

Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Cómputo



Electrónica Analógica

Profesor:

Edmundo René Durán Camarillo

Practica No. 6

“Comparadores de nivel y sus aplicaciones”

Equipo: 1

Jiménez Zúñiga Aleida Geraldine

Pazarán Álvarez José Armando

Pérez Cruz Pamela Lizeth

Grupo: 2CM1

Fecha de entrega: 27/11/2018

Índice

2.- Introducción	3
2.3 Detector de cruce por cero inversor.....	4
2.4 Detector de cruce por cero no inversor.....	5
2.5 Detector de cruce por cero con histéresis	5
3.- Cálculos y Simulaciones	7
3.1 Detector de cruce por cero no inversor.....	7
3.2 Detector de cruce por cero inversor.....	8
3.3 Detector de cruce por cero inversor con histéresis	10
3.4 Aplicaciones del detector de nivel de voltaje	11
3.5 Aplicaciones del detector de nivel de voltaje con histéresis.....	13
4.- Conclusiones.....	14
4.1 Jiménez Zúñiga Aleida Geraldine	14
4.2 Pazarán Álvarez José Armando	14
4.3 Pérez Cruz Pamela Lizeth.....	15
5.- Bibliografía.....	16
6.- Anexos	16

1.- Objetivo

Al término de la práctica, el alumno comprobará el uso de los comparadores simples y de histéresis y realizará aplicaciones con los comparadores simples y con histéresis, además de que interpretará los resultados obtenidos de los circuitos realizados.

2.- Introducción

(Marco teórico)

2.1 Comparadores de Voltaje

Los comparadores son circuitos no lineales que, como su nombre indica, sirven para comparar dos señales (una de las cuales generalmente es una tensión de referencia) y determinar cuál de ellas es mayor o menor. La tensión de salida tiene dos estados (binaria) y se comporta como un convertidor analógico-digital de 1 bit.

Su utilización en las aplicaciones de generación de señal, detección, modulación de señal, etc, es muy importante y constituye un bloque analógico básico en muchos circuitos. La función del comparador es comparar dos tensiones obteniéndose como resultado una tensión alta (V_{OH}) o baja (V_{OL}).

En la figura 2.0 se presenta el símbolo para representar comparadores que es el mismo que el utilizado para amplificadores operacionales. La operación de un comparador, representado en la VTC de la figura 2.1, se puede expresar como:

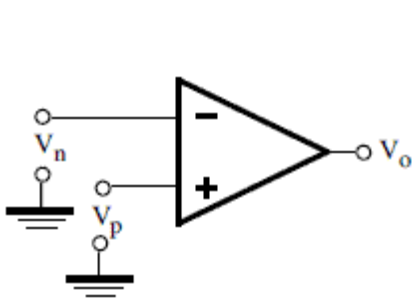


Figura 2.0 Representación comparadores

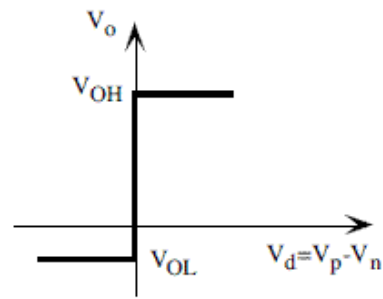


Figura 2.1 Operación de un comparador

En el caso de que la tensión V_n esté fijada a 0, entonces la tensión de salida $V_O = VOL$ o $V_O = VOH$ en función de si $V_{pp} > 0$, respectivamente. El comparador acepta señales analógicas a la entrada y proporciona señales binarias a la salida. Este elemento constituye un nexo de unión entre el mundo analógico y digital.

2.2 Detector de cruce por cero con amplificador operacional

El detector de cruce por cero indica cuando la señal de entrada cruza GND. El amplificador operacional en lazo abierto actúa como un comparador. La salida de este comparador, debido a que la ganancia es muy alta, se satura. Por lo que la salida de esta configuración es $+V_{sat}$ o $-V_{sat}$. En donde V_{sat} es el voltaje de saturación a la salida.

En este caso, el detector tiene referencia de cero en la otra terminal de la señal de entrada, puede ser detector inversor o no inversor. Las configuraciones de los detectores se pueden observar en la Figura 2.2

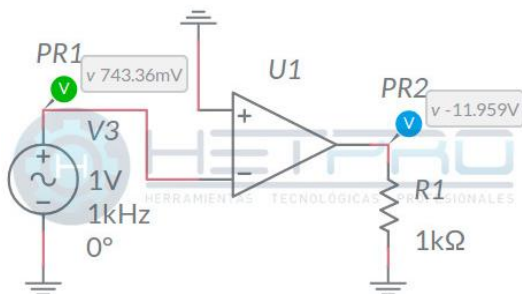


Figura 2.2 Configuración de detector de cruce por cero inversor.

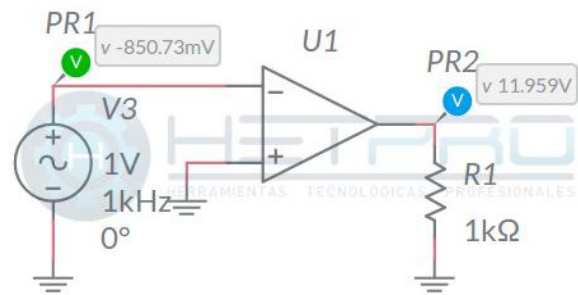


Figura 2.3 Configuración de detector de cruce por cero no inversor.

2.3 Detector de cruce por cero inversor

En primer lugar, en el caso de que la entrada del detector de cruce por cero este en la terminal inversora, la salida será $-V_{sat}$ para una transición de negativo a positivo. En este caso también, podemos decir que la salida está en la polaridad inversa que la entrada.

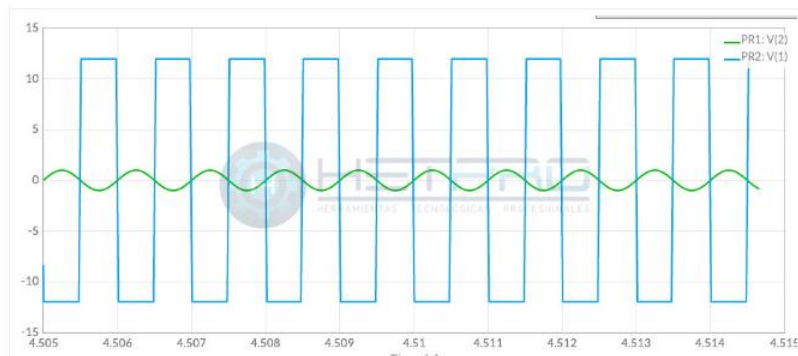


Figura 2.4 Salida de un detector de cruce por cero inversor

2.4 Detector de cruce por cero no inversor

Primeramente, en el caso de que la entrada del detector de cruce por cero este en la terminal no inversora, la salida será $+V_{sat}$ para una transición de negativo a positivo. En este caso también, podemos decir que la salida está en la misma polaridad que la entrada.

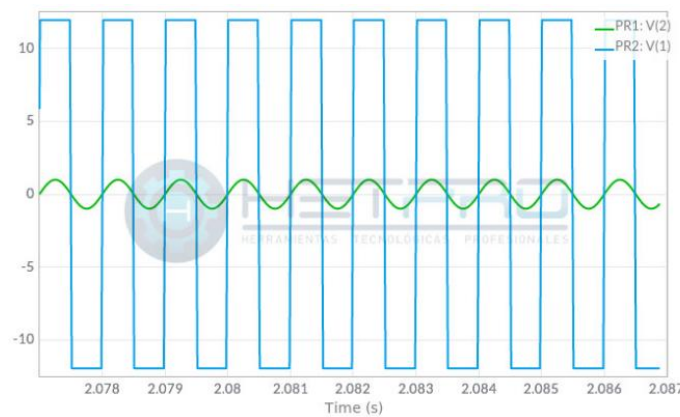


Figura 2.5 Salida de un detector de cruce por cero no inversor.

2.5 Detector de cruce por cero con histéresis

Finalmente, en el caso de que la señal tenga mucho ruido, es posible, que la señal de falsos positivos. En este caso sería que una señal senoidal que cruce el cero, con mucho ruido, va a haber varias transiciones a la salida. Por ejemplo en la siguiente configuración.

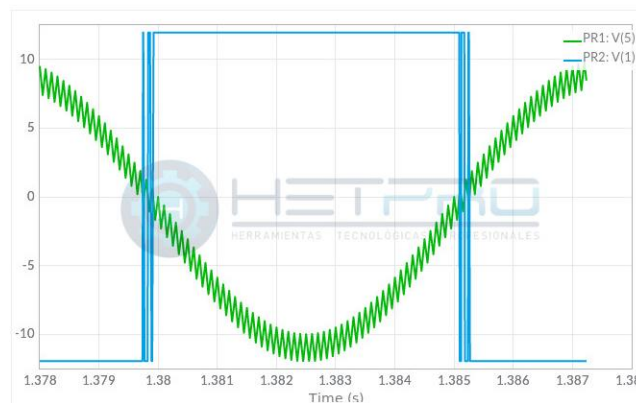


Figura 2.6 Falsos positivos.

Para evitar esto, implementamos un voltaje de histéresis mediante la retroalimentación de un voltaje de referencia

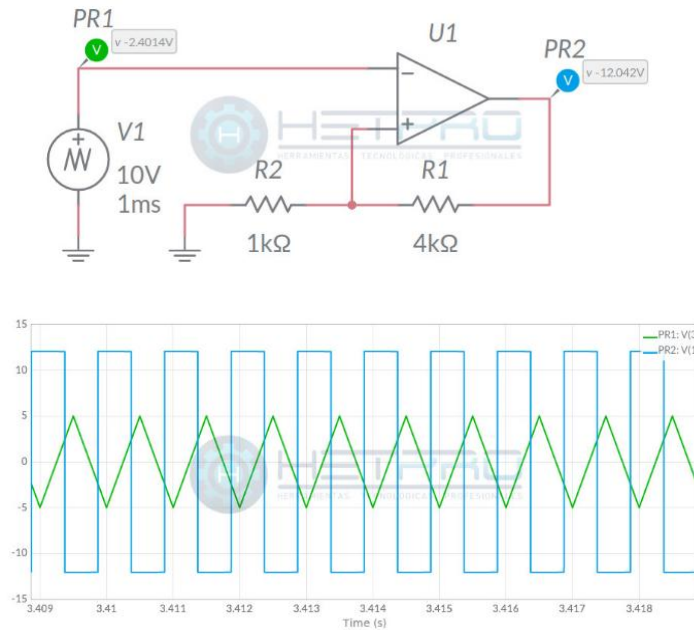


Figura 2.7 Detector de cruce por cero con voltaje de histéresis.

Para determinar el voltaje de histéresis, se puede observar que depende del voltaje de salida. Llamemos el voltaje de salida V_{sat} , recordemos que puede ser positivo o negativo, dependiendo del estado actual. Por lo regular se asume que la magnitud de voltaje es igual. Por lo tanto esta configuración se rige bajo las siguientes ecuaciones.

$$V_O = V_{SAT}$$

$$V_H = V_{UT} - V_{LT}$$

En donde V_{ut} es el voltaje de histéresis superior y V_{lt} el inferior. Recordemos que el valor es el mismo solo con signo diferente.

$$V_{UT} = V_{SAT} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$V_{LT} = -V_{SAT} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

3.- Cálculos y Simulaciones

3.1 Detector de cruce por cero no inversor

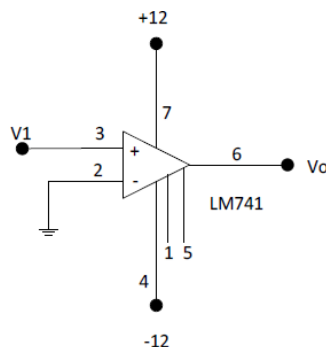


Figura 3.1 Circuito detector de cruce por cero no inversor.

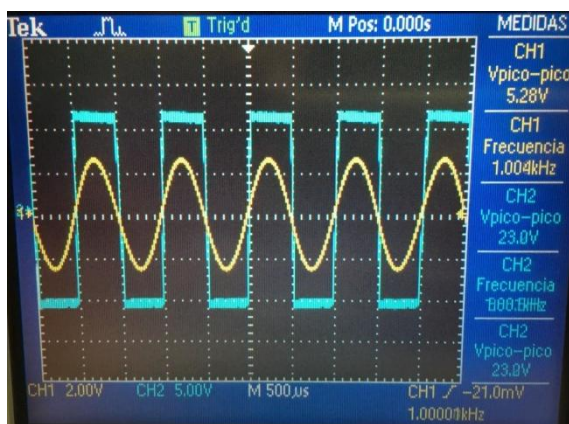


Figura 3.2 Resultado del Osciloscopio del circuito de la fig. 3.1

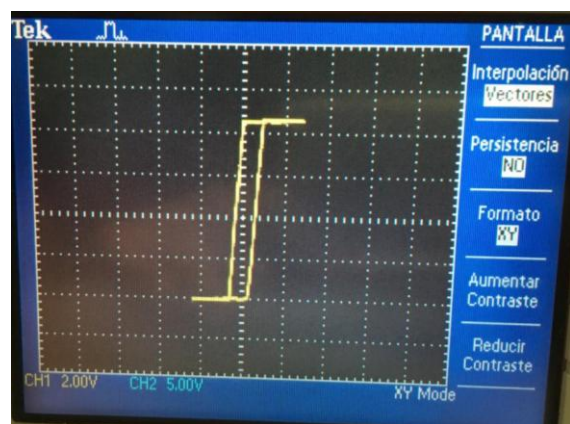


Figura 3.3 Resultado del Osciloscopio del circuito, modo X-Y

Canal 1 (Onda Amarilla)

Time/Div= 500 µSeg/Div

Volts/Div= 2 Volts/Div

Canal 2 (Onda Azul)

Time/Div= 500 µSeg/Div

Volts/Div= 5 Volts/Div

Canal 1

Volts/Div= 2 Volts/Div

Canal 2

Volts/Div= 5 Volts/Div

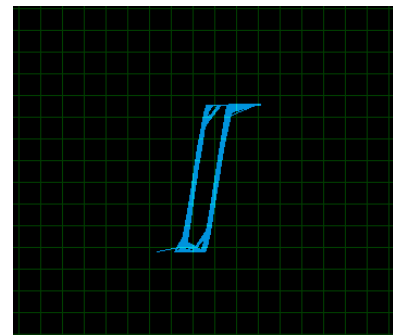
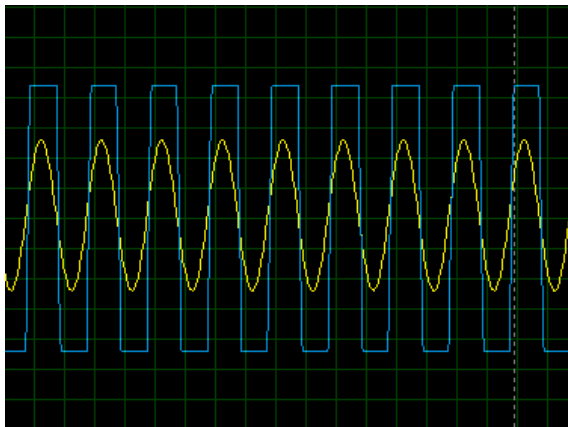
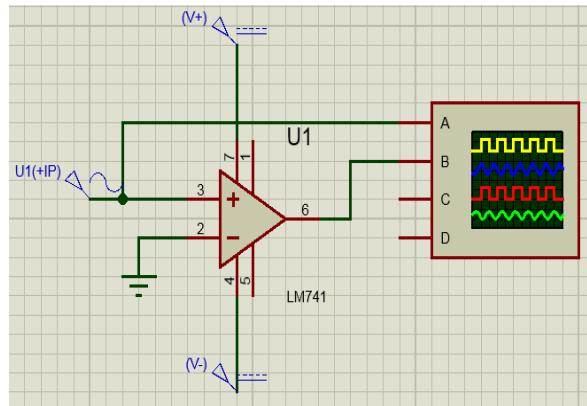


Figura 3.4 Simulación del circuito de la fig. 3.1

Canal 1, onda amarilla. Canal 2, onda azul.

3.2 Detector de cruce por cero inversor

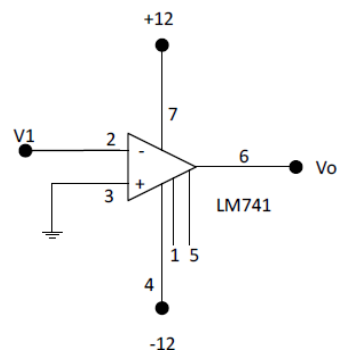


Figura 3.5 Circuito detector de cruce por cero inversor.

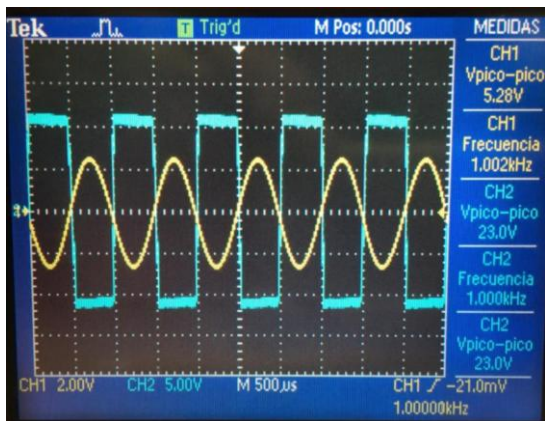


Figura 3.6 Resultado del Osciloscopio del circuito de la fig. 3.5

Canal 1 (Onda Amarilla)

Time/Div= 500 µSeg/Div

Volts/Div= 2 Volts/Div

Canal 2 (Onda Azul)

Time/Div= 500 µSeg/Div

Volts/Div= 5 Volts/Div

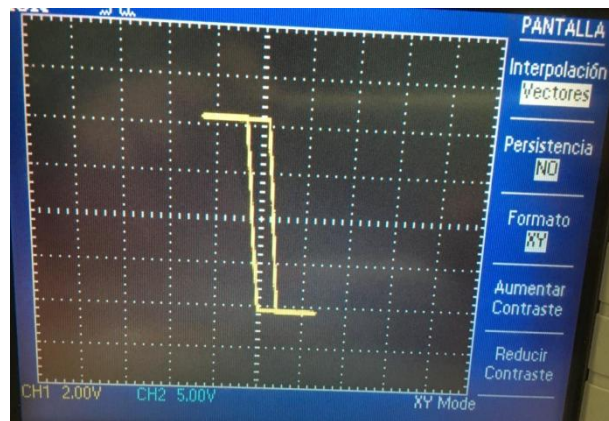


Figura 3.7 Resultado del Osciloscopio del circuito, modo X-Y

Canal 1

Volts/Div= 2 Volts/Div

Canal 2

Volts/Div= 5 Volts/Div

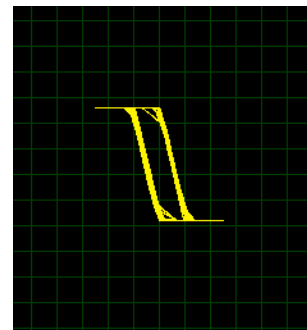
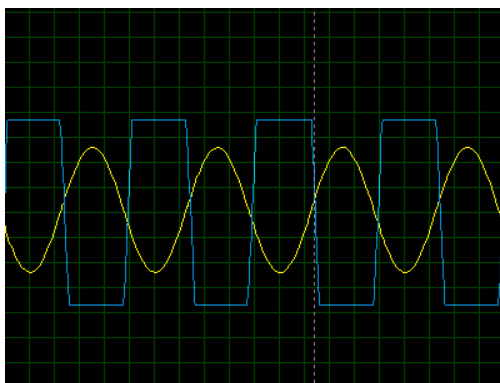
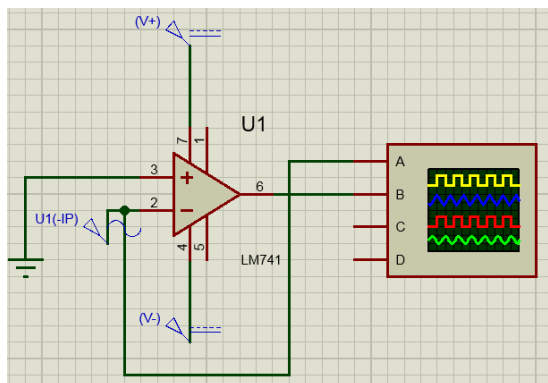


Figura 3.8 Simulación del circuito de la fig. 3.5 Canal 1, onda amarilla. Canal 2, onda azul.

3.3 Detector de cruce por cero inversor con histéresis

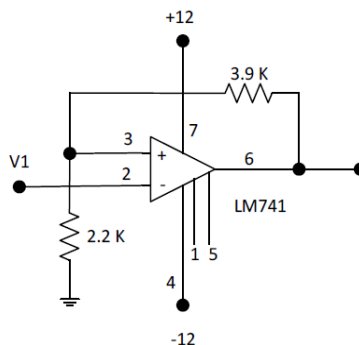


Figura 3.9 Circuito detector de cruce por cero inversor con histéresis.

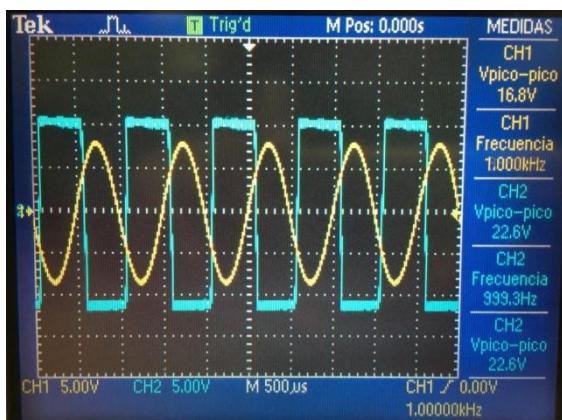


Figura 3.10 Resultado del Osciloscopio del circuito de la fig. 3.9

Canal 1 (Onda Amarilla)

Time/Div= 500 µSeg/Div

Volts/Div= 5 Volts/Div

Canal 2 (Onda Azul)

Time/Div= 500 µSeg/Div

Volts/Div= 5 Volts/Div

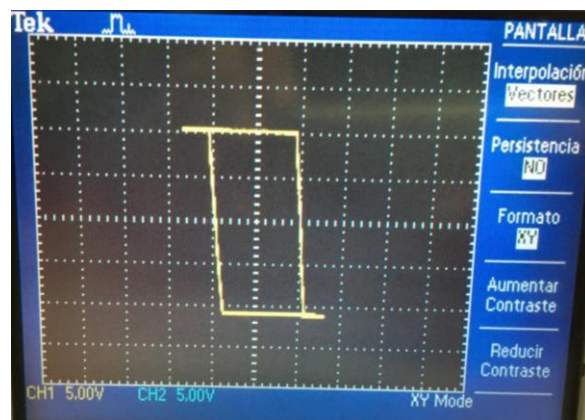


Figura 3.11 Resultado del Osciloscopio del circuito, modo X-Y

Canal 1

Volts/Div= 5 Volts/Div

Canal 2

Volts/Div= 5 Volts/Div

3.4 Aplicaciones del detector de nivel de voltaje

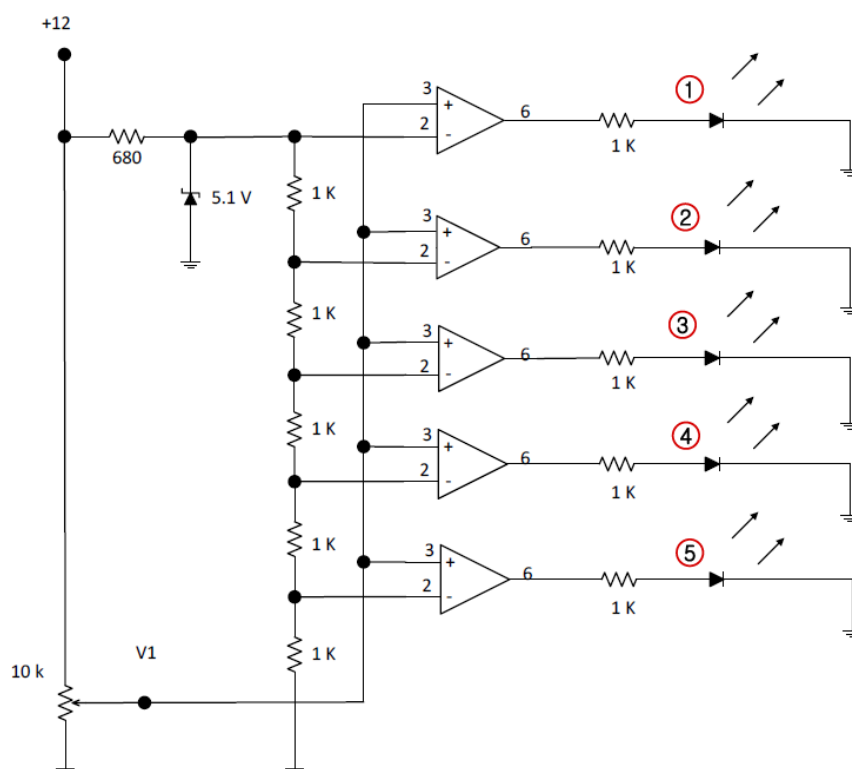


Figura 3.12 Circuito aplicación 1 del detector de nivel de voltaje.

Tabla 3.0 Voltaje de entrada.

LED	Voltaje de entrada
1	5.1 V
2	4.1 V
3	3.1 V
4	2.06 V
5	1.05 V

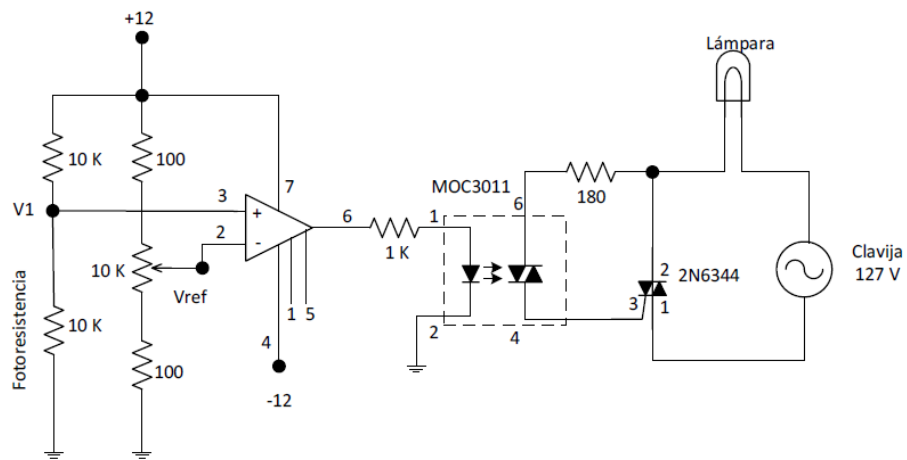


Figura 3.13 Circuito aplicación 2 del detector de nivel de voltaje.

Tabla 3.1 Registro de los voltajes.

	Voltaje
Voltaje de referencia	5.06 V
Voltaje de la fotorresistencia a la luz	2.17 V
Voltaje de la fotorresistencia en la oscuridad	5.67 V

3.5 Aplicaciones del detector de nivel de voltaje con histéresis

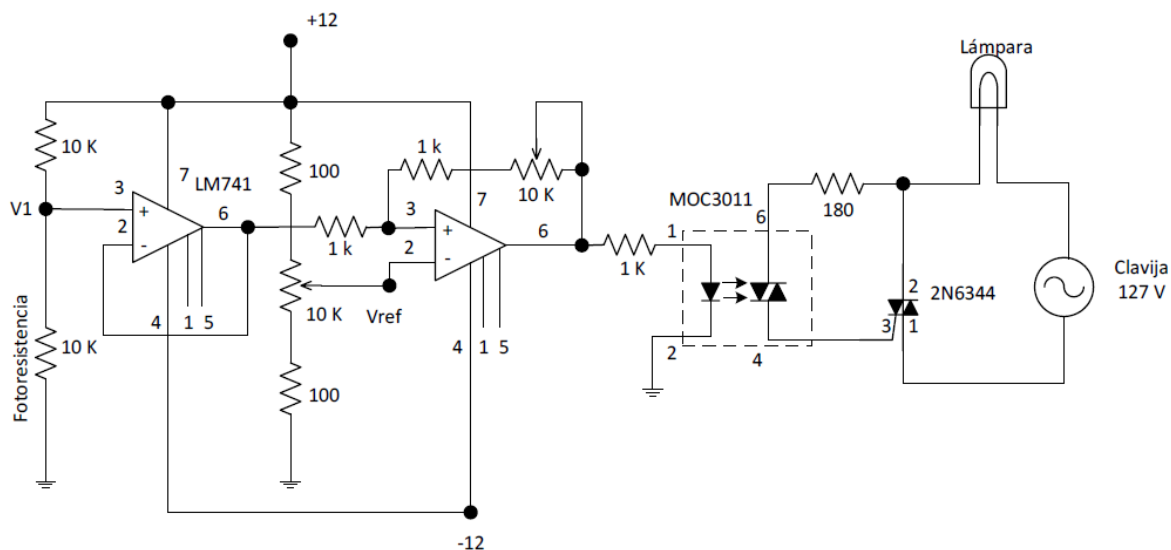


Figura 3.14 Circuito aplicación del detector de nivel de voltaje con histéresis.

Tabla 3.2 Registro de los voltajes.

Voltaje de resistencia	5.62 V
Valor de la resistencia nR(Fuente de alimentación apagada)	2.7 K Ω
Voltaje de la fotorresistencia a la luz	3.4 V
Voltaje de la fotorresistencia en la oscuridad	7.97 V

4.- Conclusiones

4.1 Jiménez Zúñiga Aleida Geraldine

En la práctica pudimos apreciar las diferentes configuraciones de comparadores que hay, su comportamiento y algunas de las aplicaciones que estos pueden tener.

En el primer y segundo circuito tenemos las configuraciones más básicas y simples de los comparadores, donde nuestro voltaje de referencia es 0, según el V_i y la forma que este tenga, el valor de V_o se encontrara Oscilando entre $+V_{sat}$ y $-V_{sat}$ cada vez que este cruce por cero.

También podemos usar este de manera que la señal de salida sea invertida o que esta se conserve igual.

Podemos cambiar el voltaje de referencia en nuestro comparador introduciendo un voltaje en la entrada inversora o no inversora según sea lo que deseemos, y la señal de entrada estará sujeta a este, de modo que la salida varía según variemos V_{ref} .

En el caso del tercer circuito observamos que con una retroalimentación positiva en el comparador damos lugar a la histéresis, la cual nos sirve para resistir determinados valores de ruido en nuestro circuito,

Al ver las funciones en modo XY pudimos ver cómo estas se comportan y como la tener una histéresis la gráfica se ensancha, indicado el valor que tenemos en esta.

Con los últimos circuitos podemos cambiar las diferentes configuraciones de los comparadores, para unirlos una con otra y gracias a la variación del voltaje que nos brindaba la fotorresistencia ver como los comparadores cambiaba de V_o según manipulábamos la luz en esta.

4.2 Pazarán Álvarez José Armando

El desarrollo de esta práctica fue muy bueno debido a que logramos llevar a cabo la realización de todos los circuitos de manera exitosa, si bien tuvimos unos cuantos problemas la primera sesión al no tener un apoyo para resolver dudas con el tiempo pudimos darnos cuenta de que esto era muy sencillo y que si se parecía o se acercaba

muchísimo a lo que teóricamente debería de dar en todos los circuitos. En mi opinión los dos circuitos más interesantes y que por lo mismo me gustaron más fueron los de detector de voltaje pues creo que fue muy claro su funcionamiento y los leds y el foco le agregan un plus visual para entender si tu circuito está bien armado. Sin duda esta práctica fue muy interesante y creo que logramos cumplir su objetivo sin duda alguna.

4.3 Pérez Cruz Pamela Lizeth

El amplificador operacional es un componente electrónico que se utiliza ampliamente en electrónica, esto es debido a su versatilidad y bajo costo. Puede resultarnos útiles para muchas aplicaciones, tal es esta ocasión, en que se realizó un comparador de ventana, al que podemos dar un considerable número de aplicaciones, como es el que caso de esta práctica como un comparador de voltaje donde comparáramos dos señales una de las cuales es una tensión de referencia.

Al realizar las aplicaciones finales visualizamos que los pulsos generadores por los circuitos detectores por cero, nos sirven en un circuito para identificar el inicio de la onda para obtener un sincronismo entre la onda y el pulso encendido y apagado de la misma. Los circuitos detectores de cruce por cero nos permiten controlar el Angulo de disparo que en este caso lo visualizamos con el foco, la rampa sincronizada con la señal alterna.

5.- Bibliografía

- [1] <https://unicrom.com/comparadores-de-voltaje/>
- [2] <http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/jjesuslg/Tema9.pdf>
- [3] http://electronica.ugr.es/~amroldan/asignaturas/curso08-09/ftc/temas/Tema_01E_AO_Comparador.pdf
- [4] <https://es.wikipedia.org/wiki/Comparador>

6.- Anexos