

EYE CAP: DISPOSITIVO AUXILIAR PARA PACIENTES CON DISCAPACIDAD VISUAL

Juan Rubén Carreón Villal

Departamento de Ingeniería Mecatrónica
Instituto Tecnológico de Celaya

Gabriela Castillo Alfaro

Departamento de Ingeniería Mecatrónica
Instituto Tecnológico de Celaya

Luis Antonio Peralta Miranda

Departamento de Ingeniería Mecatrónica
Instituto Tecnológico de Celaya

Agustín Vidal Lesso

Departamento de Ingeniería Mecatrónica
Instituto Tecnológico de Celaya
agustin.vidal@itcelaya.edu.mx

Juan José Martínez Nolasco

Departamento de Ingeniería Mecatrónica
Instituto Tecnológico de Celaya
juan.martinez@itcelaya.edu.mx

RESUMEN

La discapacidad visual es una condición que afecta a miles de personas, específicamente en México habitan 467,040 personas que padecen esta condición [1]. Por lo anterior, se estableció el objetivo en este trabajo de generar el diseño de un dispositivo que permita mejorar la calidad de vida de estas personas. Actualmente los dispositivos de asistencias con los que cuentan las personas con alguna deficiencia visual, no garantizan una completa seguridad para evitar obstáculos en la parte superior del cuerpo. El diseño que se presenta en este trabajo propone la implementación de un sistema de detección de obstáculos, montado sobre una gorra. El dispositivo cuenta con tres sensores ultrasónicos colocados estratégicamente. Además 3 pequeños

motores que envían una señal vibratoria, cuya intensidad de vibración es proporcional a la cercanía del obstáculo, es decir, entre más cercano se encuentre un objeto de la persona, mayor será la vibración. A diferencia de dispositivos con una función similar, que emplean alarmas sonoras, el presente diseño al manipular una señal vibratoria despeja el canal auditivo del usuario; lo que le permite utilizar libremente el sentido del oído, uno de los que más se desarrollan en compensación con la deficiencia visual.

Palabras clave: Discapacidad, dispositivo, ultrasónico, vibración, ceguera.

1. Introducción

La necesidad por resolver problemas cotidianos ha sido siempre la causa de la evolución tecnológica que ha desarrollado el ser humano. Muchas veces se considera que toda innovación ha de ser de índole industrial sin embargo no solo en este campo se presentan inconvenientes. Un área más donde la tecnología se presenta para mejorar la calidad de vida en el ser humano es la medicina pues las innovaciones tecnológicas nos ayudan a combatir enfermedades, malformaciones e inclusive estimulan una vida más independiente.

Un padecimiento que ha sido de interés en el área de la medicina es la ceguera, que se define como el padecimiento en el cual una persona ha perdido el sentido de la vista parcial o totalmente [2]. Investigadores e innovadores se han visto en la tarea de apoyar a personas con una ceguera total pues son ellas las que necesitan de mayor cuidado y apoyo.

Los materiales y dispositivos que se han desarrollado para ofrecer una mejor calidad de vida a personas invidentes son demasiados y van desde sencillos bastones hasta artículos de uso cotidiano a los cuales se les han añadido sensores que ayudan a la persona a ubicar objetos dentro de un espacio delimitado.

Hoy en día se cuenta con una cantidad inmensa de sensores que miden y cuantifican ciertas variables. Los sensores más utilizados en dispositivos para personas con pérdida total de la vista son los sensores ultrasónicos.

Sin embargo, no solo se trata de instalar el sensor y calibrarlo debidamente sino que involucra etapas donde se filtra y amplifica la señal eléctrica producida por el sensor. Entre más etapas, se torna más complejo la instalación de sensores y más si se trata de aplicaciones móviles que requieren poco espacio y un fácil transporte.

Por otro lado en el estado del arte se encontraron dos patentes de dispositivos con un funcionamiento similar al reportado en este trabajo.

La primera patente titulada: Detección ultrasónica de distancia para peatones con discapacidad [3] reporta un dispositivo con dos sensores ultrasónicos para la medición simultánea de distancias. Estas distancias calculadas son convertidas a pasos humanos y posteriormente convertidas en audio para cada oído. Este dispositivo también permite la calibración del mismo para el propio paso del usuario.

En la figura 1, se muestra el diseño físico del dispositivo patentado. Se aprecia claramente que consiste en unas gafas, donde los lentes fueron reemplazados por los

sensores ultrasónicos y contiene dos audífonos integrados que generan un sonido proporcional a la distancia de algún objeto.

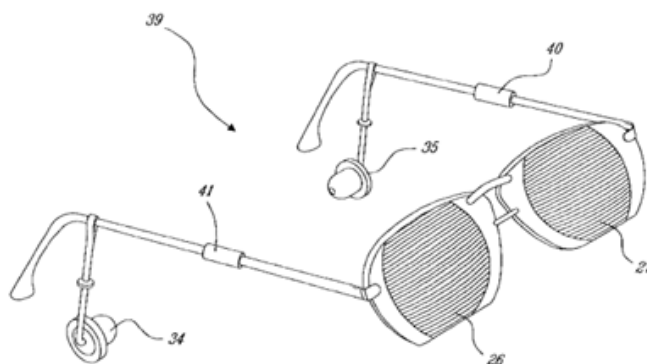


Figura 1. Diseño del dispositivo.

La patente titulada; Guía de trayectoria ultrasónica para discapacitados visuales [4] reporta un dispositivo de ruta con una guía ultrasónica para la discapacidad visual que utiliza una matriz de transmisores ultrasónicos que son direccionales y dirigido a ubicaciones distintas de avance del usuario. Los transmisores se colocan en el torso de la persona y uno o más receptores para detectar los ecos de obstáculos en el que el sonido ultrasonido transmitido choca. Un tono audible se genera cada vez que se recibe un eco. La frecuencia del tono depende de la distancia de la medición del eco. El tiempo desde la emisión de un pulso ultrasónico a la recepción de su eco se utiliza para medir la distancia hasta el obstáculo. En la figura 2 vemos a una persona con el dispositivo puesto, las líneas que salen del pecho definen la dirección en la que son enfocados los sensores ultrasónicos.

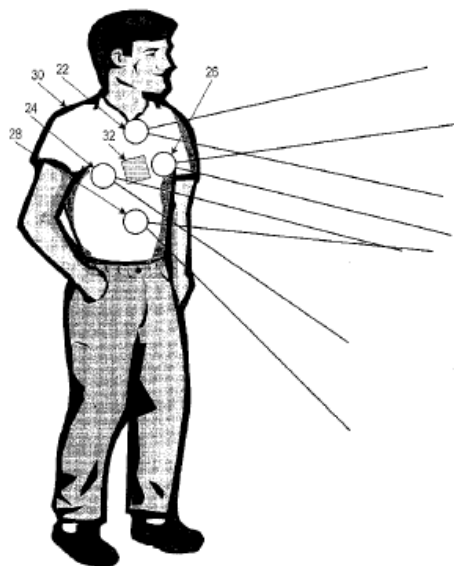


Figura 2. Implementación del dispositivo.

Por lo anterior, se estableció el objetivo en este trabajo de generar el diseño de un dispositivo a través de sensores ultrasonicos y motores vibratorios que permitan mejorar la calidad de vida de personas con ceguera parcial o total.

2. Método

2.1 Desarrollo del dispositivo

El dispositivo desarrollado en este trabajo utiliza un sensor ultrasonico, el cual se define como interruptores eléctricos que trabajan sin contacto. La parte emisora genera pulsos de sonidos muy fuertes dentro del rango de ultrasonido y la parte receptora percibe dichas ondas lo cual hace que el contacto se cierre [5]. Existe una gran variedad de éstos como los unidireccionales o los bidireccionales los cuales aprovechan el efecto de rebote de la onda.

Más detalladamente el funcionamiento de un sensor ultrasónico basa su funcionamiento en un pequeño disco piezoeléctrico montado en su superficie, el cual produce ondas de sonido de alta frecuencia. Cuando los pulsos transmitidos pegan en un objeto reflector se produce el fenómeno denominado como eco (ver figura 3). La duración del pulso reflejado es medida por el transductor para determinar la distancia a la cual se encuentra el objeto [5].

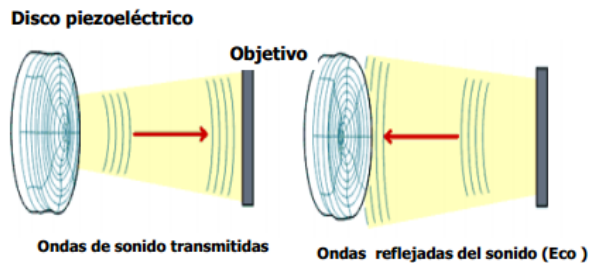


Figura 3. Efecto de eco.

El diagrama a bloques que se generó para el diseño del dispositivo se presenta en la Figura 4.

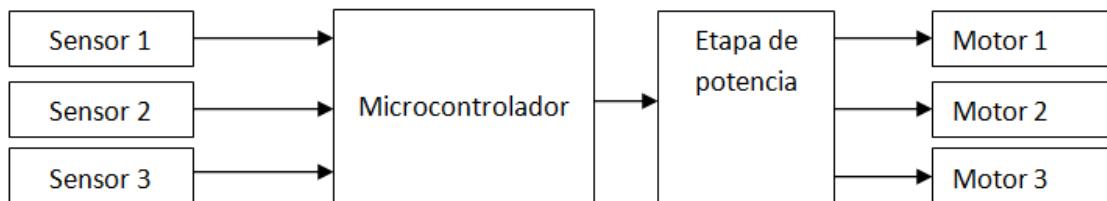


Figura 4. Bloques elementales del dispositivo desarrollado.

Los componentes principales son:

- 3 sensores ultrasónicos, ubicados al frente y a ambos lados de la gorra.
- 1 microcontrolador ATmega238p.

- 3 motores pequeños y de poco peso con su respectivo acondicionamiento de señales.
- 1 batería 9 volts.

El funcionamiento del circuito electrónico se basa en la conversión de señales que realiza el microcontrolador, convierte la señal analógica de los sensores ultrasónicos a un PWM proporcional a la distancia que se encuentren los objetos, haciendo vibrar los motores con mayor intensidad cuando el objeto se encuentre cerca y casi una vibración imperceptible cuando no se detecte algún objeto. La técnica PWM se utiliza para hacer variar el ancho de pulso de una señal cuadrada (ciclo de trabajo), la función que tiene el dispositivo es hacer vibrar los motores de una manera proporcional a la distancia, modificando el ciclo del trabajo de la señal suministrada a los motores (ver figura 5).

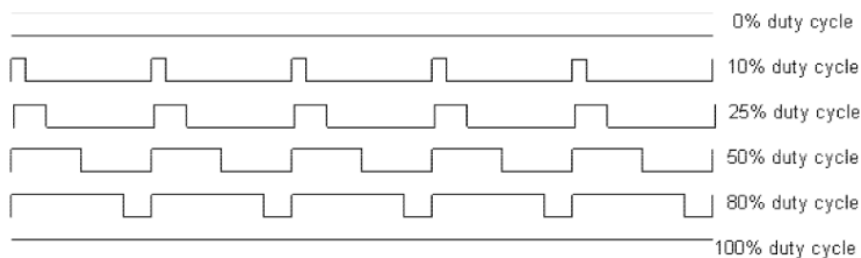


Figura 5. PWM a diferentes ciclos de trabajo.

Cabe mencionar que esta señal hará una vibración que también funciona como una estimulación para los nervios ópticos.

El microcontrolador utilizado en el dispositivo es un ATmega328 programado en C a través del software de arduino. Se eligió este dispositivo por su versatilidad y su simple

programación, facilitando la generación del PWM del microcontrolador con sencillas funciones [6].

El microcontrolador del arduino posee un convertidor analógico-digital de 10 bits por lo que se utilizó función que lee una señal de un pin analógico y retornar un valor entero de 0 a 1023, posteriormente el valor es transformado linealmente de 0 a 255 ya que los timers generadores del PWM son de 8 bits con un ciclo de trabajo de 0 a 100% respectivamente [7]. Esta PWM es mandado a la etapa de potencia y por último ésta es enviada a los motores.

Por otra parte, para el desarrollo de la placa del circuito impreso, del dispositivo se colocó el microcontrolador y la etapa de potencia correspondiente a cada motor. La PCB se desarrolló en el software ARES, se tuvo mucho cuidado en realizar lo más pequeña posible la PCB ya que esta se montaría sobre la gorra y debía ser lo menos perceptible posible. En la Figura 6, se muestra el diseño del circuito impreso, que permite la conexión adecuada de los componentes.

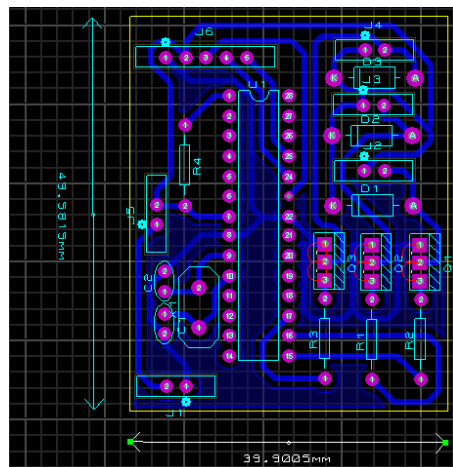


Figura 6. Diseño de la placa del circuito impreso.

En la Figura 7 se aprecia el montaje del circuito electrónico, que cuenta con un interruptor para encender o apagar el dispositivo. Además, como prototipo se contempla una batería 9 volts recargable para estar realizando pruebas.

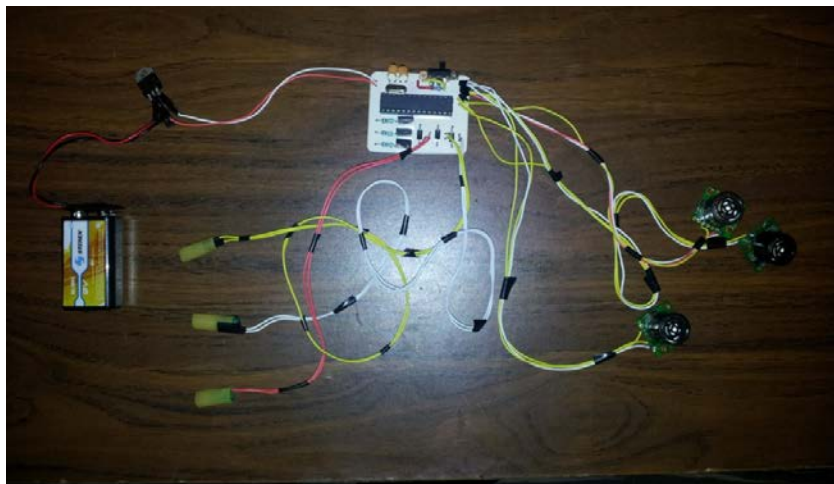


Figura 7. Ensamble final de componentes.

El sistema embebido en el microcontrolador consiste en la conversión de la señal analógica recibida por los sensores ultrasónicos en una señal eléctrica que activa a los motores, haciéndolos vibrar de manera proporcional a la distancia que se encuentran los objetos. Cabe mencionar que el microcontrolador, la etapa de acondicionamiento de señales y los motores se colocan ocultos en la gorra; los sensores se tienen que posicionar al frente para que su funcionamiento sea el correcto.

Dado a que el dispositivo solo detecta objetos en la parte superior de los hombros se consideraría como auxiliar debido a que no suplantaría a otro dispositivo que se utilice para detectar objetos, tal como los bastones. Los objetos son percibidos a través de sensores ultrasónicos mientras que la señal que percibe el usuario es vibratoria, principal característica del dispositivo que hace la diferencia entre otros productos

similares de origen extranjero que utilizan una señal auditiva, la cual en lugar de ayudar resulta no benéfica pues los invidentes y débiles visuales emplean el oído para orientarse en su entorno.

3. Resultados

El dispositivo fue diseñado, construido y probado. Consta de tres sensores ultrasónicos montados en una gorra, en dirección frontal y ambas laterales, que permiten determinar la distancia de objetos u obstáculos próximos a la persona dentro de un rango de 1.5 metros. Entre más cerca se encuentre el objeto a la persona la alarma vibratoria se manifestará con mayor intensidad, pudiendo así prevenir el golpear con los objetos en su camino (véase Figura 8).

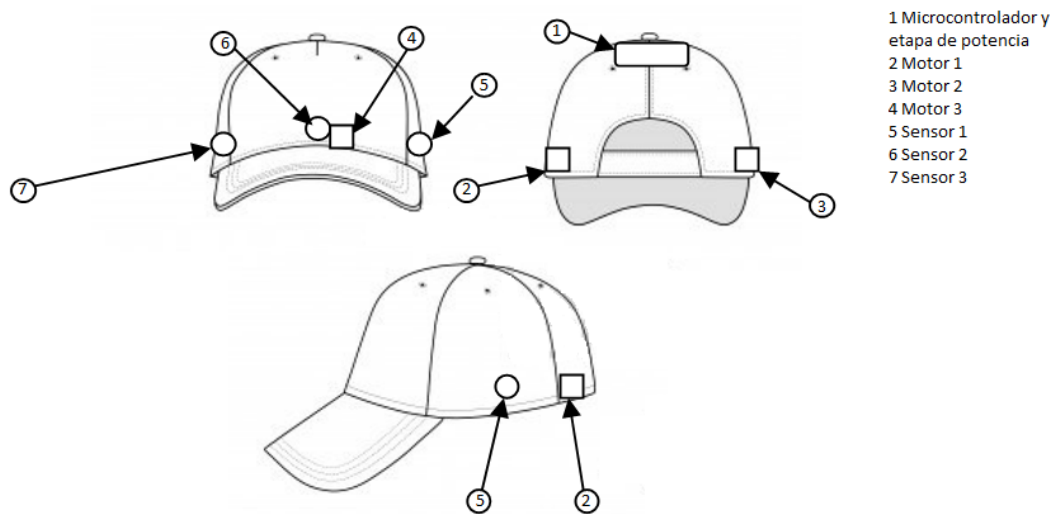


Figura 8. Distribución de componentes del diseño del dispositivo auxiliar.

En la Figura 9 se muestra el prototipo desarrollado en base a la metodología y el diseño, planteados anteriormente.



Figura 9. Prototipo del dispositivo auxiliar para pacientes con discapacidad visual implementado en una gorra.

Siendo funcional el prototipo, se realizó una evaluación del mismo en una asociación de personas con discapacidad visual ubicada en el templo de Tierras Negras en la ciudad de Celaya Guanajuato (véase figura 10). Las pruebas arrojaron resultados muy satisfactorios y también algunas observaciones de como personalizar mejor el dispositivo.



Figura 10. Pruebas con el dispositivo.

4. Discusión y Conclusiones

Los resultados y las pruebas experimentales con el usuario generaron observaciones importantes para la mejora y optimización del prototipo, entre ellas se encuentran.

- Realizar la calibración de detección del sensor. Logrando un ajuste que permita su utilización dentro del hogar donde los objetos se encuentran a diferente distancia que en la calle.
- Usar un sensor Piroeléctrico en la parte posterior de la gorra, para que las personas con discapacidad visual puedan percibir si los sigue una persona.

- Manejar placas con componentes de montaje superficial para reducir el tamaño del circuito.
- Mejorar la etapa de potencia para tener uso más eficiente de la batería y además que esta misma sea recargable.

Por otra parte, los resultados mostraron que se logró crear un sistema auxiliar funcional para la detección de objetos a distancia implementado en un accesorio de uso común como un gorra y que además ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. También se lograron satisfacer las necesidades básicas solicitadas de lo que debería tener el dispositivo.

Referencias

- [1] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA Censo General de Población y Vivienda 2000, Consulta de: Población total con estimación Por: Discapacidad visual Según: Entidad municipio y localidad. Consultado en Febrero 2013.
- [2] Definición de ceguera, <<http://definicion.de>>, Consultado en Febrero 2013.
- [3] Xing Zeng. "Ultrasonic distance detection for visually impaired pedestrians". Estados Unidos. No. Patente: 6469956. Publicacion Octubre 2002.
- [4] Joel L. Finkel, Jiping He. "Ultrasonic path guidance for visually impaired". Estados Unidos. No. Patente: 6671226. Publicacion Diciembre 2003.
- [5] Sensores Ultrasónico, <<http://galia.fc.uaslp.mx>>, Consultado en Febrero 2013.

[6] Boylestad, Nashelsky, *Electrónica, : Teoría de Circuitos*, Ed. Pearson Education, 6ta edición, 1997.

[7] Language Reference, < <http://arduino.cc>>, Consultado en Febrero 2013.