

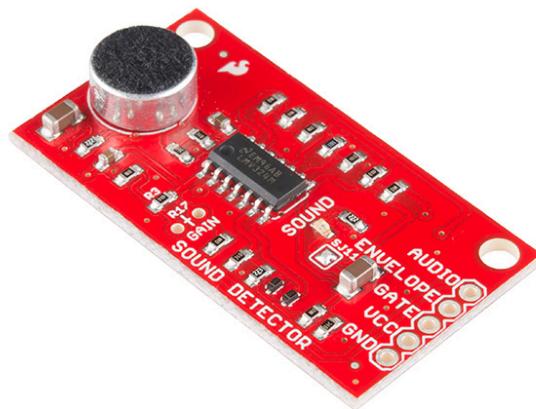
[buscar documentación](#)

Guía de conexión del detector de sonido

COLABORADORES:  BYRON J.

Introducción

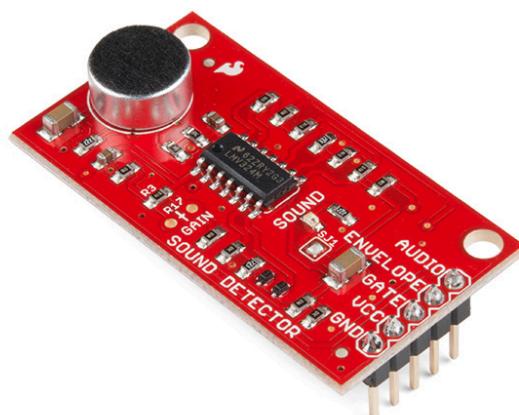
El [detector de sonido](#) es una pequeña placa que combina un micrófono y circuitos de procesamiento. Proporciona no solo una salida de audio, sino también una indicación binaria de la presencia de sonido y una representación analógica de su amplitud.



Detector de sonido SparkFun

SEN-12642

\$ 12.50



Detector de sonido SparkFun (con cabezales)

SEN-14262

\$ 13.95

Temas tratados en este tutorial

Este tutorial te guiará en la conexión y el uso del Detector de Sonido. Examinará el funcionamiento del circuito, explicará algunos detalles sobre cómo obtener el máximo rendimiento del Detector de Sonido y presentará dos proyectos diferentes que demuestran su uso.

Lecturas sugeridas

- [Cómo usar una placa de pruebas](#)
- [Analógico vs. Digital](#)
- El artículo de Wikipedia sobre [el sonido](#).

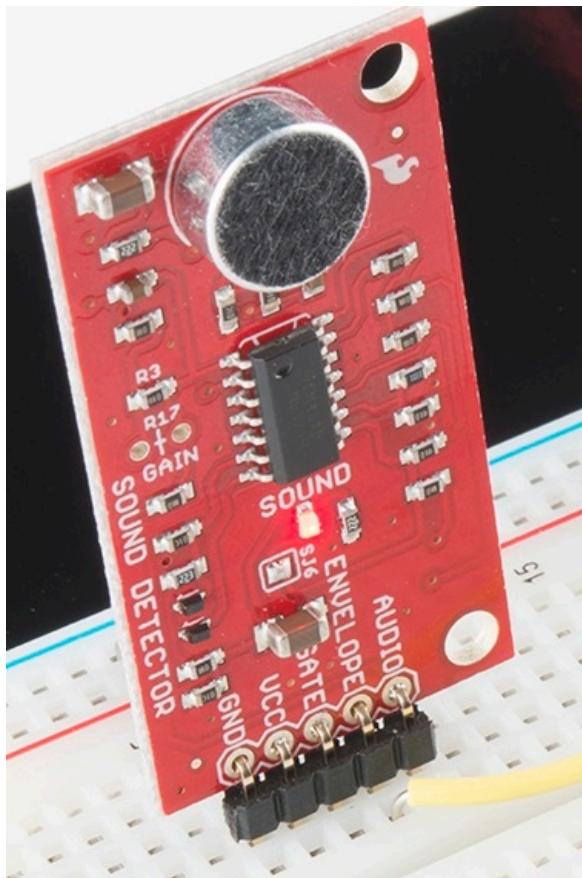
Inicio rápido

Para comenzar a utilizar el detector de sonido, simplemente conéctelo a una fuente de alimentación.

(Detector de sonido → Fuente de alimentación)

- GND → Tierra de suministro.
- VCC → Voltaje de alimentación entre 3,5 y 5,5 Voltios. 5 Voltios es lo ideal.

En una habitación tranquila, encienda la placa y hable por el micrófono. Debería ver parpadear el LED rojo de la placa al oír su voz.

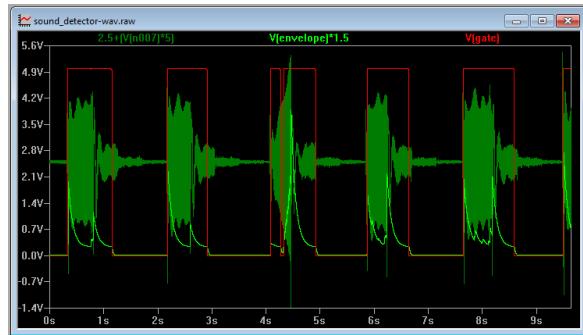


Con sus 3 salidas, la placa es mucho más flexible. Para explorar esta flexibilidad, siga leyendo.

Mirando más de cerca

¿Tres salidas?

El detector de sonido tiene tres salidas independientes. Es más fácil visualizar la función de cada una con un gráfico. A continuación se ilustra cómo responde el detector de sonido a una serie de pulsos de sonido.



Salida de detector de sonido de muestra

Esto muestra los voltajes de salida a lo largo del tiempo.

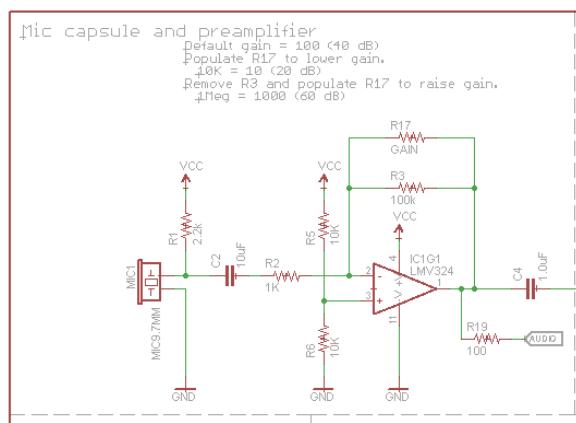
- La traza verde oscura corresponde a la salida de audio del detector de sonido. El voltaje de audio proveniente directamente del micrófono se encuentra en esta salida.
- La traza verde claro representa la salida de la envolvente. Este voltaje analógico traza la amplitud del sonido. Cabe destacar que el tercer pulso se vuelve notablemente más intenso a medida que avanza.
- Finalmente, la línea roja representa la salida de la compuerta. Esta salida es baja en condiciones de silencio y se activa cuando se detecta sonido.

Cómo funciona

Después de examinar los resultados, hagamos también un recorrido rápido por el esquema para comprender cómo funciona cada etapa.

PRIMERA ETAPA

La primera sección del circuito es una cápsula de micrófono electret. Esta parte del circuito se inspira en la [placa de conexiones del micrófono electret](#).



Micrófono y preamplificador

La cápsula está polarizada por el voltaje de suministro a través de R1, y emite un voltaje de CA que tiene una compensación de CC de aproximadamente la mitad del voltaje de suministro.

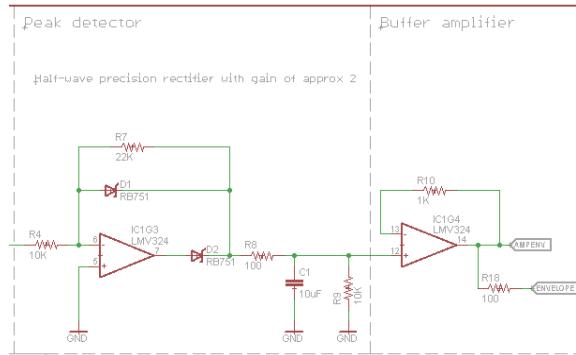
La salida de la cápsula tiene un voltaje extremadamente bajo, por lo que la señal de la cápsula se amplifica mediante IC1G1, una etapa de amplificador operacional. Por defecto, el preamplificador tiene una ganancia aritmética de 100 (20 dB), y esta ganancia se puede ajustar configurando R17 (que analizaremos en detalle en

la [página siguiente](#)).

La audio salida está acoplada a CC y consume la mitad de la tensión de alimentación, por lo que puede conectarse directamente al ADC de un microcontrolador. En condiciones de silencio absoluto, idealmente leerá la mitad de la escala completa, o 512 en un convertidor de 10 bits.

SEGUNDA ETAPA

La segunda etapa del circuito es un seguidor de envolvente.



Seguidor de sobres

IC1G3 forma un rectificador de precisión basado en amplificador operacional. Esta etapa implementa la ecuación

```
if(Vin > 0)
    Vout = 0;
else
    Vout = Vin * -2.2
```

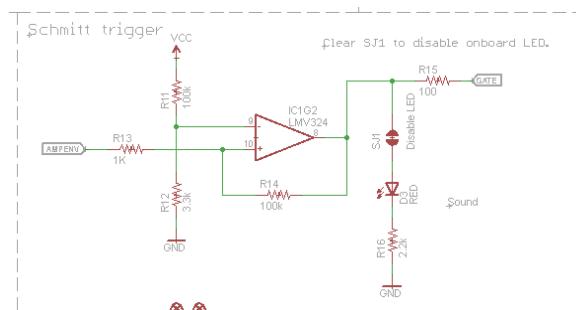
El amplificador operacional invierte y amplifica la señal. Cuando su salida oscila a un nivel alto, D2 se activa y carga C1. Cuando la salida del amplificador operacional es alta o no oscila, D2 se desactiva y C1 se descarga a través de R9. De esta manera, C1 sigue los picos de la señal de entrada.

IC1G4 es un amplificador de búfer, por lo que las cargas externas en el pin de envolvente no cambiarán el comportamiento de carga/descarga del C1.

Esto genera una señal que rastrea la amplitud pico de la señal de entrada. Un sonido más fuerte resultará en un voltaje más alto en el pin de envolvente. Al igual que con el pin de audio, la envolvente se puede conectar al ADC de un microcontrolador.

TERCERA ETAPA

La etapa final implementa un interruptor con umbral en la señal de envolvente.



Disparador Schmitt

El disparador Schmitt monitorea la señal de la envolvente y conmuta la salida cuando se supera el umbral. Un disparador Schmitt es un comparador que ajusta su voltaje de umbral cuando la salida conmuta, requiriendo un voltaje mayor para activarse que para desactivarse. Esto le permite ignorar algunas ondulaciones en la señal de entrada, como la presente en la salida de la etapa seguidora de envolvente.

La salida del disparador Schmitt se encuentra en el pin Gate. Puedes conectarlo a una entrada digital. Lo usaremos para activar interrupciones en el [ejemplo de software](#).

Salidas

Cada una de las tres señales de salida se encuentra en el conector de 0,1" en el borde de la placa. Se activan simultáneamente. Si no utiliza ninguna en su aplicación, simplemente deje ese pin desconectado.

Configuración

CUIDADO Y ALIMENTACIÓN DE LA CÁPSULA

El corazón del detector de sonido es la cápsula del micrófono electret; sin ella, no podríamos convertir la energía acústica en energía eléctrica. Estas cápsulas presentan un par de peculiaridades que debemos comprender para poder aplicarlas correctamente.

Dentro de la cápsula se encuentra el diafragma, que en realidad es una placa de un pequeño condensador. Este condensador forma un [divisor de tensión](#) con la resistencia de polarización externa. El diafragma se mueve en respuesta al sonido, y la capacitancia cambia a medida que las placas se acercan o se alejan, lo que provoca cambios en el divisor. Dado que los condensadores son sensibles a la carga, están protegidos internamente con un JFET ([transistor de efecto de campo de unión](#)).

Debido a las tolerancias mecánicas y electrónicas, algunas cápsulas son más sensibles que otras. Además, el JFET es bastante sensible al ruido en la fuente de alimentación. Ambos factores deben tenerse en cuenta al implementar el detector de sonido.

Fuente de alimentación

El detector de sonido es un circuito analógico y, por lo tanto, es más sensible al ruido en la fuente de alimentación que la mayoría de los circuitos digitales. Dado que la cápsula funciona como un divisor de tensión ubicado entre los rieles de alimentación, transferirá cualquier ruido en las líneas de alimentación a la salida de la cápsula. El siguiente circuito es un amplificador de alta ganancia, por lo que cualquier ruido en la fuente de alimentación se amplificará. Por lo tanto, el detector de sonido puede requerir una configuración de la fuente de alimentación más cuidadosa que muchos circuitos.

Al realizar pruebas con diversas fuentes de alimentación, se detectó una variabilidad significativa: algunas son menos ruidosas que otras. Una presentó una ondulación de hasta 30 mV en la salida de la fuente, lo que provocó que el detector de sonido fuera bastante sensible e inestable. Puede comprobar la limpieza de una fuente de alimentación con un osciloscopio o un voltímetro, configurado en voltios de CA (o, si se proporciona, en milivoltios de CA). Una fuente verdaderamente limpia mostrará 0,000 VCA. Según las fuentes utilizadas en las pruebas, una ondulación superior a unos 10 mV es problemática.

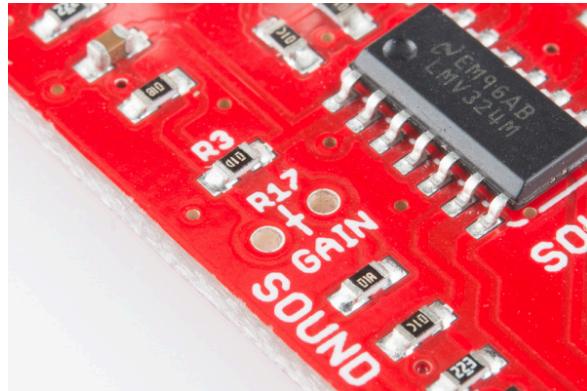
Al alimentar mi Arduino con una fuente externa de 9 V, que permite el funcionamiento de los reguladores integrados, la salida de 5 V del Arduino era bastante limpia. Sin embargo, al alimentarlo desde los 5 V disponibles en el puerto USB de una PC, se omiten los reguladores, lo que resulta en resultados algo menos útiles y con gran variación entre los diferentes puertos de la PC. Un concentrador USB con alimentación probablemente proporcionará una alimentación más limpia que los puertos de la propia PC.

Si todo lo demás falla, tres baterías de 1,5 V en serie constituyen una fuente limpia y agradable de 4,5 V.

Calibración de amplitud

El detector de sonido viene configurado para una sensibilidad moderada: hablar directamente al micrófono o aplaudir cerca debería activar la salida de la compuerta. Si observa que no funciona bien en una aplicación específica, puede ajustar el circuito para que sea más o menos sensible.

La ganancia se ajusta modificando las resistencias de retroalimentación en la etapa de preamplificación. Las resistencias están marcadas en la serigrafía de la placa de circuito impreso.



Primer plano de la resistencia

R3 es una pieza de montaje superficial, con 100 000 ohmios por defecto. R17 es una posición vacía para una resistencia de orificio pasante.

Bajando la ganancia

Lo más probable es que el detector sea demasiado sensible. Al probar la placa para este artículo, el ruido del aire acondicionado y la música en la oficina contigua fueron suficientes para activarla. Para reducir la sensibilidad de la placa, puede reducir la ganancia del preamplificador conectando R17 en paralelo con R3.

Valor R3	Valor R17	Ganancia aritmética	Ganancia (dB)
100 mil	-	100	40
100 mil	100 mil	50	33
100 mil	47 mil	32	30
100 mil	22 mil	18	25
100 mil	10K	9	19
100 mil	4.7K	4	13
100 mil	2.2K	2	6

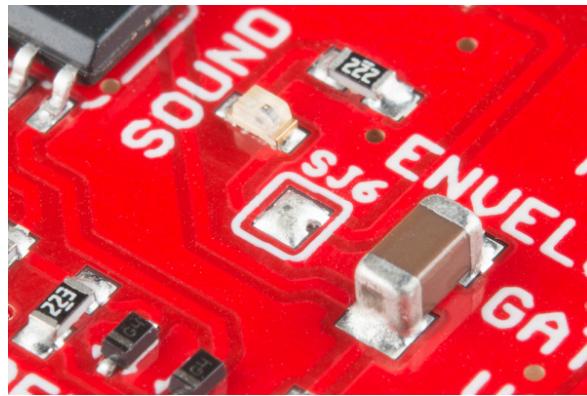
Aumentando la ganancia

Si desea que el detector de sonido sea más sensible, para que se active con sonidos más suaves, puede eliminar R3 y completar R17.

Valor R17	Ganancia aritmética	Ganancia (dB)
100 mil	100	40
220 mil	220	46
470 mil	470	53
1 megabyte	1000	60

LUCES APAGADAS

En algunas aplicaciones, el LED integrado puede resultar molesto o indeseado. Para desactivarlo, simplemente use un aspirador de soldadura o una mecha para retirar la gota de soldadura del puente cerca del LED.



CONSIDERACIONES FÍSICAS

La cápsula electret del detector de sonido también es sensible a la vibración mecánica y al ruido del viento.

El detector de sonido captará el ruido de manipulación. Montarlo con un material resistente puede ayudar a absorber las vibraciones; colocarlo sobre una pieza de espuma de celda abierta ayudó a rechazar las vibraciones transmitidas a través del banco de pruebas. Otras estrategias de montaje resistentes incluyen suspenderlo con bandas elásticas o construir amortiguadores con tornillos para metales del n.º 4 y tubo termorretráctil.

El ruido del viento se produce cuando ráfagas de aire entran en la cápsula. Algunos ejemplos serían un día ventoso o la exhalación brusca que suele acompañar sílabas como "p", "b" y "t". La cápsula viene con una fina cubierta de tela, pero puede que no sea suficiente para evitar ráfagas más fuertes. Se puede fabricar un paravientos más resistente con espuma de celda abierta o piel sintética (como la cubierta que se cuela en el marco cuando un micrófono de brazo entra accidentalmente en una escena de cine).

Ejemplo de software

Ahora que entendemos cómo configurar la placa, conectémosla a un Arduino y veamos qué puede hacer.

Materiales

Además del [detector de sonido](#), necesitarás las siguientes piezas.

Ejemplo de detector de sonido con Arduino



RedBoard - Programado con Arduino
DEV-11575

En SparkFun usamos muchos Arduinos y siempre buscamos el más sencillo y estable. Cada placa es un poco dife...



Conecotor macho en ángulo recto (PTH, 0,1 pulg., 40 pines)
PRT-00553

Una fila de conectores macho en ángulo recto, fáciles de instalar. 40 pines recortables a cualquier tamaño. Se utiliza...



Cables de puente premium de 12" macho/hembra, paquete de 10
PRT-09385

¡Exclusivo de SparkFun! Son cables puente de 30 cm de largo con terminación macho a hembra. Úsalos para cone...

Conexiones

Desmontamos una sección de 5 pines del conector y la [soldamos](#) al detector de sonido. Luego, tomamos los cables puente y realizamos las siguientes conexiones.

(Detector de sonido → Arduino)

- GND → Tierra de suministro
- VCC → Tensión de alimentación entre 3,5 y 5,5 Voltios

- Puerta → Pin 2
- Sobre → A0

Additionally, as described on the [calibration page](#), a 33K Ohm resistor was soldered into position R17. R3 was left in place, so the gain was lowered from 40 dB to about 28 dB.

```
*****
* sound_detector_demo.ino
* Sound detector sample sketch
* Byron Jacquot @ SparkFun Electronics
* February 19, 2014
* https://github.com/sparkfun/Sound_Detector
*
* This sketch demonstrates the use of the Sparkfun Sound Detector board.
*
* The Sound Detector is a small board that combines a microphone and some
* processing circuitry. It provides not only an audio output, but also a
* binary indication of the presence of sound and an analog representation
* of it's amplitude.
*
* This sketch demonstrates two different modes of usage for the Sound
* Detector. The gate output (a binary indication that is high when sound
* is present, and low when conditions are quiet) is used to fire a pin-change
* ISR, which lights an LED when the sound is present. The envelope output
* (an analog voltage that rises to indicate the amplitude of the sound) is
* sampled in the loop(), and it prints an indication of the level to the
* serial terminal.
*
* For more details about the Sound Detector, please check the hookup guide.
*
* Connections:
* The Sound Detector is connected to the Arduino as follows:
* (Sound Detector -> Arduino pin)
* GND -> GND
* VCC -> 5V
* Gate -> Pin 2
* Envelope -> A0
*
* Resources:
* Additional library requirements: none
*
* Development environment specifics:
* Using Arduino IDE 1.0.5
* Tested on Redboard, 3.3v/8MHz and 5v/16MHz ProMini hardware.
*
```

```
* This code is beerware; if you see me (or any other SparkFun employee) at the
* local, and you've found our code helpful, please buy us a round!
*
* Distributed as-is; no warranty is given.
*****
*****/
```

```
// Define hardware connections
#define PIN_GATE_IN 2
#define IRQ_GATE_IN 0
#define PIN_LED_OUT 13
#define PIN_ANALOG_IN A0

// soundISR()
// This function is installed as an interrupt service routine for the pin
// change interrupt. When digital input 2 changes state, this routine
// is called.
// It queries the state of that pin, and sets the onboard LED to reflect that
// pin's state.
void soundISR()
{
    int pin_val;

    pin_val = digitalRead(PIN_GATE_IN);
    digitalWrite(PIN_LED_OUT, pin_val);
}

void setup()
{
    Serial.begin(9600);

    // Configure LED pin as output
    pinMode(PIN_LED_OUT, OUTPUT);

    // configure input to interrupt
    pinMode(PIN_GATE_IN, INPUT);
    attachInterrupt(IRQ_GATE_IN, soundISR, CHANGE);

    // Display status
    Serial.println("Initialized");
}
```

```
void loop()
{
    int value;

    // Check the envelope input
    value = analogRead(PIN_ANALOG_IN);

    // Convert envelope value into a message
    Serial.print("Status: ");
    if(value <= 10)
    {
        Serial.println("Quiet.");
    }
    else if( (value > 10) && ( value <= 30) )
    {
        Serial.println("Moderate.");
    }
    else if(value > 30)
    {
        Serial.println("Loud.");
    }

    // pause for 1 second
    delay(1000);
}
```

This code simultaneously demonstrates two different operating modes of the Sound Detector.

- First, using the external interrupt facility, the Arduino observes the gate output, and sets the onboard (pin 13) LED to follow the gate status.
- Second, in the loop() routine, it uses an analog input to periodically sample the envelope signal. That value is interpreted into a message indicating the current loudness via a series of thresholds.

Analog Example

As a purely analog circuit, the Sound Detector isn't limited to strictly being a peripheral for a microcontroller. To illustrate an alternate application, we've wired up a completely analog example. We've tied the envelope output to an [LM3916 VU bar-graph LED driver](#), to make a visual sound level meter. For this application, the Sound Detector is configured with no resistor for R17, and the default 100K in position R3.

Materials

Again, we start with the [Sound Detector](#), then add the following parts.

Sound Detector Analog Example

Dot/Bar Display Driver - LM3916 (VU Taper)



COM-12695

This is the LM3916 Dot/Bar display analog-controlled LED driver that uses a more logarithmic/VU scale, which make...

(2) Electrolytic Decoupling Capacitors - 10uF/25V

COM-00523

Voltage Regulator - Adjustable

Low-profile electrolytic decoupling capacitors 10uF/25V. These capacitors are great transient/surge suppressors and ...

COM-00527

This is the LM317TG voltage regulator, a three-terminal positive regulator with a 1.2V to 37V adjustable output voltag...



Resistor Kit - 1/4W (500 total)

COM-10969

Resistors are a good thing, in fact, they're actually crucial in a lot of circuit designs. The only problem seems to be th...



10 Segment LED Bar Graph - Red

COM-09935

These 10 segment bar graph LEDs have many uses. With a compact footprint, simple hookup, they are easy for prot...



Wall Adapter Power Supply - 12VDC 600mA

TOL-09442

This is a high quality AC to DC 'wall wart' which produces a regulated output of 12VDC at up to 600mA. These are s...



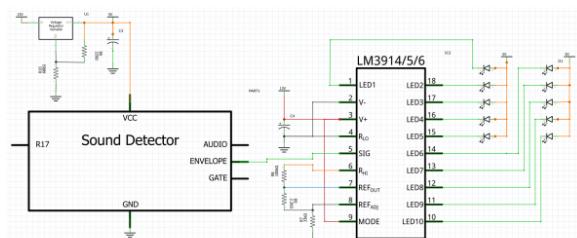
Breadboard - Classic

PRT-00112

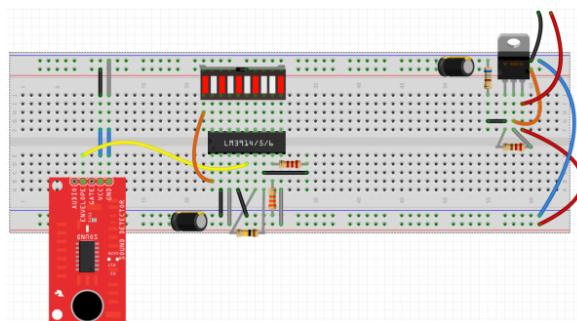
Your first exposure to electrical engineering - the bread board. Who knew it would bring so much frustration? This is ...

Schematic

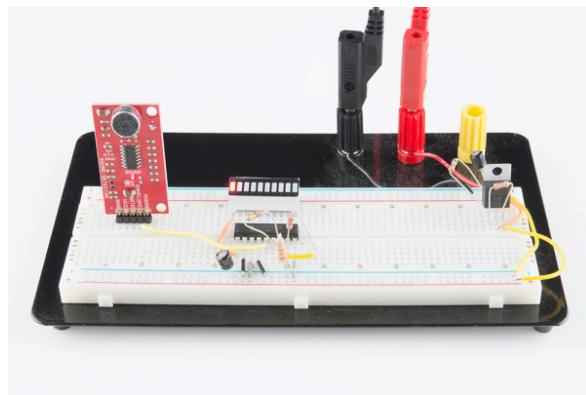
We connect those parts as follows.



Which translates thusly onto a solderless breadboard.



The assembled, operational version looks like this.



Listening to "The Lonely Bull" by the Ventures

Sound picked up by the microphone is now translated onto the bar graph. The louder the sound is, the more LEDs light up!

A few of notes about the circuit.

- It uses two power supply rails. An external supply was used as a source of 13 VDC. The 13V is further regulated down to 5V using an LM317 adjustable regulator. This provides the recommended minimum of 12V for the bar-graph driver, and a stable source of 5V for the Sound Detector.
 - The 5V is connected to the + rail at the top of the breadboard. It is used to power the Sound Detector, and as the anode supply for the LEDs.
 - The 13V is on the lower + rail, and is the power supply for the LM3916.
- The 100K Ohm resistor between pins 6 and 7 of the LM3916 sets the reference for the scaling of the bar graph. If the meter seems to be too sensitive, it can be reduced to 10K or lower.
- Pin 6 of the LED bar graph is at one of the covered-over positions on the power rail. The leg was folded over to make contact with pin 5.
- Pin 9 of the LM3916 sets the chip for dot or bar modes. As shown above, tied to the 13V rail, the chip is in bar mode. If pin 9 is left unconnected, the chip will be in dot mode.

Resources and Going Further

A few parting thoughts.

Troubleshooting:

If the Sound Detector is misbehaving, try the following steps.

- Double check that the power supply is clean, preferably with an oscilloscope. Irregularities on the supply will likely be present on the output.
- The gain configuration is easier to tame with the higher headroom offered by higher supply voltages. Providing the Sound Detector with a stable 5V supply, and translating output down to 3.3V will yield better results than powering the detector directly from 3.3V.
- Finally, listen to the audio output. AC-couple the audio output using a 10 uF electrolytic capacitor, with its + leg to the sound detector, and connect a small speaker or headphone. Simply listening to the output often yields clues as to what's wrong.
 - You'll be able to hear whether unexpected noises, such as wind and vibration, are being picked up.
 - If the audio output is distorted, the gain may need to be reduced.
 - If the audio output is really quiet, the gain may need to be increased.
 - If there is a constant tone on the audio output, double-check that the power supply is suitably stable. Switch-mode power supplies often introduce oscillations on the power rails.

Documentation

Design files for the Sound Detector are in the corresponding [GitHub repository](#). This includes the Eagle files, and the [Arduino example](#) and [Fritzing example](#) we explored above.

Additionally, there are SPICE simulations of the circuit for [LT Spice](#). One of those simulations, `sound_detector-wav.asc` actually analyzes the contents of a wav file (which was used to generate the [diagram on page 2](#) of this tutorial), though you'll have to modify the file path to analyze a wav file if your own.

Finalmente, el detector de sonido se ha agregado a la categoría de sensores en la [biblioteca Fritzing de Sparkfun](#).

Ver también

- La página de Wikipedia para [micrófonos electret](#).
- [Guía de conexión del controlador de pantalla de puntos y barras LM3914/5/6](#)