



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Transistor como interruptor

Materia:

Electrónica

Carrera, Grupo:

Ingeniería en Automatización, 32

CATEDRÁTICO:

Dr. Mariano Garduño Aparicio

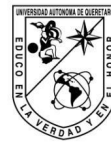
ALUMNOS:

Rojas Barrón Giovanni Fabritzio

Diego Joel Zúñiga Fragoso

Erick Hernandez Carballo

David Enrique Carrillo Godoy



INTRODUCCIÓN

Introducción

Los transistores BJT (Transistor Bipolar de Unión) son componentes fundamentales en la electrónica moderna debido a su capacidad para amplificar señales eléctricas y actuar como interruptores. Un transistor BJT se compone de tres capas semiconductoras, denominadas emisor, base y colector. El funcionamiento del transistor depende de las corrientes que fluyen entre estas tres regiones, lo que permite controlar grandes cantidades de energía con una señal de control pequeña. Una de las aplicaciones más comunes de los transistores BJT es su uso como interruptores en diferentes tipos de circuitos, lo que es especialmente útil cuando se desea controlar dispositivos de alta potencia, como motores o relevadores, con señales de bajo voltaje.

En el contexto de esta práctica, se buscará comprender el funcionamiento del transistor BJT en su modo de interruptor, enfocándose en los dos estados clave que determinan su comportamiento: el **estado de corte** y el **estado de saturación**. En el **estado de corte**, el transistor se encuentra apagado, es decir, no permite el paso de corriente entre el colector y el emisor. Este estado ocurre cuando la corriente base es insuficiente para activar el transistor. Por el contrario, en el **estado de saturación**, el transistor está completamente encendido y permite el paso de corriente sin prácticamente ninguna resistencia entre el colector y el emisor. Este es el estado ideal cuando el transistor se utiliza como interruptor, ya que asegura una conducción máxima de corriente, permitiendo controlar dispositivos de potencia de forma eficiente.

En esta práctica, se empleará el transistor BJT como interruptor para controlar un motor de corriente continua (DC) y un relevador. Un motor DC es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en movimiento rotacional, y su dirección de giro depende de la polaridad de la corriente que lo alimenta. Para cambiar la polaridad y controlar el giro del motor, se utilizará un circuito llamado **punto H**. Este tipo de circuito permite invertir la dirección de la corriente que pasa a través del motor, haciendo posible el control de su sentido de giro. Al usar transistores BJT en el punto H, se puede controlar electrónicamente la dirección del motor, algo fundamental en muchas aplicaciones de control de movimiento.

El relevador, por otro lado, es un interruptor electromecánico que permite controlar dispositivos de mayor potencia, como luces, electrodomésticos o motores, utilizando señales de baja potencia. En esta práctica, se utilizará el transistor BJT para accionar un relevador, permitiendo encender y apagar un LED de potencia. El LED de potencia es un componente que, al ser alimentado adecuadamente, emite luz con una intensidad considerable, lo que requiere el manejo de mayores corrientes. De esta forma, el transistor BJT se emplea como un interruptor que permite activar o desactivar el LED a través de una señal de control de baja potencia.

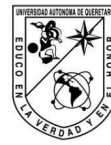


El objetivo principal de esta práctica es entender cómo el transistor BJT, cuando se comporta como interruptor, permite el control de dispositivos electrónicos de alta potencia mediante señales de control simples. A través de simulaciones de los circuitos que involucran el transistor en diferentes configuraciones, se podrán observar en tiempo real los efectos de las transiciones entre los estados de corte y saturación, y cómo estos afectan el funcionamiento de los componentes conectados al transistor. Al simular los circuitos de control de motores y relevadores, se proporcionará una comprensión más clara de cómo los transistores pueden ser utilizados eficazmente en sistemas de conmutación y control, y se podrá visualizar el impacto de las variaciones en las condiciones de operación del transistor.

El estudio de los transistores como interruptores tiene aplicaciones prácticas en numerosos sistemas electrónicos y de control. En la automatización industrial, por ejemplo, los transistores son fundamentales para el control de motores y otros dispositivos, permitiendo una conmutación precisa y eficiente. Del mismo modo, los relevadores controlados por transistores son utilizados en sistemas de protección y control de circuitos eléctricos. Además, el conocimiento adquirido sobre el comportamiento de los transistores BJT en los estados de corte y saturación es esencial para el diseño de circuitos electrónicos de potencia, ya que estos estados determinan la eficiencia y la fiabilidad del sistema.

Finalmente, la práctica de simular los circuitos de control con transistores BJT permitirá a los estudiantes familiarizarse con el proceso de análisis y diseño de circuitos electrónicos. Mediante el uso de software de simulación, se podrá experimentar con diferentes configuraciones y ajustar parámetros para observar cómo las variaciones afectan el rendimiento de los circuitos. Este enfoque práctico complementa el conocimiento teórico y proporciona las herramientas necesarias para aplicar los conceptos aprendidos en situaciones del mundo real.

En resumen, esta práctica tiene como objetivo que los estudiantes adquieran una comprensión profunda del funcionamiento de los transistores BJT como interruptores, a través de la implementación y simulación de circuitos de control para motores y relevadores. Al finalizar la práctica, se espera que los participantes sean capaces de aplicar este conocimiento en la resolución de problemas electrónicos reales, utilizando los transistores como interruptores en una variedad de aplicaciones.



OBJETIVO

Entender el funcionamiento del transistor BJT como interruptor, así como también conocer y comprender las condiciones a partir de las cuales se produce el corte y saturación en el transistor.

Realizar un puente H para el control y cambio de giro de un motor de DC aplicando el transistor BJT como interruptor, así como también utilizando como relevador controlando el encendido y apagado de un led de potencia.

Realizar simulaciones en cada uno de los circuitos presentados para esta práctica.

MATERIAL

Generador de funciones y punta para generador.

- Multímetro y punta de multímetro.
- Fuente de voltaje doble.
- Osciloscopio digital y dos puntas de osciloscopio.
- 10 caimanes.
- Transistor BJT tipo NPN (ej. 2n2222, BC548, TIP41, TIP120, etc.)
- Diodos rectificadores.
- Motor de 5 o 12 VDC.
- Led de potencia de 12V.
- Resistencias de acuerdo a los cálculos.
- Cables de alimentación de los equipos (fuente de alimentación, generador de funciones y osciloscopio).

DESARROLLO Y RESULTADOS

Instrucciones para la práctica:

1. Cálculos de Corrientes y Voltajes: Realizar los cálculos de las corrientes y los voltajes de cada uno de los componentes que conforman los circuitos de la práctica. Estos cálculos deberán ser adjuntados al reporte de la práctica correspondiente.

- Voltaje de alimentación (VCC): 12 V.
- Resistencia de carga (RL): 1 k Ω .
- Voltaje de entrada (Vin): Señal cuadrada de 0 a 5 V.

Reporte de Práctica



- Resistencia de base (R_B): Calculada para garantizar la saturación.
- Ganancia del transistor (β): 100.
- Caída de voltaje base-emisor (V_{BE}): 0.7 V.
- Voltaje de saturación colector-emisor ($V_{CE(sat)}$): 0.2 V.

Cálculos

1. Corriente de carga (I_C):

$$\begin{aligned} I_C &= (V_{CC} - V_{CE(sat)}) / R_L \\ &= (12 - 0.2) / 1000 \\ &= 11.8 \text{ mA.} \end{aligned}$$

2. Corriente de base necesaria (I_B) para saturación:

$$\begin{aligned} I_B &= I_C / \beta \\ &= 11.8 \text{ mA} / 100 \\ &= 0.118 \text{ mA.} \end{aligned}$$

Para asegurar la saturación, se multiplica por un factor de seguridad ($\times 2$):

$$I_B(sat) = 2 \times 0.118 \text{ mA} = 0.236 \text{ mA.}$$

3. Cálculo de R_B :

$$\begin{aligned} \text{Voltaje sobre } R_B: V_{RB} &= V_{in} - V_{BE} \\ &= 5 - 0.7 \\ &= 4.3 \text{ V.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_B &= V_{RB} / I_B(sat) \\ &= 4.3 / 0.236 \times 10^{-3} \\ &= 18.22 \text{ k}\Omega. \end{aligned}$$

Se elige un valor comercial cercano: $R_B = 18 \text{ k}\Omega$.

Resumen de Resultados

- Corriente de colector (I_C): 11.8 mA.
- Corriente de base (I_B): 0.236 mA (para garantizar saturación).
- Resistencia de base (R_B): 18 k Ω .

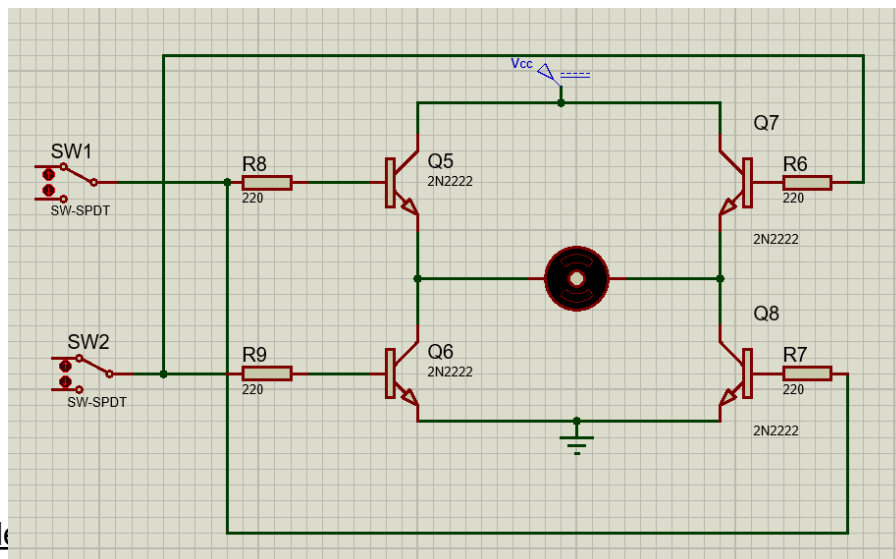
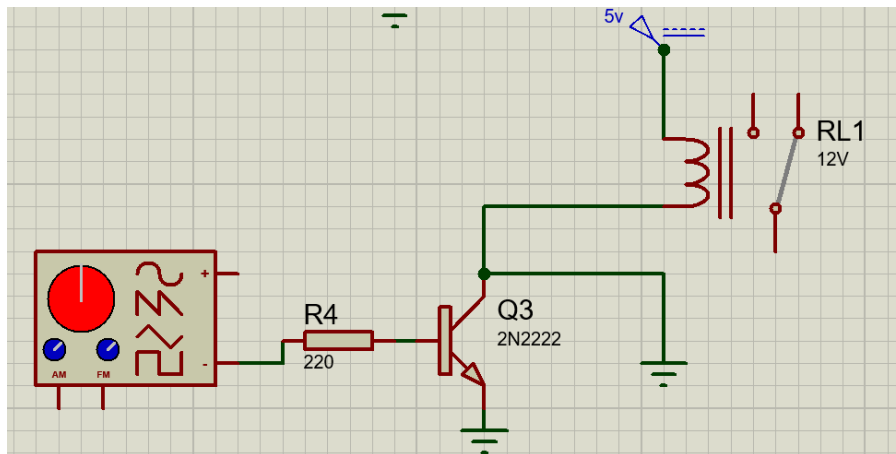
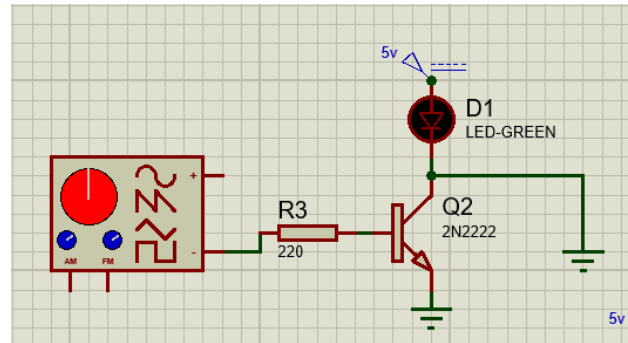
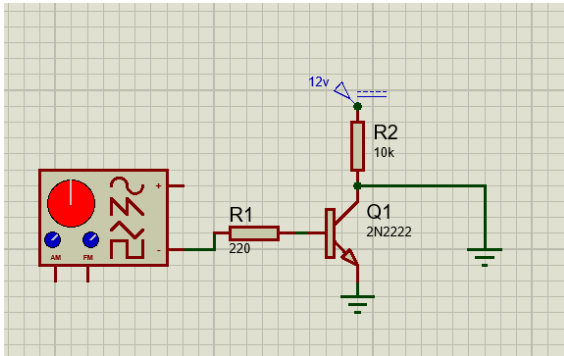
Análisis de Funcionamiento

Corte: Cuando $V_{in} < V_{BE} \approx 0.7 \text{ V}$, no hay corriente en la base ($I_B = 0$), por lo tanto, $I_C = 0$ y el transistor está apagado.

Saturación: Cuando $V_{in} = 5 \text{ V}$, se asegura que I_B sea suficiente para saturar el transistor, haciendo $V_{CE} \approx 0.2 \text{ V}$.

Reporte de Práctica

2. Simulaciones de los Circuitos: Realizar las simulaciones necesarias para cada uno de los circuitos propuestos y adjuntar los resultados obtenidos en el reporte de la práctica.





3. Análisis del Circuito de la Fig. 17: Armar el circuito mostrado en la Fig. 17, utilizando una señal de entrada cuadrada de 5V y una frecuencia de 500Hz. Analizar, mediante el uso de un osciloscopio, tanto el voltaje de salida como el voltaje de entrada.

o Preguntas para analizar:

▪ ¿Por qué están desfasadas las señales?

Las señales de entrada (V_{in}) y de salida (V_{out}) están desfasadas debido a las características del transistor BJT y la dinámica de carga y descarga en el circuito. Este desfase ocurre porque:

- El transistor requiere un tiempo para activarse (tiempo de retardo) y otro para desactivarse, lo que se traduce en un desfase entre la señal aplicada en la base (V_{in}) y la respuesta del colector (V_{out}).
- Si hay una carga capacitiva significativa (por ejemplo, debido al diseño del circuito o a elementos pasivos como filtros), esto también puede contribuir al desfase.
- En el modo de saturación, el tiempo de almacenamiento de portadores en la base puede generar un retraso adicional, ya que el transistor tarda en vaciar la base al pasar de saturación a corte.

▪ ¿En qué momento el transistor está en saturación y en qué momento está en corte?

Saturación:

El transistor está en saturación cuando el voltaje de entrada (V_{in}) supera el umbral de activación de la base ($V_{BE} \approx 0.7 \text{ V}$) y la corriente de base (I_B) es suficiente para garantizar que el transistor conduzca completamente. En este estado:

- El voltaje colector-emisor (V_{CE}) es bajo, aproximadamente $V_{CE(sat)} \approx 0.2 \text{ V}$.
- La corriente de colector (I_C) alcanza su máximo permitido por la resistencia de carga R_L .

Corte:

El transistor está en corte cuando $V_{in} < V_{BE}$, lo que impide que fluya corriente de base ($I_B \approx 0$). En este estado:

- No hay corriente en el colector ($I_C = 0$).
- El voltaje colector-emisor (V_{CE}) es igual a V_{CC} , ya que el transistor se comporta como un interruptor abierto.

Durante el ciclo alto de la señal cuadrada ($V_{in} = 5\text{ V}$), el transistor entra en saturación. Durante el ciclo bajo ($V_{in} = 0\text{ V}$), el transistor está en corte.

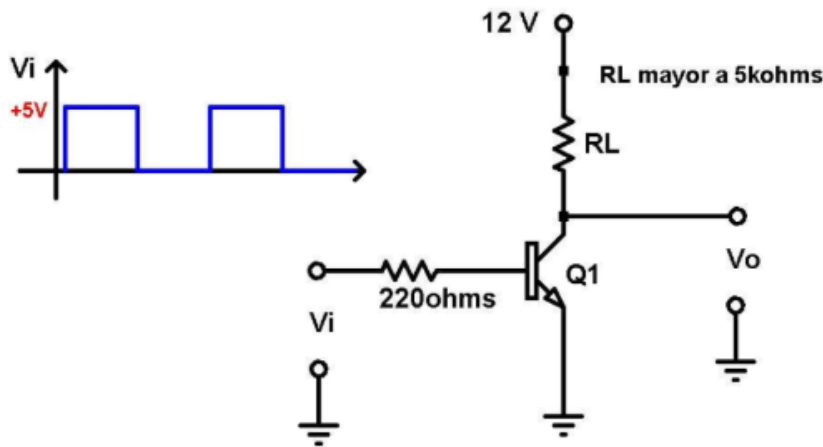


Fig. 17.- Circuito para analizar la conmutación en un transistor.

4. Reducción de la Frecuencia de Entrada: Reducir la frecuencia de la señal de entrada a 0.2Hz y analizar lo que sucede con las señales en el osciloscopio.

- o Preguntas para analizar:

- ¿En qué momento el voltaje de salida es cero?

El voltaje de salida (V_{out}) es cero durante el estado de saturación del transistor. Esto ocurre cuando:

- La señal de entrada (V_{in}) está en nivel alto (5 V), suficiente para activar la base del transistor ($V_{in} > V_{BE} \approx 0.7\text{ V}$).
- El transistor está completamente encendido, actuando como un interruptor cerrado, y el voltaje colector-emisor (V_{CE}) es muy bajo ($V_{CE(sat)} \approx 0.2\text{ V}$).

****Intervalo temporal:**** Durante cada ciclo de la señal cuadrada, el voltaje de salida es cero durante los 2.5 segundos en que la señal de entrada está en nivel alto.

- ¿En qué momento el voltaje de salida es alto y a qué valor de DC?

El voltaje de salida (V_{out}) es alto cuando el transistor está en corte. Esto ocurre cuando:

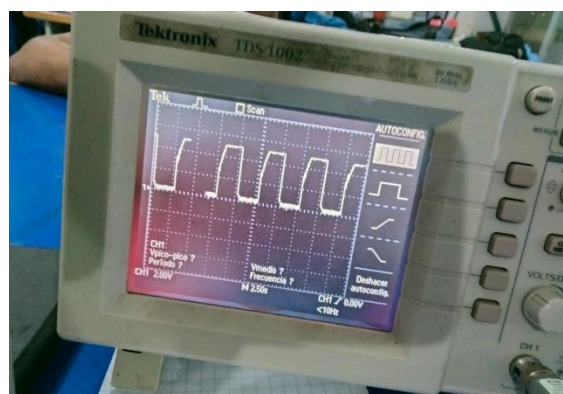
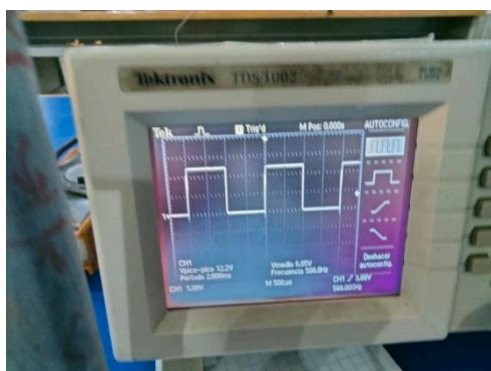
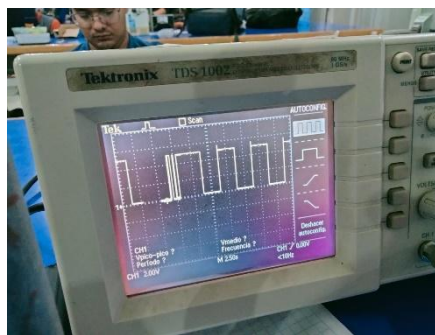
- La señal de entrada (V_{in}) está en nivel bajo (0 V), lo que provoca que la corriente de base (I_B) sea nula y el transistor no conduzca.
- En este estado, el voltaje de salida es igual al voltaje de alimentación ($V_{out} = V_{CC}$), ya que el transistor se comporta como un interruptor abierto.

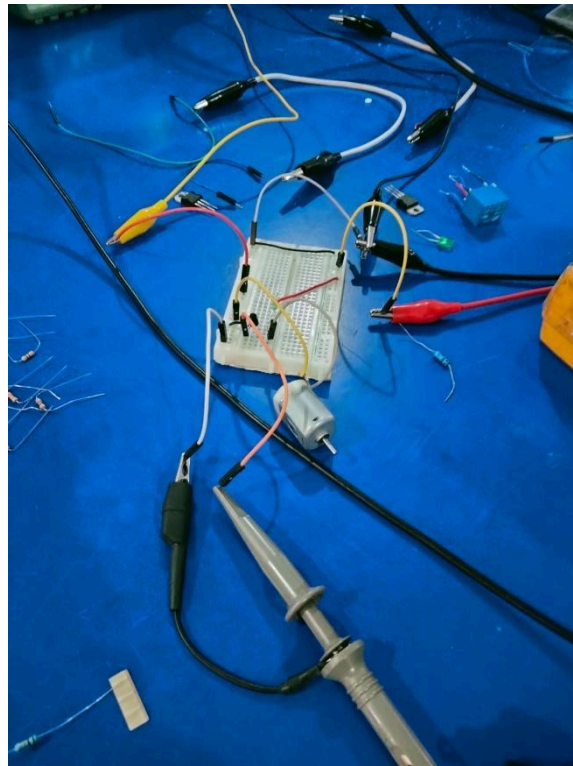
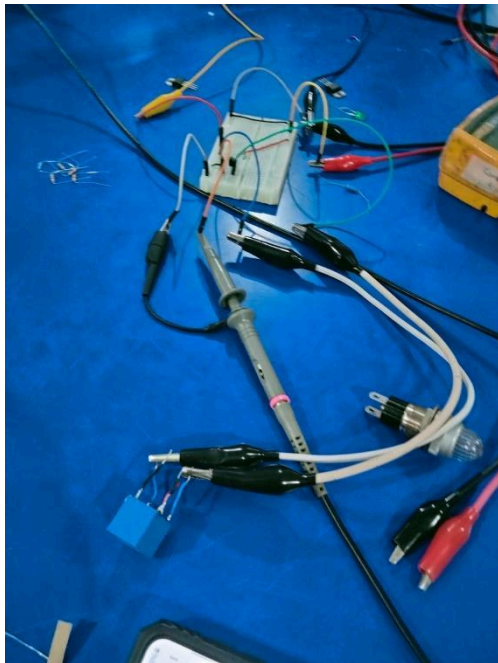
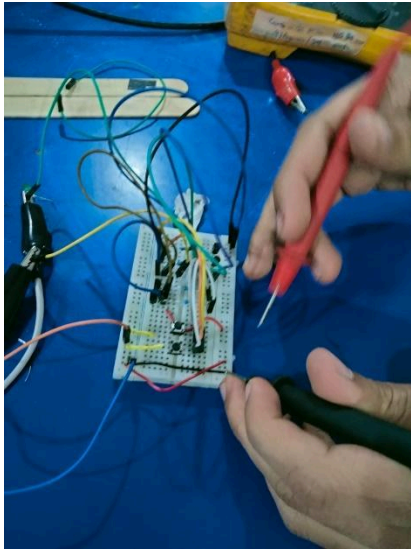
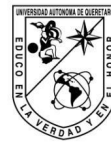
Intervalo temporal: Durante cada ciclo de la señal cuadrada, el voltaje de salida es alto durante los 2.5 segundos en que la señal de entrada está en nivel bajo.

Valor del voltaje de salida:**

$V_{out} = V_{CC} = 12 \text{ V}$.

5. Sustitución de la Resistencia de Carga: Conectar un LED de potencia en lugar de la resistencia de carga R_L para corroborar el funcionamiento del circuito.
6. Sustitución del LED por un Motor: Sustituir el LED de potencia por un motor de 5V y ajustar el voltaje de la fuente de alimentación V_{CC} a 5V, asegurándose de que el motor funcione correctamente.
7. Sustitución del Motor por un Relevador: Sustituir el motor de 5V por un relevador de 5V, tal como se muestra en la Fig. 18.





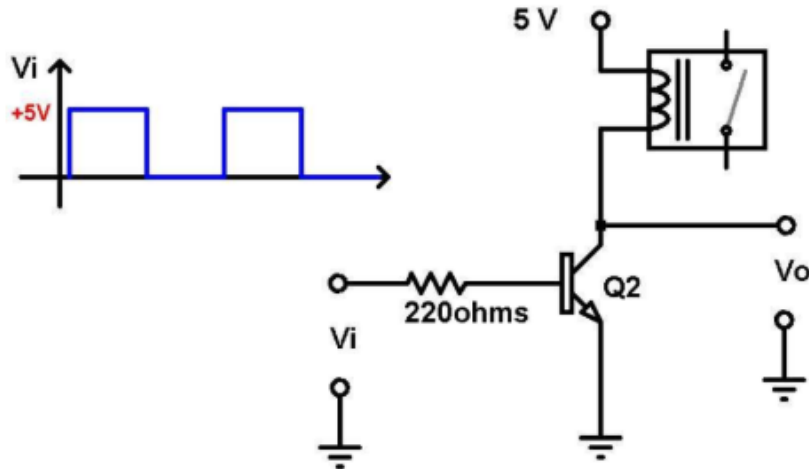
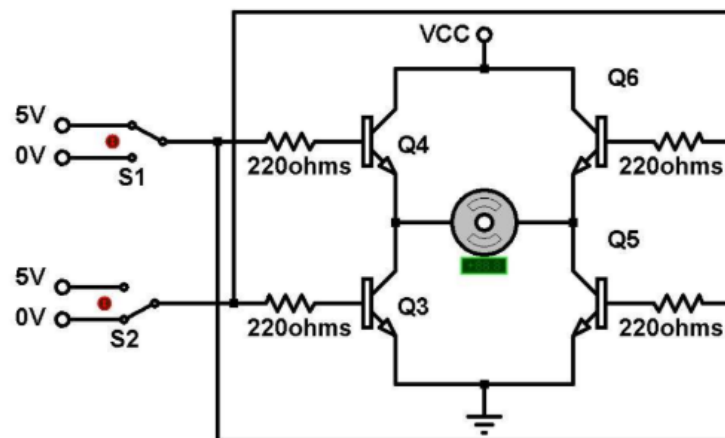
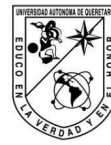


Fig. 18.- Circuito conmutador con BJT y con relevador.

8. Implementación del Puente H: Armar el circuito correspondiente al puente H utilizando transistores NPN para controlar y cambiar el giro de un motor de 12VDC.
9. Mediciones para Validación de Resultados: Realizar las mediciones necesarias para validar los resultados obtenidos de los cálculos y las simulaciones realizadas previamente.
10. Análisis con el Osciloscopio: Analizar, mediante el uso del osciloscopio, las señales correspondientes a las entradas y salidas de cada uno de los circuitos para observar su funcionamiento y verificar que se están obteniendo los resultados esperados.





CONCLUSIONES

Erick Hernandez.- La práctica nos permitió comprender el funcionamiento de los transistores bipolares como interruptores analizando su estado límite y de saturación. Los circuitos implementados, como puentes H, relés y fuentes de alimentación LED, demuestran cómo utilizar transistores para una conmutación y un control de dispositivos eficientes y precisos. Se probó cómo la configuración del transistor afecta directamente el comportamiento de los dispositivos conectados, reforzando conceptos clave como saturación y corte y su relación con la corriente y el voltaje calculados. Y se enfatizó la importancia de los transistores como componentes clave en la automatización y control de equipos eléctricos.

Giovanni Rojas.- En esta práctica hemos hecho el voltaje de diversos circuitos, con el fin de entender el funcionamiento de los transistores BJT como interruptores, con el fin de entender las condiciones en las cuales se produce el corte y saturación en el transistor. El cual se nos pide una simulación con el fin de tener una comprensión más profunda de los efectos de estos componentes. Con ayuda del generador de funciones se pudo validar los cálculos teóricos y observar el comportamiento del circuito.

Joel Zuñiga.- En esta práctica, hemos medido el voltaje en diversos circuitos para comprender el funcionamiento de los transistores BJT como interruptores. Nuestro objetivo es entender las condiciones en las que se produce el corte y la saturación en estos transistores. Se nos ha solicitado realizar una simulación para obtener una comprensión más profunda de los efectos de estos componentes. Con la ayuda de un generador de funciones, pudimos validar los cálculos teóricos y observar el comportamiento del circuito en la práctica.

David Carrillo.- Durante la práctica se exploró el uso de transistores bipolares como interruptores, evaluando sus estados de operación, como corte y saturación. Mediante circuitos implementados y simulaciones, se comprobó su comportamiento en diversas condiciones, lo que permitió correlacionar la teoría con los resultados prácticos. Este análisis destacó la relevancia de los transistores en el control de dispositivos electrónicos, subrayando su utilidad en aplicaciones de conmutación y automatización.

BIBLIOGRAFÍA

DE INTERNET

<https://unicrom.com/transistor-como-interruptor-switch/>



<https://electronicalugo.com/transistor-como-interruptor/>