

El Uso del Sensor Ultrasónico en Proyectos de Arduino

The Use of Ultrasonic Sensors in Arduino Projects

Iván H. Pérez-Tavera ^a

Abstract:

The integration of technology and programming in education has gained significant relevance, highlighting the open-source Arduino platform for its accessibility and low cost. This essay analyzes the use of ultrasonic sensors (such as the HC-SR04) in Arduino projects applied to high school education in Mexico. It examines their working principle based on the emission and reception of sound waves, the technical challenges they present, and their multiple practical applications in the classroom. Through initiatives like the DASA module (Automated Sensor Device for Arduino) developed at UNAM, it demonstrates how these components facilitate the teaching of physics, computer science, and robotics, lowering the entry barriers for high school students.

Keywords:

Arduino, Ultrasonic sensor, Educational robotics, Didactic innovation, High school education

Resumen:

La integración de la tecnología y la programación en la educación ha cobrado gran relevancia, destacando la plataforma de código abierto Arduino por su accesibilidad y bajo costo. El presente ensayo analiza el uso de sensores ultrasónicos (como el HC-SR04) en proyectos de Arduino aplicados al nivel medio superior en México. Se examina su principio de funcionamiento basado en la emisión y recepción de ondas sonoras, los retos técnicos que presentan y sus múltiples aplicaciones prácticas en el aula. A través de iniciativas como el módulo DASA (Dispositivo Automatizado de Sensores para Arduino) desarrollado en la UNAM, se demuestra cómo estos componentes facilitan la enseñanza de la física, la informática y la robótica, reduciendo las barreras de entrada para los estudiantes de bachillerato.

Palabras Clave:

Arduino, Sensor ultrasónico, Robótica educativa, Innovación didáctica, Educación media superior

Introducción

La integración de la robótica y la programación en la educación media superior ha transformado significativamente los procesos de enseñanza, permitiendo a los jóvenes interactuar de forma práctica con la tecnología. En este panorama, la plataforma de código abierto Arduino destaca como una herramienta sumamente accesible, diseñada para que estudiantes sin conocimientos previos en electrónica o informática puedan adentrarse en el diseño de circuitos y sistemas automatizados. En México, instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) han impulsado fuertemente estas tecnologías en las aulas de bachillerato; sin embargo, se ha identificado que los

alumnos suelen tener poca experiencia previa en el seguimiento de diagramas y el armado físico de componentes. Esta carencia puede causar demoras y frustración durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

Para superar esta barrera, han surgido iniciativas innovadoras de innovación docente, como la creación del módulo DASA (Dispositivo Automatizado de Sensores para Arduino), una tarjeta tipo "escudo" (*shield*) que ya integra múltiples sensores y actuadores, simplificando drásticamente el proceso de conexión. Entre la gama de sensores empleados en estos entornos educativos, el sensor ultrasónico (como los modelos HC-SR04, SRF05 o

^a Iván Horacio Pérez Tavera, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Preparatoria No. 4 | Pachuca-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-7708-6912>, Email: itavera@uaeh.edu.mx

Ping))) se ha consolidado como uno de los más populares y versátiles. Inspirados en sistemas biológicos como la ecolocalización de los murciélagos o en tecnologías de uso cotidiano como los radares de estacionamiento de los automóviles, estos sensores ofrecen una plataforma ideal para vincular la teoría con la práctica. El presente ensayo tiene como propósito analizar el principio de funcionamiento del sensor ultrasónico, explorar sus aplicaciones didácticas enfocadas al pensamiento lógico y computacional en el nivel medio superior, y examinar los retos técnicos que los estudiantes aprenden a resolver al interactuar con el entorno físico

Fundamentos Teóricos, Aplicaciones Prácticas y Retos Técnicos del Sensor Ultrasónico

La democratización de la tecnología ha transformado la manera en que los estudiantes interactúan con el mundo físico. Plataformas como Arduino han permitido que diseñadores, artistas, aficionados y estudiantes aprendan a crear objetos interactivos de manera sencilla, asumiendo que el aprendizaje de tecnologías digitales puede ser accesible y divertido.

Dentro de los componentes más utilizados en este ecosistema se encuentra el sensor ultrasónico, un dispositivo que permite medir distancias sin contacto físico y que se ha convertido en una herramienta fundamental en los laboratorios de ciencias e informática del nivel medio superior en México.

En el contexto educativo mexicano, específicamente en el nivel medio superior como la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) de la UNAM, se han desarrollado proyectos de innovación docente para integrar Arduino en la currícula. Un ejemplo destacado es el Proyecto PAPIME PE101620, mediante el cual se creó el módulo DASA (Dispositivo Automatizado de Sensores para Arduino)

Este escudo (*shield*) fue diseñado considerando que los estudiantes de bachillerato a menudo tienen poca experiencia armando circuitos y siguiendo diagramas, lo que puede generar frustración y pérdida de tiempo en el aula. Al integrar conexiones directas para sensores como el ultrasónico HC-SR04, los alumnos pueden concentrarse en la lógica de programación y la comprensión de los fenómenos físicos.

El principio de funcionamiento del sensor ultrasónico es una excelente oportunidad para enseñar conceptos de física en la preparatoria. Dispositivos como el Ping o el HC-SR04 funcionan emitiendo un pulso de sonido de alta frecuencia (inaudible para el ser humano) y midiendo el

tiempo que tarda el eco en rebotar contra un obstáculo y regresar al receptor. Los estudiantes aprenden a aplicar la fórmula básica de la cinemática ($d=v \cdot t$), considerando que la velocidad del sonido en el aire es de *aproximadamente* 340 m/s y que el tiempo obtenido debe dividirse entre dos, ya que el sonido recorre la distancia de ida y de vuelta.

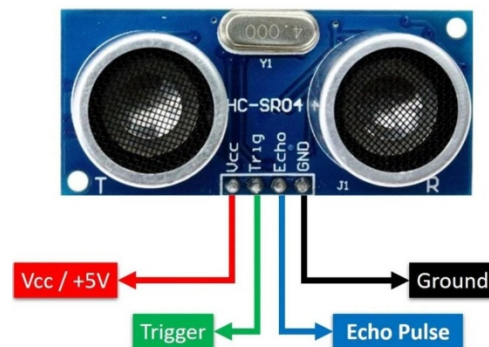


Ilustración 1 Modelo HC-SR04, imagen obtenida de: <https://esp32tutorials.com/hc-sr04-ultrasonic-sensor-esp32-esp-idf/>

Sensor HC-SR04: Utiliza dos pines independientes, uno exclusivo para enviar el pulso ultrasónico (*Trig*) y otro para recibir el rebote (*Echo*). Requiere un pulso de activación de 10 microsegundos.

Ejemplo de uso básico:

```
1 // Se definen los pines para Trigger y Echo [8, 9]
2 #define TRIG 6
3 #define ECHO 7
4
5 void setup() {
6   Serial.begin(9600); // Inicializamos comunicación serie [8]
7
8   pinMode(TRIG, OUTPUT); // Pin trigger configurado como salida [8]
9   pinMode(ECHO, INPUT); // Pin echo configurado como entrada [8]
10
11   digitalWrite(TRIG, LOW); // Inicializa el trigger en estado bajo [8]
12 }
13
14 void loop() {
15   long tiempo, distancia;
16
17   // 1. Enviar el pulso de activación
18   digitalWrite(TRIG, HIGH); // Línea de trigger en alto [8]
19   delayMicroseconds(10); // Espera un pulso de 10 microsegundos [8]
20   digitalWrite(TRIG, LOW); // Activa el envío del pulso ultrasónico [8]
21
22   // 2. Leer el rebote del eco
23   // Determina el tiempo que tarda en llegar el eco midiendo el pulso HIGH [8]
24   tiempo = pulseIn(ECHO, HIGH);
25
26   // 3. Calcular la distancia
27   // La distancia en cm se calcula multiplicando por 0.017 (que equivale a 0.034/2) [10, 11]
28   distancia = int(0.017 * tiempo);
29
30   // 4. Imprimir en el Serial Monitor [11]
31   Serial.print("Sensor HC-SR04: Distancia = ");
32   Serial.print(distancia);
33   Serial.println(" cm");
34
35   // Retardo antes de la siguiente medición [11]
36   delay(500);
37 }
```



Ilustración 2 Modelo PING, imagen obtenida de: <https://es.rs-online.com/web/p/kits-de-desarrollo-de-sensores/7813020>

Ejemplo de uso básico:

```
1 const int pinPing = 8; // Un solo pin para emitir y recibir [2]
2
3 void setup() {
4   Serial.begin(9600); // Inicializa comunicación serie [2]
5 }
6
7 void loop() {
8   long tiempo, distancia;
9
10  // 1. Enviar el pulso de activación
11  // Configuramos el pin como salida y lo estabilizamos [2, 3]
12  pinMode(pinPing, OUTPUT);
13  digitalWrite(pinPing, LOW);
14  delayMicroseconds(5);
15
16  // Enviamos un pulso HIGH de exactamente 5 microsegundos [1, 3]
17  digitalWrite(pinPing, HIGH);
18  delayMicroseconds(5);
19  digitalWrite(pinPing, LOW);
20
21  // 2. Leer el rebote del eco
22  // Cambiamos el pin a entrada para recibir la señal [3]
23  pinMode(pinPing, INPUT);
24  // Medimos el tiempo transcurrido del pulso HIGH entrante [4, 5]
25  tiempo = pulseIn(pinPing, HIGH);
26
27  // 3. Calcular la distancia
28  // Dividimos el tiempo entre 2 (solo nos interesa el tiempo de ida) [5]
29  tiempo = tiempo / 2;
30  // Convertimos a distancia (velocidad del sonido: 0.034 cm/us) [1, 2]
31  distancia = int(0.034 * tiempo);
32
33  // 4. Imprimir en el Serial Monitor [2]
34  Serial.print("Sensor PING): Distancia = ");
35  Serial.print(distancia);
36  Serial.println(" cm");
37
38  // Espera antes de tomar otra lectura
39  delay(500);
40 }
```

Sensor PING: Utiliza un solo pin tanto para emitir el pulso de activación (*trigger*) como para recibir el eco. Esto obliga a cambiar el modo del pin en el código de OUTPUT a INPUT dinámicamente. Requiere un pulso de activación de 5 microsegundos

Las posibles aplicaciones de este sensor en proyectos escolares son vastas y fomentan el pensamiento computacional:

Radares y alarmas: Los alumnos pueden programar el sensor para que, al detectar un objeto a una distancia menor a cierto umbral, se active un actuador, como un zumbador o un LED luminoso.

Robótica móvil: Son la base para la navegación autónoma. Los robots esquivando obstáculos utilizan estos sensores para tomar decisiones direccionales y evitar colisiones, emulando los sistemas de asistencia de aparcamiento de los automóviles reales (como el *Parktronic*).

Sistemas de medición de movimiento: Usando arreglos de variables (*arrays*) y comparando las distancias pasadas con las actuales, los estudiantes pueden programar algoritmos lógicos para determinar si un objeto se acerca, se aleja, o para estimar su velocidad.

No obstante, el uso de estos sensores también introduce a los estudiantes a las limitaciones y retos del mundo real.

En el aula, descubren que los sensores de ultrasonido tienen zonas ciegas o distancias mínimas de detección debido al tiempo de relajación del transductor. Además, aprenden sobre el "ruido" y los ecos falsos causados por rebotes en superficies anguladas o el efecto *crosstalk* (interferencia no deseada provocada por campos electromagnéticos, capacitivos o inductivos entre dos circuitos, cables o canales de señal adyacentes) si se usan múltiples sensores a la vez. Para resolver esto, los alumnos deben aplicar soluciones de software, como implementar filtros estadísticos que calculen el promedio de varias lecturas o descarten valores atípicos, lo cual eleva su nivel de razonamiento matemático y de programación.

Conclusión

En conclusión, el sensor ultrasónico trasciende la simple medición de distancia en los proyectos de Arduino; actúa como un puente pedagógico que une la programación, las matemáticas y la física. Su aplicación en el nivel medio superior en México, apoyada por herramientas facilitadoras como el módulo DASA, no solo optimiza el tiempo en los laboratorios, sino que estimula la creatividad y resolución de problemas, preparando a los jóvenes para los retos tecnológicos del futuro.

Referencias

- [1] Bañuelos Saucedo, M. A., Pacheco Castañeda, M., & Villegas Salas, R. G. (2021). Dispositivo Automatizado de Sensores para Arduino (DASA): Manual de Usuario (Proyecto PAPIME PE101620). Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Asuntos del Personal Académico.
- [2] Comunidad Arduino. (2020). Sensor ultrasónico - Software [Foro en línea]. Arduino Forum, recuperado de: <https://forum.arduino.cc/t/sensor-ultrasonico/654051>.
- [3] González Antón, J. (2015). Medición de Distancia y Velocidad empleando un Sensor de Ultrasonidos [Trabajo de Fin de Grado]. Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid.
- [4] Torrente Artero, Ó. (2013). Arduino. Curso práctico de formación. RC Libros / Alfaomega Grupo Editor.