



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
Ing. Sistemas Computacionales

Periodo Septiembre - Enero del 2020.

7^{MO} SEMESTRE.

SISTEMAS PROGRAMABLES

SCC - 1023

INTEGRANTES :

17211496 Acevedo Ensiso Pedro Gabriel

17212176 Ramirez Cervantes Cesar Manuel

17211517 Venegas Medina Jose Alfredo

17212196 Villalobos Perez Dulce Jasmin

Asesor: Jaime Leonardo Enriquez Alvarez

Fecha de entrega:

Viernes 09 de octubre del 2020

Introducción.

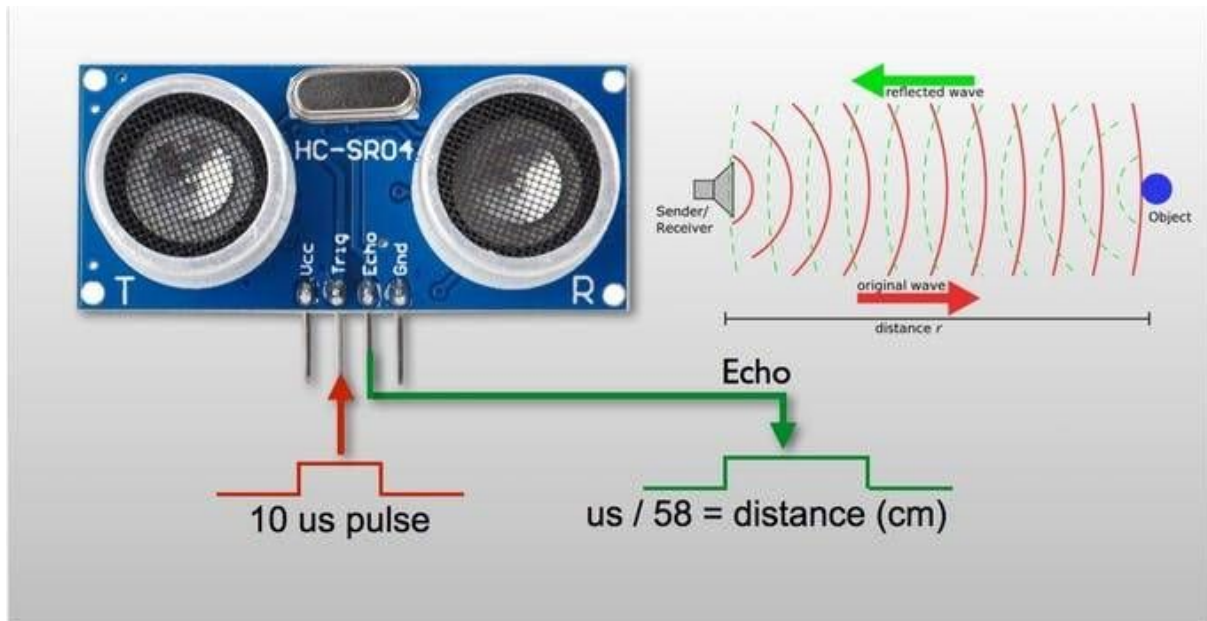
En el siguiente documento presentado a continuación hablamos acerca del sensor ultrasónico HC-SR04 utilizado ampliamente por su facilidad de uso y bajo costo. El sensor nos permite detectar objetos a distancias de hasta 4 metros y además nos dice a qué distancia se encuentran, esta función tiene muchísimas aplicaciones tanto industriales como cotidianas. Se explicará su definición, las características físicas y electrónicas que hacen operar el dispositivo, su comportamiento y algunos ejemplos de casos de uso.

Sensor ultrasónico HC-SR04.

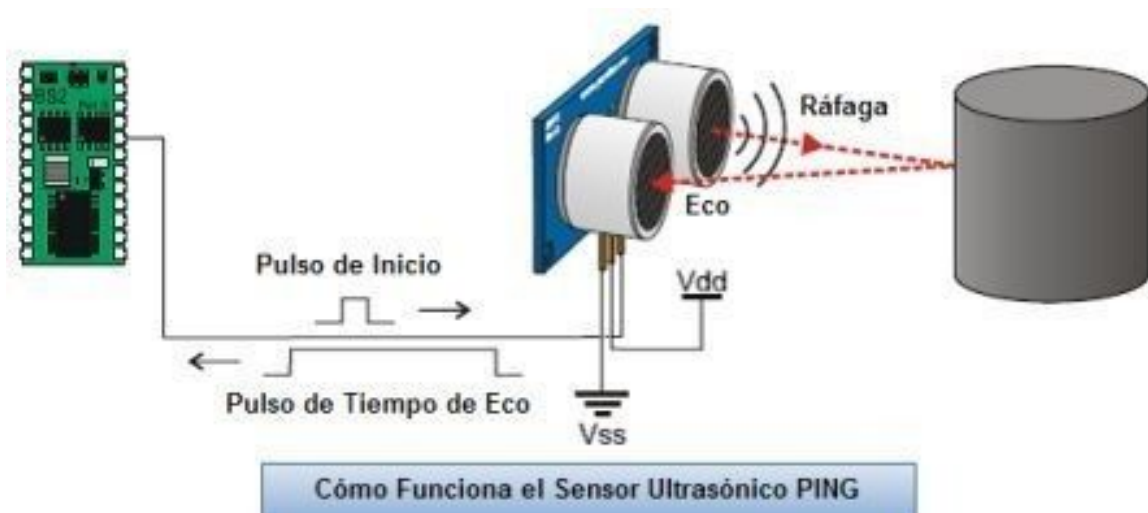


Definición.

Los [sensores de ultrasonidos](#) son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros. El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar.



Lo más singular del sensor de ultrasonidos [HC-SR04](#) es quizás su "par de ojos", estos no son más que un emisor y un receptor de ultrasonidos que trabajan a una frecuencia de 40KHz (una frecuencia inaudible para las personas).



Características físicas y eléctricas de un [HC-SR04](#).

Físicas.

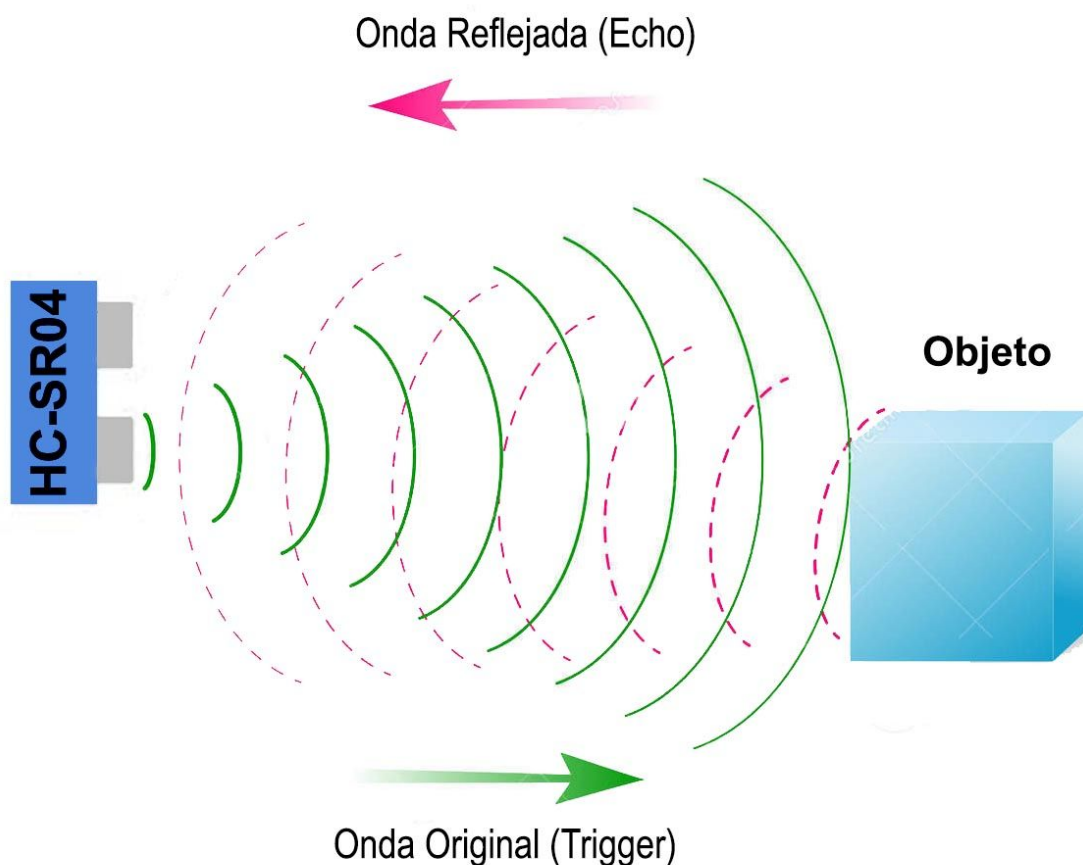
- Cuenta con 4 pins: Vcc, Echo, Trig y GND
- Rango de distancia: 2 cm a 400 cm aprox.
- Resolución: 3 mm
- Ángulo de medición: 30°
- Distancia simplificada: $\text{Distancia} = \text{Duración pulso recibido} / 58$
Notas: Distancia en cm, Duración en μs
- Dimensiones aproximadas: Largo 45 mm, ancho 20 mm, grosor 15 mm

Eléctricas.

- Salida digital
- Frecuencia central: 40 kHz
- Pulso de disparo: Nivel alto, $\geq 10 \mu\text{s}$, TTL
- Tiempo recomendado para dar un nuevo disparo: $\geq 60 \text{ ms}$
- Duración pulso recibido sin no hay obstáculos detectados: 38 ms aprox.
- Voltaje de alimentación: 5 V DC
- Corriente en reposo: $< 2 \text{ mA}$
- Corriente en operación: 15 mA
- Respecto de la alimentación, GND debe proveerse primero que VCC, de lo contrario el módulo podría funcionar incorrectamente

Comportamiento.

El sensor HC-SR04 es un módulo que incorpora un par de transductores de ultrasonido que se utilizan de manera conjunta para determinar la distancia del sensor con un objeto colocado enfrente de este. Un transductor emite una “ráfaga” de ultrasonido y el otro capta el rebote de dicha onda. El tiempo que tarda la onda sonora en ir y regresar a un objeto puede utilizarse para conocer la distancia que existe entre el origen del sonido y el objeto.



Con esto podemos hacer dos cosas, detectar un obstáculo esperando simplemente que Arduino reciba un "Echo" o contar el tiempo que transcurre desde que se manda el pulso por el trigger hasta que se recibe, de esta forma, y conociendo cual es la velocidad del sonido, podemos determinar de forma muy sencilla la distancia exacta a la que se encuentra el objeto en el que está rebotando la señal.

¿Cómo se comunica?

La interfaz del sensor [HC-SR04](#) y arduino se logra mediante 2 pines digitales: el pin de disparo (trigger) y eco (echo). La función de cada uno de estos pines es la siguiente:

- El pin trigger recibe un pulso de habilitación de parte del microcontrolador, mediante el cual se le indica al módulo que comience a realizar la medición de distancia.
- En el pin echo el sensor devuelve al microcontrolador un pulso cuyo ancho es proporcional al tiempo que tarda el sonido en viajar del transductor al obstáculo y luego de vuelta al módulo.



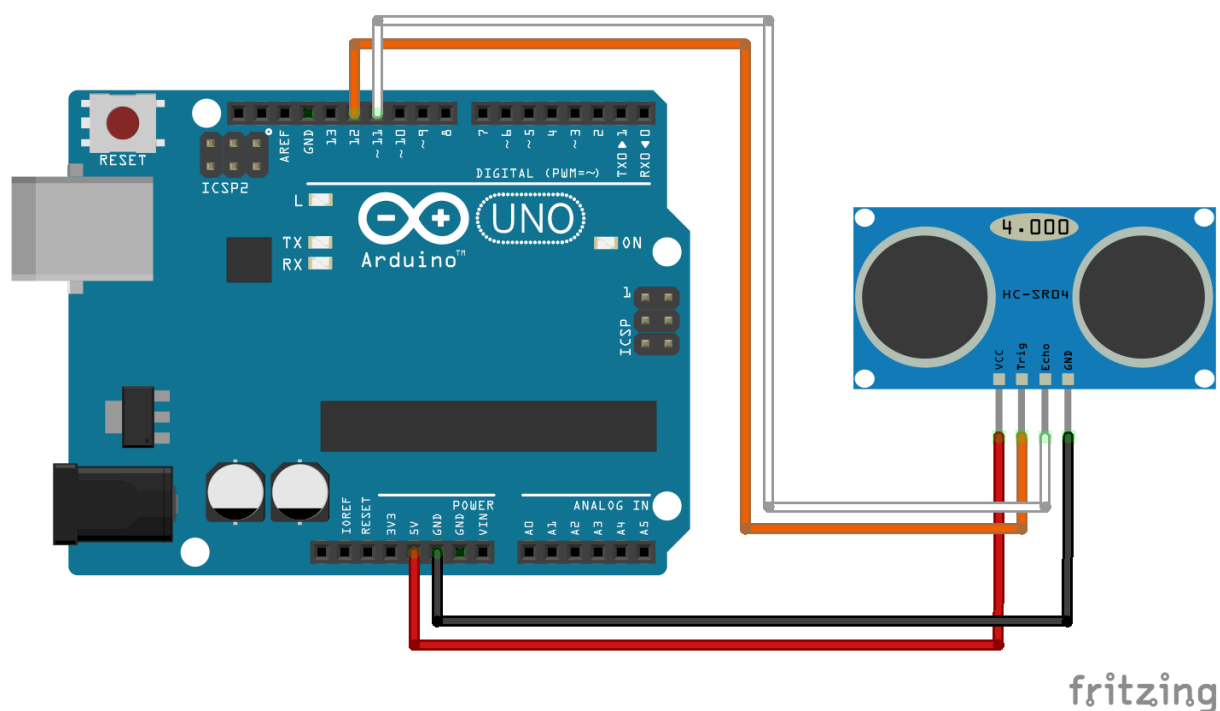
Mediante una sencilla fórmula puede estimarse entonces la distancia entre el sensor y el obstáculo si se conoce el tiempo de viaje del sonido así como la velocidad de propagación de la onda sonora. La siguiente imagen muestra los pulsos recibidos y enviados por el sensor, de acuerdo a la hoja de datos del sensor que colocamos más arriba para su descarga.

¿Cómo podemos conectarlo?

La [conexión del sensor](#) con Arduino es muy sencilla. Podemos realizarla utilizando un protoboard, o directamente con alambres. Para lograr que el sensor funcione, son necesarias 4 señales:

- Alimentación de 5 volts.
- Tierra o común del circuito.
- Señal de disparo (trig).
- Señal de eco (echo).

La siguiente imagen muestra como queda conectado el sensor utilizando solamente cables:



Cabe aclarar que nosotros hemos utilizado los pines 11 y 12, pero vale cualquier otra combinación de pines. No hay mucho más que decir, ya que es bastante fácil de conectar, solamente tener cuidado con la polaridad y posición de las señales.

Cálculo de la [distancia](#).

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Espacio}}{\text{Tiempo}} \longrightarrow \text{Espacio} = \text{Velocidad} \times \text{Tiempo}$$

$$\text{Velocidad del sonido} = 343 \text{ m/s} = 0.0343 \text{ cm}/\mu\text{s}$$

$$\text{Espacio} = 0.0343 \times \text{Tiempo}$$

*Pero como la onda ha recorrido el camino dos veces (ida y vuelta) hay que dividir entre dos para conocer la distancia a la que se encuentra el objeto.

$\text{Espacio} = 0.01715 \times \text{Tiempo}$

Esto equivale a

$$\text{distancia (cm)} = \frac{\text{tiempo (us)} * 1 \text{ cm}}{58.4 \text{ us}}$$

Código ejemplo.

Para poder utilizar el siguiente [código](#) en arduino se necesita primero instalar la librería **newPing** de <https://playground.arduino.cc/Code/NewPing/>

```
#include <NewPing.h>

/*Aquí se configuran los pines donde debemos conectar el sensor*/
#define TRIGGER_PIN 12
#define ECHO_PIN    11
#define MAX_DISTANCE 200

/*Crear el objeto de la clase NewPing*/
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

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

void loop() {
    // Esperar 1 segundo entre mediciones
    delay(1000);

    // Obtener medición de tiempo de viaje del sonido y guardar en
    variable uS

    int uS = sonar.ping_median();
    // Imprimir la distancia medida a la consola serial
    Serial.print("Distancia: ");
    // Calcular la distancia con base en una constante
    Serial.print(uS / US_ROUNDTRIP_CM);
    Serial.println("cm");
}
```

Usos aplicativos.

- **Medición de nivel con los sensores ultrasónicos serie F65**



La medición de nivel es una técnica empleada en una gran variedad de aplicaciones. Con independencia de la sustancia, los sensores ultrasónicos detectan prácticamente todos los materiales, ya sean líquidos, como leche, productos químicos o laca, lodo o productos voluminosos. Es decir, podrá controlar el nivel de llenado de los silos o depósitos usados por las empresas lácteas, químicas, mineras y muchas otras.

- **Sensores ultrasónicos para el control del nivel de llenado en silos de grava**



Las minas de grava a cielo abierto contienen materiales de construcción como arena,, roca fragmentada y grava. Estos materiales se excavan a profundidades de hasta 50 m y se deben almacenar de forma adecuada hasta que se puedan transportar a otro lugar. Las cintas transportadoras llevan los materiales de construcción a los silos. Los sensores ultrasónicos detectan si se alcanza el nivel de llenado máximo.

- **Detección de vehículos en sistemas de barrera con sensores ultrasónicos.**



En los aparcamientos y garajes, la entrada de vehículos se controla con sistemas de barrera. La barrera no debe bajar si hay un vehículo debajo. Los sensores ultrasónicos resultan ideales para controlar este proceso. Detectan objetos independientemente del tipo o color del vehículo y controlan todo el espacio que hay debajo de la barrera.

- **Recuento de botellas en máquinas de llenado de bebidas con sensores ultrasónicos**



La detección y el recuento de botellas en varios puntos de la máquina garantizan el control continuo del flujo de material. La entrada y salida de botellas en el sistema de llenado se optimiza, y se detectan de forma fiable las botellas que faltan en la cadena. Con los sensores ultrasónicos de un haz, la detección fiable de botellas está garantizada, incluso en las zonas donde se genera gran cantidad de vapor.

Conclusiones.

Acevedo Ensiso Pedro Gabriel:

Como podemos ver el sensor ultrasónico HC-SR04 es muy sencillo de utilizar y su diseño compacto permite una facilidad de uso en muchos proyectos distintos, son utilizados mucho en industrias mas que nada en sistemas de control para automatización de procesos, pero también es posible utilizarlos en otras áreas tales como juguetes, proyectos, sistemas de seguridad, sistemas automáticos (como puertas), robótica, etc. El consumo de energía del mismo es también mínimo lo cual permite su uso en sistemas portátiles. El modelo del sensor presentado en esta documentación tiene un enfoque en el uso de dispositivos Arduino pero también existen otros modelos de sensores ultrasónicos con características físicas y eléctricas distintas que se adaptan a las necesidades del usuario o empresa.

Ramirez Cervantes Cesar Manuel:

En esta práctica se aprendió sobre el sensor ultrasónico los cuales son utilizados para detectar la distancia que se encuentra un objeto a este sensor, donde tiene dos componentes fundamentales como el emisor el cual va a emitir una rafaga de ultrasonido y el receptor percibe el rebote de esa señal permitiendo medir el tiempo que tarda la señal en regresar estos componentes trabajan a una frecuencia de 40KHz lo cual no es audible para los humanos. Este sensor puede alcanzar a medir objetos de hasta 4 metros de distancia. Es comúnmente usado en la detección de vehículos para los sistemas de barrera, antes de que un auto quiera entrar a un estacionamiento.

Venegas Medina Jose Alfredo:

Como hemos comprobado, los sensores de proximidad son de gran utilidad en la electrónica así como en la gran mayoría de proyectos y microproyectos, ya que casi suelen llevar sensores tanto ópticos como ultrasónicos principalmente por su precisión para localizar un objeto, podría decirse que son algo así como los "ojos" de nuestro proyecto, ya que el sensor nos brinda la señal cuando un objeto se encuentra dentro de su zona de visualización y así nosotros podemos realizar diversas funciones como por ejemplo en la utilización de motores, leds, buzzers, etc.

Villalobos Perez Dulce Jasmin:

Los sensores ultrasonicos HC- SR04 son muy utilizados en la industria, una de sus aplicaciones más comunes en la línea de producción o proyectos como vehículos evasores de obstáculos, también podemos utilizarlos para saber medidas ya que como sabemos cuando se transmiten las ondas sonoras y estas chocan con un objeto y regresan esas ondas, son detectadas por el receptor se obtiene una variación de tiempo en que viajó el sonido y regreso, este tiempo se divide entre 2 para obtener solo la de ida, y con eso y la fórmula se puede calcular la distancia a la que se encuentra el objeto, aproximadamente mide entre 2 a 4 metros, un dato interesante es que las ondas acústicas que emite el sensor son impredecibles para el oído humano, ya que van de 20 KHz a 500MHz.