

CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA PERSONAS INVIDENTES

MANUFACTURE OF AN ELECTRONIC DEVICE PROTOTYPE FOR INVIDENT PEOPLE

Diana Guerrón Bolaños¹ Diego Romo Caicedo² Priscila Sanchez³

¹Docente IST Vicente Fierro, Tulcán, Ecuador
E-mail: dianagbolanos@gmail.com

²Coodinador Estratégico IST Vicente Fierro, Tulcán, Ecuador
E-mail: diegoromo_408@hotmail.com

³Docente IST Vicente Fierro, Tulcán, Ecuador
E-mail: manuelitasanchez93@gmail.com

Resumen

El dispositivo al que se hace referencia en el presente documento es un prototipo que proporciona información de utilidad a personas con discapacidad visual, que se movilizan dentro de las instalaciones de una entidad o institución pública o privada. El fin del proyecto es que, la persona con discapacidad visual reciba mediante audio información de las áreas que se encuentran a su alrededor, quedando a decisión del usuario el camino que debe tomar y el medio empleado para su movilización diaria (evasión de obstáculos).

Las instalaciones donde las personas con discapacidad visual se van a movilizar deben estar previamente equipadas, en estas instalaciones se identifican los puntos más importantes (llamados sitios de interés), estos se encuentran conectados a una central desde donde se envía la información al dispositivo de los usuarios informando sobre lo que tienen a su alrededor. El dispositivo dispone de una interfaz desde donde puede cambiar el volumen del audio que escucha, pedir ayuda en caso de algún incidente y saber por ejemplo si se desconectó de la central que le brinda la información.

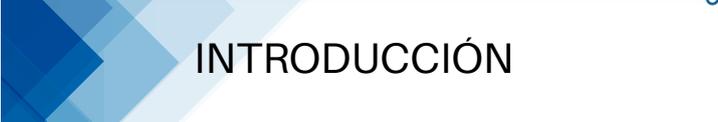
PALABRAS CLAVES - Ayuda técnica, discapacidad visual, dispositivo, invidentes, prototipo.

Abstract

The device referred to in this document is a prototype that provides useful information to persons with visual disabilities, who are mobilized within the facilities of a public or private entity or institution. The aim of the project is for the visually impaired person to receive through audio information about the areas around them, leaving the user's decision on the path to take and the means used for their daily mobilization (avoidance of obstacles).

The information points are connected to the central from where the information is sent to the device of the users informing about what they have around them. The device has a volume control by means of two buttons and a button to request help from the central system. In addition to this the device has a vibrator which will be activated when the device disconnects from the Wi-Fi network.

KEY WORDS - Technical help, visual impairment, device, blind, prototype.



INTRODUCCIÓN

Generalmente cuando se piensa en accesibilidad para personas con discapacidad se lo relaciona con rampas y puntos de fácil acceso y se deja por fuera a herramientas para invidentes.

Normalmente las personas acceden a las características del entorno: distancias, medidas de la instalación y ubicación de las diferentes áreas por medio del sentido de la visión; pero para una persona no vidente, si anteriormente no ha estado en ese entorno, estará totalmente desinformada del lugar donde se encuentra, lo que le dificulta identificar las áreas que lo conforman; esto le genera un menor grado de seguridad y mayor ansiedad.

De acuerdo a datos de la Organización Mundial de la Salud, a nivel mundial se estima que 1300 millones de personas viven con alguna forma de discapacidad visual (deficiente visión de lejos, deficiente visión de cerca o ceguera total). Con respecto a la visión de lejos, 188.5 millones de personas tienen una deficiencia visual moderada, 217 millones tienen una deficiencia visual de moderada a grave y 36 millones son ciegas (Organización Mundial de la Salud, 2011).

En el Ecuador la entidad encargada de mantener el registro de personas con algún tipo de discapacidad es el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades; de acuerdo a los datos registrados en esta entidad, en la provincia del Carchi se registran 611 personas con

diferentes grados de discapacidad visual, es así que 194 personas tienen de 30% a 49% de discapacidad, 178 personas de 50% a 74% de discapacidad, 179 personas de 75% a 84% de discapacidad y 40 personas de 85% a 100% de discapacidad; del total de personas registradas en la provincia, el 52.373% son de género masculino y 47.627% son de género femenino (Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2020).

La Ley Orgánica de Discapacidades, en su artículo 58 establece que: "Se garantizará a las personas con discapacidad la accesibilidad y utilización de bienes y servicios de la sociedad, eliminando barreras que impidan o dificulten su normal desenvolvimiento e integración social. En toda obra pública y privada de acceso público, urbana o rural, deberán preverse accesos, medios de circulación, información e instalaciones adecuadas para personas con discapacidad" (Consejo de Discapacidades, 2012, p.14)

De ahí la importancia del desarrollo de una ayuda técnica que mediante el uso de la tecnología ayude a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad mediante dispositivos que les permitan alcanzar mayores niveles de autonomía y oportunidades.

La presente investigación, se realiza con el objetivo de implementar un dispositivo electrónico que permita una mayor inclusión a perso-

nas con discapacidad visual en el Instituto Superior Tecnológico Vicente Fierro, para lo cual se parte de identificar las restricciones técnicas de diseño (fuente de energía, autonomía, tamaño y peso); para continuar con la selección de

los componentes electrónicos, diseñar y construir el hardware del dispositivo, desarrollar el software que lo controla y finalmente realizar pruebas de funcionamiento del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación parte del método cualitativo, orientado a profundizar en el estudio de nuevos dispositivos electrónicos que beneficien de manera específica a personas que presenten discapacidad visual total o parcial.

Los beneficiarios directos de esta investigación se consideran a las personas con discapacidad visual del cantón Tulcán, donde se registran 313 personas con esta discapacidad de acuerdo al Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades.

Se emplea una investigación de tipo descriptiva, que permite la identificación de rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio, iniciando el proceso con la identificación del problema a resolver, los objetivos a alcanzarse, su fundamentación teórica y la metodología para la evaluación de los resultados en el proceso investigativo.

El fin de esta investigación es dar una asistencia técnica a personas con discapacidad visual; partiendo del problema que una persona con discapacidad visual no percibe alrededor del 80% de la información del medio que le rodea (Aquino Zuñiga, Garcia Martinez, & Izquierdo, 2012). El reto consiste en cómo hacer conocer a la persona no vidente la información que no percibe por la naturaleza propia de su discapacidad.

El oído es el segundo sentido (después de la visión) por el cual se recibe más información del entorno y es el sentido que se decide utilizar

para hacerle conocer a la persona con discapacidad visual de la información de su entorno por medio de una ayuda técnica que le permita ganar autonomía en el desarrollo de sus actividades (Orfila, 2015).

En el desarrollo del dispositivo se partió de la premisa que debe ser fácil de usar para todas las personas, independientemente del grado de discapacidad visual que presenten, es decir debe ser de instrucciones simples, y que pueda ser usado con el mínimo esfuerzo posible, permitiendo al usuario mantener una posición natural del cuerpo mientras utiliza el elemento.

En cuanto a las dimensiones físicas y peso, el dispositivo debe tener un tamaño adecuado, que permita la fácil manipulación del mismo pero que tampoco entorpezca el normal desarrollo de las actividades por parte del usuario. Así mismo los componentes electrónicos deben ser eficientes en el consumo de energía para optimizar el tamaño de la batería y maximizar la autonomía del dispositivo.

La funcionalidad que se desarrolló en el dispositivo es que el usuario pueda obtener información del entorno como una persona con visión normal la obtiene al interpretar las señales informativas que existen en las diferentes áreas (o sitios más importantes) al interior de una institución.

El funcionamiento con el que se concibió el dispositivo es el siguiente: cuando una persona no vidente que porta el dispositivo se acerca

a un área de interés (punto de información), el sistema a través de sensores instalados detecta su presencia. Dependiendo del lugar en donde se encuentre la persona, el sistema se comunica con el dispositivo que lleva la persona y le proporcionará a través de audio la información más importante (oficina, aulas y rutas) con mensajes como: "a su derecha puede ingresar al aula número 1" o "continuando al frente puede ingresar al laboratorio de circuitos", etc.

Si el dispositivo por alguna razón se llegara a desconectar o perdiera comunicación con el sistema central, este vibrará continuamente haciéndole conocer al usuario del problema suscitado; y en caso de que el usuario tenga algún accidente o percance puede enviar una señal de auxilio al sistema para que pueda ser asistido.

La selección de los componentes electrónicos para la construcción del hardware se realiza en base a los requerimientos del sistema descrito anteriormente; siendo los principales los que se detallan a continuación:

- Microcontrolador o placa de desarrollo
- Sensores para la detección de la persona
- Sistema auditivo
- Comunicación de los dispositivos
- Sistema de alimentación

2.1 Del Hardware

Para alcanzar las funcionalidades ya descritas, se utilizaron los siguientes componentes:

2.1.1 DFPlayer mini

Es un reproductor de audio que se puede conectar a cualquier placa de desarrollo para reproducir audio en formatos de fichero MP3, WMA y WAV. La tarjeta dispone de un lector de micro SD que es compatible con FAT16 y FAT32 hasta una capacidad máxima de 32 GB, en cuanto a la reproducción puede proporcionar velocidades de muestreo de 8, 11.025, 12, 16, 22.05,

24, 32, 44.1 y 48 kHz y un convertor digital-análogo de 24 bits. En la Tabla 1 se muestran sus características principales.

Tabla 1
Características del reproductor DFPlayer mini

Voltaje alimentación	3.2 – 5 V
Corriente standby	20 mA
Dimensiones	21x21x12 mm
Peso	4 gr.

Fuente: Propia

2.1.2 NodeMCU

Es una tarjeta de desarrollo que está basada en el ESP8266EX catalogado como un sistema en chip (SoC), consiste en un chip el cual incluye el firmware que se ejecuta en el SoC Wi-Fi ESP8266, mismo que permite programarlo y ejecutar instrucciones con el lenguaje interpretado LUA pero también puede ser programada con el entorno de desarrollo de Arduino. Las características principales de este dispositivo se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2
Características de la tarjeta NodeMCU

Voltaje Alimentación (USB)	de	3.3 VDC - 5 VDC
CPU		Tensilica Xtensa LX3 (32 bit)
Frecuencia de Reloj		80MHz/160MHz
RAM		32KB
Memoria Flash Externa		4MB
Pines Digitales GPIO		17 (pueden configurarse como PWM a 3.3V)
Convertor digital	análogo	Un pin (0 - 1V)
Puertos comunicación serial	de	2
Módulo Wi-Fi		2.4 GHz, 802.11 b/g/n
Corriente consumida	máxima	170 mA

Fuente: Espressif System

2.1.3 Vibrador

Se utiliza un micromotor de corriente continua el cual tiene un eje excéntrico y que al rotar produce una vibración. Se escogió este motor debido a su reducido tamaño y su reducido consumo energético lo cual contribuirá a alargar la autonomía del dispositivo. En la Tabla 3 se detallan las características del vibrador empleado en el prototipo.

Tabla 3
Características del vibrador

Voltaje alimentación	3 V
Corriente	100 mA a 12500 rpm
Dimensiones	11.6x4.6x4.8 mm
Peso	10 gr.

Fuente: Propia

2.1.4 Arduino

Es una tarjeta de desarrollo compatible con una gran cantidad de hardware disponible en el mercado, cuyas características se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4
Características de la tarjeta Arduino Uno

Microcontrolador	ATmega328
Voltaje entrada	7-12V
Voltaje limite	6-20V
Digital I/O Pins	14(de los cuales 6 son salidas PWM)
Entradas analógicas	6
DC corriente	40Ma
DC corriente limite	50Ma
Memoria	32KB
Proceso	16MHZ

Fuente: Propia

2.2 Desarrollo del Software

Para el desarrollo del software se utilizaron las siguientes herramientas:

2.2.1 IDE Arduino

Es un conjunto de herramientas software que se utiliza para el desarrollo de aplicaciones con facilidades para la adquisición de información a través de sensores y el control de actuadores, tiene soporte a lenguajes de programación como C, C++, el nuevo C# y Java (Ontiveros-Paredes, Rojas-Balbuena, & Martínez-Paredes, 2014).

2.2.2 Python

Es un lenguaje de programación interpretado es decir, que los programas creados con este lenguaje pueden funcionar en cualquier sistema operativo, puesto que soporta distintos estilos de programación y puede utilizarse para diferentes tipos de programas.

RESULTADOS

En el desarrollo del dispositivo se analizaron módulos, sensores, tarjetas de desarrollo, entre otros materiales para su implementación teniendo en cuenta las características descritas en la Figura 1.

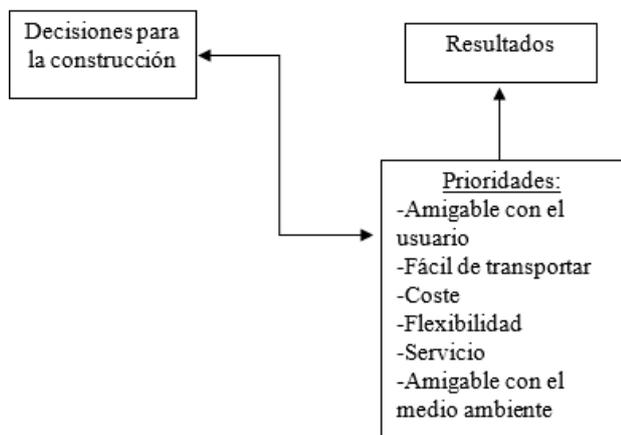


Figura 1: Modelo de la investigación
Fuente: Propia

Se consideró la capacidad de desarrollar un prototipo que sea amigable con el usuario, de fácil transporte y lo más importante que no contamine el medio ambiente.

Con la concepción de funcionamiento que se desea, se realizaron dos iteraciones en la construcción del dispositivo.

3.1 Primera Versión

Una vez que el usuario haya escogido un camino dentro de la institución, se pone en marcha, pasado un tiempo el usuario llegará hasta un determinado punto (sitio de interés) en donde el sistema le informa de los elementos y/o caminos que tiene a su alrededor, para que tome su camino en función de las necesidades particulares que el usuario tenga.

La primera versión consta del dispositivo que la persona con discapacidad lleva en su cuerpo para conocer la información de su alrededor, este dispositivo cuenta con una tarjeta de Desarrollo Arduino, un módulo bluetooth y un sistema de audio para informar al usuario, como se muestra en la Figura 2.

Los sitios de interés cuentan con un sensor de presencia con el cual se detecta al usuario; una vez detectado se informa a la central de la ubicación del usuario mediante comunicación RS-232 y ésta a su vez se comunica con el dispositivo que lleva el usuario para que le informe de lo más relevante que hay en el sitio donde se encuentra.

La central es un computador que cuenta con conexión bluetooth y RS-232 y ejecuta un programa escrito en Python, ésta se comunica con todos los sitios de interés a través de RS-232 para saber si hay la presencia o no de un usuario y dependiendo de ésta información enviar la información que se le debe suministrar al usuario a través de bluetooth.

Uno de los problemas en esta primera versión, se presentó con el alcance de comunicación que se da entre la central y el dispositivo que porta el usuario, debido a que a cierta distancia la comunicación entre el dispositivo y la central se perdía y el usuario queda completamente solo.

A raíz de este problema también se detectó que el usuario no tenía forma de saber que el dispositivo que le debe ayudar se quedó sin comunicación y está solo.

Otro punto a resolver fue también el control del volumen del audio que la persona escucha, ya que, en las pruebas realizadas, en el momen-

to de darle el dispositivo al usuario el volumen estaba bien, pero se presentaban ocasiones en donde el ruido ambiental era alto y el usuario tuvo dificultades para entender lo que se le estaba informando.

En otra de las pruebas, cuando se entregó el dispositivo al usuario, éste estaba configurado con un volumen un poco más alto (con el fin de prever algún ruido ambiental que se pueda presentar), sin embargo, ocurrieron circunstancias en donde no hubo ruido ambiental, y el usuario se sintió incómodo al escuchar el audio con volumen alto.

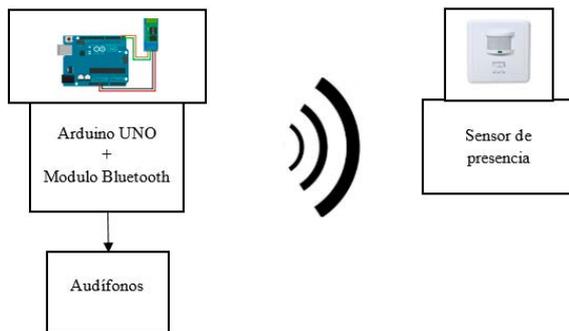


Figura 2: Sistema de prueba 1
Fuente: Propia

3.2 Segunda Versión

El fin del dispositivo es el mismo, es decir, informar al usuario de los caminos y lugares que tiene a su alrededor, en la segunda iteración del dispositivo se solucionaron los problemas presentados en la primera versión, como el corto alcance de la comunicación entre la central y el dispositivo que porta el usuario, la desinformación por parte del usuario cuando se quedaba desconectado de la central y el control de volumen del audio para la comodidad del usuario.

En esta versión el dispositivo que lleva el usuario consta de una placa de desarrollo con conectividad Wi-Fi incluida, un sistema de au-

dio, pulsadores para el control de volumen y un sistema de vibración para una mejor interacción con el usuario como se muestra en la Figura 3.

En los sitios de interés, se mantienen con los mismos dispositivos: un sensor de presencia y la comunicación RS-232 con la central para informar de la ubicación de la persona no vidente.

La central es un ordenador con conectividad a Wi-Fi, comunicación RS-232 y un paquete de software para ejecutar instrucciones del lenguaje de programación Python que permite comunicarle al usuario de las diferentes rutas.

Al realizar las pruebas con esta versión se solucionó el problema de la conectividad del dispositivo con la central, ya que el protocolo Wi-Fi tiene mayor alcance que bluetooth y la red está presente en toda la institución.

Al dispositivo que lleva el usuario también se le implementó una interfaz a través de pulsadores para que el usuario pueda controlar el volumen a su comodidad y dependiendo de las circunstancias externas como el ruido ambiental.

Adicionalmente, al dispositivo se le incorporó un sistema de vibración que tiene por objeto una mejor interacción con el usuario; de esta manera el dispositivo vibra cuando pierde conexión con la central (realizada a través de Wi-Fi) con lo cual el usuario sabe que algo pasó.

En la prueba realizada al dispositivo se mostró que el sistema implementado es de gran ayuda a las personas invidentes ya que las hace más autónomas debido a que con el bastón blanco se pueden trasladar (es su sistema de navegación) y con el dispositivo aquí detallado obtienen información de su alrededor (de los puntos más importantes) lo cual reduce en gran medida su dependencia, haciéndolas más autónomas en la realización de sus actividades.

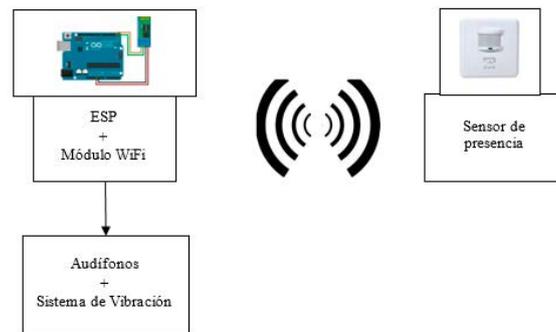


Figura 3: Sistema de prueba 2
Fuente: Propia

DISCUSIÓN

Con este trabajo se pretende mitigar algunas de las problemáticas que se les presentan a personas con discapacidad visual, específicamente en lo que se refiere a la adquisición de información del medio en el cual se encuentran, desarrollado para uso en ambientes interiores en donde el objetivo es darle al usuario mayor autonomía por medio de una asistencia técnica, evitando así que requiera la ayuda de un tercero para indicarle las áreas que se encuentran a su alrededor.

En el mercado existen dispositivos electrónicos creados específicamente para las personas que presentan discapacidad visual, en su mayoría el objetivo es la detección de obstáculos con la finalidad de evitarle accidentes al usuario.

El dispositivo desarrollado con este proyecto, pretende que el usuario al llegar a los sitios de interés, el sistema lo detecta y le informa a través de audio de los elementos y/o caminos que existen a su alrededor, permitiéndole movilizarse de manera segura hasta encontrar su destino sin la ayuda de un acompañante.

CONCLUSIONES

Este trabajo es un aporte para que las instituciones públicas y privadas den cumplimiento a las diferentes leyes y normativas en materia de inclusión a personas con discapacidad.

El prototipo desarrollado es pequeño y liviano lo cual hace que sea de fácil portabilidad y no interviene en el desarrollo normal de las actividades de los usuarios.

Para la selección de los componentes electrónicos, se consideraron las características técnicas que permitan cumplir con el objetivo del proyecto, y optimizar el consumo de energía para garantizar su funcionamiento.

El proceso de diseño y desarrollo de un prototipo hace hincapié en los métodos y tecnología utilizada, para aportar con un dispositivo que es fácil

de usar y que genera mayor seguridad y autonomía a las personas con discapacidad visual para desplazarse de un lugar a otro dentro del entorno.

El prototipo desarrollado no es la solución a toda la problemática a la que una persona invi-

dente o con visión reducida se enfrenta debido a la naturaleza de su discapacidad, sino que es un complemento a los mecanismos de ayuda técnica que se encuentran actualmente en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino Zuñiga, S. P., Garcia Martinez, V., & Izquierdo, J. (23 de Noviembre de 2012). La inclusión educativa de ciegos y baja visión en el nivel superior. Un estudio de caso. *SCielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2012000200007
- Consejo de Discapacidades. (25 de Septiembre de 2012). *Consejo de Discapacidades*. Obtenido de Consejo de Discapacidades: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/>
- Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2020). *Personas Registradas en el Registro Nacional de Discapacidad*. Quito.
- Espressif System. (s.f.). *Mikronroller*. Obtenido de Mikronroller: https://www.mikrocontroller.net/attachment/231858/0A-ESP8266_Specifications_v4.pdf
- Ontiveros-Paredes, S. D., Rojas-Balbuena, D., & Martínez-Paredes. (2014). Ontiveros-Paredes, Sandra Denisse; Rojas-Balbuena, Dorian; Martínez-Paredes. *Científica*, 9.
- Orfila, M. D. (2015). La vista es el sentido mas importante. *Cromo*. Obtenido de <https://www.elobservador.com.uy/nota/la-vista-es-el-sentido-mas-importante-20151304550>
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Informe Mundial sobre la Discapacidad*. Malta.