



Practica #11: El Transistor (BJT) en Amplificación

Ing. Juan Pedro Duarte Martínez.

Ing. Erika Sunshine Jaramillo Quezada

M.C. Ulises Sáenz Trujillo

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)

Morelia, Michoacán México a 6 de Mayo de 2014

<http://lelgr.fie.umich.mx/>

pduarte@fie.umich.mx

ejaramillo@fie.umich.mx

usaenz@fie.umich.mx

Abstract.- En el presente trabajo se realizara la utilización del transistor BJT, para su uso como transistor en conmutación.

I. INTRODUCCIÓN

Objetivo.

Comprender el funcionamiento de los transistores BJT en conmutación.

Los transistores no se limitan únicamente a la amplificación de señales. A través de un diseño adecuado se pueden utilizar como un interruptor para computadora y para aplicaciones de control. También puede emplearse como un inversor en los circuitos lógicos de las computadoras.

El transistor como interruptor.

Un transistor funciona en conmutación cuando este trabaja en corte y saturación. Un transistor trabajando en conmutación se comporta como un interruptor. Un transistor funciona como interruptor para el circuito conectado al colector (R_C) si se hace pasar

rápidamente de corte a saturación y viceversa. En corte es un interruptor abierto y en saturación es un interruptor cerrado. Los datos necesarios para calcular un circuito como interruptor son; el V_{CC} y la corriente que se requiere ese voltaje. El voltaje V_{CC} se hace igual al voltaje nominal del circuito, y la corriente corresponde a la corriente I_{CSAT} . Primero se calcula la corriente de saturación mínima, luego la resistencia de la base mínima: $I_{BSAT\ min} = \frac{I_{CSAT}}{\beta}$ $R_{BMAX} = \frac{V_{ON}}{I_{BSAT\ min}}$

Donde V_{ON} es el voltaje en la resistencia de base para encender el circuito, este circuito debe usar una R_B por lo menos 4 veces menor que R_{Bmax} . Adicionalmente se debe asegurar un voltaje en R_B de apagado V_{off} el cual hará que el circuito entre en corte.

En la figura 1 se observan los diferentes circuitos cerrados y abiertos así como un circuito inversor de giro para un motor.

La principal aplicación del transistor como interruptor es en los circuitos e integrados lógicos, allí se mantienen trabajando los transistores entre corte o en saturación, otra aplicación es para activar y desactivar relevadores, en este caso debido a que la carga es inductiva (la bobina del relevador) al pasar el transistor de saturación a corte se presenta lo que comúnmente se le llama “la patada inductiva”, esta al ser repetitiva quema al transistor por lo tanto se le debe proteger por medio de un diodo volante.

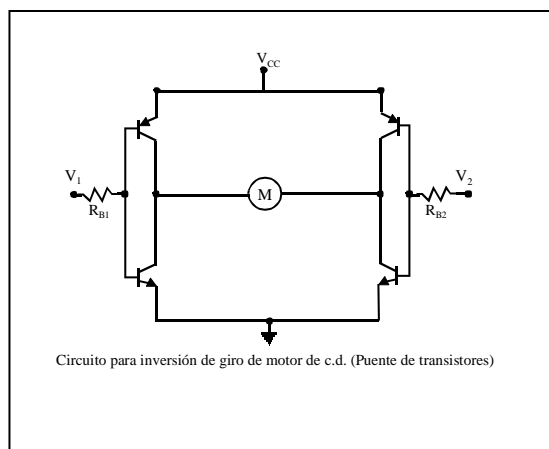
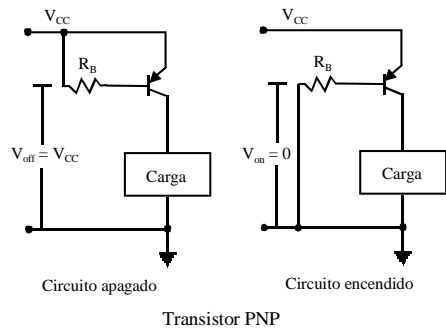
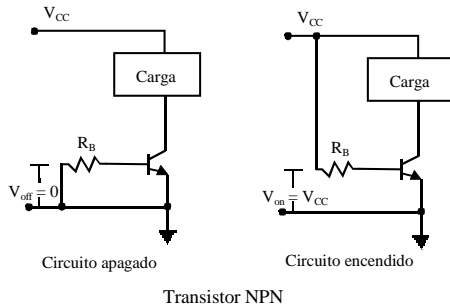


Figura 1.

Los transistores bipolares son del tipo NPN o PNP , ya que están formados por dos semiconductores contaminados con impurezas de diferente polaridad. El transistor bipolar está formado por una unión PN y por otra NP, característica que hace que un semiconductor de determinado tipo se encuentre entre dos del tipo opuesto al primero, como se muestra en la figura 2. Lo que se obtiene con esta configuración es una sección que proporciona cargas (huecos o electrones) que son captados por otra sección a través de la sección media. El electrodo que proporciona las cargas es el emisor y el que las recoge es el colector. La base es la parte del medio y forma las dos uniones, una con el colector y otra con el emisor. Además la base controla la corriente en el colector. Este tipo de transistores recibe el nombre de transistores de unión.

A continuación se muestran las características de operación más importantes del transistor que debemos de tener en cuenta.

1.- Normalmente el transistor está apagado; esto nos indica que ninguna corriente circula en la salida, a menos que se aplique un voltaje de polarización directa entre base –emisor.

2.-El voltaje de polarización directa controla la corriente de base y así se determina la magnitud de la corriente de salida.



La acción de conmutación del transistor Q_1 de la figura 2, muestra como la corriente de entrada controla la salida.

En la figura 2, el circuito de control de entrada determina la magnitud de la corriente de base. Para el circuito de potencia, la salida es la corriente en el colector. El transistor Q_1 de la figura 2 es del tipo NPN. Este tipo de transistores requieren un voltaje positivo V_{be} como voltaje de polarización directa. El emisor es común al circuito de la entrada y al de la salida. El arreglo de transistores utilizado con mayor frecuencia es el circuito de emisor común.

La unión base-emisor del transistor Q_1 de la figura 2 se puede polarizar en forma directa con la fuente B_1 . Para poder aplicar un voltaje de polarización directa, el interruptor S_1 debe estar cerrado. La fuente B_2 proporciona el voltaje de polarización inversa para el colector de Q_1 . Polarizar en forma inversa implica que el colector N tiene un voltaje más positivo que el de la base. Cuando el interruptor S_1 está abierto, no circula corriente en el circuito base-emisor ni en el control. Esto se debe a que no se ha aplicado un voltaje de polarización directa. Por consiguiente la resistencia entre el emisor y colector del transistor de la figura 2 es muy grande. Por lo tanto en el circuito de potencia tampoco circula corriente y debido a esto el foco no enciende.

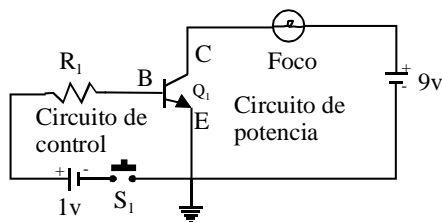


Figura 2.

Supongamos que el interruptor S_1 se cierra. Esto causa que una corriente muy pequeña circule por el circuito de control. Por lo tanto disminuye la resistencia entre el emisor y el colector. En consecuencia esto hace que circule una corriente muy grande en el circuito de potencia haciendo que el foco encienda.

Finalmente al abrir el interruptor S_1 del circuito de control, esto hace que el foco se apague. Esto se debe a que la resistencia entre el emisor y el colector de Q_1 tiene de nuevo un valor muy grande que tiende al infinito. En resumen, una corriente pequeña en el circuito de control provoca que circule una corriente grande en el circuito de potencia. Cuando no circula corriente en el circuito de control, el transistor actúa como un interruptor abierto. Cuando circula corriente por el circuito de control, el transistor se comporta como un interruptor cerrado.

En la figura 3 se ha dibujado de nuevo el circuito en donde el transistor se emplea como interruptor. Para poder simplificar los cálculos el foco de la figura 2 se ha substituido por una resistencia R_2 de 100Ω . También hemos omitido el interruptor del botón y la fuente de alimentación B_1 se ha substituido por una fuente de voltaje variable figura 3^a.

El diagrama de la figura 3^a muestra los valores de los voltajes y corrientes del colector I_c (Circula una corriente de fuga de tan solo $1\mu A$ del emisor hacia el colector. La resistencia entre emisor y colector es :

$$R = \frac{V}{I} = \frac{9v}{1 \cdot 10^{-6}} = 9M\Omega$$

Por lo tanto el transistor tiene una resistencia igual a $9M\Omega$, lo que convierte prácticamente en un interruptor abierto.

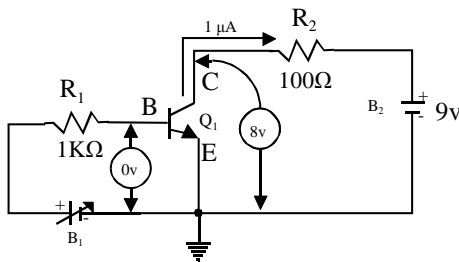
El diagrama de la figura 3b muestra los valores medidos de los voltajes y corrientes cuando el transistor está “encendido”. El voltaje entre el emisor y la base se ha incrementado ajustando B_1 . El valor de $0.86 v$ del voltaje, polariza en forma directa la unión base-emisor del transistor, esto permite que circule una corriente de

1.8 mA en el circuito de control. A su vez esta corriente causa que la misma disminuya entre el colector emisor. Al haberse reducido el valor de la resistencia esto ocasiona que circule una corriente de 85mA por el colector.

La resistencia entre colector y emisor en la figura 3b es:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.4v}{0.085A} = 4.7ohms$$

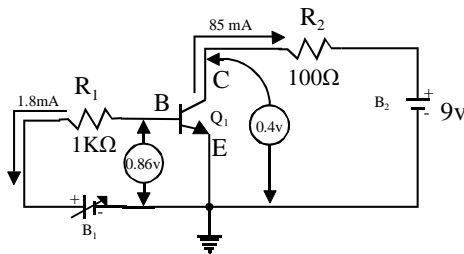
Podemos observar que la resistencia ha disminuido de $9M\Omega$ a 4.7 ohms. A consecuencia de lo anterior, el transistor de la figura 3a está en corte. A alcanzado su resistencia máxima entre colector y emisor y a cortado la corriente. La escasa corriente que aún fluye se debe a los portadores minoritarios de carga en el transistor y se considera como una corriente de fuga. El transistor de la figura 3b está en saturación. La resistencia entre el emisor y el colector ha llegado a su valor mínimo, lo que produce una corriente de colector máxima. Cuando el transistor se utiliza como interruptor, opera en saturación (o en corte), gracias al voltaje base emisor.



a) Apagado.

Funcionamiento:

- ✓ Para asegurarnos que el transistor se encuentra en corte, la corriente de base debe de ser cero.
- ✓ En conmutación las corrientes de colector y de base deben de ser:



b) Encendido.

Figura 3.- Análisis de un circuito con transistor en conmutación

a).- apagado, b).- encendido

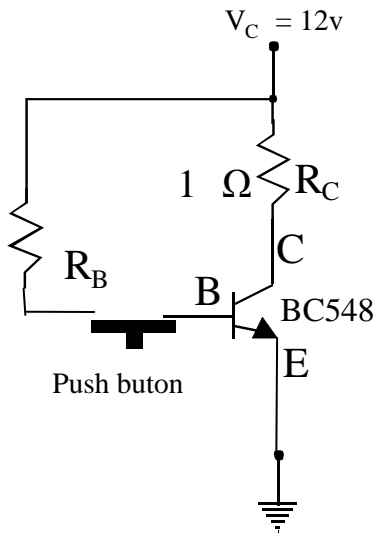
$$I_{C(sat)} \cong \frac{V_{CC}}{R_C} ; \quad I_B = \frac{I_{C(sat)}}{H_{FE(min)}}$$

En la práctica una vez conocida la corriente de colector de saturación determinada por R_C , a I_B se le asigna un valor próximo a $\frac{I_{C(sat)}}{20}$, es decir; $I_B \geq \frac{I_{C(sat)}}{20}$



II. DESARROLLO DE LA PRACTICA

1.- El circuito de la figura 1 está activado por un push boton.



Push boton	I_C	V_{CE}	Estado del transistor
Abierto			
Cerrado			

III. Requisitos.

a).- Determinar el valor de R_B para asegurar que el transistor se encuentra en saturación.

IV. REPORTAR.

- 1.- Cálculos de diseño.
- 2.- Resultados de la tabla.

V.OBSERVACIONES y CONCLUSIONES.

VI. MATERIALES.

- 1 Multímetro
- 1 Fuente de directa
- 1 BC548

VII. REFERENCIAS.