



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
Escuela Superior de CÓMPUTO



ELECTRÓNICA ANALÓGICA
PLAN 2020

PRÁCTICA 4
CIRCUITOS DE POLARIZACIÓN
CON BJT

Bernal Ramírez Brian Ricardo
Escalona Zuñiga Juan Carlos
Rojas Peralta Maximiliano

DR. OSCAR CARRANZA CASTILLO

CIRCUITOS DE POLARIZACIÓN CON BJT

INTRODUCCIÓN

¿Qué es un transistor BJT?

Un transistor BJT (Bipolar Junction Transistor) es un dispositivo semiconductor que permite controlar el flujo de corriente o modificar el voltaje a través de sus terminales. Gracias a su versatilidad, los transistores BJT tienen diversas aplicaciones, como interruptores electrónicos, amplificadores de señales y conmutadores de baja potencia.

Estructura de los Transistores BJT

Los transistores BJT están compuestos por dos uniones semiconductoras de tipo "P" y "N", que forman dos configuraciones principales:

Transistor NPN: Consta de dos capas de material tipo "N" separadas por una capa tipo "P".

Transistor PNP: Está compuesto por dos capas de material tipo "P" con una capa tipo "N" entre ellas.

Los transistores tienen tres terminales principales:

Emisor (E): La zona más dopada, responsable de emitir portadores mayoritarios hacia la base.

Base (B): Tiene un dopado menor que el emisor. Su función es permitir que la mayor cantidad de portadores emitidos por el emisor lleguen al colector.

Colector (C): Recoge los portadores que atraviesan la base. Su dopado es menor en comparación con el emisor, pero mayor que el de la base.

Principio de operación de los transistores BJT

Un transistor BJT (Bipolar Junction Transistor) opera utilizando el flujo de corriente entre el emisor y el colector, controlado por la corriente aplicada en la base. Este control lo convierte en un componente clave en aplicaciones electrónicas, tanto de baja como de alta frecuencia. Su comportamiento depende de la polarización aplicada en sus terminales, que determina la región de operación: corte, saturación o activa. En la región activa, el transistor actúa como amplificador, mientras que en corte y saturación se utiliza como interruptor. Estas características lo convierten en un dispositivo esencial para diseños electrónicos como fuentes de alimentación, amplificadores de señal, osciladores y circuitos lógicos.

Modelos y regiones de operación

Los transistores BJT tienen dos configuraciones principales: NPN y PNP. La elección entre uno u otro depende de las necesidades específicas del diseño. A continuación, se describen las tres principales regiones de operación:

1. **Región de corte:** El transistor está apagado. No fluye corriente significativa entre colector y emisor.
2. **Región activa:** Se establece una corriente entre colector y emisor proporcional a la corriente en la base, permitiendo la amplificación.
3. **Región de saturación:** Ambos terminales base-emisor y base-colector están polarizados directamente, permitiendo un flujo máximo de corriente.

Polarización de un transistor BJT

La polarización es un aspecto fundamental para el correcto funcionamiento del transistor, ya que establece el punto de operación (Q) en una región específica del transistor. Sin una polarización adecuada, el transistor puede entrar en regiones no deseadas, como corte o saturación, incluso cuando se aplica una señal de entrada. Entre las técnicas de polarización más comunes se encuentran:

- **Polarización fija:** Un circuito simple pero sensible a variaciones en las características del transistor.
- **Polarización por divisor de voltaje:** Ofrece mayor estabilidad frente a variaciones.
- **Polarización estabilizada en emisor:** Mejora la estabilidad al incluir una resistencia en el emisor.

Diferencias clave entre transistores BJT y MOSFET

Aunque los transistores BJT y MOSFET comparten aplicaciones similares, su principio de operación y características diferenciales les asignan roles específicos. Los BJT son dispositivos controlados por corriente, ideales para amplificación de señales analógicas. En contraste, los MOSFET, controlados por voltaje, son preferidos en aplicaciones de conmutación de alta frecuencia debido a su baja resistencia en conducción y alta eficiencia energética.

Aplicaciones prácticas

En la práctica, los transistores BJT son empleados en circuitos de amplificación, como preamplificadores de audio o etapas de potencia. También son esenciales en circuitos de conmutación, donde actúan como interruptores en el control de motores, LEDs y otros dispositivos electrónicos. Su capacidad de operar a bajas y altas corrientes los hace versátiles para una amplia gama de aplicaciones.

Características eléctricas de los transistores BJT

Los transistores BJT se caracterizan por parámetros eléctricos fundamentales que determinan su comportamiento en circuitos prácticos:

1. **Beta (β) o ganancia de corriente:** Es la relación entre la corriente de colector (I_{CIC}) y la corriente de base (I_{BIB}). Este valor puede variar considerablemente entre dispositivos del mismo modelo, lo que resalta la importancia de diseñar circuitos que no dependan estrictamente de β .
2. **Voltaje de saturación ($V_{CE(sat)}$):** Es el voltaje mínimo entre colector y emisor cuando el transistor está saturado y permite el paso máximo de corriente.
3. **Corriente de fuga (I_{CBO}):** Es la pequeña corriente que fluye entre colector y base cuando el transistor está en corte.
4. **Frecuencia de transición (f_{Tf}):** Indica la frecuencia máxima a la que el transistor puede amplificar señales, siendo crucial en aplicaciones de alta frecuencia.

Ventajas y limitaciones de los transistores BJT

Los transistores BJT presentan ventajas significativas, como una alta ganancia de corriente y una capacidad para operar en rangos amplios de voltaje y corriente. Sin embargo, tienen limitaciones, como una mayor disipación de potencia en comparación con dispositivos como los MOSFET, y su sensibilidad térmica, que puede causar inestabilidad en algunos circuitos. Por ello, es esencial considerar técnicas de disipación de calor y estabilización térmica en diseños que usen BJT.

Circuitos comunes con BJT

- **Amplificador en emisor común:** Es una configuración básica y muy utilizada para amplificar señales de audio o radiofrecuencia. Proporciona alta ganancia de voltaje y es fácil de implementar.
- **Conmutador:** En esta configuración, el transistor opera en las regiones de corte y saturación, actuando como un interruptor electrónico. Esta aplicación es común en sistemas digitales y de control.
- **Fuente de corriente constante:** Aprovechando la linealidad del transistor en la región activa, se diseña para suministrar una corriente fija a una carga, independientemente de las variaciones en el voltaje de alimentación.

Consideraciones térmicas y diseño práctico

En aplicaciones prácticas, la disipación de calor es un factor crucial para garantizar la vida útil del transistor. La potencia disipada en un transistor se calcula como $P = V_{CE} \times I_{CP} = V_{CE} \times I_C$, y si no se maneja adecuadamente, puede provocar fallos. Por ello, el uso de disipadores de calor y controladores térmicos es común en circuitos de potencia.

Perspectivas y evolución de los transistores BJT

Aunque los transistores BJT han sido superados en algunas áreas por los MOSFET y otros dispositivos, todavía son ampliamente utilizados debido a su simplicidad, disponibilidad y bajo costo. En el ámbito educativo y en aplicaciones de baja potencia, siguen siendo una opción preferida por su facilidad de análisis y diseño.

1. OBJETIVO

Al término de la práctica el alumno analizará la polarización del transistor bipolar, además entenderá el funcionamiento del transistor bipolar en conmutación e implementará aplicaciones básicas con el transistor bipolar en conmutación.

2. MATERIALES Y EQUIPO

Material	Equipo
7 Transistores 2N2222	1 Protoboard
7 Transistores BC547C	1 Fuente de alimentación
2 Transistores TIP41	1 Multímetro
3 Resistencias de 120 Ω a 2 W	1 Generador de funciones
3 Resistencias de 220 Ω a ½ W	1 Osciloscopio
3 Resistencias de 560 Ω a ½ W	1 Cable BNC-Caimán
3 Resistencias de 820 Ω a ½ W	2 Cables para Osciloscopio
9 Resistencias de 1 k Ω a ½ W	2 Puntas para multímetro
2 Resistencias de 1.2 k Ω a ½ W	4 Cables banana-Caimán
2 Resistencias de 2.2 k Ω a ½ W	
2 Resistencias de 6.8 k Ω a ½ W	
2 Resistencias de 39 k Ω a ½ W	
2 Resistencias de 330 k Ω a ½ W	

- 3 Resistencias de $1.2\text{ M}\Omega$ a $\frac{1}{2}\text{ W}$
- 2 Resistencia de $2.2\text{ M}\Omega$ a $\frac{1}{2}\text{ W}$
- 2 LED Rojo o LS5436
- 2 Capacitores de $0.1\mu\text{F}$ a 50 V
- 7 Capacitores de $1\mu\text{F}$ a 50 V
- 3 Capacitores de $10\mu\text{F}$ a 50 V
- 1 Motor de CD de 5 V

Nota. La simbología empleada en los circuitos eléctricos está acorde a la norma ANSI Y32.2

3. DESARROLLO

3.1 Circuito de Polarización Fija del Transistor Bipolar.

Armar el circuito de la Fig. 4.1, donde V_i es una señal senoidal con una amplitud pico a pico de 20 mV y una frecuencia de 1 kHz .

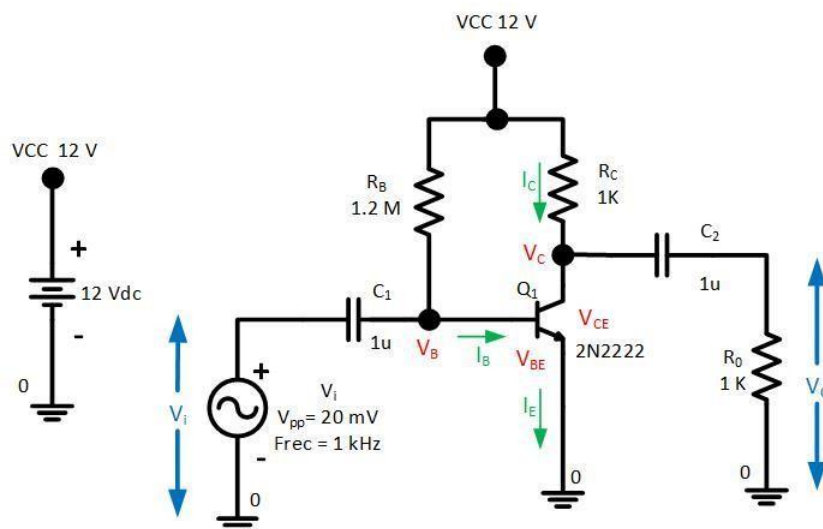


Fig. 4.1. Circuito de Polarización Fija del Transistor Bipolar.

3.1.1 Mediciones del punto de operación

- Medir los voltajes y corrientes que se muestra en Tabla 4.1, con un multímetro en la opción CD, y calcular el valor de la Beta (β).
- Cambiar el Transistor Q1 2N2222 por el transistor BC547C y medir los voltajes y corrientes que se muestra en Tabla 4.1, con un multímetro en la opción CD, y calcular la Beta (β).

Tabla 4.1. Voltajes y corrientes del Circuito de Polarización Fija del Transistor Bipolar.

	2N2222	BC547C
V_B	0.628 V	0.657 V
V_C	9.928 V	7.99 V
V_{BE}	0.622 V	0.640 v

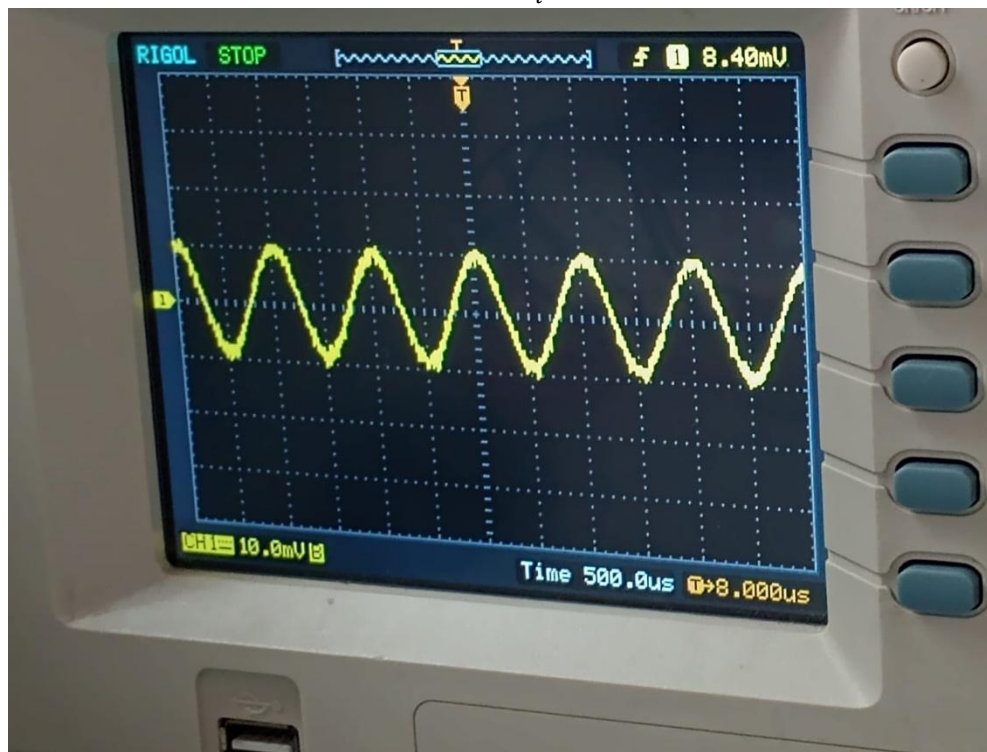
PRÁCTICA 4

V_{CE}	9.958 V	7.970 V
I_B	9.230 μ A	9.350 μ A
I_C	2.44 mA	3.931 mA
I_E	1.95 mA	3.980 mA
β	264.35	420.42

3.1.2 Mediciones de la Amplificación de señales (aplicación)

- a) Con el circuito de la Fig. 4.1, medir el voltaje de entrada (V_i) empleando el canal 1 del osciloscopio y medir el voltaje de salida (V_o) empleando el canal 2 del osciloscopio; ambos canales deben de estar en el modo de CA. Las señales obtenidas en el osciloscopio deben ser graficadas en la Fig. 4.2. Medir los voltajes pico a pico de la señal de entrada y de la señal de salida y registrarlos en la Tabla 4.2; y con dichos valores calcular la ganancia en voltaje (A_v), también registrarla en la Tabla 4.2.

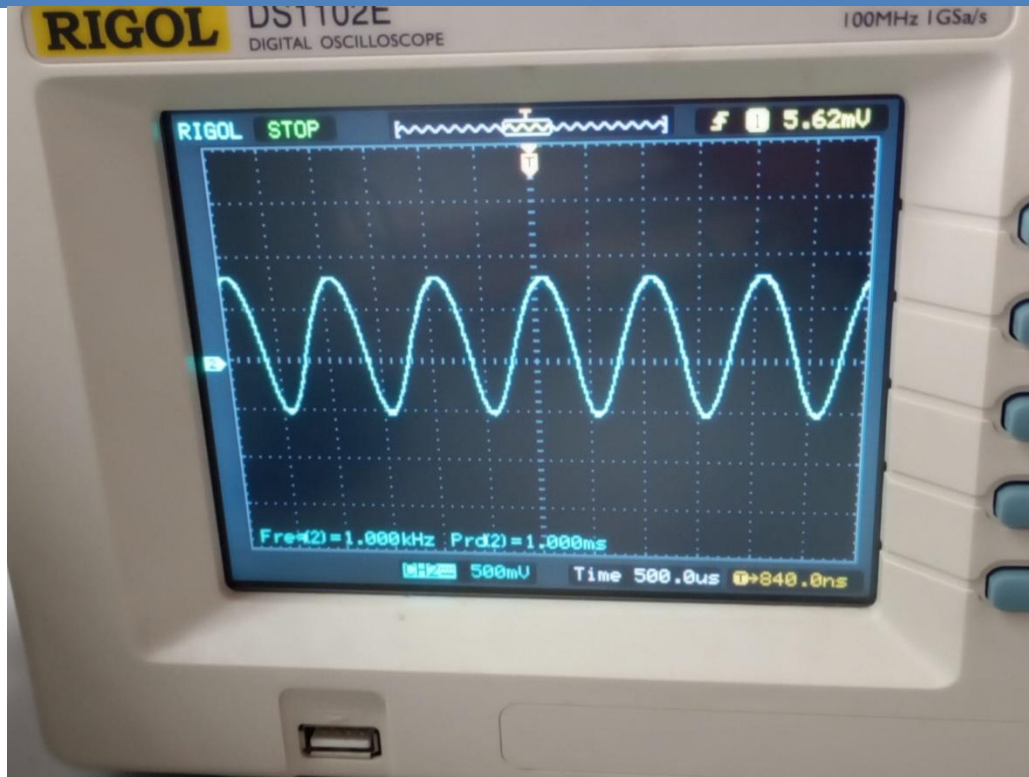
$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$



10mV/div canal 1 V/div canal 2 5 0 0 u s msec/div

Fig. 4.2. Gráfica de las señales de entrada y salida del Circuito de Polarización Fija del Transistor Bipolar 2N2222.

- b) Cambiar el Transistor Q1 2N2222 por el transistor BC547C y medir el voltaje de entrada (V_i) empleando el canal 1 del osciloscopio y medir el voltaje de salida (V_o) empleando el canal 2 del osciloscopio; ambos canales deben de estar en el modo de CA. Las señales obtenidas en el osciloscopio deben ser graficadas en la Fig. 4.3. Medir los voltajes pico a pico de la señal de entrada y de la señal de salida y registrarlos en la Tabla 4.2; con dichos valores calcular la ganancia en voltaje (A_v), también registrarla en la Tabla 4.2.



— V/div canal 1 5 0 0 m V/div canal 2 5 0 0 u s mseg/div

Fig. 4.3. Gráfica de las señales de entrada y salida del Circuito de Polarización Fija del Transistor Bipolar BC547.

Tabla 4.2. Voltajes pico a pico de las señales de entrada y de salida del Circuito de Polarización Fija del Transistor Bipolar.

	2N2222	BC547C
V_i	0.070 V	0.074 V
V_0	-16.98 mV	-25.1 mV
A_v	-0.242 V	-0.3391 V

3.2 Circuito de Polarización Estabilizado en Emisor del Transistor Bipolar.

Armar el circuito de la Fig. 4.4, donde V_i es una señal senoidal con una amplitud pico a pico de 20 mV y una frecuencia de 1 kHz.

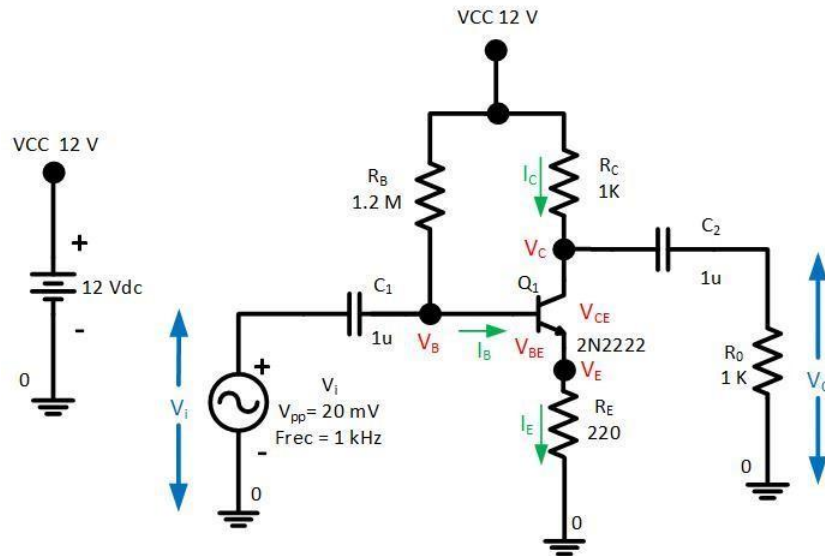


Fig. 4.4. Circuito de Polarización Estabilizado en Emisor del Transistor Bipolar.

3.2.1 Mediciones del punto de operación

- Medir los voltajes y corrientes que se muestra en Tabla 4.3, con un multímetro en la opción CD, y calcular el valor de la Beta (β).
- Cambiar el Transistor Q1 2N2222 por el transistor BC547C y medir los voltajes y corrientes que se muestra en Tabla 4.3, con un multímetro en la opción CD, y calcular la Beta (β).

3.2.2 Mediciones de la Amplificación de señales (aplicación)

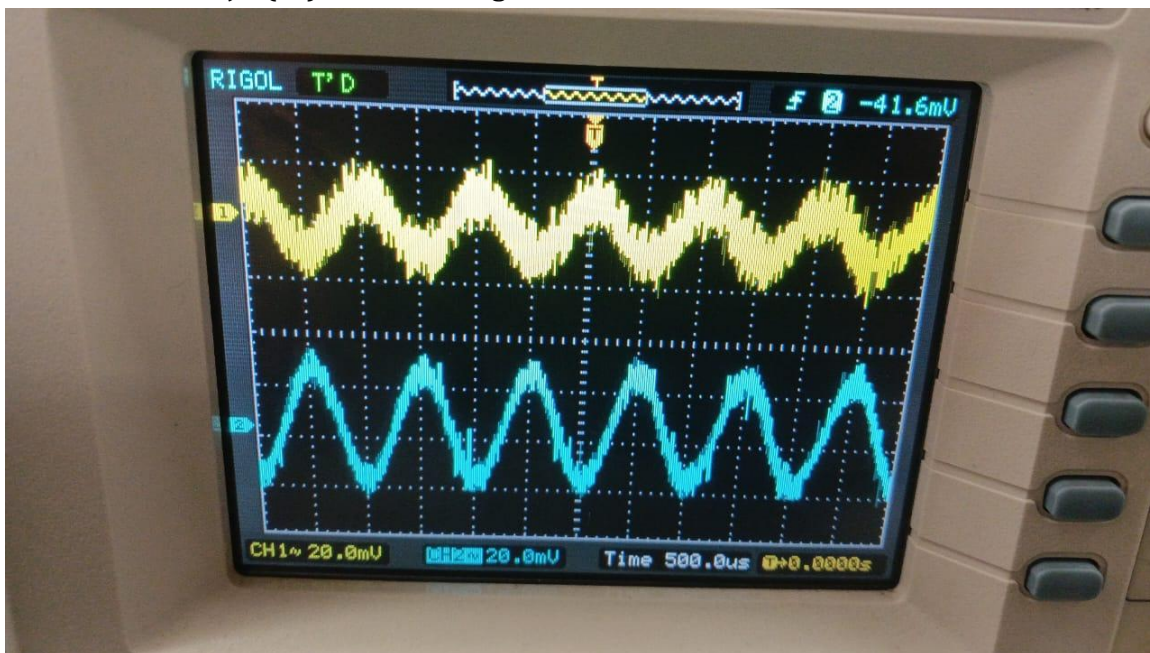
- Con el circuito de la Fig. 4.4, medir el voltaje de entrada (V_i) empleando el canal 1 del osciloscopio y medir el voltaje de salida (V_o) empleando el canal 2 del osciloscopio; ambos canales deben de estar en el modo de CA. Las señales obtenidas en el osciloscopio deben ser graficadas en la Fig. 4.5. Medir los voltajes pico a pico de la señal de entrada y de la señal de salida y registrarlos en la Tabla 4.4; con dichos valores calcular la ganancia en voltaje (A_v), también registrarla en la Tabla 4.4.

Tabla 4.3. Voltajes y corrientes del Circuito de Polarización Estabilizado en Emisor del Transistor Bipolar.

	2N2222	BC547C
V_B	1.112 V	1.402 V
V_C	9.753 V	8.544 V
V_E	0.503 V	0.771 V
V_{CE}	9.241 V	7.726 V
V_{BE}	7.94 V	0.68 V
I_B	9.159 μ A	8.842 μ A
I_C	2.353 mA	3.580 mA
I_E	2.460 mA	3.557 mA
β	256.90	404.88

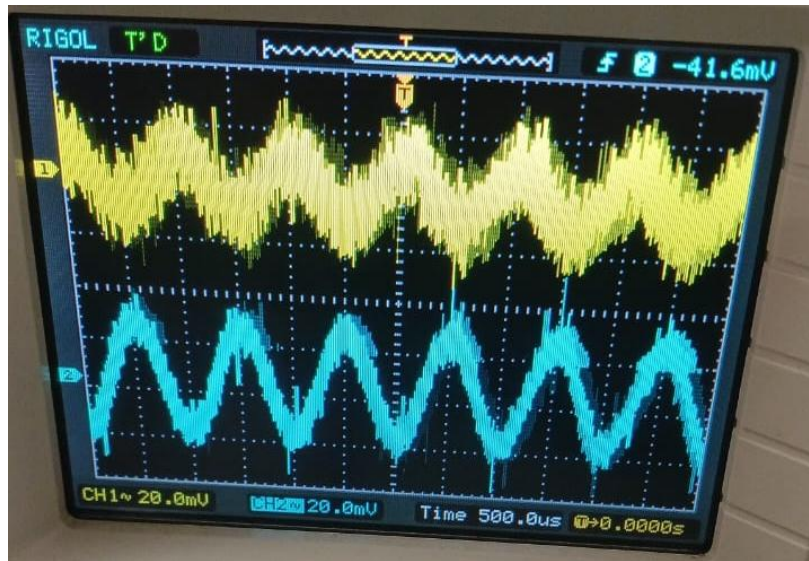
$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

- b) Cambiar el Transistor Q1 2N2222 por el transistor BC547C y medir el voltaje de entrada (V_i) empleando el canal 1 del osciloscopio y medir el voltaje de salida (V_o) empleando el canal 2 del osciloscopio; ambos canales deben de estar en el modo de CA, las señales obtenidas en el osciloscopio deben ser graficadas en la Fig. 4.6. Medir los voltajes pico a pico de la señal de entrada y de la señal de salida y registrarlos en la Tabla 4.4; con dichos valores calcular la ganancia en voltaje (A_v), también registrarla en la Tabla 4.4.



20mV/div canal 1 20mV/div canal 2 5 0 0 u seg/div

Fig. 4.5. Gráfica de las señales de entrada y salida del Circuito de Polarización Estabilizado en Emisor del 2N2222.



20mV/div canal 1

20mV/div canal 2 500useg/div

Fig. 4.6. Gráfica de las señales de entrada y salida del Circuito de Polarización Estabilizado en Emisor del BC547

Tabla 4.4. Voltajes pico de las señales de entrada y de salida del Circuito de Polarización Estabilizado en Emisor del Transistor Bipolar.

	2N2222	BC547C
V_i	0.075 V	0.075 V
V_0	1.73 mV	1.73 mV
A_v	0.0231 V	0.231 V

3.3 Circuito de Polarización por Divisor de Voltaje del Transistor Bipolar.

Armar el circuito de la Fig. 4.7, donde V_i es una señal senoidal con una amplitud pico a pico de 20 mV y una frecuencia de 1 kHz.

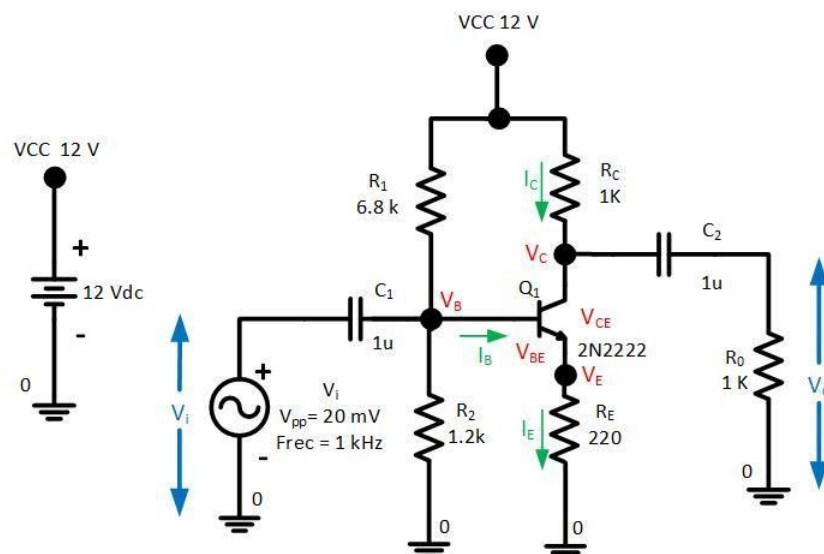


Fig. 4.7. Circuito de Polarización por Divisor de Voltaje del Transistor Bipolar.

3.3.1 Mediciones del punto de operación

- Medir los voltajes y corrientes que se muestra en Tabla 4.5, con un multímetro en la opción CD, y calcular el valor de la Beta (β).
- Cambiar el Transistor Q1 2N2222 por el transistor BC547C y medir los voltajes y corrientes que se muestra en Tabla 4.5, con un multímetro en la opción CD, y calcular la Beta (β).

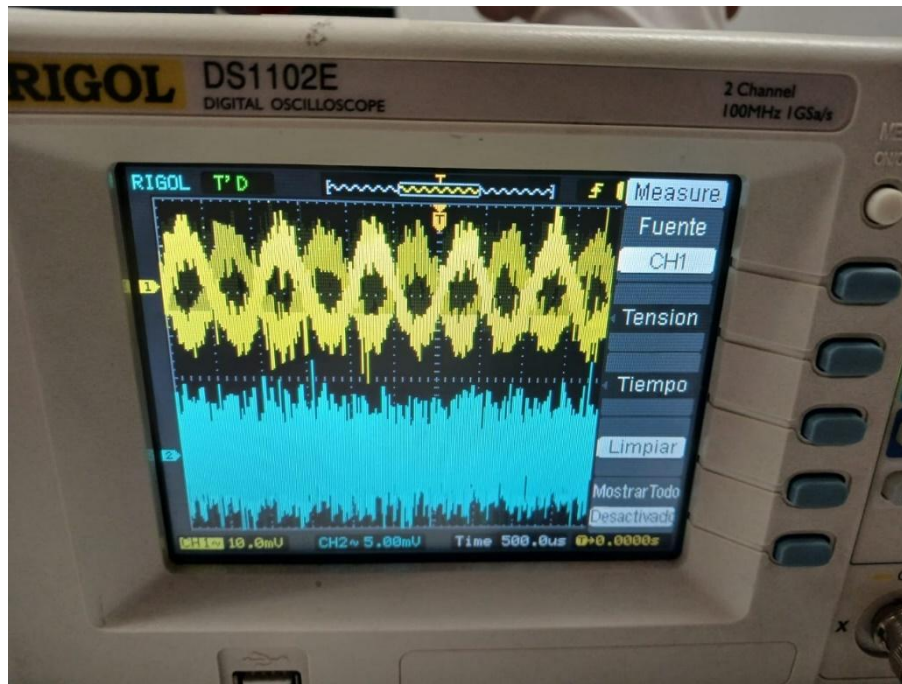
Tabla 4.5. Voltajes y corrientes del Circuito de Polarización por Divisor de Voltaje del Transistor Bipolar.

	2N2222	BC547C
VB	1.808 V	1.361 V
VC	1.192 V	1.649 V
VE	1.145 V	0.686 V
VBE	0.664 V	0.675 V
VCE	0.046 V	0.963 V
IB	23.1 μ A	19 μ A
IC	5.01 mA	4.83 mA
IE	5.03 mA	4.84 mA
β	216.88	254.21

3.3.2 Mediciones de la Amplificación de señales (aplicación)

- Con el circuito de la Fig. 4.7, medir el voltaje de entrada (V_i) empleando el canal 1 del osciloscopio y medir el voltaje de salida (V_o) empleando el canal 2 del osciloscopio; ambos canales deben de estar en el modo de CA. Las señales obtenidas en el osciloscopio deben ser graficadas en la Fig. 4.8. Medir los voltajes pico a pico de la señal de entrada y de la señal de salida y registrarlos en la Tabla 4.6; con dichos valores calcular la ganancia en voltaje (A_v), también registrarla en la Tabla 4.6.
- Cambiar el Transistor Q1 2N2222 por el transistor BC547C y medir el voltaje de entrada (V_i) empleando el canal 1 del osciloscopio y medir el voltaje de salida (V_o) empleando el canal 2 del osciloscopio; ambos canales deben de estar en el modo de CA. Las señales obtenidas en el osciloscopio deben ser graficadas en la Fig. 4.9. Medir los voltajes pico a pico de la señal de entrada y de la señal de salida y registrarlos en la Tabla 4.6; con dichos valores calcular la ganancia en voltaje (A_v), también registrarla en la Tabla 4.6.

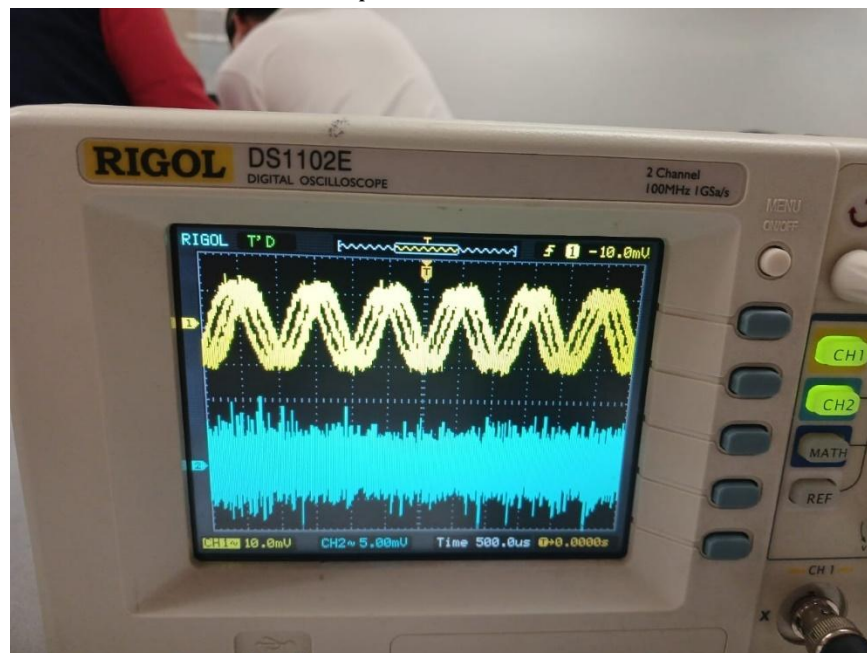
$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$



10mV/div canal 1

5mV/div canal 2 500useg/div

Fig. 4.8. Gráfica de las señales de entrada y salida del Circuito de Polarización por Divisor de Voltaje del Transistor Bipolar 2N2222.



10mV/div canal 1

5mV/div canal 2 500useg/div

Fig. 4.9. Gráfica de las señales de entrada y salida del Circuito de Polarización por Divisor de Voltaje del Transistor Bipolar BC547.

Tabla 4.6. Voltajes pico de las señales de entrada y de salida del circuito de polarización por divisor de voltaje del transistor bipolar.

	2N2222	BC547C
V_i	0.054 V	0.054 V
V_o	5.01 mV	5.04 mV
A_v	0.0894 V	0.0869 V

3.4 Análisis del Transistor Bipolar en Corte y Saturación.

Armar el circuito de la Fig. 4.10, donde V_i es una fuente de voltaje de corriente directa con una amplitud 5V.

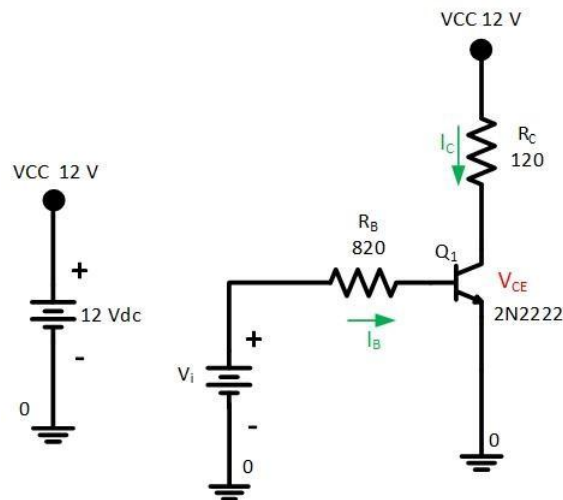


Fig. 4.10. Circuito del Transistor Bipolar en Corte y Saturación.

- Medir los voltajes y corrientes del circuito colocando el voltaje de entrada en 5 V y posteriormente en 0 V, registrarlos en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7. Voltajes y corrientes del Circuito del Transistor Bipolar en Corte y Saturación.

Voltaje de entrada (V_i)	5 V	0 V
V_{CE}	0.007 V	9.971 V
I_B	0.493 A	0.001 A
I_C	0.974 A	0.001 A

- Cambiar la fuente de Voltaje V_i por una señal cuadrada con una frecuencia de 1 kHz con un nivel bajo de 0 V y un nivel alto de 5 V, como se muestra en la Fig. 4.11, posteriormente medir el voltaje de entrada (V_i) empleando el canal 1 del osciloscopio y el voltaje de salida (V_o) empleando el canal 2 del osciloscopio; ambos canales deben de estar en el modo de CD. Graficar las señales obtenidas en el osciloscopio en la Fig. 4.12.

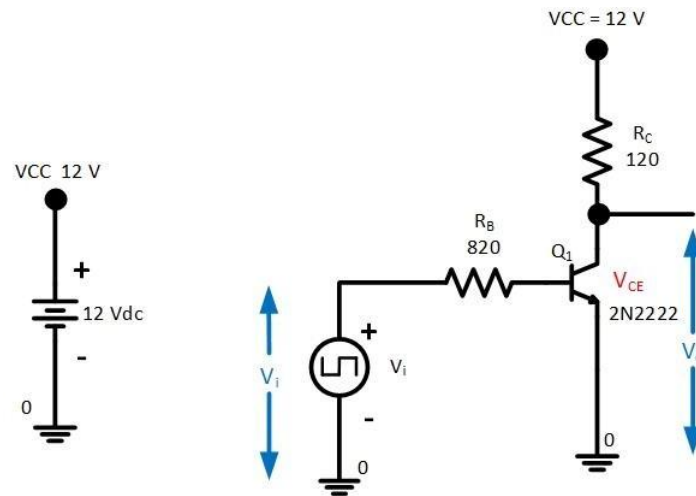


Fig. 4.11. Circuito del Transistor Bipolar en Conmutación.

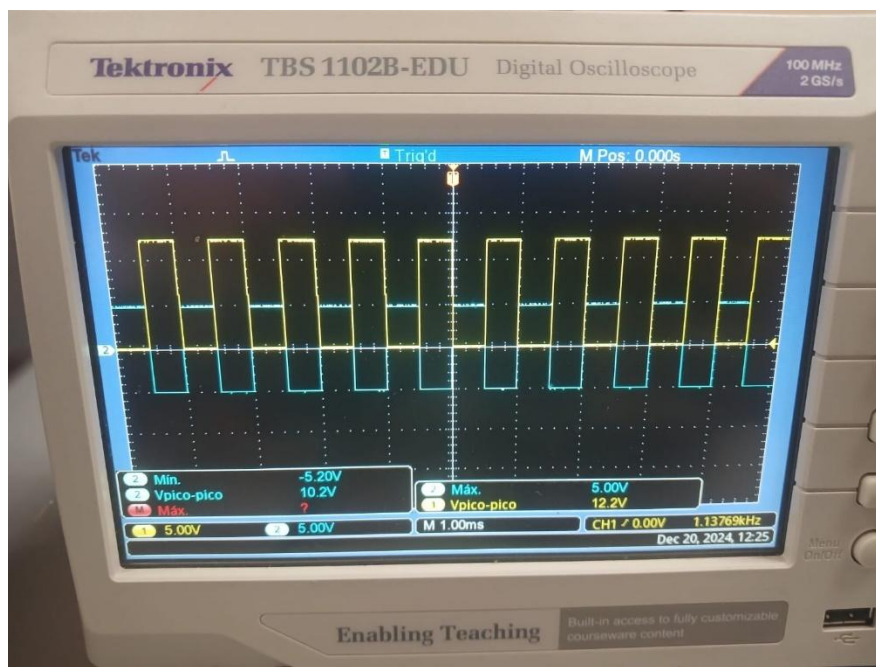


Fig. 4.12. Gráfica de las señales de entrada y salida del Circuito del Transistor Bipolar en Conmutación.

Armar el circuito de la Fig. 4.13, donde V_i es una señal cuadrada con una frecuencia de 1 Hz con un nivel bajo de 0 V y un nivel alto de 5 V.

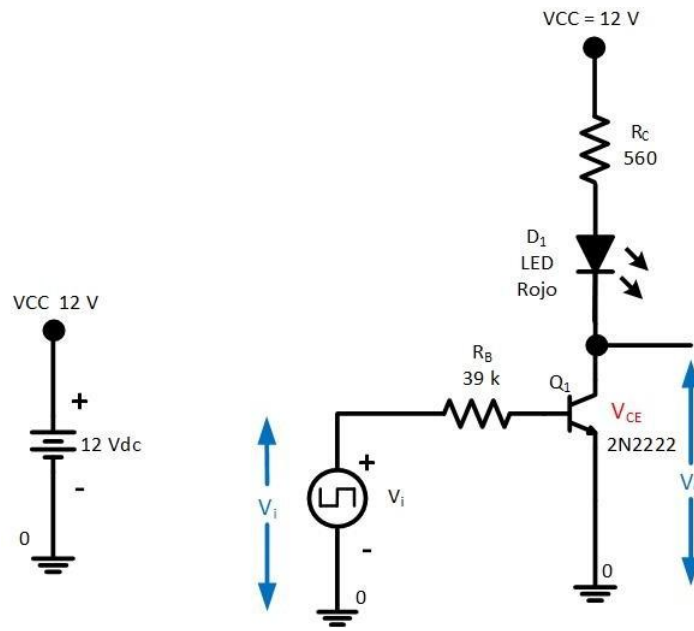


Fig. 4.13 Circuito del Transistor Bipolar en Conmutación con activación de un LED

Explicar lo que se observa en el LED del circuito

El led se enciende y se apaga a consecuencia de si la señal cuadrada del generador esta en alto o bajo

Armar el circuito de la Fig. 4.14, donde V_i es una señal cuadrada con una frecuencia de 1 Hz con un nivel bajo de 0 V y un nivel alto de 5 V.

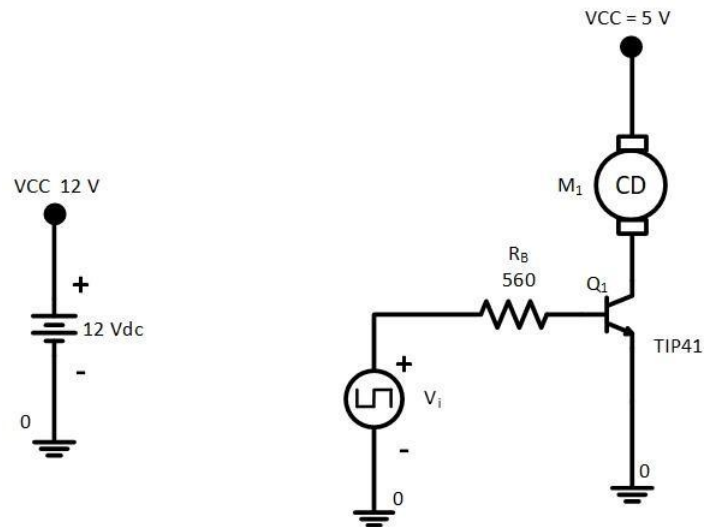


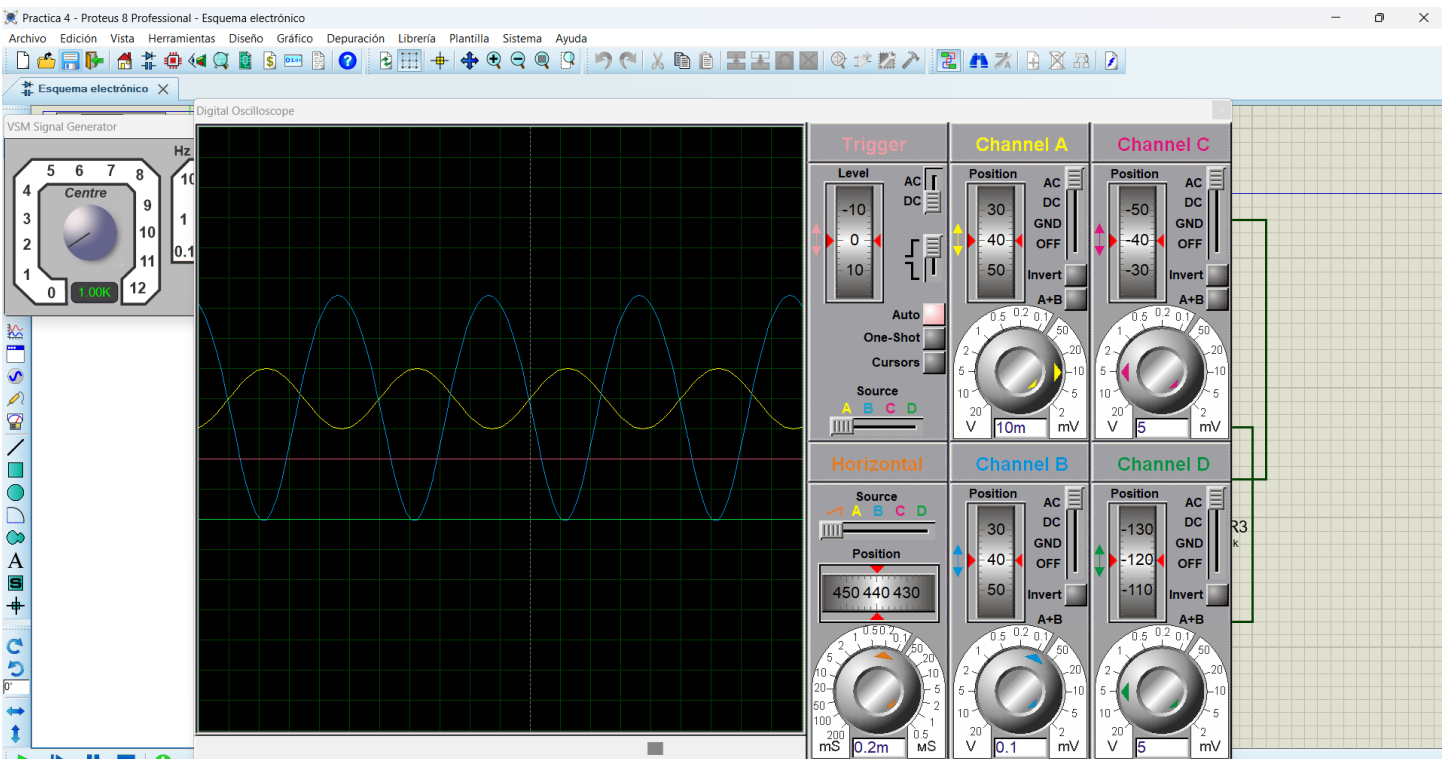
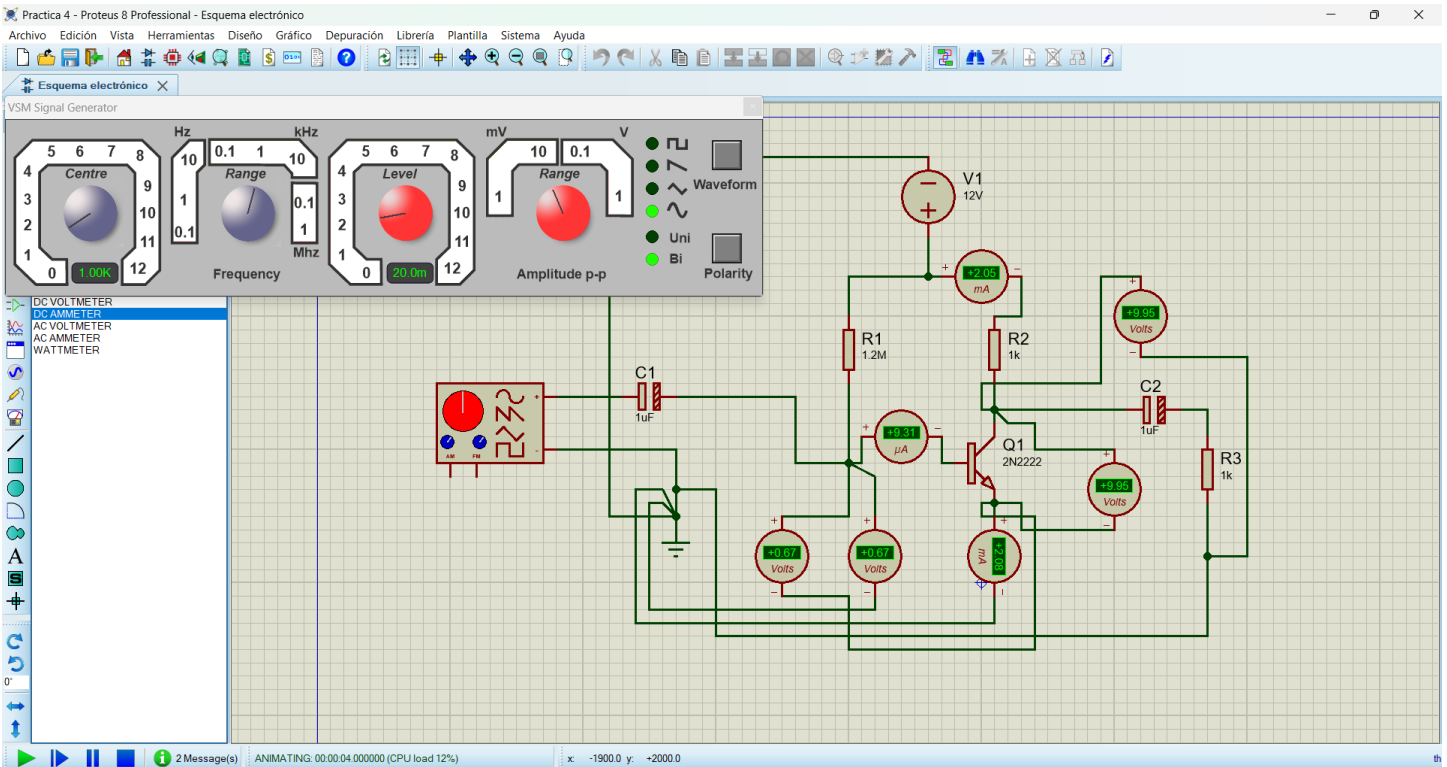
Fig. 4.14 Circuito del Transistor Bipolar en Conmutación con activación de un Motor de CD

Explicar lo que se observa en el Motor del circuito_____

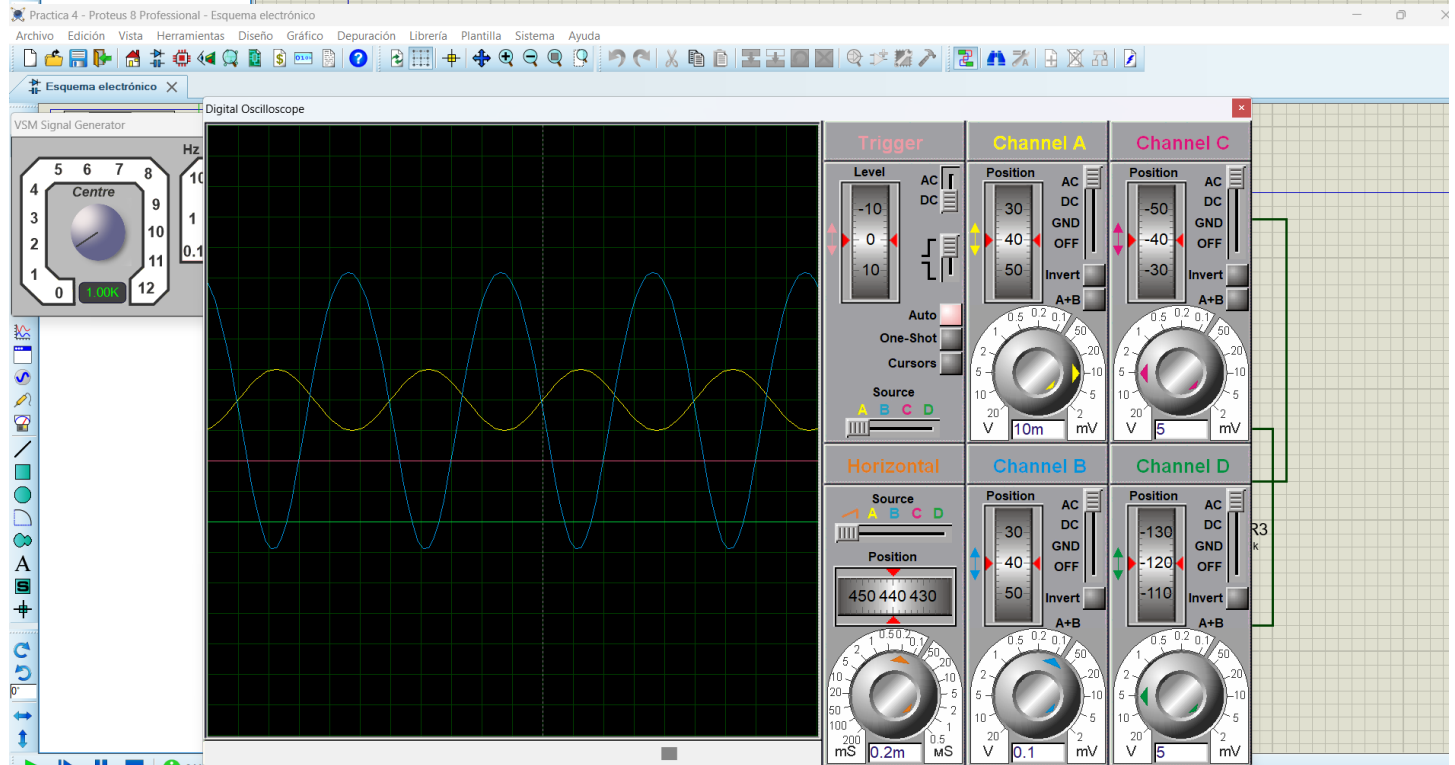
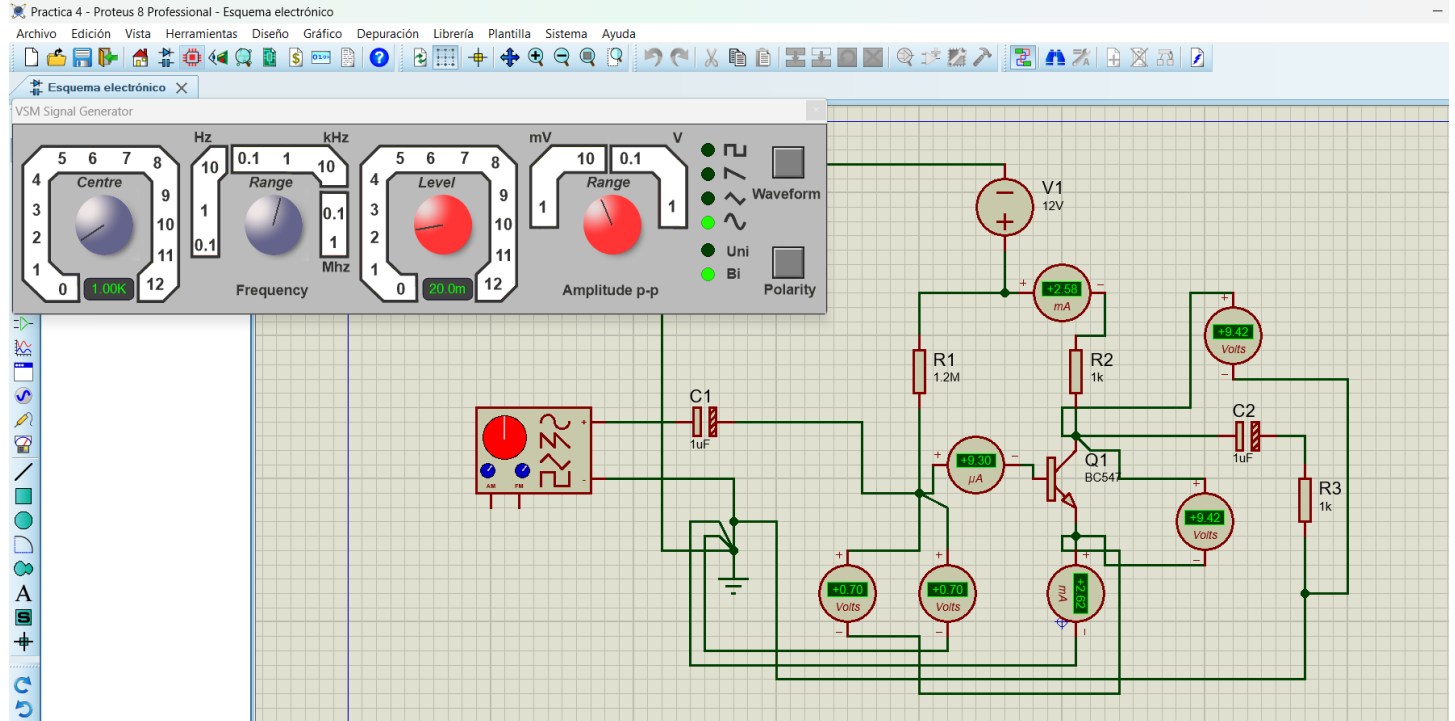
El motor funcionaba de manera alternada como el led

4. SIMULACIONES

Simulaciones de circuito de polarización fija 2N2222

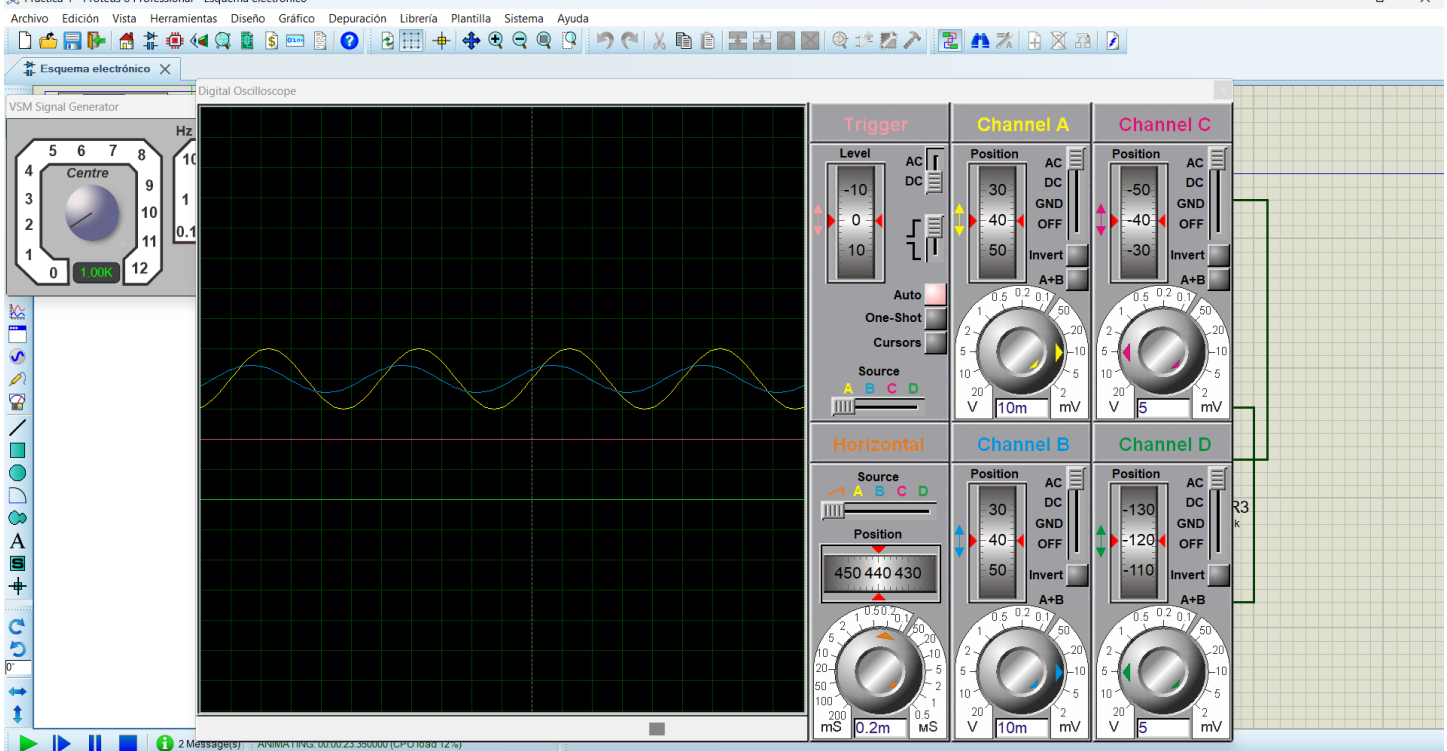
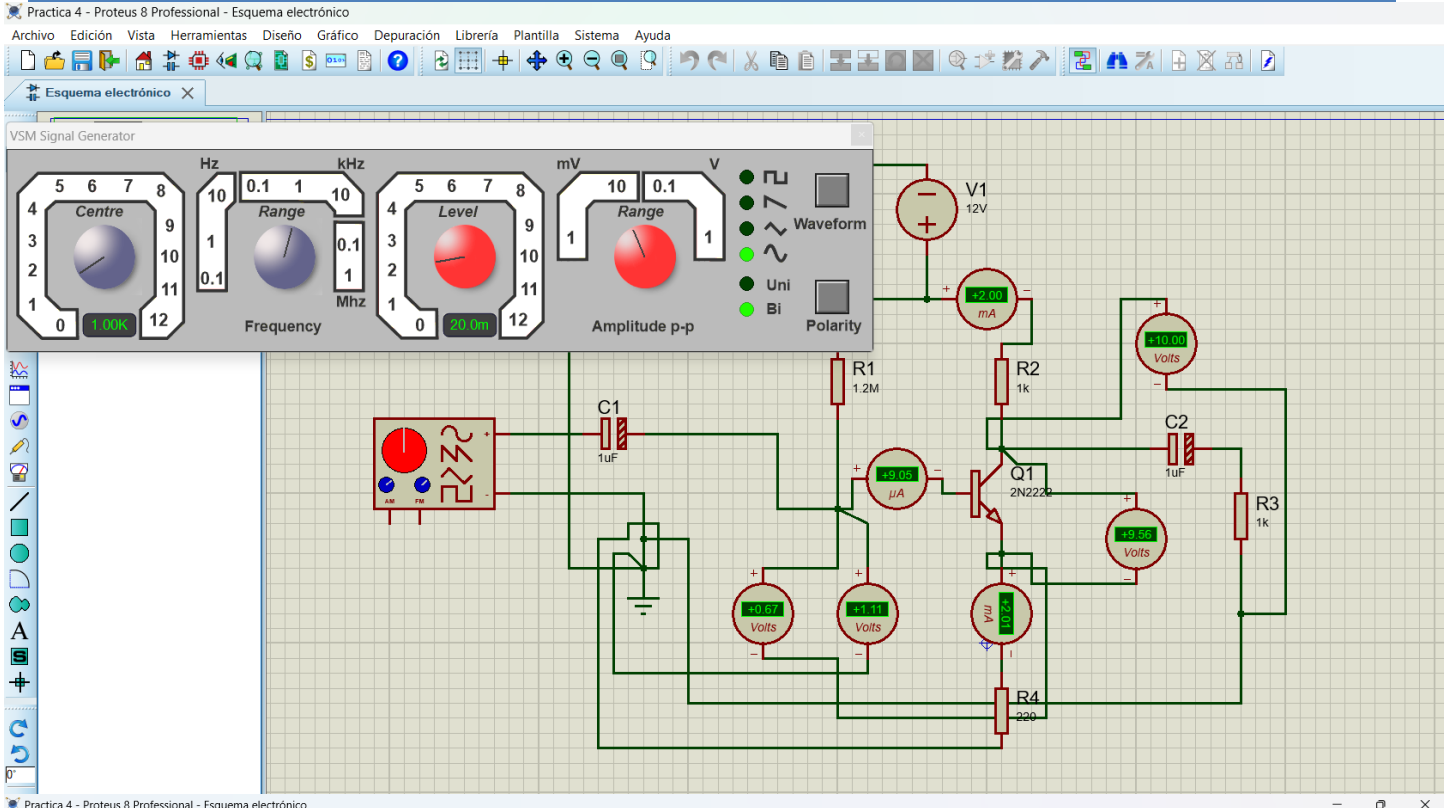


Simulaciones de circuito de polarización fija BC547



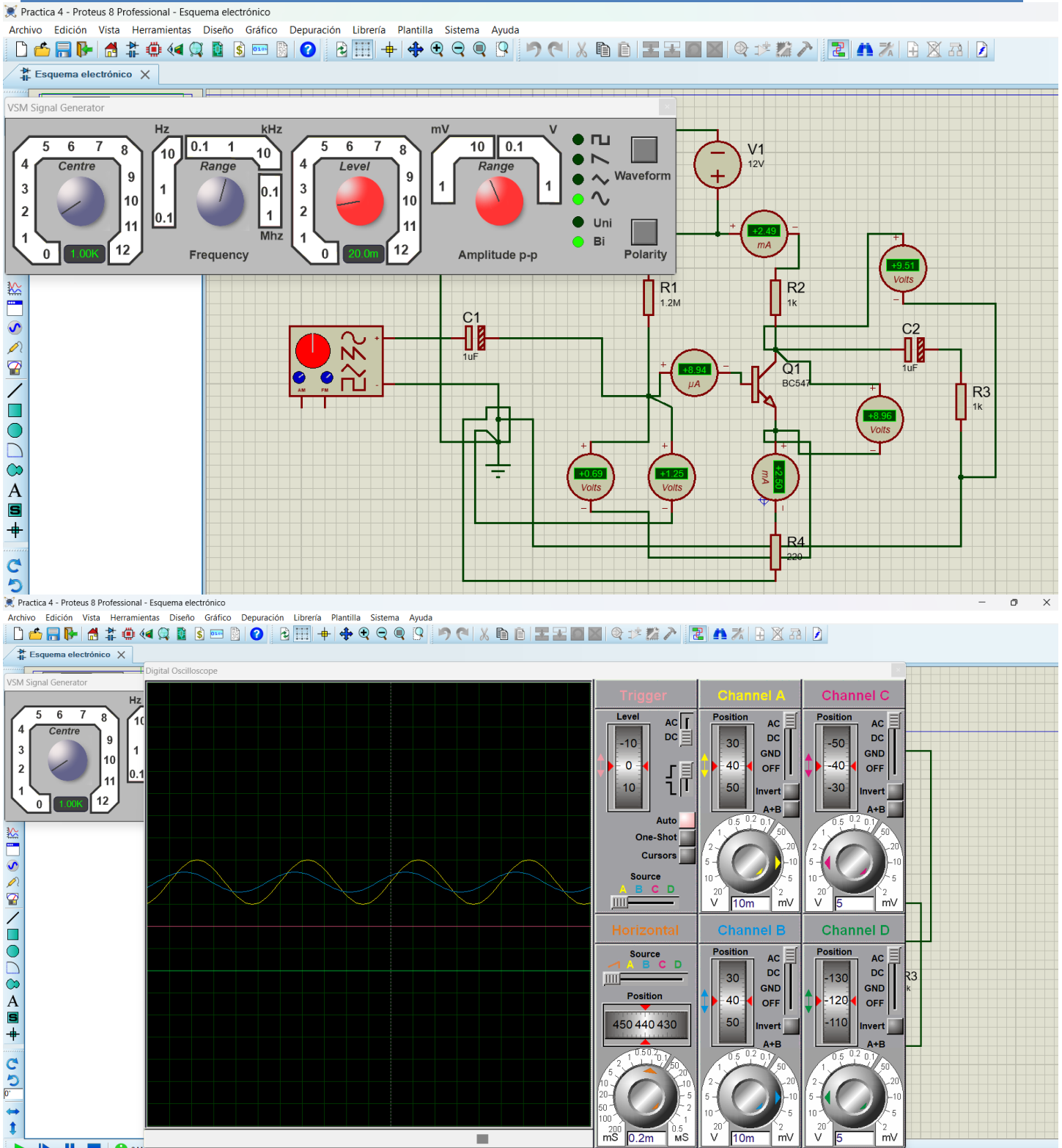
Circuito de polarizacion estabilizado en emisor del transistor bipolar 2N2222

PRÁCTICA 4



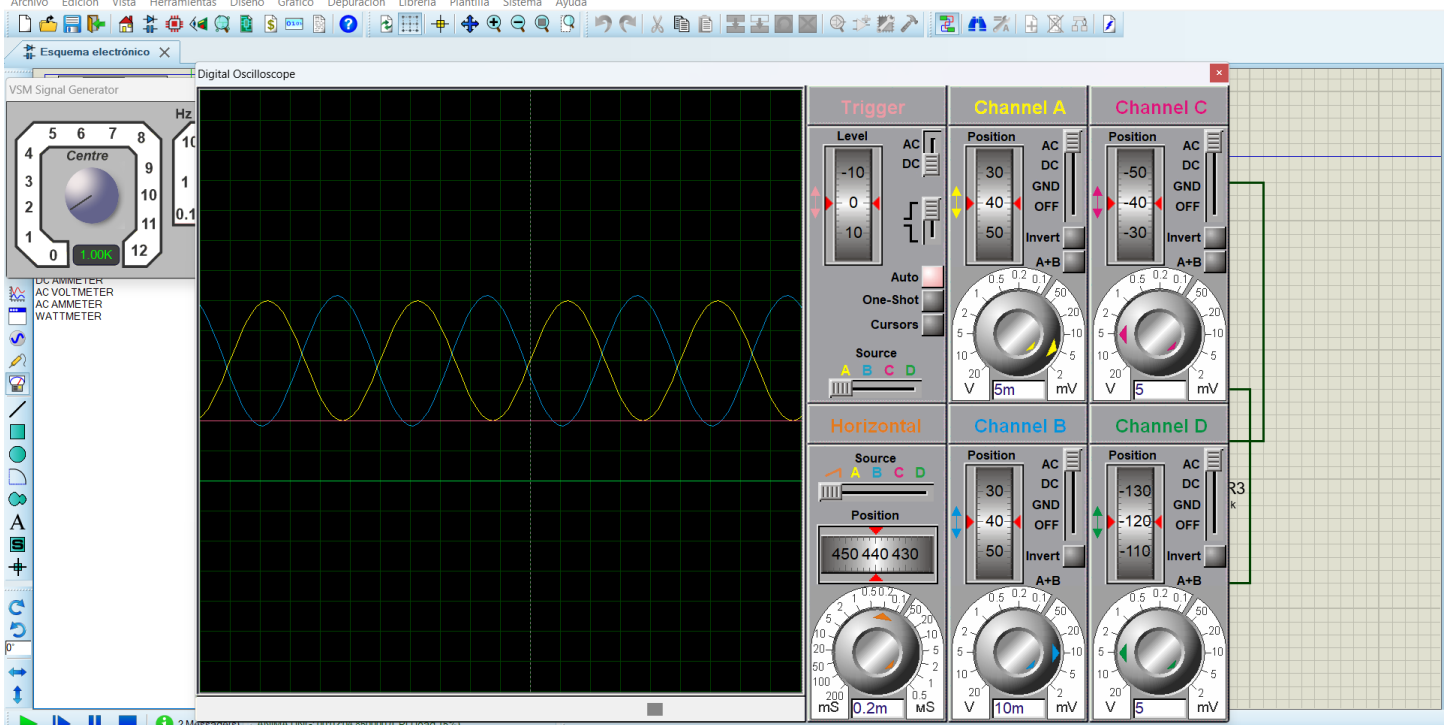
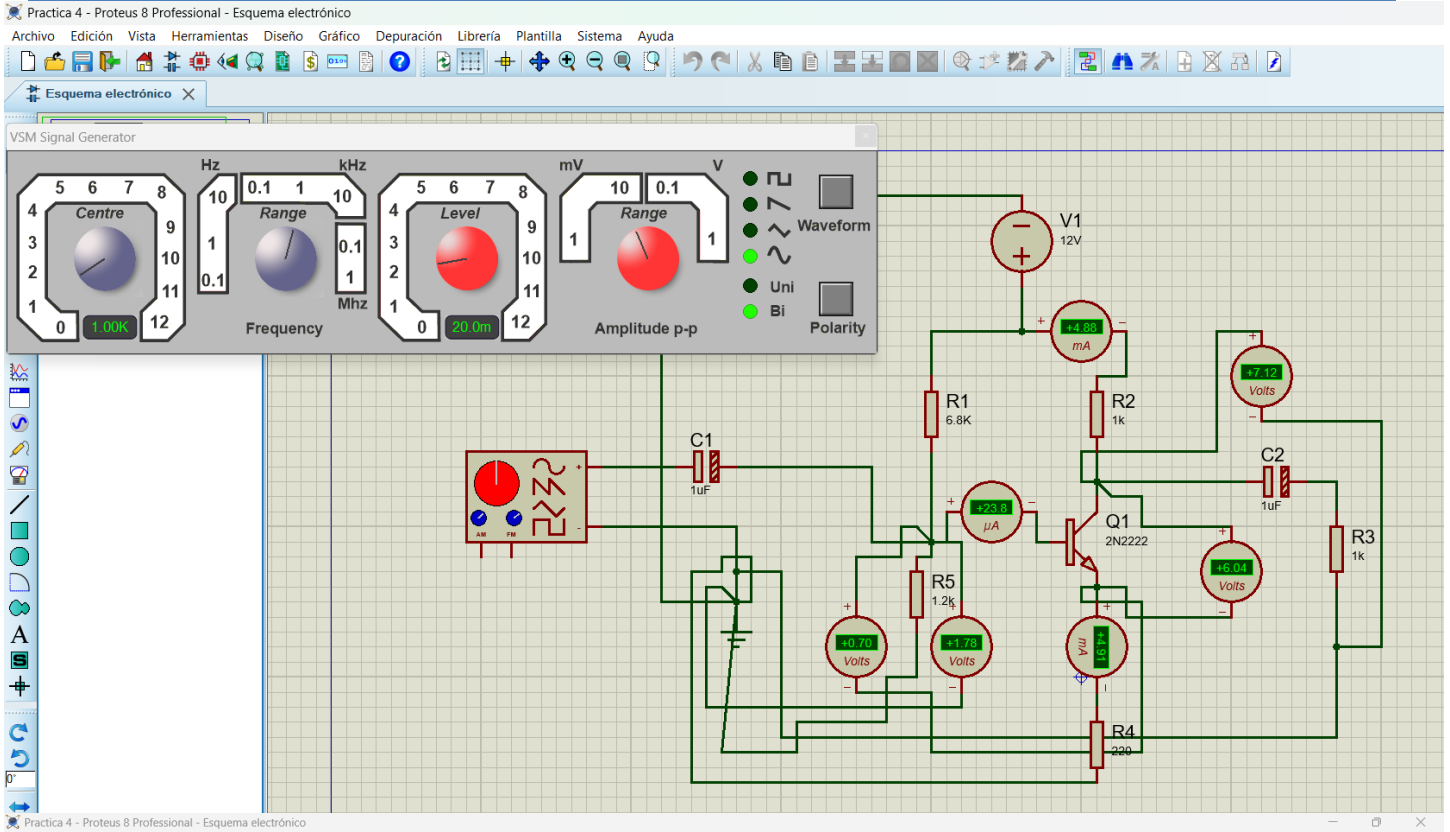
Circuito de polarizacion estabilizado en emisor del transistor bipolar BC547

PRÁCTICA 4



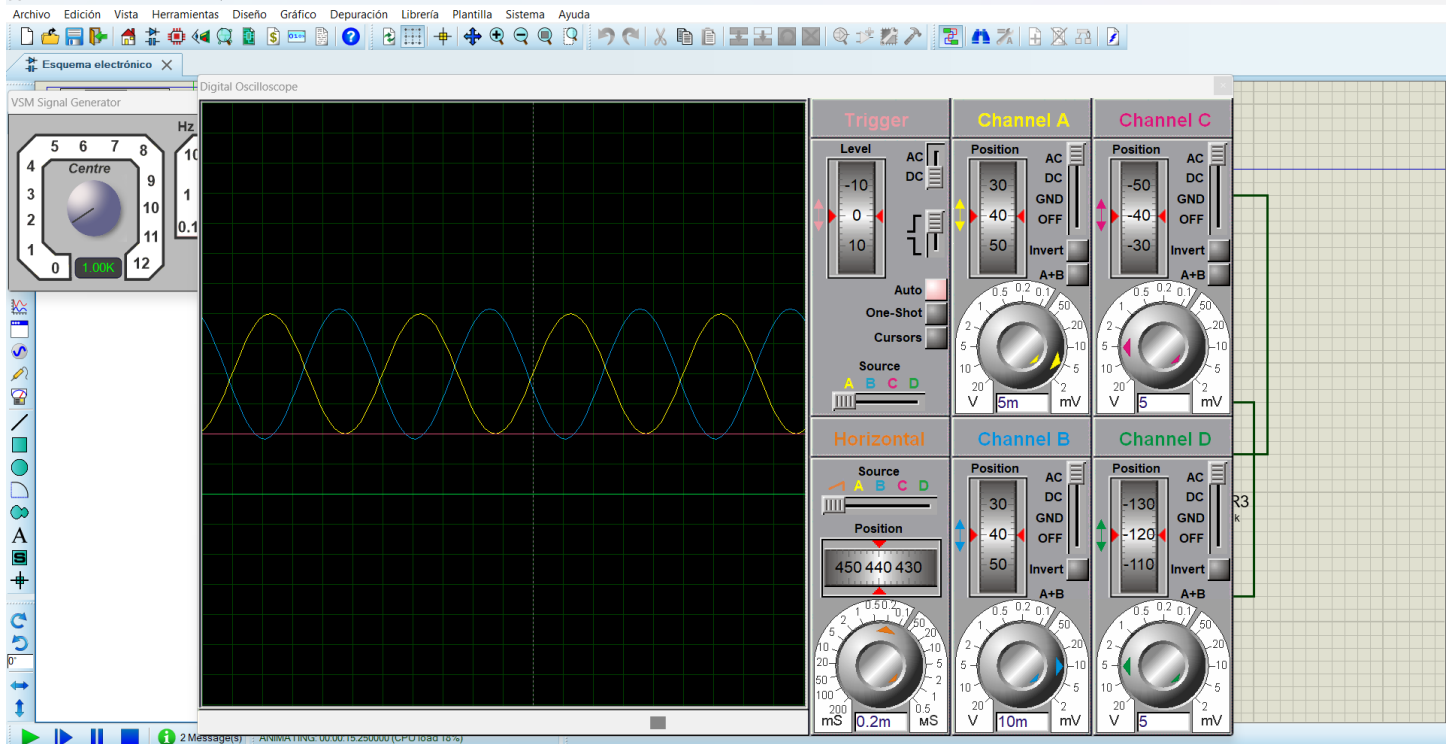
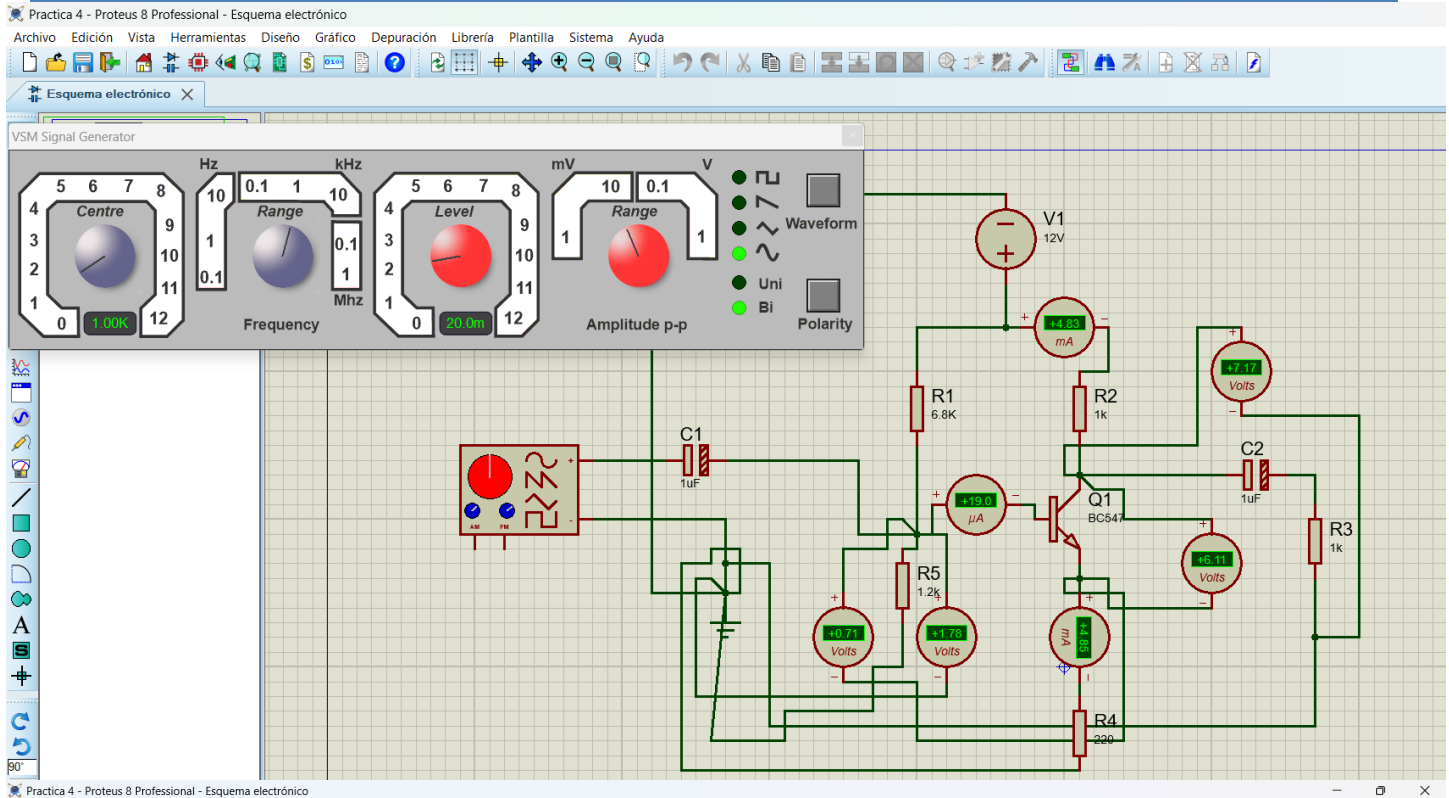
Circuito de polarización por divisor de voltaje del transistor 2N2222

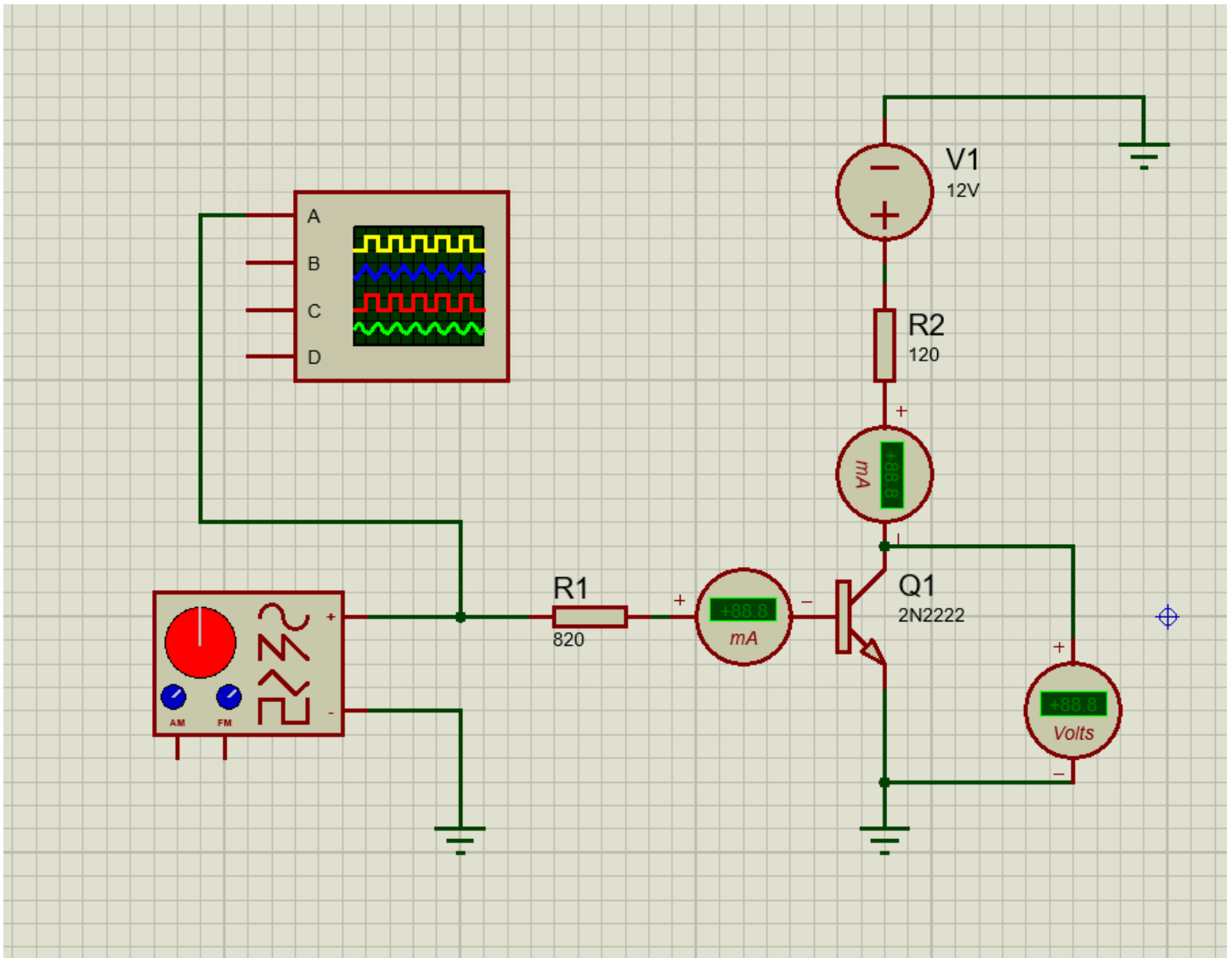
PRÁCTICA 4



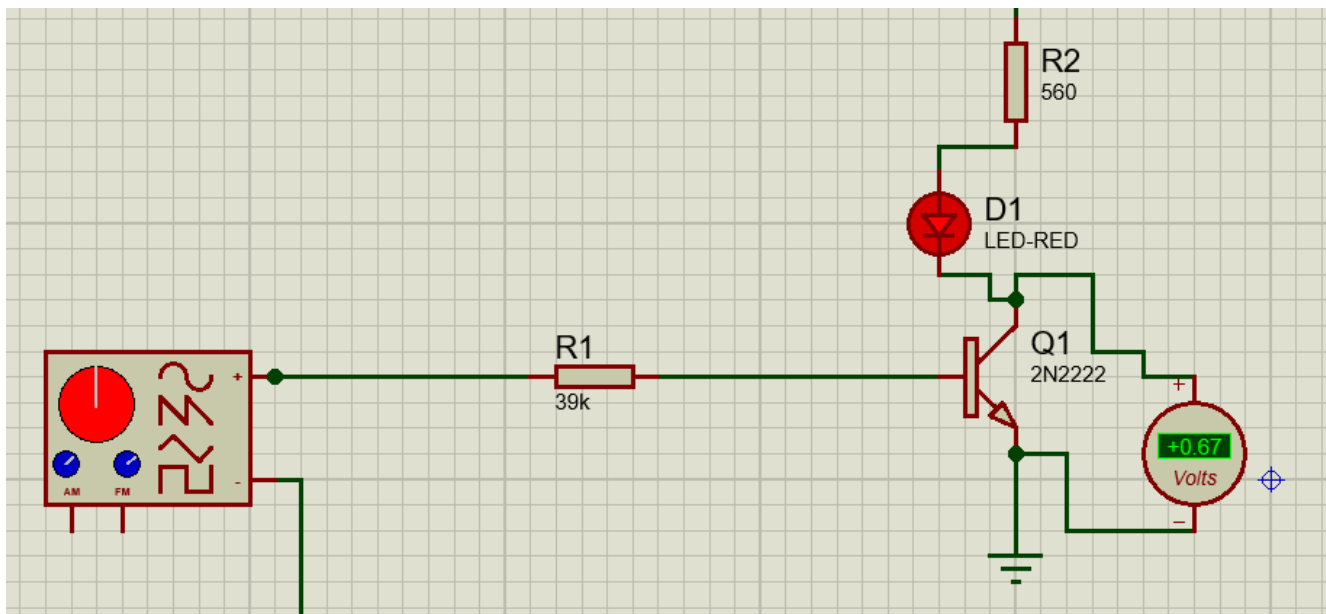
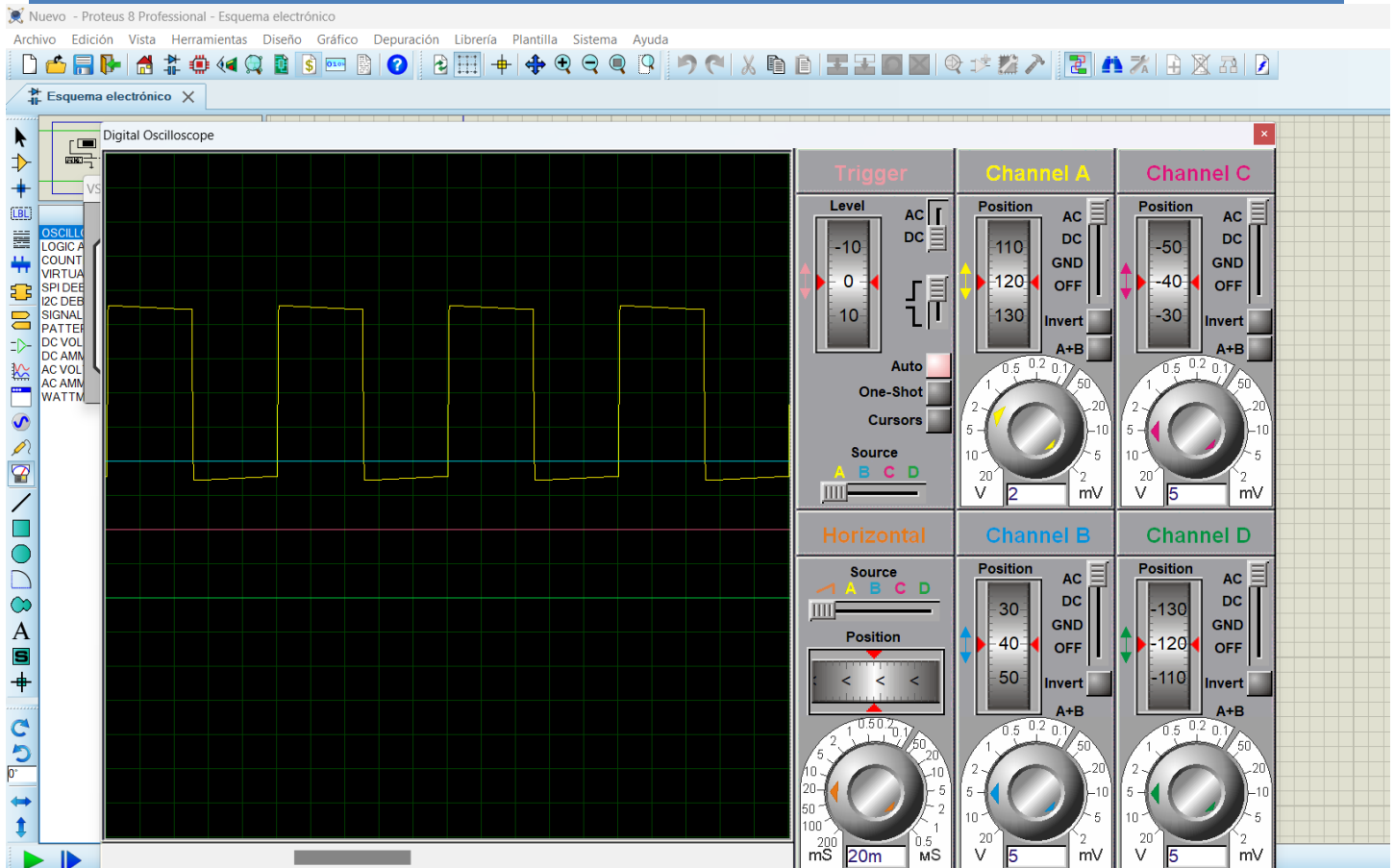
Circuito de polarizacion por divisor de voltaje del transistor BC547

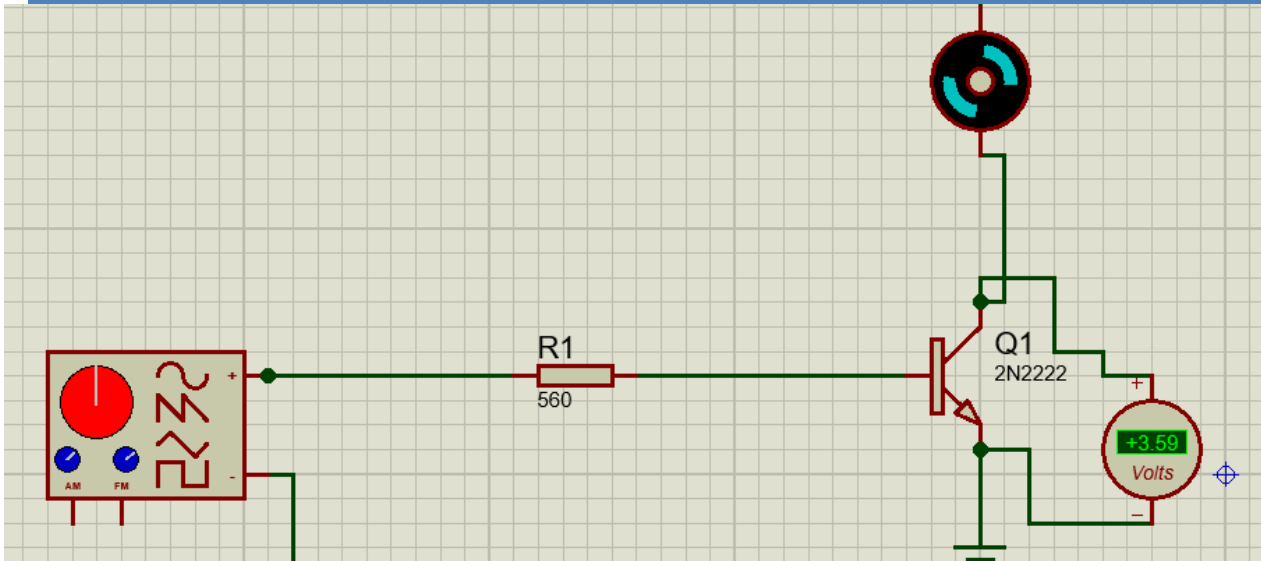
PRÁCTICA 4





PRÁCTICA 4





5. ANÁLISIS TEÓRICO.

Circuito de polarización Fija del transistor Bipolar

Transistor 2N2222

• Datos

Calculos

$$V_{CC} = 12V$$

$$R_B = 1.2 M\Omega$$

$$R_C = 1 K\Omega$$

$$V_{BE} = 0.620V$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12V - 0.620V}{1.2 M\Omega} = 9.476 \mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (259.381)(9.476) = 2.4580 mA$$

$$I_E = I_B + I_C = 9.476 \mu A + 2.4580 mA = 2.4674 mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 12V - (2.4580 mA)(1 K\Omega) = 9.542V$$

$$V_B = V_{CC} - I_B R_B = 12V - (9.476 \mu A)(1.2 M\Omega) = 0.620V$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 12V - (2.4580 mA)(1 K\Omega) = 9.542V$$

Transistor BC 547C

• Datos

Calculos

$$V_{CC} = 12V$$

$$R_B = 1.2 M\Omega$$

$$R_C = 1 K\Omega$$

$$V_{BE} = 0.231V$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12V - 0.231V}{1.2 M\Omega} = 9.8075 \mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (272.35)(9.8075) = 2.6710 mA$$

$$I_E = I_B + I_C = 9.8075 \mu A + 2.6710 mA = 2.6808 mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 12V - (2.6710 mA)(1 K\Omega) = 9.3289V$$

$$V_B = V_{CC} - I_B R_B = 12V - (9.8075 \mu A)(1.2 M\Omega) = 0.231V$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 12V - (2.6710 mA)(1 K\Omega) = 9.3289V$$

Circuito de Polarización

Transistor 2N2222

Datos

Cálculos

$$V_{CC} = 12V$$

$$R_B = 1.2M\Omega$$

$$R_C = 1K$$

$$V_{BE} = 7.94V$$

$$R_E = 220\Omega$$

$$I_B = \frac{V_{CC} + V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} = \frac{12V + 7.94V}{1.2M\Omega + (1 + 223.32)220\Omega} = 15.9602\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (223.32)(15.9602\mu A) = 3.5642mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) = 12V - 3.5642mA(1K + 220\Omega) = 7.6516V$$

Transistor BC647C

Datos

Cálculos

$$V_{CC} = 12V$$

$$R_B = 1.2M\Omega$$

$$R_C = 1K$$

$$V_{BE} = 0.68V$$

$$R_E = 220\Omega$$

$$\beta = 279.01$$

$$I_B = \frac{V_{CC} + V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} = \frac{12V + 0.68V}{1.2M\Omega + (1 + 279.01)220\Omega} = 10.0607\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (279.01)(10.0607\mu A) = 2.8042mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) = 12V - 2.8042mA(1K + 220\Omega) = 9.5788V$$

Circuito de Polarización por divisor de voltaje del transistor Bipolar

Transistor 2N2222

Datos

• Cálculos

$$R_1 = 6.8k\Omega \quad V_{CC} = 12V \quad V_{th} = \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12V(1.2k\Omega)}{6.8k\Omega + 1.2k\Omega} = 1.8V$$

$$R_2 = 1.2k\Omega \quad \beta = 216.88$$

$$R_C = 1k$$

$$R_E = 220\Omega$$

$$V_{BE} = 0.664V$$

$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(6.8k\Omega)(1.2k\Omega)}{6.8k\Omega + 1.2k\Omega} = 1020\Omega$$

$$I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + R_E(\beta + 1)} = \frac{1.8V - 0.664V}{1020 + 220(216.88 + 1)} = 23.2056\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (216.88)(23.2056\mu A) = 5.0328mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) = 12V - 5.0328mA(1k + 220) = 5.8599V$$

Transistor BC647

Datos

• Cálculos

$$R_1 = 6.8k\Omega \quad V_{CC} = 12V \quad V_{th} = \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12V(1.2k\Omega)}{6.8k\Omega + 1.2k\Omega} = 1.8V$$

$$R_2 = 1.2k\Omega \quad \beta = 264.21$$

$$R_C = 1k$$

$$R_E = 220\Omega$$

$$V_{BE} = 0.676V$$

$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(6.8k\Omega)(1.2k\Omega)}{6.8k\Omega + 1.2k\Omega} = 1020\Omega$$

$$I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + R_E(\beta + 1)} = \frac{1.8V - 0.676V}{1020 + 220(264.21 + 1)} = 19.6744\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (264.21)(19.6744\mu A) = 5.0027mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) = 12V - 5.0027mA(1k + 220) = 5.8967V$$

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

	Calculado	Medido	Simulado
Circuito de polarización fija 2N2222	0.628 V	0.628 V	0.67 mV
	9.542 V	9.928 V	9.95 V
	0.628 V	0.622 V	0.67 V
	9.542 V	9.958 V	9.95 V
	9.4766 μ A	9.230 μ A	9.35 μ A
	2.458 mA	2.44 mA	2.05 mA
	2.4674 mA	1.95 mA	2.08 mA
Circuito de polarización fija BC547	0.231 V	0.657 V	693 mV
	9.3299 V	7.99 V	9.48 V
	0.231 V	0.640 V	0.69 V
	9.3299 V	7.970 V	9.48 V
	9.8075 μ A	9.350 μ A	8.75 μ A
	2.671 mA	3.931 Ma	2.42 mA
	2.6808 mA	3.980 mA	2.52 mA
Circuito de polarización estabilizado en	1.044 V	1.112 V	2 mA
	8.734 V	9.753 V	10 V
	0.495 V	0.503 V	0.67 V

PRÁCTICA 4

emisor del transistor bipolar 2N2222	7.6516 V	9.241 V	9.55 V
	7.94 V	7.94 V	1.11 V
	15.9602	9.159 μ A	9.08 μ A
	3.5642 mA	2.353 mA	2.01 mA

	Calculado	Medido	Simulado
Circuito de polarizacion estabilizado en emisor del transistor bipolar BC547	1.413 V	1.402 V	0.69 V
	7.52 V	8.544 V	9.5 V
	0.628 V	0.771 V	1.25 V
	8.5788 V	7.726 V	8.95 V
	0.88 V	0.68 V	2.5 mA
	10.0507 μ A	8.842 μ A	8.97 μ A
	2.8042 mA	3.580 mA	2.51 mA
Circuito de polarizacion por divisor de voltaje del transistor 2N2222	1.808 V	1.808 V	0.7 V
	1.192 V	1.192 V	1.192 V
	1.145 V	1.145 V	7.12 V
	0.664 V	0.664 V	1.78 V
	5.8599 V	0.046 V	6.04 V
	23.2056 μ A	23.1 μ A	23.8 μ A
	5.0328 mA	5.01 mA	4.91 mA
	1.361 V	1.361 V	4.83 mA

PRÁCTICA 4

Circuito de polarizacion por divisor de voltaje del transistor BC547	1.649 V	1.649 V	19 μ A
	0.686 V	0.686 V	7.17 V
	0.675 V	0.675 V	6.11 V
	5.8967 V	0.963 V	1.78 V
	19.6794 μ A	19 μ A	0.71 V
	5.0027 mA	4.83 mA	4.85 V
Circuito del transistor 2N2222 en corte y saturacion Con 5Volts		0.008 V	2.46 V
		0.493 A	4.68 mA
		0.984 A	7.95 mA

Circuito del transistor 2N2222 en corte y saturación Con 0 Volts	9.971 V	12 V
	0.001 A	0 μ A
	0.001 A	0.12 μ A

7. CUESTIONARIO

1 **¿Cuál es la razón de la polarización del transistor?**

La polarización de un transistor es necesaria para establecer un punto de operación estable que permita su correcto funcionamiento en una región específica, asegurando que el transistor opere dentro de su rango sin distorsión y evita que entre en zonas inadecuadas como el corte o la saturación cuando se aplica una señal de entrada.

2 **¿Qué representa la β (beta) del transistor?**

Es el factor de ganancia de corriente de un transistor bipolar, que representa la relación entre la corriente de colector y la corriente de base.

3 **Menciona qué es el punto de operación del transistor.**

El punto de operación (Q) es el estado fijo de voltajes y corrientes en sus terminales bajo condiciones de polarización estable, sin señal de entrada aplicada, esta define la región de funcionamiento del transistor y determina en que región opera.

4 **¿Qué significa la zona de saturación y la zona de corte de un transistor bipolar?**

Zona de saturación: Es el estado en el que tanto base-emisor como base-colector están polarizadas directamente, aquí el transistor actúa como un interruptor cerrado, permitiendo el paso máximo de corriente.

Zona de corte: Es el estado en el que ambas uniones están polarizadas inversamente. El transistor actúa como un interruptor abierto, bloqueando el paso de corriente.

5 **¿Qué diferencia existe entre el transistor 2N2222 y el TIP41?**

El 2N2222 es un transistor NPN general con baja potencia y alta ganancia de corriente, adecuado para amplificación y conmutación de señales pequeñas. El TIP41, en cambio, es un transistor NPN de mayor potencia diseñado para manejar corrientes y tensiones más grandes, como control de motores.

6 **¿En qué configuraciones del transistor bipolar se puede amplificar corriente?**

Las configuraciones principales en las que se puede amplificar corriente son:

Configuración de emisor común: Mayor ganancia de corriente y voltaje.

Configuración de colector común: Alta ganancia de corriente y baja ganancia de voltaje.

Configuración de base común: Alta ganancia de voltaje y baja ganancia de corriente.

7 **¿Cuáles son las aplicaciones de los transistores utilizados en esta práctica?**

2N2222: Amplificación de pequeñas señales, conmutación rápida y circuitos de baja potencia.

BC547C: Amplificación de audio y señales de baja frecuencia.

TIP41: Control de motores, fuentes de alimentación reguladas y aplicaciones de alta potencia.

4. CONCLUSIONES INDIVIDUALES

BERNAL RAMIREZ BRIAN RICARDO

Gracias a esta práctica, pude poner en práctica lo aprendido en clase sobre las diferentes formas de polarización de un transistor. Esto me permitió observar y analizar cómo funciona cada tipo de polarización bajo distintas condiciones y su utilidad en aplicaciones específicas. También logré identificar las ventajas y desventajas de cada configuración, lo cual es clave para seleccionar la más adecuada según las necesidades del circuito y las especificaciones del diseño. Esta experiencia no solo reforzó los conceptos teóricos, sino que también me ayudó a comprender mejor el funcionamiento práctico de los transistores.

ESCALONA ZUÑIGA JUAN CARLOS

En esta práctica comprendí el principio de polarización de los transistores bipolares a través de los métodos experimentales llevadas a cabo en el laboratorio luego de haberlos visto su parte teórica en clase, simulaciones y cálculos teóricos fueron importantes para identificar si fueron correctos nuestros resultados en el laboratorio. Los resultados obtenidos fueron parecidos entre sí, lo que destacó la mayor estabilidad de la polarización constante del transmisor frente a cambios de parámetros. La simulación nos permitió visualizar el comportamiento del circuito antes de llevarlo a la vida real.

ROJAS PERALTA MAXIMILIANO

En esta práctica se analizaron diferentes configuraciones de polarización de transistores bipolares, incluyendo polarización fija, estabilizada en emisor y por divisor de voltaje, destacando su importancia para establecer un punto de operación estable. Además, estudiamos el comportamiento del transistor en corte y saturación, demostrando su utilidad como interruptor en circuitos de conmutación.

A su vez se evaluaron las diferencias entre los transistores 2N2222 y BC547C, notando variaciones significativas en la ganancia de corriente y las características de amplificación. Por otra parte, el TIP41 demostró ser mejor para aquellas aplicaciones que requieren de mayor potencia.

Esta práctica refuerza el entendimiento del funcionamiento de los transistores bipolares, subrayando su versatilidad en aplicaciones como amplificadores, conmutadores y controladores de carga.

5. REFERENCIAS

W. electronica, "Polarización Fija Bjt," Polarización fija bjt, <https://wilaebaelectronica.blogspot.com/2017/01/polarizacion-fija-bjt.html> (accessed Dec. 25, 2024).

W. electronica, Polarización estabilizado en emisor, <https://wilaebaelectronica.blogspot.com/2017/01/polarizacion-estabilizado-en-emisor-bjt.html> (accessed Dec. 25, 2024).