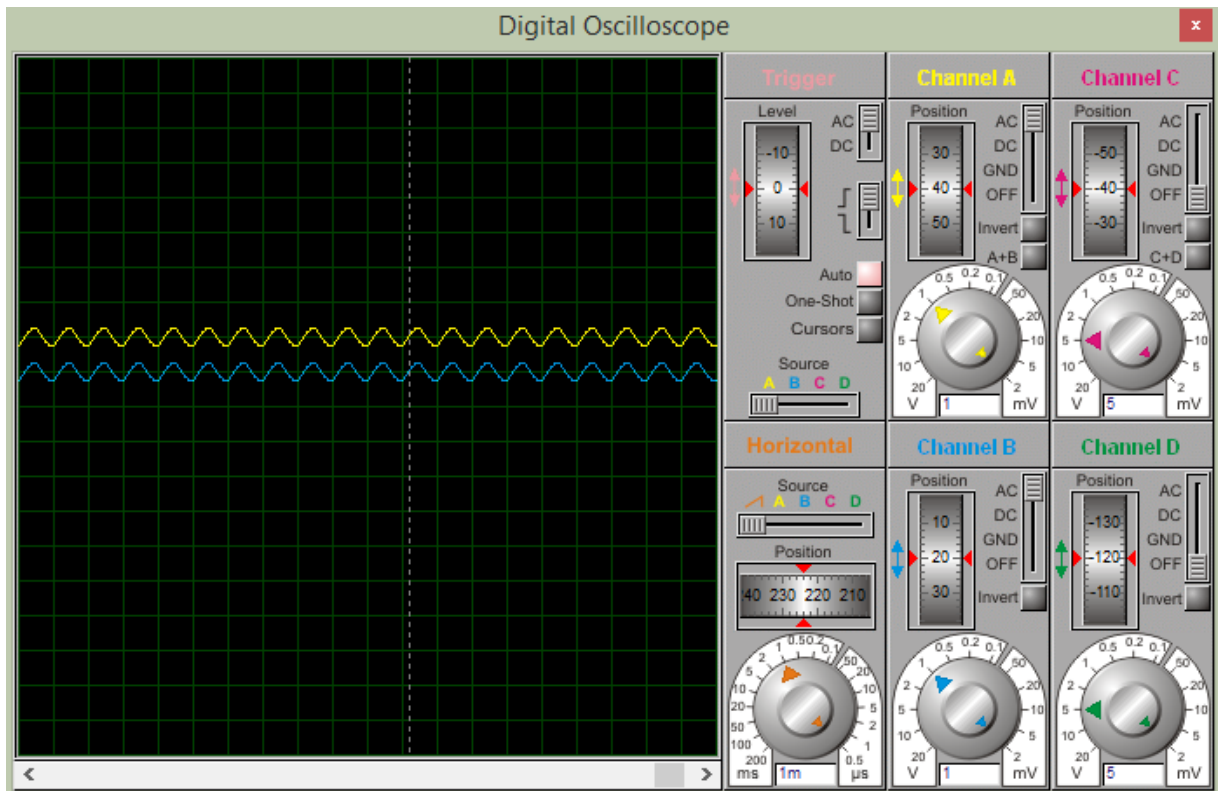


Fig. 5.6 Circuito del Seguidor de Voltaje

Introducimos una señal senoidal con 1 V<sub>pp</sub> a una frecuencia de 1kHz en la entrada del circuito ( $V_i$ )

En el osciloscopio observamos el voltaje de entrada en el canal 1, en el canal 2 observamos el voltaje de salida ( $V_o$ ), comparamos la fase del voltaje de entrada con el voltaje de salida.



Almacenamos en la tabla los datos obtenidos

Entrada (Vi)	Salida (Vo)	Ganancia
.18	.18	1

## Amplificador Sumador

Armamos el siguiente circuito

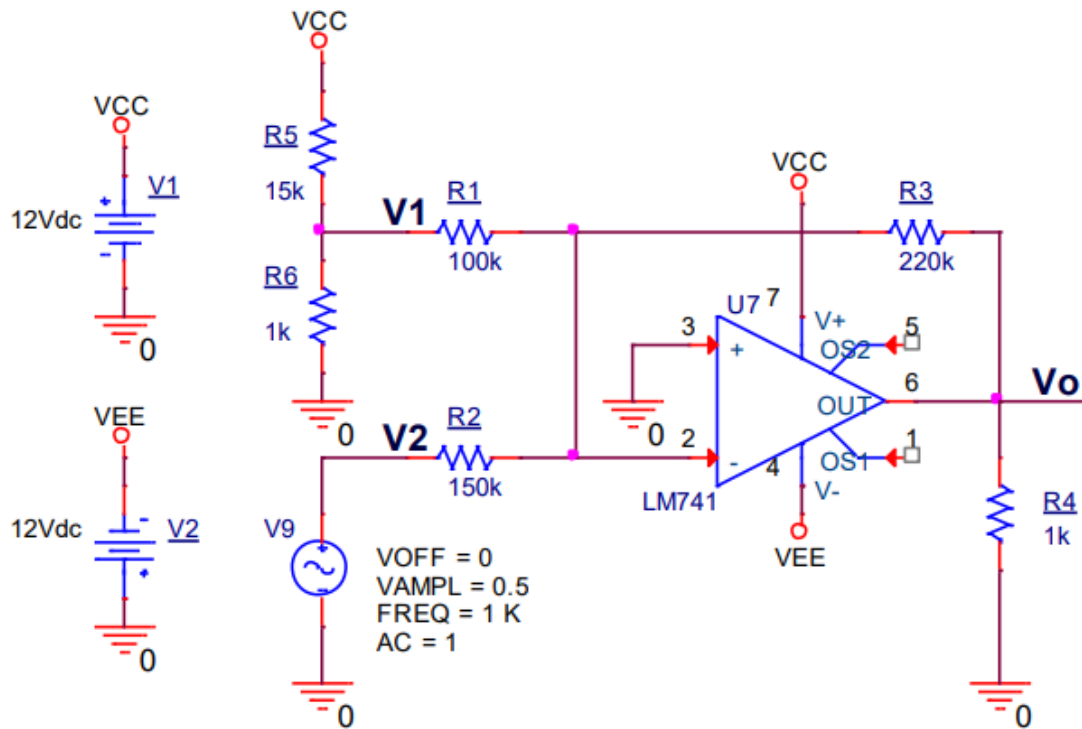
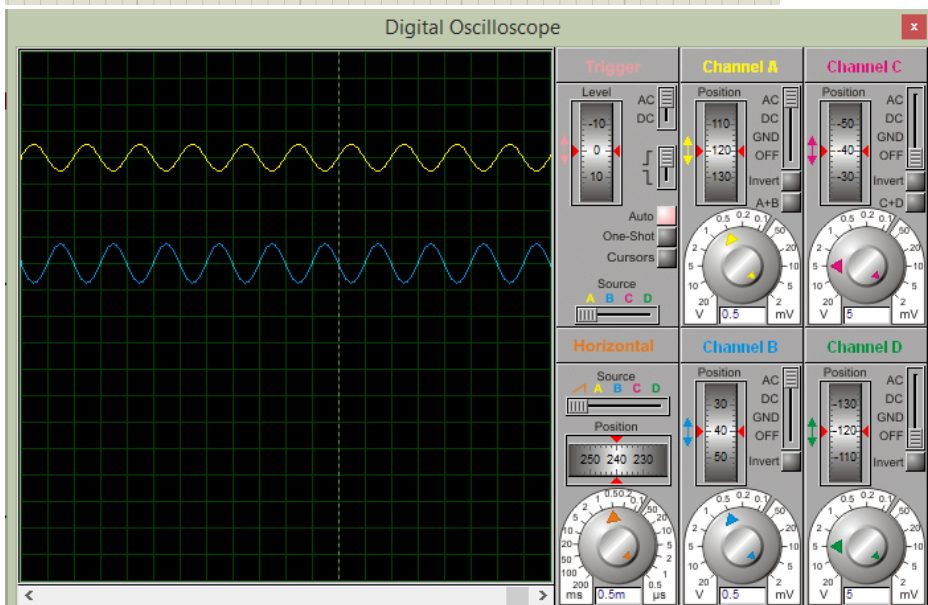
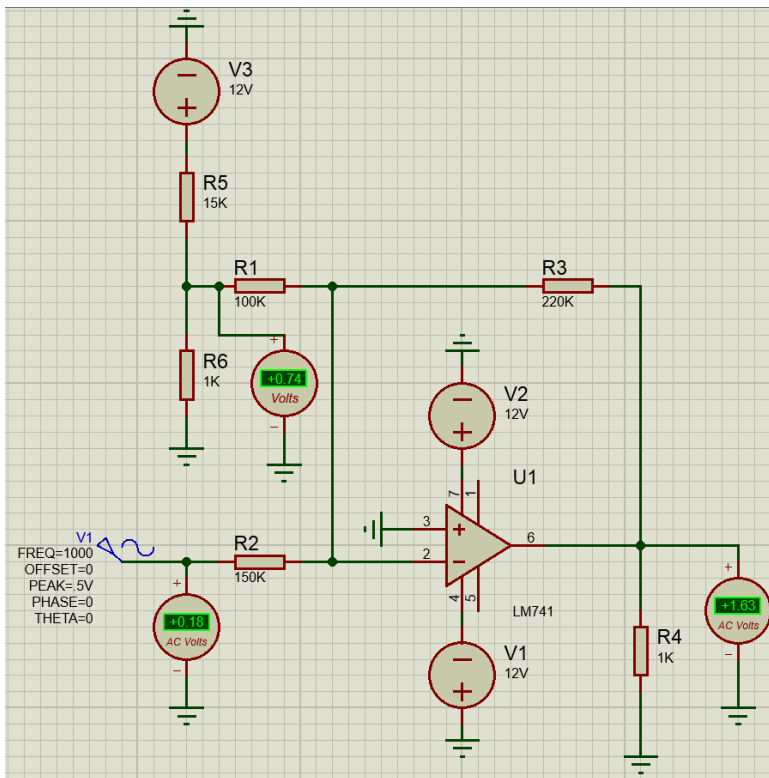


Fig. 5.8 Circuito del Amplificador Sumador

Introducimos una señal senoidal con  $1V_{pp}$  a una frecuencia de 1kHz en la entrada del circuito (V2)

Con ayuda del multímetro medimos el voltaje de entrada (V1), con la opción en DC, en el osciloscopio observamos el voltaje de entrada (V2) en el canal 1 y el voltaje de salida (Vo) en el canal 2



Registramos los valores obtenidos

Entrada (V1)	Entrada (V2)	Salida	Ganancia de (V1)	Ganancia de (V2)
.74	.18	1.63	2.2	9

## Amplificador Restador

Armamos el siguiente circuito

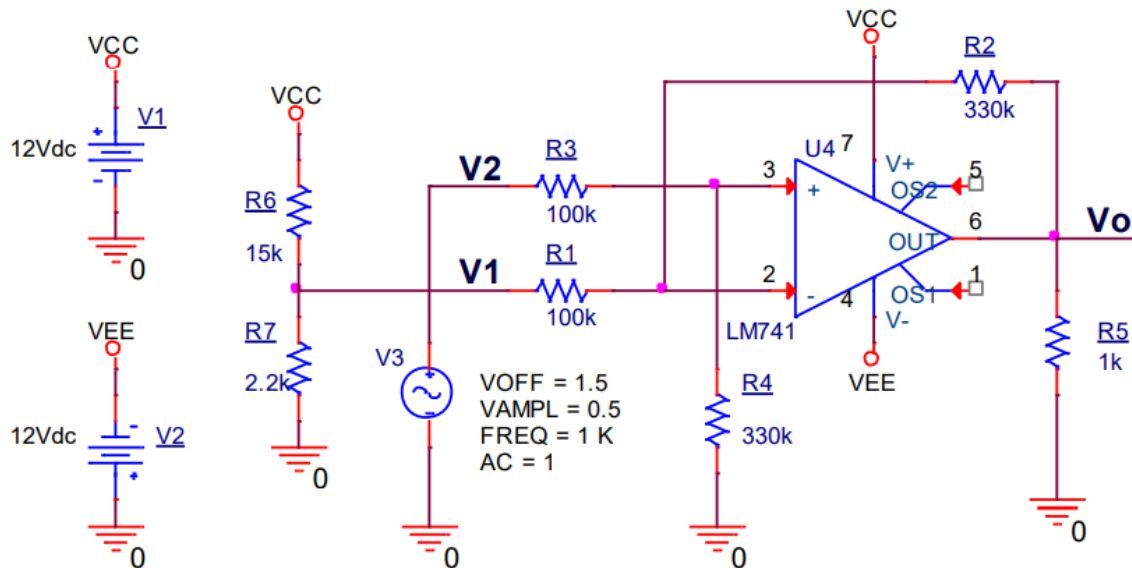
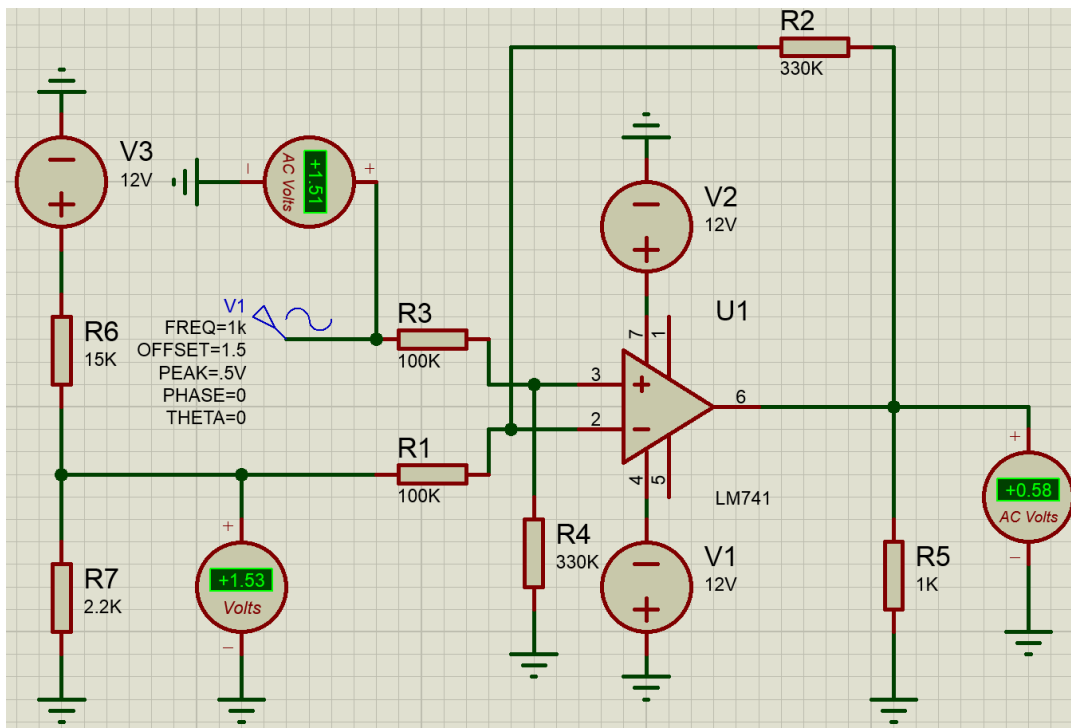
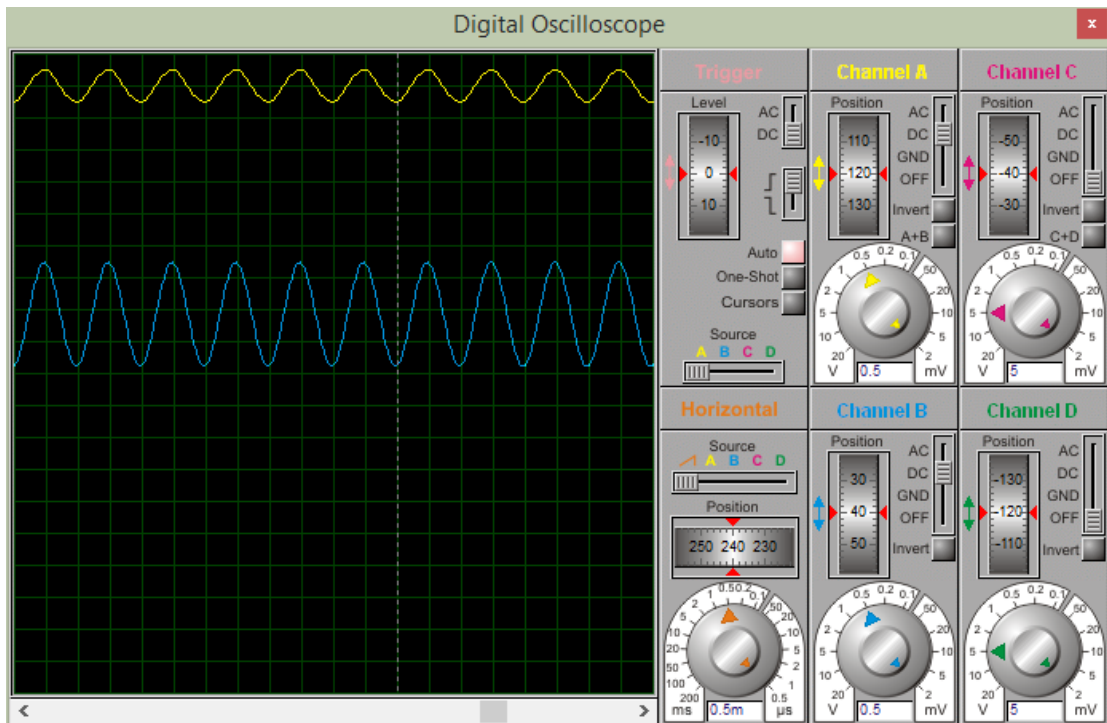


Fig. 5.10 Circuito del Amplificador Restador

Introducimos una señal senoidal con  $1V_{pp}$  a una frecuencia de 1kHz, con un voltaje de Offset de 1.5 V en la entrada del circuito (V2).

Con ayuda del multímetro medimos el voltaje de entrada (V1), con la opción en DC, en el osciloscopio observamos el voltaje de entrada (V2) en el canal 1 y el voltaje de salida (Vo) en el canal 2



Entrada (V1)	Entrada (V2)	Salida	Ganancia
1.53	1.51	.58	.37

## Integrador

Armamos el siguiente circuito

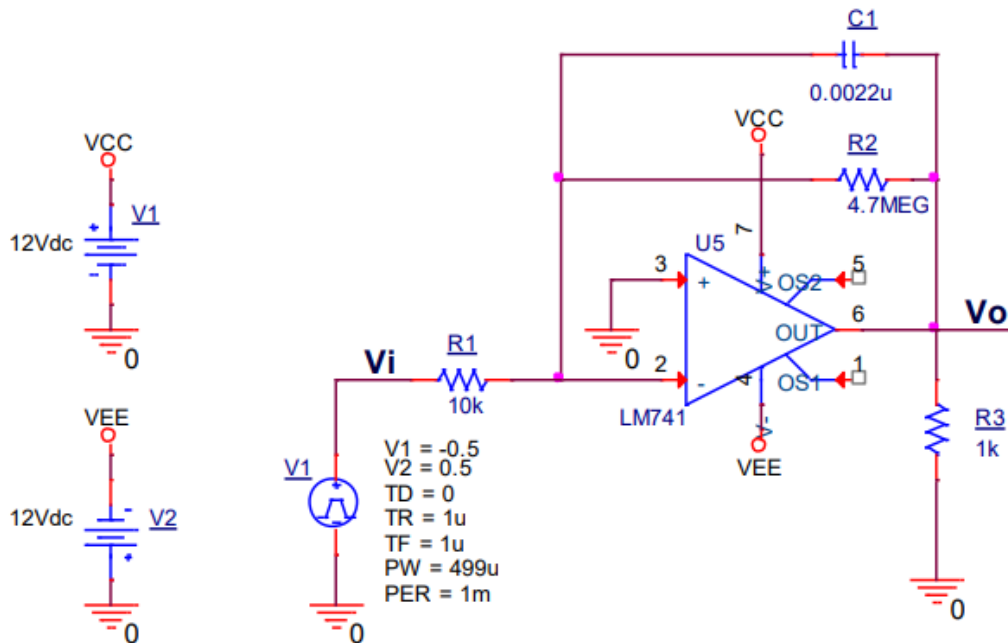
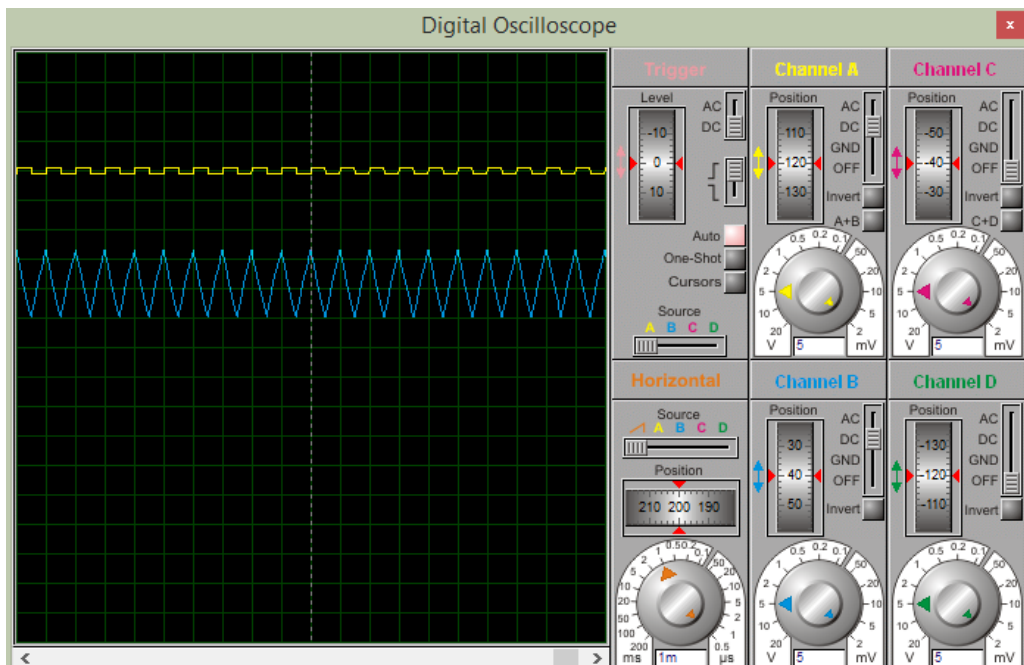


Fig. 5.12 Circuito del Integrador

Introducimos una señal cuadrada con 10Vpp a una frecuencia de 1kHz en la entrada del circuito ( $V_i$ ).

Observamos en el osciloscopio el voltaje de entrada ( $V_i$ ) en el canal 1 y el voltaje de salida ( $V_o$ ) en el canal 2.





## Derivador

Armamos el siguiente circuito

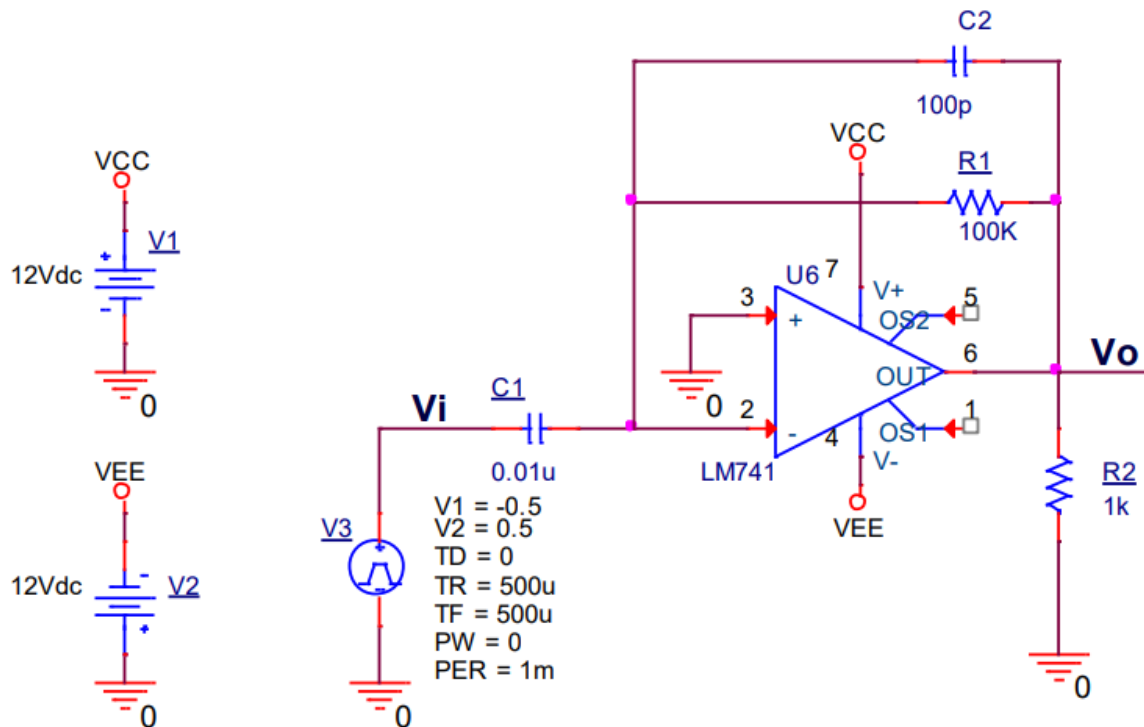
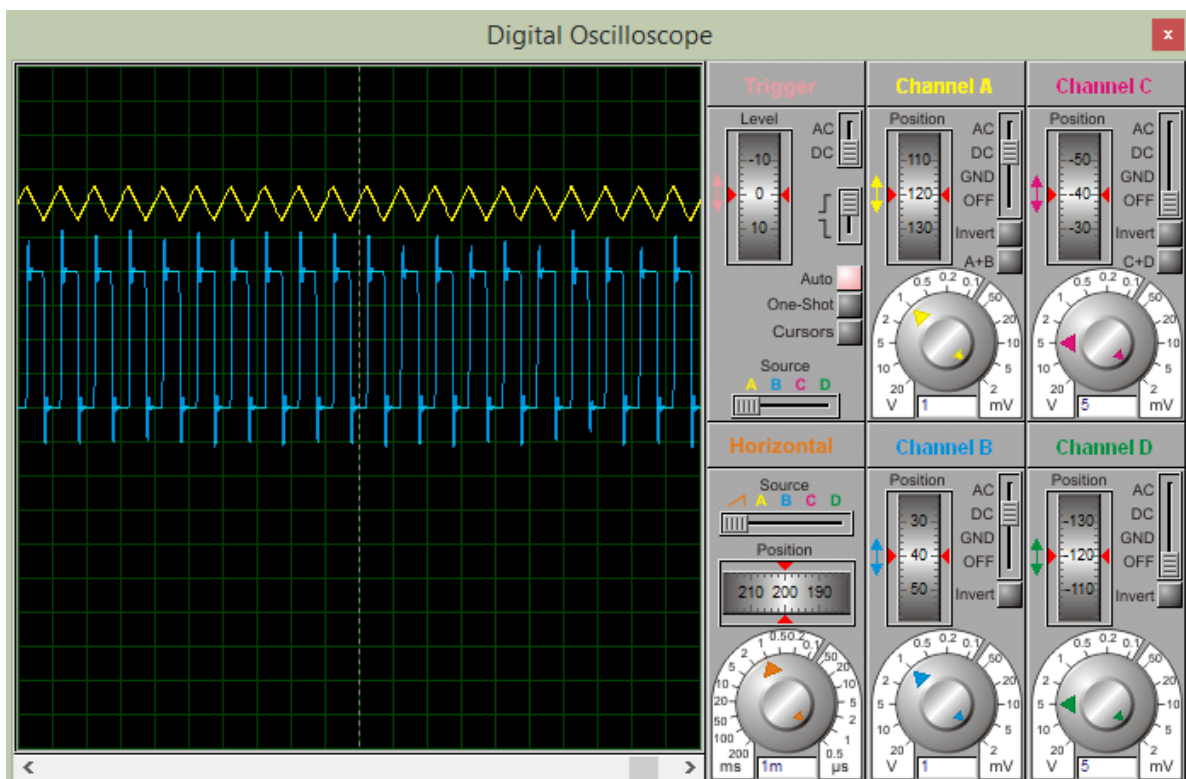
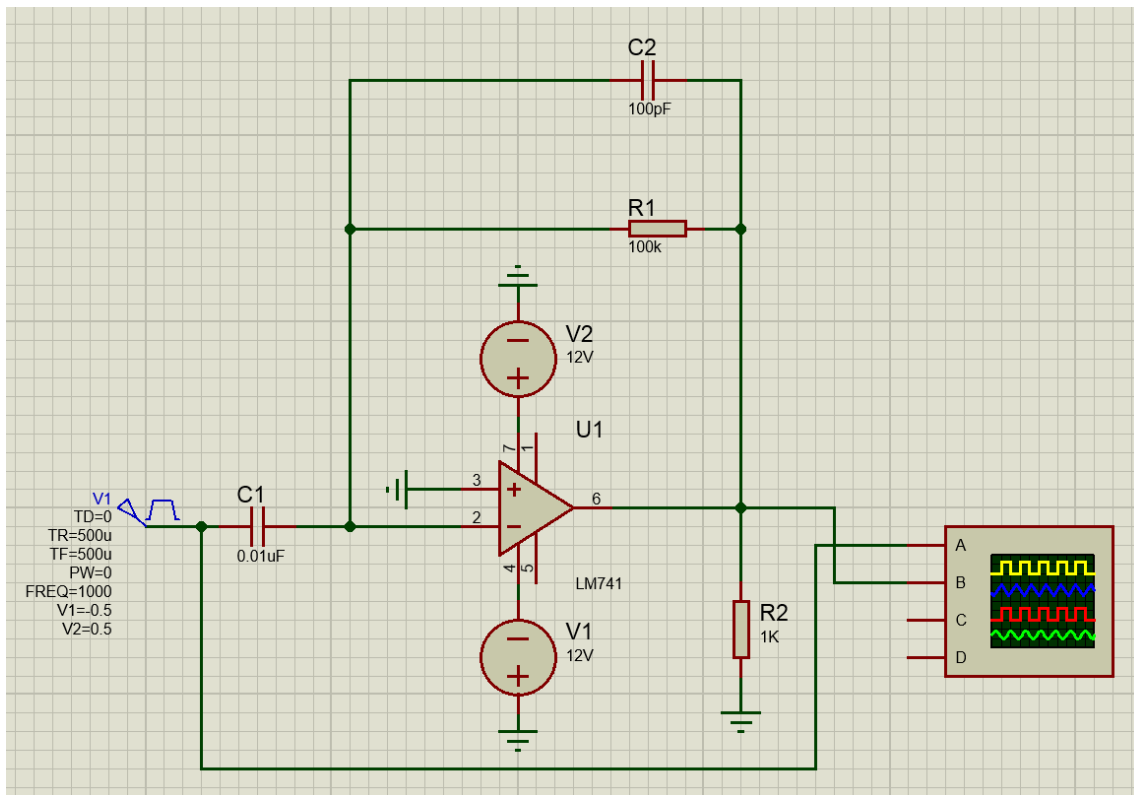


Fig. 5.14 Circuito del derivador

Introducimos una señal triangular con 1 Vpp a una frecuencia de 1kHz en la entrada del circuito ( $V_i$ )

En el osciloscopio observar el voltaje de entrada ( $V_i$ ) en el canal 1 y el voltaje de salida ( $V_o$ ) en el canal 2.



## ANÁLISIS TEÓRICO

### Amplificador Inversor

$$V_i = 0.35V \quad V_{out} = \frac{R_f}{R_i} V_i = \frac{1000}{10000} (0.35) = 0.035$$

$$Ganancia = \frac{V_o}{V_i} = \frac{0.035}{0.35} = 0.1$$

### Amplificador no inversor

$$V_i = 0.18 \quad V_o = V_i \left( \frac{R_f}{R_i} + 1 \right) = (0.18) \left( \frac{1000}{10.000} \right) + 1 = 1.018$$

$$Ganancia = \frac{V_o}{V_i} = \frac{1.018}{0.18} = 5.65$$

### Seguidor de Voltaje

$$V_i = V_o \quad V_i = 0.18 \quad \therefore V_o = 0.18$$

$$Ganancia = \frac{V_o}{V_i} = \frac{0.18}{0.18} = 1$$

### Amplificador sumador

$$V_1 = 0.74 \quad V_2 = 0.38 \quad V_o = 20k \left( \frac{12V}{15k} + \frac{0.74}{100k} + \frac{0.38}{150k} \right) 0.74 = 1.42V$$

$$Ganancia = \frac{V_o}{V_i} = \frac{1.42}{0.74} = 1.9 \quad G_2 = \frac{V_o}{V_2} = \frac{1.42}{0.38} = 3.74$$

### Amplificador Restador

$$V_1 = 1.53$$

$$V_2 = 1.51$$

$$V_o = V_2 - V_1 = 1.51 - 1.53 = -0.02$$

$$Ganancia = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-0.02}{1.53} = -0.013$$

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

La mayoría de los resultados vacilaban en un margen de error mínimo o apenas notable, a excepción del amplificador restador que los datos de salida y la ganancia eran totalmente desconcertantes.

## CONCLUSIONES

Los amplificadores operacionales nos sirven para una variedad enorme de circuitos, estos entran en uso en dispositivos de distintos fines, como para seguidores de línea, sensores, y también se pueden juntar con Arduino y microcontroladores. Dependiendo de cómo hagamos el arreglo inicial del circuito, podemos alcanzar distintos resultados e incluso podemos juntarlos con más amplificadores para obtener resultados más específicos.

## REFERENCIAS

<https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/el-amplificador-operacional>

<https://blog.330ohms.com/2020/07/27/que-es-un-amplificador-operacional/>

<https://www.electronicafacil.net/tutoriales/AMPLIFICADOR-INVERSOR.html>

<https://hetpro-store.com/TUTORIALES/amplificador-no-inversor/>

<https://www.amplificadoroperacional.com/amplificador-no-inversor/>

<http://www.learningaboutelectronics.com/Articulos/Seguidor-de-voltaje.php>

<http://hyperphysics.phyastr.gsu.edu/hbasees/Electronic/opampvar5.html#:~:text=Este%20es%20un%20ejemplo%20de,desiguales%2C%20dando%20una%20suma%20ponderada.>

<https://unicrom.com/amplificador-sumador-con-amplificadores-operacionales/>

<https://wilaebaelectronica.blogspot.com/2017/01/amplificador-integrador.html>

<https://unicrom.com/integrador-con-amplificador-operacional/>