



Instituto Politecnico Nacional

Escuela Superior de Cómputo



Práctica No. 4

Transistor Bipolar

Electrónica Analógica

Grupo: 2CV13

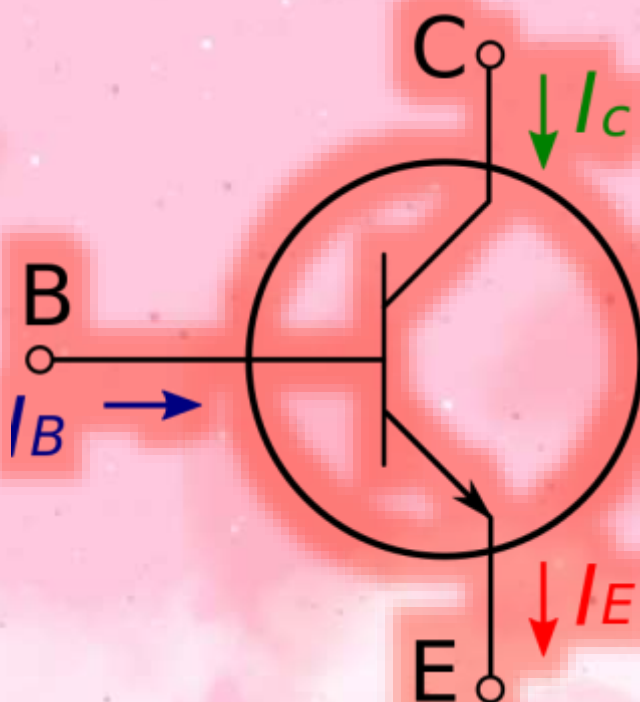
Integrantes:

⇒ **Bocanegra Heziquio Yestlanezi**

⇒ **Martínez Cruz José Antonio**

Profesor

Ismael Cervantes de Anda



Contenido

Introduction.....	3
Transistor bipolar	3
DONDE SE UTILIZAN LOS TRANSISTORES BJT.....	3
ESTRUCTURA DE LOS TRANSISTORES BJT	3
PARAMETROS PRINCIPALES DE LOS TRANSISTORES BJT.....	4
COMO FUNCIONAN LOS TRANSISTORES BJT	5
CONFIGURACIÓN EN BASE COMÚN.....	5
CONFIGURACIÓN EN COLECTOR COMÚN.....	5
CONFIGURACIÓN EN EMISOR COMÚN	6
TRANSISTOR BJT 2N2222 NPN	6
TRANSISTOR BJT BC547C NPN 45V	7
TRANSISTOR BJT TIP41C NPN 100V.....	7
Objetivo.....	8
Desarrollo experimental.....	9
Análisis Téorico.....	12
Análisis simulado	17
Cuestionario	21
Conclusiones	22
Bocanegra Heziquio Yestlanezi	22
Martínez Cruz José Antonio	22
Bibliografía	23
Imagen 1 Transistor tipo PNP.....	4
Imagen 2 Transistor tipo NPN	4
Imagen 3 Transistor 2N2222	6
Imagen 4 Transistor BC547 C	7
Imagen 5 Transistor TIP41C NPN	7
Simulación 1 Circuito por Divisor de Voltaje 2N222	17
Simulación 2 Circuito por Divisor de Voltaje BC547C.....	18
Simulación 3 Transistor en corte y saturacion	18
Simulación 4 Transistor en corte y saturación 2	19
Simulación 5 Circuito practico (Diodo LED).....	19
Simulación 6 Circuito practico (Motor)	20

PRÁCTICA No. 4

Transistor Bipolar

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.

Material

- | | | | |
|---|---|---|--------------------------------|
| 1 | Tablilla de experimentación (Proto Board) | 4 | Resistencias 560 Ω |
| 4 | Cables de 1.5 m Banana-Caimán | 4 | Resistencias de 1 k Ω |
| 3 | Transistores 2N2222 | 2 | Resistencias de 1.2 k Ω |
| 2 | Transistores BC547C | 2 | Resistencias de 4.7 k Ω |
| 2 | Transistores BC557C | 2 | Resistencia de 10 k Ω |
| 2 | Transistores TIP41 | 2 | Resistencia de 22 k Ω |
| 2 | Resistencia de 10 Ω a 10 W | 2 | LED Rojo |
| 4 | Resistencia de 100 Ω | 1 | Motor de CD a 12v |
| 2 | Resistencia de 180 Ω | | |
| 2 | Resistencia de 220 Ω | | |

Equipo

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

Introduction

Transistor bipolar

Los transistores de unión bipolar BJT por sus siglas en inglés (Bipolar Junction Transistor), son dispositivos semiconductores de estado sólido que permiten controlar el paso de corriente o disminuir voltaje a través de sus terminales [1].

Ya que Existen dos tipos transistores: el NPN y el PNP, y la dirección del flujo de la corriente en cada caso, lo indica la flecha que se ve en el gráfico de cada tipo de transistor. El transistor es un dispositivo de 3 patillas con los siguientes nombres: base (B), colector (C) y emisor (E), coincidiendo siempre, el emisor, con la patilla que tiene la flecha en el gráfico de transistor [1].

DONDE SE UTILIZAN LOS TRANSISTORES BJT

Los transistores BJT tienen muchas aplicaciones en el campo de la electrónica, pero comúnmente son utilizados como interruptores electrónicos, amplificadores de señales o como conmutadores de baja potencia. Como ejemplo se usan para controlar motores, accionar reveladores y producir sonidos en bocinas. Estos transistores son muy comunes y de uso general los cuales pueden encontrarse en cualquiera de los aparatos de uso cotidiano como en radios, alarmas, automóviles, ordenadores, etc [1].

ESTRUCTURA DE LOS TRANSISTORES BJT

Los transistores BJT están formados por dos uniones de tipo “P y N” o bien de dos diodos semiconductores.

Existen dos tipos transistores BJT, el de tipo NPN y el PNP. Las letras hacen referencia a las capas de material semiconductor que están contruidos.

1-Transistor tipo NPN: Esta formado por dos capas de material tipo “N” y separadas por una capa tipo “P”.

2-Transistor tipo PNP: Esta formada por dos capas de material tipo “P” y separadas por una capa tipo “N”.

Estos transistores cuentan con tres terminales, emisor, base y colector. La zona central se denomina base, y las laterales emisor y colector. Estos pines se representan por la inicial del nombre de la zona respectiva: E (emisor), B (base) y C (colector).

– La zona de E (emisor), es la más fuertemente dopada, es la zona en cargada de “emitir” o inyectar portadores mayoritarios hacia la base.

-La B (base), tiene un nivel de dopado netamente inferior al de la zona de emisor. Se trata de una zona con un espesor muy inferior al de las capas exteriores. Su misión es la de dejar pasar la mayor parte posible de portadores inyectados por el emisor hacia el colector [1].

-La zona de C (colector), es encargada de recoger o “colectar” los portadores inyectados que han sido capaces de atravesar la base por parte del emisor. Es la zona con un nivel de dopado inferior de las tres [1].

Para diferenciar los pines y el tipo de transistor NPN o PNP, debes identificar la terminal del emisor, ya que esta tiene una flecha que cambia de dirección. En las imágenes 1 y 2 podrás observar el esquemático del transistor tipo NPN – PNP y te darás cuenta que lo único que lo diferencia es la orientación de la flecha [1].

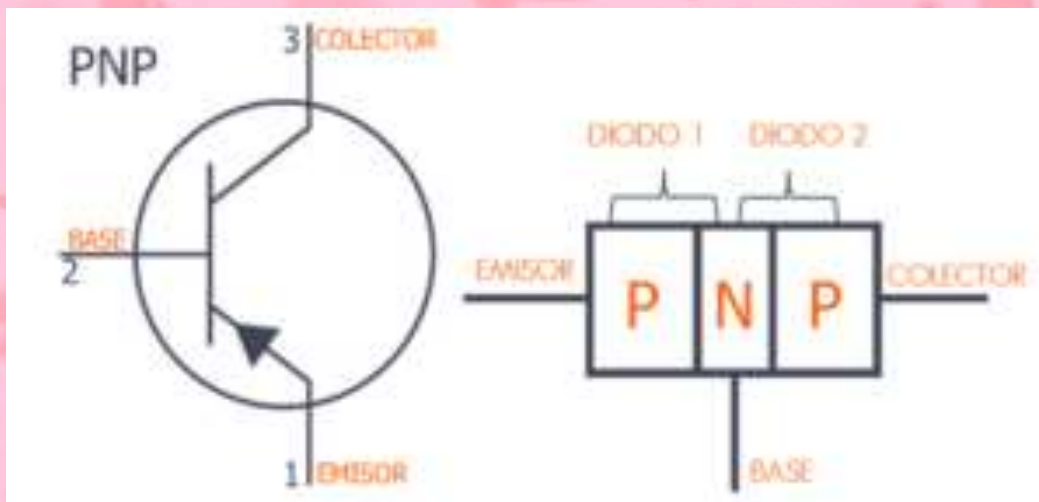


Imagen 1 Transistor tipo PNP

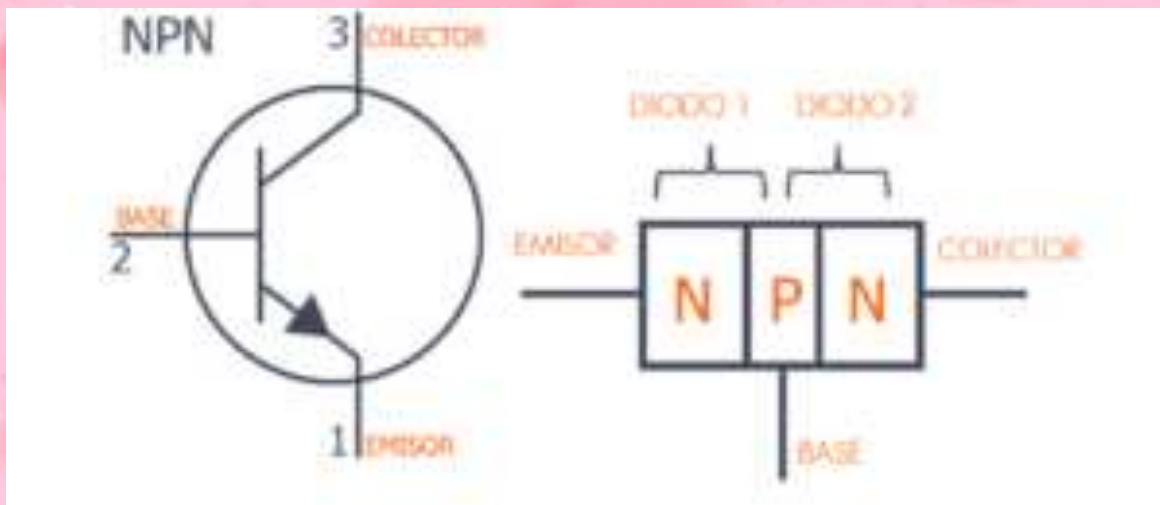


Imagen 2 Transistor tipo NPN

PARAMETROS PRINCIPALES DE LOS TRANSISTORES BJT

POL: Polaridad PNP- NPN (POLARITY) – Es la condición de voltaje y de corriente que se establece en un transistor para fijar un punto de operación (Q), para mantener el transistor en la región activa directa [2].

VCE: Voltaje Colector Emisor (VOLTAGE COLLECTOR EMITTER) [2].

IC: Corriente de colector, medida en amperios (COLLECTOR CURRENT) [2].

PD: Potencia de disipación, medidas en watts (POWER DISIPATION) [2].

FT: Frecuencia de trabajo, medida en kilohertz (FREQUENCY) [2].

HFE: Ganancia de corriente (CURRENT GAIN O BETA) – Este parámetro de modelo Híbrido “H” de corriente alterna, el cual se usa para el diseño de circuitos con transistores, “F” proviene de los términos (FORWARD CURRENT) amplificación con polarización directa y “E” de (COMMON EMITTER) configuración de emisor común [2].

REGIÓN DE SATURACIÓN: Las uniones colector-base y base emisor están polarizadas directamente, el voltaje colector-emisor es pequeño y la corriente es muy grande [2].

REGIÓN DE CORTE: En esta región la corriente de colector es cero o casi cero para cualquier valor de voltaje colector-emisor, las uniones colector-base y base emisor están inversamente polarizadas [2].

REGIÓN ACTIVA DIRECTA: En esta región la unión de colector-base esta polarizada en inversa y la unión base-emisor esta polarizada en directa. Esta región nos permite utilizar al transistor como amplificador de voltaje, de corriente o de potencia [2].

COMO FUNCIONAN LOS TRANSISTORES BJT

Los transistores BJT pueden funcionar en 2 formas, como interruptor electrónico y como amplificador con ganancia variable [2].

CONFIGURACIÓN EN BASE COMÚN

La terminología en base común se deriva del hecho de que la base es común tanto para la entrada como para la salida de la configuración. Además, la base por lo general es la terminal más cercana a, o en, un potencial de tierra [2].

CONFIGURACIÓN EN COLECTOR COMÚN

La configuración en colector común se utiliza sobre todo para igualar impedancias, puesto que tiene una alta impedancia de entrada y una baja impedancia de salida, lo contrario de las configuraciones en base común y en emisor común [3]

CONFIGURACIÓN EN EMISOR COMÚN

Se llama configuración en emisor común porque el emisor es común o sirve de referencia para las terminales de entrada y salida (en este caso es común para las terminales base y colector). De nueva cuenta se requieren dos conjuntos de características para describir plenamente el comportamiento de la configuración en emisor común: uno para el circuito de entrada o de base-emisor y uno para el circuito de salida o de colector-emisor [3].

TRANSISTOR BJT 2N2222 NPN DE 30V

El transistor BJT 2N2222 es un dispositivo electrónico de tipo NPN con encapsulado TO-92 de plástico con tres terminales (pines). Este transistor es de baja potencia, capaz de disipar hasta 625mW, puede controlar dispositivos que consuman hasta 600mA o que requieran tensiones de hasta 40Vdc, siempre y cuando no se sobrepase su potencia de disipación máxima [3].

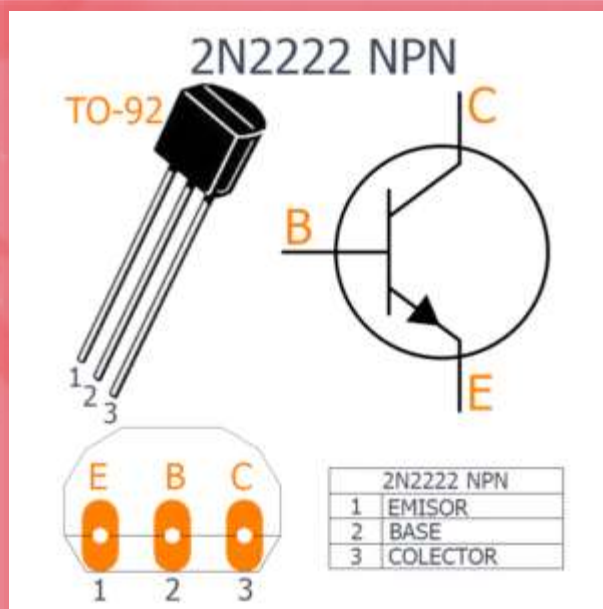


Imagen 3 Transistor 2N2222

TRANSISTOR BJT BC547C NPN 45V

El transistor BJT BC547C es un dispositivo electrónico de tipo NPN con encapsulado TO-92 de plástico con tres terminales (pines). Diseñado para aplicaciones lineales y conmutación de media potencia, destinado para propósito general capaz de disipar hasta 625mW, puede controlar dispositivos que consuman hasta 100mA o que requieran tensiones de hasta 45Vdc con una ganancia hasta de 300 MHz. Comúnmente es utilizado para en aplicaciones de Protección ESD, Protección de inversión de polaridad, Protección inductiva de cargo, Protección inductiva de carga y para lógica de dirección [3].

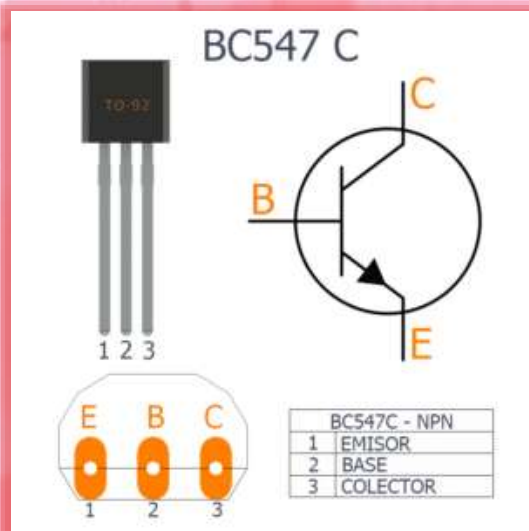


Imagen 4 Transistor BC547 C

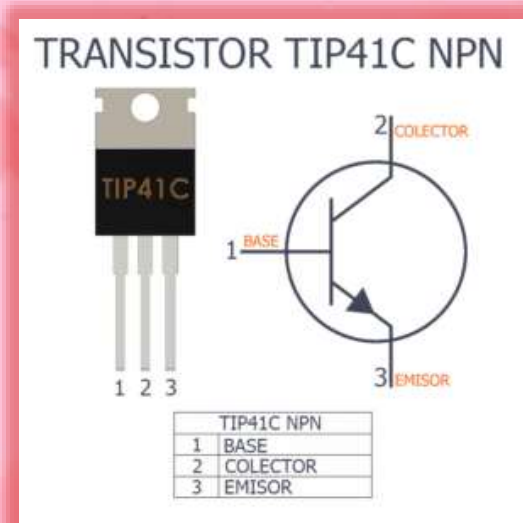


Imagen 5 Transistor TIP41C NPN

TRANSISTOR BJT TIP41C NPN 100V

El transistor BJT TIP41C es un dispositivo electrónico de tipo NPN con encapsulado TO-220-3 de plástico con tres terminales (pines). Diseñado para aplicaciones de conmutación y amplificación de potencia de uso general capaz de disipar hasta 65 W, puede controlar dispositivos que consuman hasta 6 A o que requieran tensiones de hasta 100Vdc con una ganancia hasta de 3 MHz. Comúnmente es utilizado en aplicaciones de potencia y manejar bajas frecuencias [3].

Objetivo

Mediante lo aprendido en clases, debemos poder identificar las terminales de un transistor, así como tener presente a que nos referimos con el termino de transistor BJT, analizaremos la polarización de el en sus diferentes composiciones, como lo son un transistor en conmutación, así como también debemos ser capaces de analizar sus puntos de corte y saturación de un transistor bipolar, implementar las aplicaciones y realizar las simulaciones para cada uno de los circuitos.

Desarrollo experimental

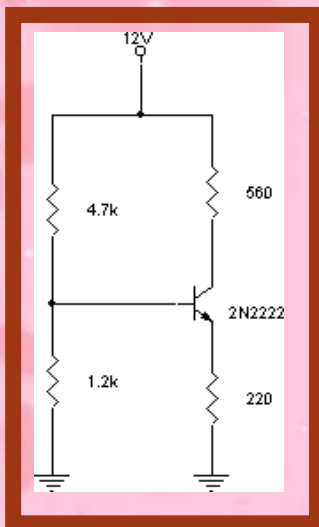
Valor de la Beta de los transistores

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

	2N2222	BC547C	BC557C
□	273	523	512

Circuito por Divisor de Voltaje

Arme el siguiente circuito



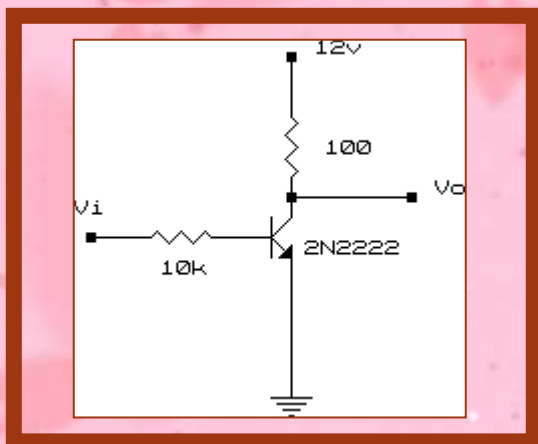
Medir los voltajes y corrientes siguientes del circuito, posteriormente cambie el transistor 2N2222 por el BC547C y vuelva a medir los voltajes y corrientes del circuito.

	2N2222	BC547C
VB	2.397V	2.431V
VC	7.637V	7.508V
VCE	5.912V	5.741V
IB	45.911μA	9.712μA
IC	7.792mA	8.021mA
IE	7.838mA	8.031mA

Análisis del transistor en corte y saturación.

Análisis del transistor en corte y saturación

Armar el siguiente circuito



Medir los voltajes y corrientes del circuito colocando en el voltaje de entrada 5 V y posteriormente 0 V.

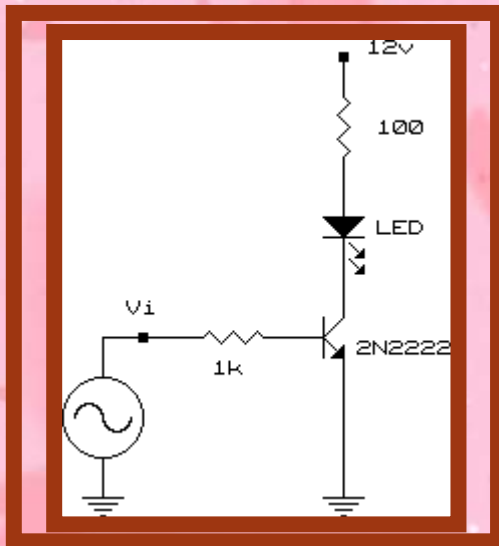
Voltaje de entrada (Vi)	5 V	0 V
VCE	5.654V	12 V
IB	426.539μA	121.925pA
IC	63.456mA	12.256nA

Cambiar la resistancia de 10 kΩ por una de 22 kΩ y medir los voltajes y corrientes del circuito colocando en el voltaje de entrada 5 V y posteriormente 0 V.

Voltaje de entrada (Vi)	5 V	0 V
VCE	5.959V	5.959V
IB	199.85μA	-61.506pA
IC	38.112mA	12.257nA

Circuitos Prácticos

Armar el siguiente circuito

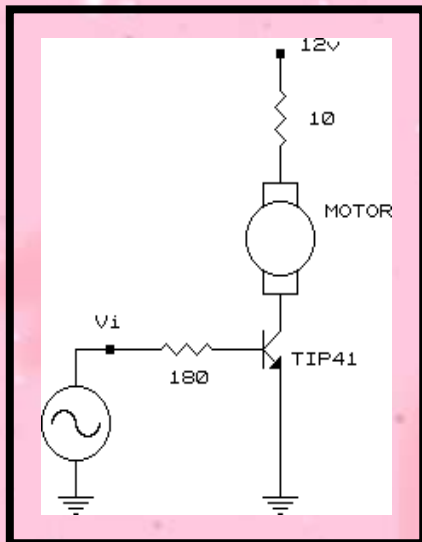


Introducir una señal cuadrada de 5 V (Salida del generador TTL) a una frecuencia de 0.5 Hz.

Indicar lo que realiza el circuito.

El diodo LED se mantiene apagado por un segundo y después se mantiene encendido por un segundo, así sucesivamente intercala entre un segundo.

Armar el siguiente circuito



Introducir una señal cuadrada de 5 V (Salida del generador TTL) a una frecuencia de 0.5 Hz.

Indicar lo que realiza el circuito.

El motor se mantiene apagado por un segundo y después se mantiene encendido por un segundo, así sucesivamente intercala entre un segundo.

Análisis Téorico

Realizar el análisis teórico de todos los circuitos anteriores.

Divisor de voltaje

1) Para 2N2222:

$$\beta = 170$$

$$V_{be} = 0.679V$$

Obtención del Circuito Equivalente de Thevenin para las resistencias R1 y R4:

$$R_{TH} = R1 || R4$$
$$R_{TH} = \frac{R1(R4)}{R1 + R4} = \frac{(4.7k\Omega)(1.2k\Omega)}{4.7k\Omega + 1.2k\Omega} = 956\Omega$$

Por Divisor de Voltaje:

$$V_{TH} = \frac{E_c(R4)}{R1 + R2} = \frac{12V(1.2k\Omega)}{4.7k\Omega + 1.2k\Omega} = 2.44V$$

- **Cálculo de Ib:**

$$-V_{TH} + I_b(R_{TH}) + V_{be} + I_e(R3) = 0$$

$$V_{TH} - V_{be} = (\beta + 1)(I_b)(R3) + I_b(R_{TH})$$

$$I_b = \frac{V_{TH} - V_{be}}{R_{TH} + (\beta + 1)(R3)}$$
$$= \frac{2.44V - 0.679V}{956\Omega + (170 + 1)(220\Omega)} = 45.91\mu A$$

- **Cálculo de Ic:**

$$I_c = \beta(I_b) = (170)(45.91\mu A) = 7.8mA$$

- **Cálculo de Ie:**

$$I_e = I_c + I_b = \beta(I_b) + I_b = (\beta + 1)I_b = (170 + 1)(45.91\mu A) = 7.85mA$$

- **Cálculo de Vce:**

$$-E_c + I_c(R2) + V_{ce} + I_e(R3) = 0$$

$$V_{ce} = E_c - I_c(R2) - I_e(R3)$$

$$= 12V - (7.8mA)(560\Omega) - (7.85mA)(220\Omega)$$

$$= 5.9V$$

- **Cálculo de Vc:**

$$V_{ce} = V_c + V_e = V_c + I_e(R_3)$$

$$V_c = V_{ce} + V_e$$

$$= 5.9V + (7.85mA)(220\Omega) = 7.63V$$

- **Cálculo de Vb:**

$$V_{be} = V_b - V_e$$

$$V_b = V_{be} + V_e$$

$$V_b = V_{be} + I_e(R_3)$$

$$V_b = 0.679V + (7.85mA)(220\Omega) = 2.4V$$

2) Para BC547C:

$$\beta = 826$$

$$V_{be} = 0.664V$$

Obtención del Circuito Equivalente de Thevenin para las resistencias R1 y R4:

$$R_{TH} = R_1 || R_4$$

$$R_{TH} = \frac{R_1(R_4)}{R_1 + R_4} = \frac{(4.7k\Omega)(1.2k\Omega)}{4.7k\Omega + 1.2k\Omega} = 956\Omega$$

Por Divisor de Voltaje:

$$V_{TH} = \frac{V_{CC}(R_4)}{R_1 + R_2} = \frac{12V(1.2k\Omega)}{4.7k\Omega + 1.2k\Omega} = 2.44V$$

- **Cálculo de Ib:**

$$-V_{TH} + I_b(R_{TH}) + V_{be} + I_e(R_3) = 0$$

$$V_{TH} - V_{be} = (\beta + 1)(I_b)(R_3) + I_b(R_{TH})$$

$$I_b = \frac{V_{TH} - V_{be}}{R_{TH} + (\beta + 1)(R_3)}$$

$$= \frac{2.44V - 0.664V}{956\Omega + (826 + 1)(220\Omega)} = 9.71\mu A$$

- **Cálculo de I_c :**

$$I_c = \beta(I_b) = (826)(9.71\mu A) = 8.02mA$$

- **Cálculo de I_e :**

$$I_e = I_b + I_c = \beta(I_b) + I_b = (\beta + 1)I_b = (826 + 1)(9.71\mu A) = 8.03mA$$

- **Cálculo de V_{ce} :**

$$-E_c + I_c(R_2) + V_{ce} + I_e(R_3) = 0$$

$$V_{ce} = E_c - I_c(R_2) - I_e(R_3)$$

$$\begin{aligned} &= 12V - (8.02mA)(560\Omega) - (8.03mA)(220\Omega) \\ &= 5.74V \end{aligned}$$

- **Cálculo de V_c :**

$$V_{ce} = V_c + V_e = V_c + I_e(R_3)$$

$$V_c = V_{ce} + V_e$$

$$= 5.74V + (8.03mA)(220\Omega) = 7.51V$$

- **Cálculo de V_b :**

$$V_{be} = V_b - V_e$$

$$V_b = V_{be} + V_e$$

$$V_b = V_{be} + I_e(R_3)$$

$$= 0.664V + (8.03mA)(220\Omega) = 2.431V$$

Transistor en corte y saturación

1) Para $V_i = 5V$ y $R_{TH} = 10k\Omega$

$$\beta = 170$$

$$V_{be} = 0.679V$$

$$I_c = 63.456mA$$

- **Cálculo de V_{ce} :**

$$V_{ce} = E_c - I_c R_c$$

$$V_{ce} = 12V - (63.456mA)(100)$$

$$V_{ce} = 5.6544V$$

- **Cálculo de I_b :**

$$I_b = \frac{V_i - V_{be}}{R_{TH}}$$

$$I_b = \frac{5 - 0.679V}{10k\Omega}$$

$$I_b = 432.1\mu A$$

- **Cálculo de I_c :**

$$I_c = \beta(I_b) = (170)(432.1\mu A) = 73.452mA$$

2) Para $V_i = 0V$ y $R_{TH} = 10k\Omega$

$$\beta = 170$$

$$V_{be} = 0.679V$$

$$I_c = 38.112mA$$

- **Cálculo de V_{ce} :**

$$V_{ce} = E_c - I_c R_c$$

$$V_{ce} = 12V - (12.257mA)(100)$$

$$V_{ce} = 11.999V$$

- **Cálculo de I_b :**

$$I_b = \frac{V_i - V_{be}}{R_{TH}}$$

$$I_b = \frac{0 - 0.679V}{10k\Omega}$$

$$I_b = 67.9\mu A$$

- **Cálculo de I_c :**

$$I_c = \beta(I_b) = (170)(67.9\mu A) = 73.452mA$$

3) Para $V_i = 5V$ y $R_{TH} = 20k\Omega$

$$\beta = 170$$

$$V_{be} = 0.679V$$

$$I_c = 12.257mA$$

- **Cálculo de V_{ce} :**

$$V_{ce} = E_c - I_c R_c$$

$$V_{ce} = 12V - (38.112mA)(100)$$

$$V_{ce} = 8.1888V$$

- **Cálculo de I_b :**

$$I_b = \frac{V_i - V_{be}}{R_{TH}}$$

$$I_b = \frac{5 - 0.679V}{20k\Omega}$$

$$I_b = 216.05\mu A$$

- **Cálculo de I_c :**

$$I_c = \beta(I_b) = (170)(216.05\mu A) = 73.452mA$$

4) Para $V_i = 0V$ y $R_{TH} = 20k\Omega$

$$\beta = 170$$

$$V_{be} = 0.679V$$

$$I_c = 12.257nA$$

- **Cálculo de V_{ce} :**

$$V_{ce} = E_c - I_c R_c$$

$$V_{ce} = 12V - (12.257nA)(100)$$

$$V_{ce} = 11.999V$$

- **Cálculo de I_b :**

$$I_b = \frac{V_i - V_{be}}{R_{TH}}$$

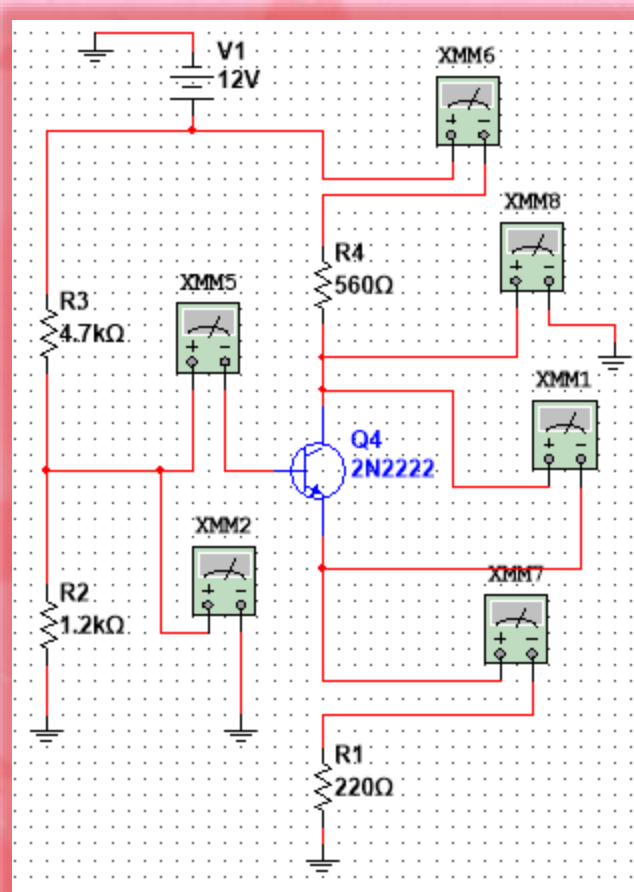
$$I_b = \frac{0 - 0.679V}{20k\Omega}$$

$$I_b = 67.9\mu A$$

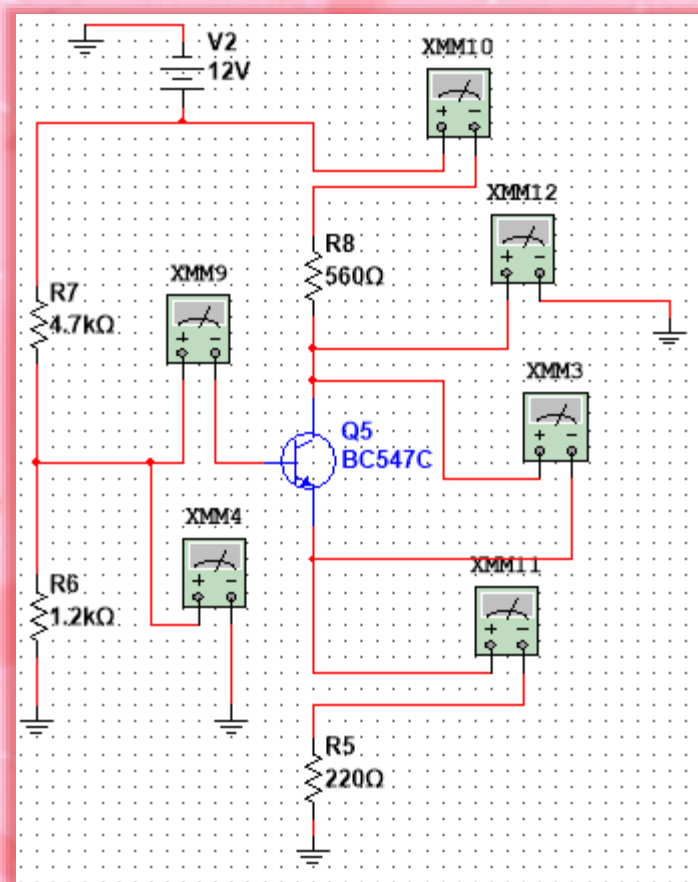
- **Cálculo de I_c :**

$$I_c = \beta(I_b) = (170)(67.9\mu A) = 73.452mA$$

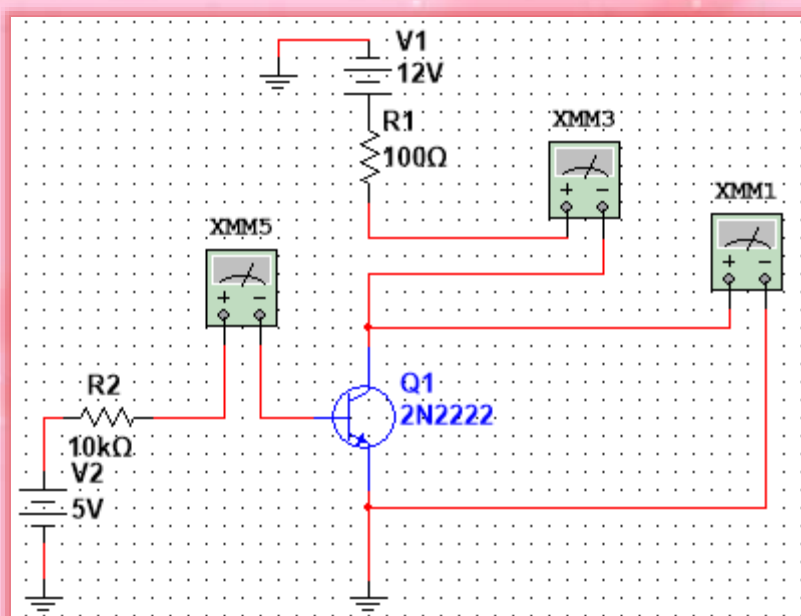
Análisis simulado



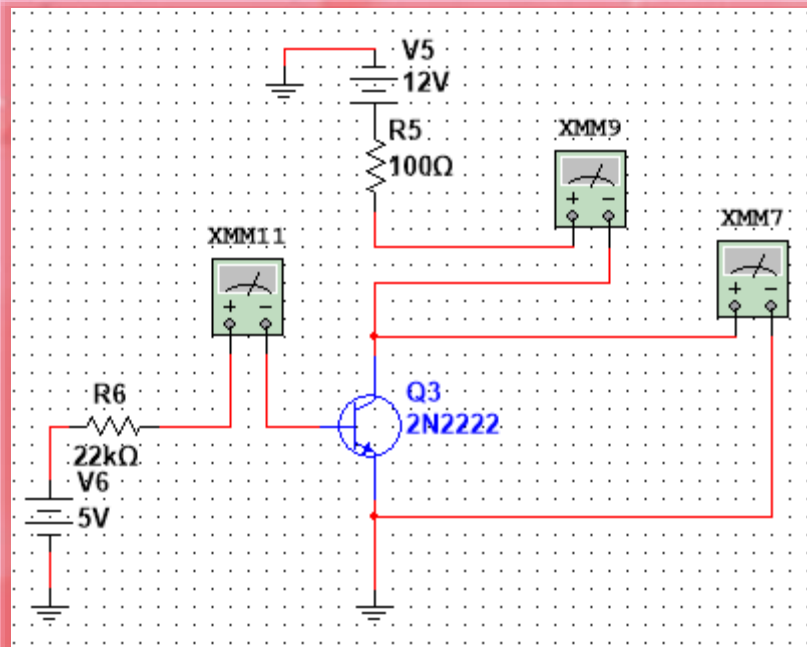
Simulación 1 Circuito por Divisor de Voltaje 2N222



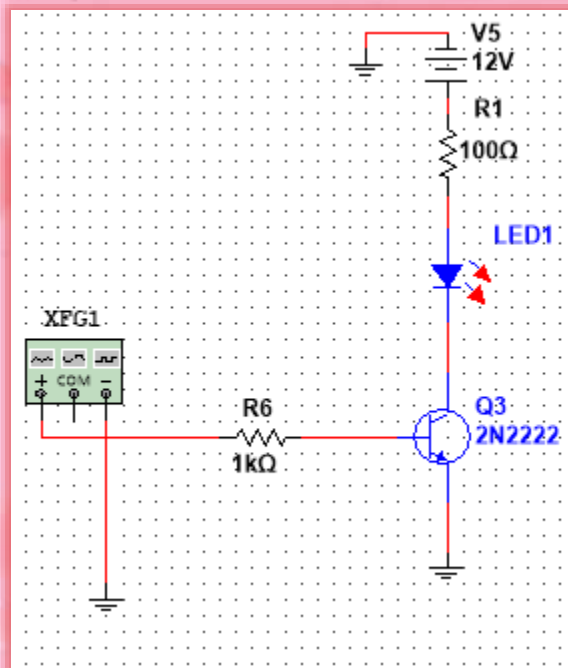
Simulación 2 Circuito por Divisor de Voltaje BC547C



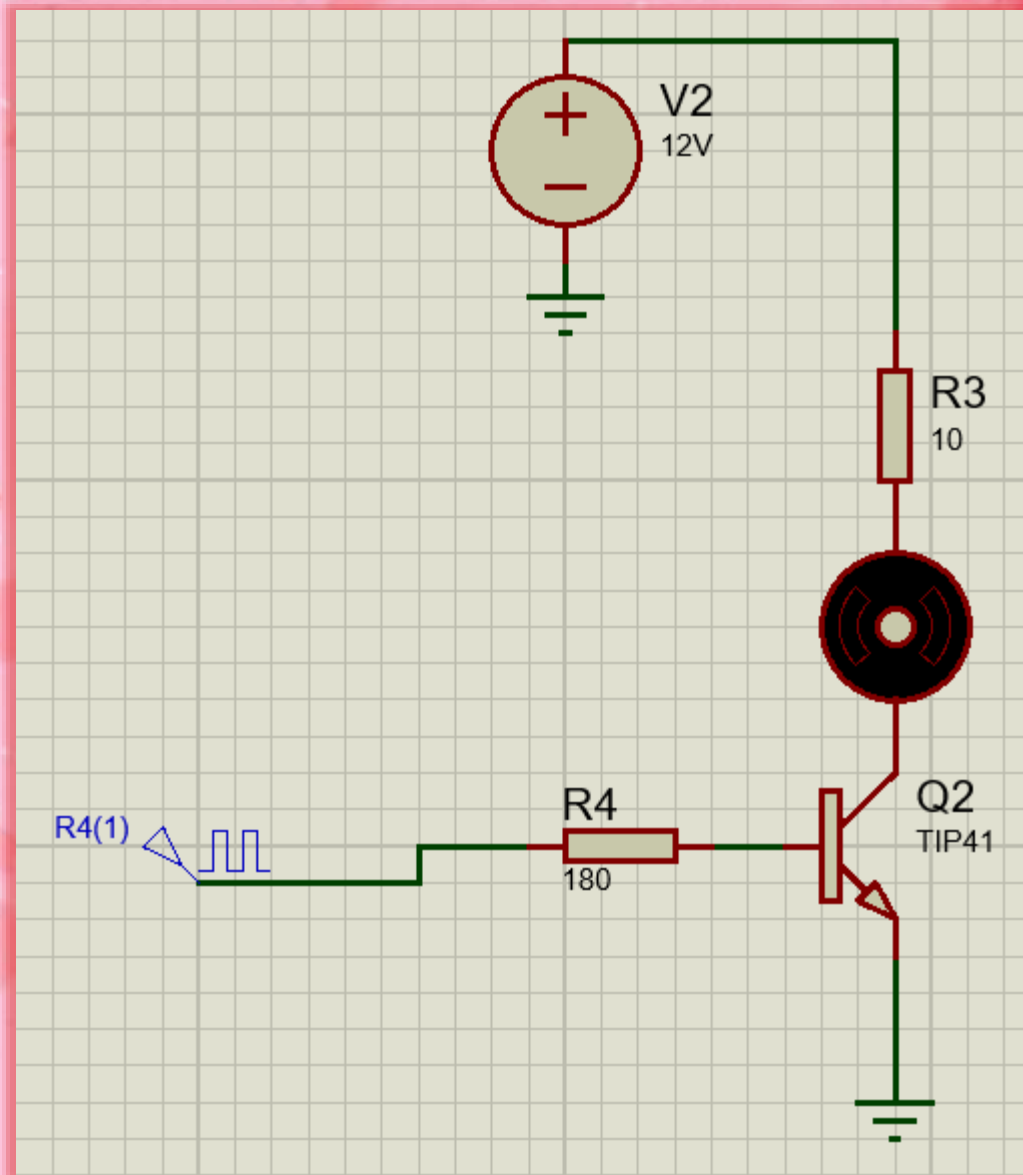
Simulación 3 Transistor en corte y saturación



Simulación 4 Transistor en corte y saturación 2



Simulación 5 Circuito practico (Diodo LED)



Simulación 6 Circuito practico (Motor)

Cuestionario

¿Cuál es la razón de la polarización del transistor?

La polarización de transistores es el proceso de establecer un voltaje de operación de CC de transistores o condiciones de corriente al nivel correcto para que cualquier señal de entrada de CA pueda amplificarse correctamente mediante el transistor

¿Qué nos representa la Ω (beta) del transistor?

El parámetro Beta de un transistor bipolar o BJT nos indica la eficiencia del transistor, relacionando la corriente de colector con la corriente de base, cuanto mayor es el número de Beta más eficiente es el transistor, es decir que con una corriente de base pequeña es capaz de entregar una corriente de colector grande

¿Qué nos representa la Ω (alfa) del transistor?

La letra griega alfa (α) se utiliza para designar la ganancia estática de corriente de un transistor en la configuración de base común.

Menciona qué es el punto de operación del transistor

Los valores de corrientes y tensiones en continua en los terminales de un transistor se denomina punto de trabajo y se suele expresar por la letra Q (Quiescent operating point).

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

El transistor está en saturación 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.

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

Cuando no pasa corriente por la base, no puede pasar tampoco por sus otros terminales; se dice entonces que el transistor está en corte, es como si se tratara de un interruptor abierto.

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

El TIP41C están diseñado para aplicaciones de potencia y manejar bajas frecuencias, por lo general se utiliza en fuentes de alimentación y como amplificador de audio de baja potencia.

Menciona 3 aplicaciones de circuitos en conmutación

Temporizadores, control de nivel de luz mediante LDR, detector de valor maxim

Conclusiones

Bocanegra Heziquio Yestlanezi

Durante la practica pudimos observar mejor el concepto de un transistor bipolar en este caso BJT, el cual sabemos que es un dispositivo semiconductor de 3 capas compuestas ya sea de dos materiales, estos pueden ser de tipo N y una de tipo P o dos capas de material tipo P y una tipo N. el primero podemos decir que se denomina transistor NPN y el segundo PNP.

En la práctica pudimos realizar el análisis del valor de beta de los transmisores, lo que implica que pudimos cubrir los puntos del objetivo propuestos al principio de esta práctica.

Respecto a los valores teóricos y los valores simulados, sabemos que siempre existe diferencia respecto a los valores que arroja una simulación ya que esta en ocasiones no puede llegar a ser precisa, tanto por el simulador que se use y los componentes que se utilizan en el mismo, así que los resultados pueden variar, en esta ocasión podemos observar que los resultados que arroja la simulación y los teóricos llegan a ser similares, pero nunca iguales.

Martínez Cruz José Antonio

Durante la práctica pudimos observar el correcto funcionamiento del transistor, y la manera de polarizarlo es indispensable para poder entender la parte teórica vista en clase, lo que son las fórmulas de corriente base, emisor y colector, a su vez el comportamiento de voltaje entre las terminales del mismo (V_{CE} y V_{BE}) y porqué reducir el circuito mediante Thevenin en los cálculos nos permite poder llegar a la misma medida mediante el Multímetro. La Beta juega un papel muy importante en el circuito ya que se pueden derivar varios cálculos de la práctica con ella. El voltaje entre las terminales B y E (V_{BE}) por lo general es el valor de un voltaje de diodo de silicio igual a 0.7 volts, pero en la vida real, este valor puede tener valores entre 0.6V y 0.8V, como 0.656V.

Bibliografía

- [1] NASHELSKY, R. L., «UNIT ELECTRONICS,» PEARSON EDUCACION, 2009. [En línea]. Available: <https://uelectronics.com/transistores-bjt/>. [Último acceso: 17 abril 2021].
- [2] ON SEMICONDUCTOR, «SEMICONDUCTOR,» 20 julio 2019. [En línea]. Available: [HTTPS://WWW.ONSEMI.COM](https://www.onsemi.com). [Último acceso: 17 abril 2021].
- [3] J. -J. RAMIREZ, «SIMBOLOS Y COMPONENTES ELECTRONICOS,» IMORI KIYS ELECTRONICA PARA LA EDUCACION, 2016. [En línea]. Available: <https://uelectronics.com/transistores-bjt/>. [Último acceso: 17 abril 2021].