

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

# **Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)**



**PROFESORA:** Rocha Bernabé Rosario.

**MATERIA:** Electrónica Analógica.

**Práctica: 5**

**Configuraciones Básicas con Amplificadores  
Operacionales**

**Alumnos:**

- Monroy Martos Elioth.
- Gonzalez Hinojosa Emiliano.

**Equipo: 3**

**Grupo: 2CM6**

## Objetivos

- Comprobar las configuraciones básicas con amplificadores operacionales: Amplificador Inversor, Amplificador no Inversor, Seguidor de Voltaje, Amplificador Sumador, Amplificador Sustractor, Amplificador Integrador y Amplificador Derivador.

## Material

- 1 protoboard.
- 4 TL071.
- 2 Resistencias de  $560\ \Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 6 Resistencias de  $1\text{k}\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 2 Resistencias de  $2.2\text{k}\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 4 Resistencias de  $10\text{k}\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 2 Resistencias de  $15\text{k}\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 5 Resistencias de  $100\text{k}\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 2 Resistencias de  $150\text{k}\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 2 Resistencias de  $220\text{k}\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 2 Resistencias de  $560\text{k}\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 2 Resistencias de  $4.7\text{M}\Omega$  a  $\frac{1}{4}$  W.
- 2 Capacitor de  $0.01\mu\text{F}$ .
- 2 Capacitor de  $0.0022\mu\text{F}$ .
- 2 Capacitor de  $100\text{pF}$ .

## Equipo

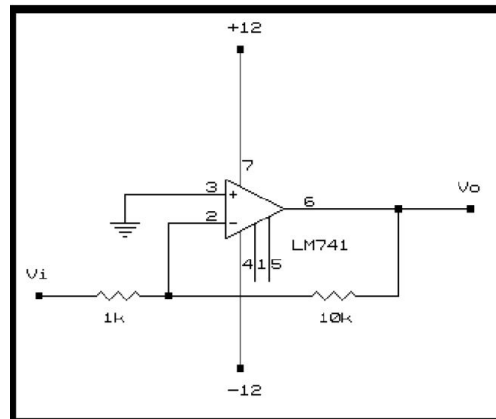
- 1 Fuente de alimentación dual  $+12\text{V}$  y  $-12\text{V}$ .
- 1 Multímetro digital.
- 1 Generador de Funciones  $10\text{Hz}$ - $1\text{MHz}$ .
- 1 Osciloscopio de propósito general.
- 3 Cables coaxial con terminal BNC-Caimán.
- 4 Cables Caiman-Caiman.
- 3 Cables Banana-Caimán.

## Desarrollo Experimental

En todos los circuitos se empleará el amplificador operacional LM741 con  $\pm 12V$  de alimentación.

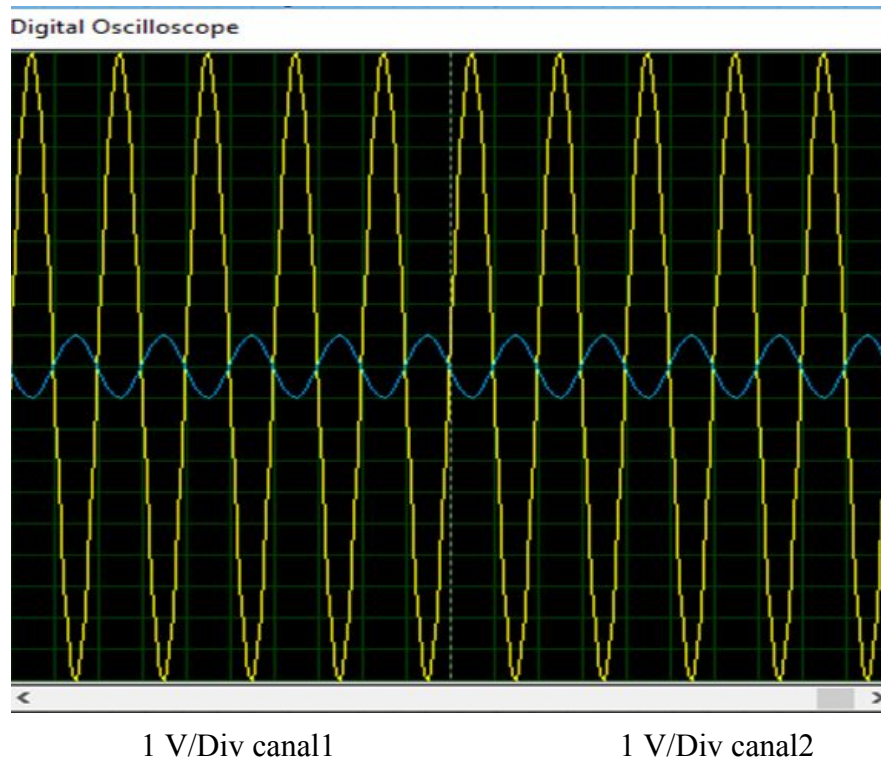
### **Amplificador Inversor**

Arme el circuito como se muestra en la siguiente figura.



Introduzca una señal senoidal con 1Vpp a una frecuencia de 1kHz en la entrada del circuito  $V_i$ .

En el osciloscopio observe la magnitud del voltaje pico a pico de entrada en el canal 1 y en el canal 2 el voltaje de salida, compare la fase (note la inversión de la señal de salida con respecto a la entrada), determine la ganancia y grafique las formas obtenidas.



	Entrada(v)	Salida(v)	Ganancia
Teórico	1	-10	-10
Práctico	960m	8.64	-9

### Cálculos

• Amplificador Inversor:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_f}{R_i}$$

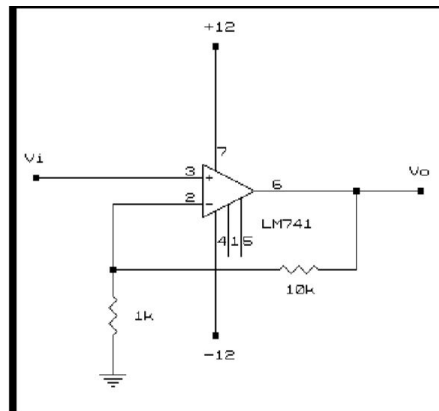
$R_f = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_i = 1\text{ k}\Omega$

$$= -\frac{10\text{ k}\Omega}{1\text{ k}\Omega}$$

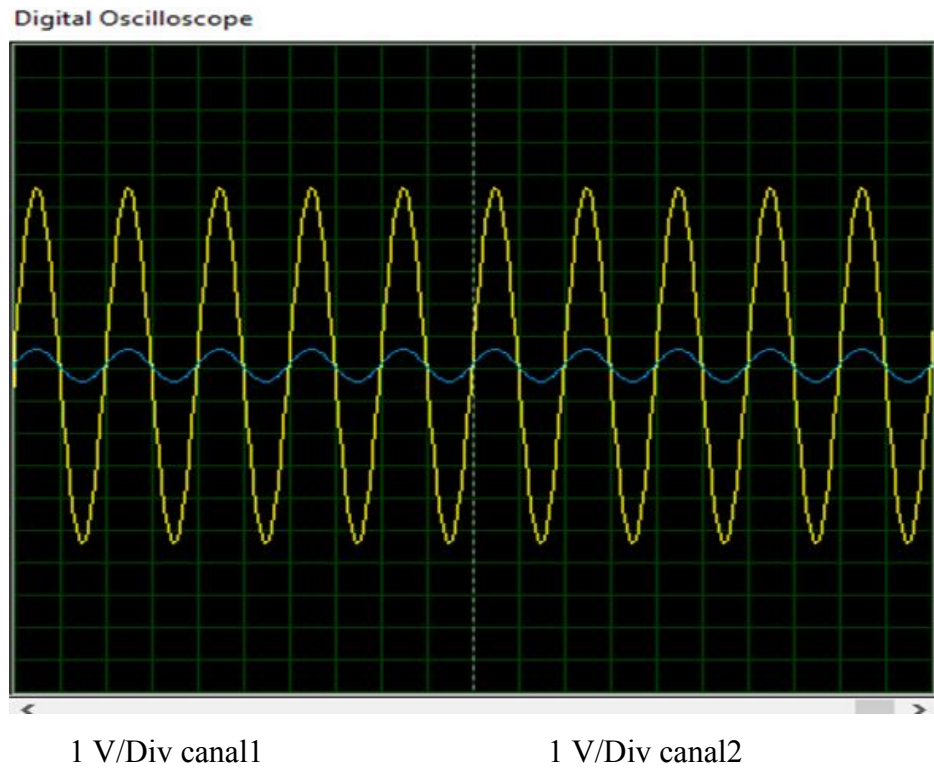
**$A_v = -10$**

### Amplificador No Inversor

Conecte según la configuración siguiente.



Introduzca una señal senoidal con 1Vpp a una frecuencia de 1kHz en la entrada Vi. Mida el voltaje de entrada en el canal 1 y el voltaje de salida en el canal 2 y determine la ganancia del amplificador. Note que la señal de salida está en fase con la señal de entrada. Grafique las formas de ondas obtenidas.



	Entrada(v)	Salida(v)	Ganancia
<b>Teórico</b>	1	11	11
<b>Práctico</b>	1.1	11.2	10.18

Aumente la amplitud de la señal de entrada hasta observar la saturación de la salida, anotando el valor positiva y negativa máxima.

Vsat(+)	Vsat(-)
22	22

Cálculos

• Amplificador no Inversor:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_F}{R_i}$$

$$= 1 + \frac{10k\Omega}{1k\Omega}$$

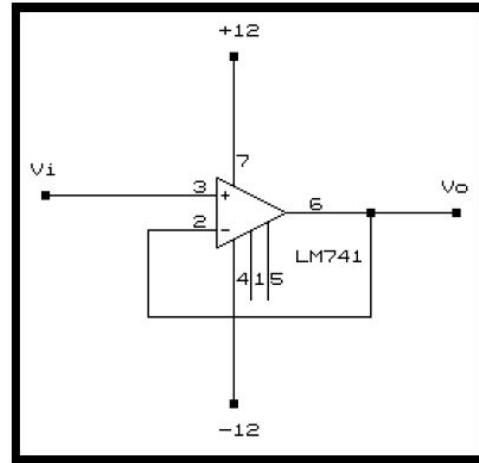
$$= 1 + 10$$

$$\boxed{= 11}$$

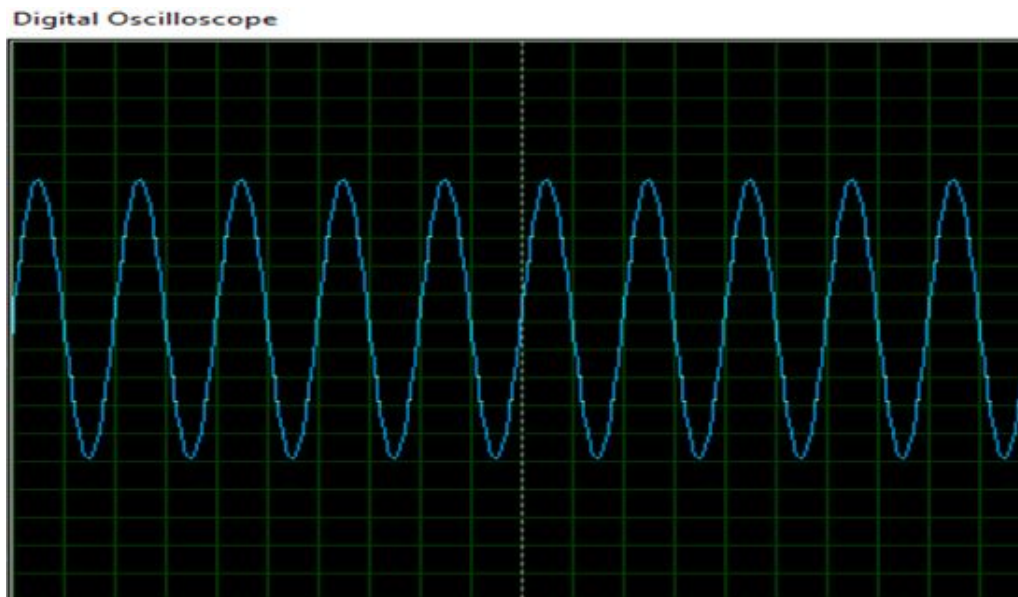
### Seguidor de Voltaje

Comprobar su funcionamiento mediante las mediciones de voltaje de entrada y salida.  
Construya el siguiente circuito.

Introduzca una señal senoidal con 5 Vpp a una frecuencia de 1 kHz en la entrada del circuito ( $V_i$ ). En el osciloscopio observe la magnitud del voltaje de entrada en el canal 1 y en el canal 2 la señal de salida, compare fase y dibuje las formas de ondas obtenidas.



1  
la



1 V/Div canal1

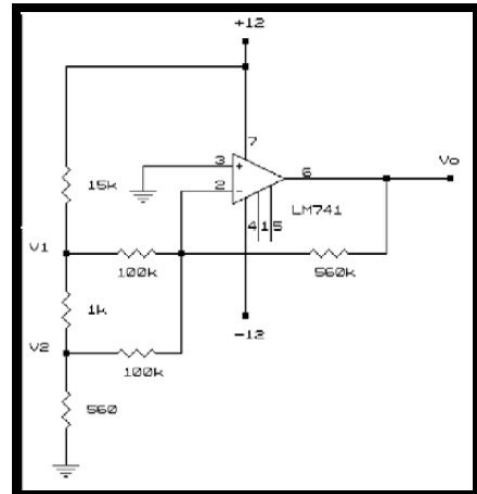
1 V/Div canal2

	Entrada	Práctico
Teórico	5	5
Práctico	4.48	4.36

**AMPLIFICADOR SUMADOR**

Construya el siguiente circuito.

Medir los diferentes voltajes de entrada ( $V_1$  y  $V_2$ ) y el voltaje de salida ( $V_0$ ) con la ayuda del voltímetro llenando la tabla siguiente en el área de los resultados teóricos. Para llenar la tabla en el área teórica, haga los cálculos para obtener los valores.



	$V_1$	$V_2$	$V_0$
<b>Teórico</b>	1.13	0.406	8.6
<b>Práctico</b>	1.10	0.40	8.61

Cálculos

• Amplificador Sumador:

$$V_2 = \frac{(V_{cc})(R_1)}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{(12V)(560\Omega)}{560\Omega + 1k\Omega + 15k\Omega}$$

$$= \frac{6720V\Omega}{16560\Omega}$$

$$V_2 = 0.406V$$

$$V_1 = \frac{(V_{cc})(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{(12V)(1560\Omega)}{16560\Omega}$$

$$V_1 = 1.13V$$

$$V_0 = -\frac{R_F}{R} [V_1 + V_2]$$

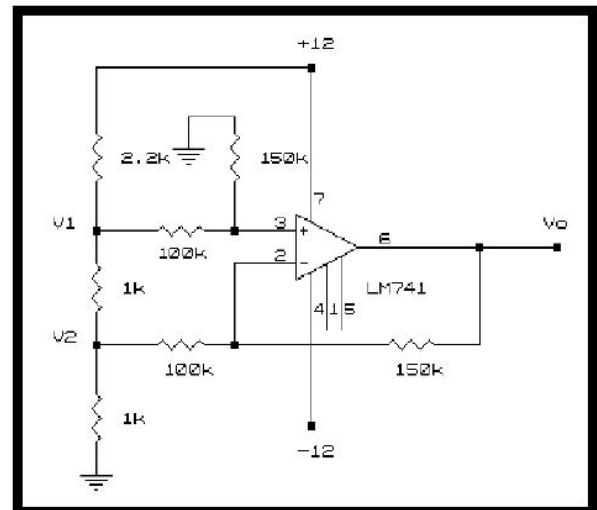
$$= -\frac{560k\Omega}{100k\Omega} [0.406V + 1.13V]$$

$$V_0 = -8.6V$$

## AMPLIFICADOR SUSTRADOR

Construya el siguiente circuito.

Del circuito de la figura medir los diferentes voltajes de entrada (V1 y V2) y el voltaje de salida (V0) con la ayuda del voltímetro llenando la tabla siguiente en el área de los resultados teóricos. Para llenar la tabla en el área teórica, haga los cálculos para obtener los valores.



	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>0</sub>
<b>Teórico</b>	5.71	2.86	4.28
<b>Práctico</b>	5.64	2.81	4.31

Cálculos:

$$V_2 = \frac{(V_{cc})(R_1)}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{(12V)(1k\Omega)}{(1k\Omega) + (1k\Omega) + (2.2k\Omega)} = 2.86V$$

$$V_1 = \frac{(V_{cc})(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{(12V)(2k\Omega)}{4200\Omega} = 5.71V$$

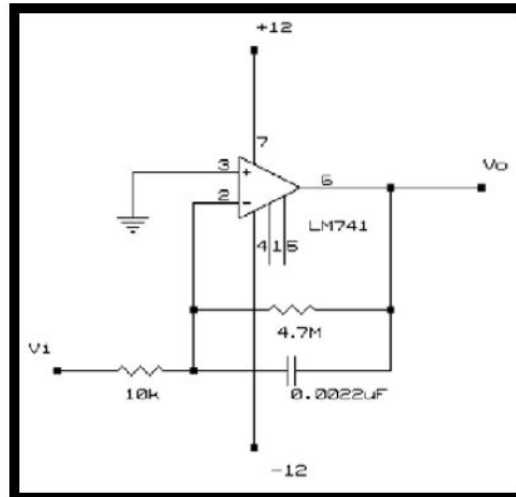
$$V_0 = \frac{R_F}{R} (V_2 - V_1) = \frac{150k\Omega}{100k\Omega} (5.71V - 2.86V) = 4.28V$$



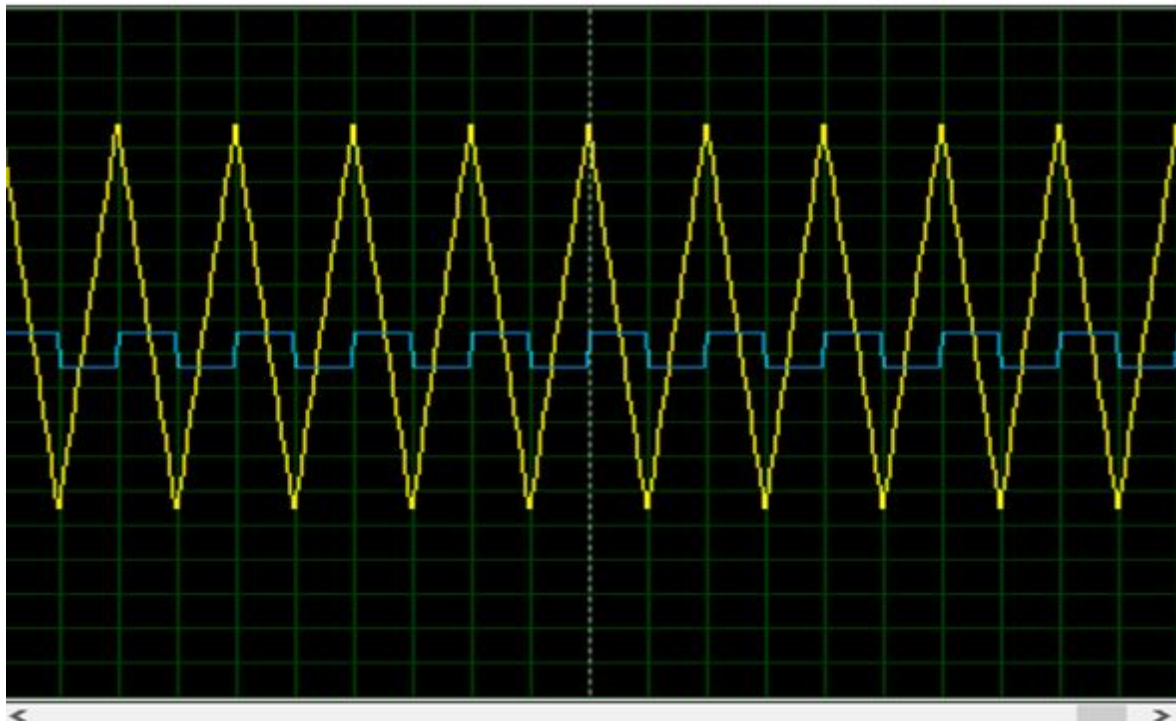
## INTEGRADOR

Construya la configuración de un integrador como se muestra en la siguiente figura e introduzca en el voltaje de entrada una señal cuadrada de 1 Vpp a 1

KHz.y mida la señal en el canal 1 y en el canal 2 coloque la señal de salida. Dibuje las formas de onda obtenidas de las señales de entrada y salida.



Digital Oscilloscope



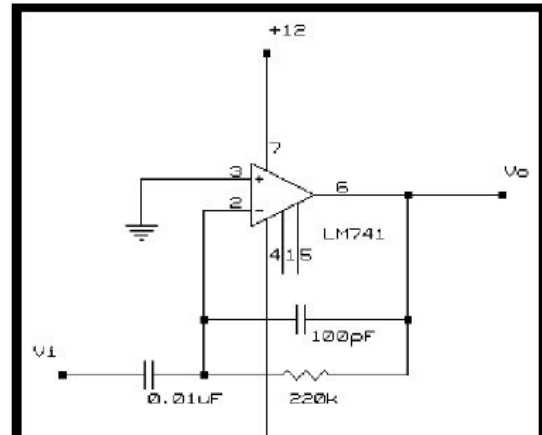
1 V/Div canal1

1 V/Div canal2

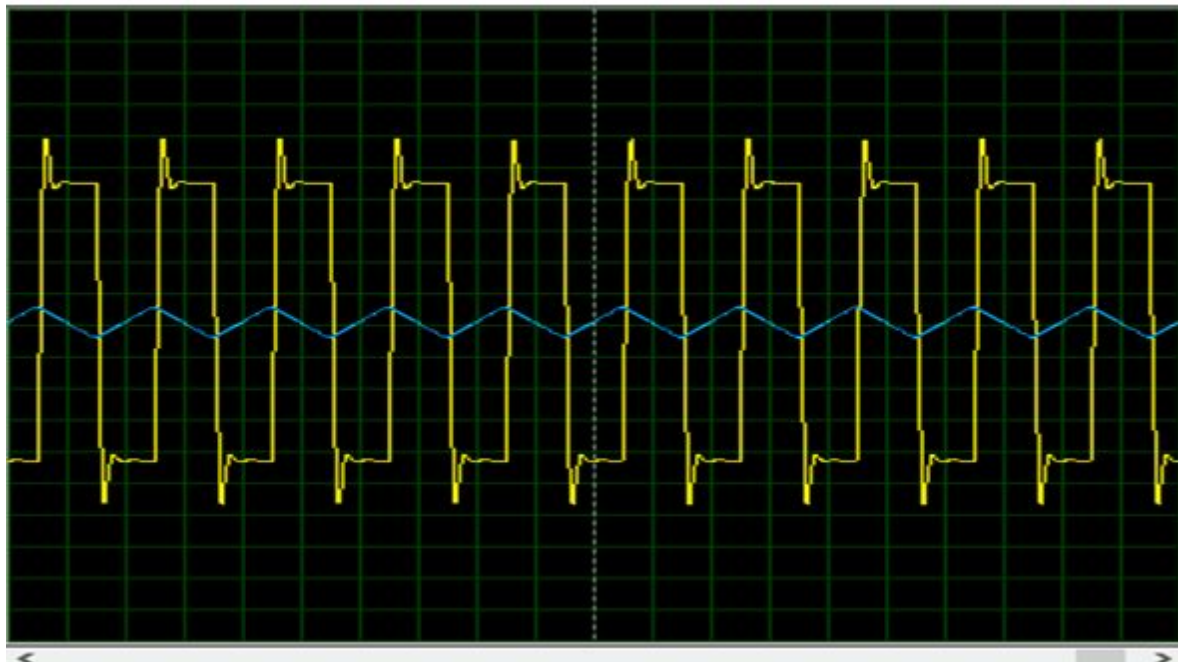
## DERIVADOR

Introduzca un voltaje de entrada de una señal triangular a 1Vpp y frecuencia de 1KHz, mida el voltaje de entrada en el canal 1 y en el canal 2 el voltaje de salida, dibujando las formas de onda obtenidas de la entrada y de la salida.

struya el circuito de la siguiente figura.



Digital Oscilloscope



1 V/Div canal1

1 V/Div canal2

## Cuestionario

1. ¿Qué representa el signo negativo en los circuitos: inversor, sumador, derivador e integrador?

*Que existe una retroalimentación negativa y que además existe un voltaje de entrada distinto a cero en la entrada inversora. También implica que el voltaje de salida tendrá un signo contrario al de la entrada en el caso de los circuitos inversor y sumador.*

2. Explica porque existe una diferencia entre el voltaje de salida teórico y práctico del los circuitos sumador y restador.

*Debido a que los elementos en el desarrollo teórico son ideales, esto quiere decir que cada uno de los elementos tiene un valor que nosotros hemos definido, en cambio en la práctica, esto no es así, ya que los valores de los elementos son un poco variantes con respecto a lo que debería de ser.*

3. ¿Qué función tiene el circuito seguidor de voltaje?

*Mantiene el voltaje de salida igual al voltaje de entrada.*

4. ¿Cuál es la finalidad de agregarle una resistencia en paralelo al capacitor en el integrador y un capacitor en paralelo a la resistencia del derivador?

*Permitir el flujo de corriente a través de la salida del amplificador operacional.*

## **Conclusiones**

Gonzalez Hinojosa Emiliano

Monroy Martos Elioth

Los valores que obtuvimos entre los resultados teóricos, simulados y prácticos fueron muy parecidos, en especial los valores que obtuvimos en las simulaciones con los teóricos, hubo pequeñas diferencias con los valores prácticos debido a que en ocasiones algunos elementos en los circuitos pueden no ser del valor que deberían de ser, por ejemplo, una resistencia de un 1k Ohm, podría ser en realidad de un valor menor como 980 Ohms, que a pesar de no ser una diferencia muy grande esta puede cambiar los resultados obtenidos en el análisis del circuito. Y otros elementos también pueden tener condiciones parecidas, por lo cual los resultados prácticos terminan siendo distinto a los resultados teóricos y simulados.

Hoja firmada

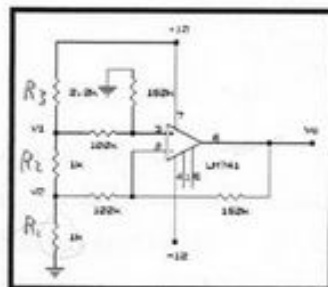
## Electrónica Analógica

## Configuraciones Básicas con Amplificadores Operacionales

	$V_1$	$V_2$	$V_0$
Teórico	1.13v	.406v	-8.6v
Práctico	1.10v	.4v	-8.61v

**AMPLIFICADOR SUSTRACTOR.**

Construya el circuito siguiente::



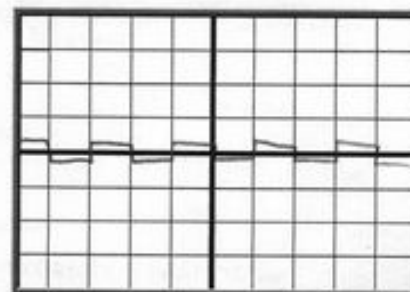
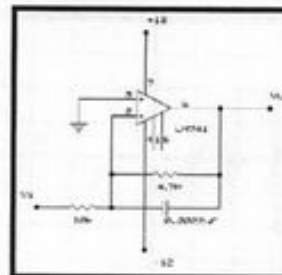
Del circuito de la figura medir los diferentes voltajes de entrada ( $V_1$  y  $V_2$ ) y el voltaje de salida ( $V_0$ ) con la ayuda del voltímetro llenando la tabla siguiente en el área de los resultados teóricos. Para llenar la tabla en el área teórica, haga los cálculos para obtener los valores.

	$V_1$	$V_2$	$V_0$
Teórico	5.71	2.86	4.28v
Práctico	5.64v	2.81v	4.31v

**INTEGRADOR**

Construya la configuración de un integrador como se muestra en la siguiente figura e introduzca en el voltaje de entrada una señal cuadrada de 1 Vpp a 1 KHz y mida la señal en el canal 1 y en el canal 2 coloque la señal de salida.

Dibuje las formas de onda obtenidas de las señales de entrada y salida.

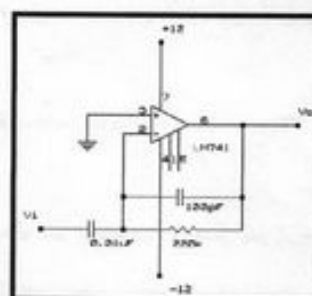


V/div canal 1  
5.0V/div

V/div canal 2

**DERIVADOR**

Construya el circuito de la siguiente figura. 2046



Dr. Oscar Carranza Castillo