



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROFESOR:

-M.I OMAR GARCÍA GONZÁLEZ

- LAB. ELECTRÓNICA BÁSICA-

GRUPO: 04

PRÁCTICA 6: FOTODIODO Y FOTOTRANSISTOR

EQUIPO 02:

- CASARRUBIAS RODRÍGUEZ DANIEL ELIHÚ (124 MECATRÓNICA)
- CELAYA GONZÁLEZ DAVID ALEJANDRO (124 MECATRÓNICA)
- CRUZ MONTERO CARLOS ENRIQUE (124 MECATRÓNICA)

SEMESTRE 2021-II

FECHA DE ENTREGA: 28-JUNIO-2021

CALIFICACIÓN:

Objetivo

Desarrollar un circuito con una barrera óptica que al ser interrumpida encienda un foco de 120 VCA por 5 segundos y apague automáticamente.

Introducción

Transistores de unión bipolar (BJT)

Los transistores de unión bipolares, son dispositivos de estado sólido de tres terminales, núcleo de circuitos de conmutación y procesamiento de señal. El transistor se ha convertido en el dispositivo más empleado en electrónica, a la vez que se han ido incrementando sus capacidades de manejar potencias y frecuencias elevadas, con gran fiabilidad.

Efecto transistor

El transistor es un dispositivo cuya resistencia interna puede variar en función de la señal de entrada. Esta variación de resistencia provoca que sea capaz de regular la corriente que circula por el circuito al que está conectado. Cuenta con tres partes importantes, en su caso llamados terminales, equivalente a diodos PN unidos en sentido opuesto, estas terminales reciben el nombre de Emisor, Base y Colector.

En función de las uniones, existen dos tipos: NPN y PNP. La unión correspondiente a la Base-Emisor, se polariza en directa; y la Base-Colector en inversa, es decir, por la unión Base-Colector circula una corriente inversa.

En npn, la región de emisor tiene un mayor dopaje que la base. Al polarizar la unión Base-Emisor en directa, y la Base-Colector en inversa, los electrones libres proceden del emisor llegan a la base, con mucho menor número de huecos, por lo que son atraídos por el colector.

Transistor bipolar npn

Está formado por una capa fina tipo p entre dos capas n, contenidas en un mismo cristal semiconductor de germanio o silicio, presentando las tres zonas mencionadas (Colector, Emisor y Base). El emisor emite portadores de carga hacia el interior de la base, en la base se gobiernan dichos portadores. En el colector se recogen los portadores que no pueden acaparar la base.

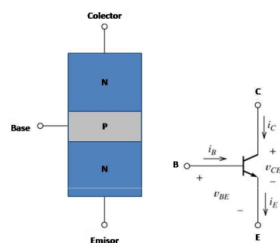


Fig 1. Transistor bipolar npn

Transistor bipolar pnp

El BJT pnp está formado también por un cristal semiconductor con tres regiones definidas por el tipo de impurezas. Las tensiones de continua aplicadas son opuestas a las del npn, en este, las corrientes van a circular en sentido contrario al de npn. El BJT pnp desde el emisor, emitirá huecos controlados por la base. El exceso de huecos que no pueden recombinarse en la base van a parar al colector.

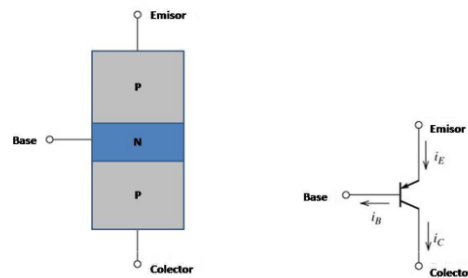


Fig 2. Transistor bipolar pnp

Fototransistor

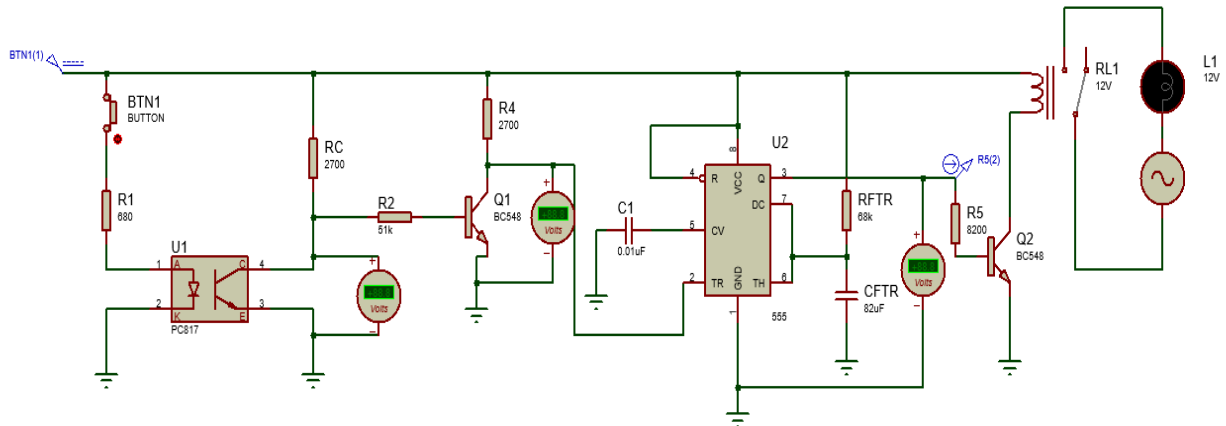
Fototransistores son tri-terminales (emisor, base y colector) o bi-terminales (emisor y colector) semiconductor dispositivos que tienen una región base sensible a la luz. Aunque todos los transistores exhiben la naturaleza sensible a la luz, están especialmente diseñados y optimizados para aplicaciones fotográficas. Están hechos de difusión o de implantación de iones y tienen regiones colectoras y de base mucho más grandes en comparación con los transistores ordinarios.

El comportamiento de los fototransistores es idéntico al de los normales transistores excepto por el hecho de que aquí el efecto producido por el voltaje base se experimentará debido a la luz incidente.

Las características de fototransistores son similares a los de los transistores normales, excepto que tienen base actual reemplazada por la intensidad de la luz. Esto significa que incluso estos dispositivos tienen tres regiones de funcionamiento, a saber, corte, activo y saturación. Esto implica además que los fototransistores pueden utilizarse tanto para aplicaciones de conmutación (dependientes del modo de corte y saturación) como para amplificación (funcionamiento en modo activo), al igual que los transistores ordinarios.

Desarrollo:

•Diagrama



•Cálculos:

1. R limitadora para el led infrarrojo.

Sabiendo que $V_{led} = 1.5[V]$, $V_{CC} = 12[V]$, $P_{led} = 20[mW]$

Calculando el voltaje de la Resistencia R_1

$$V_R = V_{CC} - V_{led} = 12 - 1.5 = 10.5[V]$$

$$I_{led} = \frac{P_{led}}{V_{led}} = \frac{20[mW]}{1.5[V]} = 0.0133[A]$$

$$\text{Si } I = I_R$$

$$\therefore R_1 = \frac{V_R}{I_R} = \frac{10.5[V]}{0.0133[A]} = 789.47 = 790[\Omega]$$

Como es un valor de Resistencia no comercial, elegimos el valor más próximo al obtenido.

$$\text{Por lo que } R_1 = 680[\Omega]$$

Podríamos haber escogido un valor de resistencia de 820, sin embargo al considerar que a una menor resistencia una mayor cantidad de corriente y por lo tanto el led se iluminará mucho más, optamos por escoger esa opción.

2. R de Colector del fototransistor

Sabiendo que $I_c = 5[mA]$ y $V_{CC} = 12[V]$

$$R_c = \frac{V_{CC}}{I_c} = \frac{12[V]}{5[mA]} = 2400[\Omega]$$

Como es un valor de resistencia no comercial, elegimos el valor más próximo hacia arriba de resistencia, de esa manera circula un poco menos de $5[mA]$, en este caso.

$$R_c = 2700[\Omega]$$

3. R de Colector de Q1

Suponiendo $I_{RC-Q1} = 5[mA]$

$$R_{C-Q1} = \frac{V_{CC}}{I_{RC-Q1}} = \frac{12[V]}{5[mA]} = 2400[\Omega]$$

Como es un valor de resistencia no comercial, elegimos el valor más próximo hacia arriba de resistencia, de esa manera circula un poco menos de 5[mA], en este caso.

$$R_{C-Q1} = 2700[\Omega]$$

4. RB de Q1 (compuesta por dos resistores)

$$I_{C-Q1} = \frac{V_{CC}}{R_{C-Q1}} = \frac{12[V]}{2700[\Omega]} = 4.44[mA]$$

β_{min} de BC548 = 110

$$I_{B-Q1} = \frac{I_{C-Q1}}{\beta_{min}} = \frac{4.44[mA]}{110} = 40.40[\mu A]$$

Saturando I_{B-Q1}

$$I_{B-Q1(satF)} = (5)40.40[\mu A] = 0.202[mA]$$

$$R_{B-Q1} = R_{B-Q1-1} + R_{B-Q1-2}$$

$$R_{B-Q1-1} = R_C = 2700[\Omega]$$

$$V_{RB-Q1} = 12 - 0.7 = 11.3[V]$$

$$R_{B-Q1} = \frac{V_{RB-Q1}}{I_{B-Q1(satF)}} = \frac{11.3[V]}{0.202[mA]} = 55935[\Omega]$$

$$R_{B-Q1-2} = R_{B-Q1} - R_{B-Q1-1} = 55935[\Omega] - 2700[\Omega] = 53235[\Omega]$$

Como es un valor de resistencia no comercial, elegimos el valor más próximo hacia abajo de resistencia, de esa manera subimos un poco el factor de 5 de la saturación fuerte, en este caso.

$$R_{B-Q1-2} = 51000[\Omega]$$

5. RB de Q2

Sabemos que $R_{Relay} = 400[\Omega]$

$$I_{C-Q2} = \frac{V_{CC}}{R_{Relay}} = \frac{12[V]}{400[\Omega]} = 30[mA]$$

β_{min} de BC548 = 110

$$I_{B-Q2} = \frac{I_{C-Q1}}{\beta_{min}} = \frac{30[mA]}{110[\Omega]} = 0.2727[mA]$$

Saturando I_{B-Q2}

$$I_{B-Q2(satF)} = (5)0.2727[mA] = 1.3636[mA]$$

$$V_{RB-Q2} = 12 - 0.7 = 11.3[V]$$

$$R_{B-Q2} = \frac{V_{RB-Q2}}{I_{B-Q2(satF)}} = \frac{11.3[V]}{1.3636[mA]} = 8287[\Omega]$$

Como es un valor de resistencia no comercial, elegimos el valor más próximo hacia abajo de resistencia, de esa manera subimos un poco el factor de 5 de la saturación fuerte, en este caso.

$$R_{B-Q2} = 8200[\Omega]$$

6. Cálculo del tiempo. $t = 1.1 * R * C$

Determinamos que queremos un tiempo aproximado entre 6-7[s] de respuesta después de abrir el circuito, por lo que propusimos un valor de resistencia y del capacitor:

$$R_{FTR} = 68[k\Omega]$$

$$C_{FTR} = 82[\mu F]$$

A partir de estos valores calculamos el tiempo.

$$t = 1.1 * 68[k\Omega] * 82[\mu F]$$

$$t = 6.1386[s]$$

Cumple perfectamente con la condición de tiempo que deseábamos que se cumpliera.

•Observaciones y/o mediciones (FOTO o captura de pantalla)

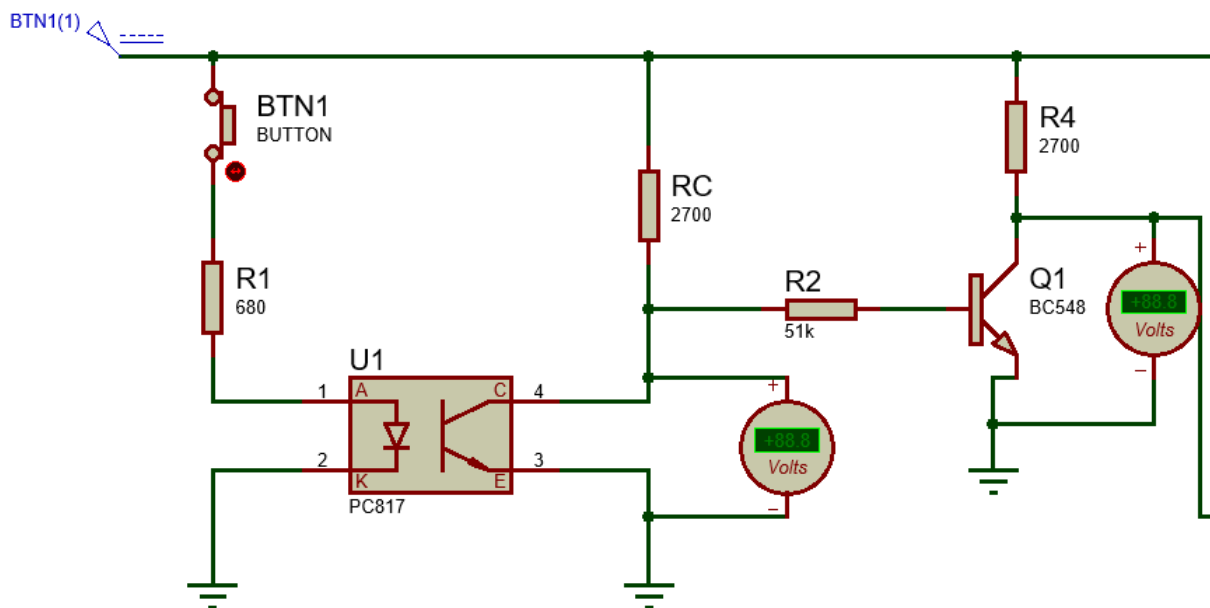


Figura 3. Fotodiodo-fototransistor y transistor inversor de pulso

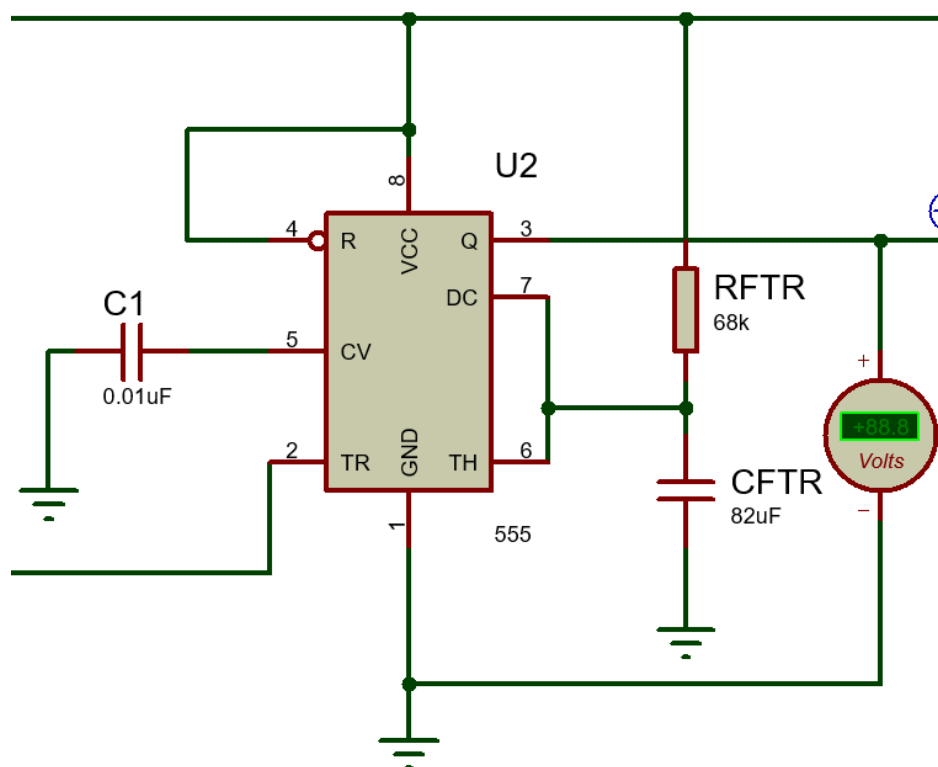


Figura 4. Temporizador 555

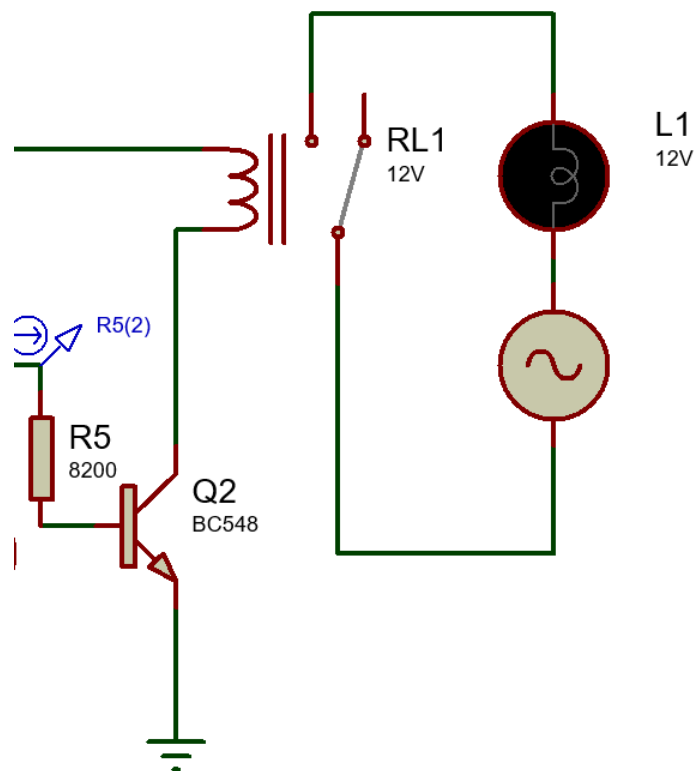


Figura 5. Relevador accionado por transistor

En la primera parte del circuito (Figura 1, lado izquierdo) tenemos un PC817, un circuito integrado que nos ayuda a simular un fotodiodo IR383 y un fototransistor PT 1302, y un botón con el que representamos cuando tapamos la luz del fotodiodo.

Aplicando una fuente directa de 12V y con las especificaciones de sus fichas técnicas calculamos las resistencias del led infrarrojo y del colector proponiendo una corriente de 5[mA], una cuarta parte de su corriente máxima, con el objetivo de proteger y cuidar el correcto funcionamiento del fototransistor.

La resistencia del led escogida es un poco menor a la calculada, obteniendo mayor iluminación; y la del colector escogida es un poco mayor a la calculada, obteniendo un poco menos corriente.

Después conectamos otro transistor que nos ayudará a invertir el pulso (Figura 2, lado derecho), pues necesitamos que el sistema se active cuando se interrumpa la luz. Para esto colocamos un transistor que trabajará en la zona de corte y saturación.

Calculamos las resistencias de colector y emisor de tal manera que tengamos una saturación fuerte y asegurar que siempre se trabaje en la zona de saturación, nótese que la resistencia del colector del fototransistor R_C , también es una de las dos resistencias de la base del transistor que invierte el pulso. R_{B-Q1-1} , por lo que se debe tomar en cuenta al calcular la resistencia en serie R_{B-Q1-2} .

Se recomienda que los valores de las resistencias de base usadas sean un poco más pequeñas para incrementar la saturación.

Conectado a la salida del inversor de pulso conectamos un 555 (Figura 2), circuito integrado que utilizamos como temporizador cada que se interrumpa la luz del fotodiodo, y del que calculamos su resistencia y capacitor para que funcione un tiempo que propusimos.

Finalmente conectamos otro transistor con un relevador (Figura 3) que también funcionará en la zona de saturación, y que al igual que en el transistor inversor, calculamos y propusimos una resistencia que cumpla con la saturación fuerte. El relevador se conecta a la clavija y al foco en serie, que se encenderá cuando se interrumpa la señal del fotodiodo.

Podemos observar que el circuito entero sólo necesita de una fuente de 12V DC y que los voltajes medidos en los transistores se van alternando, si en el fototransistor el voltaje es de 0V en el siguiente transistor es de 12V, y al revés.

Es importante siempre revisar que conectemos bien las terminales de los transistores, ya que es uno de los errores más comunes y que pueden dañar nuestros circuitos.

•Conclusiones del experimento

- **Casarrubias Rodríguez Daniel Elihú**

Reforcé los conocimientos vistos en teoría del transistor, aprendí cómo hacer un circuito funcional con transistores y con una sola fuente de alimentación, al igual de la utilidad que tiene el transistor usándose como microcontrolador.

Entendí la importancia del diseño real y que al no tener valores exactos de nuestros componentes, debemos analizar las opciones y elegir la que más se adecue a cada caso para que el funcionamiento siga siendo el mismo sin incrementar costos.

También comprendí la importancia del hacer correctamente los análisis de mallas, cuando los transistores están en las zonas de saturación y corte, pues al no realizar bien este análisis y no entender cómo fluye la corriente, podemos caer en cálculos erróneos, obteniendo resultados diferentes a los reales, o en daños a los componentes.

- **Celaya González David Alejandro**

Como consecuencia de esta práctica logre comprender aún mejor el comportamiento, funcionamiento y posible aplicación de los transistores; Pero al mismo tiempo conocer los cuidados necesarios para no dañar el componente y que tenga un funcionamiento óptimo gracias al concepto de sobresaturación.

También fue posible ver que no es necesario tener dos fuentes de alimentación como en la parte teórica, si no que podemos construirla a través de un divisor de voltaje que con ello ahorramos costos y espacio en un diseño.

Por último logré comprender que el transistor nos ayudará a manejar grandes corrientes y así poder controlarlas con un microcontrolador, esto ayudándome para no sobrecalentarse y que trabaje en un estado óptimo ya que por lo regular no llevan disipadores.

- **Cruz Montero Carlos Enrique**

Gracias a la práctica pude reforzar los conocimientos adquiridos sobre los transistores. Principalmente al desarrollar un circuito con una barrera óptica que permita el flujo de corriente o no hacia el foco o dispositivo que deseábamos darle esta característica en particular.

Aplicamos el uso de las distintas expresiones matemáticas que nos ayudan a cumplir con este propósito, determinamos el tiempo en el cual el foco debía apagarse después de dejar cerrado el circuito en la malla donde interviene el voltaje de 12[V]. En general el uso de los transistores es determinante en cualquier circuito que vayamos a realizar pues nos permiten manejar distintos elementos (como la corriente) que pueden ser controladas por un microcontrolador para disipar la energía y evitar el sobrecalentamiento.

Con esto y más los elementos que interactúan entre sí nos permiten conocer mucho más a fondo los sistemas eléctricos y electrónicos de los que hacemos uso en nuestra vida cotidiana y sobre todo en la ingeniería.

Conclusión general

Con conocimientos previos sobre el transistor y su funcionamiento, pudimos realizar esta práctica de manera exitosa logrando diseñar, y simular un circuito con una barrera óptica que al ser interrumpida encienda un foco de 120 VCA por 5 segundos y apague automáticamente cumpliendo el objetivo de la práctica. De manera que, una vez más logramos apoyarnos de nuestro datasheet para poder suponer y tomar ciertos datos que nos ayudarían al diseño de nuestro circuito.

Esta vez logramos entender de manera práctica el funcionamiento y una posible aplicación de los transistores o en su caso fototransistores, de manera que en este circuito se utilizaron ambos, en un primer lugar para detectar un objeto y un segunda para invertir la señal y poder utilizar nuestro temporizador.

Como conclusión vemos que los transistores pueden ayudarnos a construir alarmas, sistemas de automatización para abrir puertas, contadores, y en realidad tienen muchas aplicaciones, además de ser de bajo costo y fáciles de conseguir.

Bibliografía

Desconocido. (2020). Phototransistors: What Are They & How Do They Work?. 27/06/2020, de Electrical4U Sitio web: <https://www.electrical4u.com/phototransistor/>

Villalba Germán, Zamora Miguel . (2004). TRANSISTORES DE UNION BIPOLAR (BJT). En el Departamento de Ingeniería de la Información y Comunicaciones Universidad de Murcia(23). Desconocido: Desconocido.