



## Laboratorio – Integrador y Diferenciador con AO

### Objetivos

- El propósito de este práctico es comprender el funcionamiento de un integrador y de un diferenciador construido con un LM741.

### Textos de Referencia

- Principios de Electrónica, Cap. 22, Circuitos no lineales con amplificador operacional. Malvino, 6ta ed.
- Dispositivos Electrónicos, Cap. 14, Circuitos básicos de los amplificadores operacionales. T. Floyd, 3ra ed.

### Listado de Componentes

Cantidad	Componentes
1	LM741 (8 patas mini-DIP)
1	Resistencia de $100 \Omega$ - 1/4W
1	Resistencia de $2.2 \text{ k}\Omega$ - 1/4W
1	Resistencia de $22 \text{ k}\Omega$ - 1/4W
1	Resistencia de $100 \text{ k}\Omega$ - 1/4W
1	Capacitor de poliéster (o cerámico) de $4.7 \text{ nF}$ / 50 Volt

### Listado de Instrumental

- Transformador 220 Vac = 12 o 15 Volt
- Kit de experimentación EXPUN
- Osciloscopio
- Multímetro digital

#### 1. Corrección de offset del amplificador operacional LM741

- 1.1. Armar el circuito de la Figura 1 alimentando el operacional con +12 y -12 Volt. Mantener esta alimentación a lo largo de todo el práctico.

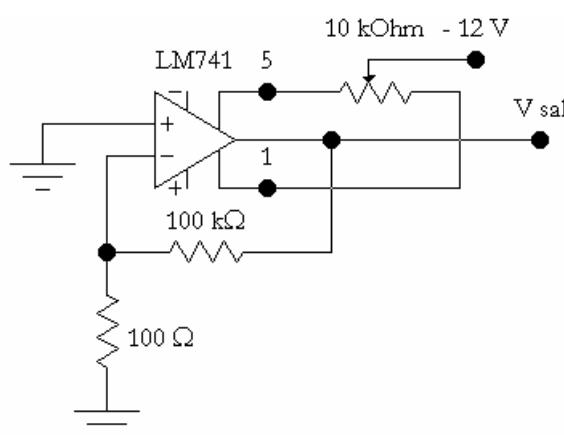


Figura 1

- 1.2. Ajustar el potenciómetro de  $10 \text{ k}\Omega$  hasta que la tensión de salida sea nula. Medir la tensión de salida con el multímetro digital.



IMPORTANTE: Mantener la corrección de offset a lo largo del práctico a pesar de que, en los circuitos diferenciador e integrador, se han omitido las conexiones en las patas 1 y 5.

## 2. Diferenciador

- 2.1. Armar el circuito de la figura 2.

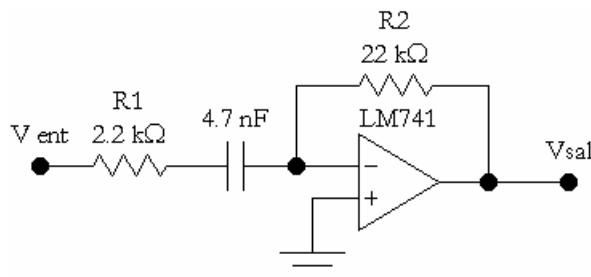


Figura 2

- 2.2. Aplicar a la entrada una onda triangular de 1 V pico a pico, frecuencia de 400 Hz y sin offset de continua.
- 2.3. Graficar la señal de salida superpuesta a la señal de entrada.
- 2.4. Medir la tensión de salida pico a pico. Registrar dicho valor en la Tabla 1.
- 2.5. Calcular la tensión de salida pico a pico. Emplear la siguiente fórmula y anotar el resultado en la Tabla 1.

$$V_{SAL} = 4 R_2 C f V_{ENT}$$

- 2.6. Introducir offset en la señal de entrada. ¿Cuál es el efecto sobre la señal de salida? ¿Por qué?
- 2.7. Repetir los puntos 2.4. y 2.5. para cada una de las frecuencias previstas en la Tabla 1.
- 2.8. ¿Qué sucede con la señal de salida a medida que aumenta la frecuencia de la señal de entrada?
- 2.9. Calcular la frecuencia de corte del circuito.

$$f_C = \frac{1}{2\pi C R_1}$$

- 2.10. ¿Cómo se comporta el circuito a frecuencias mayores a  $f_C$ ? ¿Por qué?
- 2.11. ¿Por qué en la Tabla 1, a una frecuencia de 30 kHz, la tensión de salida medida difiere tanto de la calculada?
- 2.12. Escribir una expresión para la tensión de salida esperada, a frecuencias mucho mayores que la frecuencia de corte.
- 2.13. Observar la señal de salida para una entrada senoidal de 400 Hz.
- 2.14. ¿Qué forma tiene ahora la señal de salida? ¿Por qué?

## 3. Integrador

- 3.1. Armar el circuito de la Figura 3.
- 3.2. Aplicar a la entrada una onda cuadrada de 1 V pico a pico, frecuencia de 30 kHz y sin offset de continua.
- 3.3. Graficar la señal de salida superpuesta a la señal de entrada.
- 3.4. Medir la tensión de salida pico a pico. Registrar dicho valor en la Tabla 2.



- 3.5. Calcular la tensión de salida pico a pico. Emplear la siguiente fórmula y anotar el resultado en la Tabla 2.

$$V_{SAL} = \frac{V_{ENT}}{4 R_1 C f}$$

- 3.6. Introducir offset en la señal de entrada. ¿Cuál es el efecto sobre la señal de salida? ¿Por qué?
- 3.7. Repetir puntos 3.4. y 3.5. para cada una de las frecuencias previstas en la Tabla 2. Elimine el offset introducido en el punto 3.6.

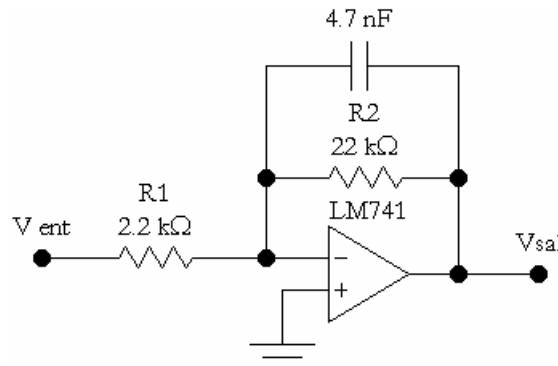


Figura 3

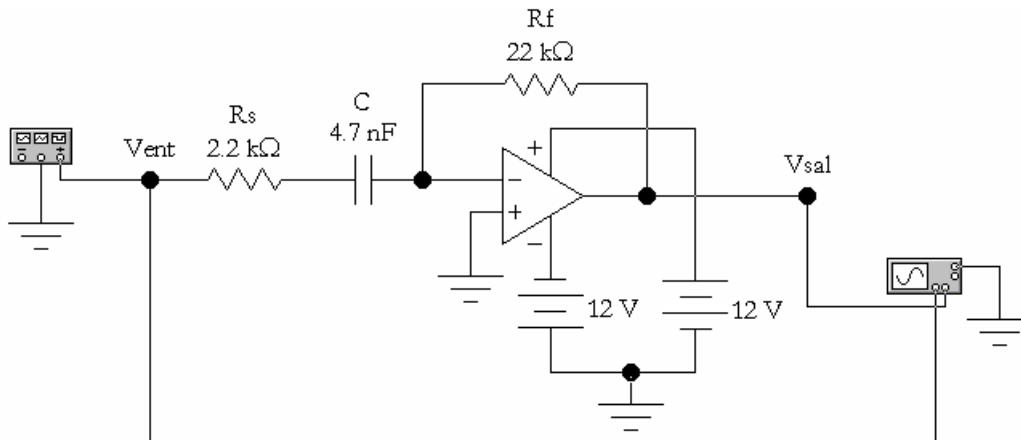
- 3.8. ¿Qué sucede con la señal de salida a medida que disminuye la frecuencia de la señal de entrada?
- 3.9. Calcular la frecuencia de corte del circuito.
- $$f_C = \frac{1}{2\pi C R_2}$$
- 3.10. ¿Cómo se comporta el circuito a frecuencias menores a  $f_C$ ? ¿Por qué?
- 3.11. ¿Por qué en la Tabla 2, a una frecuencia de 100 Hz, la tensión de salida medida difiere de la calculada?
- 3.12. Escribir una expresión para la tensión de salida esperada, a frecuencias mucho menores que la frecuencia de corte.
- 3.13. Observar la señal de salida para una entrada senoidal de 30 kHz.
- 3.14. ¿Qué forma tiene ahora la señal de salida? ¿Por qué?



## Simulación – Integrador y Diferenciador con AO

### 1. Diferenciador

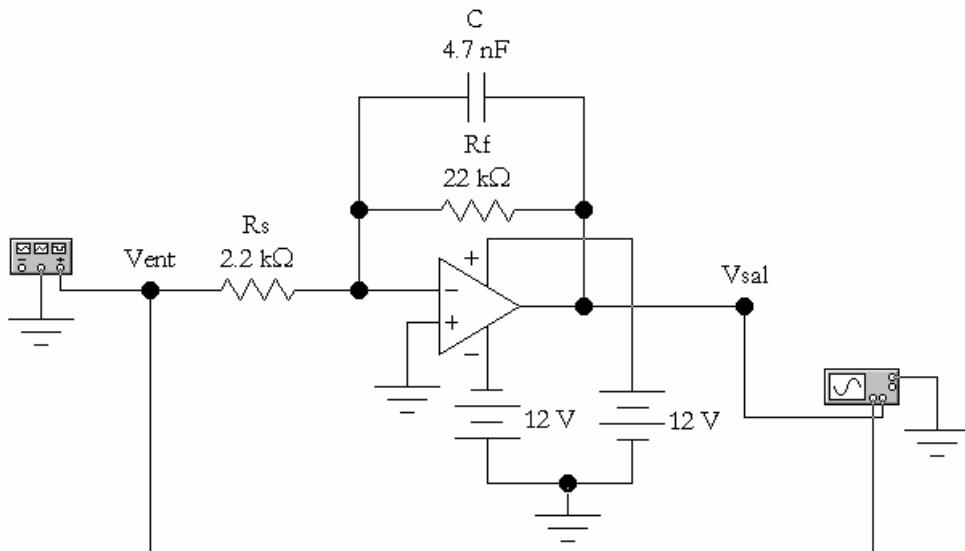
- 1.1. Cargue el circuito que se encuentra en el archivo DIFER.msm



- 1.2. Observar la tensión de salida para una entrada triangular de 1 Volt pico a pico y 400 Hz. ¿Qué forma tiene la señal de salida?
- 1.3. Aumentar gradualmente la frecuencia de la señal de entrada hasta llegar a 30 kHz. ¿Qué cambios observa en la señal de salida? ¿A qué se debe este comportamiento?
- 1.4. Por último, observar la salida del circuito para una entrada senoidal y una cuadrada en el rango de frecuencias de 400 Hz a 30 kHz.

### 2. Integrador

- 2.1. Cargar el circuito que se encuentra en el archivo INTEG.msm



- 2.2. Observar la tensión de salida para una entrada cuadrada de 1 Volt pico a pico y 30 kHz. ¿Qué forma tiene la señal de salida?
- 2.3. Disminuir gradualmente la frecuencia de la señal de entrada hasta llegar a 400 Hz. ¿Qué cambios observa en la señal de salida? ¿A qué se debe este comportamiento?
- 2.4. Por último, observar la salida del circuito para una entrada senoidal y una triangular en el rango de frecuencias de 400 Hz a 30 kHz.

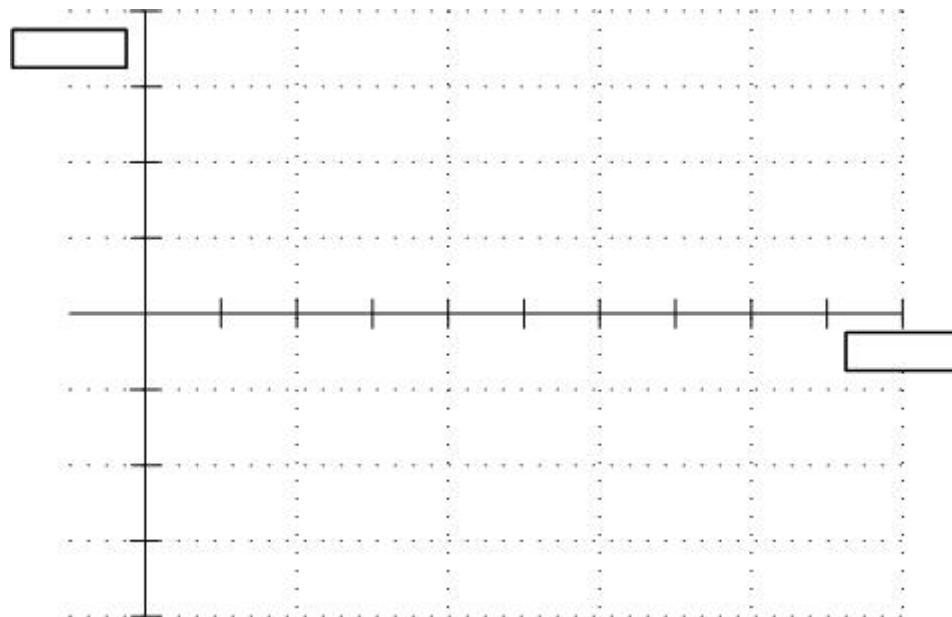


## Resultados – Integrador y Diferenciador con AO

### Ejercicios de Laboratorio

#### 2. Diferenciador

2.3



Frecuencia	V <sub>sal</sub> medida p/p	V <sub>sal</sub> calculada p/p
400		
1000		
5000		
15000		
30000		

Tabla 1

2.6.

.....  
.....

2.8.

.....  
.....

2.9.

$$\begin{array}{|c|}\hline f_c \\ \hline \end{array}$$

2.10.

.....  
.....



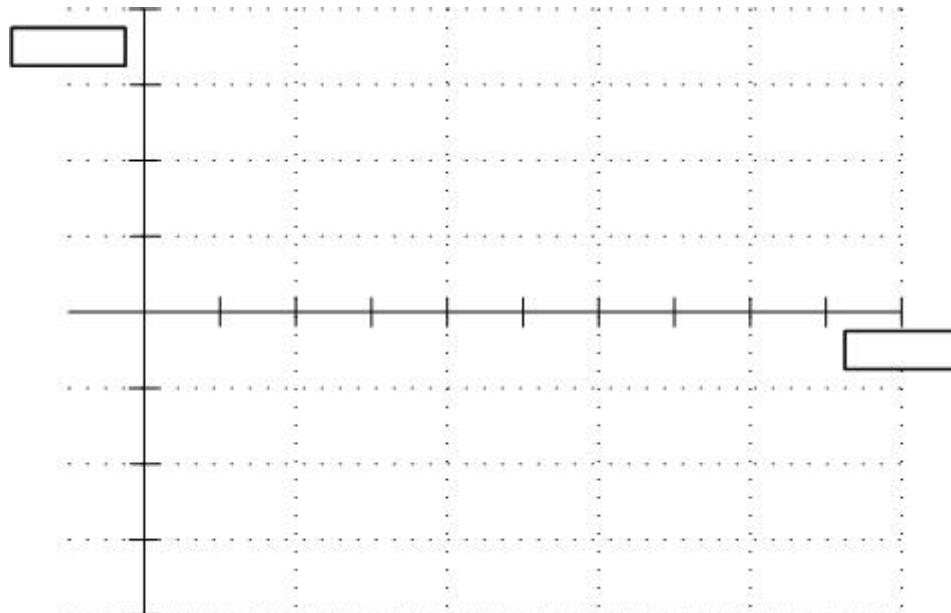
2.11.

2.12.

2.14.

### 3. Integrador

3.3



Frecuencia	Vsal medida p/p	Vsal calculada p/p
400		
1000		
5000		
15000		
30000		

Tabla 2

3.6.

3.8.

3.9.



$f_C$

3.10.

.....

.....

3.11.

.....

.....

3.12.

.....

.....

3.14.

.....

.....





## Resultados – Integrador y Diferenciador con AO

### Ejercicios de Simulación

#### 1. Diferenciador

1.2.

.....  
.....  
.....  
.....

1.3.

.....  
.....  
.....  
.....

#### 2. Integrador

2.2.

.....  
.....  
.....  
.....

2.3.

.....  
.....  
.....  
.....