

PRÁCTICA 4. AMPLIFICADOR OPERACIONAL

1. Objetivo

El objetivo de esta práctica es el estudio del funcionamiento del amplificador operacional, en particular de tres de sus montajes típicos que son como amplificador inversor, integrador y sumador.

2. Material necesario

- Fuente de alimentación
- Osciloscopio
- Generador de funciones
- Placa de circuito impreso con amplificador operacional LM741
- Placa de prueba

3. Conocimientos previos

El alumno debe conocer el funcionamiento básico del amplificador operacional.

Antes de la realización de la práctica, el alumno deberá contestar las cuestiones del apartado 5 (Cuestiones previas).

4. Realización de la práctica

El amplificador operacional (Figura 1) es un dispositivo que funciona en modo diferencial, verificando:

$$V_o = A_d \cdot (V_P - V_N) = A_d \cdot V_d$$

La intensidad por la entrada se puede relacionar con la tensión diferencial de la entrada

$$V_d = R_i \cdot I_i$$

Si se considera la resistencia de salida del dispositivo, ésta provoca una caída de tensión a la salida del dispositivo, en función de la intensidad saliente:

$$V_o = A_d \cdot V_d - R_o \cdot I_o$$

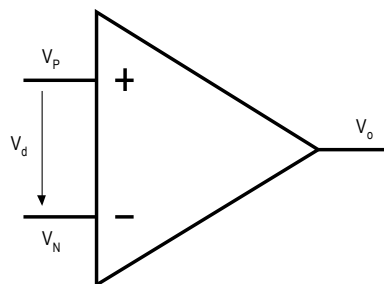


Figura 1: amplificador operacional

Este dispositivo se puede considerar un **amplificador ideal de tensión**, con las siguientes características:

- Posee una **elevada ganancia de tensión**
Esto permite considerar¹ que la tensión diferencial de entrada es despreciable
- Posee una **elevada impedancia de entrada**
Esto permite considerar que la intensidad entrante es despreciable
- Posee una **baja impedancia de salida**
Esto permite considerar que la tensión de salida no depende de la intensidad de salida

Para el desarrollo de esta práctica se hará uso del circuito impreso siguiente:

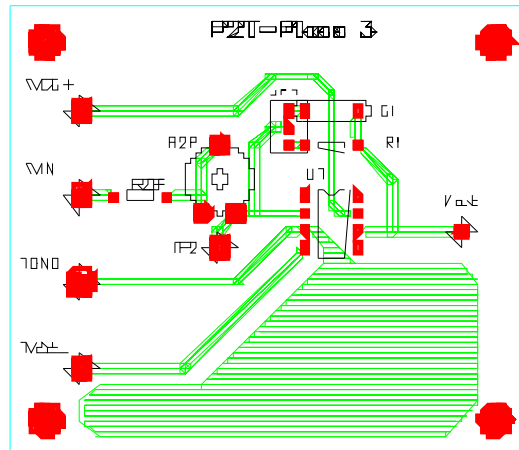


Figura 2: circuito impreso

En este circuito, mediante el jumper JP1 se elige el funcionamiento en montaje integrador o inversor. En uno de los apartados se añadirán otros componentes para obtener configuraciones más completas (sumador), de manera que se montarán en una placa de prueba aparte y se conectarán a esta placa de circuito impreso.

1. Amplificador inversor

Colocar el jumper JP1 en la posición inferior. El montaje correspondiente es el amplificador inversor, que se muestra en la Figura 3:

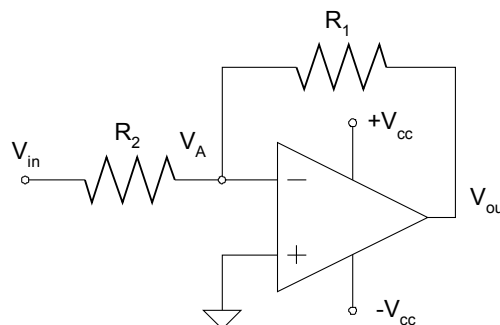


Figura 3: montaje amplificador inversor

En el montaje que nos ocupa, las ecuaciones del dispositivo serían:

$$I_{R2} = (V_{in} - V_A) / R_2 = (V_A - V_{out}) / R_1$$

¹ Siempre que el amplificador funcione linealmente

$$V_{out} = -A_d \cdot V_A$$

Considerando que el dispositivo funcione linealmente, podemos considerar despreciable la tensión diferencial de entrada V_A , y obtendríamos:

$$V_{out} = -R_1/R_2 \cdot V_{in}$$

Esto es, un amplificador cuya ganancia depende del cociente de dos resistencias.

Comprobar el correcto funcionamiento del inversor introduciendo una señal senoidal de amplitud $500mV_{pp}$ y frecuencia 5kHz. Fijar el valor de la resistencia variable al que se ha calculado en las cuestión previa 3. ¿Qué ganancia se obtiene?

2. Medida del Slew Rate

Para medir el slew rate del operacional se coloca R_{p2} a 10K y se introduce por la entrada una onda cuadrada de 10 kHz, $4 V_{pp}$ y offset 0.

Hay que medir el tiempo de subida de la onda de salida.

3. Integrador

En esta parte de la práctica se situará el jumper JP1 en la parte superior, que da lugar al montaje integrador que se muestra en la Figura 4. La ecuación que caracteriza el comportamiento de dicho montaje es:

$$V_{out}(t) - V_{out}(t_0) = -\frac{1}{R_2 C_1} \int_{t_0}^t V_{in}(t) dt$$

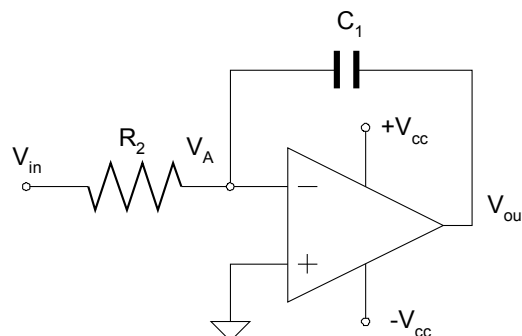
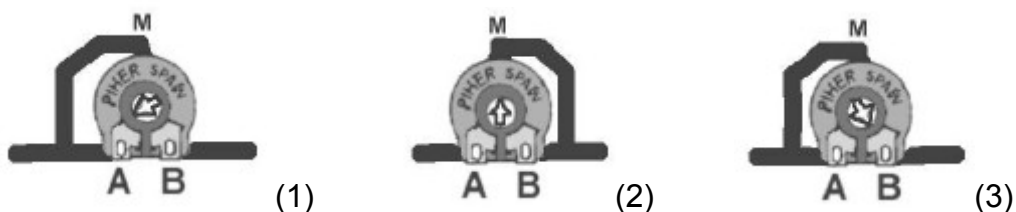


Figura 4: montaje integrador

Se alimenta la placa a $\pm 10V$ en los pines V_{cc+} y V_{cc-} . La señal de entrada se introduce por el pin V_{in} , y debe ser una señal cuadrada de 100Hz de frecuencia y 300mV de amplitud. Se debe girar el potenciómetro, y situarlo en las posiciones siguientes:



- Anotar la pendiente de la señal de salida en los dos primeros casos.
- Dibujar la forma de onda de salida y la tensión en el pin V_A cuando se sitúa en la posición 3.
- Vuelva a situar la resistencia variable en la posición (2) y reduzca la frecuencia de la señal de entrada. ¿Qué le ocurre a la forma de la señal de salida?

4. Sumador

El último montaje que se va a realizar es un sumador. El esquemático correspondiente se muestra en la Figura 5. Comparando los montajes inversor y sumador se puede comprobar que se puede obtener fácilmente el segundo a partir del primero. Por tanto, hay que volver a colocar el jumper JP1 en la posición

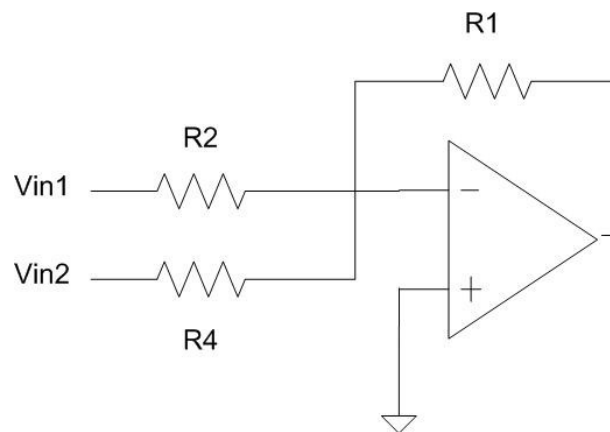


Figura 5: montaje sumador

Para ello hay que conectar en la placa de prueba una resistencia entre la segunda entrada a sumar V_{in2} y la entrada inversora del operacional, como se muestra en la figura 5

Se debe unir un extremo de la resistencia al pin que se denomina TV_A . Por el otro extremo se introducirá la otra señal que se va a sumar.

La resistencia R_4 será de $2.2\text{ k}\Omega$.

Las señales que se van a sumar tienen las siguientes características:

- Señal V_{in1} : señal TTL.
- Señal V_{in2} : señal senoidal, $V_{pp}=0.5\text{V}$.

La frecuencia de ambas señales será 1kHz . Dibuja la forma de onda de la señal resultante. ¿Qué ocurre si se varía el valor del potenciómetro R_{p2} ?

6. Memoria de resultados

Conservar para consultas posteriores

1. Utilizando el montaje en amplificador inversor, comparar la ganancia obtenida teóricamente con la que se ha obtenido en el laboratorio.
2. Anotar el tiempo de subida de la onda de salida y calcular el slew rate
3. En el montaje integrador, anotar la pendiente de la señal de salida para los valores de la resistencia variable (1) y (2).

Potenciómetro	Posición (1)	Posición (2)
Pendiente		

4. Dibujar la forma de onda a la salida del amplificador cuando la resistencia variable está situada en la posición (3). Superponer en esta misma gráfica la forma de onda de la tensión V_A .

5. ¿Qué ocurre al reducir la frecuencia de la señal de entrada?
6. Una vez montado el sumador, dibuja la forma de onda de la señal de salida para valores de la resistencia variable intermedio. ¿Qué ocurre si se varía el valor del potenciómetro?

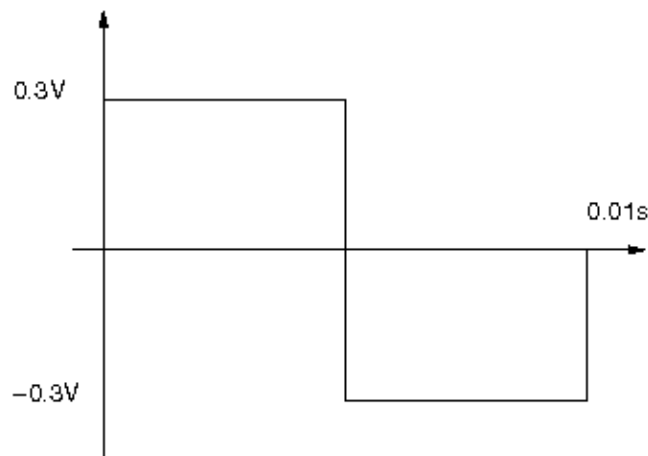
Esta página se ha dejado en blanco intencionadamente

5. Cuestiones previas PRÁCTICA 4

Entregar antes del comienzo de la práctica

NOMBRE: _____

1. Deducir la ecuación del integrador que aparece en el enunciado a partir de las ecuaciones de funcionamiento del operacional y las ecuaciones características de los dispositivos.
2. En el montaje inversor, ¿qué valor teórico debe tener la resistencia R2 si R1 vale 10k Ω y se quiere obtener una ganancia de valor 5? Anotar este valor en el enunciado (apartado 4.1) para medir el resultado aplicando ese valor.
3. Dibujar la forma de onda de salida que resultará en el integrador al introducir una onda cuadrada con los valores que se muestran en la figura. Indicar valores concretos, teniendo en cuenta que R vale 5k Ω y C=100nF.



4. Deducir la ecuación del sumador