



KIT ELECTRÓNICA - 2

CAT NO. EIRQ06



Guía de Experimentos

SEGURIDAD:

Tenga cuidado al realizar los experimentos propuestos en esta guía. Los elementos del circuito se deben agregar y quitar sin que la placa esté conectada a una fuente de alimentación externa. Las resistencias se calentarán cuando se apliquen grandes corrientes. La aplicación de una corriente excesiva, o una corriente inadecuadamente dirigida puede destruir ciertos elementos del circuito, por lo que si no puede saber si la corriente puede ser la adecuada en un circuito, no aumente la tensión.

LISTA DE COMPONENTES DEL KIT:

Resistencia 47Ω 	Resistencia $2.2\text{ k}\Omega$ 
Resistencia $3.3\text{ k}\Omega$ 	Resistencia $10\text{ k}\Omega$ 
Resistencia $47\text{ k}\Omega$ 	Resistencia $100\text{ k}\Omega$ 
Resistencia $1\text{ M}\Omega$ 	Condensador $1\text{ }\mu\text{F}$ 

Condensador 10 μF



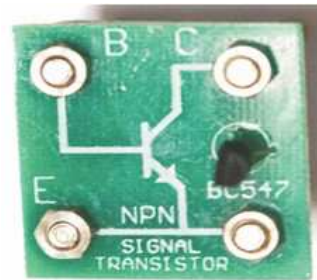
Condensador 50 μF



Condensador 500 μF



Transistor señal NPN



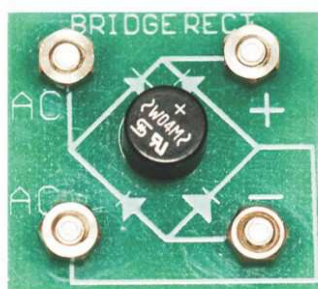
Transistor potencia NPN



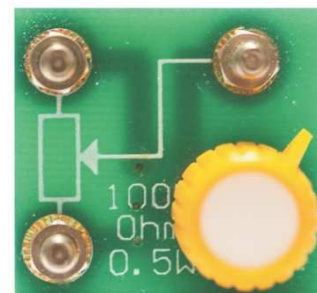
Transistor potencia PNP



Puente rectificador de onda completa



Resistencia variable 100 k Ω



Microfono



Altavoz (zumbador piezoeléctrico)



Regleta cortocircuito



Cable banana

COMPONENTES REQUERIDOS (INCLUIDO)

Descripción	Cantidad
Resistencia 47Ω	2
Resistencia 2.2 kΩ	2
Resistencia 3.3 kΩ	2
Resistencia 10 kΩ	2
Resistencia 47 kΩ	2
Resistencia 100 kΩ	2
Resistencia 1 MΩ	2
Condensador 1μF	2
Condensador 10μF	2
Condensador 50μF	2
Condensador 500μF	2
Regleta cortocircuito	2
Cable banana	8 (4-25cm, 4-50cm)
Transistor señal NPN	1
Transistor potencia NPN	1
Transistor potencia PNP	1
Puete rectificador onda completa	1
Resistencia variable 100 kΩ (potenciómetro)	1
Micrófono	1
Altavoz (zumbador piezoeléctrico)	1

COMPONENTES REQUERIDOS (INCLUIDOS EN OTRO KIT):

Cantidad	Descripción	Nombre kit
1	Panel de montaje	Kit Electrónica -1
1	Resistencia 100Ω	Kit Electrónica -1
2	Diodo Silicio	Kit Electrónica -1
1	Diodo LED rojo	Kit Electrónica -1
1	Diodo LED verde	Kit Electrónica -1

COMPONENTES REQUERIDOS (NO INCLUIDOS)

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>
Fuente de alimentación CA (ratio 12 V)	1
Fuente alimentación CC (ratio 12 V)	1
Generador de funciones	1
Osciloscopio o datalogger voltaje	1
Multímetro digital	1
Cable de audio en forma de Y: 3.5mm to 2 RCA	1
Equipo de audio (CD o mp3 player)	1
Cronómetro	1
Bridge Diode	1
Datalogger sensor de luz	1 (opcional)

ACTIVIDAD 1: EL MULTIVIBRADOR ASTABLE

INSTRUCCIONES PROFESOR:

CONOCIMIENTO:

Este circuito que se estudiará en esta actividad es un multivibrador astable, o oscilador de relajación. Se caracteriza por dos transistores que están acoplados de manera tal que el circuito cambia entre dos estados. Es astable, ya que el circuito no es estable en ninguno de los dos estados, sino que cambia continuamente de un estado a otro. En un estado, la base del primer transistor es aproximadamente la tensión característica del diodo, lo que permite que fluya la corriente. Esto mantiene este transistor encendido, en modo de saturación, y permite que una corriente fluya a través del colector. El voltaje del colector del transistor se mantiene bajo en este estado, mientras que el condensador conectado a su colector se descarga. El otro transistor está apagado en este estado, porque su voltaje de base no es lo suficientemente alto como para encenderlo.

A medida que la corriente del colector en el primer transistor carga este condensador descargado, la tensión de base para el otro transistor aumenta, hasta que es lo suficientemente alta para encender el segundo transistor. Esto hace que una corriente fluya a través del colector del otro transistor, lo que disminuye la tensión del colector (la corriente provoca una caída de tensión a través de la resistencia por encima de ella). El lado derecho del segundo condensador cae, pero el voltaje que lo atraviesa no ha cambiado, lo que hace que el voltaje base del primer transistor descienda y lo apague.

Luego obtenemos la otra mitad del ciclo, con la corriente que fluye a través del segundo transistor. Esto continúa hasta que el primer transistor se enciende, y luego el ciclo se repite.

En esta actividad, cada lado del circuito está conectado a un diodo LED, lo que le permite al estudiante monitorear la descarga de cada condensador y la naturaleza del circuito. Al cronometrar la duración entre pulsos, se puede determinar la frecuencia de las transiciones.

CONCEPTOS:

- Multivibrador astable
- Oscilador de relajación
- Capacidad de un condensador
- Circuitos RC

COMPONENTES REQUERIDOS (INCLUIDOS)

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>
Transistor señal NPN	2
Resistencia 100k Ω	2
Resistencia 2.2k Ω	2
Condensador 10 μ F	2
Condensador 500 μ F	2
Resistencia 47 Ω	2
Resistencia 10k Ω	2
Regleta cortacircuitos	2
Cable banana	8

COMPONENTES REQUERIDOS (NO INCLUDOS)

Descripción	Cantidad
Fuente de alimentación CC	1
Diodo LED verde	1
Diodo LED rojo	1
Cronómetro	1

PROCEDIMIENTO:

- Primero configure el siguiente circuito, con una fuente de alimentación de CC, dos resistencias de 100 k Ω (R1 y R2), dos resistencias de 2.2 k Ω (R3 y R4), dos condensadores de 10 μ F (C1 y C2), un diodo LED verde (L1), un diodo LED rojo (L2) junto con dos transistores de señal NPN (Q1 y Q2). Tenga en cuenta que el polo negativo del condensador C1 va directamente a la base del transistor de señal NPN Q2. Del mismo modo, el polo negativo del condensador C2 va directamente a la base del transistor de señal NPN Q1:

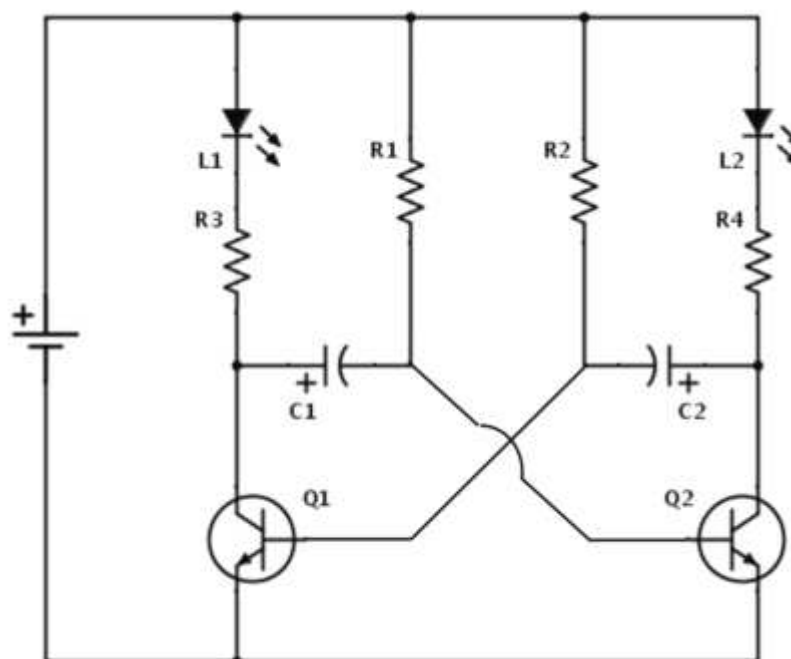


Figura 1-1

- Aumente la tensión de CC, V_0 , de la fuente de alimentación de 0 a 5 V. Los dos diodos deben parpadear alternativamente con un período constante.
- Mida el tiempo entre destellos del mismo diodo. Esto se puede lograr utilizando un cronómetro o un captador de datos (datalogger) de detección de luz. A continuación, anote el tiempo entre destellos:

$$T = \underline{1.1s}$$

4. Compare esto con el periodo teórico del circuito. La ecuación es una modificación de la constante de tiempo de una resistencia y un condensador en serie.

$$T = -(R_1 C_1 + R_2 C_2) \times \ln[(V_0 - V_b)/(2V_0 - V_b - V_{LED})],$$

donde V_b es el voltaje a través de la base del transistor, alrededor de 0.7 V, y V_{LED} es el voltaje a través del diodo LED, alrededor de 2 V. muestre sus cálculos a continuación:

T = 1.04 s, dentro del rango de error de medición realizado del período anterior.

5. Cambie R3 y R4 para una opción diferente de resistencia. Mantener R3=R4. Nuevamente mida el tiempo entre destellos. ¿Es diferente ahora el período del circuito diferente?

Ningún cambio.

6. Devuelva las dos resistencias de 2,2 kΩ a sus lugares originales en el circuito. Ahora intentemos aumentar la duración del tiempo entre destellos. ¿Qué combinación de R1 y C1 aumentará el período? (Cualquier cambio que se realice en R1 y C1, haga lo mismo en R2 y C2 para mantener la tasa de parpadeo simétrica). Registre abajo su elección de resistencia y condensador, y mida y registre el nuevo período en el siguiente espacio:

Cualquier aumento en R1 y C1 (con R1 = R2 y C1 = C2) aumentará el período.

7. Finalmente, trate de disminuir la duración del tiempo entre destellos. ¿Qué combinación de R1 y C1 disminuirá el período? (De nuevo, mantenga R2 y C2 equivalentes a R1 y C1 para mantener la tasa de parpadeo simétrica). Registre abajo su elección de resistencia y capacitor, y mida y registre el nuevo período en el siguiente espacio.

Esta vez, cualquier disminución en R1 y C1 disminuirá el período.

ACTIVIDAD 1: MULTIVIBRADOR ASTABLE**PROCEDIMIENTO:**

1. Primero configure el siguiente circuito, con una fuente de alimentación de CC, dos resistencias de 100 k Ω (R1 y R2), dos resistencias de 2.2 k Ω (R3 y R4), dos condensadores de 10 μ F (C1 y C2), un diodo LED verde (L1), un diodo LED rojo (L2) junto con dos transistores de señal NPN (Q1 y Q2). Tenga en cuenta que el polo negativo del condensador C1 va directamente a la base del transistor de señal NPN Q2. Del mismo modo, el polo negativo del condensador C2 va directamente a la base del transistor de señal NPN Q1:

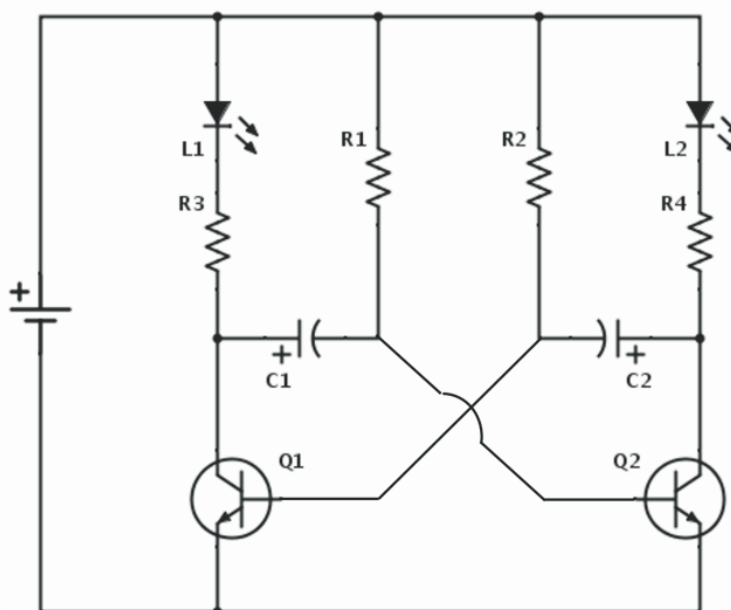


Figura 1-1

2. Aumente la tensión de CC, V_0 , de la fuente de alimentación de 0 a 5 V. Los dos diodos deben parpadear alternativamente con un período constante.
3. Mida el tiempo entre destellos del mismo diodo. Esto se puede lograr utilizando un cronómetro o un captador de datos (datalogger) de detección de luz. A continuación, anote el tiempo entre destellos:

T = _____

4. Compare esto con el periodo teórico del circuito. La ecuación es una modificación de la constante de tiempo de una resistencia y un condensador en serie.

$$T = - (R1 C1 + R2 C2) \times \ln[(V_0 - V_b) / (2V_0 - V_b - V_{LED})],$$

donde V_b es el voltaje a través de la base del transistor, alrededor de 0.7 V, y V_{LED} es el voltaje a través del diodo LED, alrededor de 2 V. muestre sus cálculos a continuación:

5. Cambie R3 y R4 para una opción diferente de resistencia. Mantener $R3=R4$. Nuevamente mida el tiempo entre destellos. ¿Es diferente ahora el período del circuito diferente?

6. Devuelva las dos resistencias de $2,2\text{ k}\Omega$ a sus lugares originales en el circuito. Ahora intentemos aumentar la duración del tiempo entre destellos. ¿Qué combinación de R1 y C1 aumentará el período? (Cualquier cambio que se realice en R1 y C1, haga lo mismo en R2 y C2 para mantener la tasa de parpadeo simétrica). Registre abajo su elección de resistencia y condensador, y mida y registre el nuevo período en el siguiente espacio:

7. Finalmente, trate de disminuir la duración del tiempo entre destellos. ¿Qué combinación de R1 y C1 disminuirá el período? (De nuevo, mantenga R2 y C2 equivalentes a R1 y C1 para mantener la tasa de parpadeo simétrica). Registre abajo su elección de resistencia y capacitor, y mida y registre el nuevo período en el siguiente espacio.

ACTIVIDAD 2: RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA

INSTRUCCIONES PROFESOR:

CONOCIMIENTO:

Una de las aplicaciones más útiles del diodo es la de la rectificación de corriente. Al colocar un diodo en un circuito donde se aplica una corriente alterna, el diodo evita que la mitad de la corriente alterna se propague a través del circuito. La mayoría de los dispositivos electrónicos actuales que necesitan una fuente de alimentación de CC que se conectan a una fuente de corriente alterna (es decir, una toma de corriente) hacen uso de un rectificador de onda completa. No solo se restringe el flujo alterno en una dirección, sino que también se modifica la corriente negativa para que se convierta en una corriente positiva.

En el Kit Electrónica-1 estudiamos el kit de media onda. Como recordatorio de cómo se comporta la corriente alterna cuando pasa a través de un solo diodo, consulte, a continuación, la Figura 2-1. Pudimos comprobar que al pasar la corriente de CA a través de un solo diodo, podemos eliminar la mitad de la onda (corriente), que está en la dirección de polarización inversa del diodo.

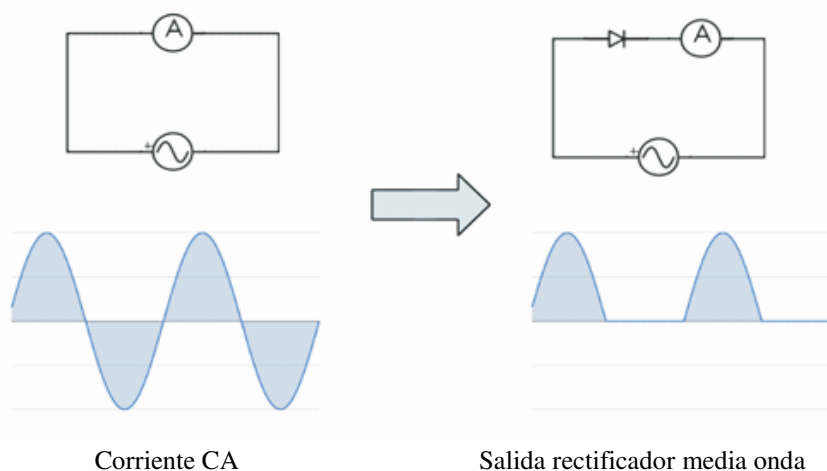


Figura 2-1

En esta actividad vamos a comparar el rectificador de media onda con el de onda completa. Una configuración de rectificador de onda completa está compuesto por 4 diodos, formando el puente de diodos, puente rectificador, como se puede ver en la Figura 2-2. Cuando la CA se conecta en la esquina izquierda del diamante es *positiva*, y en la esquina derecho es *negativa*, la corriente fluye desde la rama superior a la derecha a lo largo del camino rojo hasta la salida, y regresa a la rama inferior a través del camino azul. Esto se muestra a continuación en la Figura 2-2.

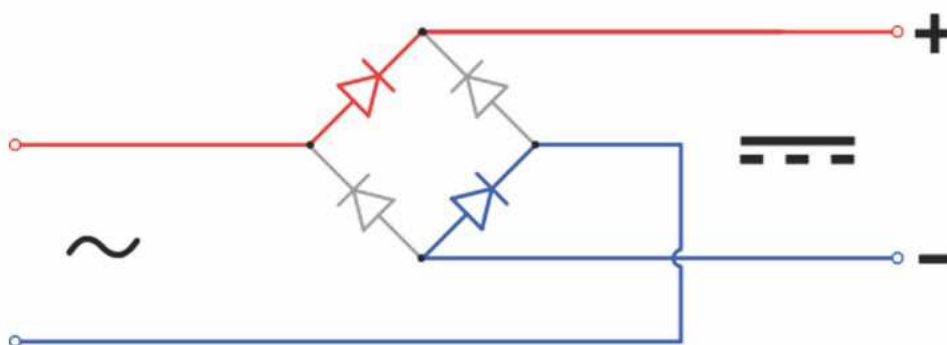


Figura 2-2

Del mismo modo, como se ve en la Figura 2-3, cuando la corriente alterna cambia a positivo en la conexión en el lado derecho del puente de diodos, viaja a lo largo del diodo superior derecho y sale a la salida en la salida superior. Luego regresa a la rama inferior a través del terminal azul. De esta manera, se puede ver que aunque la dirección de la corriente positiva cambia de la entrada izquierda a la entrada derecha, siempre sale a través de la salida superior y regresa a la inferior. Si una carga, como una resistencia, está conectada a través de los terminales de salida, solo verá el flujo de corriente en una dirección, y para ambas fases de la entrada de corriente alterna.

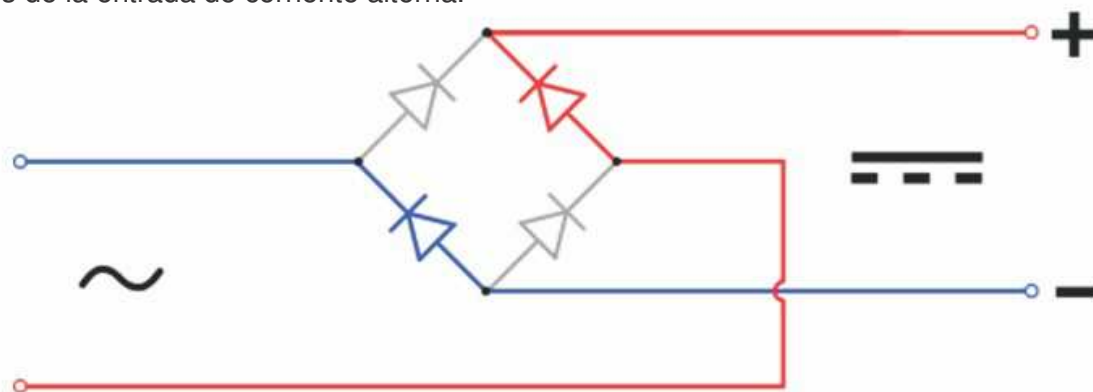


Figura 2-3

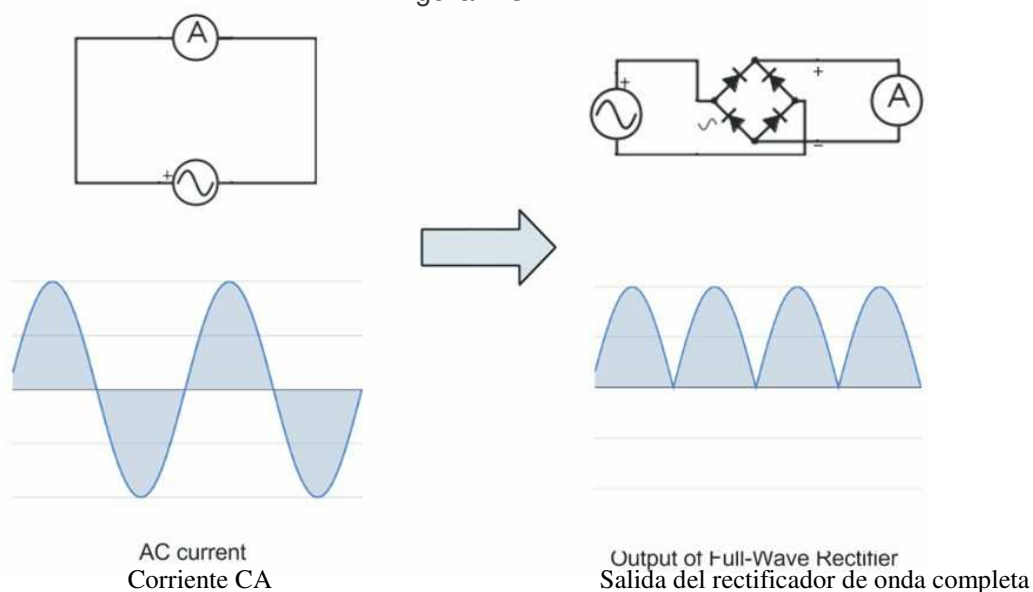


Figura 2-4

La corriente resultante se muestra arriba en la Figura 2-4. La corriente alterna de la fuente de alimentación de CA cuando pasa a través del puente de diodo tiene una salida que ya no es alterna. El objetivo de este experimento es observar esta aplicación de los diodos en la configuración del puente y determinar las propiedades de la corriente resultante.

CONCEPTOS:

- Diodos
- Puente diodos
- Rectificador de corriente (onda completa)

COMPONENTES REQUERIDOS (INCLUIDOS)

Descripción	Cantidad
Puente diodos	1
Resistencia 2.2 kΩ	2
Regleta cortocircuito	1
Cables banana	2

COMPONENTES REQUERIDOS (NO INCLUIDOS)

Descripción	Cantidad
Fuente de alimentación CA	1
Osciloscopio o data logger voltaje	1
Voltímetro	1

PROCEDIMIENTO:

1. Primero configure un circuito de CA con un puente de diodos y dos resistencias de 2.2kΩ (R1 y R2) y un voltímetro en paralelo con la resistencia de salida:



Figura 2-5

2. Aumente el voltaje de la fuente de alimentación de CA a 12 V. Conecte un captador de datos de voltaje en paralelo a través de la resistencia para observar el voltaje como una función del tiempo. Registre la tensión máxima en la resistencia de salida, R2:

$$V_R = 5.3 \text{ V}$$

3. Calcule el valor de la frecuencia de la corriente alterna. Recuerde que cada segmento positivo de la tensión proviene de un medio ciclo de la corriente de entrada de CA. Así que el período será dos semiciclos positivos, no uno.

$$f = 1/T = 1/16.7\text{ms} = 60 \text{ Hz, para mi fuente de CA específica}$$

4. En una hoja de papel cuadriculado separada, haga un esquema del voltaje a través de la resistencia en función del tiempo durante dos períodos de la oscilación.

Vea el diagrama en la esquina inferior derecha de la Figura 2-4. El diagrama debe mostrar la magnitud absoluta de una onda senoidal, con la amplitud encontrada en el apartado 2 y la frecuencia del apartado 3 anterior.

Nombre: _____ Fecha: _____

ACTIVIDAD 2: RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA

PROCEDIMIENTO:

1. Primero configure un circuito de CA con un puente de diodos y dos resistencias de $2.2\text{k}\Omega$ (R_1 y R_2) y un voltímetro en paralelo con la resistencia de salida:



Figura 2-5

2. Aumente el voltaje de la fuente de alimentación de CA a 12 V. Conecte un captador de datos de voltaje en paralelo a través de la resistencia para observar el voltaje como una función del tiempo. Registre la tensión máxima en la resistencia de salida, R_2 :

$V_R =$ _____

3. Calcule el valor de la frecuencia de la corriente alterna. Recuerde que cada segmento positivo de la tensión proviene de un medio ciclo de la corriente de entrada de CA. Así que el período será dos semiciclos positivos, no uno.

4. En una hoja de papel cuadriculado separada, haga un esquema del voltaje a través de la resistencia en función del tiempo durante dos períodos de la oscilación.

ACTIVIDAD 3: RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA CON CONDENSADOR

INSTRUCCIONES PROFESOR:

CONOCIMIENTO:

La rectificación de onda completa es necesaria para muchos dispositivos electrónicos que están conectados a fuentes de corriente alterna. Pero la salida generada por un puente de diodo por sí sola no es suficientemente buena. Aunque elimina el componente negativo de la corriente de CA y crea una corriente continua, no es una corriente constante.

Una forma sencilla de crear una fuente de corriente continua constante es conectando un condensador a través de la salida del puente de diodo en paralelo con la carga resistiva. Esto hace el trabajo de suavizar principalmente los picos senoidales, ya que todavía habrá una ligera ondulación de CA en la corriente. El objetivo de esta actividad es producir una corriente más suave e investigar cómo el valor del condensador cambia las propiedades del rizado de la onda.

CONCEPTOS:

- Diodos
- Puente de diodos
- Rectificación de corriente (onda completa)
- Condensadores
- Rizado de corriente

COMPONENTES REQUERIDOS(INCLUIDOS)

Descripción	Cantidad
Puente diodos	1
Resistencia 2.2 k Ω	2
Condensador 10 μ F	1
Condensador 50 μ F	1
Regleta cortocircuito	1
Cable Banana	2

COMPONENTES REQUERIDOS (NO INCLUIDOS)

Descripción	Cantidad
Fuente de alimentación CA	1
Osciloscopio o data logger voltaje	1
Voltímetro	1

PROCEDIMIENTO:

1. Primero configure el siguiente circuito con una fuente de CA, un puente de diodos y dos resistencias de 2.2k Ω (una, R1, en serie con la entrada CA, y la segunda, R2, a través de la unión salida), un condensador 10 μ F en paralelo con la resistencia de salida, R2:

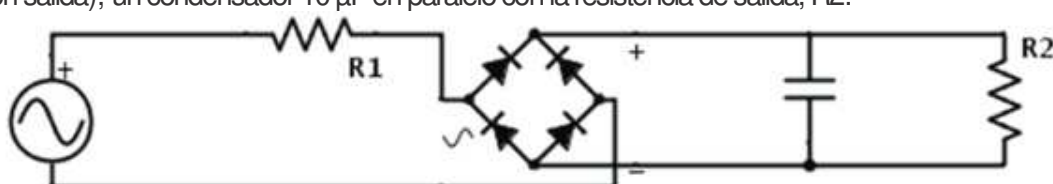


Figura 3-1

2. Aumente el voltaje de la fuente de alimentación de CA a 12 V. Conecte un captador de datos de voltaje en paralelo a la resistencia para observar el voltaje en función del tiempo. Registre la tensión máxima en la resistencia de salida, R_2 :

$$V_R = 3.4 \text{ V}$$

3. En una hoja de papel cuadriculado separada, haga un esquema del voltaje a través de la resistencia en función del tiempo durante dos períodos de la oscilación.

La onda senoidal con amplitud ΔV y frecuencia f se encuentra en la siguiente pregunta, con un desplazamiento de $+V_R$ encontrado anteriormente.



4. Desde el captador de datos o su gráfico, determine la tensión pico a pico de la ondulación de CA, ΔV . También determine la frecuencia de la ondulación de CA (esto será $1/T$, donde T es el período de dos ondulaciones en el voltaje). Anótelos a continuación:

$$\Delta V = 1.2 \text{ V}$$

$$f = 1/T = 60 \text{ Hz}$$

La ecuación teórica para el rizado de CA está dada por:

$$\Delta V = V_R / (2 R_2 f C)$$

Utilizando los valores que ha encontrado para V_R y f , y los valores de la resistencia y el condensador en su circuito, calcule, a continuación, el valor teórico de la tensión de ondulación. Compárelo con el valor medido de ΔV anterior.

$$\Delta V = V_R / (2 R_2 f C) = 3.4 \text{ V} / (2 \times 2.2 \text{ k}\Omega \times 60 \text{ Hz} \times 10 \text{ }\mu\text{F}) = 1.3 \text{ V}$$

5. Si queremos una corriente de CC más suave a través de la resistencia de carga, tendremos que disminuir la ondulación de CA. Podemos hacerlo aumentando el valor del condensador en el circuito. Reduzca la tensión de CA a 0 V. Reemplace el condensador en su circuito con un condensador de mayor capacidad. Aumente la corriente nuevamente a 12 V. A continuación, anote el valor del condensador. En una hoja de papel cuadriculado separada, trace la tensión en función del tiempo a través de la resistencia de carga. ¿El condensador de mayor capacidad disminuyó el rizado de CA en el circuito?

$$C = 50 \text{ }\mu\text{F}$$

Sí, el rizado disminuyó. El nuevo ΔV debe ser 5 veces más pequeño ya que un condensador de 50 μF es 5 veces más grande que el condensador original. La trama debe verse igual, excepto que la nueva amplitud del rizado de CA es 5 veces más pequeña.

Nombre: _____

Fecha: _____

ACTIVIDAD 3: RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA CON CONDENSADOR

PROCEDIMIENTO:

1. Primero configure un circuito de CA con una fuente de alimentación de CA, un puente de diodos y dos resistencias de $2.2\text{k}\Omega$ (una, R_1 , en serie con la entrada de CA, y la segunda, R_2 , a través de la unión de salida), un condensador en paralelo de $10\text{ }\mu\text{F}$ con la resistencia de salida, R_2 .



Figura 2-1

2. Aumente el voltaje de la fuente de alimentación de CA a 12 V. Conecte un captador de datos de voltaje en paralelo a la resistencia para observar el voltaje en función del tiempo. Registre la tensión máxima en la resistencia de salida, R_2 :

$V_R =$ _____

3. En una hoja de papel cuadriculado separada, haga un esquema del voltaje a través de la resistencia en función del tiempo durante dos períodos de la oscilación.

4. Desde el captador de datos o su gráfico, determine la tensión pico a pico de la ondulación de CA, ΔV . También determine la frecuencia de la ondulación de CA (esto será $1/T$, donde T es el período de dos ondulaciones en el voltaje). Anótelos a continuación:

$\Delta V =$ _____

$f = 1/T =$ _____

La ecuación teórica para el rizado de CA está dada por:

$$\Delta V = V_R / (2 R_2 f C)$$

Utilizando los valores que ha encontrado para V_R y f , y los valores de la resistencia y el condensador en su circuito, calcule, a continuación, el valor teórico de la tensión de ondulación. Compárelo con el valor medido de ΔV anterior.

5. Si queremos una corriente de CC más suave a través de la resistencia de carga, tendremos que disminuir la ondulación de CA. Podemos hacerlo aumentando el valor del condensador en el circuito. Reduzca la tensión de CA a 0 V. Reemplace el condensador en su circuito con un condensador de mayor capacidad. Aumente la corriente nuevamente a 12 V. A continuación, anote el valor del condensador. En una hoja de papel cuadriculado separada, trace la tensión en función del tiempo a través de la resistencia de carga. ¿El condensador de mayor capacidad disminuyó el rizado de CA en el circuito?

ACTIVIDAD 4: AMPLIFICADOR PUSH-PULL

INSTRUCCIONES PROFESOR:

CONOCIMIENTO:

Hay muchos tipos de amplificadores, varios de los cuales usan diferentes tipos y números de transistores bipolares. El amplificador push-pull explorado en esta actividad utiliza dos transistores de tipo opuesto; Un tipo de NPN y un transistor de tipo PNP. En la Figura 4-1 se muestra una versión simplificada del circuito utilizado.

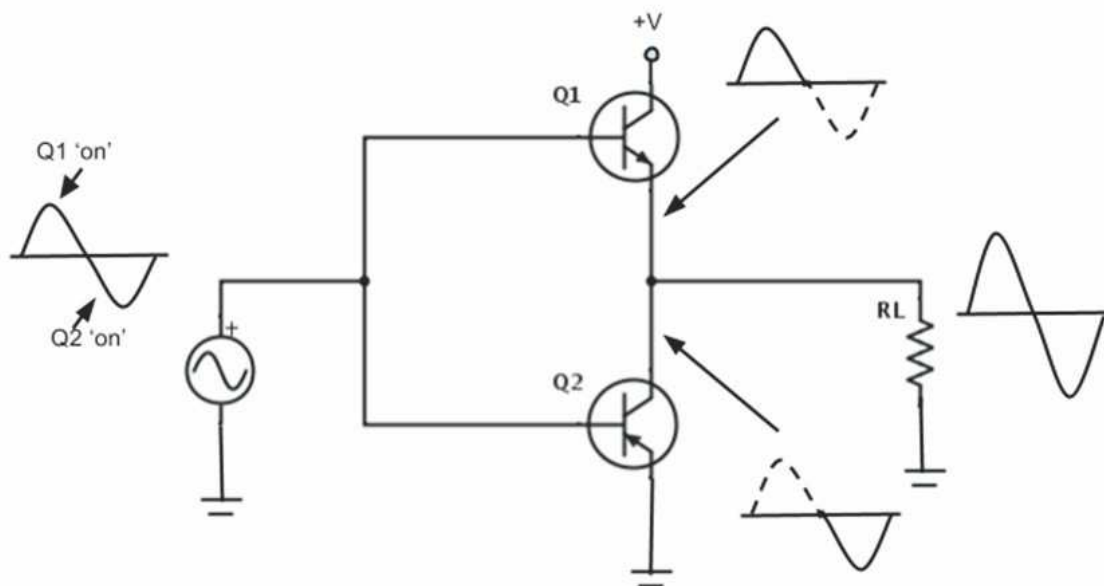


Figura 4-1

Cuando se utiliza una corriente alterna como señal (fuente de entrada), los dos transistores alternan sus estados de conducción y no conducción (corte). Durante el semiciclo positivo de la señal de entrada, el transistor NPN se enciende y conduce a través de la carga R_L . El transistor PNP durante esta fase está cortado y no conduce. Luego, durante el semiciclo negativo de la señal de entrada, los estados de los dos transistores cambian. El transistor PNP se enciende y conduce una corriente a través de la resistencia de carga. El transistor NPN durante esta fase está desconectado.

Una desventaja del amplificador push-pull en la configuración que se muestra arriba es que se incluye una región de corte no lineal en el rango de operación. Recuerde que cada uno de los transistores debe tener una corriente mínima para encenderse. Durante el semiciclo positivo de la señal de entrada que está por debajo de la tensión característica del transistor NPN (aproximadamente 0.7 V), ninguno de los transistores conduce. Del mismo modo, durante el semiciclo negativo, ninguno de los transistores conduce hasta que el voltaje de la señal de entrada es menor que la tensión PNP negativa (nuevamente, aproximadamente 0.7 V). A continuación, en la Figura 4-2 se muestra el voltaje a través de la resistencia de carga como una función del tiempo para una fuente de entrada de onda senoidal.

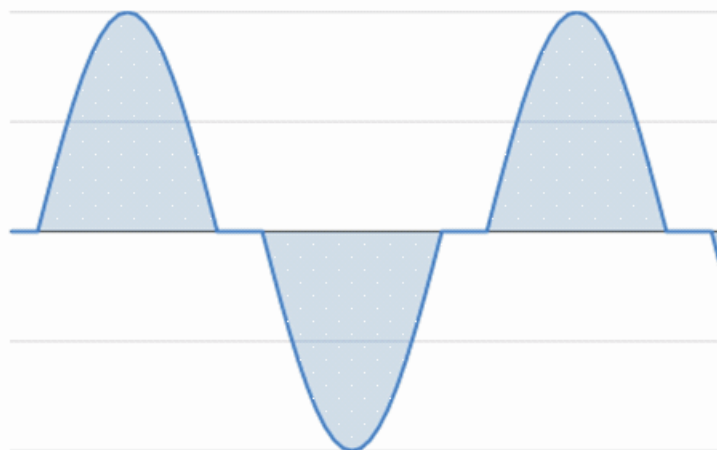


Figure 4-2

Este fenómeno se denomina distorsión de cruce, ya que la señal de entrada se distorsiona durante la fase en que la corriente conductora cruza la conducción desde el transistor opuesto. En esta actividad, se observará la distorsión cruzada y luego se eliminará mediante la adición de dos diodos en el circuito. Estos dos diodos proporcionarán una tensión de polarización para los dos transistores, asegurando que al menos un transistor esté siempre encendido.

El objetivo de esta actividad es producir un amplificador push-pull que funcione, eliminar la distorsión de cruce, así como comparar la potencia de salida de potencia observada y compararla con la potencial potencia máxima para determinar la eficiencia de este amplificador.

CONCEPTOS:

- Transistores bipolares
- Amplificación Push-pull
- Distorsión de cruce

COMPONENTES REQUERIDOS (INCLUIDOS)

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>
Transistor de potencia NPN	1
Transistor de potencia PNP	1
Resistencia 2.2 k Ω	2
Condensador 500 μ F	1
Condensador 10 μ F	2
Micrófono	1
Altavoz	1
Regleta cortocircuito	2
Cables banana	8

REQUIRED COMPONENTS (NOT INCLUDED)

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>
Fuente de alimentación CC	1
Generador de funciones	1
Osciloscopio o data logger voltaje	1

Voltímetro	1
Amperímetro	1
Diodo Si	2

PROCEDIMIENTO:

1. Primero configure el siguiente circuito con el altavoz, una fuente de alimentación de CA y un amperímetro (en modo mA):

Figura 4-3

2. Aumente la tensión de la fuente de alimentación de CA a 12 V. A continuación, anote la corriente usando el amperímetro y calcule la impedancia (resistencia) del altavoz usando la Ley de Ohm.

$$I = 9.7 \text{ mA}$$

$$R_{spk} = V/I = 15.6 \text{ k}\Omega$$

3. Desmunte el circuito y ahora monte el siguiente circuito push-pull con un transistor de potencia NPN (Q1), un transistor de potencia PNP (Q2), un condensador de 500 μF (C3) conectado en serie al altavoz (observe la polaridad del condensador), dos resistencias de 2,2 $\text{k}\Omega$ (R1 y R2), dos condensadores de 10 μF (C1 y C2), un micrófono y una fuente de alimentación de CC. Use las dos regletas cortocircuito para conectar el emisor del transistor de potencia NPN al colector del Transistor de potencia PNP.

Figura 4-4

4. Aumente la tensión, V_0 , de la fuente de alimentación de CC a 6 V. En este punto, debe tener un amplificador push-pull que funcione. Proporcione una señal de entrada hablando al micrófono. Verifique que la señal esté transmitiendo a través del altavoz. Puede ser útil para una persona hablar y una persona para escuchar, ya que la salida puede ser difícil de escuchar.
5. Desconecte el micrófono y conecte un generador de funciones (señal) en su lugar. Conecte un osciloscopio o un registrador de datos para medir el voltaje a través del altavoz. Configure el generador de funciones para que ingrese una señal de onda senoidal de 500 Hz. Debería escuchar un tono constante en el altavoz. Usando su elección de detector de voltaje de salida, debe observar una onda senoidal con espacios entre los semiciclos positivo y negativo. Esto se llama distorsión de cruce. En una hoja de papel cuadriculado separada, trace varios períodos del voltaje de salida en función del tiempo. Asegúrese de marcar el valor de la tensión pico y el período de la oscilación.

La gráfica debe verse similar a la Figura 2-2.

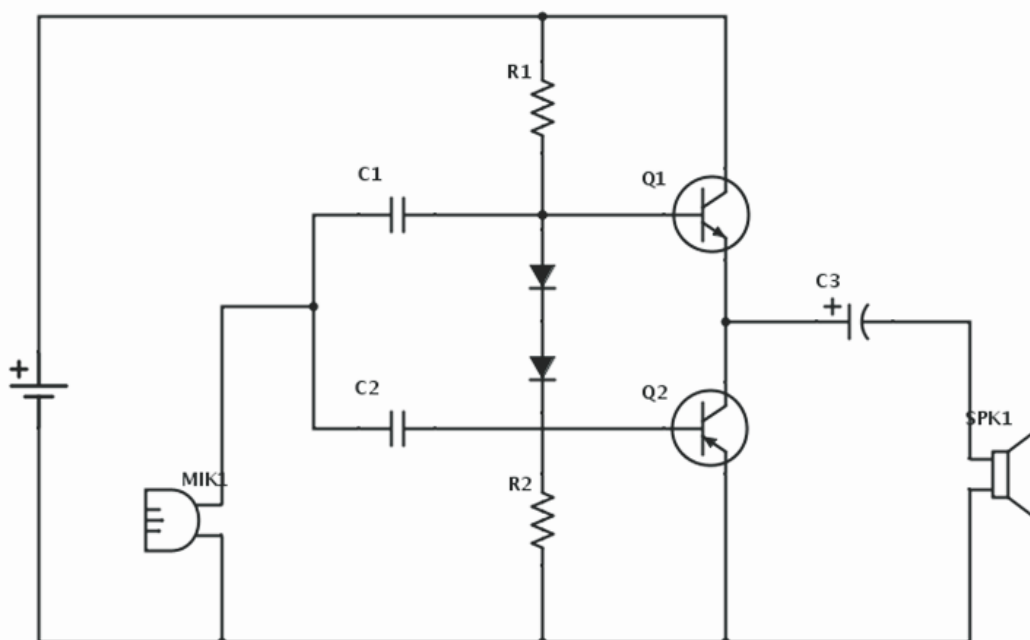


Figura 4-5

6. Ahora modifiquemos el circuito para eliminar la distorsión cruzada ya que esto resta valor a la replicación de la señal de entrada. Disminuya el voltaje de la fuente de alimentación de CC y apague la señal del generador de funciones. Inserte los dos diodos como se muestra en la Figura 4-5. Reemplace el generador de funciones con el micrófono. Aumente el voltaje de la fuente de alimentación de CC a 6 V. De nuevo, hable al micrófono. ¿Hay una diferencia perceptiblemente audible en la salida del altavoz?

No se producirá un cambio perceptible desde la eliminación de la distorsión de cruce.

7. Vuelva a colocar el micrófono con el generador de funciones. Una vez más ajuste la señal a 500 Hz. Observe la salida utilizando su detector de voltaje. ¿La distorsión cruzada ya no está presente? En una hoja de papel cuadriculado separada, trace varios períodos del voltaje de salida en función del tiempo. Nuevamente, marque el valor del pico de voltaje y el período de la oscilación

La salida del circuito ahora debería producir una onda senoidal con un período de 1/500 Hz.

8. Calcule la máxima eficiencia del amplificador. Comience por calcular la corriente a través de los diodos de polarización:

$$I_{\text{bias}} = (V_0 - 2 V_d) / (R_1 + R_2)$$

Donde V_0 es el voltaje de la fuente de alimentación de CC y V_d es la caída de voltaje característica del diodo.

A continuación se calcula la corriente de saturación del colector.

$$I_{C(\text{sat})} = V_C / R_{\text{spk}}$$

donde V_C es el voltaje entre el transistor de potencia NPN y el transistor PNP, y R_{spk} es la resistencia del altavoz calculada anteriormente. V_C debe ser igual a la mitad de V_0 , que se puede verificar con un voltímetro conectado entre un punto entre los dos transistores y la tierra del circuito.

El valor medio de la corriente del colector es:

$$I_{\text{avg}} = I_{C(\text{sat})} / \pi$$

La corriente total es:

$$I_{\text{total}} = I_{\text{bias}} + I_{\text{avg}}$$

La potencia de entrada de CC es:

$$P_{\text{DC}} = V_0 \times I_{\text{total}}$$

Y la potencia máxima de salida de CA es:

$$P_{\text{out(max)}} = V_{\text{MPP}}^2 / 8R_{\text{spk}}$$

donde V_{MPP} es la tensión máxima de pico a pico, que es igual a la tensión de entrada de CC, V_0 .

La eficiencia del amplificador push-pull es entonces la relación entre la potencia de salida máxima y la potencia de entrada de CC:

$$\eta = P_{\text{out(max)}} / P_{\text{DC}}$$

Muestre todo el trabajo para el cálculo en el siguiente espacio.

$$I_{\text{bias}} = (V_0 - 2 V_d) / (R_1 + R_2) = (6 \text{ V} - 2 \times 0.7 \text{ V}) / 4.4 \text{ k}\Omega = 1.05 \text{ mA}$$

$$I_{C(\text{sat})} = V_C / R_{\text{spk}} = 3 \text{ V} / 15.6 \text{ k}\Omega = 0.192 \text{ mA}$$

$$I_{\text{avg}} = I_{C(\text{sat})} / \pi = 0.192 \text{ mA} / \pi = 0.06 \text{ mA}$$

$$I_{\text{total}} = I_{\text{bias}} + I_{\text{avg}} = 1.05 \text{ mA} + 0.06 \text{ mA} = 1.11 \text{ mA}$$

$$P_{\text{DC}} = V_0 \times I_{\text{total}} = 6 \text{ V} \times 1.11 \text{ mA} = 6.66 \text{ mW}$$

$$P_{\text{out(max)}} = V_{\text{MPP}}^2 / 8R_{\text{spk}} = 6^2 / (8 \times 1.3 \text{ k}\Omega) = 3.46 \text{ mW}$$

$$\eta = P_{\text{out(max)}} / P_{\text{DC}} = 3.46 \text{ mW} / 6.66 \text{ mW} = 0.52$$

Así que este amplificador push-pull es 52% eficiente.

ACTIVIDAD 4: AMPLIFICADOR PUSH-PULL

PROCEDIMIENTO:

1. Primero configure el siguiente circuito con el altavoz, una fuente de alimentación de CA y un amperímetro (en modo mA):

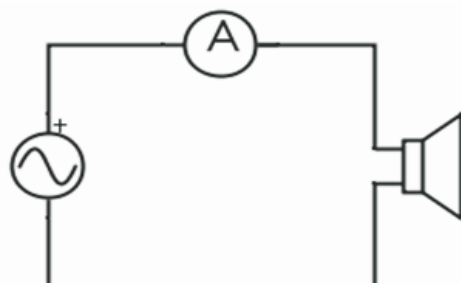


Figura 4-3

2. Aumente la tensión de la fuente de alimentación de CA a 12 V. A continuación, anote la corriente usando el amperímetro y calcule la impedancia (resistencia) del altavoz usando la Ley de Ohm.
3. Desmonte el circuito y ahora monte el siguiente circuito push-pull con un transistor de potencia NPN (Q1), un transistor de potencia PNP (Q2), un condensador de 500 μF (C3) conectado en serie al altavoz (observe la polaridad del condensador), dos resistencias de 2,2 $\text{k}\Omega$ (R1 y R2), dos condensadores de 10 μF (C1 y C2), un micrófono y una fuente de alimentación de CC. Use las dos regletas cortocircuito para conectar el emisor del transistor de potencia NPN al colector del Transistor de potencia PNP.

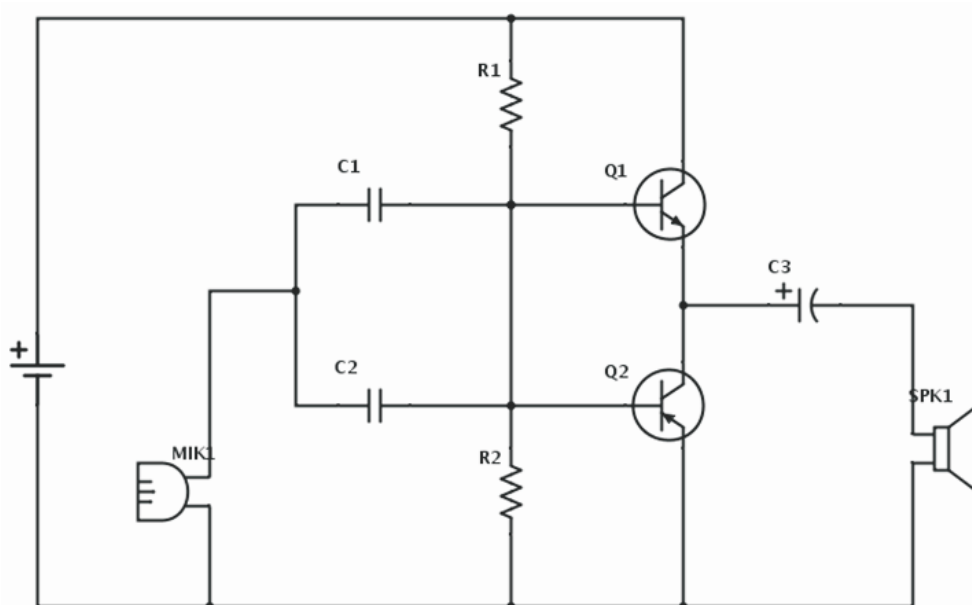


Figura 4-4

4. Aumente la tensión, V_0 , de la fuente de alimentación de CC a 6 V. En este punto, debe tener un amplificador push-pull que funcione. Proporcione una señal de entrada hablando al micrófono. Verifique que la señal esté transmitiendo a través del altavoz. Puede ser útil para una persona hablar y una persona para escuchar, ya que la salida puede ser difícil de escuchar.
5. Desconecte el micrófono y conecte un generador de funciones (señal) en su lugar. Conecte un osciloscopio o un registrador de datos para medir el voltaje a través del altavoz. Configure el generador de funciones para que ingrese una señal de onda senoidal de 500 Hz. Debería escuchar un tono constante en el altavoz. Usando su elección de detector de voltaje de salida, debe observar una onda senoidal con espacios entre los semiciclos positivo y negativo. Esto se llama distorsión de cruce. En una hoja de papel cuadriculado separada, trace varios períodos del voltaje de salida en función del tiempo. Asegúrese de marcar el valor de la tensión pico y el período de la oscilación

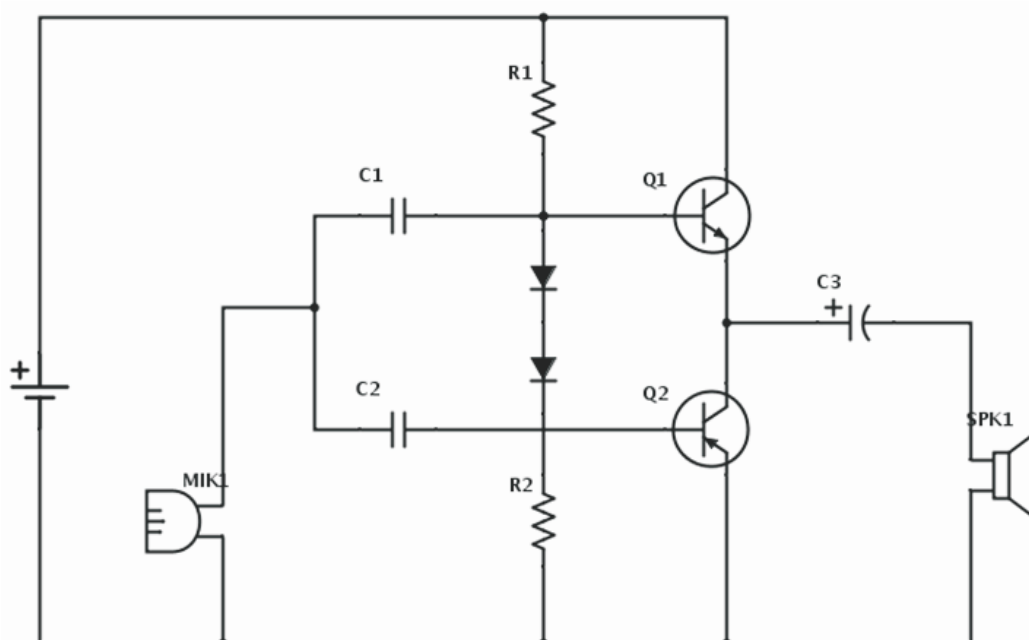


Figura 4-5

6. Ahora modifiquemos el circuito para eliminar la distorsión cruzada ya que esto resta valor a la replicación de la señal de entrada. Disminuya el voltaje de la fuente de alimentación de CC y apague la señal del generador de funciones. Inserte los dos diodos como se muestra en la Figura 4-5. Reemplace el generador de funciones con el micrófono. Aumente el voltaje de la fuente de alimentación de CC a 6 V. De nuevo, hable al micrófono. ¿Hay una diferencia perceptiblemente audible en la salida del altavoz?

7. Vuelva a colocar el micrófono con el generador de funciones. Una vez más ajuste la señal a 500 Hz. Observe la salida utilizando su detector de voltaje. ¿La distorsión cruzada ya no está presente? En una hoja de papel cuadriculado separada, trace varios períodos del voltaje de salida en función del tiempo. Nuevamente, marque el valor del pico de voltaje y el período de la oscilación

8. Calcule la máxima eficiencia del amplificador. Comience por calcular la corriente a través de los diodos de polarización:

$$I_{\text{bias}} = (V_0 - 2V_d) / (R_1 + R_2)$$

Donde V_0 es el voltaje de la fuente de alimentación de CC y V_d es la caída de voltaje característica del diodo.

A continuación se calcula la corriente de saturación del colector

$$I_{C(\text{sat})} = V_C / R_{\text{spk}}$$

donde V_C es el voltaje entre el transistor de potencia NPN y el transistor PNP, y R_{spk} es la resistencia del altavoz calculada anteriormente. V_C debe ser igual a la mitad de V_0 , que se puede verificar con un voltímetro conectado entre un punto entre los dos transistores y la tierra del circuito.

El valor medio de la corriente del colector es:

$$I_{\text{avg}} = I_{C(\text{sat})} / \pi$$

La corriente total es:

$$I_{\text{total}} = I_{\text{bias}} + I_{\text{avg}}$$

La potencia de entrada de CC es:

$$P_{\text{DC}} = V_0 \times I_{\text{total}}$$

Y la potencia máxima de salida de CA es:

$$P_{\text{out(max)}} = V_{\text{MPP}}^2 / 8R_{\text{spk}}$$

donde V_{MPP} es la tensión máxima de pico a pico, que es igual a la tensión de entrada de CC, V_0 .

La eficiencia del amplificador push-pull es entonces la relación entre la potencia de salida máxima y la potencia de entrada de CC:

$$H = P_{\text{out(max)}} / P_{\text{DC}}$$

Muestre todo el trabajo para el cálculo en el siguiente espacio.

ACTIVIDAD 5: AMPLIFICADOR DE AUDIO DE DOS ETAPAS

INSTRUCCIONES PROFESOR:

CONOCIMIENTO :

El objetivo de esta actividad es crear un amplificador de dos etapas. Cuando el circuito se ensambla correctamente, actuará como un amplificador de audio de alta fidelidad con el que se podría conectar una señal de audio de "entrada de línea" de fuentes como un CD o un reproductor de mp3 y usar el circuito para alimentar un altavoz. Se utilizará un amplificador push-pull como segunda etapa, cuya configuración es muy similar al circuito utilizado en la Actividad 4. La etapa inicial, o de controlador, se realizará mediante un transistor de señal NPN. Este transistor se conectará al circuito push-pull en forma de un emisor común de acoplamiento directo. El circuito se puede ver en la figura 5-2. Se puede ver que el transistor de señal NPN es la fuente de corriente para los diodos de compensación de polarización.

Cuando una señal de CA acciona la base del transistor de señal NPN, actúa como un amplificador saturado. Como se vio en el amplificador push-pull en la Actividad 4, cuando la base de los transistores de potencia del tipo NPN y del tipo PNP son impulsados por el semiciclo positivo desde la etapa del controlador, el transistor PNP se corta mientras el transistor NPN conduce. Y luego, durante el semiciclo negativo, el transistor NPN está apagado mientras que el transistor PNP conduce. Juntos amplifican la totalidad de la señal de la fuente de entrada.

Aparte del ensamblaje y la prueba del amplificador, los otros objetivos de esta actividad son probar el rango auditivo de la amplificación y el efecto del condensador conectado a la salida en la frecuencia de corte más baja.

CONCEPTOS:

- Amplificación de dos etapas
- Ganancia de señal
- Frecuencia de corte

COMPONENTES REQUERIDOS (INCLUIDOS)

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>
Transistor de señal NPN	1
Transistor de potencia NPN	1
Transistor de potencia PNP	1
Resistencia 10k Ω	1
Resistencia 2.2 k Ω	1
Resistencia variable 100 k Ω	1
Condensador 500 μ F	1
Condensador 10 μ F	1
Micrófono	1
Altavoz	1
Regleta cortocircuito	2
Cable banana	8

COMPONENTES REQUERIDOS (NO INCLUIDOS)

Descripción	Cantidad
Fuente de alimentación CA/CC	1
Generador de Funciones	1
Osciloscopio o data logger de voltaje	1
Amperímetro	1
Resistencia 100 Ω	1
Diodo Si	2
Cable de audio forma Y: 3.5mm a 2 RCA	1
Equipo de audio (CD o reproductor MP3)	1

PROCEDIMIENTO:

- Primero configure el siguiente circuito con el altavoz, una fuente de alimentación de CA y un amperímetro:

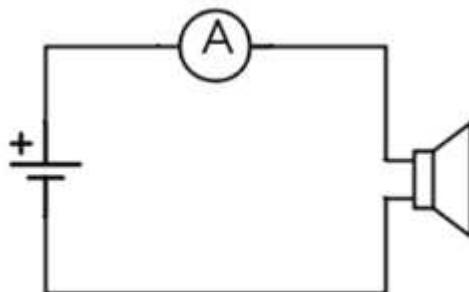


Figura 5-1

- Aumente el voltaje de la fuente de alimentación de CA a 1.0 V. Registre la corriente usando el amperímetro y calcule la impedancia (resistencia) del altavoz usando la Ley de Ohm, a continuación.

$$I = 9.7 \text{ mA}$$

$$R = V/I = 15.6 \text{ k}\Omega$$

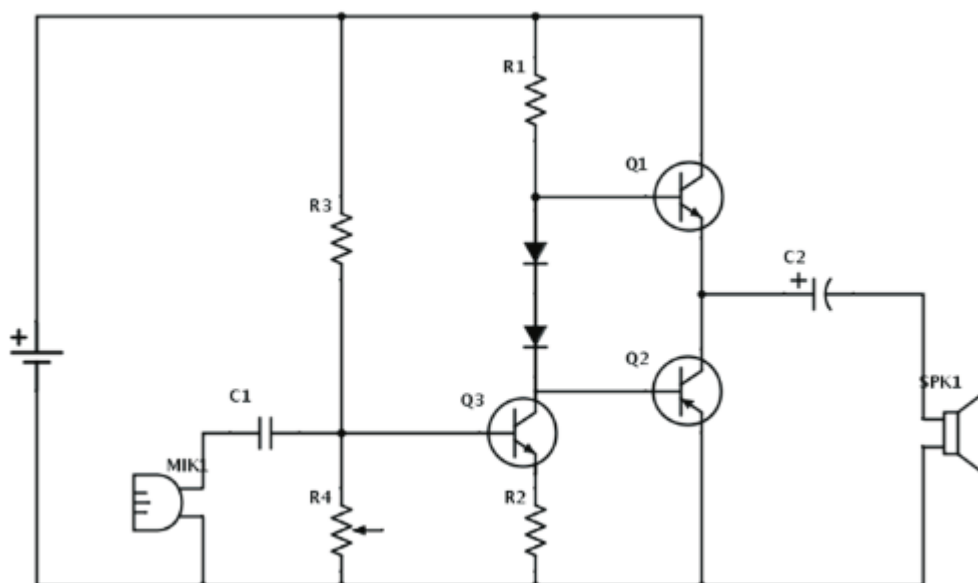


Figura 5-2

3. Desmonte el circuito y ahora monte el siguiente amplificador de audio de dos etapas como se ve en la Figura 5-2. Un micrófono, un condensador de 10 μF , una resistencia variable de 100 k Ω , una resistencia de 10 k Ω y un transistor de señal NPN conforman la etapa del conductor. El circuito push-pull es similar al estudiado en la Actividad 4. Consiste en un transistor de potencia NPN, un transistor de potencia PNP, un condensador de 500 μF conectado en serie al altavoz (note la polaridad del condensador), una resistencia de 2,2 k Ω , una resistencia de 100 Ω , dos diodos de silicio y una fuente de alimentación de CC. Utilice las dos regletas cortocircuito para conectar el emisor del transistor de potencia NPN al colector del transistor de potencia PNP.
4. Incremente el voltaje de la fuente CC, V_0 , a 10 V. Hable al micrófono, debe tener un amplificador de audio de dos etapas que funcione.
5. Reduzca el voltaje de la fuente de alimentación de CC a 0 V. Reemplace el micrófono con un generador de funciones. Vuelva a conectar la fuente de alimentación de CC a 10V. Produzca una onda senoidal de 500 Hz desde el generador de funciones. Disminuya el voltaje de la señal de entrada para que la señal de salida sea mínimamente audible. Conecte un osciloscopio o un captador de datos (data logger) de voltaje a través del altavoz para medir el voltaje de salida. Modifique la resistencia de la resistencia variable de 100 k Ω de modo que la salida de la señal se reproduzca con el máximo de pico a pico de voltaje, pero sin distorsión y sin recorte del voltaje en los picos. Deje la resistencia variable en esta configuración durante el resto de esta actividad.
6. Haga un barrido a través de la totalidad del espectro de frecuencias de señal del generador de funciones. Por lo general, es alrededor de 1 Hz a 100 kHz. Anote la frecuencia más alta que pueda escuchar. También anote la frecuencia más baja que pueda escuchar. Tenga en cuenta que el altavoz incluido en este kit es en realidad un zumbador piezoeléctrico, y por lo tanto, por debajo de la frecuencia de tono constante del rango del altavoz, producirá un período de clics. Asegúrese de que cuando anote la frecuencia de audio mínima sea la frecuencia más baja que escuche un tono constante. Compare este rango de frecuencia con un rango de frecuencia auditiva humana normal, que generalmente es de 20 Hz a 20 kHz.

Aproximadamente:

$$f_{\text{max}} = 20 \text{ kHz}$$

$$f_{\text{min}} = 80 \text{ Hz}$$

7. Compare la frecuencia audible más baja con la frecuencia de corte dictada por el condensador acoplado en la salida de la etapa del amplificador push-pull. La resistencia del altavoz y la capacitancia de C2 determinan la frecuencia de corte más baja, dada por la siguiente ecuación:

$$F_{\text{cut-off}} = 1 / (2 \pi R_{\text{spk}} C2)$$

Use la resistencia calculada en la primera parte para determinar la frecuencia de corte de la amplificación. A continuación, muestre su cálculo.

$F_{\text{cut-off}} = 1 / (2 \pi \times 15.6 \text{ k} \Omega \times 500 \mu\text{F}) = 0.021 \text{ Hz}$, que probablemente esté por debajo del rango del generador de funciones, y definitivamente está por debajo del rango de la audición humana.

8. Compare esto con el rango auditivo observado en el punto 4. ¿Está cortado el rango auditivo en esta frecuencia mínima? Si quisiéramos modificar la salida del altavoz para que no se escuche ninguna frecuencia inferior a 1 kHz, ¿con qué condensador reemplazaríamos el condensador de 500 μF ? A continuación, muestre su cálculo:

$$C2 = 1 / (F_{\text{cut-off}} \times 2\pi R_{\text{spk}}) = 0.68 \mu\text{F}$$

9. Reduzca el voltaje de la fuente de alimentación de CC a 0V. Reemplace el generador de funciones con un dispositivo de audio como un reproductor de mp3. Use un cable en forma de Y con dos tomas de audio RCA para conectar el dispositivo de audio a la placa de circuito. Aumente el voltaje de la fuente de alimentación desde 0 V. Reproduzca un clip de audio con el dispositivo seleccionado. Si el dispositivo de audio está conectado a través de la salida de auriculares del dispositivo, baje el volumen del dispositivo para producir una señal de voltaje mínima. Cuando está correctamente conectado, usted debe tener un amplificador de audio de dos etapas en funcionamiento.

ACTIVIDAD 5: AMPLIFICADOR DE AUDIO DE DOS ETAPAS

PROCEDIMIENTO:

1. Primero configure el siguiente circuito con el altavoz, una fuente de alimentación de CA y un amperímetro:

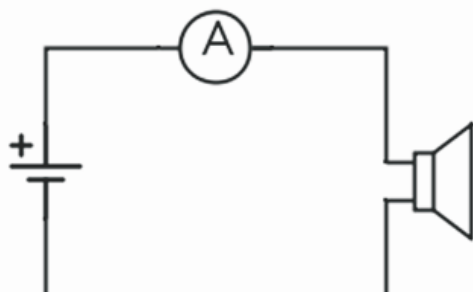


Figura 5-1

2. Aumente el voltaje de la fuente de alimentación de CA a 1.0 V. Registre la corriente usando el amperímetro y calcule la impedancia (resistencia) del altavoz usando la Ley de Ohm, a continuación.

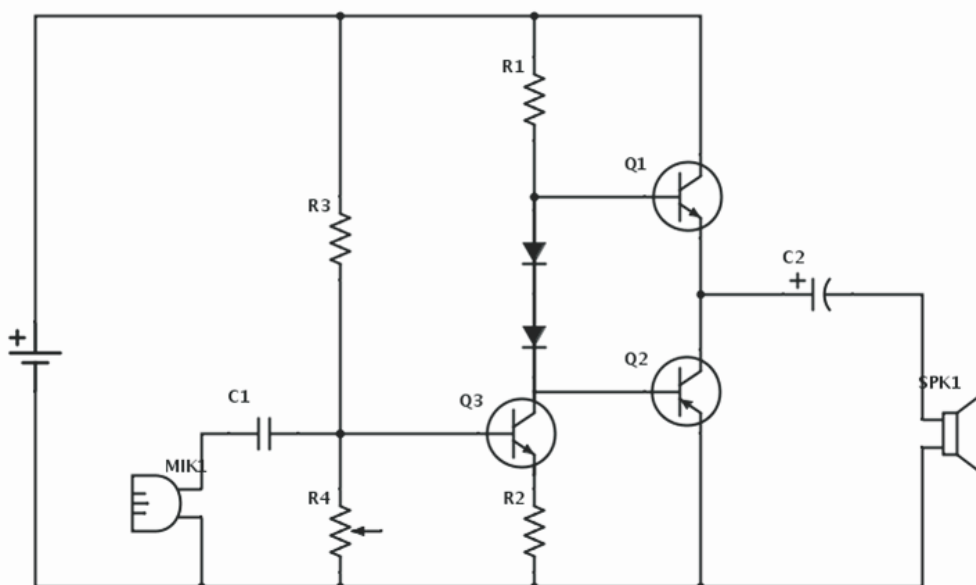


Figura 5-2

3. Desmonte el circuito y ahora monte el siguiente amplificador de audio de dos etapas como se ve en la Figura 5-2. Un micrófono, un condensador de $10\ \mu\text{F}$, una resistencia variable de $100\ \text{k}\Omega$, una resistencia de $10\ \text{k}\Omega$ y un transistor de señal NPN conforman la etapa del conductor. El circuito push-pull es similar al estudiado en la Actividad 4. Consiste en un transistor de potencia NPN, un transistor de potencia PNP, un condensador de $500\ \mu\text{F}$ conectado en serie al altavoz (note la polaridad del condensador), una resistencia de $2,2\ \text{k}\Omega$, una resistencia de 100Ω , dos diodos de silicio y una fuente de alimentación de CC. Utilice las dos regletas cortocircuito para conectar el emisor del transistor de potencia NPN al colector del transistor de potencia PNP.

4. Incremente el voltaje de la fuente CC, V_0 , a 10 V. Hable al micrófono, debe tener un amplificador de audio de dos etapas que funcione.

5. Reduzca el voltaje de la fuente de alimentación de CC a 0 V. Reemplace el micrófono con un generador de funciones. Vuelva a conectar la fuente de alimentación de CC a 10V. Produzca una onda senoidal de 500 Hz desde el generador de funciones. Disminuya el voltaje de la señal de entrada para que la señal de salida sea mínimamente audible. Conecte un osciloscopio o un captador de datos (data logger) de voltaje a través del altavoz para medir el voltaje de salida. Modifique la resistencia de la resistencia variable de 100 k Ω de modo que la salida de la señal se reproduzca con el máximo de pico a pico de voltaje, pero sin distorsión y sin recorte del voltaje en los picos. Deje la resistencia variable en esta configuración durante el resto de esta actividad.

6. Haga un barrido a través de la totalidad del espectro de frecuencias de señal del generador de funciones. Por lo general, es alrededor de 1 Hz a 100 kHz. Anote la frecuencia más alta que pueda escuchar. También anote la frecuencia más baja que pueda escuchar. Tenga en cuenta que el altavoz incluido en este kit es en realidad un zumbador piezoeléctrico, y por lo tanto, por debajo de la frecuencia de tono constante del rango del altavoz, producirá un período de clics. Asegúrese de que cuando anote la frecuencia de audio mínima sea la frecuencia más baja que escuche un tono constante. Compare este rango de frecuencia con un rango de frecuencia auditiva humana normal, que generalmente es de 20 Hz a 20 kHz.

$$f_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$f_{\min} = \underline{\hspace{2cm}}$$

7. Compare la frecuencia audible más baja con la frecuencia de corte dictada por el condensador acoplado en la salida de la etapa del amplificador push-pull. La resistencia del altavoz y la capacitancia de C2 determinan la frecuencia de corte más baja, dada por la siguiente ecuación:

$$F_{\text{cut-off}} = 1 / (2 \pi R_{\text{spk}} C2)$$

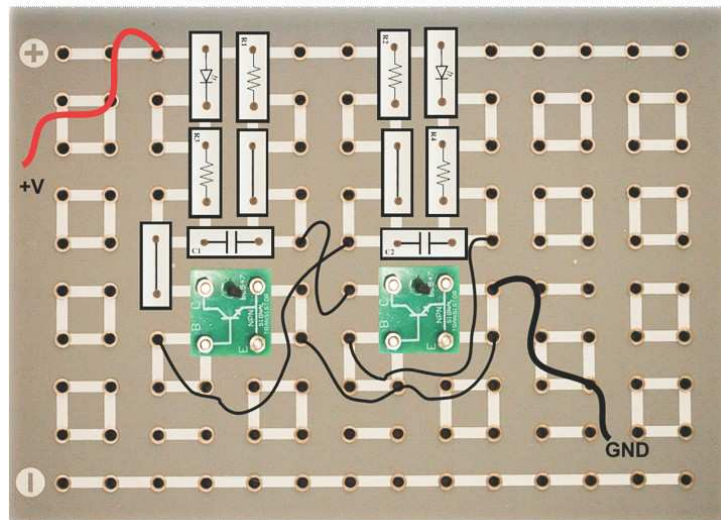
Use la resistencia calculada en la primera parte para determinar la frecuencia de corte de la amplificación. A continuación, muestre su cálculo.

8. Compare esto con el rango auditivo observado en el punto 4. ¿Está cortado el rango auditivo en esta frecuencia mínima? Si quisiéramos modificar la salida del altavoz para que no se escuche ninguna frecuencia inferior a 1 kHz, ¿con qué condensador reemplazaríamos el condensador de 500 μF ? A continuación, muestre su cálculo:

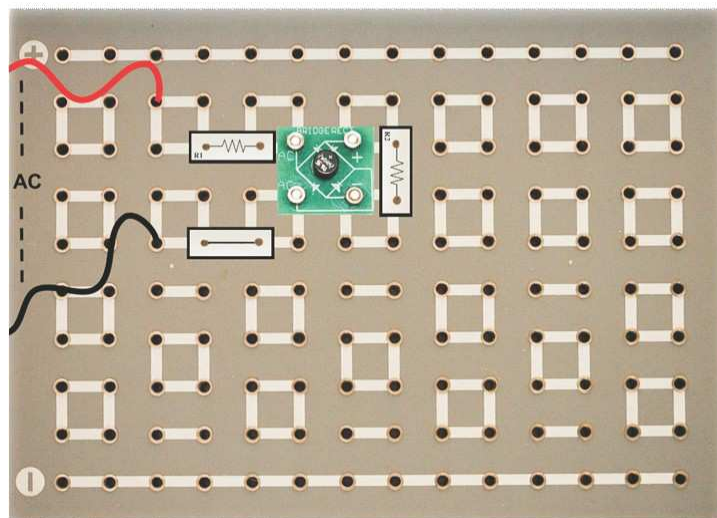
9. Reduzca el voltaje de la fuente de alimentación de CC a 0V. Reemplace el generador de funciones con un dispositivo de audio como un reproductor de mp3. Use un cable en forma de Y con dos tomas de audio RCA para conectar el dispositivo de audio a la placa de circuito. Aumente el voltaje de la fuente de alimentación desde 0 V. Reproduzca un clip de audio con el dispositivo seleccionado. Si el dispositivo de audio está conectado a través de la salida de auriculares del dispositivo, baje el volumen del dispositivo para producir una señal de voltaje mínima. Cuando está correctamente conectado, usted debe tener un amplificador de audio de dos etapas en funcionamiento.

EJEMPLO DE MONTAJE

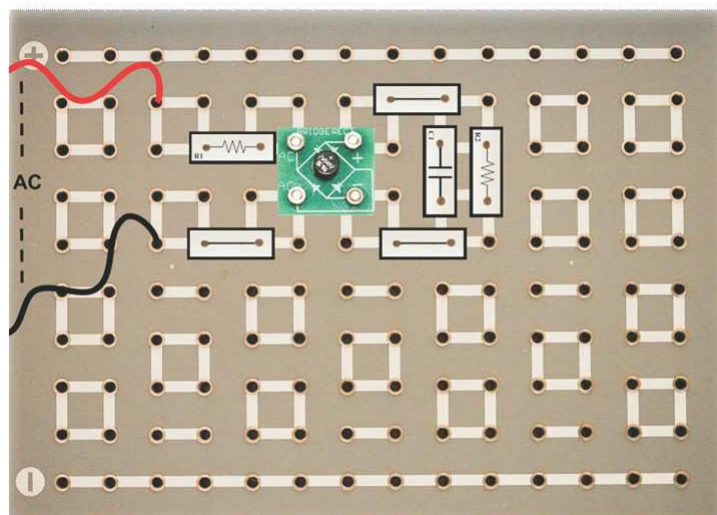
Actividad 1 – Multivibrador Astable



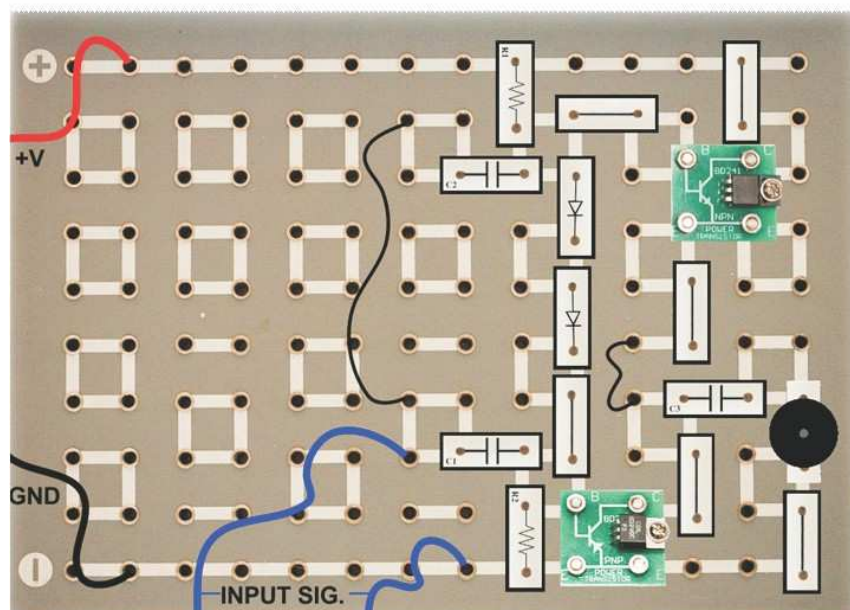
Actividad 2 – Rectificador de onda completa



Actividad 3 – Rectificador de onda completa con condensador



Actividad 4 – Amplificador Push-pull



Actividad 5 – Amplificador de audio de dos etapas

