

Faro con leds de alta potencia para bicicleta

1. Introducción

El presente documento trata de resolver el sistema de iluminación de una bicicleta de una forma eficiente y barata. Para ello se ha empleado la configuración astable de un NE555. De este modo podemos generar una señal PWM a partir de un potenciómetro. La señal de salida se lleva a la base de un transistor diseñado para iluminar los dos leds a la máxima potencia. Variando el potenciómetro del temporizador se puede variar el ciclo de trabajo y por lo tanto los leds brillarán con más o menos intensidad. La primera versión de este sistema estaba conformado por led excitado mediante un transistor mosfet controlado por un potenciómetro. Sin embargo el circuito que incumbe al presente proyecto mejora con creces su eficiencia. Este sistema es válido para uno o dos leds de alta potencia. En el caso de emplear un único led será necesario colocar una resistencia que sustituya la caída de tensión provocada por el led que falta.

2. Materiales necesarios

Medio metro de tubo de PVC de 32 mm

2 leds blancos de 1W con 350mA y 3.2V

2 Disipadores pequeños

1 Resistencia 1K 1/4W

1 Resistencia 8.2R 1/2 W

1 Resistencia 10R 1/2 W

1 Resistencia 100R 1/2W

2 Diodos 1N4148

1 Potenciómetro 1K

1 Condensador de poliéster 100nF

1 Circuito Integrado NE555

1 Transistor bipolar NPN 2N2222

1 Placa de cobre virgen

3. Esquemáticos

ADVERTENCIA: los siguientes esquemas no están a escala real ya que se han hecho más grandes para que se aprecien mejor para su descripción. **Los esquemas para imprimir se encuentran en las dos últimas páginas**

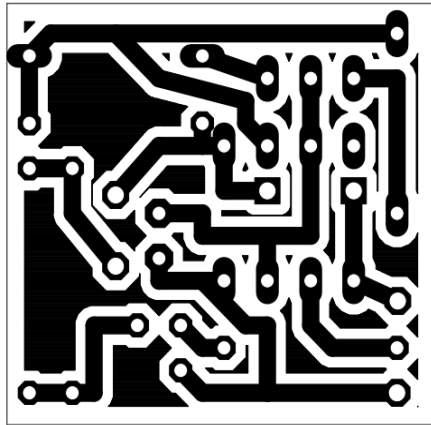


Figura 1. Máscara de conexiones

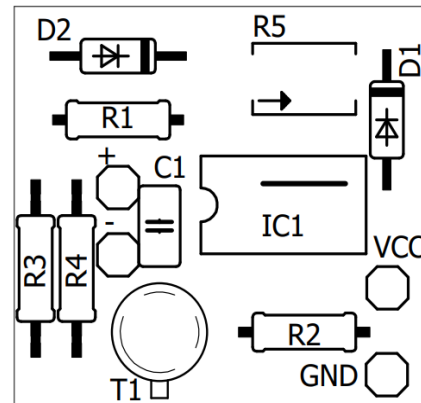


Figura 2. Máscara de componentes

A la máscara de las conexiones no se le debe aplicar el efecto espejo. Sin embargo la máscara de componentes si es necesario hacerlo. De este modo la máscara de conexiones se imprimirá tal y como se muestra en la figura 1 y así se transferirá en la placa de cobre. Sin embargo, la máscara de componentes se imprimirá en sentido inverso para que a la hora de realizar la transferencia no quede al revés. Al final del documento se encuentran los dos esquemas con sus orientaciones pertinente. La figura 3 representa el esquema de cómo se debería colocar las máscaras en la placa de cobre.

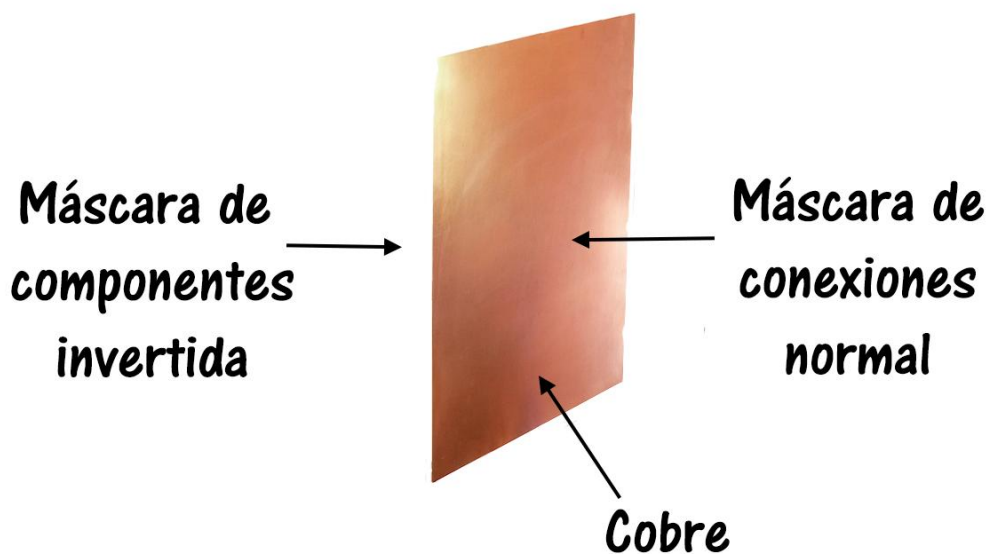


Figura 3. Esquema de impresión

R4: Resistencia 10R

R5: Potenciómetro 10K (el pad del medio representa el punto medio del potenciómetro)

C1: Condensador de poliéster bipolar 100nF

IC2: Circuito Integrado NE555

+ : Ánodo del led

- : Cátodo del led

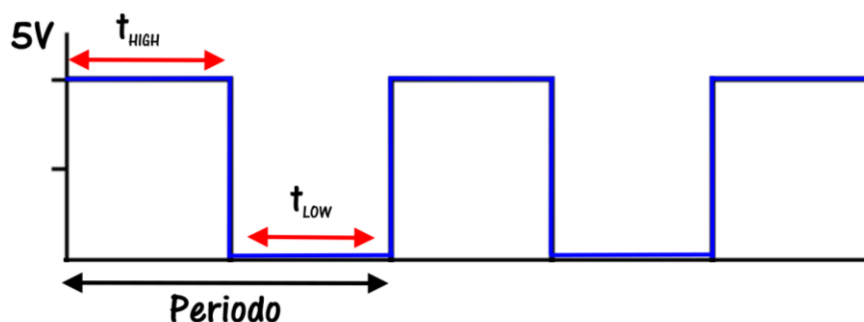
Vcc: Alimentación a 9V

GND: tierra

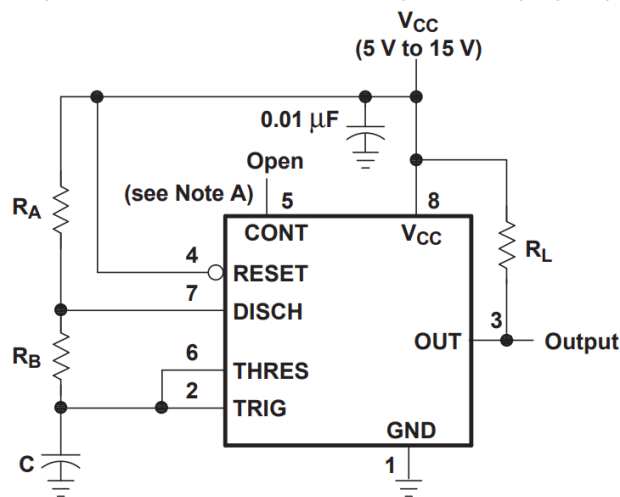
Línea roja: puente a través de un cable

5. Circuito electrónico

Un circuito integrado NE555 es un temporizador capaz de generar una señal cuadrada como la de la figura 6. Un periodo es el tiempo que tarda en completarse el primer ciclo de la señal cuadrada. Dentro de él se encuentran dos parámetros: el tiempo en alto t_H y el tiempo bajo t_L . El valor de estos tiempos determina el ciclo de trabajo de la señal. Un ciclo de trabajo al 100% implica que el tiempo de en alto es igual al periodo, es decir, es decir la tensión media será de 5 voltios. Un ciclo de trabajo al 0% significa que la señal en bajo será igual al periodo y la tensión media será de 0V. De este modo variando los valores t_H y t_L se puede variar la tensión media y por lo tanto la intensidad de un led.



Según el fabricante del circuito NE555 podemos modificar los parámetros t_H y t_L a partir del circuito de la figura X que recomienda.



Estos parámetros dependen fundamentalmente de las resistencias R_a y R_b y el condensador C . Las ecuaciones que definen estas relaciones son las siguientes:

$$t_H = \ln(2) \cdot (R_a + R_b) \cdot C$$

$$t_L = \ln(2) \cdot (R_b) \cdot C$$

El parámetro t_H representa el tiempo de carga del condensador C el cual se carga a través de las resistencias R_a y R_b . Tras ello, el parámetro t_L marca el tiempo de descarga del condensador y lo hace a través de la resistencia R_b

De este modo si sustituyéramos la resistencia R_b por una resistencia variable podríamos modificar el ciclo de trabajo. No obstante este circuito tiene un problema a la hora de modificar el ciclo de trabajo y es que la frecuencia también lo hace. Sabiendo que la suma de t_H y t_L conforman el tiempo del periodo se puede saber la expresión de la frecuencia.

$$T = t_H + t_L$$

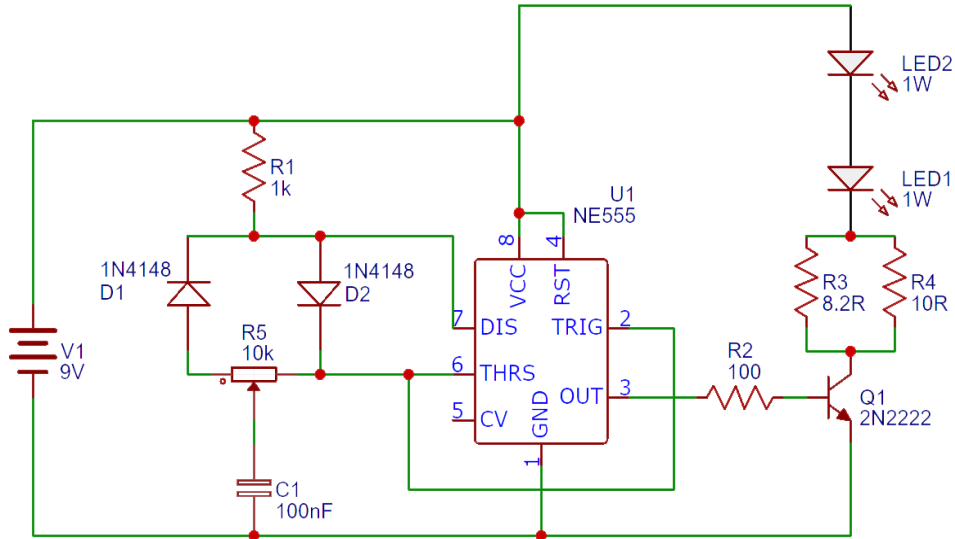
Como se sabe que la frecuencia es la inversa del periodo

$$f = \frac{1}{T}$$

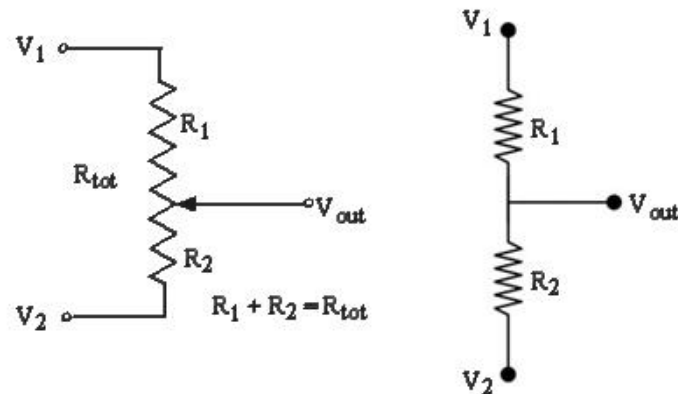
De este modo

$$f = \frac{1}{\ln(2) \cdot (R_a + R_b + R_b) \cdot C}$$

Como se puede observar la frecuencia también depende de dos veces R_b . Así pues ¿cómo es posible modificar el ciclo de trabajo sin variar la frecuencia? La solución es sustituir la resistencia R_b por un potenciómetro y dos diodos tal y como aparece en la figura X



Se recuerda que un potenciómetro no es más que dos resistencias que varían. La suma de esas dos resistencias siempre será el valor del potenciómetro por lo que cuando una crece la otra decrece.



En el circuito que concierte se puede definir la suma de esas dos resistencias como:

$$Pot = R_b' + R_b''$$

De este modo cuando el potenciómetro esté en uno de sus límites, la resistencia R_b' valdrá 10K y la resistencia R_b'' valdrá 0 ohmios. Con el potenciómetro en el otro límite los valores se invierten.

Añadiendo los dos diodos a la figura X se consigue circular la corriente por una de las dos resistencias que conforman al potenciómetro. Cuando el condensador se carga, lo hace a través de R_b' y cuando se descarga lo hace a través de R_b'' . Así pues las ecuaciones anteriores ahora quedan definidas de la siguiente manera.

$$t_H = \ln(2) \cdot (R_a + R_b') \cdot C$$

$$t_L = \ln(2) \cdot (R_b'') \cdot C$$

Al cambiar las ecuaciones también lo hace la expresión de la frecuencia.

$$f = \frac{1}{\ln(2) \cdot (R_a + R_b' + R_b'') \cdot C}$$

Llegados a este punto se observa que la frecuencia depende de la suma entre R_b' y R_b'' es decir del valor del potenciómetro, por lo que la frecuencia queda expresada tal que:

$$f = \frac{1}{\ln(2) \cdot (R_a + Pot) \cdot C}$$

Como el valor del potenciómetro no varía al variar R_b' y R_b'' la frecuencia siempre será constante y se habrá eliminado inconveniente de la frecuencia dinámica.

Para hallar el valor de las resistencias limitadoras de los leds se debe tener en mente varias cosas. Estos leds tienen una potencia de 1W con un consumo de 350 mA y 3.2V. Como se van a colocar dos leds en serie la intensidad que circulará por el colector del transistor será de 350 mA y la caída de tensión de 6.4 V. Mediante la ley de Ohm se puede calcular la resistencia necesaria.

$$R_{LED} = \frac{V_{bat} - V_{CE} - V_{LEDs}}{I_C}$$

Donde V_{bat} es la tensión de alimentación, en este caso 9V, V_{CE} la tensión entre el colector y el emisor (propio de cada transistor), en este caso 1V, V_{LEDs} la caída de tensión producida por los dos leds, en este caso 6,4V y I_C la intensidad por el colector del transistor, como queremos emplear los leds al máximo será de 350 mA. Sustituyendo términos queda:

$$R_{LED} = \frac{9 - 1 - 6.4}{0.35} = 4.5 \Omega$$

Como en el mercado no existen resistencias de 4.5Ω se emplearán dos resistencias, una de 10Ω y otra de 8.2Ω en paralelo que conformarán ese valor.

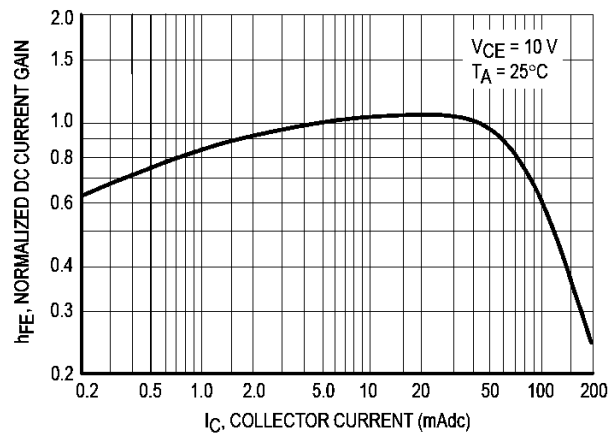
$$R_T = \frac{8.2 \cdot 10}{8.2 + 10} = 2.85 \Omega$$

Finalmente se diseña el valor de la resistencia de base del transistor. Esta resistencia determinará la intensidad de base la cual determina la intensidad de colector.

$$I_B = h_{FE} \cdot I_C$$

Donde I_C es la intensidad que circulará por los leds, en este caso 350 mA y h_{FE} es la ganancia del transistor en modo DC. Sin embargo, esta ganancia varía entre en un rango que el fabricante especifica y depende de varios parámetros. Normalmente se puede hallar esta ganancia en una de las gráficas que ofrece sin embargo el diseño de la

resistencia de base se puede hacer experimentalmente sin necesidad de saber el valor h_{FE} .

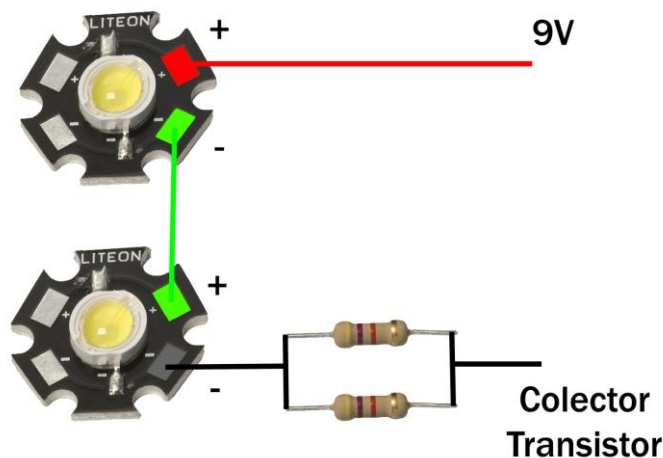


Para hallar la resistencia de base experimentalmente basta con añadir una resistencia variable a la base del transistor. Colocando el multímetro en serie con los leds en el colector del transistor se puede medir la intensidad que circula. Variando la resistencia variable la intensidad del colector irá aumentando. Cuando esta llegué a 350 mA se mide el valor de la resistencia. Esta resistencia será la resistencia de base de diseño.

6. Colocación de los leds

NOTA: las resistencias R3 y R4 de la PCB son las resistencias limitadoras que están en paralelo. Esas resistencias se deben cambiar según en número de leds (máximo dos) y la tensión (9V o 12V)

Con una **tensión de 9V y dos leds**, las dos resistencias tienen un valor de $8.2\ \Omega$ y $10\ \Omega$ respectivamente. Con una **tensión de 9V y un led** la resistencia tiene un valor de $13.7\ \Omega$ lo que sería equivalente a dos resistencias de $27\ \Omega$ en paralelo



Con una **tensión de 12 voltios y dos leds**, la resistencia deberá ser de $13.4\ \Omega$ lo que sería equivalente a dos resistencias de $27\ \Omega$ en paralelo. Con **12 voltios y dos leds** la

resistencia debe ser de $22.2\ \Omega$ por lo que se puede emplear una resistencia de $22\ \Omega$ comercial

