

Desarrollo tecnológico de un brazalete sensorizado (CiegNest) para apoyo a personas con discapacidad visual implementando software y hardware libre

Nestor Ramon Fariña Molina
Universidad Internacional
Tres Fronteras
Ciudad del Este, Paraguay
segundacuentanestor@gmail.com

Claudia Raquel Ibarrola Chamorro
Universidad Internacional
Tres Fronteras
Ciudad del Este, Paraguay
clauibarrola87@gmail.com

Antonia Thalia Ramirez Aquino
Universidad Internacional
Tres Fronteras
Ciudad del Este, Paraguay
thaliaramirez997@gmail.com

Edwar Estiven Pereira Gonzalez
Universidad Internacional Tres
Fronteras
Ciudad del Este, Paraguay
ing.edwar.pereira@gmail.com

Resumen:

El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un brazalete tecnológico sensorizado utilizando software libre y herramientas tecnológicas de bajo coste, de modo a proporcionar un dispositivo de apoyo para el desplazamiento de personas con discapacidad visual. El brazalete permitirá a las personas con limitación visual orientarse de una manera más segura durante su desplazamiento, tanto en ambientes interiores como en el exterior, aportando de esa manera una mejora considerable en su calidad de vida y promoviendo su inclusión dentro de la sociedad.

Palabras clave: *brazalete tecnológico; software libre; bajo coste; discapacidad visual; calidad de vida.*

Abstract:

The aim of this project is to develop a sensorized technological bracelet using free software and low-cost technological tools, in order to provide a support device for the movement of people with visual disabilities. The bracelet will allow people with visual impairment to orient themselves more safely during their movement, both indoors and outdoors, thereby contributing to a considerable improvement in their quality of life and promoting their inclusion within society.

Keywords: *technological bracelet; free software; low cost; visual disability; quality of life.*

I. INTRODUCCIÓN

Según el informe publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) referente a las personas con discapacidad visual en el año 2019, al menos 2200 millones de personas padecen algún grado de discapacidad visual, entre estos casos, más de mil millones podrían haber sido evitados o ser tratados, como por ejemplo la miopía, la hipermetropía, el glaucoma y las cataratas [1].

En el Paraguay en las últimas encuestas realizadas en el año 2012 por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), se constató que la discapacidad visual es uno de los más frecuentes en la población, en el 22,1% del total de hogares paraguayos reside una persona con dificultad para ver, algunos de estos corresponden a una dificultad completa [2].

Para las personas con discapacidad visual, el mayor grado de dificultad se centra en el desplazamiento y la movilidad, tanto en entornos abiertos como cerrados.

Para que una persona con discapacidad visual pueda moverse en un entorno determinado utiliza generalmente un bastón como mecanismo de apoyo, es una de las herramientas más accesibles en el mercado desde el punto de vista económico. Sin embargo, el bastón presenta algunas desventajas, ya que el mismo no reconoce obstáculos, a no ser que se realicen pequeños golpes que permitan a la persona con dicha discapacidad obtener información del lugar pudiendo de esta forma esquivar los obstáculos en su camino.

Entre las tecnologías de apoyo a la discapacidad visual se encuentran; desarrollo de una banda adherible a la cintura cuyo objetivo es detectar objetos dinámicos y emitir vibraciones de acuerdo a la posición en la que el objeto se encuentra, de esa forma los usuarios podrán moverse de una manera más segura y les permitirá evadir obstáculos que puedan dificultar su desplazamiento [3]. Por otro lado se han desarrollado bastones electrónicos que cuentan con sensores ultrasónicos capaces de detectar objetos próximos con antelación [4].

El presente trabajo pretende desarrollar un dispositivo funcional de un brazalete sensorizado utilizando tecnologías de software libre y componentes tecnológicos de bajo coste, con el fin de ser accesible económicamente en el mercado, incluyendo manuales de instrucciones en español y braille de modo a facilitar su manejo y a la vez que pueda ser de ayuda en el momento que la persona con discapacidad visual quiera desplazarse de un lugar a otro con menos complicaciones.

El dispositivo busca dar una solución que permita a las personas con discapacidad visual disponer de mayor autonomía al momento de moverse, mejorando de esa forma significativamente su calidad de vida y a la vez

permitirá que los mismos tengan mayor participación dentro de la sociedad.

Las personas con discapacidad visual buscan formas para adaptarse en la sociedad, utilizando mecanismos para movilizarse de un lugar a otro diariamente, como el uso del sistema braille para la lectura y escritura, el bastón siendo una de las herramientas más confiables para trasladarse de un lugar a otro, también son utilizados los canes que cuentan con un entrenamiento profesional sirviendo como guías. Por otro lado, la estimulación del sentido auditivo es sumamente importante para las personas con discapacidad visual, ya que por medio de los sentidos son capaces de percibir cuán alejado se encuentra el peligro [5].

Actualmente, las tecnologías juegan un papel importante en el proceso de adaptación de las personas invidentes, ya que permiten que puedan adentrarse en la sociedad moderna. Las tecnologías se han convertido en herramientas esenciales, tanto para el desarrollo profesional, personal y social de cada individuo [6].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Como orientación para desarrollo del dispositivo, se realizaron exhaustivas búsquedas bibliográficas similares al proyecto, también se realizaron entrevistas a un grupo reducido de personas con discapacidad visual de la Asociación de Ciegos de Alto Paraná (ACAP) para recolectar información de primera mano para su respectivo análisis. Por último, se seleccionaron las herramientas y tecnologías necesarias para el diseño e implementación del brazalete.

En el apartado se detallan los pasos que fueron empleados para la ejecución del proyecto:

A. Fase 1

En esta etapa se realizaron algunas entrevistas a las personas con limitación visual para obtener información referente a la practicidad y funcionalidad del dispositivo, definir el diseño más adecuado teniendo en cuenta el lugar de los botones o teclas, la cantidad mínima requerida de las mismas, el tipo de pulsera que mejor se adapte a la muñeca, el de sonido que debe emitir entre otras.

Por otro lado, se realizaron cuantiosas indagaciones bibliográficas con relación a las tecnologías de software libre que se pueden utilizar de forma ágil y las principales herramientas tecnológicas más accesibles en el mercado.

B. Fase 2

En este apartado fueron seleccionadas las herramientas y tecnologías que han sido utilizadas para el desarrollo del dispositivo:

- *Arduino Nano*: es una placa microcontroladora basada en el hardware y software libre [7], en el cual serán insertadas los códigos de configuración del proyecto.

- Sensor ultrasónico HC-SR04: es un dispositivo que puede medir la distancia del objeto [8].
- *Buzzer*: tiene la funcionalidad de emitir pitidos.
- *Mini motor 1027*: es una tecnología pequeña capaz de emitir pequeñas vibraciones [7].
- *Led RGB*: será utilizado para monitorear el nivel de carga del dispositivo.
- *Micro llave deslizable*: permitirá colocar modalidades de funcionamiento.
- *Mini llave tecla*: servirá como botón de interruptor de encendido y pagado.
- *Regulador de Voltaje*.
- *Pilas 18650*.
- *Fuente de alimentación*.
- *Módulo cargador balanceado*: para cargar las dos pilas 18650 en serie de manera balanceada sin dañar dichas baterías.
- *Módulo lector de voltaje*.

Herramientas de Software libre utilizadas

- *Software Arduino IDE*.
- *AUTODESK Tinkercad Circuits*.
- *FreeCAD*.
- *Inkscape*.
- *Ultimaker Cura*.
- *EasyEDA online*.

C. Fase 3

Una vez que fueron seleccionadas las herramientas, se pudo proceder al diseño de la estructura que tendría la pulsera utilizando como herramienta para el modelado *FreeCAD*, en la figura 1 se puede observar el diseño tridimensional 3D de la caja donde se estaría ensamblando todas las estructuras del dispositivo. Una vez definido el diseño de la caja se procede a su impresión, utilizando filamento de ácido poliláctico (PLA). Posteriormente en la figura 2 se detalla el esquema de conexiones que tendría el dispositivo.

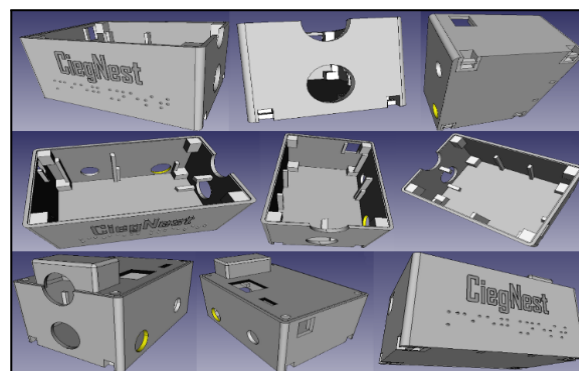


Fig 1. Carpeta donde se encuentra alojado el software Arduino IDE

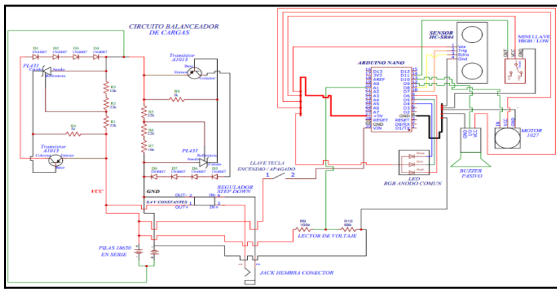


Fig. 2. Esquema de las conexiones del brazalete

D. Fase 4

En esta etapa procedió al ensamblaje de los componentes electrónicos dentro de la caja, posteriormente fueron aplicados los conocimientos de electrónica básica y se realizaron las conexiones eléctricas del dispositivo con cada uno de los componentes. Seguidamente fueron realizadas todas las conexiones, luego insertadas en la placa Arduino Nano. Por último, se procede a la inserción de los códigos de configuración en Arduino, en la figura 3 podemos observar los pasos realizados y el resultado final del armazón del dispositivo.

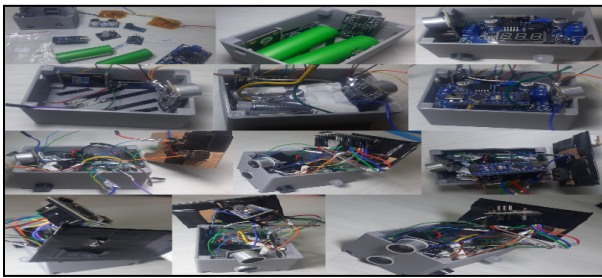


Fig. 3. Proceso de ensamblaje de la pulsera.

E. Fase 5

Para la codificación utilizamos la plataforma basada en software libre *Arduino*. En la figura 4 se puede observar la programación utilizada para detectar los obstáculos por medio del sensor y su tiempo de espera y ejecución.

Detectar obstáculos	Tiempo de espera
<pre>void loop() { digitalWrite (trigPin, LOW); delayMicroseconds(4); digitalWrite (trigPin, HIGH); delayMicroseconds(10); digitalWrite (trigPin, LOW); duracion=pulseIn(echoPin, HIGH); distancia=duracion*0.0172; value = analogRead(analogInput); voltajeOut= ((value * 5.0) / 1023.0)+1.68; resultado= voltajeOut; Serial.println(distancia); Serial.println(); led (); }</pre>	<pre>if((millis()-tiempoP >=20000)&&(estado7==true){ estado7=false; analogWrite(rojo, 255); analogWrite(verde, 255); analogWrite(azul, 255); tiempoP = millis(); } if((millis()-tiempoP >=30000)&&(estado7==false){ estado7=true; analogWrite(rojo, 255); analogWrite(verde, 0); analogWrite(azul, 255); tiempoP = millis(); }</pre>

Fig. 4. Códigos de programación del brazalete

III. RESULTADOS

Actualmente el dispositivo se encuentra en su fase de prueba. Según los primeros resultados recolectados se puede constatar que el dispositivo cumple con las funciones de detección de los obstáculos y notificación de manera correcta de la información, también se afirma que es posible manipular de forma sencilla, lo cual es fundamental para su funcionamiento, en la figura 5 se observan las pruebas que han sido realizadas por los voluntarios, por otro lado, se puede destacar que el dispositivo puede complementarse con el bastón sin ninguna complicación. Para los próximos meses se pretende extender las pruebas con personas con limitación visual quienes asisten en la asociación ACAP.

Otra de las ventajas del dispositivo es que será accesible en el mercado, ya que utiliza componentes electrónicos de bajo coste y herramientas de software libre para la codificación.

A continuación, en la tabla 1 se observa a detalle las preguntas que fueron realizadas a los 5 voluntarios que realizaron las primeras pruebas del brazalete. Para la recolección de los resultados se utilizaron preguntas con respuestas cerradas, donde los criterios son los siguientes:

- 1) **Si:** Será empleado para contestar la pregunta cómo afirmativa.
- 2) **No:** Será empleado para responder a las preguntas con una negación.

Tabla 1. Preguntas realizadas a los voluntarios de ACAP.

Nº	PREGUNTAS
1	¿Considera que el bastón es seguro para trasladarse de un lugar a otro?
2	¿Detectar un obstáculo es complicado para usted?
3	¿Considera usted que trasladarse sólo sin guía es un riesgo?
4	¿Considera usted excluido de la sociedad?
5	¿Considera usted que se puede desarrollar un brazalete con sensores para personas con discapacidad visual?
6	¿Es necesario para usted que se implemente una ayuda tecnológica?
7	¿La implementación de un brazalete tecnológico ayudará a mejorar el desplazamiento?
8	¿Considera usted que la implementación del brazalete evitará los accidentes?

En la figura 6 se detallan los resultados obtenidos en la encuesta realizada a las personas con discapacidad visual de la asociación ACAP, quienes fueron voluntarios en las pruebas iniciales del prototipo, donde las respuestas fueron contestadas al 100% con "Si", esto deduce que el dispositivo puede ser de mucha utilidad y ser capaz de facilitar la vida cotidiana de los mismos.



Fig. 5. Resultado preliminar de la pulsera CiegNest.



Fig. 6. Gráfico de resultados de encuesta realizada.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La falta de tecnología de apoyo para las personas con discapacidad visual en el Paraguay hace que los mismos se encuentren con grandes dificultades para enfrentarse con los obstáculos en el mundo externo. La implementación del brazalete es de suma importancia para las personas con limitación visual ya que les permite mejorar su calidad de vida, su movilidad y de esa forma fomentar la lucha contra la exclusión social de la que son víctimas por su condición.

Otro de los puntos a tener en cuenta es que se pretende realizar ciertas mejoras al dispositivo.

Como trabajo futuro se pretende realizar la producción a gran escala de modo a permitir la accesibilidad a las personas con discapacidad visual proporcionándoles la oportunidad de participar de forma activa dentro de la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora, por su valiosa colaboración en proporcionar materiales de apoyo, que sirvió de sustento para la elaboración del artículo.

A los integrantes de la asociación ACAP, personas con limitación visual, en colaborar información muy detallada, que sirvió para el desarrollo del dispositivo.

A mis amigos que me rodean por su útil información de tecnologías de hardware libre, por el apoyo incondicional en la realización y corrección del artículo.

REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, "La OMS presenta el primer Informe mundial sobre la visión," 08 Octubre 2019. <https://www.who.int/es>
- [2] Instituto Nacional de Estadísticas del Paraguay, "En Paraguay 10,7% de personas tienen algún tipo de discapacidad," 03 Diciembre 2021. <https://www.ine.gov.py/news/news-contenido.php?cod-news=955>
- [3] G. Garcia and N. Cordeiro. "Programação de um dispositivo de vibração para deficientes visuais com o auxílio de softwares livres", in *Anais do XVIII Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas, Online*, 2021, pp. 118-121, doi: <https://doi.org/10.5753/latinoware.2021.19915>.
- [4] R. D. Vasquez Salazar y A. A. Cardona Mesa, «Dispositivos de asistencia para la movilidad en personas con discapacidad visual: una revisión bibliográfica», *Rev. politec.*, vol. 15, n.º 28, pp. 107-116, jun. 2019.
- [5] X. E. León Meza, "Diseño y evaluación de un prototipo de bastón con sensores electrónicos para personas no videntes de la Unidad de Rehabilitación del Hospital IESS Quito Sur.," Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Licenciatura en Sistemas de Información., 2021.
- [6] E. Cruz, "¿Están los invidentes excluidos de la tecnología?," 03 Julio 2018. <https://transferencia.tec.mx/2018/07/30/estan-los-invidentes-excluidos-de-la-tecnologia/#:~:text=AI%20no%20tener%20las%20mismas,y%20el%20derecho%20al%20trabajo>
- [7] Y. Fernández, "Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno," 03 Agosto 2020. <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>.
- [8] MADE, "Sensor Ultrasónico HC-SR04," 09 Abril 2020. <https://electronicamade.com/sensor-ultrasonico/>
- [9] UNIT Electronics, "Motor Vibración 5V," 08 Marzo 2021. <https://uelectronics.com/producto/motor-vibracion-5v/>