



INFORME DE TRABAJO PRÁCTICO

N°2

Cátedra:
Optoelectrónica

Alumnos:
Monroy Acosta, Jose Ivan || M.U:00881
Coronel Cristian Edgardo || M.U: 048

| | |
|--|-----------|
| Introducción | 3 |
| Circuitos Propuestos | 4 |
| Circuito Emisor: | 4 |
| Circuito Receptor: | 5 |
| Temporizador de precision NE555 | 7 |
| Mediciones realizadas | 9 |
| Funcionamiento del circuito propuesto: | 14 |
| Circuito Emisor: | 14 |
| Circuito Receptor | 14 |
| Principio De funcionamiento de los circuitos optoelectrónicos | 15 |
| Instrumental Utilizado | 17 |
| Multímetro: | 17 |
| Osciloscopio: | 17 |
| Datasheet: | 18 |

Introducción

El presente trabajo tiene por objetivo el diseño y construcción de una barrera infrarroja codificada en frecuencia, destinada a la detección confiable de la interposición de un objeto dentro de su trayectoria óptica. Para evitar interferencias producidas por fuentes externas de radiación infrarroja (como iluminación ambiental, control remoto u otros sistemas similares) se implementó una modulación en frecuencia sobre el haz emitido.

El sistema se compone de dos módulos diferenciados:

1. Transmisor, integrado por un LED infrarrojo excitado mediante un circuito oscilador encargado de generar la portadora modulada.
2. Receptor, constituido por un fotodiodo o fototransistor sensible a la radiación infrarroja, seguido de una etapa de amplificación, filtrado y conformación de señal. Esta última se diseñó para actuar como interfaz de entrada a un sistema microcontrolado, garantizando niveles lógicos compatibles con el estándar del microcontrolador utilizado.

A lo largo del desarrollo se realizaron pruebas experimentales destinadas a validar el diseño teórico. Entre ellas se destacan: la verificación de la distancia máxima de operación eficiente, la comparación de las mediciones reales con las curvas características proporcionadas por el fabricante, y el análisis temporal y espectral del sistema mediante osciloscopio, lo que permitió corroborar los cálculos teóricos y el correcto funcionamiento del circuito transmisor-receptor.

Los resultados obtenidos demostraron el adecuado desempeño del sistema bajo diferentes condiciones de operación, cumpliendo con todos los requerimientos planteados inicialmente para la implementación de la barrera infrarroja.

Circuitos Propuestos

En esta sección subdividimos los circuitos conformados por el emisor y el receptor.

Circuito Emisor:

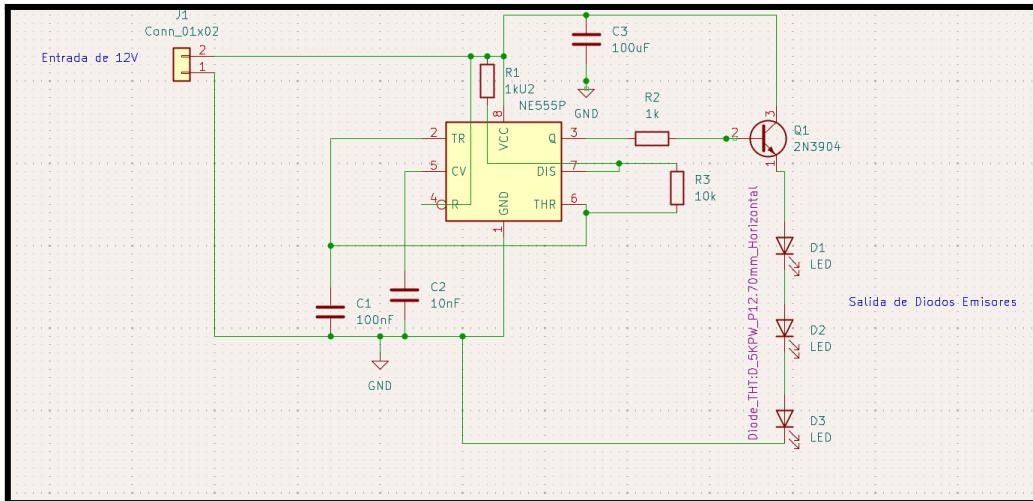


Imagen N°x: Circuito esquemático de emisor

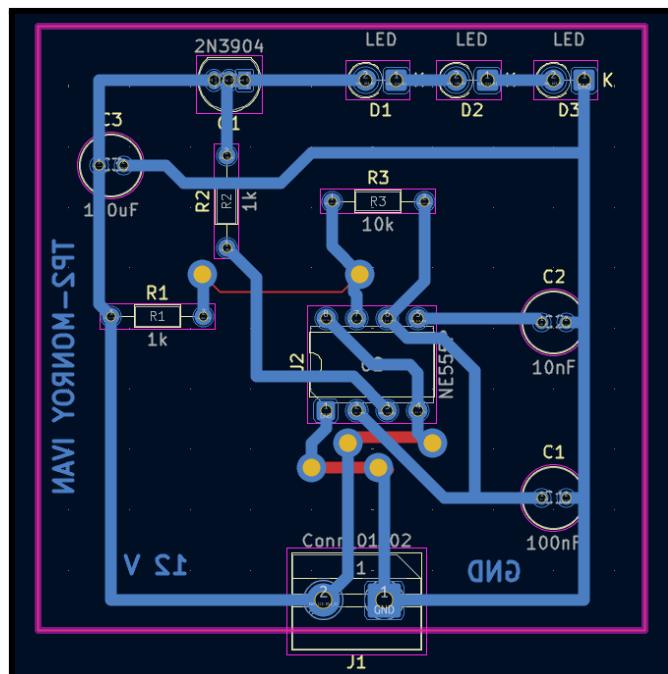


Imagen N°2: Modelado en PCB de emisor

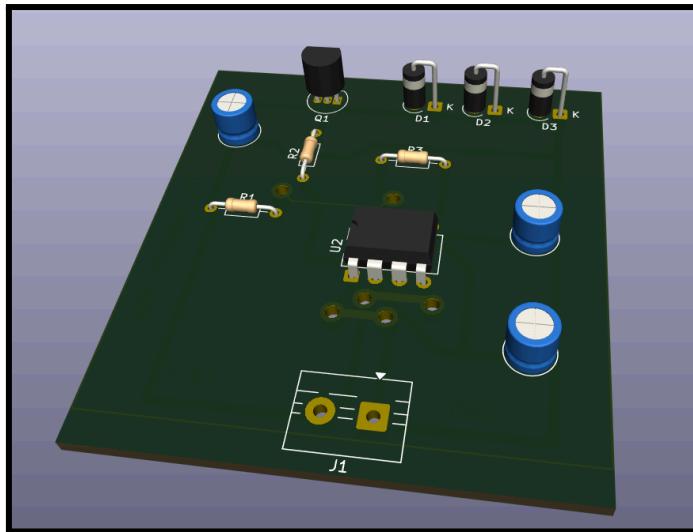


Imagen N°3: Visualización en 3D de la placa de emisor

Circuito Receptor:

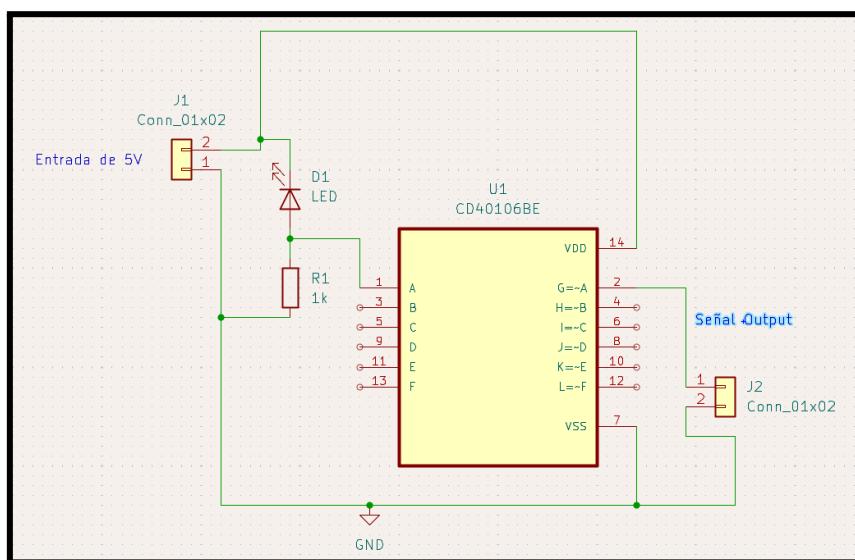


Imagen N°4: Circuito esquemático de Receptor

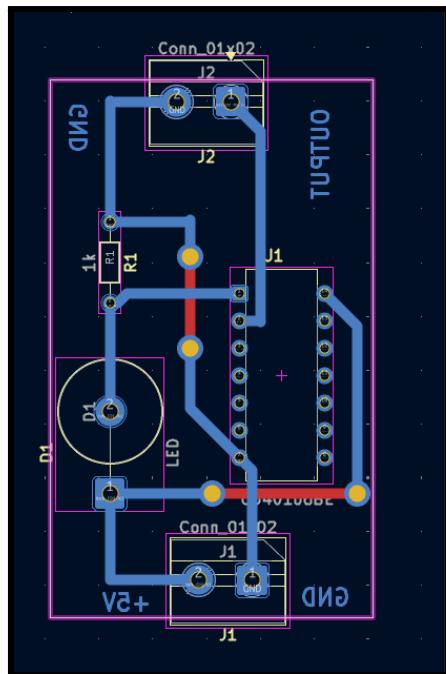


Imagen N°5: Modelado en PCB de receptor

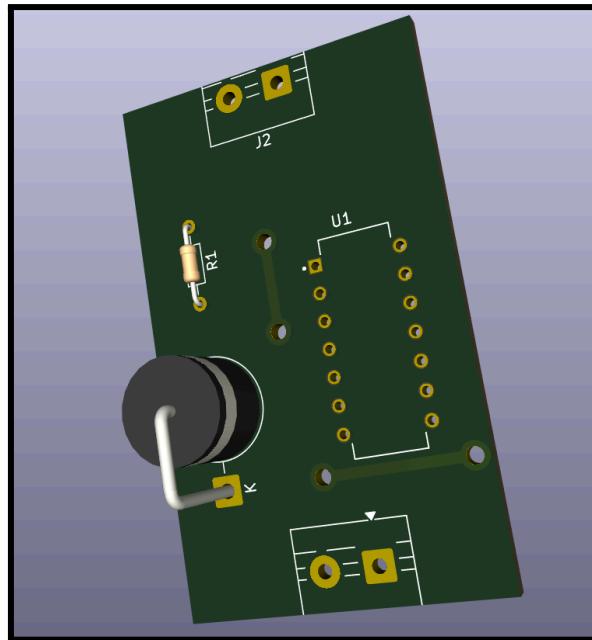


Imagen N°6: Visualización en 3D de la placa de emisor

Por último mostraremos la placa final que se consiguió luego del proceso de impresión mediante ácida.

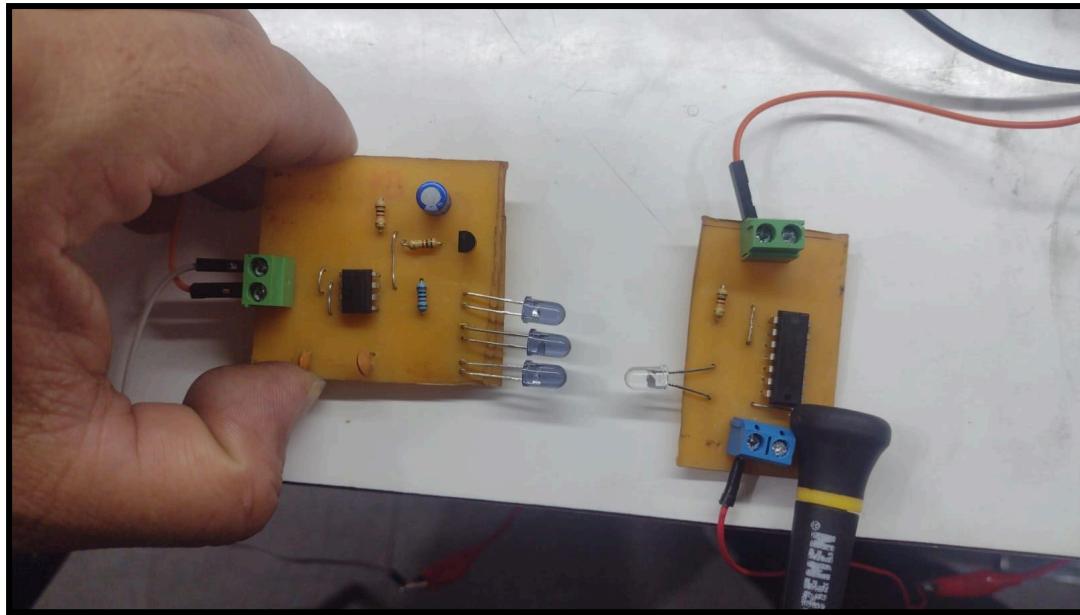


Imagen N°7: Resultado final

Temporizador de precision NE555

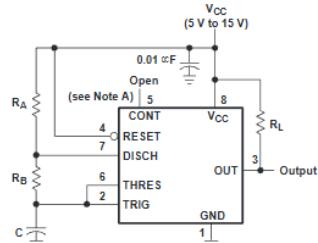
En la siguiente sección mostraremos la parte de cálculos para que nuestro circuito oscile en una frecuencia determinada, con el fin de lograr codificar la información saliente. La salida del integrado irá a la base del transistor con el fin de poder lograr una conmutación efectiva.

El mismo fabricante nos proporciona las ecuaciones necesarias para obtener la frecuencia deseada

Feature Description (continued)
8.3.2 A-stable Operation

As shown in [Figure 12](#), adding a second resistor, R_B , to the circuit of [Figure 9](#) and connecting the trigger input to the threshold input causes the timer to self-trigger and run as a multi-vibrator. The capacitor C charges through R_A and R_B and then discharges through R_B only. Therefore, the duty cycle is controlled by the values of R_A and R_B .

This astable connection results in capacitor C charging and discharging between the threshold-voltage level ($\approx 0.67 \times V_{CC}$) and the trigger-voltage level ($\approx 0.33 \times V_{CC}$). As in the mono-stable circuit, charge and discharge times (and, therefore, the frequency and duty cycle) are independent of the supply voltage.



Pin numbers shown are for the D, JG, P, PS, and PW packages.
NOTE A: Decoupling CONT voltage to ground with a capacitor can improve operation. This should be evaluated for individual applications.

Figure 12. Circuit for Astable Operation

[Figure 12](#) shows typical waveforms generated during astable operation. The output high-level duration t_H and low-level duration t_L can be calculated as follows:

$$t_H = 0.693(R_A + R_B)C \quad (1)$$

$$t_L = 0.693(R_B)C \quad (2)$$

Other useful relationships are shown below:

$$\text{period} = t_H + t_L = 0.693(R_A + 2R_B)C \quad (3)$$

$$\text{frequency} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C} \quad (4)$$

$$\text{Output driver duty cycle} = \frac{t_L}{t_H + t_L} = \frac{R_B}{R_A + 2R_B} \quad (5)$$

$$\text{Output waveform duty cycle} = \frac{t_L}{t_H + t_L} = 1 - \frac{R_B}{R_A + 2R_B} \quad (6)$$

$$\text{Low-to-high ratio} = \frac{t_L}{t_H} = \frac{R_B}{R_A + R_B} \quad (7)$$

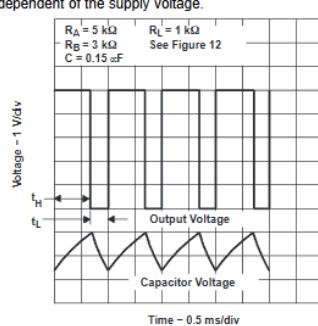


Figure 13. Typical Astable Waveforms

$$T_{on} = 0.693 (R_1 + R_2) C = 0.693 (10\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega) 100\text{nF} = 762 \mu\text{s}$$

$$T_{off} = 0.693 (R_2) C = 0.693 (1\text{k}\Omega) 100\text{nF} = 693 \mu\text{s}$$

$$\text{Periodo } T = T_{on} + T_{off} = 762 \mu\text{s} + 693 \mu\text{s} = 1,456 \text{ mS}$$

$$\text{Frecuencia } F = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,456 \text{ mS}} = 687 \text{ Hertz}$$

$$\text{Duty Cycle DC} = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = \frac{762 \mu\text{s}}{762 \mu\text{s} + 693 \mu\text{s}} = 0,52381 = 52,381\%$$

Mediciones realizadas

Para las mediciones se consideraron distintas distancias para poder visualizar cómo va variando el ciclo de trabajo y la sensibilidad del circuito en cuestión.

Para empezar podemos ver que el circuito receptor al no estar polarizado la tensión de 5V cae casi por completo en el fotodiodo, demostrando que se comporta como un circuito abierto.

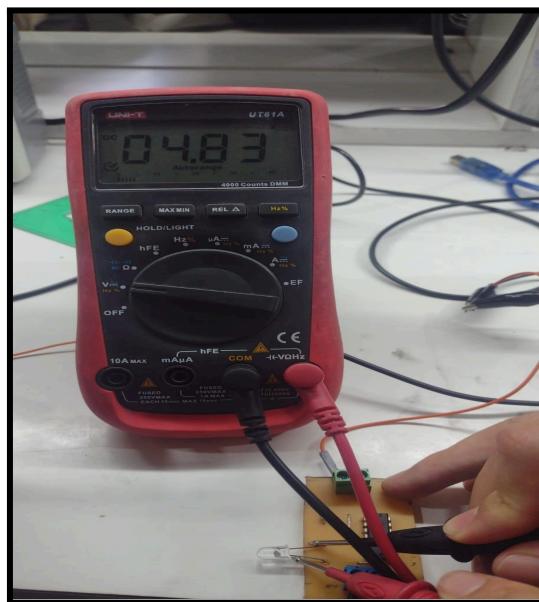


Imagen N°8: Medición de receptor sin polarizar

A su vez, cuando el dispositivo se polariza la tensión cae considerablemente, ya que la juntura se libera y permite el paso de corriente a través de él. Esto permitirá que la tensión caiga en la resistencia que tiene en serie, marcando la señal que entrará al CD40106 para permitir limpiar la señal de salida. A estos resultados los mostraremos en las siguientes cuatro mediciones realizadas

Medición a 1 cm

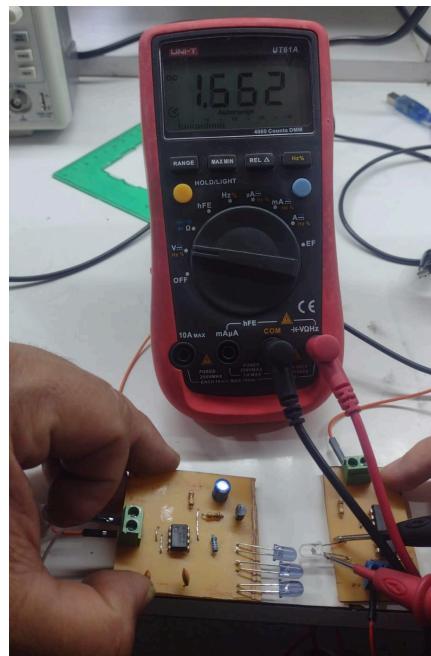


Imagen N°9: Medición de receptor con receptor a 1 cm



Imagen N°10: Medición de parámetros receptor con receptor a 1 cm

Medición a 3 cm

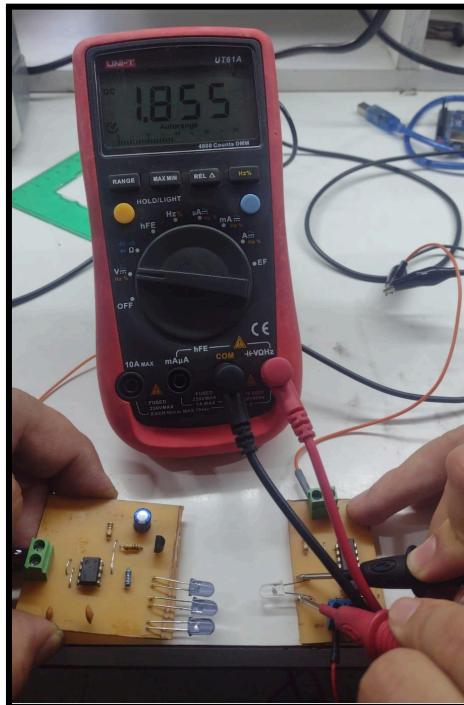


Imagen N°11: Medición de receptor con receptor a 3 cm



Imagen N°12: Medición de parámetros receptor con receptor a 3 cm

Medición a 10 cm

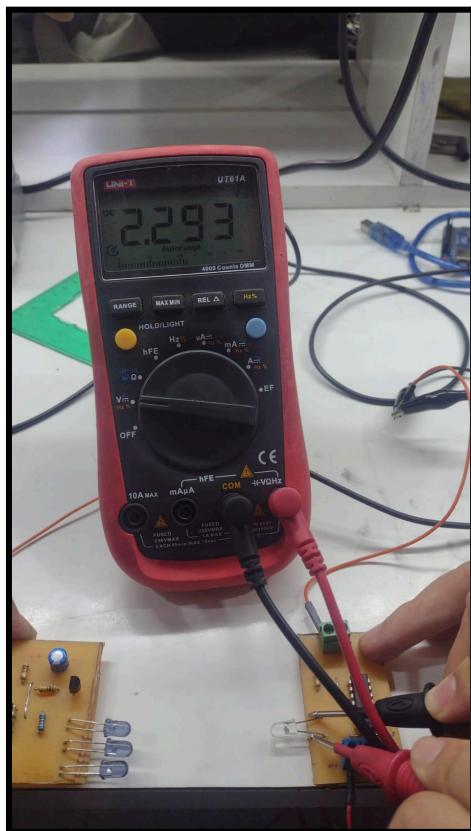


Imagen N°13: Medición de receptor con receptor a 10 cm



Imagen N°14: Medición de parámetros receptor con receptor a 10 cm

Medición a 15 cm

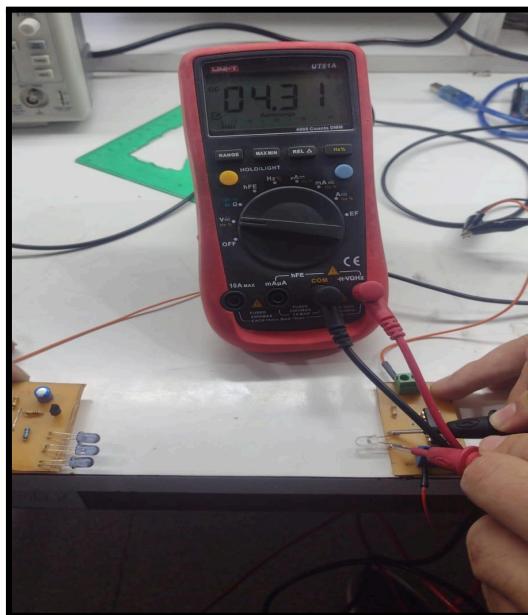


Imagen N°15: Medición de receptor con receptor a 15 cm



Imagen N°16: Medición de parámetros receptor con receptor a 15 cm

En todos los casos notamos una salida de 4.9V, además notamos un rasgo particular y es que conforme se van alejando los circuitos de emision y recepcion, el ciclo de trabajo D empieza a aumentar, esto se debe a que el emisor no puede emitir suficiente señal para

lograr un cambio de igual magnitud en el receptor, provocando que el ciclo de trabajo aumente. Cuando la señal deje de llegar al receptor el ciclo de trabajo tiende al 100%

Funcionamiento del circuito propuesto:

El circuito propuesto consta de dos partes, un emisor, que será el encargado de emitir los pulsos de salida para el envío de la información, y a su vez un receptor, el cual permitirá identificar dicha información y demodular para obtener información con respecto a la presencia o no de algún objeto persona en la barrera.

Circuito Emisor:

En dicho circuito el objetivo será realizar la excitación alterna de la base de un transistor con el fin de generar en el emisor infrarrojo (IR) pulsos alternantes para codificar la señal. Para este fin se utilizó el integrado NE555 el cual es un circuito integrado que funciona como temporizador o como oscilador, capaz de generar pulsos de tiempo de gran precisión en modos astable o monoestable. Su funcionamiento se basa en el control de los estados de un flip-flop interno a través de comparadores, que a su vez son influenciados por componentes externos como resistencias y capacitores, los cuales determinan la duración de los intervalos de tiempo. Los cálculos para lograr la oscilación estarán detallados en el área correspondiente.

Circuito Receptor

El funcionamiento de este circuito es virtualmente más sencillo, ya que cuenta con un fotodiodo, el cual al ser excitado por el emisor IR se excita permitiendo que circule corriente a través de él. Se dispuso de un divisor resistivo unido al fotodiodo el cual proporcionará señal la cual entrará al integrado CD40106. Este funciona como un integrado con seis inversores (puertas NOT) que incorporan un disparador Schmitt en la entrada. Esto permite que cada circuito convierte señales de entrada lentas o ruidosas en señales de salida claras y estables, gracias a la histéresis que elimina fluctuaciones. Es un circuito ideal para acoplar a placas con entradas digitales, que detectan solo 0 y 1 lógicos.

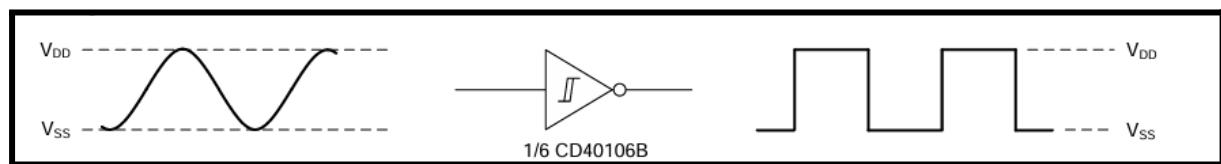


Imagen N°17: Funcionamiento del integrado CD40106

Su funcionamiento consiste en que, cuando la señal de entrada sube por encima de un umbral V_p , la salida se activa, y no cambia hasta que la señal de entrada cae por debajo de otro umbral V_p

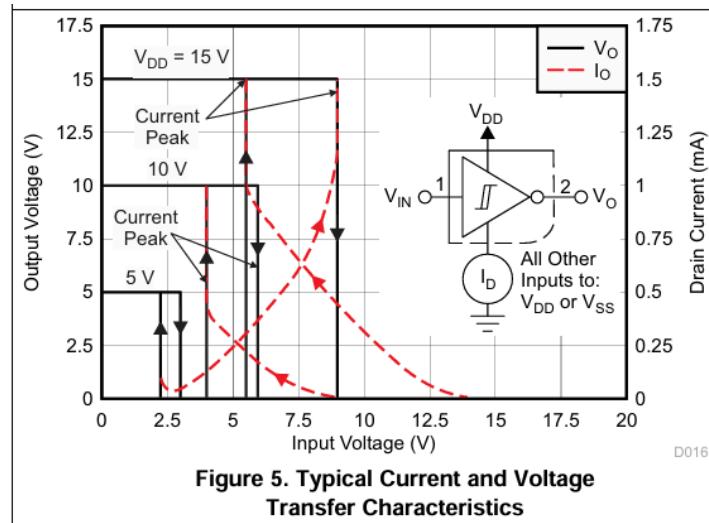


Imagen N°18: Ciclo de Histéresis del integrado CD40106

Esta gráfica nos muestra como la señal del integrado cambiará en función de la entrada que posea, es decir, que si se supera la tensión umbral dentro del ciclo, la salida cambiará de bajo a alto y viceversa. Esto es un factor ponderativo ya que la distancia modifica la señal de entrada, por lo que el ciclo de trabajo se irá modificando en función de la entrada

Principio De funcionamiento de los circuitos optoelectrónicos

Los dispositivos ópticos utilizados fueron emisores y receptores infrarrojos, los cuales pueden ser catalogados como un diodo LED infrarrojo y un fotodiodo sensible a la frecuencia de los infrarrojos.

Emisor Infrarrojo:

La definición nos dice que todo dispositivo capaz de convertir energía eléctrica para modificar la propiedad de un material y con ello manifestar algún cambio óptico es considerado como un “Emisor”. El principio de funcionamiento de estos consiste en generar una recombinación dentro de la unión P-N con el fin de que al unirse electrón-hueco, se libere energía en forma de un fotón. La energía necesaria para lograr dicho proceso va a ser determinada por la diferencia de niveles que existan entre la banda de valencia y la banda

de conducción. A esto se le llama Gap. Los materiales que tengan un gap entre 1.77 y 3.1[eV] estarán dentro del rango visible. Como sabemos, el espectro visible se encuentra entre los 400 y 700 nm aproximadamente, así que para el caso del espectro Infrarrojo este se encontrará por arriba de dicho rango. Si visitamos la hoja de datos de un fabricante promedio, este nos describe el siguiente gráfico

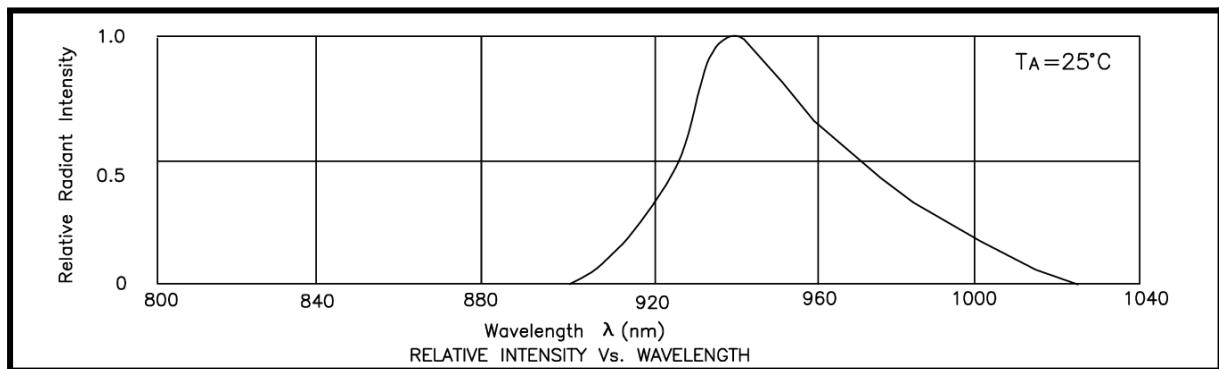


Imagen N°19: Emisiónpectral del IR

Como vemos, el pico de intensidad se encuentra claramente en el espectro infrarrojo

Fotodiodo

Este dispositivo incluye una ZCE sensible a la luz, con un ancho de banda específico en el que se manifiesta su máximo de sensibilidad. Cuando la luz incide sobre la zona fotosensible, los átomos ganan energía cinética, lo que facilita que electrones de la banda de valencia pasen a la banda de conducción. Estos portadores pueden ser barridos por la ZCE y desplazarse a lo largo del circuito. Como resultado, la tensión de la juntura disminuye y la corriente comienza a circular. En ausencia de iluminación en la zona fotosensible, estos dispositivos se comportan como un circuito abierto.

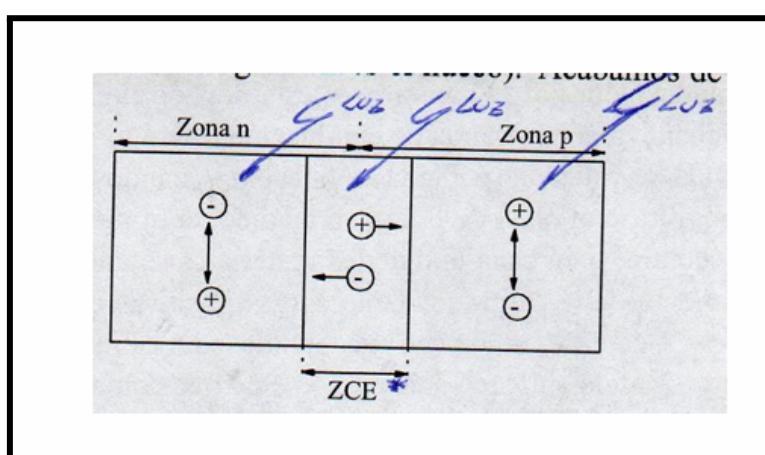


Imagen N°20: Funcionamiento de un Fotodiodo\

Instrumental Utilizado

Multímetro:



Figura N°21: Multímetro

Con este dispositivo se realizaron la corroboración del circuito, se verificaron tensiones, continuidades y verificación de componentes en cuestión

Osciloscopio:



Figura N°22: Osciloscopio

Este dispositivo se utilizó con el fin de poder observar la señal que recibimos y corroborar el correcto funcionamiento del circuito propuesto

Alcance:

El máximo alcance conseguido con la barrera para que detecte un mínimo de señal con 3 diodos emisores fue de tan solo 20 cm. En contraste, cuando se retiraron 2 de los tres diodos el alcance aumentó hasta casi 1m. Consideramos que este efecto sustancial se debió a que en el circuito de salida, la corriente aumentó ya que eliminamos las caídas de voltaje de los otros dos diodos, con lo que la corriente aumenta y provoca que la señal que emite el diodo sea mucho mayor.

Evaluación de la distorsión de la señal transmitida en el medio de propagación.

Durante la medición de la señal se tuvieron en cuenta los obstáculos en el camino de la señal que puedan causar reflexiones que alteren su forma.

Asimismo se cambió la direccionalidad de enfrentamiento y la distancia entre el emisor y el receptor, pudiendo ver como se alteraba la intensidad.

Datasheet:

Como paso final dejamos adjuntos los archivos en un repositorio de Github

