



Transistor Bipolar

Práctica 4

3 DE MAYO DE 2023
García Quiroz Gustavo Iván
Ramírez Juárez Arturo Yamil
Santiago Gama Jorge Fabrizio
ESCOM

Índice

Lista de ilustraciones.....	1
Lista de tablas	2
I. Introducción.....	3
II. Marco teórico.....	4
Transistor 2N2222.....	4
Transistor BC547C.....	5
Transistor BC557C.....	6
Transistor TIP41	7
III. Objetivos	8
IV. Material y equipo.....	8
Equipo:	8
Material:.....	8
V. Desarrollo.....	9
Valor de la Beta de los transistores	9
Circuito por Divisor de Voltaje	9
Análisis del transistor en corte y saturación.....	11
Circuitos Prácticos.....	13
VI. Análisis teórico.....	16
Cálculos 2N222.....	16
Cálculos BC547.....	17
VII. Análisis simulado.....	18
2N2222.....	18
BC547C.....	19
Circuitos Prácticos.....	22
VIII. Comparación de los resultados teóricos, prácticos y simulados.....	24
IX. Cuestionario	29
X. Conclusiones	30
García Quiroz Gustavo Ivan	30
Ramírez Juárez Arturo Yamil.....	30
Santiago Gama Jorge Fabrizio.....	31
XI. Bibliografía	32

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: diagrama esquemático del transistor 2N2222	4
Ilustración 2: diagrama esquemático del transistor BC547C.....	5
Ilustración 3: diagrama esquemático del transistor BC557C.....	6
Ilustración 4: diagrama esquemático del transistor TIP41	7
Ilustración 5 Evidencia del Valor de la Beta de los transistores	9
Ilustración 6: circuito por divisor de voltaje	9
Ilustración 7 Circuito por Divisor de Voltaje	10
Ilustración 8 Análisis del transistor en corte y saturación.....	11
Ilustración 9 Protoboard usada en Análisis del transistor en corte y saturación.....	12

Ilustración 10 Medición en multímetro	12
Ilustración 11 Voltaje Análisis del transistor en corte y saturación.	12
Ilustración 12 Circuitos Prácticos con LED	13
Ilustración 13 Circuitos Prácticos con motor	13
Ilustración 14 Circuito Práctico LED	14
Ilustración 15 VA del Circuito Práctico LED.....	14
Ilustración 16 voltaje de los Circuitos Prácticos	15
Ilustración 17 Circuito Práctico LED	15
Ilustración 18 Circuito por Divisor de Voltaje con 2N2222.....	18
Ilustración 19 Análisis del transistor en corte y saturación con 5V	20
Ilustración 20 Análisis del transistor en corte y saturación. 0V.....	20
Ilustración 21 Análisis del transistor en corte y saturación parte 2 con 5V	21
Ilustración 22 Análisis del transistor en corte y saturación parte 2 0V	21
Ilustración 23 Circuitos Prácticos con LED	22
Ilustración 24 Circuitos Prácticos con LED	22
Ilustración 25 Circuitos Prácticos con motor	23
Ilustración 26 Circuitos Prácticos con motor	23
Ilustración 27 Circuito por Divisor de Voltaje	24
Ilustración 28 Transistor 2N2222.....	24
Ilustración 29 Transistor 2N2222.....	24
Ilustración 30 Transistor BC547C.....	25
Ilustración 31 Transistor BC547C.....	25
Ilustración 32 Voltaje de entrada (5 V)	26
Ilustración 33 Voltaje de entrada (5 V)	26
Ilustración 34 Voltaje de entrada (0 V).....	27
Ilustración 35 Voltaje de entrada (0 V).....	27
Ilustración 36 Voltaje de entrada (5 V)	28

Lista de tablas

Tabla 1: rangos máximos absolutos para el transistor 2N2222	4
Tabla 2: rangos máximos absolutos para el transistor BC547C.....	5
Tabla 3: rangos máximos absolutos para el transistor BC557C.....	6
Tabla 4: rangos máximos absolutos para el transistor TIP41	7
Tabla 5: valores del valor de la beta de los transistores.....	9
Tabla 6: valores del circuito por divisor de voltaje	10
Tabla 7: valores del análisis del transistor en corte y saturación.	11
Tabla 8: valores del análisis del transistor en corte y saturación resistencia 22 kΩ	11
Tabla 9 Análisis del transistor en corte y saturación.	26
Tabla 10 Análisis del transistor en corte y saturación.	27

I. Introducción

Uno de los componentes fundamentales en el campo de la electrónica es el transistor bipolar, el cual desempeña un papel crucial en una amplia gama de aplicaciones, desde amplificadores de audio hasta circuitos integrados complejos.

En esta práctica de laboratorio, exploraremos el funcionamiento y las características de tres transistores bipolares comunes: el 2N2222, el BC547C y el BC557C. Estos transistores se utilizan ampliamente debido a su disponibilidad, bajo costo y capacidades versátiles. A través de una serie de experimentos y mediciones, obtendremos un conocimiento práctico de los transistores bipolares y su comportamiento en diferentes configuraciones.

El 2N2222 es un transistor NPN de propósito general con una ganancia de corriente (h_{FE}) de aproximadamente 100 a 300. Es ampliamente utilizado en aplicaciones de baja potencia, como amplificadores de señal débil, interruptores y osciladores de audio. Por otro lado, el BC547C y el BC557C son también transistores bipolares de propósito general, pero de polaridad PNP. Tienen características similares al 2N2222 y se utilizan en aplicaciones equivalentes.

El objetivo principal de esta práctica de laboratorio es familiarizarse con los transistores bipolares y aprender cómo usarlos en configuraciones básicas, como amplificadores de voltaje y corriente. Además, estudiaremos las curvas de características del transistor y analizaremos sus parámetros clave, como la ganancia de corriente, la tensión de saturación y la resistencia de entrada y salida.

En la primera parte de la práctica, construiremos un amplificador de voltaje utilizando un transistor bipolar. Aprenderemos cómo configurar el transistor en un amplificador de emisor común y mediremos las ganancias de voltaje y corriente del circuito. Además, analizaremos cómo varían estas ganancias con respecto a los valores de resistencia utilizados en el circuito.

En la segunda parte de la práctica, utilizaremos los transistores en un circuito de conmutación. Conectaremos un transistor en un interruptor y lo controlaremos utilizando una señal de entrada. Mediremos los tiempos de respuesta del transistor y analizaremos su capacidad para alternar rápidamente entre los estados de encendido y apagado.

En la tercera parte de la práctica, exploraremos las características de los transistores en diferentes condiciones de polarización y mediremos las tensiones y corrientes de entrada y salida correspondientes. Estudiaremos las curvas de características del transistor y determinaremos su resistencia de entrada y salida en diferentes puntos de operación.

Además de los experimentos mencionados, también estudiaremos la construcción interna de los transistores bipolares y entenderemos cómo funcionan en términos de estructura y operación básica. Esto nos ayudará a comprender mejor las características observadas durante los experimentos y nos permitirá analizar y resolver problemas más complejos en futuros proyectos de electrónica.

II. Marco teórico

Transistor 2N2222

El transistor 2N2222 es un transistor bipolar de propósito general de tipo NPN, fabricado en encapsulado TO-92. Es uno de los transistores más comúnmente utilizados en la electrónica debido a su bajo costo, alta ganancia y amplio rango de aplicaciones. Fue desarrollado por la compañía estadounidense de semiconductores Motorola en la década de 1960, y desde entonces ha sido fabricado por muchas otras compañías.



Ilustración 1: diagrama esquemático del transistor 2N2222

El 2N2222 tiene tres regiones dopadas, dos de tipo n y una de tipo p, que se alternan para formar un sándwich. El colector está conectado a la región p, la base a una de las regiones n y el emisor a la otra región n. Cuando se aplica un voltaje positivo a la base con respecto al emisor, se crea una corriente de base que fluye hacia la región n cercana a la base. Esta corriente de base activa el transistor y permite que fluya una corriente mayor desde el colector hasta el emisor, amplificando la señal.

El 2N2222 tiene una ganancia de corriente de alrededor de 100, lo que significa que una pequeña corriente en la base puede controlar una corriente mucho mayor en el colector. Tiene una corriente máxima de colector de 600 mA y una tensión máxima de colector-emisor de 30 V. También tiene un tiempo de conmutación rápido y una baja corriente de fuga.

El transistor 2N2222 se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, como amplificadores de baja frecuencia, osciladores, conmutadores, fuentes de alimentación y circuitos de control de motores. Es compatible con muchos circuitos integrados y se puede utilizar en diseños de circuitos analógicos y digitales.

Símbolo	Parámetro	Valor
V_{CBO}	Voltaje base-colector	60V
V_{CEO}	Voltaje colector-emisor	30V
V_{EBO}	Voltaje emisor-base	5V
I_C	Corriente del colector	0.8A
P_{tot}	Poder de disipación total	0.5W
T_{stg}	Almacenamiento de temperatura	-65° a 200° C

Tabla 1: rangos máximos absolutos para el transistor 2N2222

Transistor BC547C

El transistor BC547C es un tipo de transistor bipolar de unión (BJT) de propósito general que se utiliza comúnmente en aplicaciones de bajo ruido y amplificación de señal de audio. Este transistor tiene una ganancia de corriente (h_{FE}) típica de 200 a 800 y una corriente de colector máxima de 100 mA.

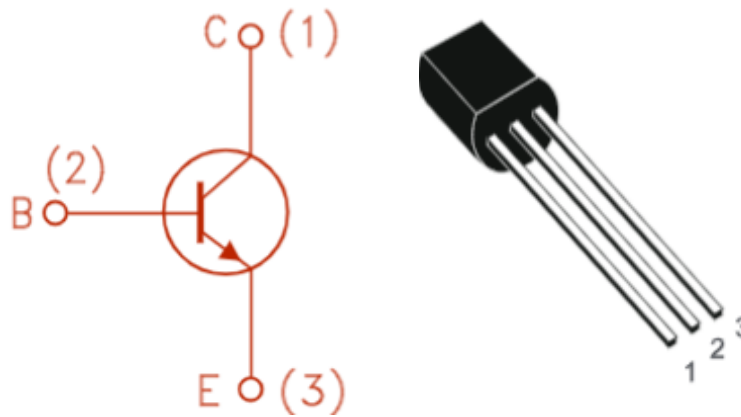


Ilustración 2: diagrama esquemático del transistor BC547C

El BC547C tiene tres terminales: emisor, base y colector. La base es la terminal de control, mientras que el colector y el emisor son las terminales de entrada y salida, respectivamente. Cuando se aplica una corriente a la base, se produce un flujo de corriente desde el colector hasta el emisor, lo que permite la amplificación de señales.

Este transistor tiene una alta impedancia de entrada y baja corriente de polarización, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de amplificación de señal de bajo nivel. También tiene un bajo ruido de intermodulación y un bajo nivel de ruido térmico, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de audio.

El BC547C es compatible con una amplia variedad de circuitos y es comúnmente utilizado en aplicaciones tales como amplificadores de audio de baja potencia, osciladores de audio y circuitos de conmutación de bajo nivel.

Símbolo	Parámetro	Valor
V_{CBO}	Voltaje base-colector	50V
V_{CEO}	Voltaje colector-emisor	45V
V_{EBO}	Voltaje emisor-base	6V
I_C	Corriente del colector	100mA
P_{tot}	Poder de disipación total	0.5W
T_{stg}	Almacenamiento de temperatura	-65° a 150° C

Tabla 2: rangos máximos absolutos para el transistor BC547C

Transistor BC557C

El BC557C es un transistor PNP de propósito general utilizado en una amplia variedad de aplicaciones en electrónica. Perteneció a la familia BC547, que incluye transistores NPN y PNP con diferentes especificaciones y características.

El BC557C tiene una corriente máxima de colector de 100 mA y una tensión máxima de colector-base de 50 V. Su ganancia de corriente, o h_{FE} , típicamente oscila entre 110 y 800. También tiene una baja corriente de fuga y una alta velocidad de conmutación.

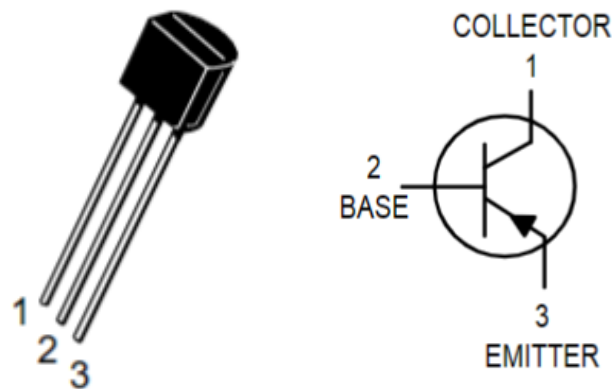


Ilustración 3: diagrama esquemático del transistor BC557C

Este transistor se utiliza comúnmente en amplificadores de audio, circuitos de control de voltaje y corriente, y en circuitos de conmutación y regulación de energía. Debido a su alta velocidad de conmutación y baja corriente de fuga, también se utiliza en circuitos de osciladores y amplificadores de radiofrecuencia.

El BC557C tiene tres pines: el colector, la base y el emisor. El colector se conecta al polo positivo de la fuente de alimentación, mientras que el emisor se conecta al polo negativo. La base se utiliza para controlar la corriente del colector, y se conecta a través de una resistencia de polarización.

El BC557C es un componente de bajo costo y fácilmente disponible en el mercado. Se puede encontrar en formatos TO-92 y SOT-23, y es compatible con una amplia gama de circuitos integrados y componentes de apoyo.

Símbolo	Parámetro	Valor
V_{CBO}	Voltaje base-colector	$-50V$
V_{CEO}	Voltaje colector-emisor	$-45V$
V_{EBO}	Voltaje emisor-base	$-5V$
I_C	Corriente del colector	$-100mA$
P_{tot}	Poder de disipación total	$0.5W$
T_{stg}	Almacenamiento de temperatura	-55° a $150^{\circ} C$

Tabla 3: rangos máximos absolutos para el transistor BC557C

Transistor TIP41

El TIP41 es un transistor de potencia bipolar NPN que se utiliza comúnmente en circuitos de amplificación y conmutación de alta potencia. Este transistor es capaz de manejar corrientes de hasta 6 amperios y voltajes de hasta 60 voltios, lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren una alta capacidad de corriente y voltaje.

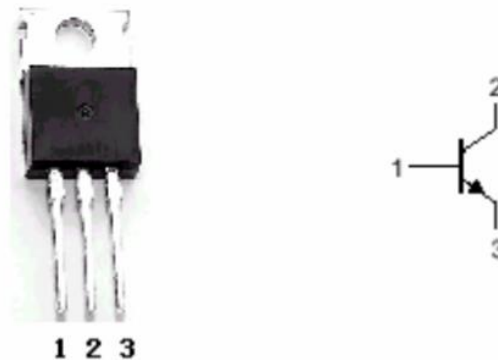


Ilustración 4: diagrama esquemático del transistor TIP41

La construcción del TIP41 se basa en tecnología de unión bipolar, lo que significa que utiliza una unión PN entre dos regiones de material semiconductor de diferente tipo (tipo N y tipo P) para controlar el flujo de corriente. El transistor tiene tres terminales: la base (B), el colector (C) y el emisor (E). La corriente fluye desde el colector hasta el emisor, controlada por la corriente que fluye en la base.

El TIP41 es un transistor de alta ganancia (h_{FE}), lo que significa que una pequeña corriente en la base puede controlar una corriente mucho mayor en el colector. También es capaz de operar a altas frecuencias, lo que lo hace adecuado para aplicaciones en las que se requiere una alta velocidad de conmutación.

Este transistor es ampliamente utilizado en aplicaciones de control de motores, como en controladores de velocidad de motores y reguladores de voltaje de motores. También se utiliza en circuitos de fuentes de alimentación conmutadas, amplificadores de audio y circuitos de conmutación de alta potencia. Es importante tener en cuenta que el TIP41 es un dispositivo de alta potencia y, por lo tanto, requiere un disipador de calor adecuado para evitar el sobrecalentamiento. Además, debido a que es un transistor bipolar, la polaridad de las terminales debe respetarse en el circuito.

Símbolo	Parámetro	Valor
V_{CBO}	Voltaje base-colector	40V
V_{CEO}	Voltaje colector-emisor	40V
V_{EBO}	Voltaje emisor-base	5V
I_C	Corriente del colector	6A
P_{tot}	Poder de disipación total	65W
T_{stg}	Almacenamiento de temperatura	-65° a 150° C

Tabla 4: rangos máximos absolutos para el transistor TIP41

III. Objetivos

- Identificar las terminales de un transistor con el multímetro.
- Analizar la polarización del BJT.
- Analizar el transistor bipolar en conmutación.
- Analizar los puntos de saturación y corte del transistor bipolar.
- Implementar alguna aplicación con el transistor en conmutación.

IV. Material y equipo

Equipo:

- 2 Multímetros digitales
- 1 Fuente de alimentación
- 1 Generador de Funciones
- 4 Puntas banana-caimán
- 4 Puntas caiman-caiman
- 2 Puntas BNC-Caimán para osciloscopio.
- 2 Juegos de Puntas de multímetro

Material:

- 1 Tablilla de experimentación (Proto Board)
- 4 Cables de 1.5 m Banana-Caimán
- 3 Transistores 2N2222
- 2 Transistores BC547C
- 2 Transistores BC557C
- 2 Transistores TIP41
- 2 Resistencia de $10\ \Omega$ a 10 W
- 4 Resistencia de $100\ \Omega$
- 2 Resistencia de $180\ \Omega$
- 2 Resistencia de $220\ \Omega$
- 4 Resistencias $560\ \Omega$
- 4 Resistencias de $1\ \text{k}\Omega$
- 2 Resistencias de $1.2\ \text{k}\Omega$
- 2 Resistencias de $4.7\ \text{k}\Omega$

V. Desarrollo

Valor de la Beta de los transistores

Medimos mediante el multímetro en la opción de transistores (hfe pnp npn) la beta de cada uno de los transistores.

	2N2222	BC547C	BC557C
β	355	540	487

Tabla 5: valores del valor de la beta de los transistores



Ilustración 5 Evidencia del Valor de la Beta de los transistores

Circuito por Divisor de Voltaje

Armamos el siguiente circuito:

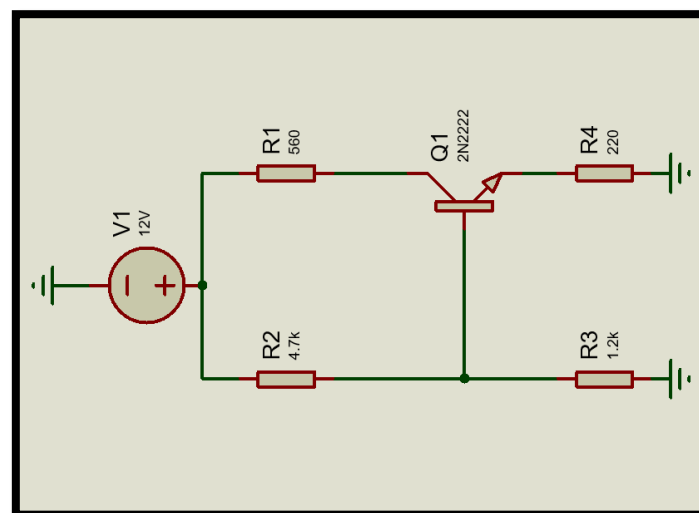


Ilustración 6: circuito por divisor de voltaje

Procedimos a medir los voltajes y corrientes del circuito, posteriormente cambiamos el transistor 2N2222 por el BC547C y volvimos a medir los voltajes y corrientes del circuito

	2N2222	BC547C
V_B	2.38V	2.43V
V_C	7.74V	7.68V
V_{CE}	6.03V	5.91V
I_B	0.05mA	0.03mA
I_C	7.63mA	7.8mA
I_E	7.68mA	7.81mA

Tabla 6: valores del circuito por divisor de voltaje

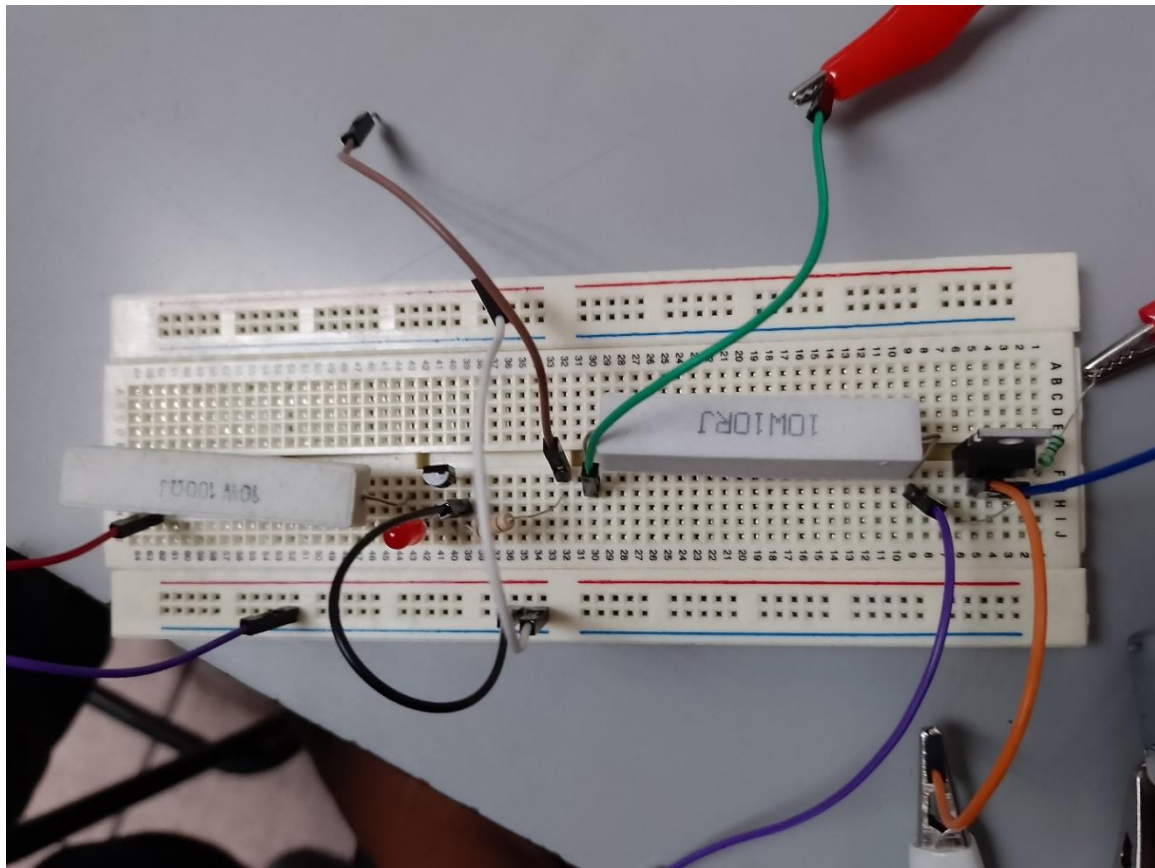


Ilustración 7 Circuito por Divisor de Voltaje

Análisis del transistor en corte y saturación.

Procedimos a armar el siguiente circuito, posteriormente se midieron los voltajes y corrientes del circuito colocando en el voltaje de entrada 5 V y posteriormente 0 V.

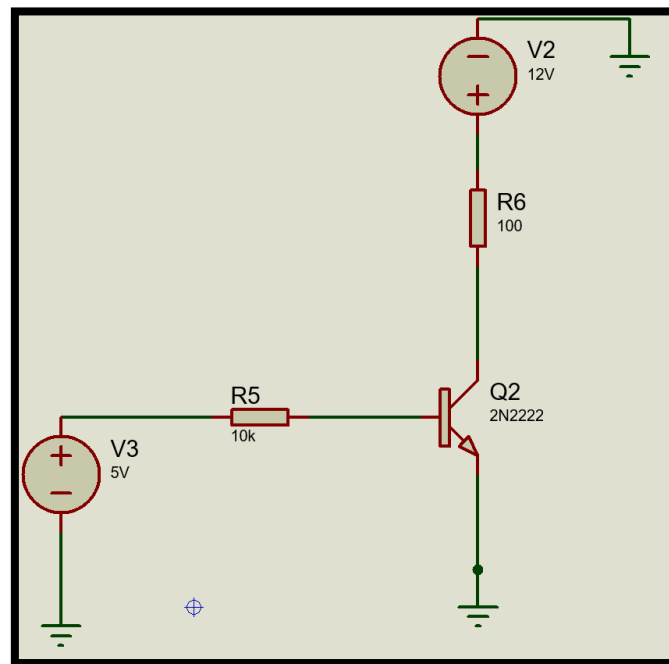


Ilustración 8 Análisis del transistor en corte y saturación.

Voltaje de entrada (V_i)	5 V	0 V
V_{CE}	6.26V	11.59V
I_B	1.6mA	0A
I_C	57.1mA	120uA

Tabla 7: valores del análisis del transistor en corte y saturación.

Se cambio la resistencia de 10 k Ω por una de 22 k Ω y medimos los voltajes y corrientes del circuito colocando en el voltaje de entrada 5 V y posteriormente 0 V.

Voltaje de entrada (V_i)	5 V	0 V
V_{CE}	6.27V	11.02V
I_B	0.09mA	0.01mA
I_C	50.25mA	120nA

Tabla 8: valores del análisis del transistor en corte y saturación resistencia 22 k Ω

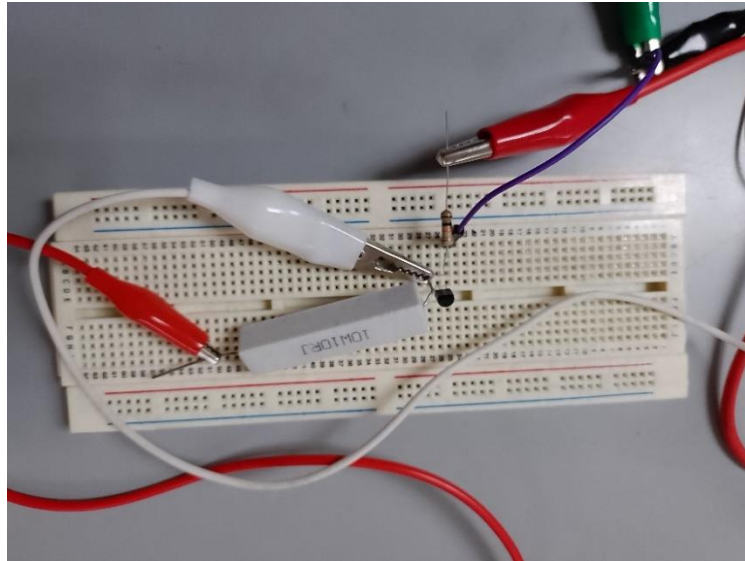


Ilustración 9 Protoboard usada en Análisis del transistor en corte y saturación

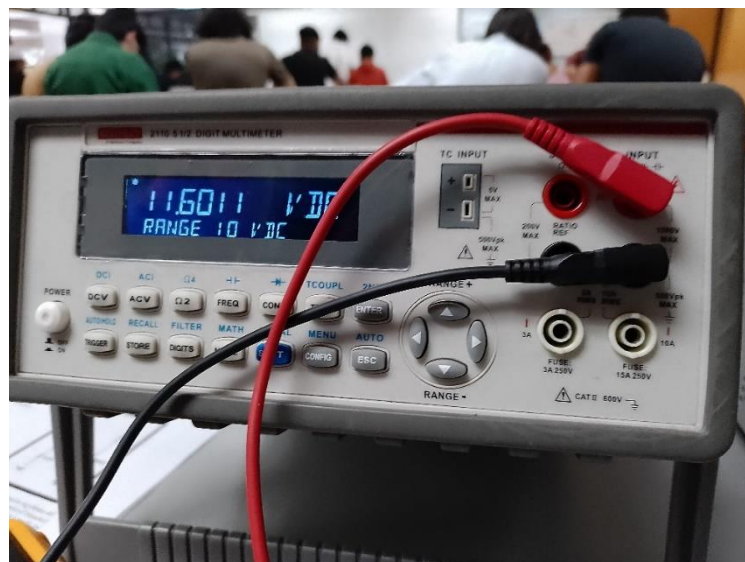


Ilustración 10 Medición en multímetro



Ilustración 11 Voltaje Análisis del transistor en corte y saturación.

Circuitos Prácticos

Se introdujo una señal cuadrada de 5 V (Salida del generador TTL) a una frecuencia de 0.5 Hz al siguiente circuito.

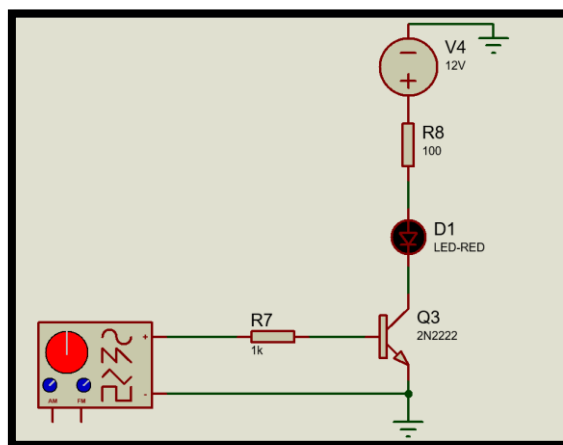


Ilustración 12 Circuitos Prácticos con LED

Se procede a indicar lo que realiza dicho circuito:

El circuito se comporta como un interruptor. Cuando el voltaje se encuentra en la cresta de la onda, es decir, cuando está en su valor máximo, el LED se enciende. Por otro lado, cuando está en su valor mínimo, en el valle de la onda, el LED se apaga.

Al observar el análisis de los circuitos anteriores y viendo los datos que nos proporciona este problema, podemos deducir que cuando el LED se prende, el valor del voltaje de entrada es de 5 V y cuando el LED se apaga, el voltaje de entrada sería de 0 V

Continuamos ahora, se introduce una señal cuadrada de 5V (Salida del generador TTL) a una frecuencia de 0.5 Hz a un circuito similar al anterior, cambiando el valor de algunas resistencias y el LED por un motor de 12 v. Procedemos a indicar lo que realiza el circuito.

Al igual que en el circuito anterior, se comporta como un interruptor. Cuando el voltaje está en su valor máximo, en la cresta de la onda, el motor gira. Sin embargo, cuando está en el valle de la onda, es decir, en su valor mínimo, el motor se apaga y deja de girar.

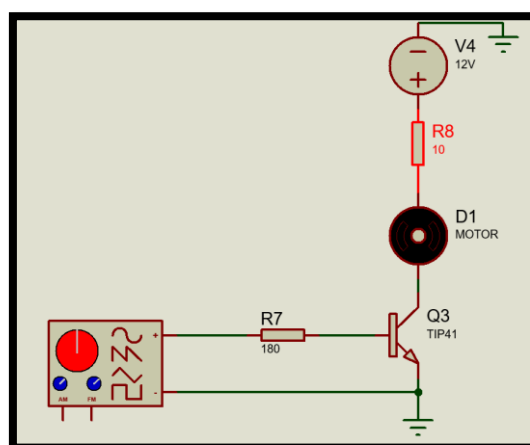


Ilustración 13 Circuitos Prácticos con motor

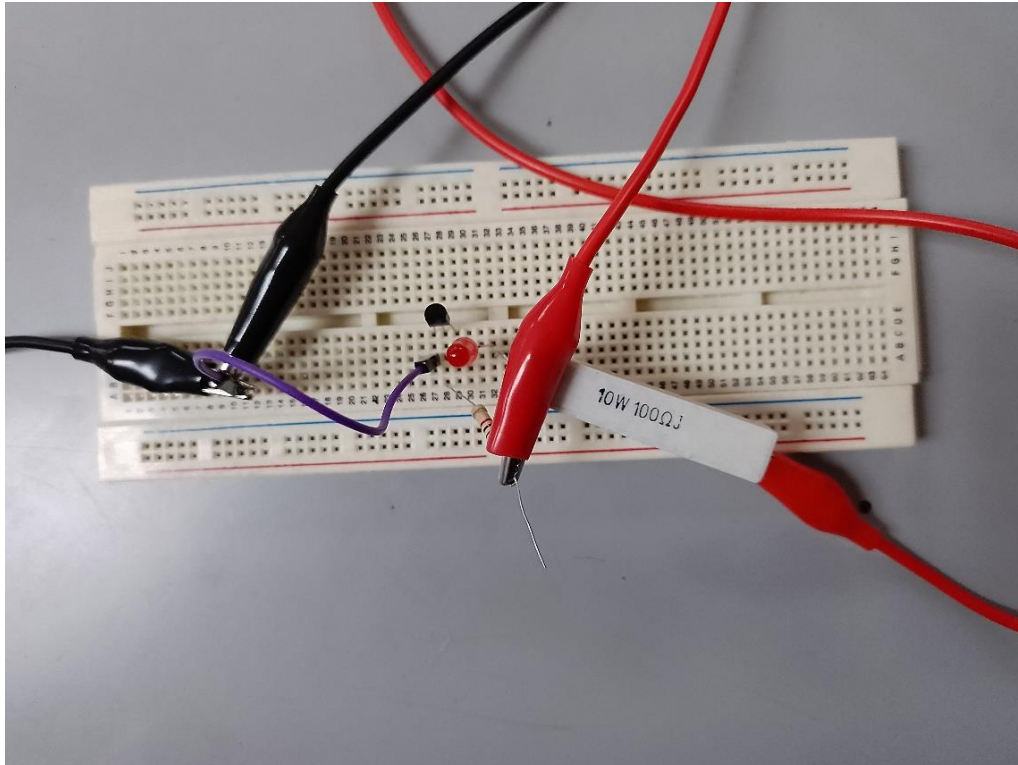


Ilustración 14 Circuito Práctico LED



Ilustración 15 VA del Circuito Práctico LED



Ilustración 16 voltaje de los Circuitos Prácticos

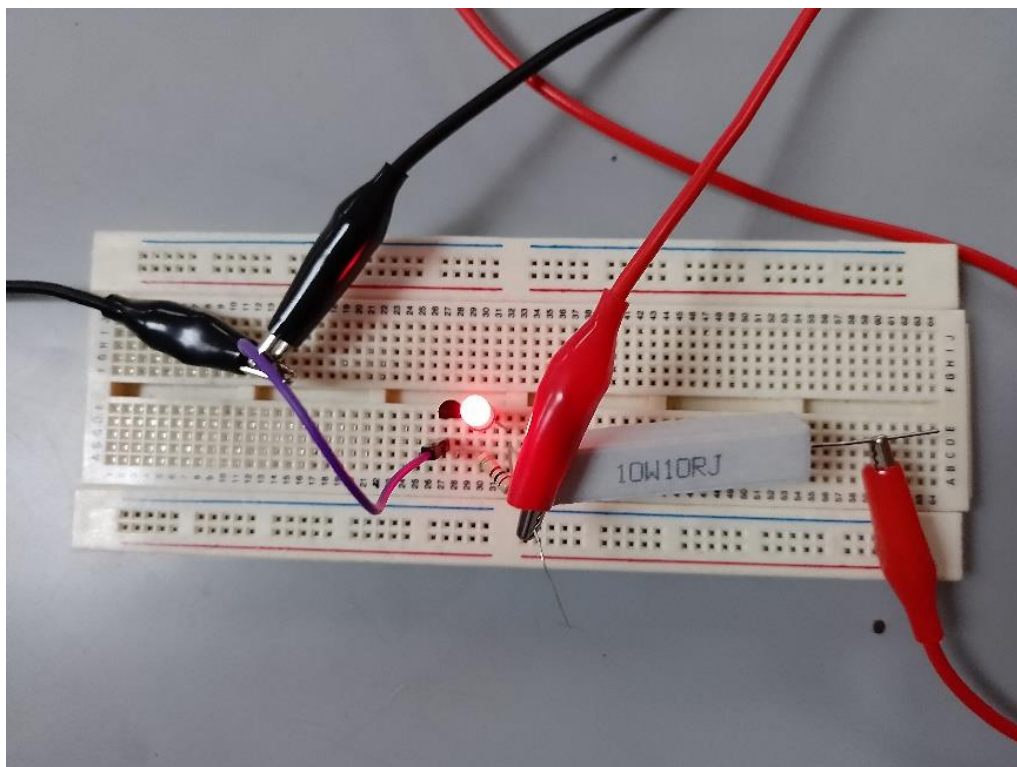


Ilustración 17 Circuito Práctico LED

VI. Análisis teórico.

Realizar el análisis teórico de todos los circuitos anteriores. Con sus respectivos cambios de transistor.

- Circuito de polarización fija
- Circuito estabilizado en emisor
- Circuito por divisor de voltaje

Cálculos 2N222

$V_B = \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(12V)(1.2k\Omega)}{(4.7k\Omega) + (1.2k\Omega)}$
 $V_B = 2.44V$
 $R_B = R_1 \parallel R_2 = \frac{(R_1)(R_2)}{R_1 + R_2} = \frac{(4.7k\Omega)(1.2k\Omega)}{4.7k\Omega + 1.2k\Omega}$
 $R_B = 955.93\Omega$

$-V_B + V_{RB} + V_{BE} + V_{RE} = 0$
 $V_B = V_{RB} + V_{BE} + V_{RE}$
 $V_B = (R_B)(I_B) + V_{BE} + (R_E)(I_E)$
 $V_B = (R_B)\left(\frac{I_C}{\beta}\right) + V_{BE} + (R_E)(I_C \alpha)$
 $V_B - V_{BE} = I_C \left(\frac{R_B}{\beta} + R_E \alpha \right)$

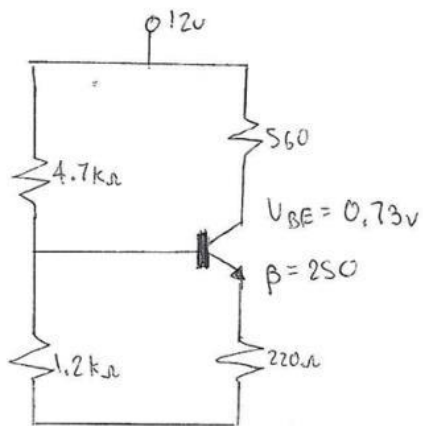
$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{7.59mA}{150} = 0.05mA$
 $I_E = I_C \alpha = (7.59mA)(1.006) = 7.63mA$

$I_C = \frac{V_B - V_{BE}}{\frac{R_B}{\beta} + R_E \alpha}$
 $I_C = \frac{(2.44V) - (0.71V)}{\left(\frac{955.93\Omega}{150}\right) + (220\Omega)(1.006)}$
 $I_C = 7.59mA$

$V_{CC} = V_{RC} + V_{CE} + V_{RE}$
 $V_{CC} = (R_C)(I_C) + V_{CE} + (R_E)(I_E)$
 $V_{CC} = (R_C)(I_C) + V_{CE} + (R_E)(I_C \alpha)$
 $V_{CE} = V_{CC} - (R_C)(I_C) - (R_E)(I_C \alpha)$
 $V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + (R_E)(\alpha))$
 $V_{CE} = 12V - (7.59mA)(560\Omega + (220\Omega)(1.006)) = 6.069V$

$V_C = V_{CC} - (R_C)(I_C) = 12V - (560\Omega)(7.59mA) = 7.74V$

Cálculos BC547



$$V_B = 2.44V$$

$$R_B = 955.93\Omega$$

$$\alpha = \frac{\beta + 1}{\beta} = 1.004$$

$$I_C = \frac{V_B - V_{BE}}{\frac{R_B}{\beta} + R_E \alpha} = \frac{(2.44V) - (0.71V)}{\frac{955.95}{250} + (220)(1.004)} = 7.69mA$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{7.69mA}{250} = 0.03mA$$

$$I_E = I_C \alpha = (7.69mA)(1.004) = 7.72mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C)(R_C + (R_E \alpha)) = 12V - (7.69mA)(560\Omega + (220\Omega)(1.004))$$

$$V_{CE} = 5.99V$$

$$V_C = V_{CC} - (R_C)(I_C) = 12V - (560\Omega)(7.69mA) = 7.69V$$

VII. Análisis simulado

2N2222

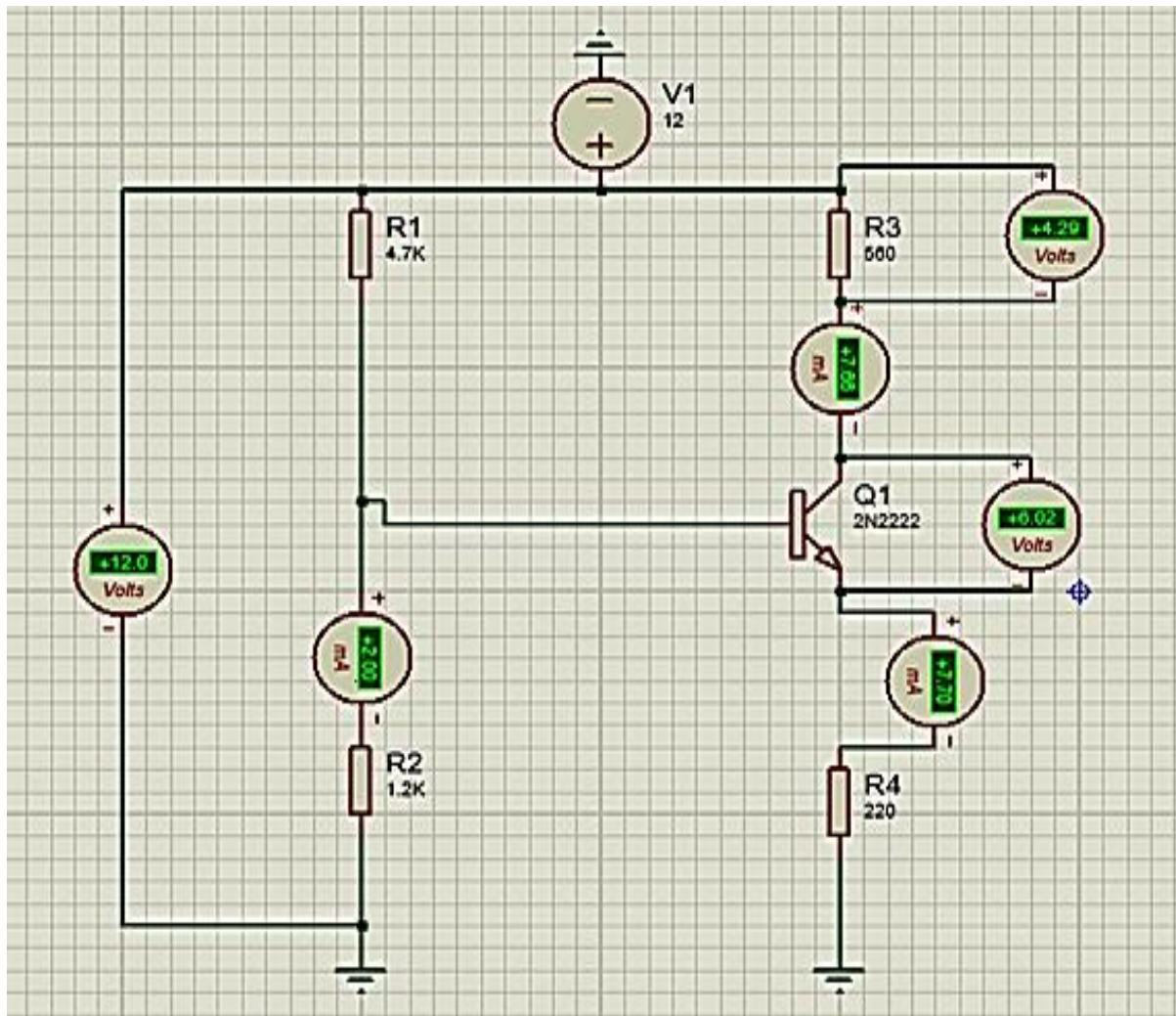
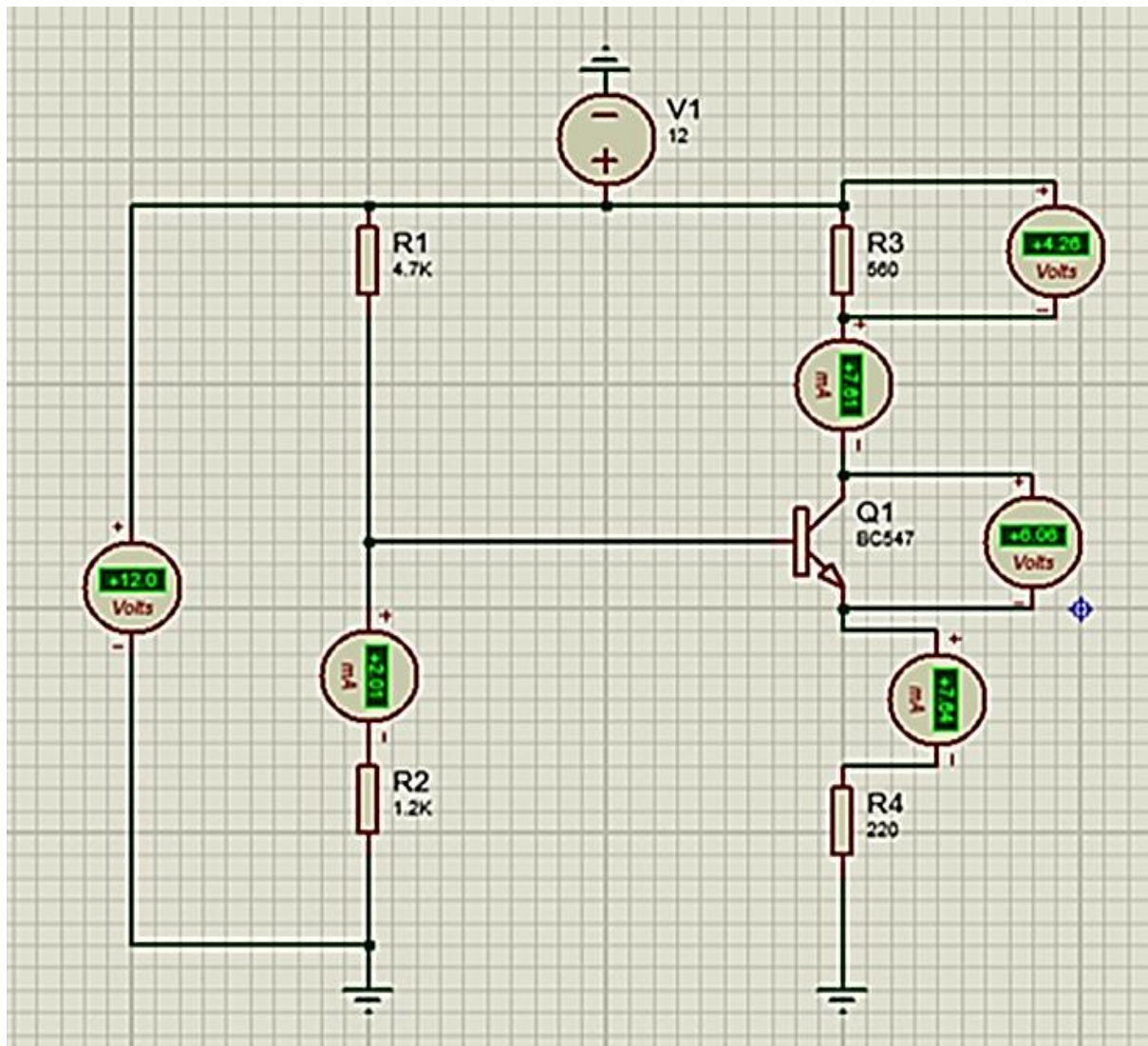


Ilustración 18 Circuito por Divisor de Voltaje con 2N2222

BC547C



Análisis del transistor en corte y saturación.

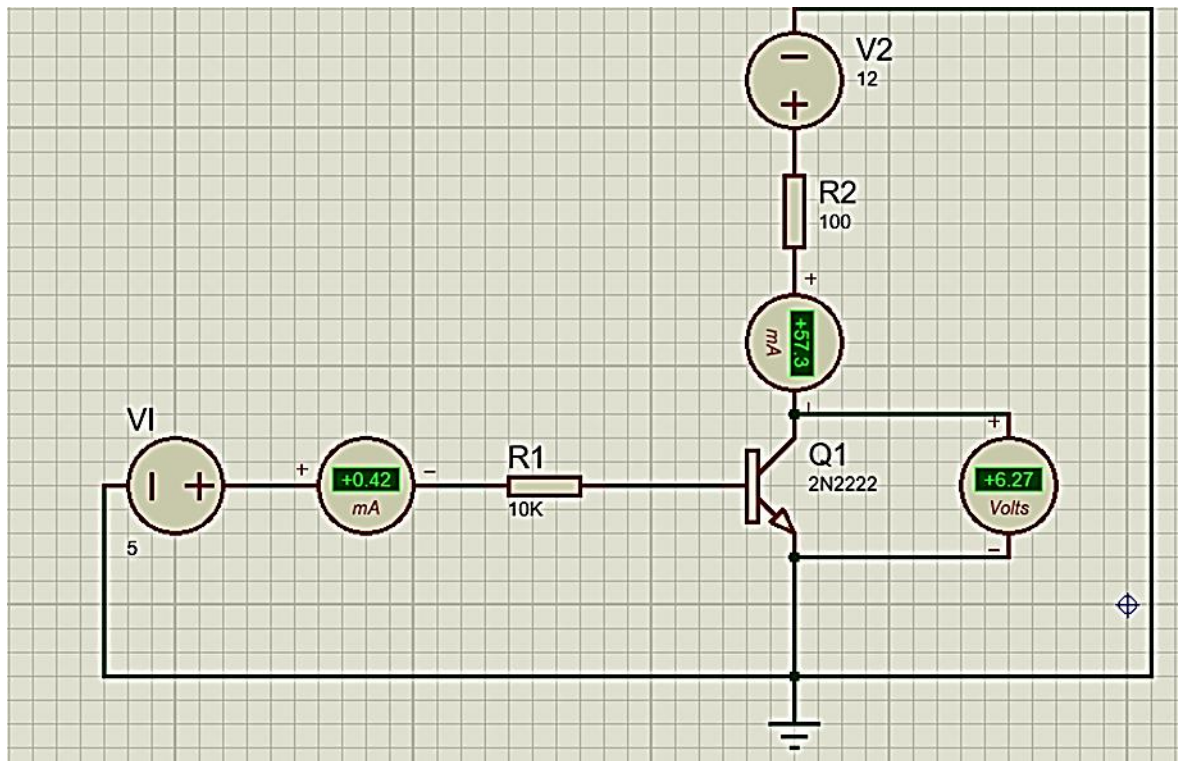


Ilustración 19 Análisis del transistor en corte y saturación con 5V

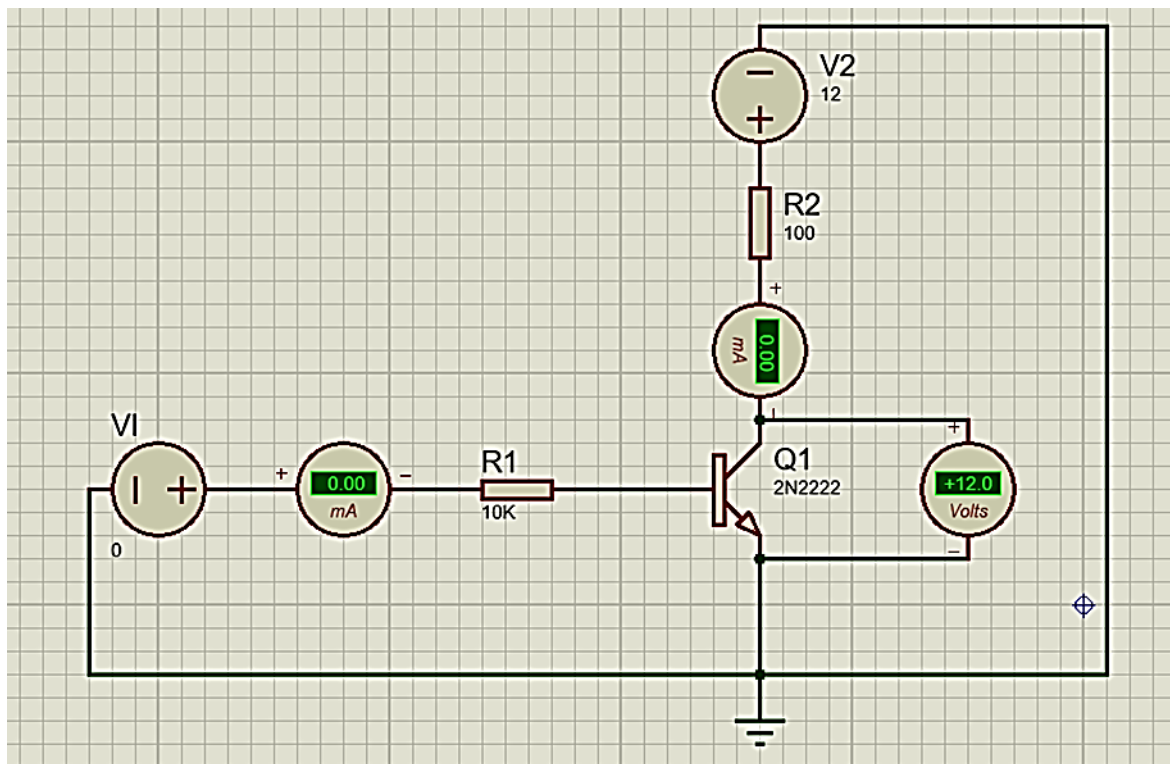


Ilustración 20 Análisis del transistor en corte y saturación. 0V

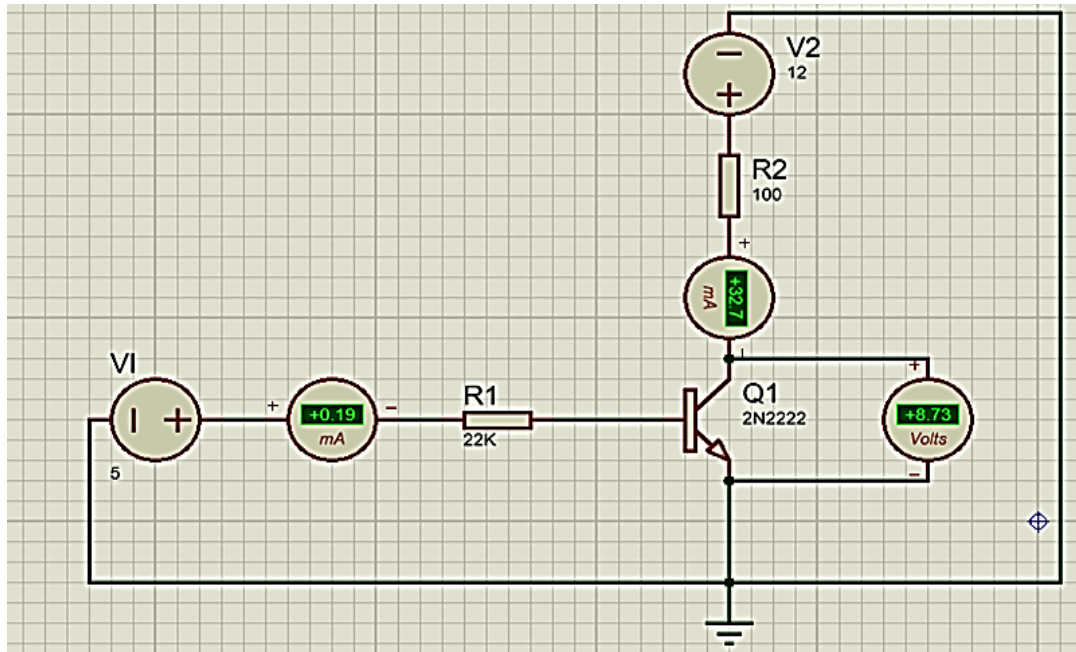


Ilustración 21 Análisis del transistor en corte y saturación parte 2 con 5V

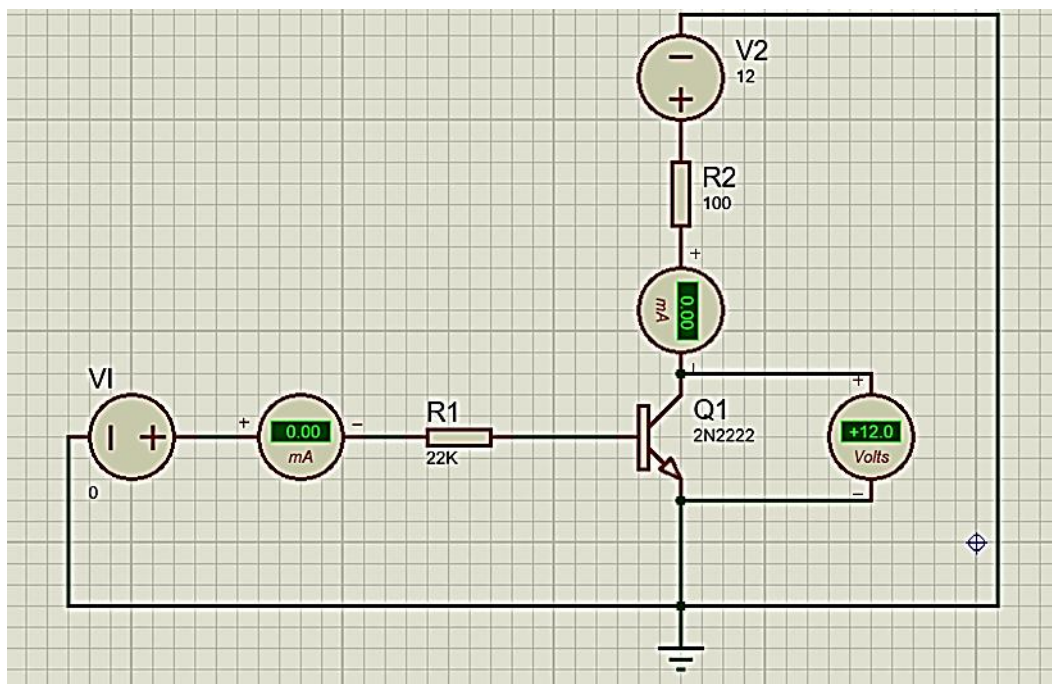


Ilustración 22 Análisis del transistor en corte y saturación parte 2 0V

Circuitos Prácticos

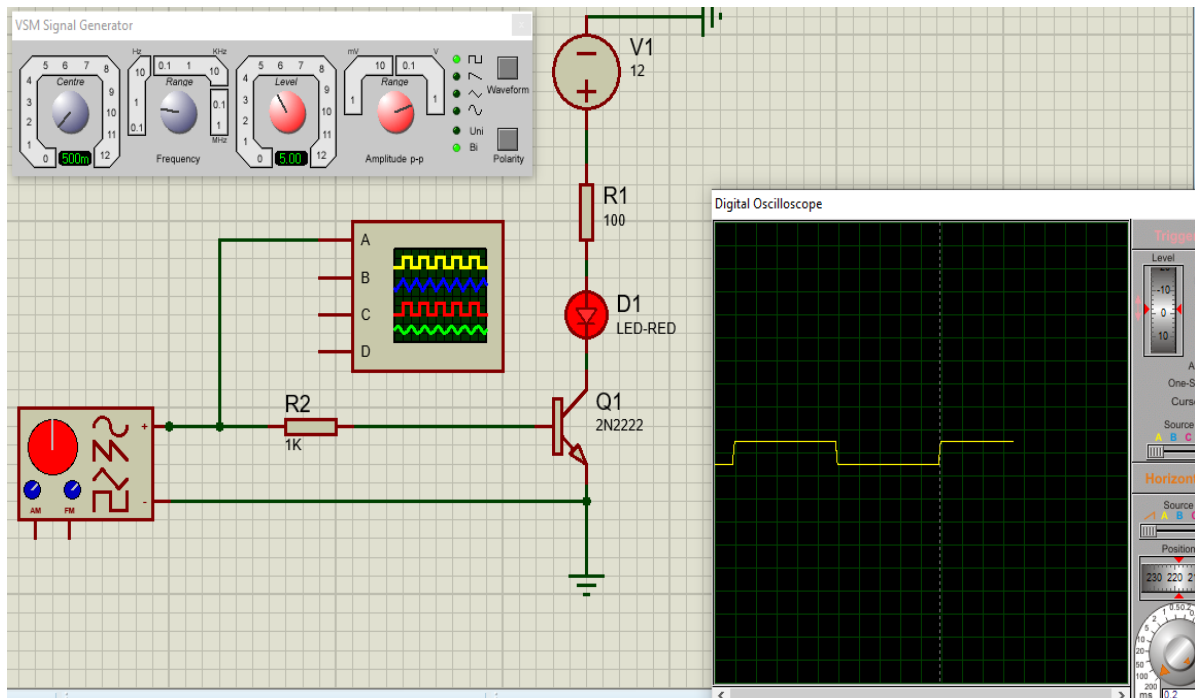


Ilustración 23 Circuitos Prácticos con LED

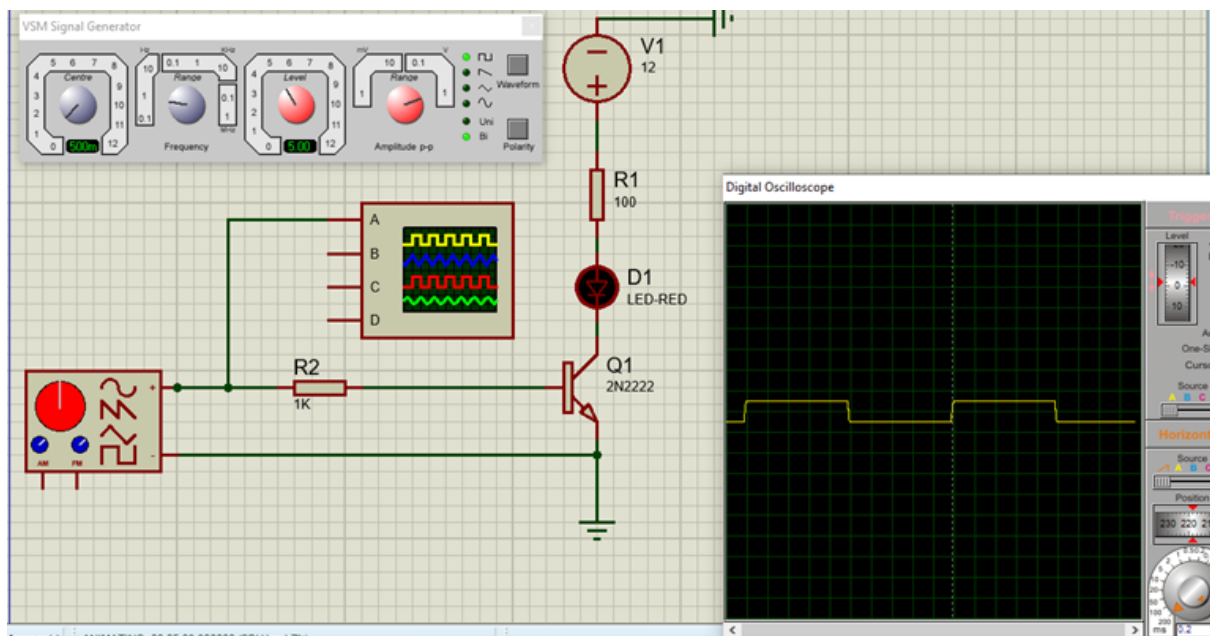


Ilustración 24 Circuitos Prácticos con LED

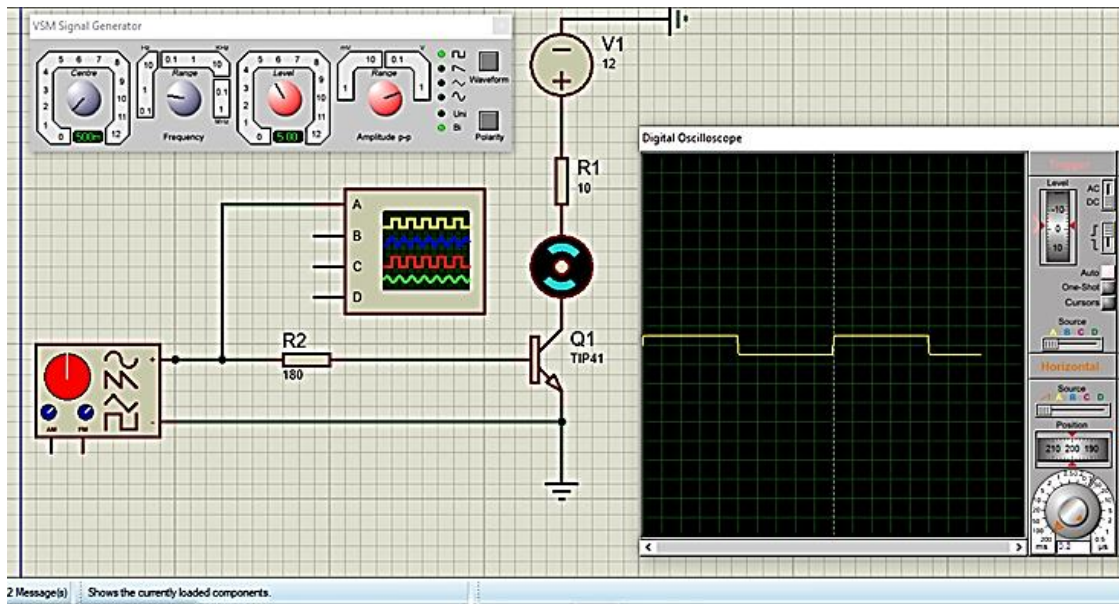


Ilustración 25 Circuitos Prácticos con motor

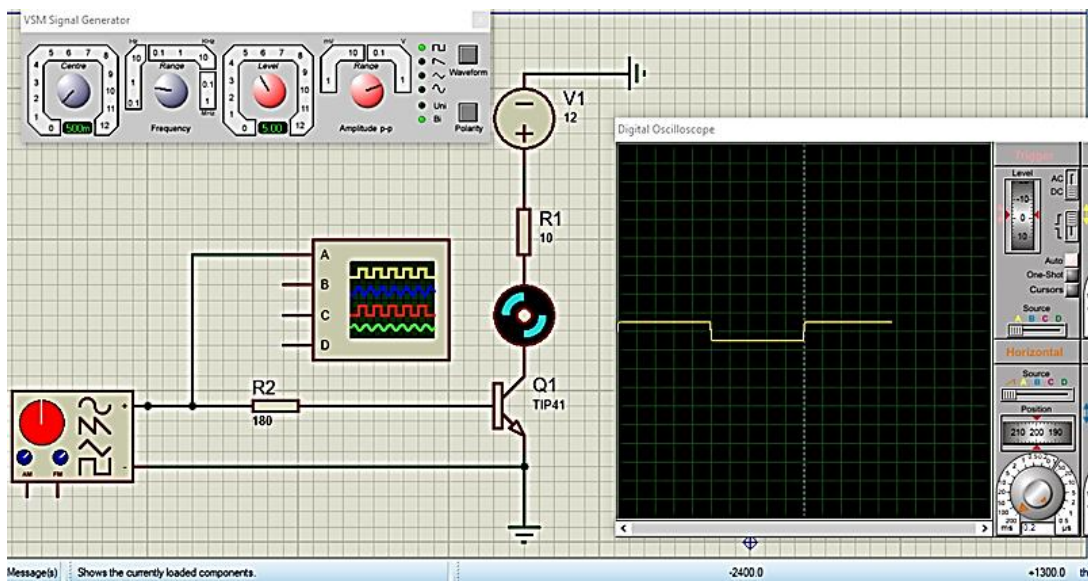


Ilustración 26 Circuitos Prácticos con motor

VIII. Comparación de los resultados teóricos, prácticos y simulados.

Analizar todos los valores y dar una explicación de las variaciones o diferencias que existan en el valor obtenido tanto en lo teórico, simulado y práctico.

	2N2222			BC547C		
	TEÓRICOS	SIMULADO	PRÁCTICOS	TEORICO	SIMULADO	PRÁCTICOS
V_B	12V	12 V	2.38V	12V	12 V	2.43V
V_C	4.27V	4.29 V	7.74V	4.36V	4.26 V	7.68V
V_{CE}	6.03V	6.02 V	6.03V	5.91V	6.06 V	5.91V
I_B	51uA	50uA	0.05mA	18.59uA	18.6uA	0.03mA
I_C	7.63mA	7.66 mA	7.63mA	7.8mA	7.61 mA	7.8mA
I_E	7.68mA	7.70 mA	7.68mA	7.81mA	7.64 mA	7.81mA

Ilustración 27 Circuito por Divisor de Voltaje

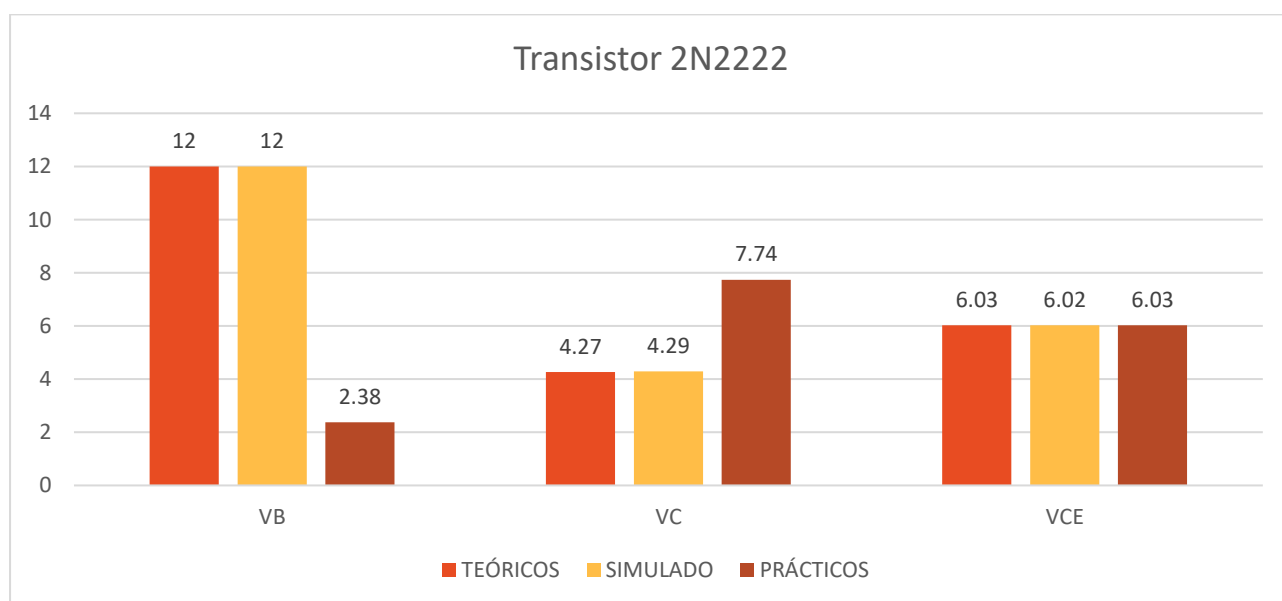


Ilustración 28 Transistor 2N2222

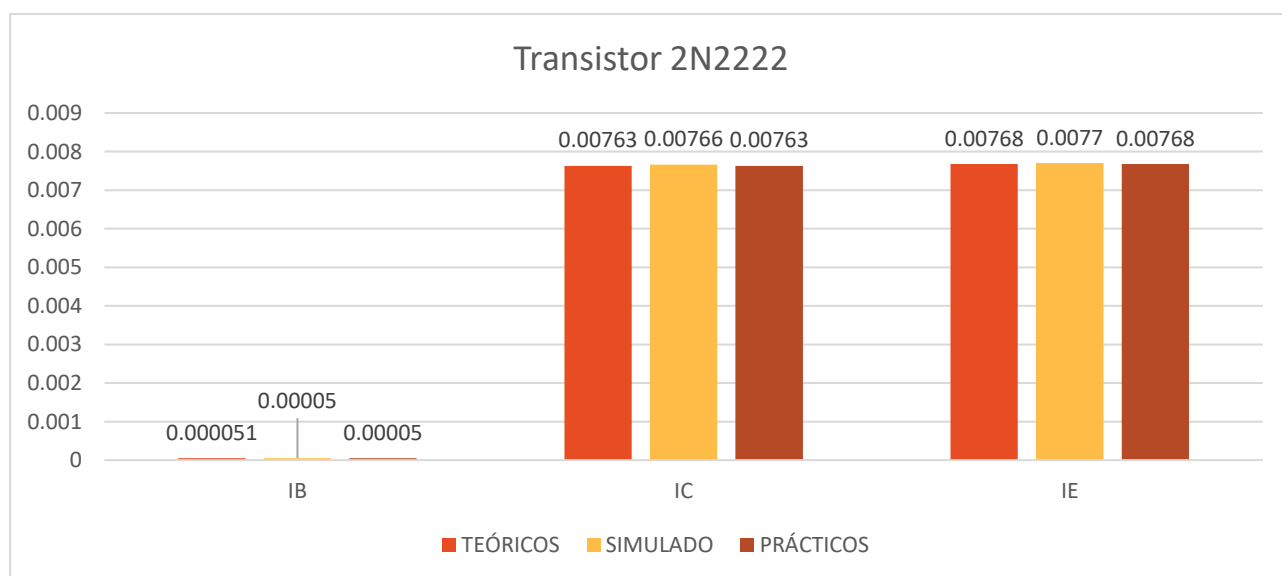


Ilustración 29 Transistor 2N2222

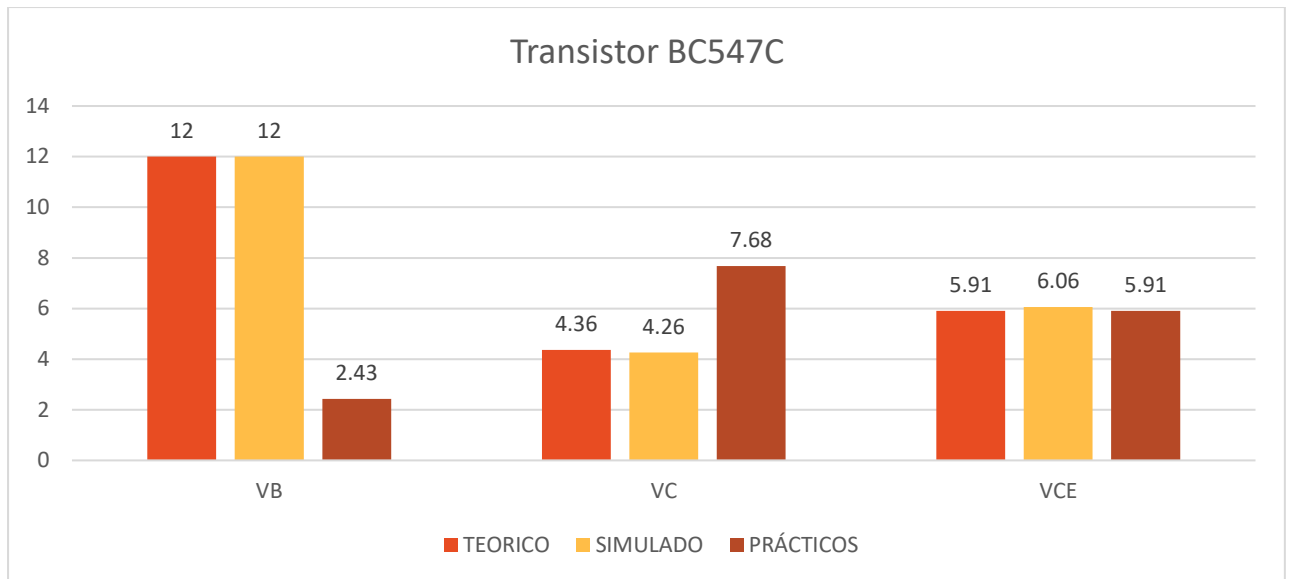


Ilustración 30 Transistor BC547C

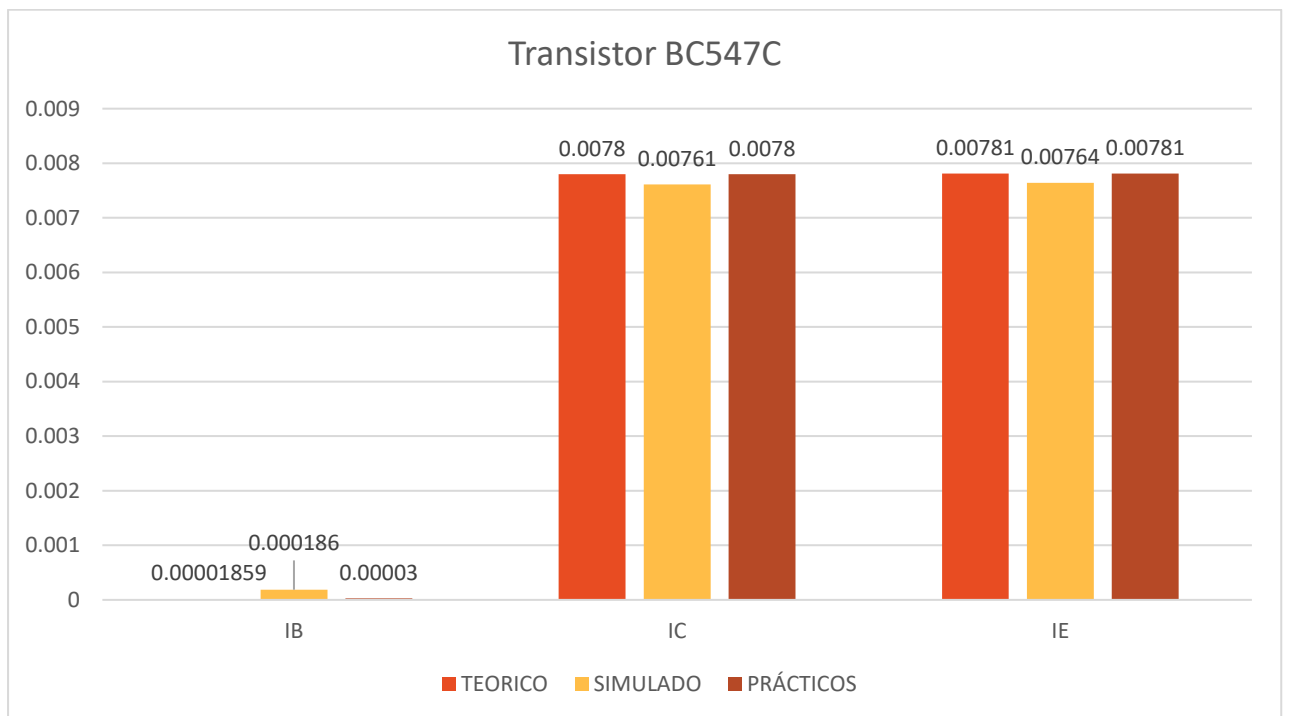


Ilustración 31 Transistor BC547C

Voltaje de entrada (Vi)	5 V			0 V		
	TEÓRICOS	SIMULADO	PRÁCTICOS	TEÓRICOS	SIMULADO	PRÁCTICOS
V _{CE}	0	6.27V	6.26V	12V	12 V	11.59V
I _B	1.6mA	0.42mA	1.6mA	0	0	0A
I _C	120mA	57.3 mA	57.1mA	0	0	120uA

Tabla 9 Análisis del transistor en corte y saturación.

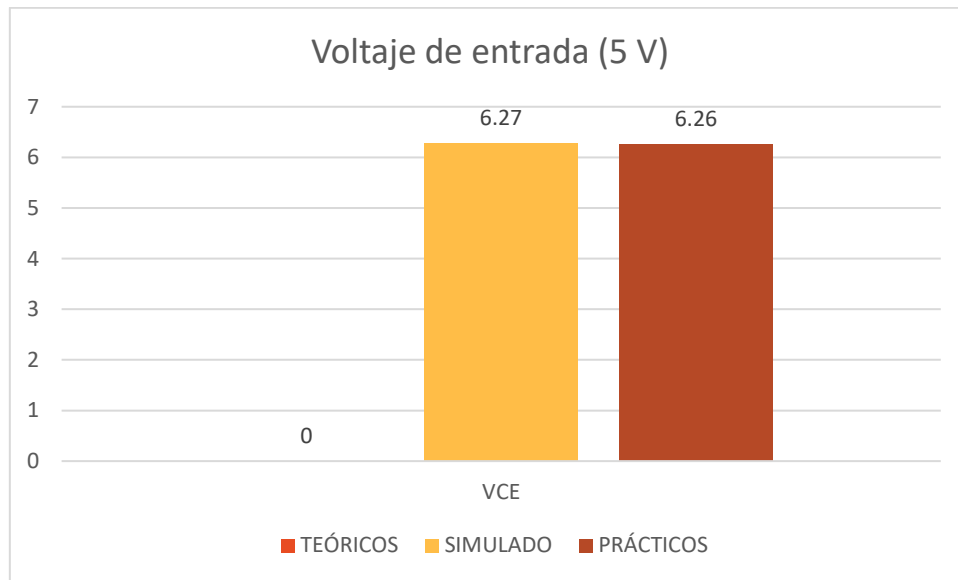


Ilustración 32 Voltaje de entrada (5 V)

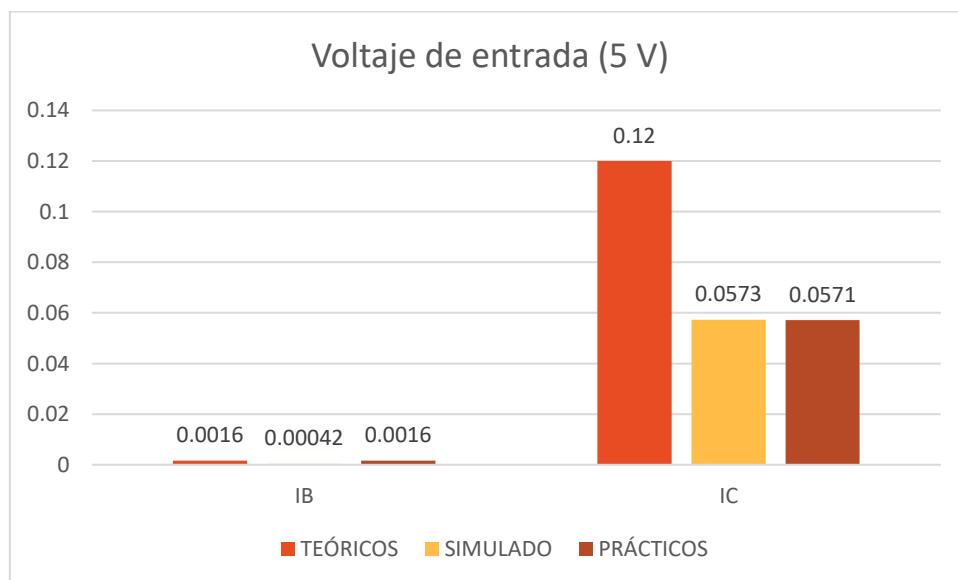


Ilustración 33 Voltaje de entrada (5 V)

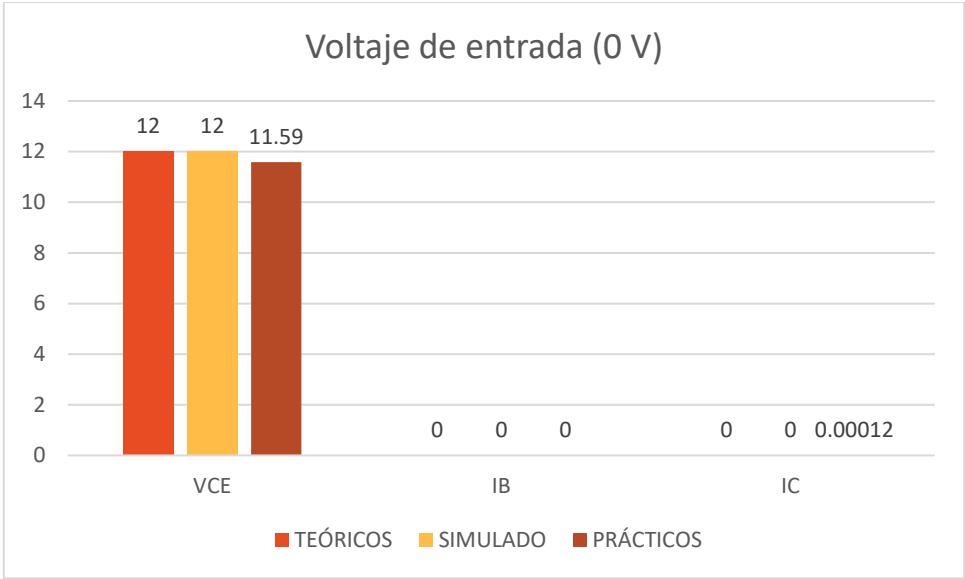


Ilustración 34 Voltaje de entrada (0 V)

Voltaje de entrada (Vi)	5 V			0 V		
	TEÓRICOS	SIMULADO	PRÁCTICOS	V.T.	SIMULADO	PRÁCTICOS
VCE	0V	8.73V	6.27V	12V	12 V	11.02V
IB	0.39mA	0.19 mA	0.09mA	0	0	0.01mA
Ic	29.25mA	32.7mA	50.25mA	0	0	120nA

Tabla 10 Análisis del transistor en corte y saturación.

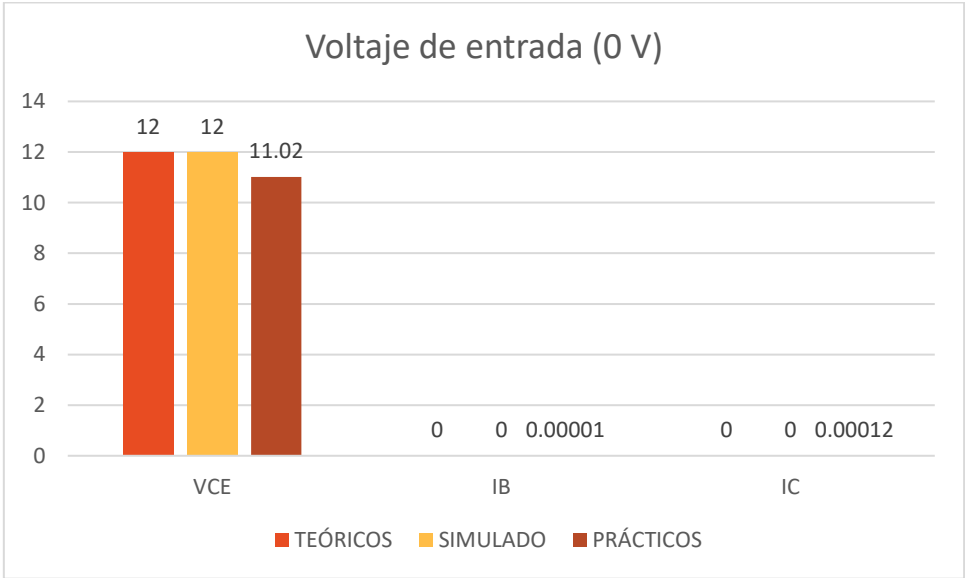


Ilustración 35 Voltaje de entrada (0 V)

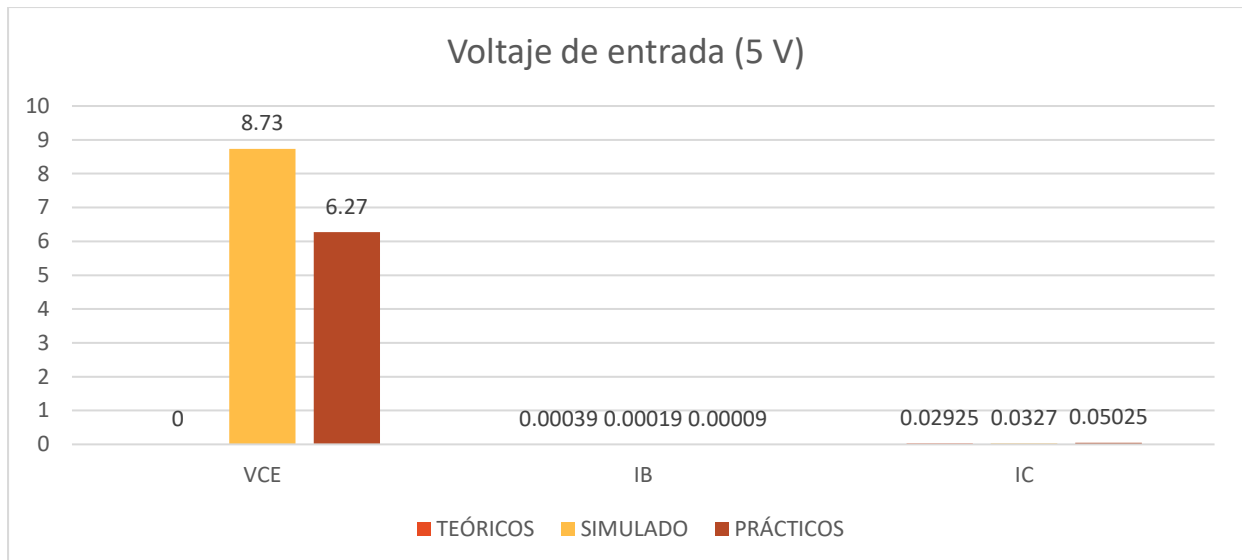


Ilustración 36 Voltaje de entrada (5 V)

IX. Cuestionario

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

R= Para que las tensiones y corrientes toman un valor fijo y se determinen sus puntos de reposo y trabajo en el circuito.

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

R= Representa la ganancia de la corriente de colector con respecto a la corriente de base.

3. ¿Qué nos representa la α (alfa) del transistor?

R=Es la ganancia del transistor en corriente continua y configuración de base común.

4. Menciona qué es el punto de operación del transistor

R= Es el punto sobre la curva característica de un transistor que representa un determinado caudal tanto de voltaje, como de corriente.

5. ¿Qué es la zona de saturación de un transistor bipolar?

R=Cuando la corriente en la base es muy alta; en ese caso se permite la circulación de corriente entre el colector y el emisor y el transistor se comporta como si fuera un interruptor cerrado.

6. ¿Qué es la zona de corte de un transistor bipolar?

R= Es cuando las corrientes de base y colector son iguales a cero, lo que provoca que el transistor actúe como un interruptor abierto.

7. ¿Qué diferencia existe entre el transistor 2N2222 y el TIP41?

R=El primero es un transistor bipolar para bajas potencia que puede ser usado para amplificación y conmutación de pequeñas corrientes a pequeñas tensiones y el otro es un transistor de potencia para bajas frecuencias, representa una tensión máxima entre colector y emisor.

8. Menciona 3 aplicaciones de circuitos en conmutación

- a) Con una señal cuadrada de entrada, invierte dicha señal a la salida;
- b) Como temporizador cíclico si se le coloca un relay en la salida,
- c) Un interruptor electrónico que se abre o se cierra dependiendo del valor de la corriente

X. Conclusiones

García Quiroz Gustavo Ivan

En esta práctica de laboratorio, hemos tenido la oportunidad de explorar el funcionamiento y las características de tres transistores bipolares ampliamente utilizados: el 2N2222, el BC547C y el BC557C. A través de experimentos y mediciones detalladas, hemos adquirido un conocimiento práctico y profundo de estos componentes electrónicos y su comportamiento en diferentes configuraciones.

Uno de los aspectos destacados de esta práctica fue la comprensión de la importancia de los transistores bipolares en la electrónica moderna. Estos dispositivos se encuentran en una amplia gama de aplicaciones, desde amplificadores de audio hasta circuitos lógicos, gracias a su disponibilidad, bajo costo y versatilidad. A medida que realizamos los experimentos, pudimos observar cómo los transistores responden a diferentes voltajes, corrientes y configuraciones de conexión.

Al explorar los diferentes modos de operación, como el modo activo, el modo saturado y el modo de corte, pudimos comprender cómo los transistores amplifican las señales y controlan el flujo de corriente. Además, aprendimos sobre las características clave de los transistores, como su ganancia de corriente, su capacidad de manejar potencia y su frecuencia de transición.

En resumen, esta práctica de laboratorio nos ha brindado una valiosa experiencia práctica en el mundo de los transistores bipolares. Ahora estamos equipados con conocimientos esenciales para diseñar y construir circuitos electrónicos más complejos, aprovechando al máximo las capacidades de estos componentes fundamentales.

Ramírez Juárez Arturo Yamil

El transistor bipolar es uno de los dispositivos más importantes en la electrónica moderna. Desde su invención en 1947 por William Shockley, John Bardeen y Walter Brattain, se han utilizado en una amplia gama de aplicaciones, desde la electrónica de consumo hasta la aeroespacial y la medicina.

Los transistores bipolares se utilizan principalmente como amplificadores e interruptores. Como amplificador, el transistor bipolar puede aumentar la señal de entrada, lo que lo convierte en una herramienta esencial en la electrónica de audio y de radio. En su función de interruptor, el transistor bipolar puede controlar el flujo de corriente eléctrica, lo que lo hace ideal para aplicaciones de control de energía y automatización.

También ha tenido un impacto significativo en la miniaturización de los circuitos electrónicos. Los transistores bipolares son mucho más pequeños que los dispositivos de vacío que se usaban anteriormente, lo que ha permitido la fabricación de circuitos integrados y microprocesadores que han revolucionado la industria de la computación y la tecnología de la información.

Además, los transistores bipolares son relativamente económicos y fáciles de fabricar, lo que los convierte en una herramienta valiosa para la industria electrónica en general. Los

transistores bipolares se fabrican en grandes cantidades y se utilizan en una amplia variedad de productos, desde teléfonos inteligentes hasta sistemas de seguridad para el hogar.

El desarrollo continuo del transistor bipolar ha permitido su uso en nuevas áreas, como la medicina y la aeroespacial. En la medicina, los transistores bipolares se utilizan en equipos de monitoreo de salud y en tecnologías de imagen avanzadas. En la industria aeroespacial, los transistores bipolares se utilizan en sistemas de comunicaciones, navegación y control de vuelo.

Santiago Gama Jorge Fabrizio

En esta práctica hemos explorado el funcionamiento y las características de los transistores bipolares, utilizando los modelos 2N2222, BC547C, BC557C y TIP41. Hemos aprendido cómo estos dispositivos pueden actuar como amplificadores, interruptores y osciladores, y hemos visto cómo se pueden utilizar en circuitos prácticos.

Uno de los aspectos más importantes de esta práctica fue la comprensión de la polarización de los transistores, es decir, cómo se deben aplicar las tensiones de entrada para que el transistor funcione correctamente en su región activa. También aprendimos sobre las diferentes configuraciones de los transistores, como el amplificador de emisor común y el amplificador de colector común, y cómo se pueden utilizar en diferentes aplicaciones.

Además, exploramos las características específicas de cada modelo de transistor utilizado en la práctica. El 2N2222 es un transistor de uso general con una alta ganancia de corriente y una frecuencia de transición de 250 MHz, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de conmutación y amplificación de señales de audio y radiofrecuencia. El BC547C y BC557C son transistores NPN y PNP, respectivamente, de baja potencia y alta ganancia, y son comúnmente utilizados en aplicaciones de amplificación y conmutación de señales de baja frecuencia. Por último, el TIP41 es un transistor NPN de potencia con una capacidad de corriente de hasta 6 amperios, y es adecuado para aplicaciones de conmutación y amplificación de alta potencia.

Esta práctica nos permitió explorar en profundidad los transistores bipolares y sus aplicaciones en la electrónica analógica. Nos dio la oportunidad de aprender cómo funcionan estos dispositivos y cómo se pueden utilizar en circuitos prácticos para amplificar señales, conmutar cargas y generar oscilaciones. Además, aprendimos sobre las diferentes configuraciones de los transistores y las características específicas de los modelos utilizados en la práctica.

Por último, podemos resaltar que el transistor bipolar es un componente fundamental en la electrónica analógica, y su comprensión y aplicación son esenciales para cualquier diseñador de circuitos. La práctica realizada con los modelos 2N2222, BC547C, BC557C y TIP41 nos ha proporcionado una base sólida para seguir explorando y utilizando estos dispositivos en futuros proyectos y diseños.

XI. Bibliografía

- García-Arias, P. (2015). Transistores BJT. 30/04/2023, de ResearchGate Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/312467827_Transistores_BJT
- Anónimo. (s/f). Tema 6. Transistores. 30/04/2023, de Universidad Rey Juan Carlos Sitio web: https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/Tema6_IEE_Transistores_completo.pdf
- LeDuc, J. (2017). Conceptos básicos de transistores PNP y NPN. 28/11/2020, de Digi-Key Sitio web: <https://www.digikey.com.mx/es/articles/transistor-basics>
- Boylestad, Robert L.. (1991). Análisis Introductorio de circuitos. México: trillas.
- Pablo Andres Salinas Rojas. (2008). Manual de uso de programa de diseño de circuitos y simulación PROTEUS. 01/05/2023, de SENA Sitio web: <http://www.tecnica1lomas.com.ar/tutoriales/manual-proteus.pdf>
- Lawrence P. Huelzman. (1998). Teoría de Circuitos. México: Prentice Hall.
- Sanchis, E.. (2008). El Transistor Bipolar. 01/05/2023, de Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Sitio web: https://www.uv.es/~esanchis/cef/pdf/Temas/A_T2.pdf