



FIUSAC
FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Universidad de San Carlos De Guatemala - Escuela de Mecánica Eléctrica.

Dylan Ricardo Marroquín Siquibach 201801171, Jefferson Rodrigo
Retana Mansilla 201700088, Héctor Fernando Carrera Soto 201700923
Oscar David Chaicoj 201807238, Gerber Erick Cuyuch Mejia 200517820.
Ing Mario Alberto Reyes Calderón
Martes G

Para la realización de la práctica se elaboraron circuitos utilizando como elemento principal el amplificador operacional para analizar su funcionamiento en diferentes configuraciones. Se armó un circuito comparador de voltaje, un comparador de ventana, un filtro pasa bajos y uno pasa altos, a los cuales se les realizaron mediciones de magnitudes de interés para el posterior análisis de la funcionalidad de los circuitos y la comprobación de su utilidad en diversas aplicaciones.

I. OBJETIVOS

A. Generales

- * Analizar el comportamiento y funcionamiento de un operador operacional.

B. Específicos

- * Determinar el comportamiento de un comparador de voltaje.
- * Determinar el comportamiento de un comparador de ventana.
- * Determinar tanto el comportamiento de un filtro pasa altos.
- * Determinar tanto el comportamiento de un filtro pasa bajos.

II. MARCO TEORICO

Amplificadores operacionales

Los amplificadores operacionales son, dispositivos compactos activos y lineales de alta ganancia, diseñados para proporcionar la función de transferencia deseada. Un amplificador operacional (A.O.) está compuesto por un circuito electrónico que tiene dos entradas y una salida, como se describe mas adelante. La salida es la diferencia de las dos entradas multiplicada por un

factor (G) (ganancia): $V_{out} = G(V_+ - V_-)$.

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.

OpAmp inversor

En este circuito, la entrada $V(+)$ está conectada a masa y la señal se aplica a la entrada $V(-)$ a través de R_1 , con realimentación desde la salida a través de R_2 . La entrada $V(-)$ es un punto de tierra virtual, ya que está a un potencial cero.

El circuito comúnmente más utilizado es el circuito de ganancia constante. El amplificador inversor amplifica e invierte una señal 180° , es decir, el valor de la tensión de salida está en oposición de fase con la de entrada y su valor se obtiene al multiplicar la tensión de la entrada por una ganancia fija constante, establecida por la relación entre R_2 y R_1 , resultando invertida esta señal (desfase).

OpAmp no inversor

Este es el caso en que la tensión de entrada V_e , está en fase con la de salida V_s , esta tensión de salida, genera una corriente a través de R_2 hacia el terminal inversor, a su vez a través de R_1 , se

genera una corriente hacia el mismo terminal pero de signo contrario, por lo que ambas corrientes se anulan, reflejando en la salida la tensión de entrada amplificada.

Según se ha mencionado antes, el valor de $+V_e$ se refleja en la entrada inversora $-V_e$ del amplificador operacional y teniendo en cuenta que se considera un «cortocircuito virtual», podemos establecer que $i_e = V_e/R_1$.

Y como la corriente en la entrada inversora $i^- = 0$; $i_1 = i_2$; por lo tanto $V_o = (R_1 + R_2)i_1$, sustituyendo; $V_o/V_e = (1 + R_2/R_1)$; y finalmente la ganancia en tensión.

OpAmp Sumador

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.

Cada una de las entradas tiene una resistencia (ver R_1 , R_2 , R_3), llamadas resistencias de entrada, que al combinarse con la resistencia realimentación forman un amplificador inversor de corriente continua de ganancia establecida por la fórmula: $A_v = \frac{R_4}{R_{entrada}}$. Esto para cada una de las entradas.

A. OpAmp 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.

El comportamiento de la mayoría de las configuraciones de los op-amps se pueden determinar aplicando las reglas de oro". En un amplificador restador, el voltaje en la entrada no invertida es $v_2/2$, por lo tanto por la regla del voltaje ese voltaje también aparece en el punto A.

Aplicando la regla de corriente, la corriente en A debe ser cero, de modo que:

$$\frac{v_1 * \frac{v_2}{2} R_1 = v_{out} * \frac{v_2}{2}}{R_3}$$

III. MATERIALES

- * Una fuente de voltaje directo, de +12V, -12V y otra de +5V.
- * 4 potenciómetros de precisión de 10KΩ.
- * 1 LM741
- * 1 LM339
- * 2 led de Cualquier Color.
- * Multímetro, de preferencia dos por grupo.
- * Protoboard y Alambre para protoboard.
- * Pinzas y corta alambre.
- * Lagartos pequeños.
- * 2 diodos rectificadores 1N4001
- * 1 resistencias de 5.1KΩ, 2 de 470 Ω. Todas de potencia 1/4 de Watt
- * 2 capacitores cerámicos de 100nF

IV. MAGNITUDES FISICAS A MEDIR

- * Diferencia de potencial (V)
- * Corriente (A)
- * Frecuencia (Hz)

V. PROCEDIMIENTOS

1. Comparador de voltaje.
 - 1.1. Se selecciono el material a utilizar.
 - 1.2. Se armo el circuito de la figura 1, identificando los pines no inversor e inversor.
 - 1.3. se le coloco dos potenciómetros.
 - 1.4. se utilizo un potencimetro para dejar un voltaje de referencia.
 - 1.5. se utiliza el otro potenciómetro para variar el voltaje de entrada para menor y mayor de el de referencia.
 - 1.6. Con esto se deja en evidencia como el led enciende y apaga variando el voltaje de entrada dando con esto un apagado y encendido.

2. Comparador de ventana

- 2.1. se armó el circuito de la figura 2.
- 2.2. Se vario el potenciómetro numero tres, el cual ingresa a la entrada no inversora de U1:A, se verifico que el valor óhmico fuera de 3.5V.
- 2.3. Se vario el potenciómetro numero dos, el cual ingresa a la entrada inversora de U1:B, se verifico que el valor óhmico fuera de 1.5V.
- 2.4. Se vario el valor de el potenciómetro numero uno de tal manera que variara el voltaje que ingresara a al terminal inversora y no inversora de U1:A y U1:B respectivamente.
- 2.5. Se observo que sucedio con D1 mientras se vario el voltaje proporcionado por el potenciómetro uno.
- 2.6. Se midio el voltaje de salida.

3. Filtro Pasa Altos

- 3.1. Se armó el circuito de la figura 7 y 8
- 3.2. Se utilizó un generador de onda y conéctelo a la entrada del circuito, coloque el generador en una frecuencia de 300Hz obtenido en la salida de la compuerta AND.
- 3.3. Se midió la salida del filtro con el osciloscopio
- 3.4. Se aumentó la frecuencia hasta llegar a 4000Hz.

4. Filtro pasa bajos.

- 4.1. Se armo el circuito mostrado en la figura 9
- 4.2. Se utilizó un generador de onda conectado a la entrada del circuito, colocando el generador a un frecuencia de $300H_z$.
- 4.3. Con ayuda de un osciloscopio se midió loa salida del filtro
- 4.4. Se aumentó la frecuencia hasta llegar a $400H_z$

VI. DIAGRAMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

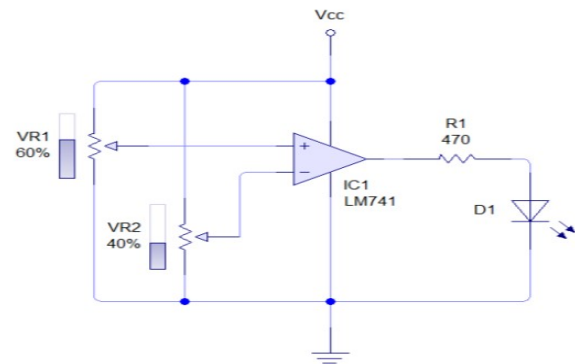


Figura 1: Comparador de voltaje

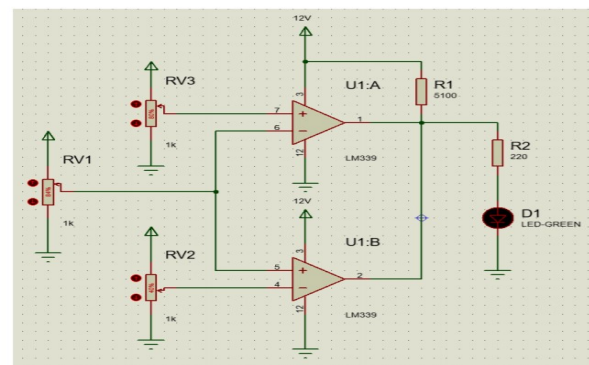


Figura 2: Comparador de ventana

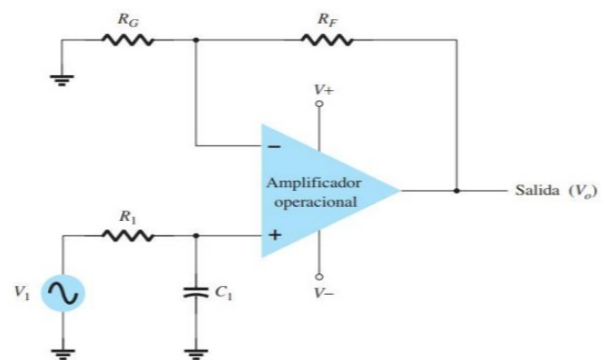


Figura 3: Filtro pasa bajos

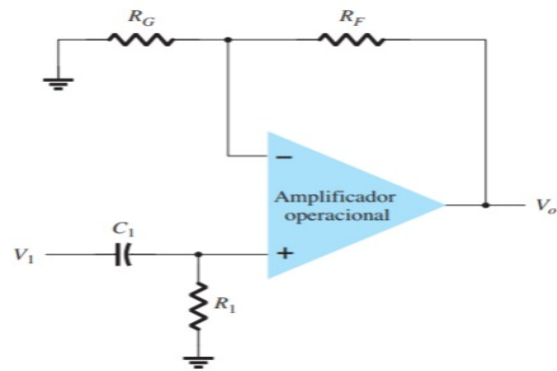


Figura 4: Filtro pasa altos

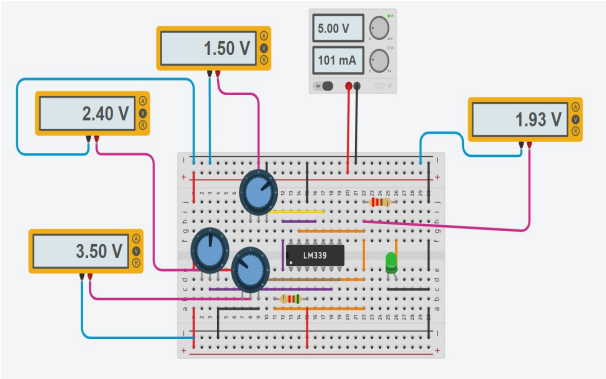


Figura 6: Comparador de ventana
Fuente : Elaboración propia, Octubre 2020

VII. RESULTADOS

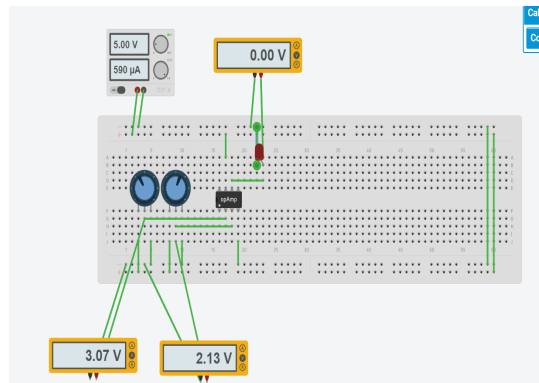


Figura 5: Comparador de voltaje
Fuente : Elaboración propia, Octubre 2020

Voltaje de referencia: 1.50V y 3.50V

Estado del LED	Volaje entrada (V)	Voltaje salida (V)
LEDOFF	1.00	0.00
LEDOFF	1.40	0.00
LEDON	1.90	1.93
LEDON	3.00	1.93
LEDOFF	3.70	0.00
LEDOFF	4.90	0.00

Cuadro II: Resultados Obtenidos en el Circuito comparador de ventana.

voltajes de referencia: 1.99V, 3.11V.

Estado del LED	Volaje entrada (V)	Voltaje salida (V)
LEDON	2.97	2.21
LEDON	3.49	2.21
LEDOFF	1.71	0
LEDOFF	2.13	0

Cuadro I: Resultados Obtenidos en el Circuito comparador de voltaje.

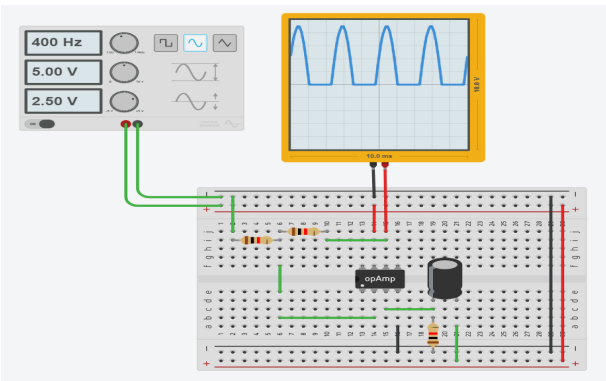


Figura 7: Gráfica de salida a una frecuencia de 400Hz
Fuente : Elaboración propia, Octubre 2020

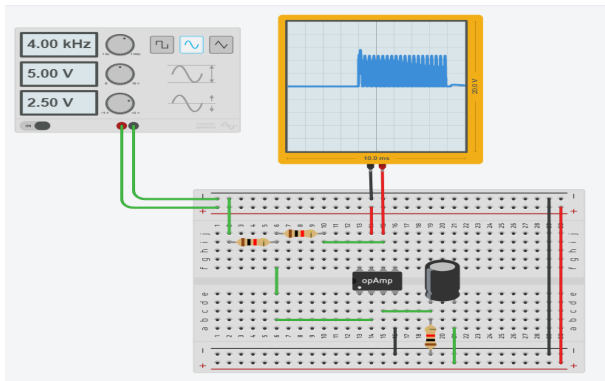


Figura 8: Gráfica de salida a una frecuencia de 4000Hz
Fuente : Elaboración propia, Octubre 2020

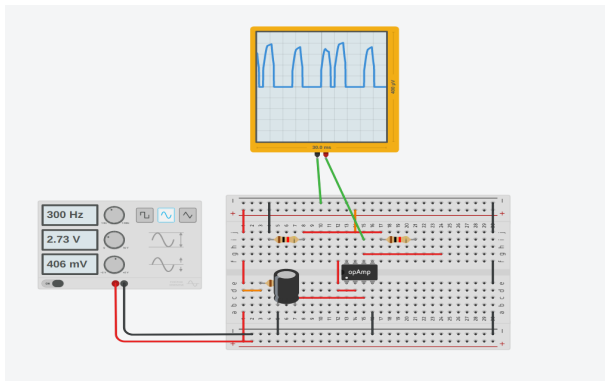


Figura 9: Gráfica de salida a una frecuencia de 300Hz, OpAmp Pasa bajos.

Fuente : Elaboración propia, Octubre 2020

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- En el circuito de comparador de voltaje se puede observar que el amplificador operacional funciona de manera que cuando el voltaje de no inversor es menor al de referencia la salida esta en 1 y por el contrario con un voltaje de entrada menor que el de referencia la salida esta en 0, en el caso utilizamos el voltaje de referencia de 1.99V y 3.11V en cuanto hacemos que el voltaje de entrada baje o suba con respecto al voltaje de referencia el led se enciende o se apaga a un mismo voltaje.
- En la figura No.8 se puede observar un comparador de ventana con los voltajes de referencia determinados mediante los potenciómetros dos y tres, y un potenciómetro que variaba el voltaje que ingresaría a la terminal inversora y no inversora, para así poder obtener un voltaje de salida que encendiera el led o que lo apagara, dichos rangos de vol-

taje para encendido o apagado se pueden observar en la cuadro No.II.

- En la figura de los circuitos Pasa Altos podemos observar la variación al momento de variar la frecuencia, permite el paso a través del mismo de todas las frecuencias superiores a su frecuencia de corte sin atenuación, esto varia mediante la frecuencia, la cual comienza en 300Hz y se va variando hasta llegar a los 4000Hz. Para una frecuencia muy alta, idealmente grande, el condensador se comportará como un cortocircuito, es decir, como si no estuviera, por lo que la caída de tensión de la resistencia será la misma tensión de entrada, lo que significa que dejaría pasar toda la señal.

IX. CONCLUSIONES

- El comparador de ventana tiene restricción para el encendido como el apagado, estos se dan mediante los voltajes de referencia los cuales son tomados como limites tanto mayor como menor, este enciende el led cuando el voltaje de entrada esta entre el rango de el limite menor y de el mayor dando como resultado un voltaje de salida capaz de encender el led, cuando el voltaje de entrada esta fuera de los limites ya sea menor o mayor al voltaje de referencia este tendera a enviar un voltaje de salida demasiado bajo con lo cual el led no encenderá.
- Lo que podemos observar con el amplificador operacional en configuración de comparador de voltaje es que podemos aprovechar para usos de comparaciones y poder de esta manera tener una referencia de la cual podemos hacer un encendido o pagado con respecto al voltaje de salida, ya que lo que el AO en esta configuración nos funciona como un encendido en un voltaje alto y apagado en un voltaje bajo con respecto al de referencia.
- Podemos observar que el comparador de voltaje es menos preciso que el comparador de ventana.
- El filtro paso bajos es todo lo contrario al filtro paso altos. Su principio de funcionamiento es el mismo y si es un RC de primer orden, la frecuencia de corte se calcula de la misma manera. La diferencia es la colocación del condensador y de la resistencia.
- Un filtro pasa bajos activo de primer orden RC como su nombre lo dice solo permite el paso de

frecuencias bajas y atenúa las frecuencias altas. Esta compuesto por cinco elementos un condensador, tres resistencias, y un amplificador operacional (opamp). La entrada es por la resistencia R y la salida se toma en salida del amplificador operacional. Se conoce como activo porque contiene un elemento activo que es el amplificador operacio-

nal, y es de primer orden por que solo contiene un elemento reactivo (un condensador). Tiene tres principales características: la ganancia puede ser mayor a uno, al ser de primer orden su atenuación es de 20db por década de frecuencia, y hay dos circuitos, el inversor y el no inversor.

[1] YOUNG, HUGH D. y FREEDMAN, ROGER A. (decimo cuarta edición) (2013). *Física universitaria volumen 2*. México: PEARSON.

[2] ROBERT L BOYLESTAD. (decima edición) (2004). *Introducción al Análisis de Circuitos*. México: PEARSON.