

Diseño e Implementación de un Anteojo para Personas Invidentes Basado en un Controlador Atmega

Elvis Fredy Criollo Sánchez, Rony Cristian Mosquera Sánchez
Universidad de Ciencias y Humanidades, Facultad de Ingeniería Electrónica con Mención en Telecomunicaciones
Lima, Perú
elvcriollos@uch.pe, ronmosqueras@uch.pe

Resumen

En esta investigación se ha desarrollado un diseño de anteojos para las personas invidentes usando un controlador Atmega (Arduino nano) y sensor (ultrasónico), las personas que tienen problemas visuales luchan todo el tiempo con el problema de la movilidad, es decir, moverse de un punto a otro sin tener accidentes con los obstáculos que se encuentran en su trayecto.

Se plantea hacer un dispositivo electrónico capaz de detectar obstáculos para las personas invidentes. La idea fundamental es ofrecer al invidente la posibilidad de tener un nuevo recurso que le sirva para detectar obstáculos y con ello puedan tener un mejor desplazamiento.

Siguiendo las siguientes etapas: 1) Evaluar la principal dificultad de un invidente; 2) Desarrollo del dispositivo; 3) Desarrollo de la programación (Arduino); 4) Pruebas de funcionalidad del dispositivo; 5) Implementación; 6) conclusiones.

Para el proyecto se empleó un controlador Arduino nano, sensor ultrasónico como detector de obstáculos, buzzer para generar sonido de aviso a ello se le agrega un programa desarrollado en base al cálculo de distancia del obstáculo.

Palabras clave: Arduino, microcontrolador, sensor ultrasónico.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día en nuestra sociedad las personas invidentes tienen dificultades en su día a día para moverse y esto se debe a varios factores, según el estudio poblacional se tomó como referencia 4849 personas, donde la catarata fue la causa principal de ceguera con un 58% seguido por el glaucoma en un 13%. [1]

Por lo tanto, los motivos que causan este tipo de discapacidad, mayormente son por enfermedades y accidentes que se dan en el transcurso de su vida y otros que son de una mala formación en la etapa de embarazo, esta discapacidad permite que las personas invidentes desarrollen con mayor eficiencia los demás sentidos; como el tacto, olfato y la percepción.

Como se describe la discapacidad visual es un problema a nivel mundial se plantea desarrollar un dispositivo detector de objetos para personas invidentes. El motivo principal que nos llevó hacer esta investigación es poder poner en práctica el desarrollo de esta idea llevarlo a la etapa de experimento, a partir de la creación de esquemáticos, simulaciones eléctricas, mejora del prototipo, hacer la implementación y obtener resultados, por ello podremos brindar ayuda a las personas invidentes de bajos recursos económicos.

El objetivo de esta investigación es diseñar un dispositivo detector de objetos para personas invidentes, utilizando componentes electrónicos de bajo costo y versátil en el uso cotidiano, así mismo, este tiene como finalidad dar mayor seguridad de desplazamiento en su vida cotidiana.

II. CRITERIOS DE DISEÑO

Con este diseño se pretende dar una solución al problema de las personas invidentes empleando materiales económicos que se encuentran disponibles en el mercado.

Para realizar el diseño del presente dispositivo se ha partido de los siguientes criterios.

- Evaluar posibles diseños existentes
- Garantizar un buen funcionamiento del dispositivo
- Materiales de bajo costo
- Liviano y portable

El proyecto consiste en un diseño de un dispositivo detector de objetos para personas invidentes, para lo cual se utilizara un módulo controlador programable (Arduino) más un sensor ultrasónico que tiene un transmisor y receptor al mismo tiempo haciendo que este envíe un pulso de sonido no audible por el oído humano (transmisor) y mide el tiempo que tarda el sonido en llegar al obstáculo, rebotar y volver al sensor (receptor) cuando esto sucede se enviara una señal a la tarjeta programable y esta a la vez enviara un pulso para que se active un alarma para que el invidente pueda oír y saber que existe un objeto en su trayectoria.

Se utilizó los criterios y bases del proyecto que fue desarrollado por Ontiveros en el 2014. [4] El bastón blanco tiene la función de poder dar seguridad a la persona invidente, con ello se tomó las bases para el desarrollo del proyecto.

Este dispositivo se desarrolla con una distancia de un metro y medio para que la persona invidente pueda reaccionar en segundos y que escuche la señal emitida del dispositivo. La señal que emite este dispositivo va en relación a la distancia, a mayor distancia sonido leve y a una corta distancia el sonido se hace más constante en un mismo tono, es decir varía la intensidad en relación a la distancia.

A. Diseño

El dispositivo diseñado es básicamente un circuito electrónico capaz de detectar obstáculos, medir la distancia y emitir una alarma cuando el sensor detecte dichos obstáculos.

B. Materiales

Tomando en cuenta los costos y analizando las características que debe tener nuestro diseño se tomó esta lista de materiales.

- ✓ Arduino nano
- ✓ Sensor ultrasónico
- ✓ Buzzer
- ✓ Batería recargable
- ✓ Fuente de alimentación (cargador)
- ✓ Lente (montura)

III. DESARROLLO

En este proyecto se utilizó materiales de fácil acceso tanto económico como de fácil uso como se muestra en la siguiente figura, vemos los principales componentes utilizados, el Arduino nano, sensor ultrasónico y buzzer.

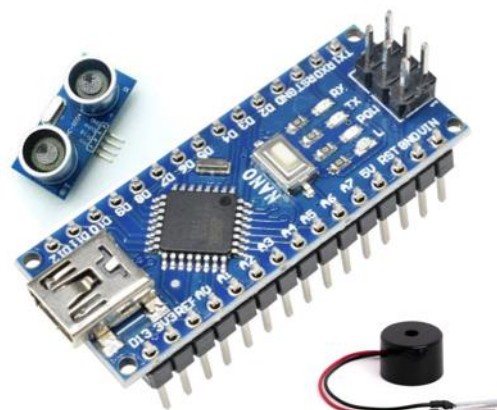


Fig. 1 componentes

A. Arduino nano

Es un microcontrolador económico, lo elegimos por sus características que tiene este dispositivo que es útil para este diseño, la tarjeta es de libre plataforma no se realiza ningún tipo de pago para poder utilizarlo y es compatible con la mayoría de componentes tiene una programación sencilla en C++. Adaptado de [5]

TABLA I
CARACTERÍSTICAS DEL ARDUINO UNO

Microcontrolador	ATmega328
Tensión de entrada	+7 a +12 V
I/O Digitales	14(6 PWM)
Memoria Flash	32 KB
SRAM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Estas son las características del Arduino nano por la cual pudimos elegir esta tarjeta. [6]

B. Sensor ultrasónico

Elegimos este sensor porque nos mide la distancia con gran precisión básicamente emiten ondas de sonido no audible por el oído humano, este dispositivo tiene un transmisor que emite una señal y un receptor que permite captar esa señal y calcular a que distancia se encuentra el objeto este dispositivo. Tiene 4 pines básicamente que son Vcc, Trig, Echo Y GND.

TABLA II
CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR ULTRASONICO HC-SR04

Voltaje de trabajo	5v DC
Corriente de trabajo	15 mA
Frecuencia de trabajo	40 KHz
Alcance máximo	4 m
Alcance mínimo	2 cm
Angulo de medición	15°
Señal del disparador	pulso TTL 10 uS
Dimensión	45*20*15mm

Características del sensor ultrasónico este dispositivo opera con los 5 voltios. El Trigger lanza una señal en alto esperando tener una señal reflejada, es decir que la señal emitida choque con algún objeto y esta retorne hacia el Echo que es el receptor del ultrasónico

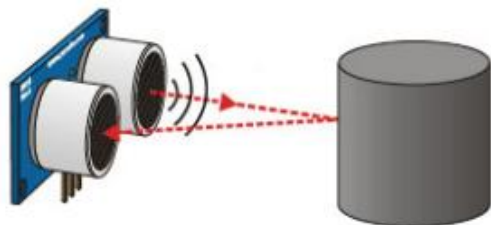


Fig. 2 Modo de trabajo del sensor ultrasónico.
Adaptado de [7]

Como vemos en la fig. 2, el modo de trabajo del ultrasónico es básicamente la percepción del sonido como lo hacen los defines y murciélagos, se emite una señal esperando el eco que rebota del obstáculo, la señal del sonido está operando a 40 KHz por lo que es más eficiente al detectar a todo tipo de obstáculos.

C. Buzzer

Este dispositivo es un transductor electrostático que emite un sonido de un mismo tono. Sirve como un mecanismo de alerta y es el indicado para este diseño de un lente detector de objetos.

El buzzer, internamente está compuesto de dos materiales, un electroimán y una lámina metálica de acero. Cuando se manda un pulso ingresa una corriente que pasa por la bobina del electroimán que hace vibrar la lámina de acero sobre la cubierta.

D. Diseño del circuito

El diseño se realizó a base del diagrama pictográfico de nuestro circuito mostrado en la fig. 6, la conexiones entre dispositivos fueron de acuerdo a nuestra necesidad para nuestro diseño. El Arduino nano tiene pines digitales, analógicos, salida de voltaje, punto tierra, un receptor, transmisor entre otras funciones más pero básicamente en este diseño nos basaremos en estos principios. A continuación, presentaremos el diagrama de la configuración.

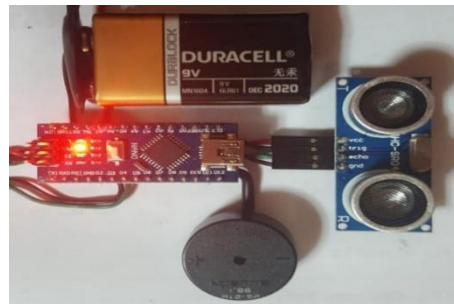


Fig. 3 conexiones entre dispositivos implementados.

Así mismo en el tema de las personas invidentes se utilizó un dispositivo de sonido ya que las personas invidentes generalmente presenta funciones audibles normales se utiliza el sonido como indicador de cercanía del obstáculo , pero con sonido haciendo que la persona invidente pueda escuchar por medio de este dispositivo y de esa manera prevenir tropezar con algún objeto desconocido que se acerca hacia él. [8]

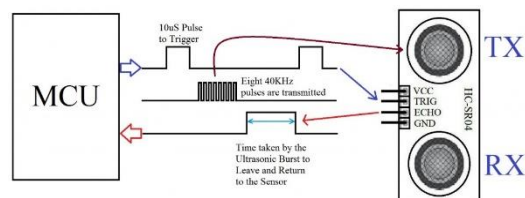


Fig. 4 envío de la señal al módulo.

Este envía un pulso de sonido no audible por el oído humano (transmisor) y mide el tiempo que tarda el sonido en llegar al obstáculo, rebotar y volver al sensor (receptor)

1. Iniciamos el programa configurando los puertos que se utilizara.
2. Set ultrasonido
3. Se agrega la velocidad del puerto serial con el que se trabajara.
4. Se configura los puertos de entradas y salidas.
5. Se calcula el retorno de la señal emitida mediante una fórmula matemática.
6. Se compara la distancia vs el tiempo.
7. Calcula la distancia y genera el sonido correspondiente.

Fig. 5 Pseudocódigo del programa en Arduino.

El programa desarrollado para el diseño se basa en el cálculo de la distancia, permitiendo recolectar información mediante el sensor ultrasónico y este nos da una respuesta para aplicarlo en la dificultad que tienen las personas invidentes.

E. 1 etapa: arquitectura del diseño hardware

El diseño está compuesto por un sensor ultrasónico, un módulo Arduino encargado de procesar la señal además de un zumbador encargado de emitir el sonido cuando se detecte un objeto este dispositivo será alimentado con una batería recargable.

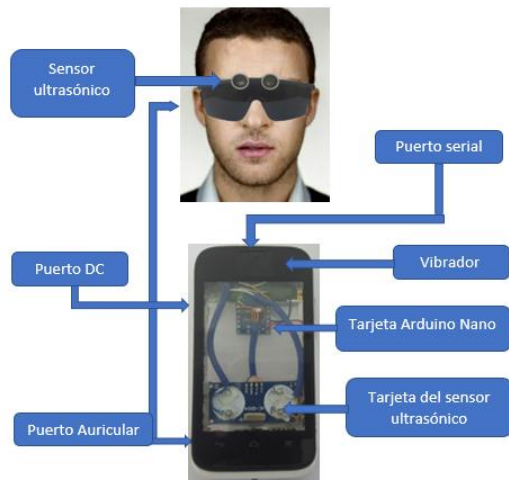


Fig. 6 Arquitectura.

Utilizamos básicamente la misma arquitectura, la misma idea para el desarrollo de este, se utilizó la carcasa de un celular para elaborar el dispositivo y tener una mayor fiabilidad y seguridad.



Fig.7 Prototipo completo

F. análisis del sistema

El sensor de ultrasonido empleado es de referencia HC-SR04 que tiene un alcance promedio de 2 metros. El funcionamiento del sensor se basa en un sistema de ecos, además el sensor ultrasónico lanza 8 ondas de 40kHz y se establece en alto la señal de eco hasta que se recibe el rebote de las ondas.

Sabiendo que la velocidad del sonido en el aire es aproximadamente de 340m/s y conociendo el tiempo que ha tardado en ir y volver la onda, se calcula la distancia.

La fórmula empleada para la medición del objetivo a una distancia necesaria para nuestro propósito es:

$$\text{Tiempo} = 2 D/V$$

$$\text{Distancia} = V * T/2$$

El sensor se ubica en la parte central del lente fijado con sujetador de alta presión capaz de resistir caídas Y otro detalle a considerar es el uso del dispositivo electrónico de sonido(buzzer) se hizo el prototipo con un cable largo

para que así la persona pueda colocarlo en el lugar que vea más conveniente porque el uso excesivo de este sonido puede causar daños a las personas invidentes según el Dr. Étienne Krug nos dice que si la persona tiene dificultad para escuchar va a tener dificultades para poder hablar. Acoplado de [9]

En nuestro proyecto se pensó implementar el uso de los auriculares para poder reducir el ruido exterior del medio, sin embargo, viendo que el uso excesivo de los auriculares tiene consecuencias irreversibles para la salud y la pérdida auditiva, así mismo se utilizó un dispositivo de sonido con tonos agudos para que así el ruido pueda disminuir y no sea tan perjudicial para los invidentes.

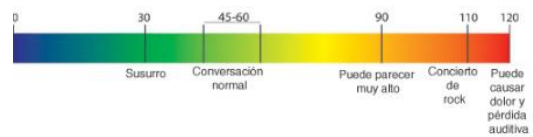


Fig. 8 rango permitido del ruido. Acoplado de [10]

Como podemos observar en la Fig. 8 no indica el rango en decibelios del ruido desde un simple susurro hasta un concierto de rock el rango permitido de los decibelios esta entre 30 y 80 al pasar este límite ya se puede tener consecuencias como desarrollar un tumor cerebral o pérdida auditiva.

Es por eso que nuestro dispositivo tiene un ruido aceptable de 80 decibelios como máximo por lo tanto no causaría problemas mayores como se nombró anteriormente.

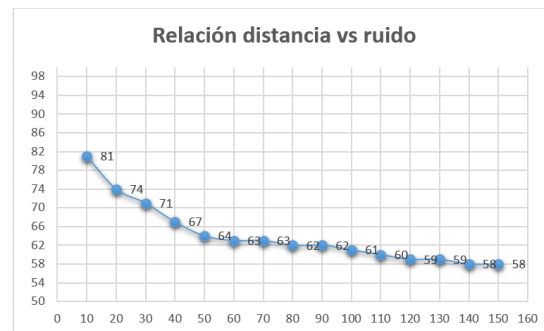


Fig. 9 Grafica Distancia vs Sonido

Como podemos observar en la Fig.10 el sonido va en relación a la distancia, es decir, que a menor distancia del obstáculo mayor es la intensidad de sonido, ya que el máximo valor en dB que se puede generar con este dispositivo está en el rango de 80 a 90 dB.

IV. RESULTADOS

Se logró la implementación de este diseño, luego de esto se realizaron pruebas en áreas seguras simulando un día normal de una persona invidente.

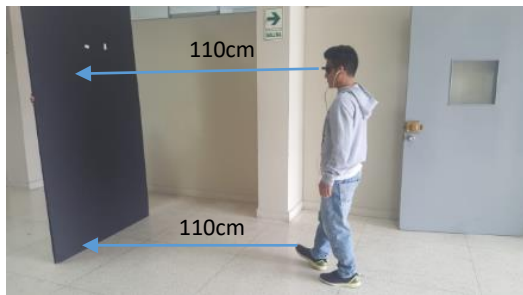


Fig. 10 Prueba del dispositivo

El sujeto camina por el pasadizo y se encuentra con un obstáculo 150 cm, por lo que el dispositivo lo detecta y comienza a sonar. Para ello se realizaron pruebas a diferentes distancias obteniendo una relación de distancia con el ruido en dB. Así como se observa en la siguiente tabla.

TABLA III
DATOS MEDIDOS DISTANCIA VS SONIDO

	Distancia(cm)	DB
1	150	58
2	140	58
3	130	59
4	120	59
5	110	60
6	100	61
7	90	62
8	80	62
9	70	63
10	60	63
11	50	64
12	40	67
13	30	71
14	20	74
15	10	81

En esta tabla están recopilados los datos medidos, estos datos lo llevamos a una parte analítica para determinar cuál es la relación entre la distancia y el ruido.

V. CONCLUSIONES

Como consecuencia de lo escrito en la investigación, este dispositivo es de gran apoyo para las personas invidentes, sin embargo, las imperfecciones de las calles entre otros lugares no se pudieron resolver con el dispositivo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. Campos, A. Cerrate, E. Montjoy, V. Dulanto, C. Gonzales y A. Tecse, «Prevalencia y causa de ceguera en Perú: encuesta nacional,» *Panamericana de salud pública*, p. 253, 2014.
- [2] J. C. Suárez Escudero, «discapacidad visual y ceguera en el adulto,» *MEDICINA U.P.B*, vol. 30, nº 2, pp. 170-180, 2011.
- [3] s. wawan, «Development of glasses for guiding visually impaired using ultrasonic sensor and microcontroller,» *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, vol. 1, nº 5, pp. 1-3, 2014.
- [4] S. D. Ontiveros Paredes, D. Rojas Balbuena y J. Martines Paredes, «Diseño y construcción de un baston blanco electrónico para personas invidentes,» *científica*, vol. 18, nº 2, p. 65, 2014.
- [5] TecnoGaming Labs, «Arduino nano,» patagoniatec, Argentina, 2015.
- [6] AG Electronica, «MB0016: OEM ARDUINO NANO V3.0,» AG Electronica, Republica del Salvador, 2017.
- [7] CURSO ARDUINO, «Tutorial 13: Modulo sensor ultrasonico; haz una alarma,» *PROSERQUISA DE C.V*, 2016.
- [8] S. Londoño, «Categoría Arduino,» SomosMakers.cl, 2017.
- [9] M. M. GALARZA MUÑOZ, «CÓMO INCIDE EL DESCONOCIMIENTO DE LOS DAÑOS QUE CAUSA A,»

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, vol. I,
nº 1, p. 20, 2016.

- [10] CDC, «Pérdida auditiva en los niños,»
*CDC. Centros para el Control y la
Prevención de Enfermedades.
Salvamos vidas. Protegemos a la
gente.*, vol. I, nº 1, p. 1, 2017.
- [11] M. Martinez Rodriguez y J. Gonzalez
Gomez, «Medidor de distancia por
ultrasonido,» *Instituto Politecnico
Nacional*, vol. 1, nº 1, p. 21, 2014.
- [12] E. Chukwunazo y G. Onengiye,
«Diseño e implementacion de la
movilidad basada en
microcontrolador ayuda para
personas con discapacidad visual,»
*Revista internacional de ciencias e
investigacion (IJSR)*, vol. 1, 2013.
- [13] P. Sharma y S. , «Design and
Development of Virtual Eye,»
*INTERNATIONAL JOURNAL OF
INNOVATIVE RESEARCH IN
ELECTRICAL, ELECTRONICS,
INSTRUMENTATION AND CONTROL
ENGINEERING Vol. 3, Issue 3, March
2015*, vol. 1, p. 1, 2015.
- [14] J. Sakhardande, P. Pattanayak y M.
Bhowmick, «Arduino Based Mobility
cane,» *International Journal of
Scientific & Engineering Research*, vol.
4, nº 4, 2013.
- [15] T. Mohammed Azher, «Smart
Blinding Stick with Holes,Obstacles
and Ponds Detector Based on
Microcontroller,» *Journal of Babylon
University/Engineering Sciences*, vol.
25, 2017.
- [16] Dhanuja, Farhana y Savitha, «SMART
BLIND STICK USING ARDUINO,»
*International Research Journal of
Engineering and Technology* , vol. 05,
nº 03, 2018.
- [17] A. Anwar y S. Aljahdali, «A Smart Stick
for Assisting Blind People,» *IOSR
Journal of Computer Engineering*, vol.
19, nº 3, pp. 86-90, 2017.