



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

MATERIA: ELECTRÓNICA ANALÓGICA

PROFESOR: ROCHA BERNABE ROSARIO

EQUIPO: 4

PRESENTAN:

RAMIREZ BENITEZ BRAYAN

CHAVEZ LOPEZ OLIVER OMAR

GRUPO: 2CM5

PRÁCTICA No. 4

TRANSISTOR BIPOLAR

ESTADO DE MEXICO NOVIEMBRE 2020

Marco teórico

Qué son los Transistores:

Dispositivo semiconductor activo que tiene tres o más electrodos. Los tres electrodos principales son emisor, colector y base. La conducción entre estos electrodos se realiza por medio de electrones y huecos. El germanio y el silicio son los materiales más frecuentemente utilizados para la fabricación de los elementos semiconductores. Los transistores pueden efectuar prácticamente todas las funciones de los antiguos tubos electrónicos, incluyendo la ampliación y la rectificación, con muchísimas ventajas.

Elementos de un transistor o transistores:

El transistor es un dispositivo semiconductor de tres capas que consiste de dos capas de material tipo n y una capa tipo p, o bien, de dos capas de material tipo p y un tipo n. al primero se le llama transistor NPN, en tanto que al segundo transistor PNP.

- EMISOR, que emite los portadores de corriente, (huecos o electrones). Su labor es la equivalente al CATODO en los tubos de vacío o "lámparas" electrónicas.
- BASE, que controla el flujo de los portadores de corriente. Su labor es la equivalente a la REJILLA cátodo en los tubos de vacío o "lámparas" electrónicas.
- COLECTOR, que capta los portadores de corriente emitidos por el emisor. Su labor es la equivalente a la PLACA en los tubos de vacío o "lámparas" electrónicas.

El Transistor Bipolar o BJT



El transistor bipolar es el más común de los transistores, y como los diodos, puede ser de germanio o silicio.

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.

El transistor es un amplificador de corriente, esto quiere decir que si le introducimos una cantidad de corriente por una de sus patillas (base), el entregará por otra (emisor), una cantidad mayor a ésta, en un factor que se llama amplificación. Este factor se llama β (beta) y es un dato propio de cada transistor.

Entonces:

- I_c (corriente que pasa por la patilla colector) es igual a β (factor de amplificación) por I_b (corriente que pasa por la patilla base).

$$-I_c = \beta * I_b$$

- I_e (corriente que pasa por la patilla emisor) es del mismo valor que I_c , sólo que, la corriente en un caso entra al transistor y en el otro caso sale, o viceversa

Regiones operativas del transistor

Región de corte:

Un transistor está en corte cuando: Corriente de colector = corriente de emisor = 0, ($I_c = I_e = 0$) En este caso el voltaje entre el colector y el emisor del transistor es el voltaje de alimentación del circuito. (Como no hay corriente circulando, no hay caída de voltaje). Este caso normalmente se presenta cuando la corriente de base = 0 ($I_b = 0$)

Región de saturación:

Un transistor está saturado cuando: Corriente de colector = corriente de emisor = corriente máxima, ($I_c = I_e = I_{\text{máxima}}$) En este caso la magnitud de la corriente depende del voltaje de alimentación del circuito y de las resistencias conectadas en el colector o el emisor o en ambos. Este caso normalmente se presenta cuando la corriente de base es lo suficientemente grande como para inducir una corriente de colector β veces más grande. (Recordar que $I_c = \beta * I_b$)

Región activa:

Cuando un transistor no está ni en su región de saturación ni en la región de corte entonces está en una región intermedia, la región activa. En esta región la corriente de colector (I_c) depende principalmente de la corriente de base (I_b), de β (ganancia de corriente de un amplificador, es un dato del fabricante) y de las resistencias que hayan conectadas en el colector y emisor). Esta región es la mas importante si lo que se desea es utilizar el transistor como un amplificador.

Configuraciones:

Hay tres tipos de configuraciones típicas en los amplificadores con transistores, cada una de ellas con características especiales que las hacen mejor para cierto tipo de aplicación. y se dice que el transistor no está conduciendo. Normalmente este caso se presenta cuando no hay corriente de base ($I_b = 0$)

- Emisor común
- Colector común
- Base común

Desarrollo Experimental

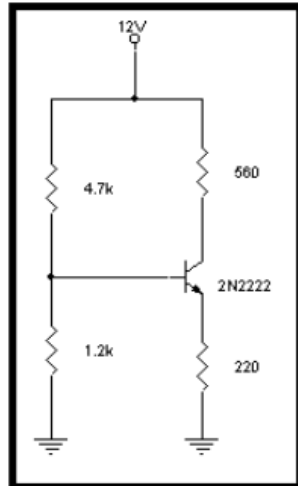
Valor de la Beta de los transistores

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

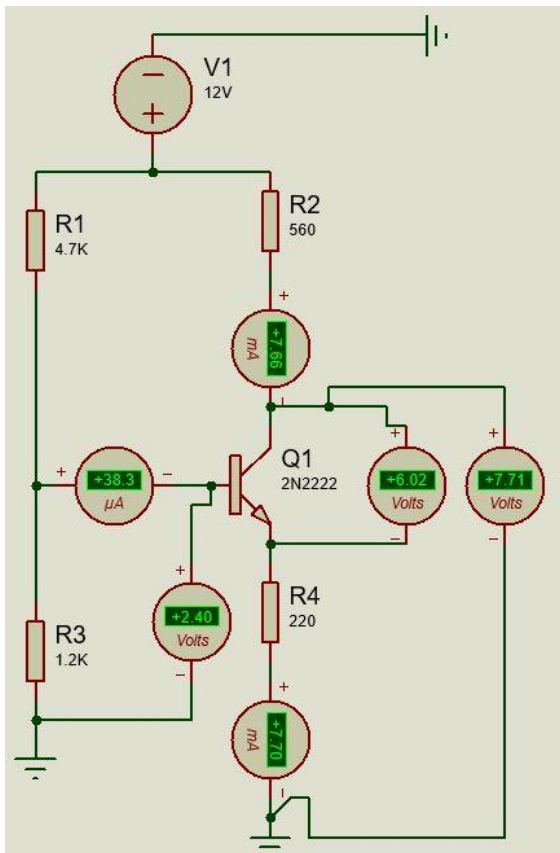
	2N2222	BC547C	BC557C
Beta	150	110	120

Circuito por Divisor de Voltaje

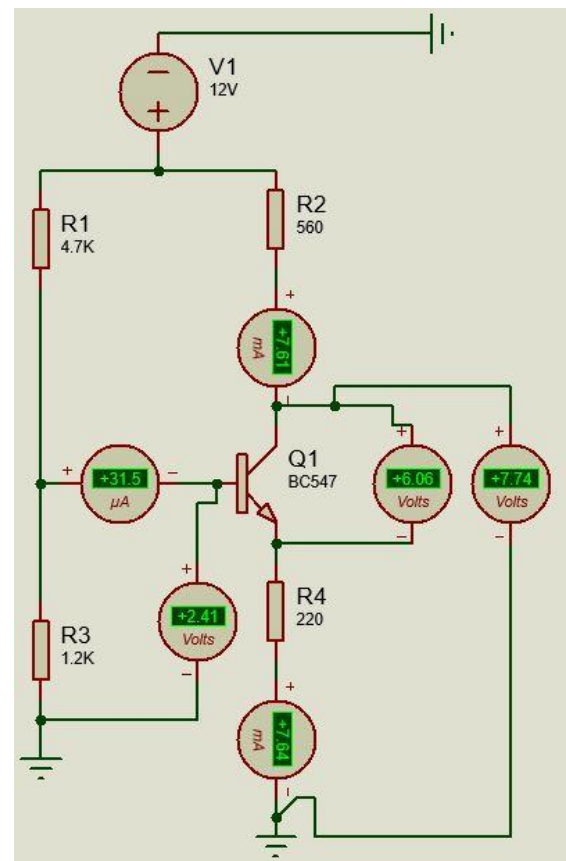
Arme el siguiente circuito



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.

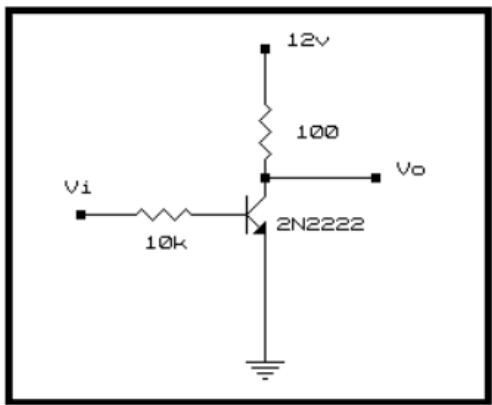


	2N2222		BC547C	
	Simulado	Calculado	Simulado	Calculado
V_B	2.40 V	2.44V	2.41 V	2.44 V
V_C	7.71 V	7.708 V	7.74 V	7.65 V
V_{CE}	6.02 V	6.03 V	6.06 V	5.95 V
I_B	38.3 μ A	50.91 μ A	31.5 μ A	31 μ A
I_C	7.66 mA	7.63 mA	7.61 mA	7.75 mA
I_E	7.70 mA	7.68 mA	7.64 mA	7.78 mA



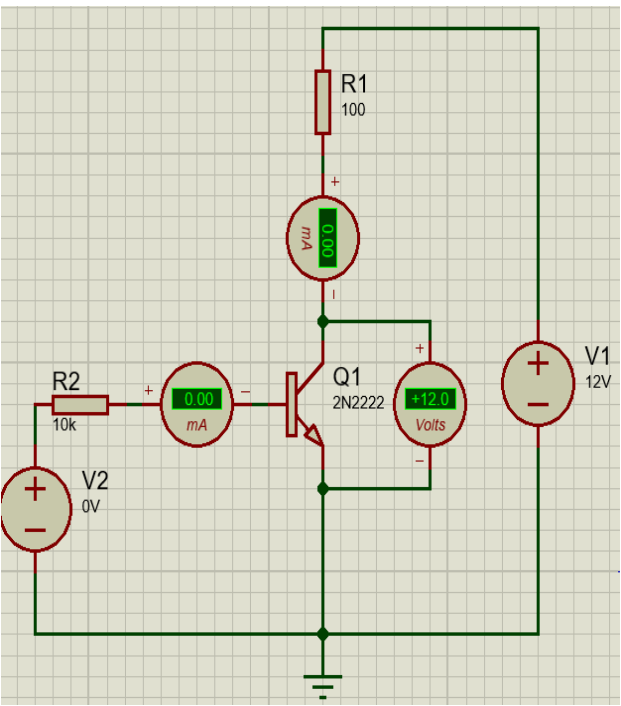
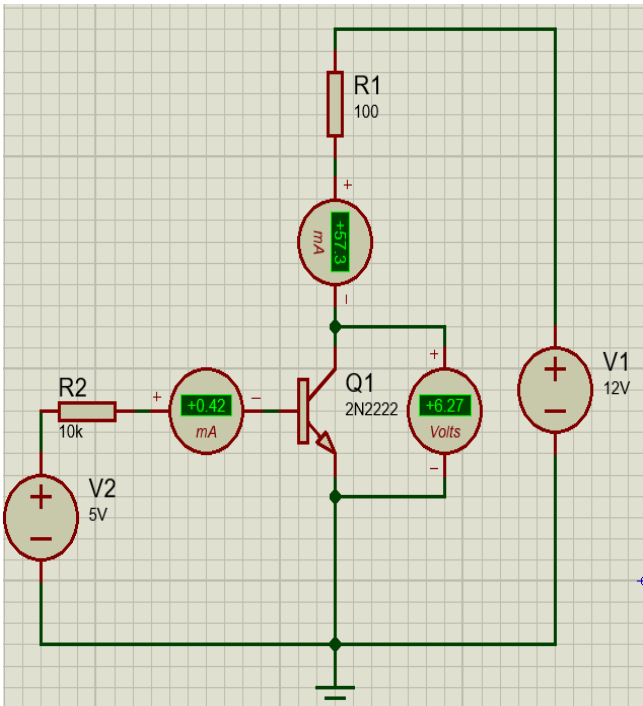
Análisis del transistor en corte y saturación.

Armar el siguiente circuito



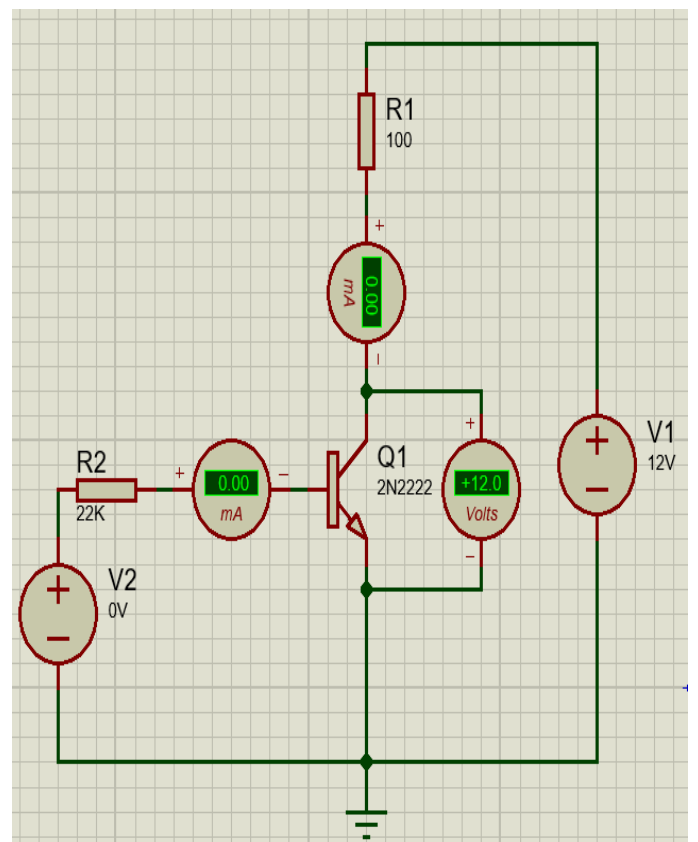
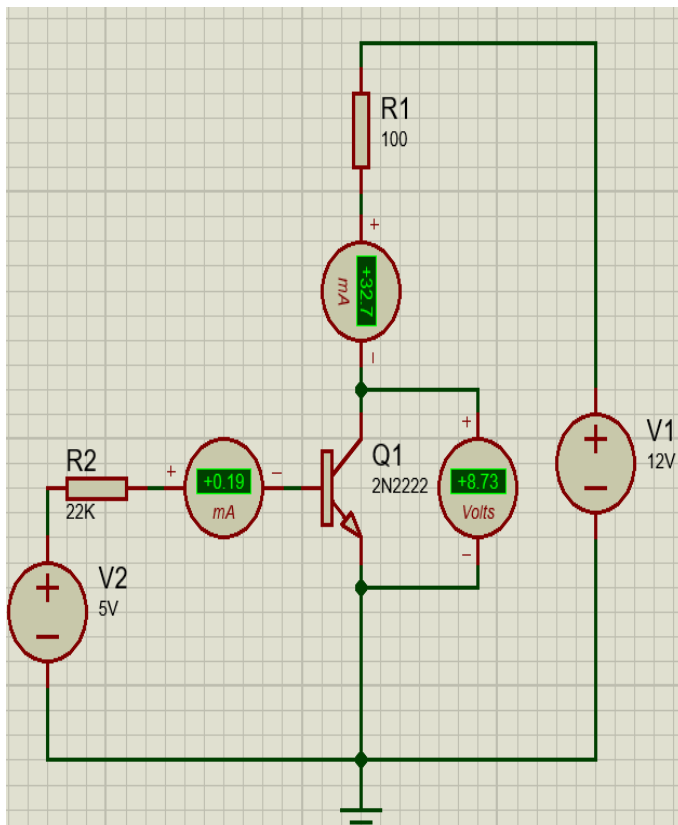
Medir los voltajes y corrientes del circuito colocando en el voltaje de entrada 5 V y posteriormente 0 V.

Voltaje de entrada Vi	5 V		0 V	
	Sim.	Calc.	Sim.	Calc.
V _{CE}	6.27 V	5.55 V	12 V	12 V
I _B	0.47 mA	430 μA	0 mA	0 A
I _c	57.3 mA	64.5 mA	0 mA	0 A



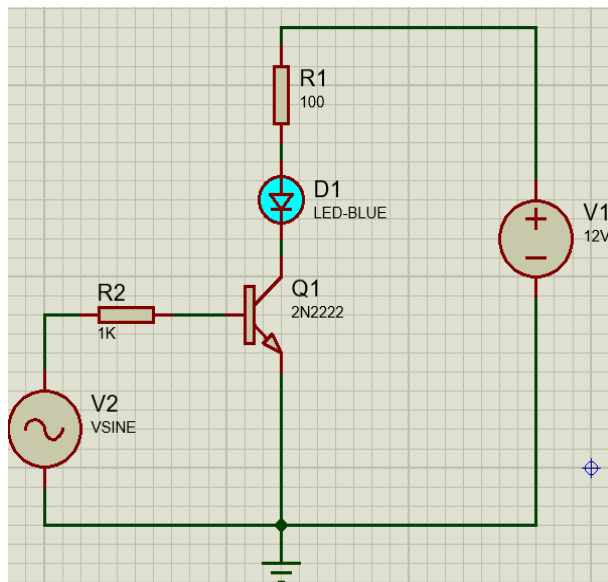
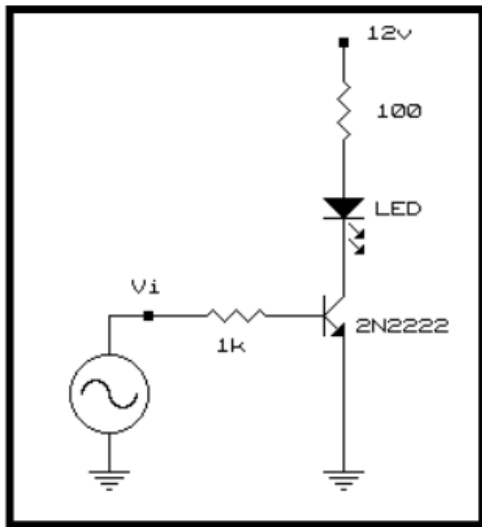
Cambiar la resistencia de 10 k Ω por una de 22 k Ω y medir los voltajes y corrientes del circuito colocando en el voltaje de entrada 5 V y posteriormente 0 V.

Voltaje de entrada Vi	5 V		0 V	
	Sim.	Calc.	Sim.	Calc.
V _{CE}	8.73 V	9.07 V	12 V	12 V
I _B	0.19 mA	195.45 μ A	0 mA	0 A
I _C	32.7 mA	29.32 mA	0 mA	0 A



Circuitos Prácticos

Armaz el siguiente circuito

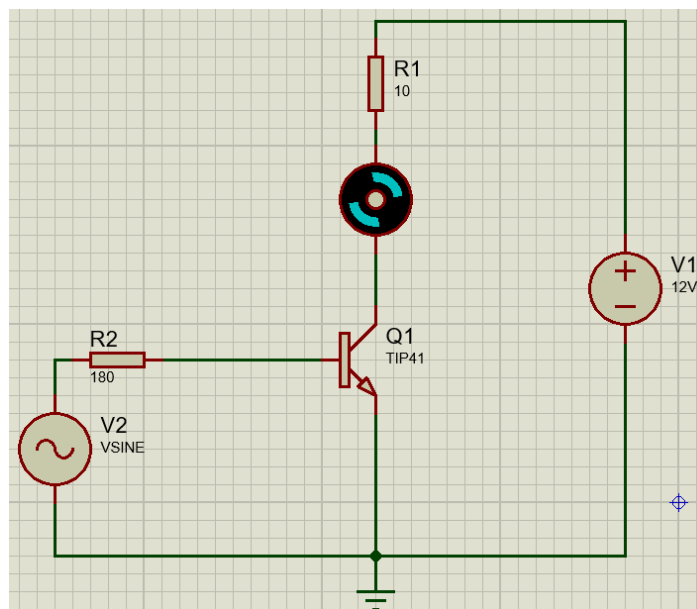
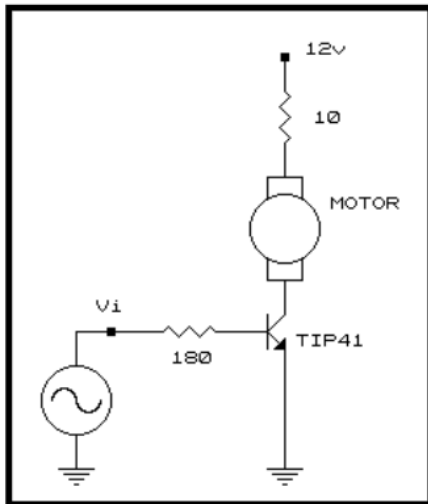


Introducir una señal cuadrada de 5 V (Salida del generador TTL) a una frecuencia de 0.5 Hz.

Indicar lo que realiza el circuito.

En el circuito observamos que el led se encuentra encendido, además, podemos notar mediante la simulación que la corriente de base varia, con una corriente máxima de 6 mA y una mínima de 4 mA.

Armar el siguiente circuito



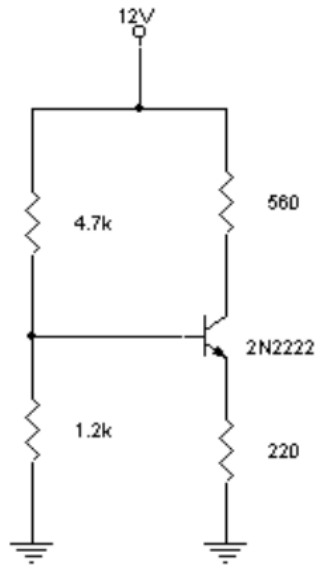
Introducir una señal cuadrada de 5 V (Salida del generador TTL) a una frecuencia de 0.5 Hz.

Indicar lo que realiza el circuito.

El transistor está en saturación, además, el motor está funcionando podemos notar mediante la simulación que la Corriente de base varia con un máximo de 40 mA y un mínimo de 29 mA, también el voltaje Colector-Emisor varia con un máximo de 0.38 V y un mínimo de 0.36 V

Cálculos

Circuito por Divisor de Voltaje



$$\Rightarrow I_B = \frac{2.44 - 0.7}{956 + 220(1 + 150)} = 50.9\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (150)(50.9\mu A) = 7.63mA$$

$$I_E = I_B + I_C = 50.9\mu A + 7.63mA = 7.68mA$$

De la trayectoria de salida:

$$-12V + 560I_C + V_{CE} + 220I_E = 0$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow V_{CE} &= 12 - 560(7.63mA) \\ &\quad - 220(7.68mA) \\ &= 6.03V\end{aligned}$$

$$V_C = V_{CE} + V_{R220\Omega} = V_{CE} + I_C(220\Omega) = 6.03V + 220\Omega(7.63mA)$$

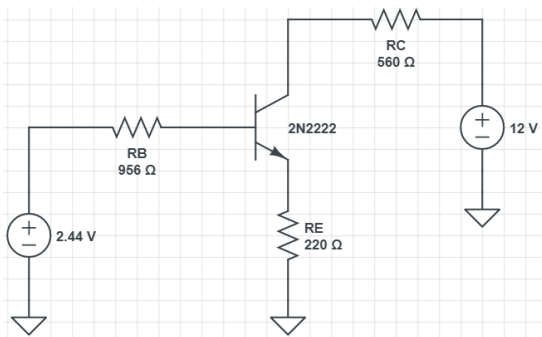
$$\Rightarrow V_C = 7.708V$$

Mediante circuito equivalente de Thevenin:

$$R_B = 4.7K\Omega \parallel 1.2K\Omega = 956\Omega$$

$$V_B = V_{Th} = \frac{(1.2k)(12)}{1.2k + 4.7k} = 2.44V$$

Reescribiendo el circuito:



De la trayectoria de entrada:

$$-2.44V + 956I_B + V_{BE} + 220I_E = 0$$

Con transistor 2N2222:

Sustituyendo $I_E = I_B(1 + \beta)$

Con transistor BC547C:

Sustituyendo $I_E = I_B(1 + \beta)$

$$\Rightarrow I_B = \frac{2.44 - 0.7}{956 + 220(1 + 250)} = 31\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (250)(31\mu A) = 7.75mA$$

$$I_E = I_B + I_C = 31\mu A + 7.75mA = 7.78mA$$

De la trayectoria de salida:

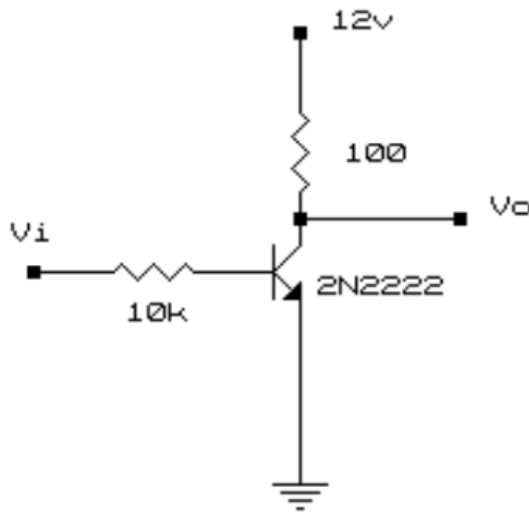
$$-12V + 560I_C + V_{CE} + 220I_E = 0$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow V_{CE} &= 12 - 560(7.75mA) \\ &\quad - 220(7.78mA) = 5.95V\end{aligned}$$

$$V_C = V_{CE} + V_{R220\Omega} = V_{CE} + I_C(220\Omega) = 5.95V + 220\Omega(7.75mA)$$

$$\Rightarrow V_C = 7.65V$$

Análisis del transistor en corte y saturación.



Con $V_i = 5V$:

De la trayectoria de entrada:

$$-V_i + I_B(10k) + V_{BE} = 0$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{V_i - V_{BE}}{10k} = \frac{5 - 0.7}{10k} = 430\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (150)(430\mu A) = 64.5mA$$

De la trayectoria de salida:

$$-12V + 100I_C + V_{CE} = 0$$

$$\Rightarrow V_{CE} = 12V - 100(64.5mA) = 5.55V$$

Con $V_i = 0V$:

En la trayectoria de entrada no hay voltaje

$$\Rightarrow I_B = 0$$

$$I_C = \beta I_B = 0$$

De la trayectoria de salida:

$$-12V + 100I_C + V_{CE} = 0$$

$$\Rightarrow V_{CE} = 12V$$

Con resistencia de 22k

Con $V_i = 5V$:

De la trayectoria de entrada:

$$-V_i + I_B(22k) + V_{BE} = 0$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{V_i - V_{BE}}{22k} = \frac{5 - 0.7}{22k} = 195.45\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (150)(195.45\mu A) = 29.3175mA$$

De la trayectoria de salida:

$$-12V + 100I_C + V_{CE} = 0$$

$$\Rightarrow V_{CE} = 12V - 100(29.3175mA) = 9.07V$$

Con $V_i = 0V$:

En la trayectoria de entrada no hay voltaje

$$\Rightarrow I_B = 0$$

$$I_C = \beta I_B = 0$$

De la trayectoria de salida:

$$-12V + 100I_C + V_{CE} = 0$$

$$\Rightarrow V_{CE} = 12V$$

Cuestionario

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

Para fijar las tensiones y las corrientes de modo que tomen un determinado valor, al cual le corresponde en el plano de las características un punto Q bien definido.

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

Es simplemente la relación entre la corriente de COLECTOR I_C y la corriente de BASE I_B .

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

La relación entre la corriente de COLECTOR I_C y la corriente de EMISOR I_E

4. Menciona qué es el punto de operación del transistor.

El punto de trabajo o punto Q del transistor, es a aquel par de valores I_C , V_{CE} de la recta de carga, que el transistor tiene en unas condiciones de trabajo determinadas por el circuito en el que se encuentra.

5. ¿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.

6. ¿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, entonces, se dice que el transistor está en corte, es como si se tratara de un interruptor abierto.

7. Menciona 3 aplicaciones de circuitos en conmutación

Control de relés, fuentes de alimentación conmutadas y control de lámparas

Conclusiones

Ramirez Benítez Brayan

Esta práctica sirvió para comprender el funcionamiento de los transistores pnp y npn, sus diferencias, así como el aplicar las fórmulas vistas en clase para calcular las corrientes y voltajes en su base, colector y emisor, además, comprobar los resultados con los valores simulados, también, conseguimos observar que los valores son correctos ya que no discrepan mucho los valores calculados con los simulados y fue interesante ver el comportamiento de un transistor.

Chávez López Oliver Omar

Mediante la realización de esta práctica pudo ser comprobado el funcionamiento básico de un transistor. Mediante las simulaciones pudimos comprobar los cálculos hechos previamente ya que resultaron muy cercanos ambos valores. También notamos la importancia de saber interpretar las hojas de datos de los dispositivos.

Referencias

- BOYLESTAD, R. L. (s.f.). *Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos*. PEARSON.
- R Boylestad, R. y L. Nashelsky. *Electrónica: Teoría De Circuitos Y Dispositivos Electrónicos*. 10th ed. México: PEARSON, 2009.
- T. Floyd. *Dispositivos electrónicos*. 8th ed. México: Pearson Educación, 2008.