Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de electrotecnia y computación – FEC

Recinto universitario “Simón Bolívar”

Ingeniería electrónica

Monografía:

Integración de módulo electrónico en bastón blanco para mejorar la detección de obstáculos en el desplazamiento de las personas ciegas

Elaborado por:

- Br. José Daniel Rojas Icabalceta
- Br. Esdras Daniel López Gutiérrez

Tutor:

- Ing. Cedrick Dalla Torre

Managua, Nicaragua

6 de diciembre de 2017

Agradecimientos

A Dios por darme sabiduría, fortaleza, protección, y la bendición de seguir adelante, ya que me permitió haber culminado esta monografía.

A mis padres, Pedro Rojas y Karen Icabalceta, que me apoyaron para seguir adelante, y todos los consejos para dar lo mejor de mí en cada momento.

A mis hermanos, y al resto de mi familia por estar siempre al pendiente de mí persona.

A nuestro tutor Cedrick, por compartir sus conocimientos, y por habernos corregido y guiarnos durante el proceso de elaboración.

Y por último a todos los maestros que tuve desde primaria, secundaria y la universidad, por enseñarme todos los conocimientos necesarios para poder elaborar esta monografía.

José Daniel Rojas Icabalceta

Le agradezco primeramente a Dios por guiar mi vida, dirigirme en todo lo que emprenda, por permitirme aprender de muchas personas como mis profesores, docentes y compañeros de clase, por darme la vida, y llegar hasta aquí.

A mis padres, Guillermo López y Dinorah Gutiérrez, por animarme cada día a seguir adelante, pase lo que pase, sin ver mis limitaciones. A mis familiares por estar pendientes de mí y ayudándome cuando más los necesite

A mi novia Alexa Calero por aconsejarme y animarme en momentos cruciales de mi etapa en la Universidad.

A mi Tutor Cedrick Dallas Torre, por ser una fuente gigante de conocimiento y formación, siempre animándome y corrigiéndome en donde fuera necesario. Esta monografía es fruto de su guía y formación dada a mí.

A cada docente de la UNI la cual siempre enseñan todos sus conocimientos con mucha libertad e inspiración.

Esdras Daniel López Gutiérrez

Contenido

Contenido I

Tabla de figuras IV

Resumen VI

Introducción 1

Objetivo General 3

Objetivos Específicos 3

Justificación 4

CAPITULO 1. La discapacidad y la tiflotecnia 5

1.1. La discapacidad 5

1.2. Tiflotecnia 5

1.3. Dispositivos tiflológicos y tiflotécnicos 6

1.4. Bastón blanco 6

1.5. Maquinas braille lectoescritura 10

1.6. Pauta y Punzón 12

1.7. Brújula parlante 13

1.8. Agenda digital 13

1.9. Perros guía 14

CAPITULO 2. Técnicas para el uso del bastón blanco 17

2.1 Técnica de Hoover 17

2.2 Técnica de deslizamiento 18

2.3 Técnica de toque 18

2.4 Técnica de subir y bajar escaleras 18

2.5 Técnicas de protección o pre bastón 18

2.6 Técnica de rastreo 19
2.7 Técnica de encuadre 19
2.8 Técnica diagonal 19
2.9 Técnica de cubrirse 19
2.10 Técnica de alinearse 20
2.11 Técnica para recoger objetos 20
2.12 Técnica para el uso de la silla 20
2.13 Técnica de guía vidente 21
CAPITULO 3. Estado del arte de mejoras al bastón blanco 22
3.1. Electronic Travel Aids and Electronic Orientation Aids (Ayuda electrónica para movilidad y orientación) 22
3.2. iSonic: Bastón vibratorio para invidentes 24
3.3. Tactile feedback navigation handle for the visually impaired (Mango de navegación de retroalimentación táctil para personas con discapacidad visual) 25
3.4. MINI ultrasonic, ayuda para la movilidad 26
3.5. Mygo, un bastón para invidentes que sirve de lazarillo electrónico 26
3.6. Bastón blanco virtual 27
CAPITULO 4. Marco metodológico 29
4.1. Alcance de la investigación 29
4.2. Población y muestra 29
4.3. Diseño de investigación 30
4.4. Recolección de datos 30
CAPITULO 5. Requerimientos de diseño 31
5.1. Requerimientos para diseño de módulo 31
5.2. Evaluación y selección de componentes 32

CAPITULO 6. Diseño del módulo 34
6.1. Software de diseño de PCB 34
6.2. Esquemático 37
6.3. Attiny85 38
6.4. MC78L05ACH 40
6.5. Sensor ultrasónico HC-SR04 41
6.6. Vibrador 43
6.7. PCB 45
6.8. Programación de attiny85 51
6.9. Diagrama de flujo 52
6.10. Case del Módulo 53
6.11. Integración 60
CAPITULO 7. Resultados 64
8 Conclusiones 74
9 Recomendaciones a futuros trabajos 75
10. Bibliografía 76
11 Anexos 79
11.1 Encuesta sobre la pertinencia del módulo en bastón blanco 79
11.2 Costo estimado del prototipo 81
11.3 Consumo energético 82
11.4 Fotos de encuetas realizadas 83
11.5 Antes y después del prototipo 1 al prototipo 2 85

Tabla de figuras

Figura 1 Bastón blanco plegable 7
Figura 2 Bastón largo de movilidad 8
Figura 3 Bastón blanco para niños 8
Figura 4 Ejemplo sobre, el tipo de color que tienen que tener el bastón según la cantidad de visualización 9
Figura 5 Bastón rígido 9
Figura 6 Bastón blanco flexible 10
Figura 7 Máquina perkins Braille 11
Figura 8 Teclado Braille Electrónico 12
Figura 9 Teclado adaptado con el Braille 12
Figura 10 Pauta y punzón 13
Figura 11 Brújula parlante 13
Figura 12 Agenda digital para ciegos 14
Figura 13 Perro guía con persona ciega 17
Figura 14 Técnica de guía vidente 22
Figura 15 Primera generación del Tom Pouce 23
Figura 16 Segunda generación del Tom Pouce 23
Figura 17 Foto del iSonic por AVING 24
Figura 18 Dispositivo de retroalimentación táctil de mano 25
Figura 19 MINI ultrasonic 26
Figura 20 Vista frontal del MYGO 27
Figura 21 Prueba realiza en feria de Tel Aviv 29
Figura 22 Junta con las personas ciegas, recalentando los requerimientos atreves de un brainstorming 32

Figura 23 Logo del KiCAD 34
Figura 24 Entorno de KiCad tomada desde la PC en donde se realizó el diseño 35
Figura 25 Entorno de Cvpcb 36
Figura 26 Entorno de Eeschema 36
Figura 27 Entorno de Pcbnew 37
Figura 28 Esquemático de control para personas ciegas 38
Figura 29 Configuración de pines de Attiny85 39
Figura 30 Empaquetado del Attiny85 39
Figura 31 Empaqueta del regulador de voltaje 40
Figura 32 Tamaño del empaquetado dado en milímetros 40
Figura 33 Empaquetado del sensor HC-SR04 41
Figura 34 Diagrama del tamaño del empaquetado 42
Figura 35 Forma de onda en la que detecta objetos el sensor 43
Figura 36 Patrón de radiación de hc-sr04 43
Figura 37 Vibrador 44
Figura 38 Diseño final de PCB echo en KICAD 45
Figura 39 Tamaño de cada pista (unidad de medida mm) 46
Figura 40 Dimensión entre cada pista "Clearance" 46
Figura 41 Figura de PCB, ubicación de batería 47
Figura 42 Diseño final de PCB vista en 3D 48
Figura 43 Placa de control 49
Figura 44 PCB de control con capa de estaño 50
Figura 45 PCB con todos los componentes soldados 50
Figura 46 Configuración de pines ISP de 6 51
Figura 47 Conexiones ISP para programar attiny85 51
Figura 48 Algoritmo del código 52
Figura 49 Diseño de la tapa vista desde el exterior 54

Resumen

La discapacidad visual es una limitante para la persona que la poseen. En el mundo Según WHO (World Health Organization), hay más de 282 millones de personas con discapacidad visual, y en Nicaragua según la OCN (Organización de Ciegos de Nicaragua), se encuentran alrededor de 18 mil personas con esta discapacidad. Cada uno de esos miles de personas tienen limitantes aun con su movilidad y autonomía en desplazamiento. El problema más frecuente y peligroso, es con los objetos que podrían golpear la parte superior del cuerpo (torso y cabeza), en el momento que ellos se estén desplazando.

La solución que se planteó se divido en varias partes, la primera

La recolección de requerimientos, pruebas y encuestas fueron realizadas en las instalaciones de la Organización de Ciegos de Nicaragua.

Introducción

Con los avances tecnológicos actuales se ha logrado cosas sorprendentes e impresionantes, muchos de ellos se han enfocado en la resolución de problemas cotidianos o la mejora de otro artefacto tecnológico. La Innovación inicia desde que detectamos problemas comunes, que todavía no se han resueltos, o incluso implementar tecnología en objetos comunes.

Los bastones que utilizan las personas ciegas llamados “bastones blancos” se utilizaron por primera vez a principios de 1930, inventadas por el Sargento Richard Hoover, después de la segunda guerra mundial surgieron apenas algunas las técnicas de orientación y movilidad [1]. Desde que surgió el bastón blanco fue de gran ayuda, pero no daba una seguridad completa al momento de movilizarse de un punto a otro, ya que solo detectan los obstáculos de la parte inferior del cuerpo, pero la parte superior queda expuesta a daños físicos y a golpes mortales que pueden ser causados por un cartel, una señal de tránsito, rama de árboles, etc. Ya que deja vulnerable su torso, brazos y cabeza.

Para ellos poder detectar obstáculos al moverse de un punto a otro necesitan la ayuda de un bastón blanco con la función de poder detectar los obstáculos que están por delante, pero el problema recae en que no cubre todos los obstáculos, sobre todo los obstáculos que se encuentran en la parte superior del cuerpo, dejando vulnerabilidad para su torso, brazos y cabeza.

En el mundo Según WHO (World Health Organization), hay más de 282 millones de personas con discapacidad visual [3], y en Nicaragua según la OCN (Organización de Ciegos de Nicaragua), se encuentran alrededor de 18 mil personas con esta discapacidad. La pérdida de la visión no solamente perjudica el sentido de la visión sino también hacer perder la independencia de las personas en el momento de la navegación, interactividad social y comunicación.

No ha habido un complemento o mejora para el bastón blanco en el aspecto tecnológico que pueda ayudar a mejorar la seguridad y desempeño de las personas ciegas. Existen proyectos que han trabajado para ayudar esta necesidad de las personas ciegas, pero con diferentes enfoques y con diferentes tecnologías. En este proyecto se pretende dar un complemento al bastón blanco y no sustituirlo o eliminarlo.

Este proyecto consiste en integrar un módulo en el bastón blanco para detectar los obstáculos que se puedan presentar al momento de circular. Se utilizará tecnología ultrasónica para detectar los obstáculos aéreos y mandar una señal de vibración para que la persona ciega pueda saber que se aproxima un obstáculo y poder evitarlo. Para ello, se harán las pruebas correspondientes con la Organización de Ciegos de Nicaragua y para proporcionarnos requerimientos importantes en el diseño del módulo, basándose en las técnicas y teorías del manejo adecuado del bastón blanco y en sus necesidades y comodidades.

Objetivo General

- Integrar un módulo electrónico en bastón blanco para mejorar la detección de obstáculos en el desplazamiento de las personas ciegas.

Objetivos Específicos

- Recolectar los requerimientos de la Organización de Ciegos de Nicaragua que servirán como insumos para el diseño del módulo electrónico de detección de obstáculos.

- Desarrollar un prototipo electrónico para realizar pruebas de funcionamiento en la detección de obstáculos en el desplazamiento de las personas ciegas.

- Determinar la pertinencia del módulo electrónico de detección de obstáculos a través de la evaluación de la Organización de Ciegos de Nicaragua.

Justificación

Los motivos que nos llevaron a realizar este módulo electrónico es porque las personas ciegas tienen mucha dificultad para detectar objetos al momento de circular por calles, instituciones, hogares, etc. Además, estas poseen una herramienta para ese propósito, el cual es el bastón blanco, el problema es que este sólo logra detectar obstáculos que se encuentran en el rango de donde este es movido, y no logra ser completamente eficiente, y por lo tanto son todavía propensas a que les suceda cualquier accidente, como por ejemplo que se golpeen con ramas de árboles, letreros, señales peatonales, cable de polo tierra de postes de luz. Según la asociación de ciegos de Nicaragua los accidentes más comunes que les suceden son estillas ensartas en rostros, lesiones y/o heridas por pegar en esos objetos. Por lo tanto, las personas que utilizaran este módulo podrán detectar los obstáculos que, específicamente se estén ubicados de la cintura hasta la cabeza de la persona al momento de circular, además se estima que les aumente la seguridad y confianza al momento de caminar, por lo que se espera una evaluación y pruebas por parte de estas personas sobre el uso del bastón blanco con modulo electrónico para comprobar la validez de este para una futura utilización como herramienta cotidiana de estas personas, además en Nicaragua hay una gran cantidad de personas ciegas, por lo que un gran número de personas podrán ser beneficiadas con este módulo.

CAPITULO 1. La discapacidad y la tiflotecnia

1.1. La discapacidad

"La discapacidad no debería ser un obstáculo para el éxito. Yo mismo he sufrido una neuropatía motora durante la práctica totalidad de mi vida adulta, y no por ello he dejado de desarrollar una destacada carrera profesional como astrofísico y de tener una feliz vida familiar"[1] . Frase de inspiración de una de las personas que más se esforzó para ser hoy en la actualidad, Stephen Hawking considerado una de las mentes más brillantes del planeta.

La discapacidad según la RAE (Real Academia Española), "Condición de discapacitado" y discapacitado "Que padece una disminución física, sensorial o psíquica que la incapacita total o parcialmente para el trabajo o para otras tareas ordinarias de la vida". Para este caso en particular es la discapacidad visual, por ende, se abordará la tiflotecnia.

1.2. Tiflotecnia

La tiflotecnia según la RAE, "Adaptación de los usos y avances técnicos a su utilización por ciegos". La palabra tiflotecnia proviene del griego "tiflo" que significa ciego, y tecnia "thekne" que significa calidad de técnica. La tiflotecnia es un

[1] Stephen W Hawking, Prologo: Informe mundial sobre la discapacidad, 2011.

conjunto de ayudas técnicas destinadas a las personas con deficiencias visuales, para que estas consigan una mejor calidad de vida, mejor autonomía y que les facilite el desenvolvimiento en su vida diaria [4].

También se puede decir que la tiflotecnología es la ciencia que estudia la tecnología aplicada para ayudar a la ceguera. En la actualidad se aplica principalmente al estudio y manejo de equipos electrónicos de lectura, acceso y proceso de la información [4].

1.3. Dispositivos tiflológicos y tiflotécnicos

Existen una gran variedad de dispositivos tiflotécnicos. Pero, por otro lado, se encuentran los instrumentos más utilizados en la vida diaria que son catalogados como “tiflológicos” como por ejemplo el bastón blanco, que no tiene tecnología, pero es el más conocido y utilizado en el mundo [4].

1.4. Bastón blanco

En la actualidad, las personas ciegas utilizan el bastón blanco, para su desplazamiento, orientación y movilidad, que es una herramienta muy sencilla que fue inventada en 1930, por el sargento Richard Hoover, quien se desempeñaba como Director de Rehabilitación Física, Orientación y Recreación en un hospital de Estados Unidos en donde se desarrollaba un programa de rehabilitación para veteranos de guerra que habían perdido la visión, el sargento Richard en este programa observo que aquellos ciegos que se desplazaban con la ayuda de bastones cortos y pesados, les servía como apoyo pero no les servía para anticipar obstáculos. Fue entonces cuando el sargento tuvo la idea de sustituir esos bastones por otros más largos y livianos, además de desarrollar la técnica de uso que hoy lleva su nombre y que les permito a todos los ciegos del mundo desplazarse en forma autónoma y segura, cabe de destacar que anteriormente los

ciegos dependían en totalmente de la ayuda de alguna persona para poder desplazarse por las calles o también se movilizaban con perros guías o varas [1].

Desde la brillante idea que tuvo el sargento, los centros de rehabilitación y las escuelas para ciegos se encargan de brindar las instrucciones necesarias para el uso del bastón blanco. Esto también incluye las leyes del bastón blanco, que los países han hecho, como por ejemplo Nicaragua con la ley No. 763, ley de los derechos con las personas con discapacidad, en el Art. 26 dice: El Estado debe respetar y hacer que se respeten los derechos de libertad, seguridad, y que la existencia de una discapacidad no justifique en ningún caso una privación de libertad. Ésta se debe efectuar conforme a la ley y no de forma arbitraria, respetando la integridad física y mental de la persona con discapacidad. En Nicaragua no hay una ley específica para las personas ciegas, pero como habla de las personas con discapacidad y de medios auxiliares, entra el bastón blanco.

El bastón blanco es un dispositivo de movilidad, que sirve para que las personas ciegas puedan desplazarse con mayor autonomía y seguridad en su vida cotidiana, ya que sirve como distintivo, informador y protección. Claro está que para un uso correcto del bastón implica emplear un conjunto de técnicas para que las personas ciegas puedan desplazarse, por ello se convierte en una herramienta que permite la integración de la persona al escenario social [1].



Figura 1 Bastón blanco plegable

1.1.1. Tipos de bastón blanco

Generalmente, el bastón blanco es utilizado por gente ciega o con problemas visual, siendo herramienta de movilidad, pero no todos los bastones blancos modernos se diseñan para satisfacer la cien por ciento la misma función primaria, ya que existen por lo menos cinco diversos tipos de esta herramienta, claro está, que cada uno de estos tienen una pequeña diferencia [2]. Los cuales se mencionarán a continuación:

a) Bastón largo

Este bastón normalmente es el tradicional bastón blanco, pero esta herramienta tiene como función específica, la movilidad. Siendo usada para poder sentir los obstáculos en la trayectoria de un usuario. La longitud depende de la altura de un usuario, y comúnmente las medidas se toman del piso al esternón del usuario [2].



Figura 2 Bastón largo de movilidad

b) Bastón kiddie

Este bastón tiene la misma funcionalidad del bastón largo de un adulto, pero este es diseñado para niños.



Figura 3 Bastón blanco para niños

c) Bastón de la identificación

Este bastón se utiliza sobre todo para alertar a otras personas sobre, cuanto es la cantidad de visualización del portador del bastón. Este tiende a hacer más ligero y corto que el bastón largo [2].



Figura 4 Ejemplo sobre, el tipo de color que tienen que tener el bastón según la cantidad de visualización

d) Bastón de la ayuda

El batón blanco de la ayuda se diseña sobre todo para ofrecer estabilidad física a un usuario visualmente deteriorado. En virtud de su color, el bastón también funciona como medios de la identificaron. Esta herramienta tiene potencial muy limitado como dispositivo de la movilidad [2].



Figura 5 Bastón rígido

e) Movilidad

Estos bastones se hacen a menudo de aluminio, pastico. Este puede venir con una variedad de extremidades que dependen totalmente de la preferencia del usuario [2].



Figura 6 Bastón blanco flexible

1.2. Maquinas braille lectoescritura

Si bien las maquinas braille utilizan una lengua de lectoescritura, se tienen que saber un poco de sus orígenes [5]. En el año 1856, cuando se fundó la TSBVI[2], no había un código de lectura táctil estándar para las personas ciegas[6]. El braille, es el código de lectoescritura usado en muchos países del mundo, este fue inventado por Louis Braille, era un francés que perdió su visión en la infancia a causa de una infección en el ojo, que fue provocada por un accidente con las herramientas de trabajo para cuero, que tenía su padre. Louis desarrollo ideas sobre un sistema de código táctil adaptado de las que utilizaban los soldados franceses que lo utilizaban cuando querían leer notas en la oscuridad. Entonces Louis modifico este sistema de 12 puntos a 6 puntos, fue entonces hasta 1832, que ya había culminado de escribir El braille y fue enseñado a algunas personas. El braille fue introducido a los Estados Unidos en 1860. Ya en ese entonces existían muchos medios de lectura táctil, pero por una gran aceptación que tuvo El braille, fue estandarizado como el código de lectoescritura para las personas ciegas [7].

Ya se abordó un poco sobre la historia de El braille, ahora cual es la herramienta que les facilita a las personas ciegas el uso del lenguaje. Son las maquinas Perkins Braille, es una máquina de escribir Braille que posee la ventaja de escribir inmediatamente en relieve cada letra, lo cual puede ser verificado al tacto sobre el papel sin necesidad de sacarlo ni darle vuelta al mismo [5].

Las características que posee esta máquina son, seis teclas correspondientes a cada uno de los puntos de la celdilla Braille, una tecla central más ancha o espaciador, una tecla de reverso al lado derecho y una para correr el papel a la línea siguiente. Además, este tipo de maquina están disponibles en varios modelos, pues estas son más utilizadas por personas ciegas que son estudiantes y trabajadores de instituciones [8].

[2] TSBVI (Texas School Blink and Visuall Impediment, Escuela para Ciegos e Impedidos Visuales de Texas)



Figura 7 Máquina perkins Braille

Cabe de destacar que en la actualidad existen también máquinas electrónicas, con este mismo enfoque que las mecánicas, la diferencia es que esta tiene un punto del símbolo braille en cada tecla, y estas están ubicadas en una línea divida en dos bloques. el bloque de la izquierda corresponde con puntos 1,2,3 y 7, y los de la derecha con los puntos 4,5,6 y 8, cada bloque visto desde el centro del teclado hacia el lateral.

Un teclado braille puede encontrarse embebido en otro dispositivo, como los anotadores de pantalla o como un periférico externo.

En la actualidad los teclados braille más modernos utilizan una disposición de teclas igual a la de los teclados estándar. Con todas las teclas especiales que pueden tener, como solo las teclas de función, teclado número, mayúsculas, flechas, etc. La diferencia con ellos es que las teclas alfanuméricas han sido sustituidas por las 8 teclas braille.

Además, la posición de las teclas es ergonómica, las teclas se disponen de forma circular y con una cierta inclinación, adaptándose a la forma y posición de los dedos de las manos [8].



Figura 8 Teclado Braille Electrónico



Figura 9 Teclado adaptado con el Braille

1.3. Pauta y Punzón

Este utiliza el mismo lenguaje braille, a diferencia este es manual. Las pautas consisten en una especie de regleta con una o varias filas de cajetines que le indican al ciego por donde debe ir escribiendo con el punzón. La escritura se realiza por la perforación de la hoja colocada en la regleta y se efectúa al revés de cómo se lee, es decir, de derecha a izquierda [5].



Figura 10 Pauta y punzón

1.4. Brújula parlante

La brújula parlante es un dispositivo manual en miniatura operado por baterías que reconoce ocho puntos de orientación. Los puntos cardinales se anuncian con voz digitalizada. La bocina y el botón de activación se encuentran en la parte de arriba. Una tecla deslizable de tres posiciones, que se encuentra por lo general en un costado, por lo que esta se utiliza para desactivar la brújula en su posición central, en algunos modelos también se puede elegir los idiomas o voces. Siendo esta una excelente herramienta de autonomía para una persona ciega, aumentando el sentido de orientación del usuario y contribuye a elevar su seguridad [4].



Figura 11 Brújula parlante

1.5. Agenda digital

Es un equipo portátil que se utiliza como grabador y reproductor digital de mensajes con una capacidad en muchos casos de 8 MB a mas, claro está que ahora existen de mayor capacidad, pero en el mercado que es algo pequeño

continúan haciendo con bajas capacidades. Las grabaciones se ordenarán consecutivamente y mediante siete pulsadores, permite grabar de 12 minutos a más de mensajes [9].

Este tipo de sistema se utiliza frecuentemente, tanto por personas ciegas, como por las que tienen poca visibilidad, por lo que les sirve para realizar mensajes y notas breves.

En esta sección también se pueden colocar los teléfonos celulares y calculadoras, ya que estos dispositivos son pequeños y son portátiles y personales, para lograr comunicación por el celular o cálculos pequeños indispensables de su vida.

La agenda electrónica es una herramienta de ayuda para que las personas ciegas puedan organizar su vida [10], esta al igual que los demás sistemas portátiles mencionados anteriormente. Todos estos sistemas tienen una cualidad es que las personas puedan introducir información por medio de un teclado, pero para poder saber el resultado de lo que está haciendo la persona como una operación en la calculadora o saber a la marcación correcta del número a llamar, por lo que estos dispositivos cuentan con software que traduce el texto en sonido, y con ello escuchar lo que está pasando en el dispositivo, y saber que está haciendo con exactitud.



Figura 12 Agenda digital para ciegos

1.6. Perros guía

EL mejor amigo del hombre “el perro”, este animal doméstico también es una gran ayuda para las personas ciegas. Los primeros perros guía que se entrenaron fueron de la raza pastor alemán, pero al iniciarse las segundas guerras mundiales muchos de estos perros fueron introducidos en el programa de las fuerzas armadas y enviados a las trincheras, por lo que empezaron a escasear. Los ejércitos al ver esta necesitad, de estarle otorgando perros a personas con discapacidad visual, se comenzaron a entrenar otras razas. Las diferentes razas de perros tienen características especiales que hacen que cada una de ellas puedan ser útiles al hombre, pero para poder ser perro guía este gran animal tiene que cumplir unas características. Como un tamaño aproximado de 55 cm, alto grado de vivacidad cerebral y una de las importantes que sea sociable con toda especie [10].

El Labrador Retriever y el Golden Retriever, demostraron poseer cualidades excepcionales. De carácter dócil, fácilmente adiestrables, sin timidez ni cobardía, demuestran seguridad ante circunstancias extrañas e imprevisibles y suficiente agilidad mental como para ubicarse en el momento preciso. Por su gran susceptibilidad deben de ser tratados con cariño ya que valoran muy especialmente todas las demostraciones de afecto de su amo.

A la fecha existen varias escuelas de perros guía para ciegos en países como Sudáfrica, Alemania, Australia, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos de Norteamérica, Francia, Holanda, Inglaterra, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Noruega, Suiza, y otros más. Inclusive en Nicaragua existen personas que adiestran perros, para que las personas puedan tener este compañero y ayudante [10].

Pero como empieza su entrenamiento especializado para llegar a ser un perro guía. En esta etapa, con una duración de 4 meses, el perro aprenderá a obedecer comandos y desobedecerlos de forma inteligente cuando sea necesario. Primero se acostumbra a usar el arnés, indispensable para su trabajo que lo distinguirá de los demás perros. El arnés confeccionado con cuero, lleva una manija metálica

cuyas puntas se sujetan a argollas que se prenden del correaje. Esta manija debe ser de unos 45 cm. de largo y es de gran importancia, ya que es el medio de comunicación del perro a su dueño. La persona ciega siente a través del arnés los movimientos que haga el perro guía [10].

En su adiestramiento, el perro primero aprende a jalar con el arnés puesto, luego tendrá que detenerse en las esquinas de las banquetas para que el invidente no se tropiece cuando suba o baje; después aprenderá a dar vuelta tanto a la derecha como a la izquierda.

Cuando el perro haya aprendido esto adecuadamente, se le enseña a desobedecer inteligentemente. Esta desobediencia inteligente es de vital importancia, ya que en muchas ocasiones el perro guía deberá negarse a obedecer los comandos del invidente para salvaguardar la vida de ambos. El perro además aprende a evadir obstáculos colgantes, aun cuando por su estatura no le afecten directamente, tales como ramas, cables, tubos, sombras comerciales, etc., con los que el invidente podría golpearse la cabeza. Si hay un obstáculo que obstruya toda la banqueta deberá esquivarlo, observar si no circula ningún vehículo por la calle, bajar la acera, pasar el obstáculo, volver a subir y continuar su camino. El perro guía deberá dar siempre suficiente espacio a la persona ciega para que no se tropiece con algún obstáculo [10].

Lo siguiente que aprende el perro será a subir a transportes públicos, buscar algún lugar vacío para su amo y permanecer quieto, encontrar puertas y escaleras por comando, comportarse en lugares públicos, tales como oficinas, restaurantes, tiendas, auditorios, etc.

Para finalizar, el instructor se vendará los ojos y se guiará con la ayuda del perro. Esta será la prueba que determinará si el perro es apto para el trabajo que desempeñará como perro guía.

La persona ciega que solicita un perro guía debe llenar dos formatos: uno de estudio socioeconómico y otro de examen médico completo. Tendrá que tener

nociones de orientación y movilidad y haber usado con anterioridad el bastón blanco. Después de ser procesada y aceptada su solicitud, deberá viajar a las instalaciones de la Escuela y permanecer ahí por un mes. Durante este tiempo, la persona ciega y el perro guía comerán y vivirán juntos [10].



Figura 13 Perro guía con persona ciega

CAPITULO 2. Técnicas para el uso del bastón blanco

El bastón puede manejarse con la mano derecha o con la izquierda indiscriminadamente [16], de acuerdo como se sienta más cómoda la persona, además deberá alcanzar por lo menos un metro delante del limitado visual.

2.1 Técnica de Hoover

El bastón debe llevarse con el brazo un poco doblado, cerca del cuerpo y centrado por la línea media (puede tomarse como referencia el ombligo), la mano debe sujetar el bastón con el dedo índice prolongado a lo largo en la parte plana del mango y los dedos restantes sujetando el bastón [16]. Si el bastón no se centra, la persona tiende a caminar torcida. El bastón debe moverse realizando un semicírculo de derecha a izquierda, con el solo movimiento de la muñeca; la punta del bastón debe tocar el piso en los dos extremos del semicírculo y el arco que se hace en el piso deberá ser más o menos del ancho de los hombros, de esta manera se revisa la zona por donde la persona va a caminar y lo protege de

los huecos o de tropezar con cualquier obstáculo u objeto que se encuentre en el piso, ya que con el resto del bastón la persona protege sus piernas y cintura.

A medida que la persona camina debe realizar un movimiento intercambiado con el bastón y el pie, es decir, mientras se está explorando con el bastón en el lado izquierdo, se dará el paso con el pie derecho. Es importante conservar siempre un movimiento armónico, es decir mantener un movimiento natural y elegante, cuidando de no exagerar movimientos o adoptar posturas inadecuadas con el uso del bastón.

2.2 Técnica de deslizamiento

Esta técnica permite a la persona limitada visual desplazarse por sitios cerrados como centros comerciales, edificios, oficinas, etc. [16]. El bastón deberá ir colocado en posición diagonal con la punta en el borde que está entre la pared y el suelo, sin realizar ningún toque, solo deslizando el bastón por el borde antes mencionado. Esta técnica también puede combinarse con la técnica Hoover deslizando el bastón por el suelo sin olvidar el ancho del y el ritmo al caminar.

2.3 Técnica de toque

Permite dar mayor seguridad en los desplazamientos estando en terrenos montañosos o disparejos [16]. Para caminar por zonas rurales (campo abierto, montañas, etc.), se recomienda usar un bastón rígido que permita no solo obtener información del suelo, sino que en determinado momento le pueda servir de apoyo. Generalmente con este bastón se realiza la técnica de toque. Consiste en tomar el bastón por el mango en forma de agarre, ubicándolo al frente y al centro del cuerpo en forma paralela, dando dos o tres toques al terreno en forma de picado.

2.4 Técnica de subir y bajar escaleras

La persona limitada visual deberá ubicarse a la derecha de ésta, tomando el bastón con agarre de pinza, la puntera del bastón deberá medir la altura y el ancho del escalón y el bastón deberá estar siempre un escalón delante, tocando el

borde del peldaño, cuando el bastón no percibe más escalones la información dada es que se está llegando a un descanso de la escalera o que ya no hay más peldaños, tanto para bajar como para subir, se utiliza la misma técnica, conservando siempre la derecha [16].

2.5 Técnicas de protección o pre bastón

Se le llama técnicas de pre bastón cuando la persona limitada visual está en lugares que transcurre de manera muy frecuente y que tienen un mapa mental del lugar, ellos pueden preferir si caminar sin el bastón o sin un guía [16]. Las técnicas de pre bastón que hay según Soler de Sordoceguera son los siguientes:

2.6 Técnica de rastreo

Consiste en permitir a la persona con limitación visual determinar espacios, reconocerlos y lograr ubicarse en un sitio determinado o deseado [16]. La persona ciega debe colocarse de lado de la pared extendiendo el brazo a la altura de la cadera, rozando la pared con el dorso de la mano, manteniendo los dedos flexionados hacia la palma, en esta posición puede ya empezar a desplazarse. Otra posición de la mano es rozando el muro con la parte lateral y los dedos hacia abajo.

2.7 Técnica de encuadre

Permite tomar un punto de partida para marcar una dirección hacia el objetivo en línea recta [16]. La persona limitada visual se coloca de espalda a la pared, con los talones juntos y la punta de los pies ligeramente separados.

2.8 Técnica diagonal

Permite la protección del cuerpo, en caso de que la persona dentro de su desplazamiento se tropiece con objetos localizados a la altura de la cintura [16]. Se coloca el brazo extendido en forma diagonal sobre el cuerpo, con la palma de la mano hacia abajo y un poco separado de éste.

2.9 Técnica de cubrirse

Permite la protección de la cara contra los objetos que se encuentran a la altura de ésta. Se eleva el brazo a la altura de la cara, se flexiona el codo de modo que el antebrazo quede formando un ángulo aproximado de 90 grados a una distancia de 10 cm. de la cara y con el dorso de la mano hacia adentro [16]. Esta técnica puede combinarse con la técnica diagonal para lograr así la protección de la cara y del cuerpo, además evitar accidentes con las ramas de los árboles, las puertas y ventanas abiertas, etc.

2.10 Técnica de alinearse

Permite seguir una dirección con apoyo de un objeto (mesa, silla, objeto, etc.) para llegar a un punto determinado. Para esta técnica se utilizan los laterales del cuerpo, la persona limitada visual busca un punto de referencia y al hacer contacto con una de las esquinas de cualquier objeto [16], manteniendo su mano y dedos extendidos y la palma de la mano hacia fuera, puede comenzar a caminar hacia el sitio que desea.

2.11 Técnica para recoger objetos

El limitado visual debe escuchar con atención el ruido que hace el objeto al caer para saber sobre que cayó y la distancia a la cual cayó, si el objeto rueda debe esperar a que se detenga. Luego calculará la distancia en metros o número de pasos del sitio donde se encuentre la persona al sitio donde crea que haya caído el objeto, cuando sienta que está cerca deberá detenerse, luego se arrodilla utilizando la técnica de cubrirse para proteger la cara de objetos con los que pueda golpearse [16] como por ejemplo una mesa o una silla etc. Luego deberá colocar las manos extendidas contra el piso unidas por el dedo pulgar para comenzar a explorar haciendo círculos que vayan de adentro hacia fuera y viceversa, este mismo procedimiento deberá hacerse a los lados y atrás de la persona. Finalmente, para levantarse, una vez haya encontrado el objeto perdido, deberá hacerlo utilizando la técnica de cubrirse.

2.12 Técnica para el uso de la silla

Se trata de facilitar a la persona limitada visual la ubicación de una silla. Se toma la mano del alumno y se le coloca en el espaldar de la silla [16]; la persona deberá explorar y colocar la rodilla contra el asiento hasta llegar a él por la parte delantera. Después de esto deberá verificar que la silla esté desocupada y que pueda soportar su peso. Cuando la silla no tenga respaldar, se le deberá colocar la mano sobre el asiento para que él determine el ancho y la forma de la silla.

2.13 Técnica de guía vidente

Facilitar a la persona limitada visual un desplazamiento seguro sin el uso del bastón. Esta técnica debe conocerla las personas limitadas visuales, su familia y todos los miembros de la comunidad. Consiste en coger al guía por el brazo más o menos a la altura del codo, el dedo pulgar debe quedar por la parte exterior del brazo, mientras el resto quedará entre el brazo y el cuerpo del guía [16]. El limitado siempre debe mantener una distancia de medio paso atrás de su guía, con su hombro en línea recta y detrás del hombro del guía, con el fin de seguir los movimientos de este, y evitar así que el guía tenga que avisar al limitado visual subidas, bajadas, giros o cualquier otro movimiento.

Se recomienda que cuando el guía vaya a dejar solo al limitado visual le avise, además deberá tratar de NO dejarlo en campo abierto ni en un sitio peligroso, sino tratar de ubicarlo en algún punto de referencia que le permita orientarse y seguir su camino. Se le debe recomendar al alumno que cuando vaya a solicitar la ayuda del guía vidente, si éste no conoce la técnica y trata de arrastrarlo agarrándolo del brazo, indicarle cuál es la forma correcta de enganche y utilizar la técnica.

Cuando se esté pasando por un camino angosto en el cual no caben el guía y el limitado visual al mismo tiempo, el guía deberá colocar su brazo hacia atrás y hacia el lado opuesto del ciego, con el fin de que la persona limitada visual se

ubique totalmente detrás del guía, una vez se termine este trecho se deberá volver a la posición inicial.

Para subir y bajar escaleras con guía vidente éste deberá ubicarse frente al primer escalón, la persona limitada visual se colocará detrás del guía, a medio paso aproximadamente e indicar si hay pasamanos, al subir los escalones la persona limitada visual siempre quedará un escalón abajo del guía, al llegar al último escalón el guía deberá parar con el fin de dar información de que solo queda un escalón y continuar caminando en línea recta. Esta misma técnica sirve para bajar escaleras.



Figura 14 Técnica de guía vidente

CAPITULO 3. Estado del arte de mejoras al bastón blanco

En este apartado se mencionarán algunos proyectos que se realizaron anteriormente, con el objetivo de mejorar los puntos débiles que tiene el bastón blanco.

3.1. Electronic Travel Aids and Electronic Orientation Aids (Ayuda electrónica para movilidad y orientación)

Un bastón electrónico para ciegos llamado “Tom Pouce”, que mide la distancia de los objetos mediante rayos laser y transmite la información correspondiente al usuario a través de sonidos o vibraciones emitidos por un pequeño deposito del tamaño de un mando de televisión que se lleva adherido a la mano [11].

El bastón electrónico Tom Pouce tiene externamente la misma apariencia que el bastón blanco alargado, que es empleado por los ciegos para orientarse en sus desplazamientos por entornos abiertos, con la diferencia de que cuanto más se aproxima el usuario a un obstáculo, más intensa es la señal emitida por el aparato. Este bastón electrónico no sustituye al tradicional, sino que más bien lo complementa, ya que potencia la capacidad de esta herramienta para evitar los muros, anticipar el comienzo de la acera o descubrir un desnivel en el andén, incluso señalar a los videntes la proximidad de una persona ciega.

Este bastón fue diseñado y creado por el físico e investigador del CNRS[3] y de la universidad Paris-Sud/Orsay, René Farse, quien dedico ocho años de su vida a perfeccionar esta tecnología, que fue probada por 60 ciegos franceses .

El bastón no es de fácil manejo, ya que necesita un periodo de formación que tiene un coste de alrededor de 1800 euros, también incluyendo el bastón. El problema que se les presenta a las personas ciegas al usar este dispositivo es que, necesitan aprender a interpretar todas las señales emitidas por el dispositivo. Este proyecto claro que tuvo unos resultados en el periodo experimental, que fueron del 60% de eficacia, ya que el resto no consiguieron orientarse en el momento de su uso. De este proyecto lo lograron llevar al mercado y surgieron dos versiones de este.

[3] CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique, en español Centro nacional de la investigación científica) es una de las instituciones de investigación más importante de Francia.



Figura 15 Primera generación del Tom Pouce



Figura 16 Segunda generación del Tom Pouce

3.2. iSonic: Bastón vibratorio para invidentes

El iSonic fue presentado en la feria electrónica de Hong Kong, que fue realizada en abril del 2010. Gangnam-gu[4] el distrito en donde empezó este proyecto. El iSonic detecta obstáculos dentro de un rango de 25 grados horizontalmente y 50 grados verticalmente con un sensor supersónico integrado [12].

El producto también puede detectar obstáculos dentro de una distancia de 2 metros, así como objetos muy delgados, más estrechas de 3 cm. Con la disminución de la distancia a un objeto, indicador de vibración de la caña envía una señal más fuerte para el usuario, la localización de la posición del obstáculo.

[4] Gangnam-gu es uno de los 25 distritos de Seúl, Corea del Sur.

Una característica para informar a un usuario con discapacidad visual del color de un objeto llama especialmente la atención. Con un sensor de color adjunta, se informa al usuario mediante mensajes de voz de 10 colores detectables y su brillo, incluyendo rojo, naranja y azul. Con toda esta información transmitida al invidente por medio de avisos de voz [12]. Cabe de recalcar que este bastón fue sometido a prueba entre más de 600 personas invidentes y sus resultados fueron satisfactorios, Pero este dispositivo todavía no está a la venta ya que tienen planes de mejoras.



Figura 17 Foto del iSonic por AVING

3.3. Tactile feedback navigation handle for the visually impaired (Mango de navegación de retroalimentación táctil para personas con discapacidad visual)

Es un dispositivo desarrollado por Bouzit, que utiliza cuatro sensores que detecta obstáculos en cuatro direcciones distinta (Derecha, Izquierda, Arriba y Abajo). Considerado por Bouzit un novedoso sistema de navegación táctil para ciegos, este dispositivo es portátil y rentable, que permitirá a las personas ciegas navegar

en ambientes no familiares y que no estén con dependencia de un asistente guía. En la parte de sujeción posee un arreglo de actuadores “vibradores” 4x4 que están posicionados para coincidir con la falange. En el mango esta la parte de control en donde procesa la señal del sensor y este enviando información al usuario atreves del arreglo de actuadores, lo que permite mejorar el sentido de la orientación y la distancia para el usuario. En el documento revisado plantea que es un prototipo con un diseño ergonómico, ligero, compacto y ajustable a diferentes tamaños de la mano. Además, plantea que este prototipo fue utilizado por 30 usuarios, los cuales proporcionaron ideas de mejora para la percepción táctil [13].



Figura 18 Dispositivo de retroalimentación táctil de mano

3.4. MINI ultrasonic, ayuda para la movilidad

MINI Ultrasonic fue diseñado para ser usado como complemento de las herramientas usadas por personas ciegas, como el bastón blanco o perro guía, esto con el fin de facilitarles la detección de obstáculo. Este dispositivo consta de un sensor de ultrasonido, el cual mide la distancia de objetos presentes en el camino o dirección en la cual apunta de acuerdo con esta información emite una señal vibratoria que el usuario debe interpretar como prevención, la distancia a la

que se detecta el objeto y enviar la alerta al usuario puede ser configurada mediante un botón en rangos que corresponden a cincuenta centímetros, uno, dos, cuatro y ocho metros de distancia.

El Mini Ultrasonic, se puede llevar en la mano o en caso de usar bastón, es posible fijarlo mediante una base. El dispositivo tiene unas dimensiones de 38 mm de largo, 38 mm de ancho y 23 mm de alto, es alimentado por una batería de ion de litio cuya duración varía de acuerdo a la demanda del dispositivo [13].



Figura 19 MINI ultrasonic

3.5. Mygo, un bastón para invidentes que sirve de lazarillo electrónico

Mygo es una combinación de dos tecnologías en una, ya que puede usarse como bastón para tantear el suelo y los obstáculos, también como un perro lazarrillo6. Ya que podrá moverse por la ciudad de forma autónoma. Pero lo que permite realizar esto es que lleva una cámara de video y sensores de proximidad que rastrean los alrededores. Siendo esta información procesada y enviada en forma de comandos de voz a unos auriculares que el propio ciego llevarían puestos [14].

Este proyecto es obra de Sebastián Ritzler, un estudiante de arte y diseño de la academia de Kiel en Alemania, siendo galardonado en el Concurso internacional de diseño IDEA 2007. El bastón es robusto, resistente al agua y es de altura

ajustable [14]. Además del sistema de órdenes de voz, el bastón lleva una rueda en su extremo inferior, que el invidente controla a través de la empuñadura.



Figura 20 Vista frontal del MYGO

3.6. Bastón blanco virtual

La universidad hebrea Tel Aviv dio a conocer una innovación que podría mejorar la orientación y movilidad de personas ciegas. Este dispositivo funciona como una linterna y puede reemplazar o aumentar el clásico bastón blanco.

El bastón blanco virtual fue desarrollado por el Dr. Amir Amedi, del Instituto para Investigación Médica Israel-Canadá (IMRIC por sus siglas en inglés) y en el Centro de Ciencias Cerebrales Edmond y Lily Safra (ELSC) en la Universidad Hebrea de Jerusalén. Este dispositivo cuenta con un software que ayudara a las personas ciegas con maniobras a través de ambientes tridimensionales con los que no están familiarizados [15].

Esta herramienta está conectada a un joystick[5] que interactúa con los usuarios atreves del sentido del tacto. Hoy las personas con discapacidades visuales están muy limitadas en sus movimientos lo cual influye en su calidad de vida, dice Amedi

[5] Es un dispositivo de control de dos o tres ejes.

a un diario judío. Con esto las personas ciegas podrán encontrar nuevas posiciones, rutas más cortas de X a Y. También podrán sentir la tensión debajo de las yemas de sus dedos a través del joystick a medida que navegan alrededor de un ambiente virtual. El joystick se pone rígido cuando el usuario encuentra una pared virtual o barrera.

El dispositivo puede ser programado para emitir sonidos (como el timbre de un teléfono cuando el usuario camina cerca de un escritorio de una recepción). Al explorar mundos virtuales en 3D basados en mapas de ambientes del mundo real, el ciego es capaz de “sentir” las calles, pasillos a medida que mueven el cursor como un bastón blanco. Por lo que antes de salir solos, el dispositivo les da control, confianza y habilidad para explorar nuevas calles lo que permite realizar mapas mentales en sus cabezas. Por lo que el software convierte al dispositivo en un bastón blanco computarizado. Esto les permite retroalimentación con el dispositivo lo cual les deja construir el mapa cognoscitivo, que aplicaran en el mundo real. Además, pueden tocar y oír objetos virtuales y profundizar sus sentidos del espacio, la distancia y la perspectiva, así pueden sentir las intersecciones, edificios, senderos y obstáculos con el joystick, inclusive navegar dentro de centros comerciales y museos en un ambiente virtual, para posteriormente salir a explorar por sí mismos. La herramienta transmite texturas a los dedos y pueden distinguir entre superficies como por ejemplo asfalto, césped entre otros. Lo que teoría, se estima que cualquier espacio desconocido dentro o fuera de sus casas puede ser pre-explorado virtualmente. Para lograr todo esto el territorio solo necesita ser mapeado primero, y con las aplicaciones existentes tales con GIS[6] , ya se tienen varios lugares[15].

[6] GIS (sistema de información geográfica) es una herramienta que integra y relaciona diversos componentes que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz.



Figura 21 Prueba realiza en feria de Tel Aviv

CAPITULO 4. Marco metodológico

En este trabajo se realizó la implementación de un módulo electrónico diseñado desde cero, el cual se probó e instalo en un bastón blanco que la utilizaran personas ciegas de la Organización de Ciegos de Nicaragua. Se utilizó el método científico con un enfoque cuantitativo y cualitativo (mixto).

4.1. Alcance de la investigación

Por ende, el alcance que posee esta investigación, es del tipo investigación-acccion por que se analizó a los miembros de la asociación de ciegos(población), a través de una muestra, y se analizó el comportamiento que tuvieron las personas al usar el modulo en sus bastones blancos, de igual manera, estos mismo, analizaron el modulo.

4.2. Población y muestra

La población de este estudio será la asociación de ciegos de Nicaragua, que está conformada por 1472 miembros, por lo que se realizó unas entrevistas para poder

valorar el funcionamiento del módulo y poder comprobar si este les brindo satisfacción o no, que según la fórmula que se utiliza para estimar la muestra, dio como resultado un total de 40 personas a entrevistar, pues este es el número total de la muestra.

4.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación de este estudio es del tipo experimental, porque se analizó al módulo y el comportamiento de las personas ciegas en el momento que estén utilizando este. Además, de que se analizó las opiniones que tendrán ellos al utilizar este módulo. Lo que conlleva a que la investigación sea longitudinal ya que este análisis se llevó a cabo en el período de tiempo que estuvieron utilizando el módulo en el bastón.

4.4. Recolección de datos

En la recolección de datos que se realizó en esta investigación, se utilizó un brainstorming[7], entrevista y observaciones, y a continuación se explicará la manera en que estos instrumentos de medición fueron empleadas.

Se realizó un brainstorming con los miembros de la asociación de ciegos para poder determinar los requerimientos del módulo, que se implementó, para que se pedirá saber las dificultades que se presentan a las personas por circular en las calles, además de opiniones personales que nos ayudaron a detallar características que poseerá el módulo.

Como segunda forma de recopilación de datos se utilizó la entrevista, esta se realizó a cada uno de los miembros (muestra), que utilizaron el módulo en el bastón, para comprobar el impacto que tendrá y el uso del módulo al momento de circular por calles. La entrevista constituye en realizar preguntas según la escala de Likert, para determinar, si podrá el módulo satisfacer las necesidades de estas personas al circular por las calles.

[7] LLuvia de ideas

La tercera forma de recopilar datos fue a través de la observación, por lo que se recopilará información acerca del uso del módulo en las personas ciegas, su reacción con la señal de indicador de obstáculos y como se adaptan conforme pasa el tiempo usando el módulo.

CAPITULO 5. Requerimientos de diseño

En este apartado se detallará los requerimientos que se utilizaron para el diseño de este, posterior explicar el diseño que tuvo el módulo.

5.1. Requerimientos para diseño de módulo

Se realizó una junta con las personas ciegas, en la Organización de Ciegos en donde se lograron encontrar numerosos requerimientos para el módulo de detección, con la finalidad de mejorarlo e implementar el módulo. Todas las personas que encuestamos y realizaron pruebas con el módulo fueron las fuentes de estos nuevos requerimientos, estos para saber qué problemas tenían ellos o que les gustaría tener para mejorar su vida. Lista de requerimientos obtenidos:

- Problemas con los obstáculos aéreos, ya que ha habido casos en que personas se han golpeado con letreros.
- Que el módulo sea a prueba de agua.
- Integración del módulo de detección dentro del mango de agarre, para darle más estética.
- Que sea recargable, para no tener que estar comprando baterías.
- Que no tenga aviso auditivo, ya que para ellos es un medio que les alerta el peligro.
- De que el módulo que se realizara, no les de problemas al momento de desplegar el bastón blanco.

- Que los costos de este no sean elevados, para que ellos tengan acceso de poder obtenerlo.

Todos estos requerimientos fueron conseguidos mediante expresiones orales (lluvia de ideas o Brainstorming) de las personas miembros de la organización.



Figura 22 Junta con las personas ciegas, recalentando los requerimientos atreves de un brainstorming

5.2. Evaluación y selección de componentes

Para este apartado se evaluará los componentes que se utilizaran en el diseño. Este posee este, tres partes importantes; sensor, para detectar obstáculos, microcontrolador, que procesara los datos.

Con la selección de estos componentes, se dará según los requerimientos que plantearon las personas ciegas.

Primero se seleccionará el sensor que se podría utilizar, en el módulo, para que este detecte obstáculos, en donde se seleccionaron solo sensores del tipo ultrasónico. Con respecto a los apartados que se tomaron en cuenta para la selección de este son; que sea pequeño debido a que las personas ciegas requieren un módulo con las proporciones más pequeñas, el costo esto es porque se necesita diseñar un módulo accesible para ellos, el rango de medición, que se

requiere esta entre 0.5 metros a 2 metros, y que trabaje con un voltaje de 5v, ya que el módulo trabajara con una batería.

	Pequeño	Costo/bajo	Rango de medición (0.5m-2m)	Voltaje 5v
Hc-sr04	**X**	**X**	**X**	**X**
Lego Mindstorms Ev3	**X**		**X**	**X**
Makeblock Me Ultrasonic			**X**	**X**
Parallax Ping 28015			**X**	**X**

Se seleccionó el sensor **HC-SR04**, esto es debido a que cumple con todas las características, es pequeño porque 4.5x3cm, apto para un módulo pequeño. El costo es bajo ya que su precio anda por alrededor de 3 $. El rango de medición que posee es de 2 - 400 cm, cumple con la media que se había planteado. El voltaje este sensor puede trabajar entre 4.5-6v. En el siguiente apartado se darán más detalles técnicos del sensor [22].

Segundo el microcontrolador, al igual que el sensor ultrasónico se tomarán apartados, como el tamaño, numero de pines requeridos para poder implementar el sensor ultrasónico y el vibrador, costos y que sea smd para reducir el tamaño de la placa.

	Pequeño	Pocos pines (requeridos 4)	Bajo/costo	smd
Attiny85	**X**	**X**	**X**	**X**
ATmega328P	**X**		**X**	**X**
pic12f629	**X**	**X**	**X**	**X**
pic16f877				**X**

El Attiny85 y el pic12f629 son los dos microcontroladores que cumple con todas las características, los dos poseen tamaños similares, nos podrían ahorrar espacio en la placa, ya que ninguno de los dos ocupan osciladores externos, pero se seleccionó el Attiny85 ya que presta más opciones, para poder programarlo y diseñar el programa además de que todos sus compiladores son open source, algo que nos reduce costos, y se pueden programar atreves de lenguaje C, inclusive con arduino.

CAPITULO 6. Diseño del módulo

En esta etapa se detallará todos los aspectos que se requirió para la construcción del módulo, desde la etapa de diseño hasta la etapa de pruebas y evaluación de este.

6.1. Software de diseño de PCB

Para diseñar la placa se utilizó KiCAD ya que este programa al ser libre no tiene costo para su utilización, además tiene todas las herramientas para el diseño profesional de placas además de portar una interfaz, que permite el uso de este programa sea más fácil.

KiCAD es una herramienta software Open-Source[8] para la creación de diagramas electrónicos y diseño de placas de circuito impreso. Bajo su singular fachada, el programa incorpora un elegante conjunto con las siguientes herramientas software:

[8] Open Source Initiative: es una organización dedicada a la promoción del código abierto.

Figura 23 Logo del KiCAD

Es el gestor del proyecto, en donde permite manejar y abrir todos los archivos que se generan para poder crear la placa, en la figura 24 en donde se muestra el entorno que presenta KiCad para que se trabaje en el diseño de este. En la parte izquierda de la figura se muestra los archivos que se generan al finalizar el diseño, esto es para que el usuario pueda abrir con facilidad cada uno de los archivos, luego los siguientes iconos que se muestran son las herramientas que posee este en donde se detallara cada una de esta posteriormente.

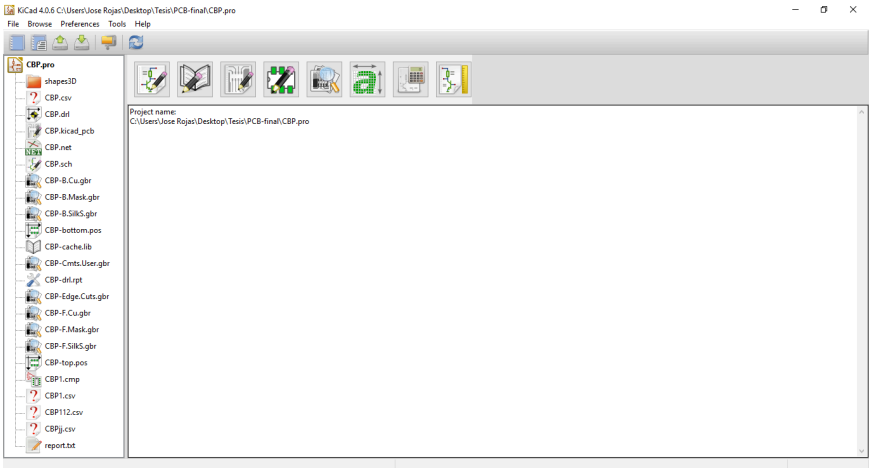


Figura 24 Entorno de KiCad tomada desde la PC en donde se realizó el diseño

PcbNEW es donde se crea la placa de circuito impreso, se utiliza en asociación con el programa generador de esquemas “Eeschema” para poder crear la placa PCB. Este gestiona librerías de huellas, las huellas es un dibujo del componente

físico, estas huellas se cargar automáticamente cuando se lee el fichero netlist[9], además de incorporar muchas herramientas para el diseño de la PCB como por ejemplo el visor 3D de la placa.

Selector de huellas (ejecutado siempre desde Eeschema), es donde se seleccionará el tipo de empaquetado de cada dispositivo o circuito que poseerá la tarjeta que se diseñó.

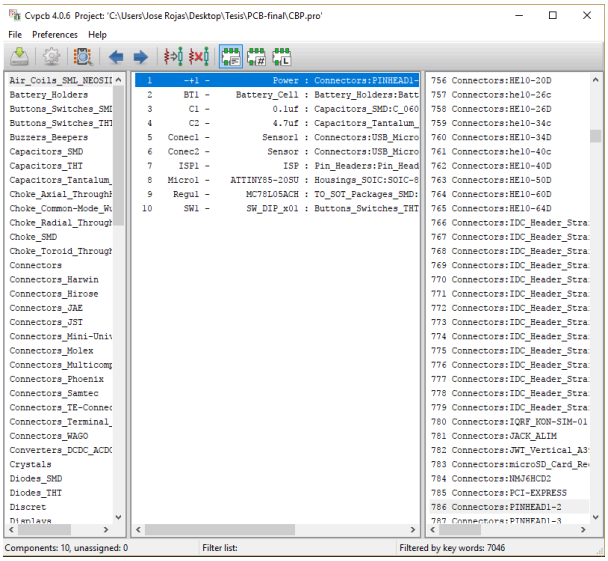


Figura 25 Entorno de Cvpcb

Estas herramientas están generalmente se ejecuta desde el director del proyecto, pero pueden ser también funcionan como herramientas independientes.

[9] En el diseño electrónico un netlist es la descripción de la conectividad de circuitos

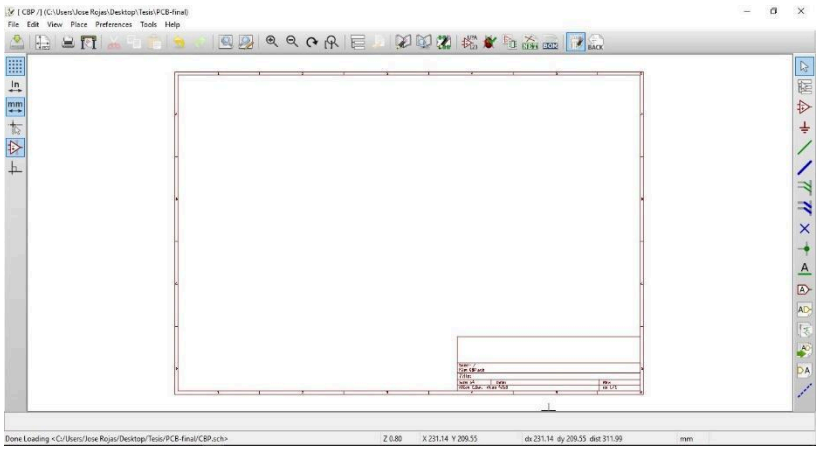


Figura 26 Entorno de Eeschema

En la actualidad, KiCad se considera suficientemente maduro y puede utilizarse para el desarrollo y mantenimiento exitoso de PCB's complejas. Igualmente, no presenta limitación alguna en cuanto al tamaño de la placa y puede gestionar hasta 32 capas de cobre, 14 capas técnicas y 4 capas auxiliares [19].

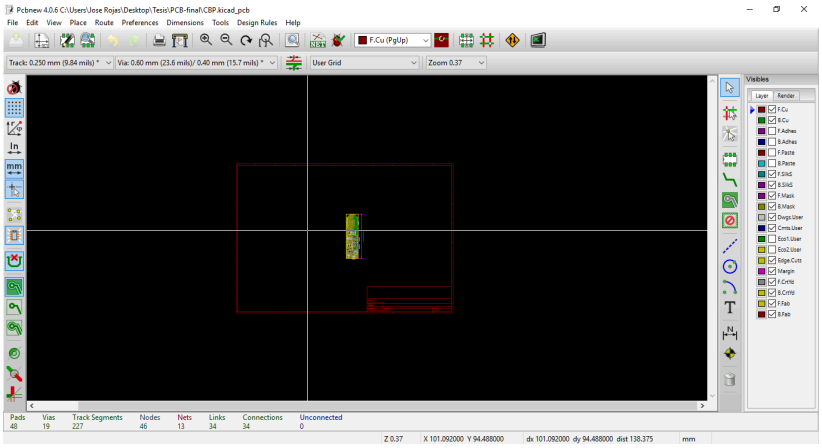


Figura 27 Entorno de Pcbnew

KiCad puede crear todos los archivos necesarios para la construcción de placas de circuito impreso:

- Archivos Gerber o fotolitos
- Archivos de taladrado
- Archivos de ubicación de componentes

- Y mucho más.

Al ser de código abierto (licencia GPL), KiCad representa la herramienta ideal para proyectos orientados a la creación de equipos electrónicos con estilo Open-Source.

KiCad está disponible para Linux, Windows y Apple OS X (aún experimental, pero funcionando bien).

6.2. Esquemático

En este apartado se muestra el diagrama que se diseñó, en donde se logran ver las conexiones del microcontrolador Attiny85, y los que conectores que se les colocaran a cada sensor al igual la parte de alimentación y programación que tendrá este sistema.

Para continuar, se detallarán todos los componentes que tiene este sistema como la parte de corte, hasta los sensores que se utilizaron.

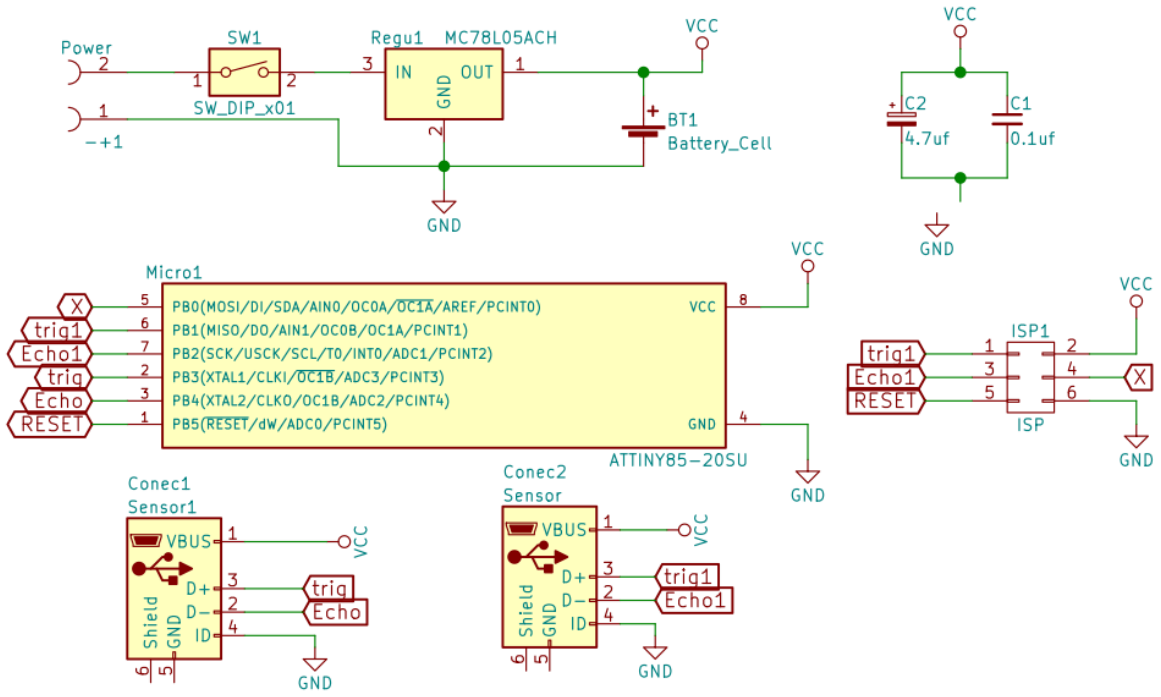


Figura 28 Esquemático de control para personas ciegas

6.3. **Attiny85**

Es un pequeño microcontrolador excelente e ideal para proyectos de escala muy pequeña, en los que no necesitamos gran cantidad de memoria ni de entradas o salidas. Se puede apreciar que es un microcontrolador muy limitado comparado con otros, pero muy económico tanto en precio y practico en tamaño [20].

Por lo tanto, es ideal para el modulo para el bastón, ya que nos permite trabajar a una escala más pequeña, además de sus pines nos permite controlar el señor y el sistema de alarma que poseerá el modulo.

El Attiny 85 tiene 8 patillas, dos sirven para alimentación, una para reset y 5 entradas/salidas siendo 2 de ellas PWM[10]. Se programa a través de puerto ISP[11].

[10] La modulación por ancho de pulsos (siglas en inglés de pulse-width modulation) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica

[11] Programación en el sistema (siglas del inglés: In-system programming), también conocido como Programación serial en circuito (ICSP por las siglas del inglés: In-Circuit Serial Programming), es la habilidad de algunos dispositivos lógicos programables, microcontroladores y otros circuitos

Es de bajo consumo energético con Alto Rendimiento. Contiene un oscilador calibrado internamente [20].. Contiene:

- 8 Kb de memoria de programa.
- 512 bytes de memoria EEPROM.
- 512 bytes de SRAM.
- 20 MHz usando un cristal externo.

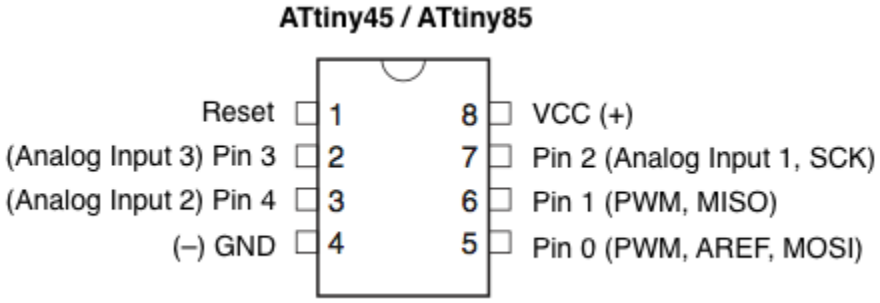


Figura 29 Configuración de pines de Attiny85

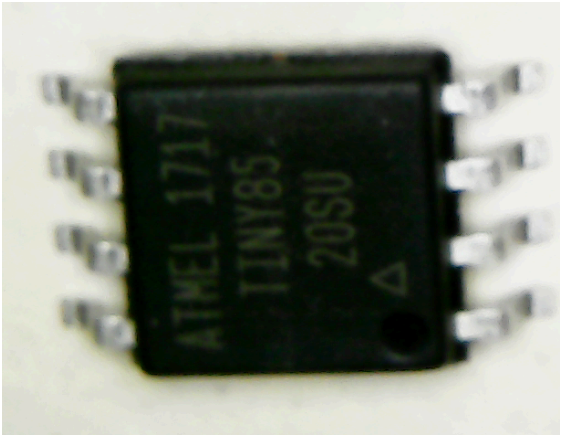


Figura 30 Empaquetado del Attiny85

6.4. MC78L05ACH

Este es un regulador de voltaje de proporciones pequeñas, que tiene como salida una corriente máxima de 100mA y un voltaje de entre 5v a 24v según su empaquetado, además de tener protección contra sobrecarga térmica este

electrónicos, de ser programados mientras están instalados en un sistema completo, en lugar de requerir que el chip sea programado antes de ser instalado dentro del sistema.

también posee una configuración que limita una corriente en cortocircuito [21], este regular se escogió por el tipo de características que se necesita para este proyecto las cuales son pequeño, voltaje de salida de 5 y protección contra cortocircuito. (Fairchild, 2002).

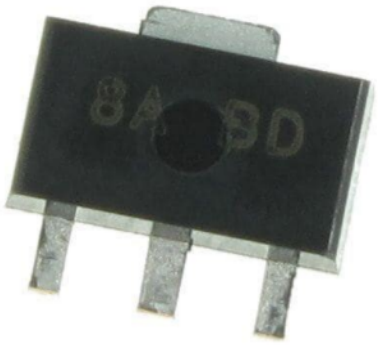


Figura 31 Empaqueta del regulador de voltaje

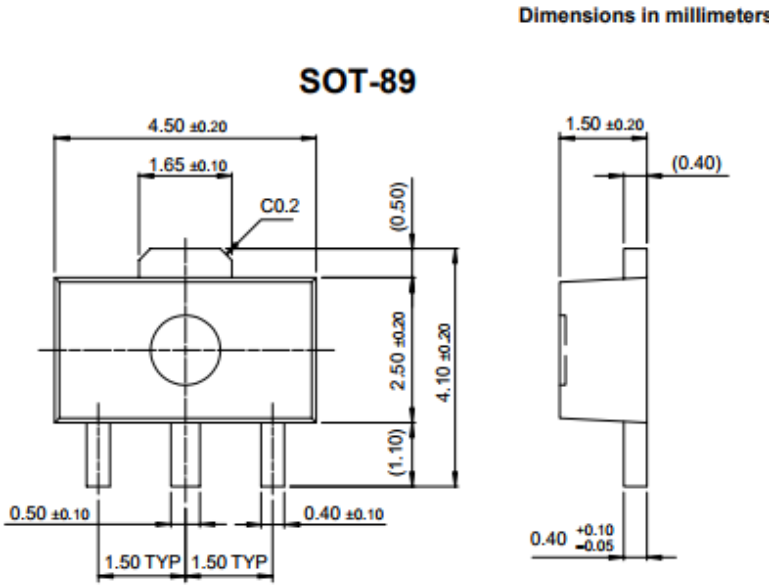


Figura 32 Tamaño del empaquetado dado en milímetros

6.5. Sensor ultrasónico HC-SR04

Los Ultrasonidos son sonidos similares que los que escuchan normalmente, con la diferencia que su frecuencia es mayor que la máxima audible por el oído humano,

llegando a la frecuencia de 40 KHz. A este tipo de sonidos se les llama ultrasonidos. El sensor ultrasónico HC-SR04 es un módulo pequeño que incorpora en él un par de transductores de ultrasonido (uno emisor y el otro receptor) que trabajan de manera conjunta para lograr determinar la distancia del sensor con un objeto colocado en frente de este en un rango entre los 2 a 450 cm [22].



Figura 33 Empaquetado del sensor HC-SR04

Características del HC-SR04 Sensor de distancia ultrasónico:

- Alimentación de 5 volts
- Interfaz sencilla: Solamente 4 hilos Vcc, Trigger, Echo, GND
- Rango de medición:2 cm a 400 cm
- Corriente de alimentación: 15 mA
- Frecuencia del pulso: 40 KHz
- Apertura del pulso ultrasónico: 15º
- Señal de disparo: 10uS
- Dimensiones del módulo: 45x20x15 mm.

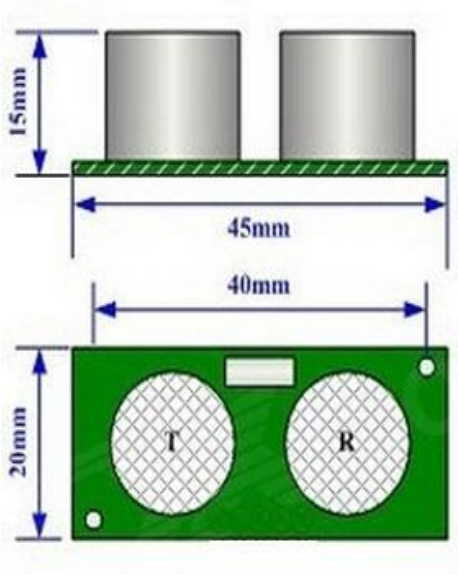


Figura 34 Diagrama del tamaño del empaquetado

Es una excelente opción para hacer mediciones por su pequeño tamaño y su relación costo/beneficio, lo cual lo hace óptimo y rentable. Es compatible con la mayoría de los microcontroladores del mercado que funcionen a 5 volts [22]. Las medidas de sus componentes lo hacen un módulo muy pequeño y compacto. Trabaja con 4 pines:

- VCC
- Trig (Disparo del Ultrasonido)
- Echo (Recepción del Ultrasonido)
- GND

Su funcionamiento se explica en el siguiente esquema: Cuando la onda original (Trigger) es lanzada al espacio libre, viajara de manera recta hasta encontrar un objeto en frente a quien revotar. El revote de la onda se le conoce como onda reflejada y es lo que recibe el receptor para calcular la distancia.

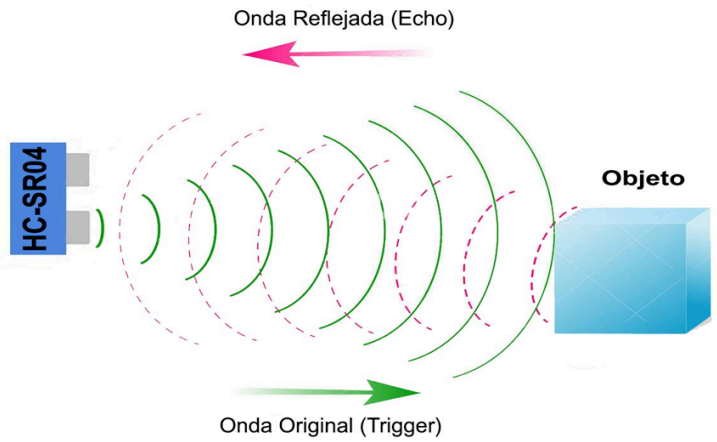
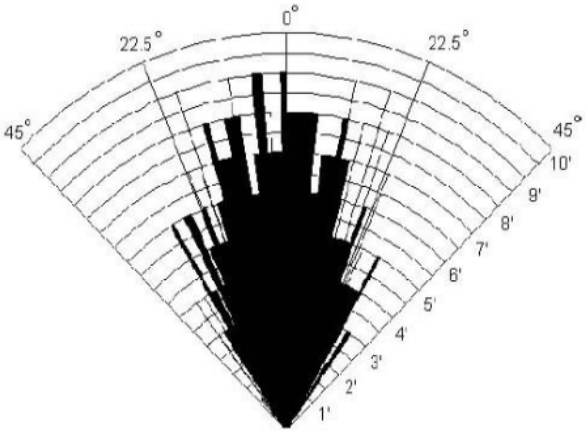


Figura 35 Forma de onda en la que detecta objetos el sensor



6.6. **Vibrador**

El vibrador o motor vibrador de teléfonos, es perfecto para aplicaciones pequeñas, cuenta con cables de conexión, en su parte trasera cuenta con un adhesivo para poder colocarlo en cualquier superficie, en este caso la carcasa que se diseñó, este no posee eje y sus componentes se encuentran protegidos dentro del envase metálico, su rango de operación es de 2 a 5 V. Este pequeño motor se utiliza para indicar al usuario cuando el sensor ultrasónico ha detectado un objeto, generando un aviso perceptible para la persona que poseerá el módulo, ya podrán sentir todo

el bastón vibrar, al igual modo que el que provocan los teléfonos móviles cuando se encuentran en silencio [23].



Figura 37 Vibrador

6.7. **PCB**

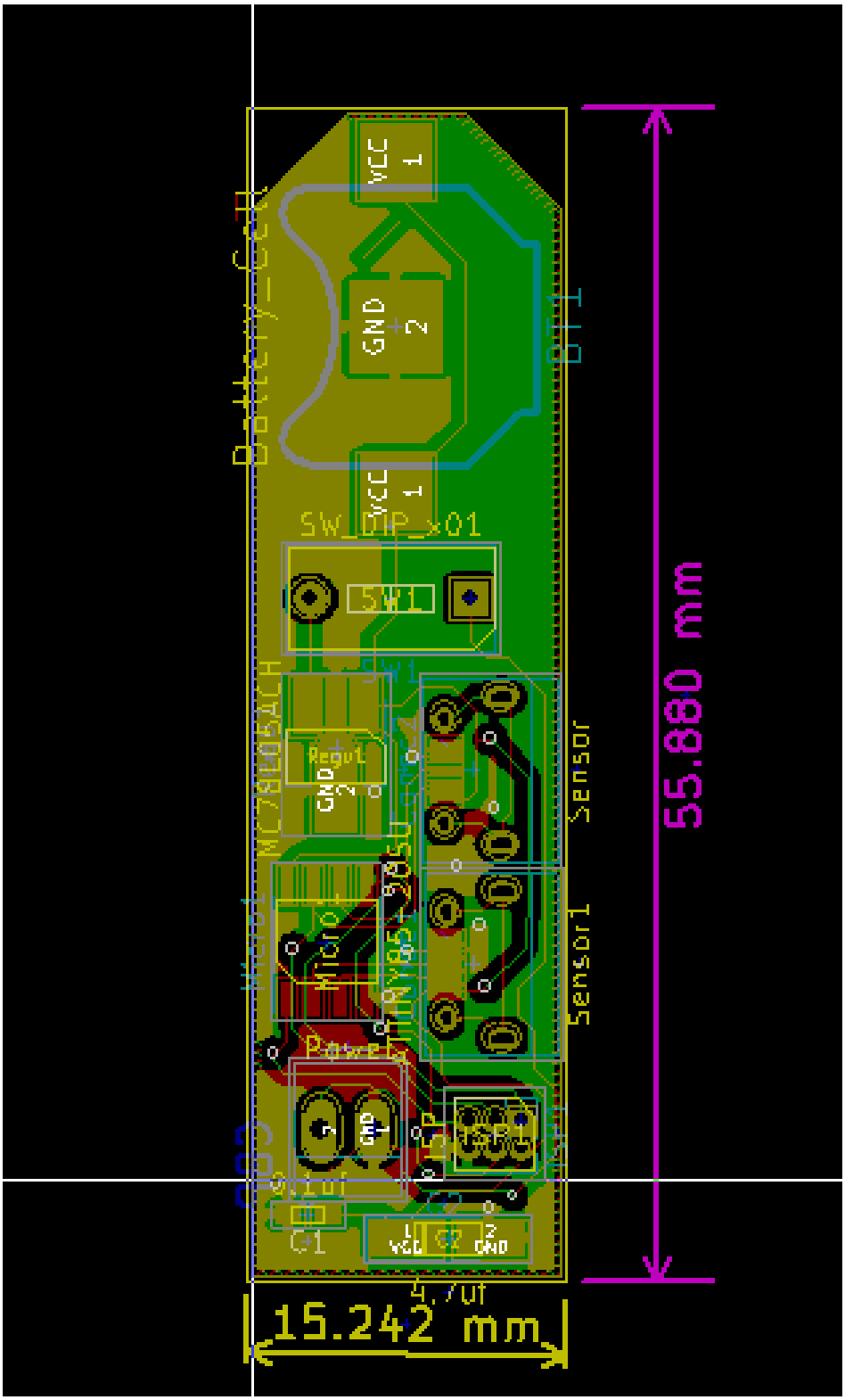


Figura 38 Diseño final de PCB echo en KICAD

En la figura 38 se muestra el diseño completo de la PCB que se implementó en el módulo, por otro lado, también se muestra el tamaño que posee este diseño que es de 15.2 x 55.8 mm ≈ (1.5 x 5.5 cm). Con respecto a las pistas, cabe de destacar que cada una se realizó las conexiones manualmente, aunque KICAD tuviera una herramienta llamada “auto track”, que es para que realice las conexiones de cada pista automático, dado esto se decidió las conexiones manuales porque, se conectaban a conveniencia propia, para tener un diseño más estético y conforme con las medidas que se esperaban.

Para realizar este diseño se utilizó las medidas que trae por defecto el programa, puesto que se consideró de tamaños adecuados para poder realizar la placa.

	Clearance	Track Width	Via Dia	Via Drill	uVia Dia	uVia Drill
Default	0.2	0.25	0.6	0.4	0.3	0.1

Figura 39 Tamaño de cada pista (unidad de medida mm)

En la figura 40 se muestra el tamaño que tienen cada pista 0.2 mm, este tamaño se logró, debido a que esta PCB se dio hacer en OSH PARK con los motivos de implementar un diseño pequeño y ergonómico. Además, se muestran dos capas una de color verde y otra de color rojo, por lo que estas son las conexiones en donde se conecta cada circuito del sistema.

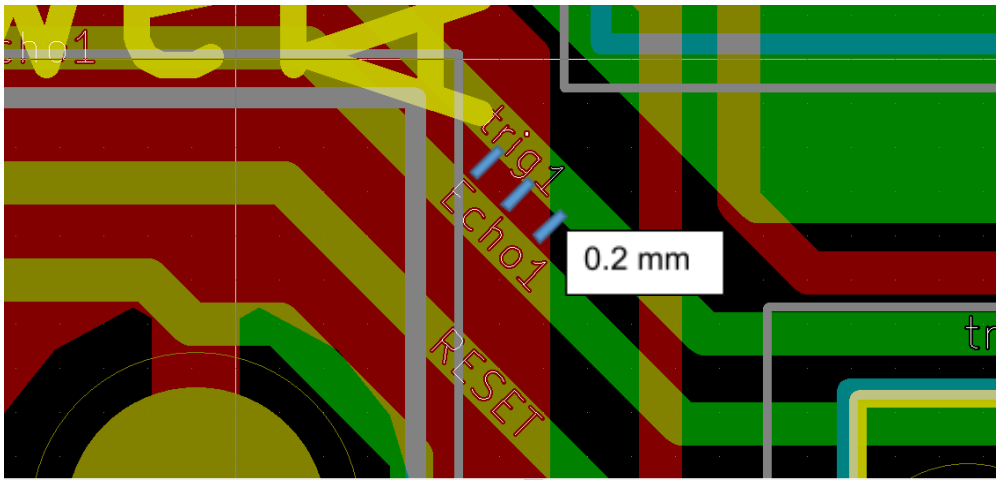


Figura 40 Dimensión entre cada pista "Clearance"

Posteriormente en la figura 41, se muestran parte de donde se ubicará la batería, pero se colocó esta figura para destacar que, se denotan dos capas, siendo estas las capas de plano tierra, esto se realizó de esta forma, ya que le sirve de ayuda como aislante, y nos ahorra pistas, puesto que se colocó todos los circuitos en el plano tierra como si fueran una sola pista de GND.

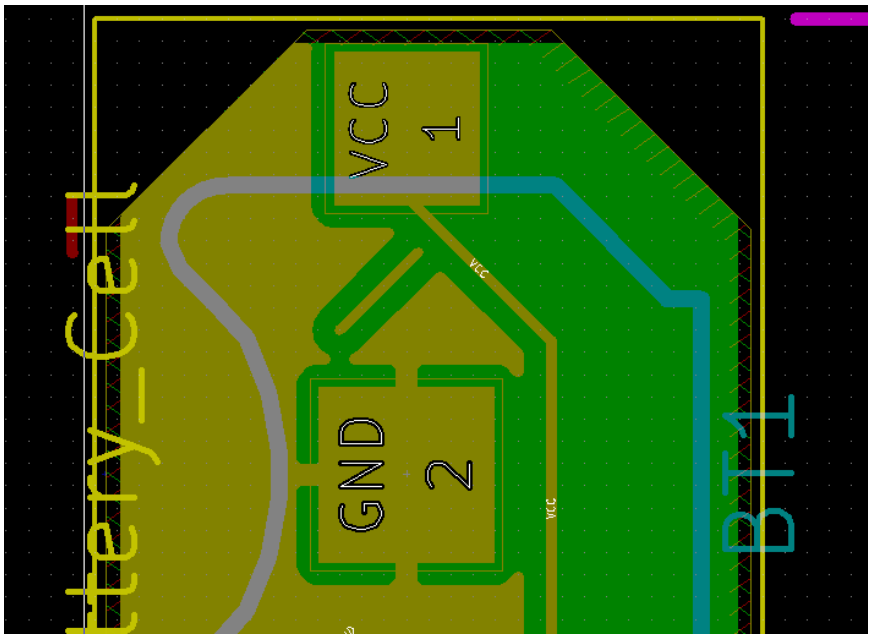


Figura 41 Figura de PCB, ubicación de batería

En cuanto a la figura 42, se muestra el diseño de la PCB en 3D dimensiones, en algunos circuitos no se muestra la figura en 3D ya que KICAD no tenía la librería para poder ver esos circuitos en 3D, por lo que se logran ver solo, los capacitores, el micro controlador y un switch ”cabe de destacar que ese tipo de switch no se utilizó en la implementación ya que solo se requería las colección o el espacio para colocar otro tipo de switch que en este caso es para utilizarlo como encendido y apagado. ”

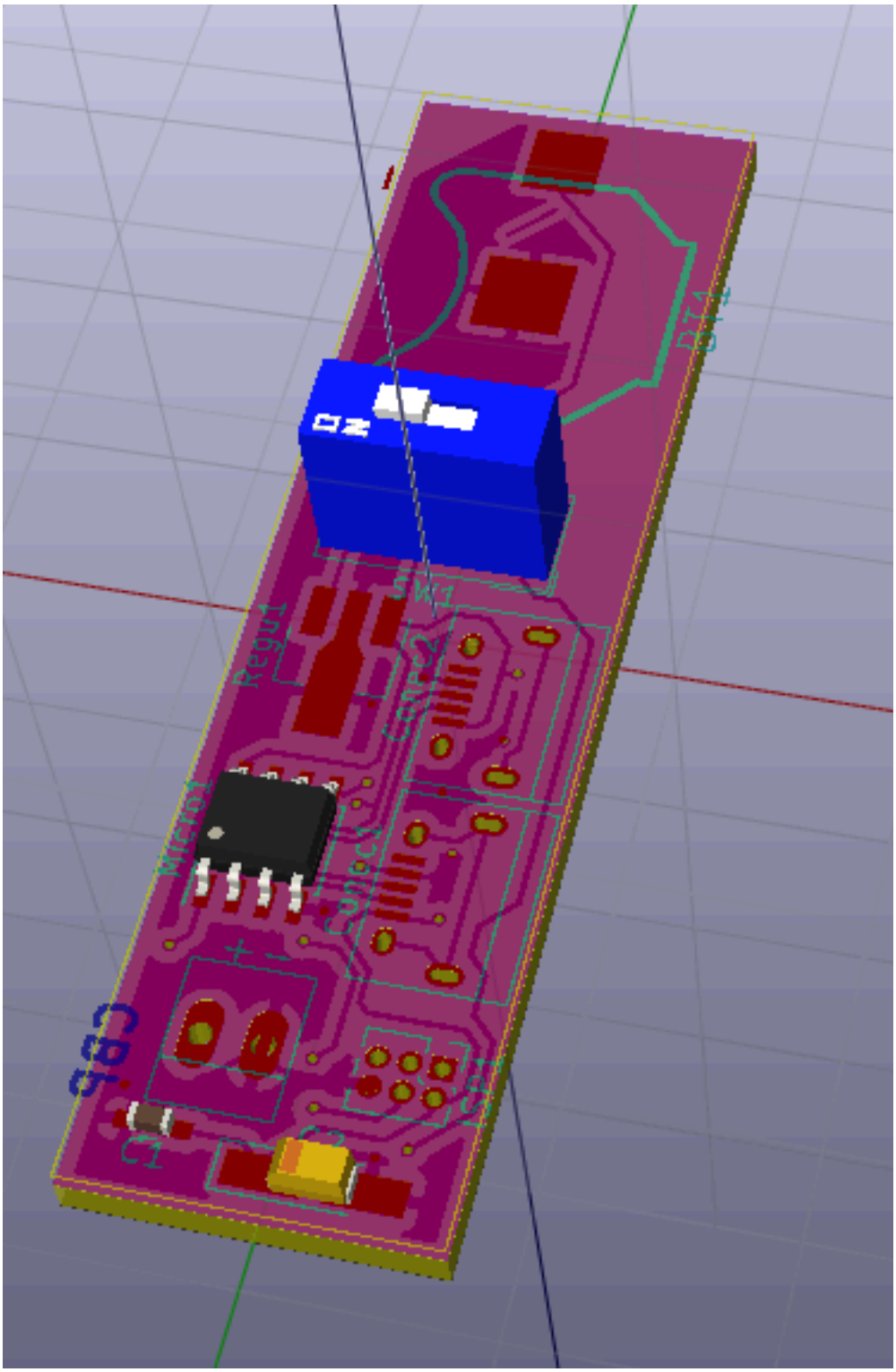


Figura 42 Diseño final de PCB vista en 3D

Para finalizar en la figura 43 se muestra el diseño final de la PCB que se dio, a hacer en OSH PARK, y este es el resultado final.

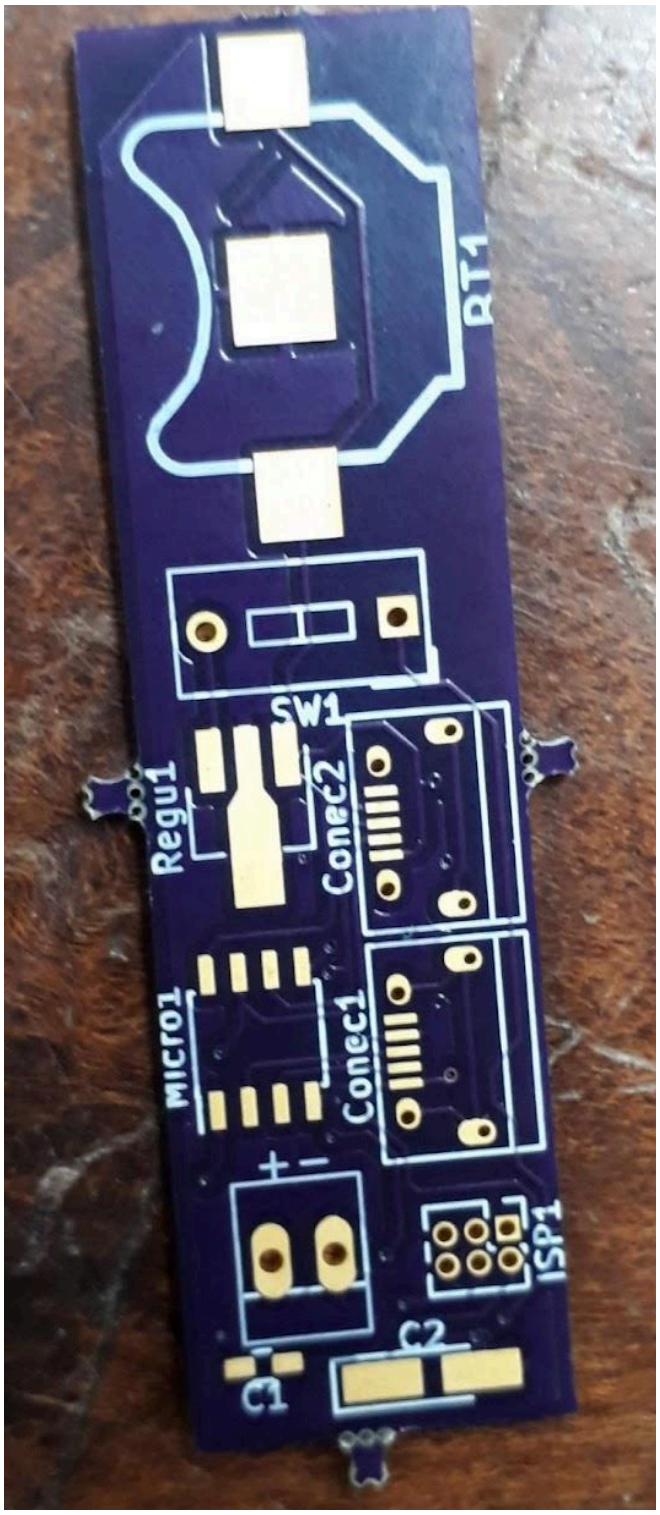


Figura 43 Placa de control

Después de tener la PCB lista, lo siguiente es soldar los componentes que se ocuparan, para que este funcione correctamente.

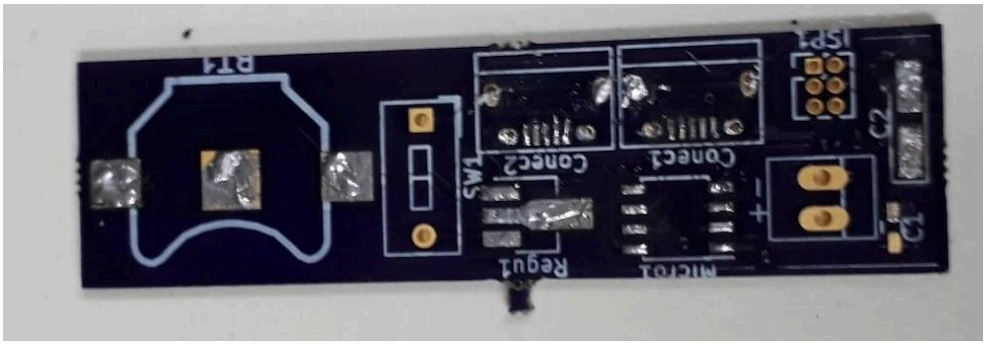


Figura 44 PCB de control con capa de estaño

En la figura 44 se muestra la PCB con una capa de estaño, esto es el primer paso para poder hacer una soldadura SMD[12], posteriormente con una pinza se colocan un dispositivo a la vez, para después soldarlo con un blower que es una pistola que dispara aire caliente, el cual este derrite el estaño y es cuando permite que el dispositivo se suelde, luego de terminar con cada uno de los componentes el resultado es la figura 45.

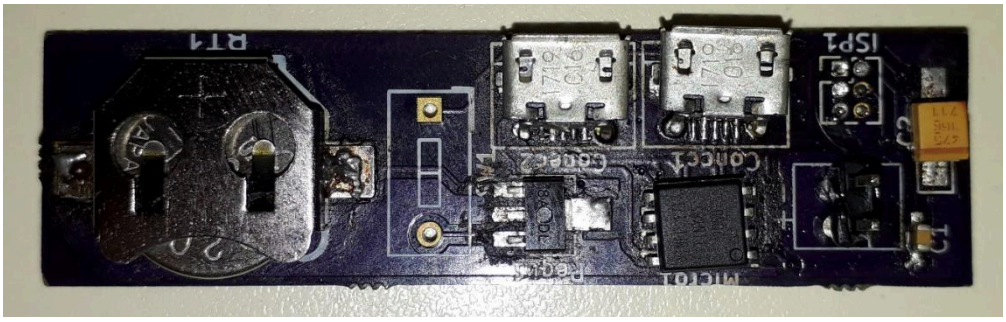


Figura 45 PCB con todos los componentes soldados

[12] SMD(Surface Mount Device o en español dispositivos de montaje superficial). Es un método para producir circuitos electrónicos en que los componentes están colocados o montados directamente sobre la superficie de placas de circuito impreso.

6.8. Programación de attiny85

Para este apartado se utilizó un arduino UNO, que se conectó a la computadora para utilizarlo como programador ISP, para poder grabar el programa en el microcontrolador Atmel. El arduino UNO logra esto ya que en las librerías que posee el IDE de arduino tiene una llamada “arduinoISP”, en esa librería es la que nos permite la programación del attiny85.

En la figura 46 se muestra la configuración de pines que tiene ISP, para poder programar el attiny85 se realizó el diagrama de la figura 47.

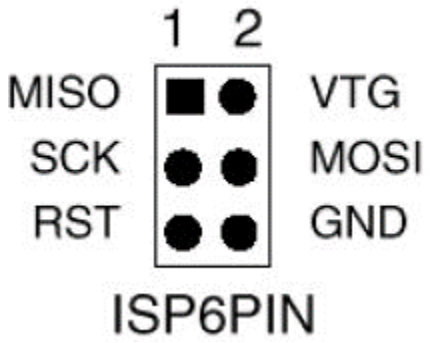


Figura 46 Configuración de pines ISP de 6

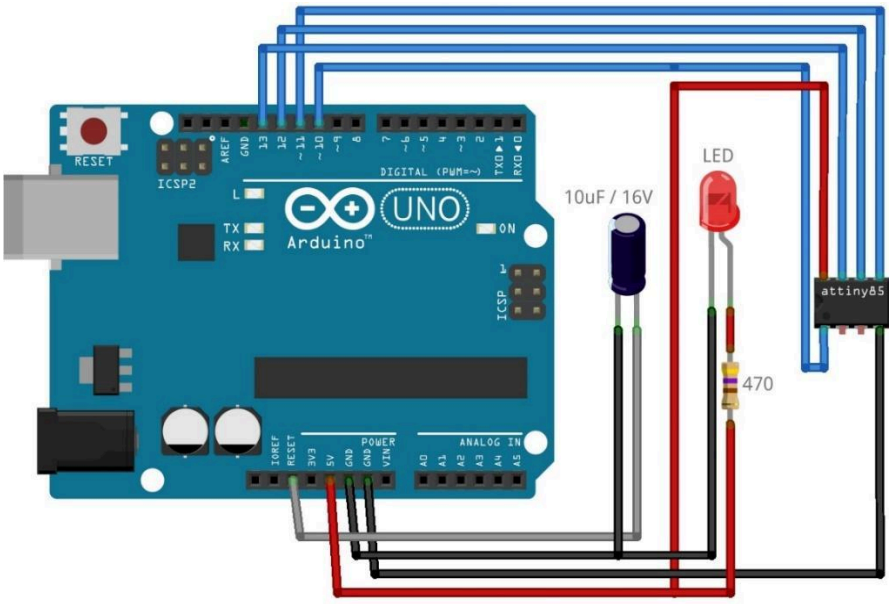


Figura 47 Conexiones ISP para programar attiny85

6.9. **Diagrama de flujo**

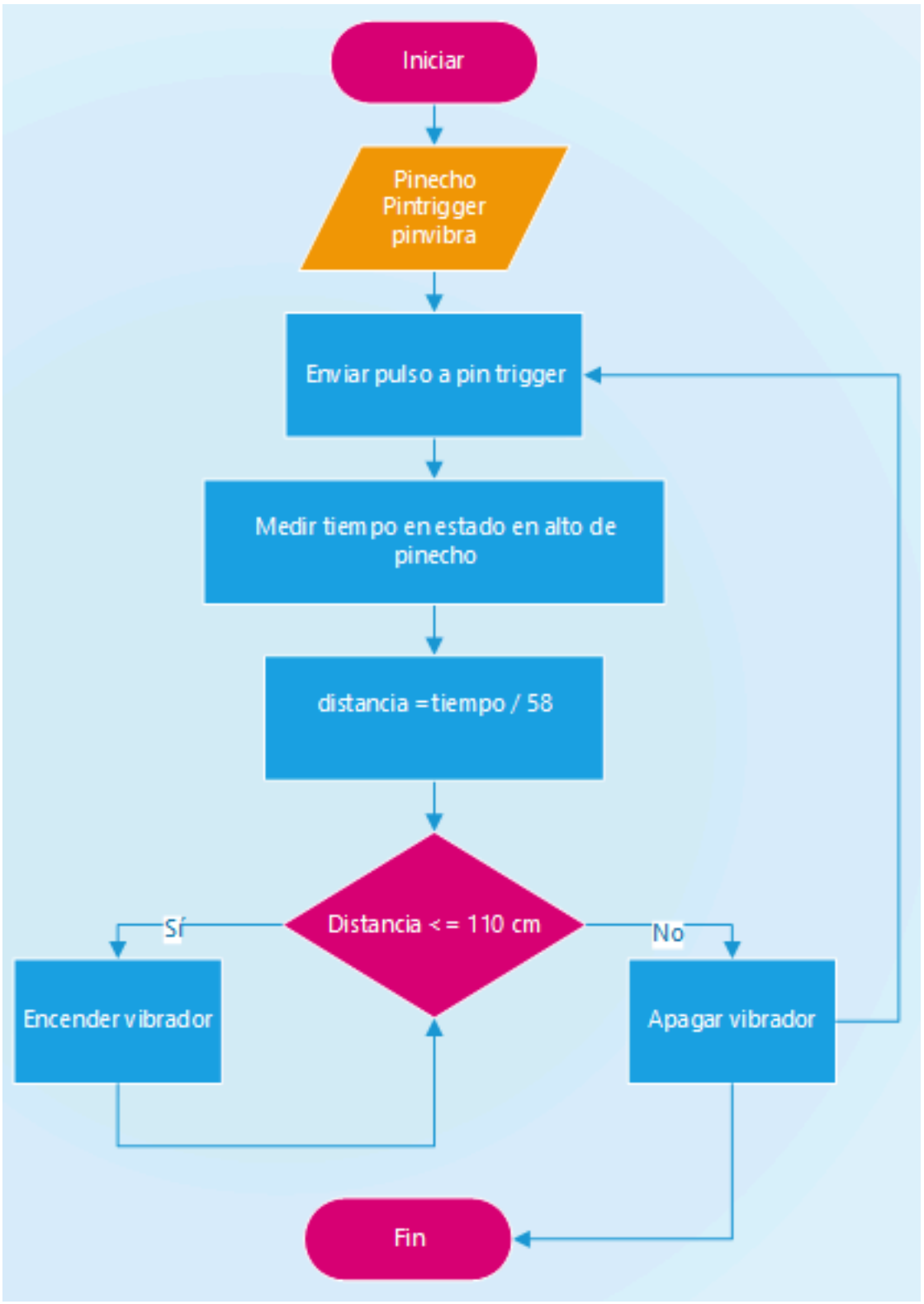
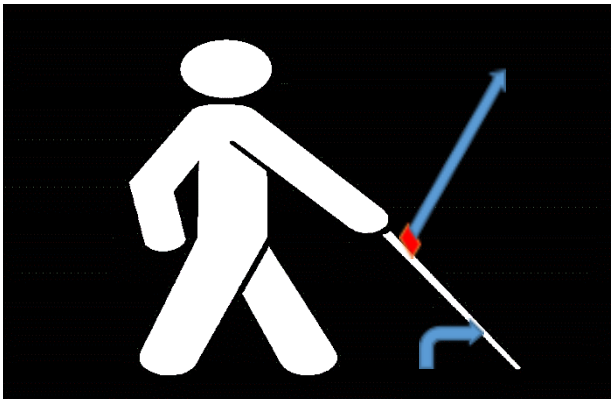


Figura 48 Algoritmo del código

En la figura 48, es el algoritmo de cómo trabaja el código (este código se realizó con el IDE de Arduino), que posee el attiny85 para poder trabajar de la manera adecuada según los requerimientos que nos aportaron las personas de la Organización de Ciegos de Nicaragua. En la primera parte se designaron 3 variables: pinecho, pintrigger y pinvibra, los dos primero es para la configuración del sensor hc-sr04. Este para poder funcionar se le asignaron dos pines, el pin trigger es donde manda una señal PWM de dos pulsos en estado alto que dura 10 uS, esto provoca que el sensor mande una señal de audio, y en el pin echo es donde el capta la señal que ha rebotado en X objeto, ya que para medir el tiempo se necesita el pin echo en estado alto, por lo que el pulso es proporcional a la distancia medida, y para poder calcular la distancia, se sabe que la velocidad del sonido es de 340 M/S o 29 uS por centímetros, y el tiempo que tarda en ir y venir la señal al señor es de 58 uS, entonces se toma la señal captada por el pin echo y se divide con 58, el resultado nos dará una medida en cm.

Posteriormente de que el sensor nos proporcionara medidas según la distancia en donde X objeto estuviera colocado, en el programa se ubicó una sentencia “if” para que el programa tuviera una condición, que cuando detectara objetos menores o igual a 110 cm o 1.1 m, por lo que, si la sentencia que se acción ocurría, que activara el pin vibra.



6.10. Case del Módulo

El diseño de las diferentes piezas que conforman el case se diseñaron en OpenSource FreeCAD, y como objetivo de diseño del case se deseó que fuera lo más compacto y pequeño posible para el momento de ensamblaje en el bastón blanco para mantener el delgado natural del bastón blanco [24]. Para poder ensamblar y encajar el case del módulo en el bastón se diseñaron 3 piezas:

- La Tapa
- La caja
- La placa de agarre y unión

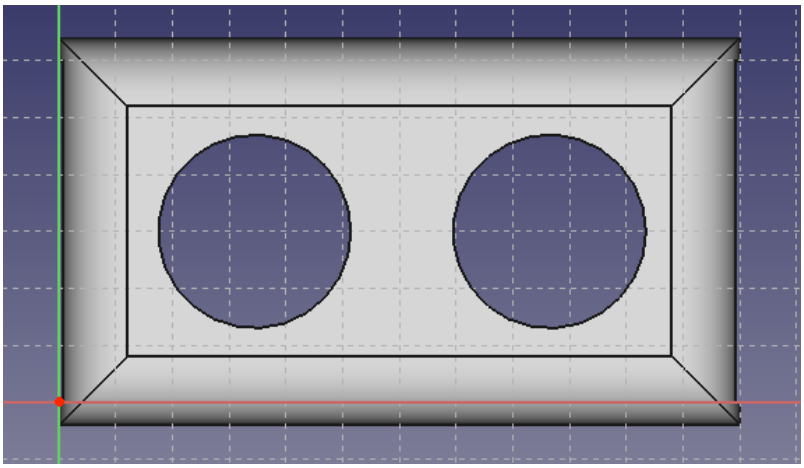


Figura 49 Diseño de la tapa vista desde el exterior

En la figura 49 se muestra el resultado final de la tapa del case, la cual cuenta con los 2 orificios con un radio de 8 mm para la entrada del Emisor y Receptor del Sensor Ultrasónico. En los 4 bordes de la tapa se le hizo un redondeo superior a los 5 mm para que se aprecie un diseño más fino y redondo conforme a las curvas del bastón.

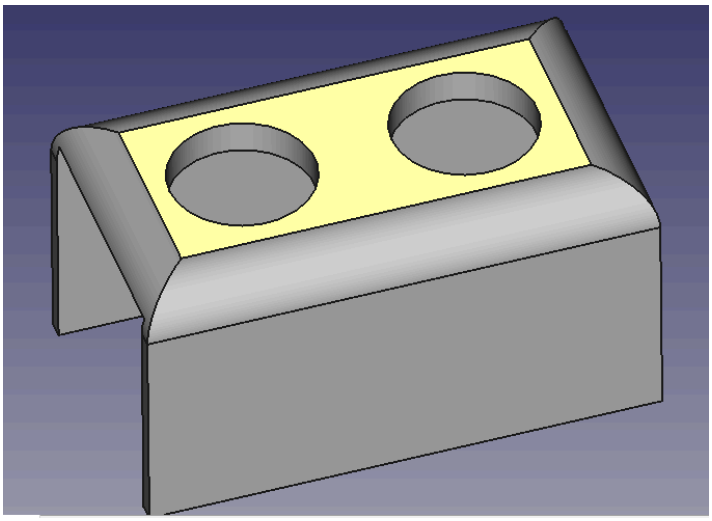


Figura 1 Vista superior de la tapa

En la figura 50 se observa el resultado final del diseño de la tapa. Algo notorio en la tapa es las paredes de los lados, las cuales cubrirán toda la caja a 2 lados de ella la cual proporcionara un case ajustado a la medida y que proveche al máximo los milímetros en el diseño.

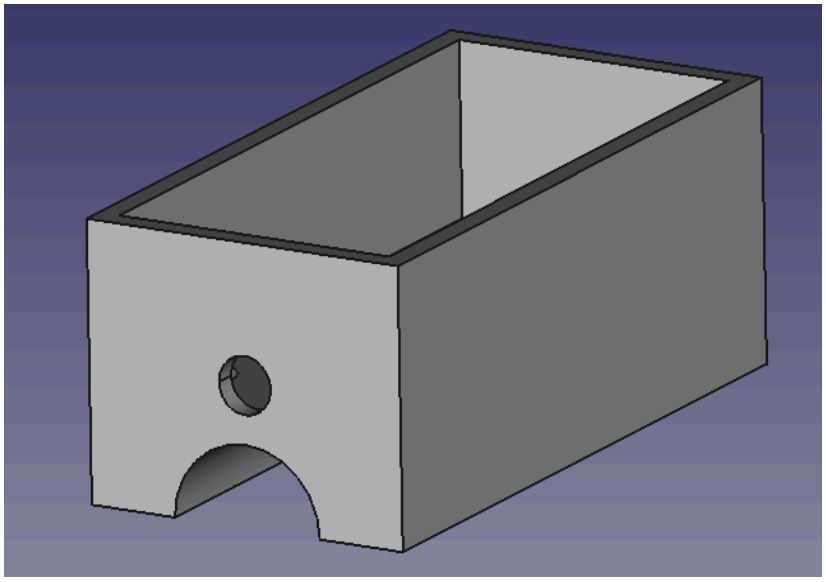


Figura 2 Caja de componentes. Vista desde su esquina

En la figura 51 se muestra la caja de componentes. Para su idea de diseño se optó por dar 2 mm de grosor a las paredes del case para una buena resistencia. Se le abrió un pequeño agujero para la colocación de los cables del panel solar.

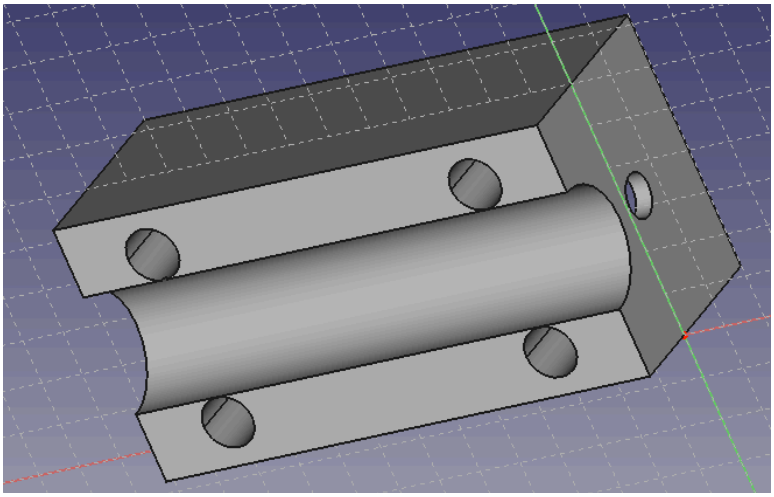


Figura 3 Vista de caja desde la parte inferior

La figura 52 muestra el diseño de la caja en FreeCAD. La caja tiene un rectángulo como figura base, la cual tiene unas dimensiones de 60 mm de largo, 30 mm de ancho y 26 mm de altura. Si observamos muy detenidamente nos percataremos de unos cuadros finos alrededor de toda la imagen. Cada cuadro indica una distancia de 5 mm, la cual se puede observar 12 cuadros de borde a borde dando el largo del case. En la parte inferior se aprecia un semicírculo de 180 grados con radio de 8 mm para la entrada justa del cuerpo del bastón. Los 180 grados restantes están diseñados en la placa de agarre y unión.

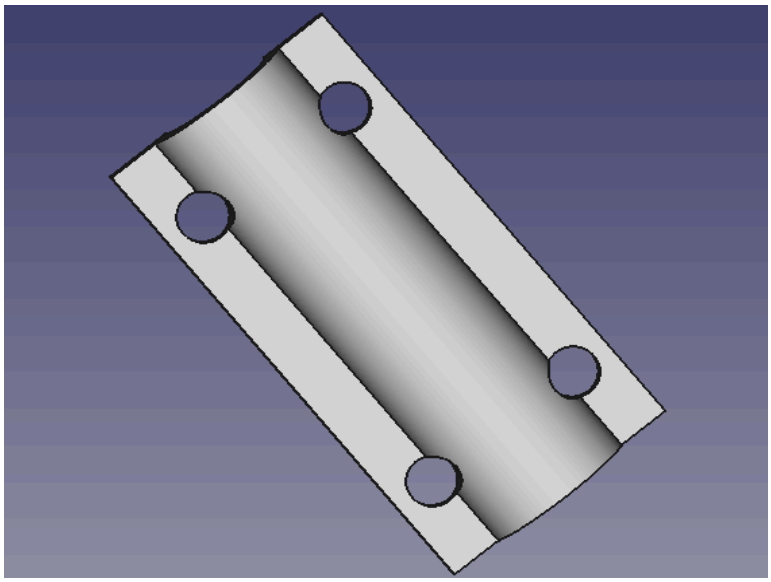


Figura 4 Placa de agarre y unión. Vista desde la parte inferior.

La figura 53 muestra los 4 orificios de los tornillos que sirven para afianzar todas las piezas en ella. Los orificios de los tornillos poseen un radio mayor a 3mm y el radio del semicírculo donde se colocará el cuerpo del bastón blanco tiene un radio de 0.8mm.

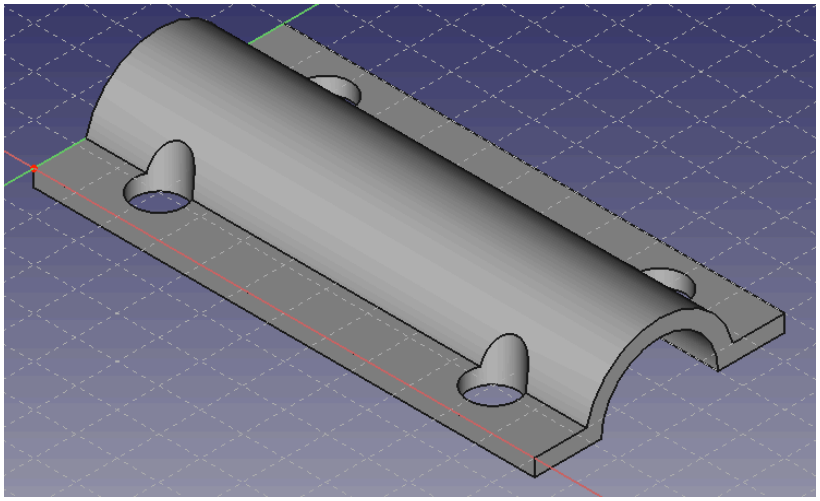


Figura 5 Placa de agarre y unión vista desde la parte inferior

En la figura 54 se aprecia el semicírculo de 180 grados que hace que se complemente con el semicírculo de la caja, dando una firmeza al case. La figura 55 nos hace ver como en FreeCAD se tiene la ventaja de que si puede regresar a los primeros pasos del diseño para ya hacer alguna modificación en la figura. Los pasos y avances del diseño se ven reflejados en la ventana que dice “Etiquetas & Atributos” y cada pestaña contiene pasos anteriormente realizados.

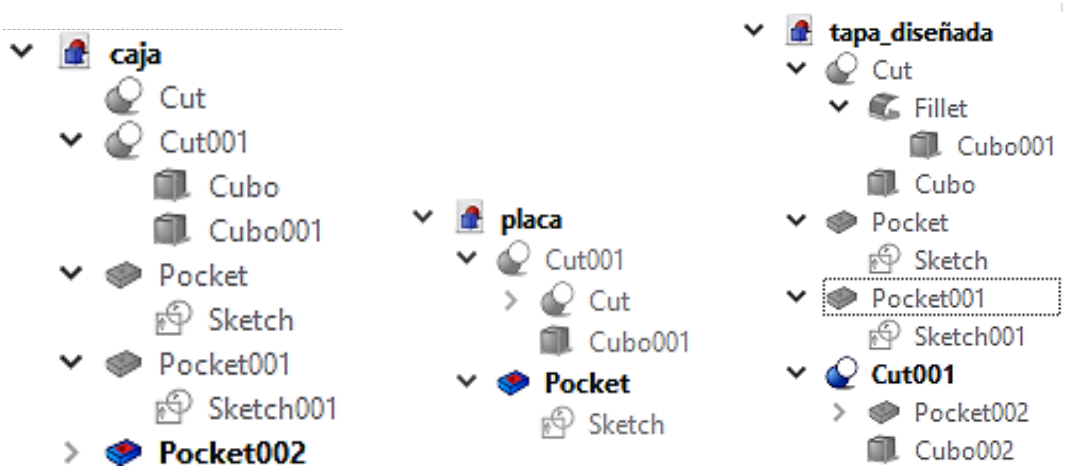


Figura 6 Etiquetas y Atributos de los diseños de las distintas partes del case

Ya teniendo los diseños terminados y deseados se prosigue a exportar los archivos STL que serán enviados a la impresora 3D. En la figura 56 se muestra los tipos de archivos FCSTD correspondiente a FreeCAD y los STL exportados de FreeCAD.

Nombre	Tipo	Tamaño
caja	Archivo FCSTD	32 KB
caja	Archivo FCSTD1	22 KB
caja	Cura.model.STL	34 KB
caja_prueba	Archivo FCSTD	22 KB
placa	Archivo FCSTD	44 KB
placa	Cura.model.STL	36 KB
tapa	Cura.model.STL	53 KB
tapa_diseñada	Archivo FCSTD	69 KB
tapa_diseñada	Archivo FCSTD1	63 KB

Figura 7 Archivos .STL exportados de FreeCAD para impresiones 3D

En la figura 56 Muestran el momento en que las piezas se están imprimiendo en 3D.

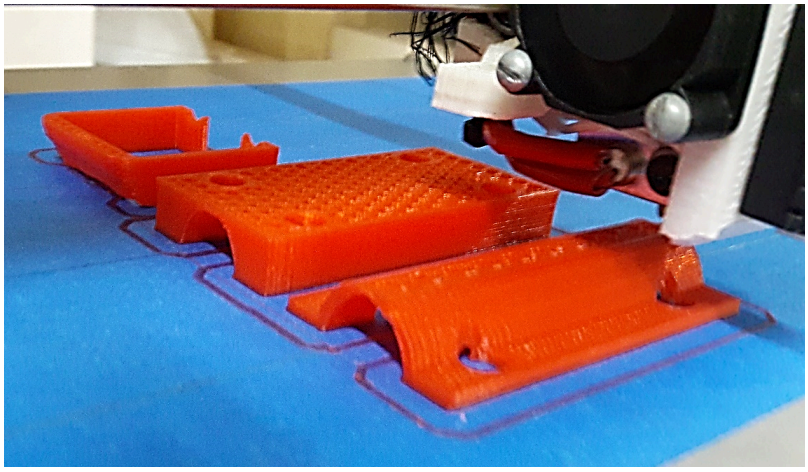


Figura 8 Impresiones de las piezas en Impresora 3D

En la figura 57 se presenta el proceso de fundición del plástico para diseñar la placa de agarre y Unión.

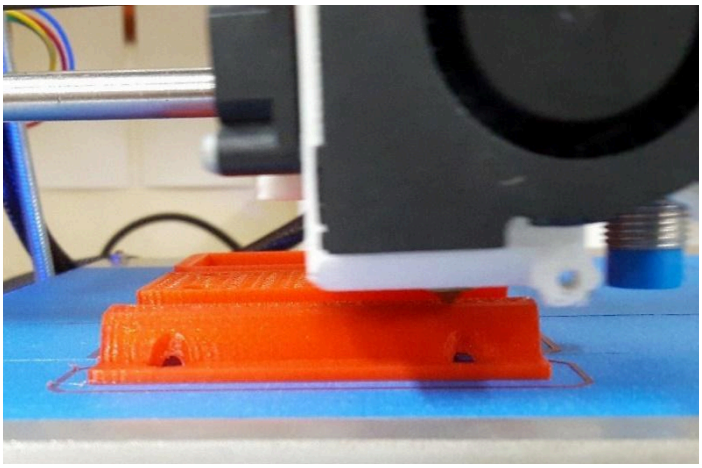


Figura 9 Proceso de impresión 3D de la placa de agarre y unión.

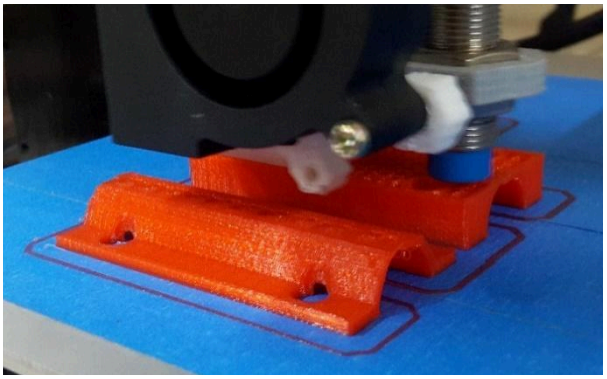


Figura 10 Vista desde la derecha de la impresión 3D de las piezas

Tanto en la figura 59 y 60 se aprecia la elaboración e impresión 3D de las piezas vista desde el lado derecho e izquierdo. La duración de la impresión de las piezas es de alrededor de las 3 Horas.

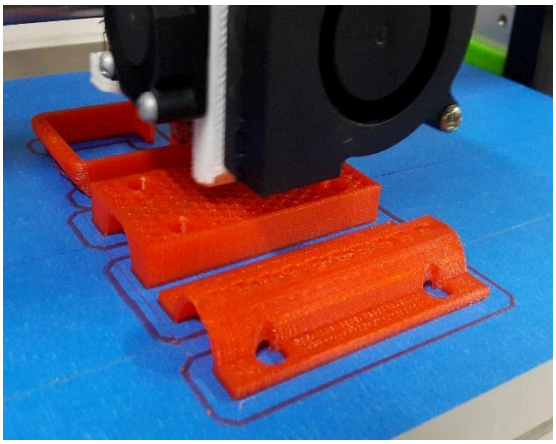


Figura 11 Vista desde la izquierda de la impresión 3D de las piezas

El resultado final de las piezas impresas dio un encaje planeado, solido, con firmeza y con buena estética. Se prosiguió a insertar los componentes dentro de la caja como el sensor, la tarjeta y el vibrador. En la figura 61 se aprecia el acabado final de las piezas de la caja y ensamblándole el sensor y la tarjeta.

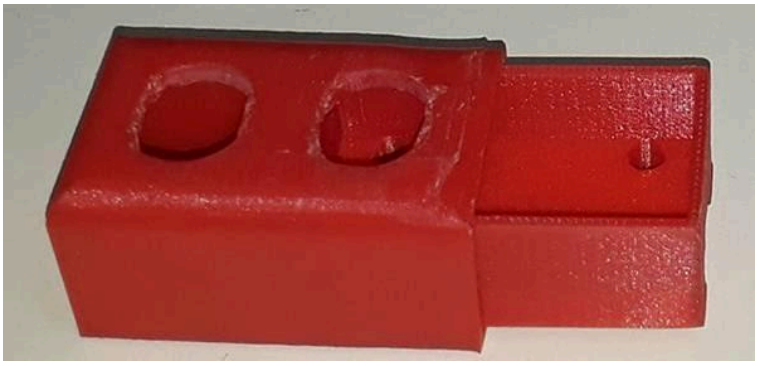


Figura 12 Resultado final de la impresión 3D

En la figura 62 se observa como las piezas están acabadas y listas para hacer el correspondiente ensamblaje de todos los componentes junto con el panel solar.



Figura 13 Piezas de la caja del módulo y el panel solar.

6.11. Integración

En esta sección se integrarán todas las partes que se realizaron en la sección de diseño; el sensor, vibrador, la PCB de control, el panel solar y el case, todo eso en uno solo. Para poder logar la integración primero se probó la tarjeta de control, el sensor y el vibrador, esto para ver estaba funcionando correctamente la parte electrónica y el programa que se realizado.

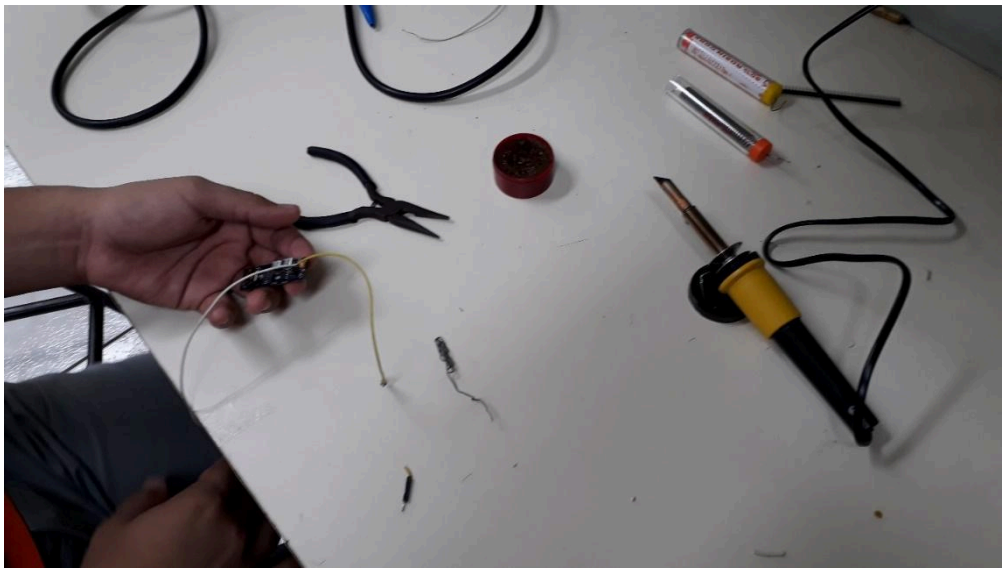


Figura 14 Preparando tarjeta de control para conectarlo con sensor y vibrador

En la figura 63 se muestran herramientas y la tarjeta de control, que se preparaba para conectarlo con el sensor y el vibrador. Luego de todo esto se conecta al sensor para poder realizar la prueba, el resultado es la figura 64.

En esta misma, como en la programación se había establecido 1.1 m para que activara el vibrador, el sensor se colocó hacia arriba, para que detectara X objeto en esa misma posición, para realizar la prueba de funcionamiento con un cartón que se colocó en la parte superior del sensor y el resultado es que 100% funcional, por lo que al ubicarse el cartón es sistema inmediatamente activo el vibrador.

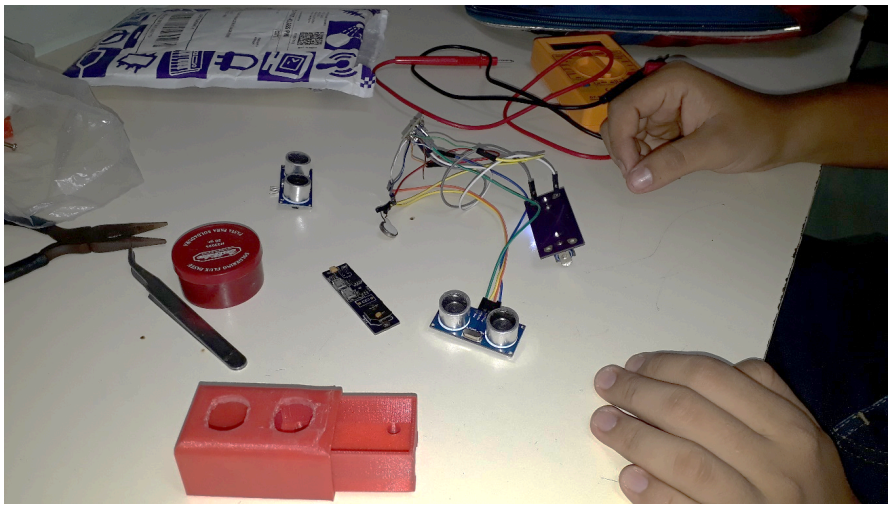


Figura 15 Prueba final de tarjeta, sensor y vibrador

Luego se colocó todo este sistema dentro del case, que anteriormente se había diseñado, en este apartado no se tuvo necesidad de probar si calzaba bien, puesto que, esta misma se había diseñado con las medidas exactas. Después se conectó el panel a la tarjeta por un orifico que tiene el case, el resultado de la integración del sistema se denota en la figura 65.

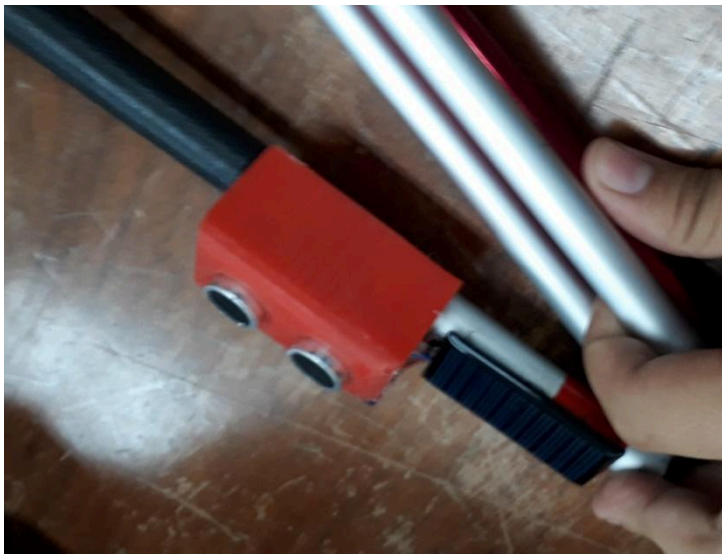


Figura 16 Integración del módulo en baston blanco



Figura 17 Módulo electrónico con bastón plegado

En la figura 66 se muestra el bastón plegado, con el módulo electrónico y con su panel solar para que, este pueda cargarse y se denota que la integración del módulo electrónico en bastón blanco fue un éxito.

Al igual que cuando la tarjeta de control estaba fuera del case, dentro de este su funcionamiento es el mismo, pero ahora la vibración se siente por todo el bastón. Cabe destacar que se configuro 1.1 m, de rango de detección porque es una medida promedio con respecto a las personas, esta medida se consideró solo de la parte superior de su cuerpo.

CAPITULO 7. Resultados

Los resultados que se realizaron fueron, con las personas de la Organización de Ciegos de Nicaragua, ya que ellos eran los que tenían que probar el módulo colocado en el bastón blanco.

Por lo tanto, se realizó una encuesta según la escala de Likert, que consta de 7 pregunta, y cada pregunta tiene 5 ítems, estos constan de una puntación del 1 al 5, 1 con respuestas negativas y 5 con respuestas positivas, esto según el tipo de pregunta. Se les dio el bastón con el módulo, para que lo utilizaran el tiempo que ellos determinaran necesario para poder después valorar el módulo con el bastón. Luego se les realizo la encuesta y determinar el impacto que tendría el módulo.

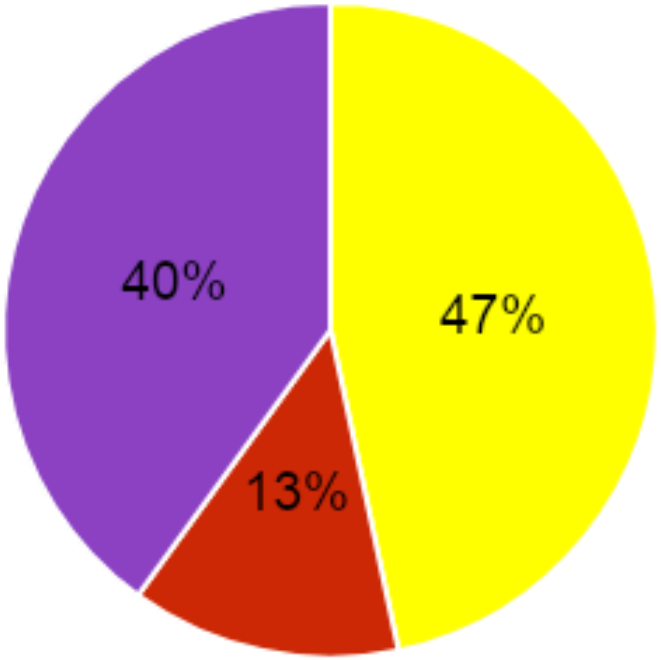
Cabe destacar que se les realizo la encuesta a 40 personas, estas misma claro está que también probaron el módulo. Luego de haber terminado las encuestas, se presentarán los resultados de cada pregunta atreves de un diagrama de pastel por cada pregunta. En la figura 67 se muestra una persona ciega usando el módulo.



Figura 18 Persona ciega realizando pruebas con el módulo

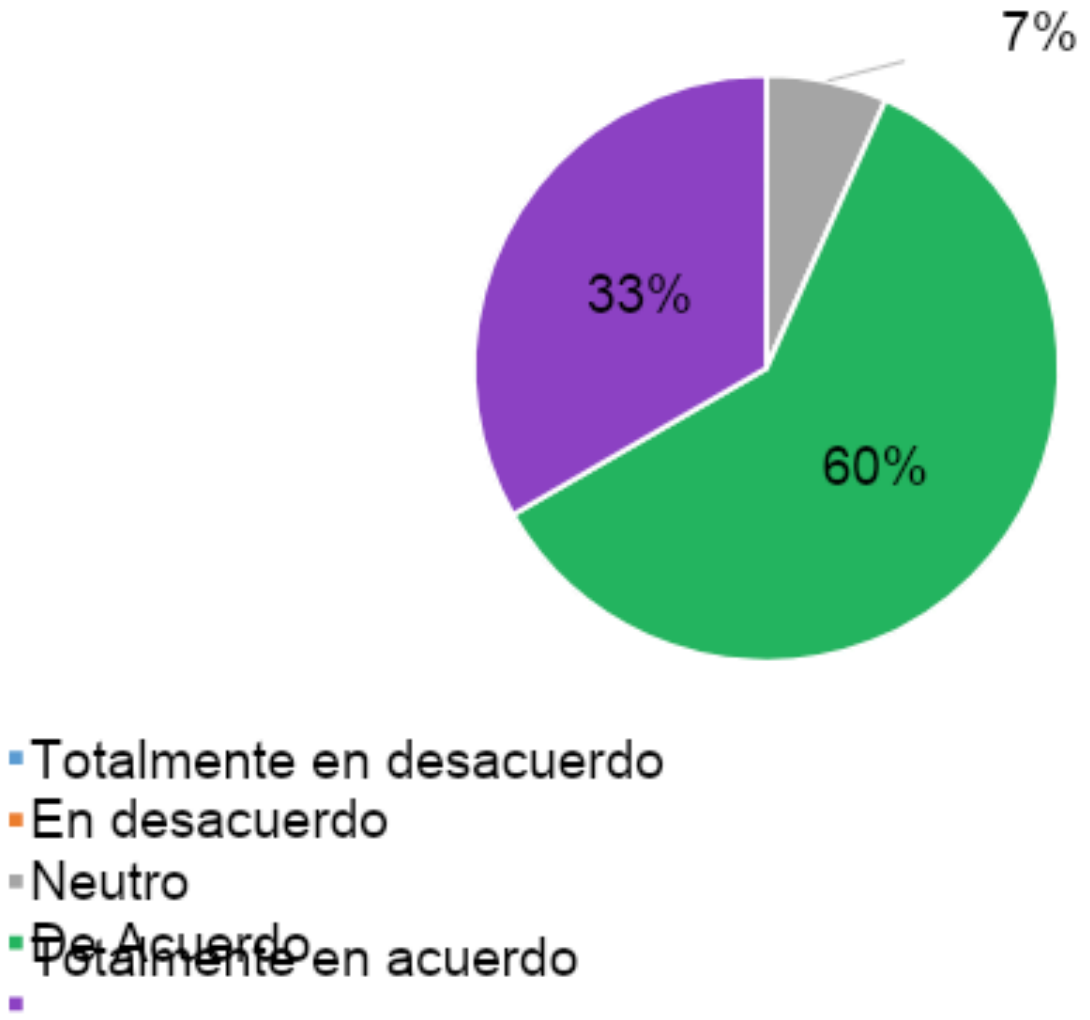
A continuación, se mostrará los resultados de la encuesta.

1. ¿Cómo siente usar por primera vez el modulo?

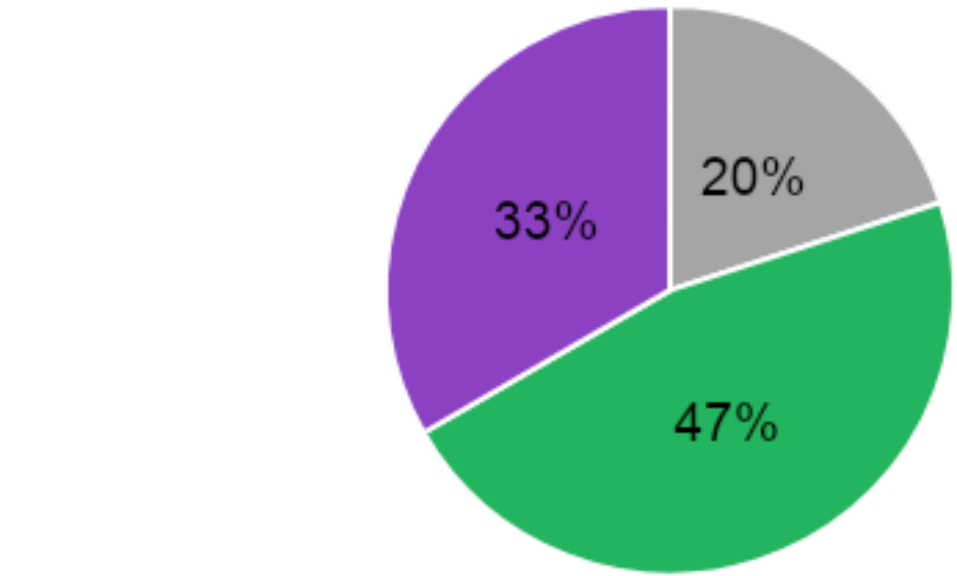


- Nula Capacidad de Respuesta
- Sin demasiada capacidad de respuesta
- Capacidad de respuesta moderada
- Gran Capacidad de Respuesta
- Excelente Capacidad de Respuesta

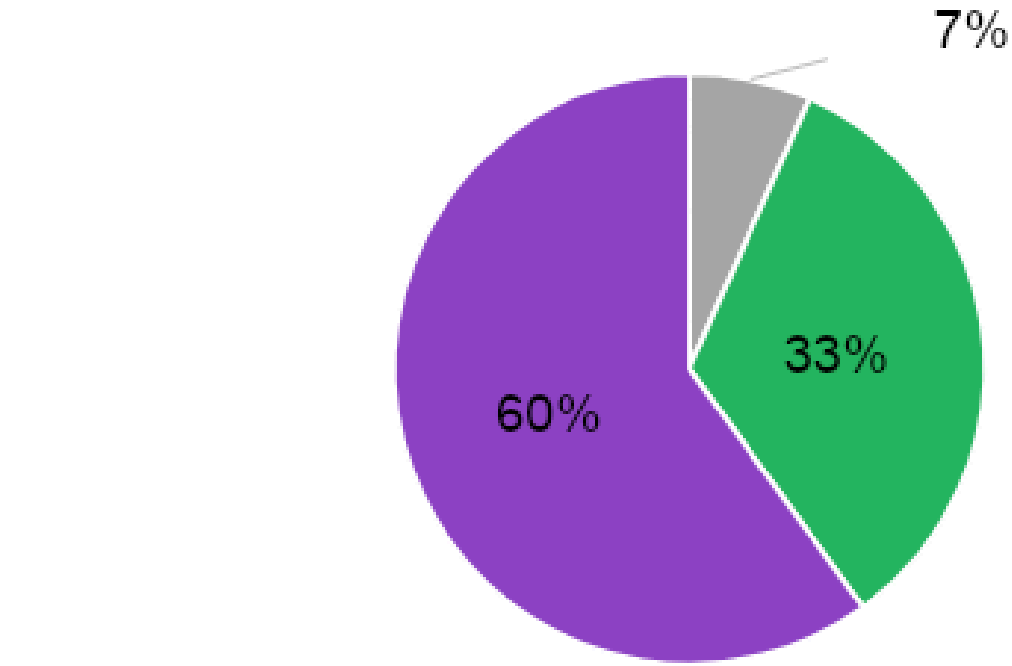
2. Durante su uso, ¿El dispositivo funcionó correctamente?



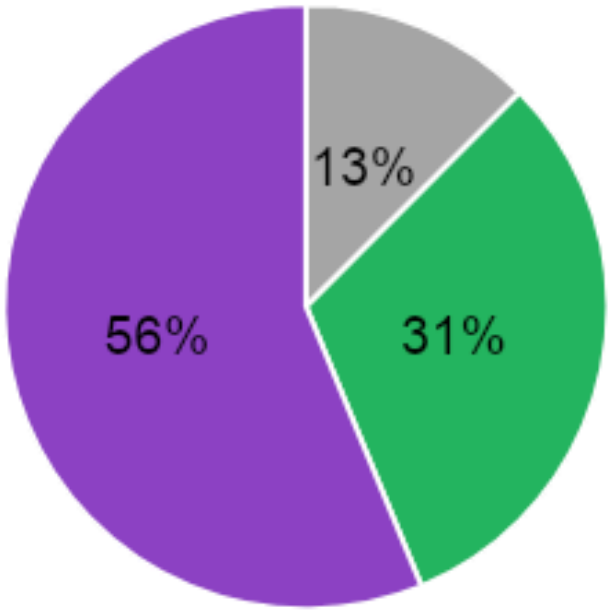
3. Después de haber utilizado el módulo, ¿Sigue creyendo que podria golpearse con un objeto?



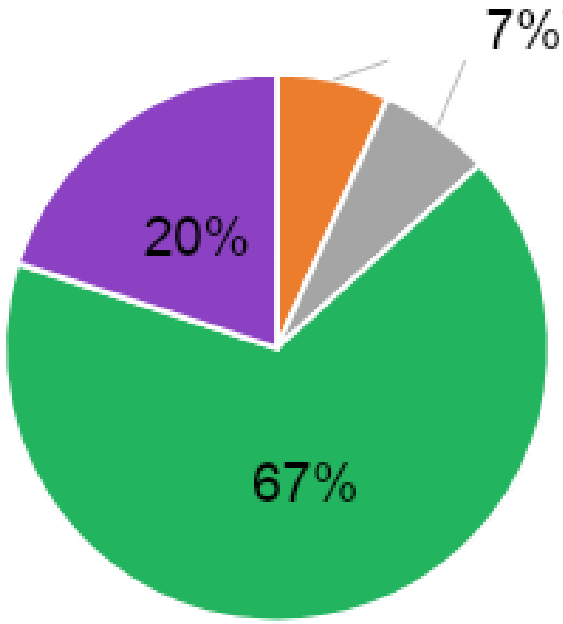
4. ¿Preferiria usar el baston blanco sin el módulo de deteccion?



5. ¿Utilizaria este módulo a diario?

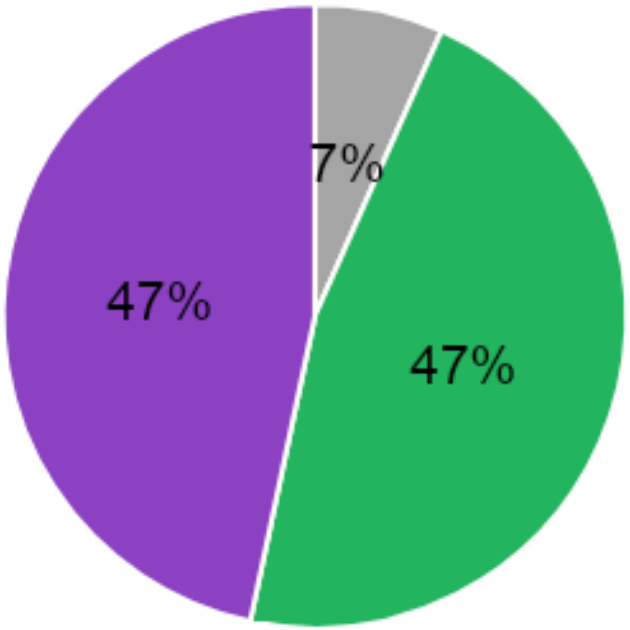


6. Después del uso del módulo, se siente seguro al circular, y a no golpearse con ningun objeto.



- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutro
- De acuerdo
- Totalmente en acuerdo

7. ¿Compraria un producto final de este prototipo?



Luego de presentar cada gráfico, se denota que la aceptación que tuvo el módulo electrónico fue casi excelente, y claro está que cada persona compraría un módulo si está a un precio notorio para su economía.



Figura 19 Otra persona probando el módulo en el interior de la Organización

También se denoto que el primer uso del módulo con el bastón, les cuesta a similar ya que no están acostumbrados a usar este dispositivo, pero después a los minutos se acostumbran a este, nos dijeron que también necesitarían entrenamiento para dominarlo perfectamente.

Después de probar el módulo, estos se sintieron más seguros de circular por calles ya que dicen que no se golpearan con este dispositivo en las calles. En la pregunta 4, resulto que las personas ciegas utilizaran el módulo, ya que prefieren usar el bastón con este dispositivo, y esto lo dijeron el 93%, el otro porcentaje dijo que es probable que lo utilizarían, pero nunca que no lo utilizarían, claro esta pregunta va de la mano con la siguiente el número 5, ya que el 87% de las personas utilizarían el módulo a diario, ya que tienen menos probabilidad de golpearse con un objeto, pero el 13% restante nos planteó que no lo utilizarían a diario porque ya tienen algunos lugares que lo conoces al 100%, y uno de esos es

la Organización de ciegos de Nicaragua, pero sí que lo ocuparían en lugares en donde ellos considerarían, que estarían más propensos a golpearse.

En la pregunta número 6, el 87% planteo que con este dispositivo se sienten más seguros de circular por las calles ya que, creen que no se golpearan con él, pero el porcentaje restante planeta que no pueden darle mucha confianza al dispositivo, pero si lo andarían por lo que estos les aumentarían las posibilidades de que no se golpee.

Para finalizar todos comprarían el dispositivo, si y solo si los costos de este son accesibles, en anexos se adjuntará el costo de este prototipo.

8 Conclusiones

Se han recolectado de manera exitosa todos los requerimientos necesarios que demandaban las personas ciegas para la elaboración del módulo electrónico para la detección de obstáculos.

El prototipo se diseñó con respecto a los requerimientos obtenidos. Al realizar las pruebas funcionó correctamente al momento de detectar los obstáculos aéreos por las variedades de pruebas que realizaron las personas ciegas, dentro de la Organización y en las calles públicas. Las pruebas duraron entre 3 minutos a 15 minutos.

La integración del módulo al bastón blanco brindó a las personas ciegas más confianza de circular por las calles, porque creyeron que no se golpearían la parte superior del cuerpo, dándoles mayor seguridad al desplazarse por las calles.

9 Recomendaciones a futuros trabajos

Los aspectos a mejorar son los siguientes.

- Que tenga protección para el agua, ya que trabajara en la intemperie y se necesita que trabaje en momentos de lluvia, y este no sufra daños.
- Crear un manual de uso mediante el sistema de lectura braille para que se informen acerca del uso del módulo.
- Ya que el módulo es un instrumento que nunca han utilizado las personas ciegas, se recomienda realizar un manual (en braille), para que estas puedan guiarse en las instrucciones que platea el diseñador del dispositivo. Además, bríndale una capacitación de utilización del módulo a las personas ciegas.
- Se recomienda reducir el tamaño del módulo ya que brindara mejor confort al momento de estar utilizando este. También para este mismo apartado se plantea el cambio del sistema de insertar el módulo en el bastón blanco para que este pueda ser removido más fácilmente y en el momento que desee el usuario.
- Mejoramiento del diseño del módulo, esto para dar una mejor presentación y contener de manera más firme los componentes internos del módulo. Además de integrar en el case el panel solar.

10. Bibliografía

[1] varieduca. (s.f.). *Historia del Bastón Blanco: la Orientación y Movilidad.* Obtenido de https://varieduca.jimdo.com/orientaci%C3%B3n-y-movilidad/historia-del-bast%C3%B3n-blanco-la-orientaci%C3%B3n-y-movilidad/

[2] Prodanis. (s.f.). *Venta de bastones blancos flexibles*. Obtenido de http://pronadis.mides.gub.uy/innovaportal/v/75577/16/innova.front/baston-blanco

[3] Organizacion mundial de salud y banco mundial. (2011). *Informe mundial sobre la discapacidad.* Organización Mundial de la Salud.

[4] Fuentes, C. M. (s.f.). *AYUDAS TÉCNICAS PARA PERSONAS CIEGAS Y DEFICIENTES VISUALES.* España: Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica.

[5] Newsletter. (1 de Septiembre de 2010). *Una Breve Historia de los Sistemas de Escritura Táctil para Lectores con Ceguera e Discapacidades Visuales*. Obtenido de http://www.tsbvi.edu/seehear/spring06/history-span.htm

[6] Impaired, T. S. (s.f.). *About Our School*. Obtenido de http://www.tsbvi.edu/about-tsbvi

[7] Aguilar, V. G. (2015). *Escuela para niños ciegos*. Obtenido de http://escninasciegas.blogspot.com/p/orientacion-y-movilidad_1.html

[8] Tecnoayudas. (s.f.). *Máquina de Escribir Braille PERKINS*. Obtenido de http://tecnoayudas.com/index.php/productos-discapacidad-visual/item/237-maquina-de-escribir-braille-perkins

[9] pais, E. (12 de Noviembre de 2008). Intel Reader, nuevo lector electrónico para ciegos. *El aparato convierte los textos en voz y cuesta 1.500 dólares*. Barcelona: Periodico gobal El pais.

[10] guia, E. d. (2017). *¿Cómo se entrenan los perros guía?* Obtenido de http://www.perrosguia.org.mx/comoseentrenan

[11] René Farcy, R. L. (2006). *ELECTRONIC TRAVEL AIDS AND ELECTRONIC ORIENTATION AIDS FOR BLIND PEOPLE: TECHNICAL, REHABILITATION AND EVERYDAY LIFE POINTS OF VIEW.*

[12] Red Global de Noticias . (s.f.). *Primo para introducir iSonic, su baston revolucionario para la discapacida visual*. Obtenido de http://us.aving.net/news/view.php?articleId=150585

[13] m, B. (2004). *TACTILE FEEDBACK NAVIGATION HANDLE FOR THE VISUALLY IMPAIRED.* FLorida: International Mechanical Engineering Congress.

[14] Tuexperto.com. (Octubre de 2007). *MYgo, un baston para invidente que sirve de lazarrillo electronico*. Obtenido de https://www.tuexperto.com/2007/10/03/mygo-un-baston-para-invidentes-que-sirve-de-lazarillo-electronico/

[15] Gadol, I. (2011). *Científicos israelíes desarrollan un "bastón virtual".* Israel.

[16] Soler, S. -M. (s.f.). *Orientación y Movilidad.*

[17] tipos, P. F. (s.f.). *energiza.org*. Obtenido de http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-paneles-fotovoltaicos-concepto-y-tipos

[18] Kicad, E. F. (s.f.). *Kicad*. Obtenido de http://kicad-pcb.org/discover/eeschema/

[19] Kicad, P. F. (s.f.). *kicad*. Obtenido de http://kicad-pcb.org/discover/pcbnew/

[20] Atmel. (2013). *Attiny85.*

[21] Mouser. (2017). *Mouser electronics*. Obtenido de http://www.mouser.com/ProductDetail/ON-Semiconductor-Fairchild/MC78L05ACHX/?qs=sGAEpiMZZMtUqDgmOWBjgKu8a7X7FsEiLhX9vazv2qg%3d

[22] ITeadStudio. (2010). *Ultrasonic Module HC-SR04.*

[23] Parallax. (2009). *Coin Vibration Motor.*

[24] Freecad, B. m. (s.f.). *Freecad*. Obtenido de Freecad: https://www.freecadweb.org/wiki/Basic_modeling_tutorial

11 Anexos



Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de electrotecnia y computación – FEC

Recinto universitario “Simón Bolívar”

Ingeniería electrónica

11.1 Encuesta sobre la pertinencia del módulo en bastón blanco

Esta encuesta esta dirigia a las personas afiliadas a la Organización de ciegos de Nicaragua, para que estas evaluen la pertinencia del módulo atravez de una serie de preguntas. Por lo que se evaluara según el criterio personal del afiliado, en donde cada pregunta tendra niveles para poder medir

1. **¿Como siente usar por primera vez el módulo?**

   Excelente capacidad de respuesta (5)

   Gran capacidad de respuesta (4)

   Capacidad de respuesta moderada (3)

   Sin demasiada capacidad de respuesta (2)

   Nula capacidad de respuesta (1)

2. **Durante su uso, ¿el dispositivo funcionó correctamente?**

Totalmente en desacuerdo (1)

En desacuerdo (2)

Neutro (3)

De acuerdo (4)

Totalmente en acuerdo (5)

3. **Después de haber utilizado el módulo, ¿sigue creyendo que podria golpearse con un objeto?**

   Muy probable (1)

   Bastante probable (2)

   Más o menos probable (3)

   No muy probable (4)

   Nada probable (5)

4. **¿Preferiria usar el baston blanco sin el modulo de detección?**

   Muy probable (1)

   Bastante probable (2)

   Más o menos probable (3)

   No muy probable (4)

   Nada probable (5)

5. **¿Utilizaria este módulo a diario?**

   Muy probable (5)

   Bastante probable (4)

   Más o menos probable (3)

   No muy probable (2)

   Nada probable (1)

6. **Después del uso del modulo, se siente seguro al circular, y confiado a no golpearse con ningun objeto**

   Totalmente en desacuerdo (1)

En desacuerdo (2)

Neutro (3)

De acuerdo (4)

Totalmente en acuerdo (5)

7. **¿Compraria un producto final de este prototipo?**

Muy probable (5)

Bastante probable (4)

Más o menos probable (3)

No muy probable (2)

Nada probable (1)

11.2 Costo estimado del prototipo

Costo para realización de este prototipo, aquí se incluyen el precio por unidad de cada dispositivo, además de agregarle los costos de envió.

Productos	Costos por unidad en C$
Attiny85	34
Capacitores	44
Conectores USB	40
Regulador de voltaje	10
Holdder de batería	19
PCB	70
Panel solar	75
Cases	200
Batería	15
Total	507

El costo para poder realizar este prototipo es de 507 córdobas, solo en materiales, aquí no se mete costos de diseño, ya que se elevarían mucho, y es solo para dar un estimado de por cuanto podría costar un módulo de estos.

11.3 Consumo energético

En este apartado se colocará un estimado de cuánto podría durar el circuito solo con una batería, cabe de destacar que por esta razón posee un panel solar para que este cargado la batería, y no se tenga la necesidad de cambiar la batería.

Para esto se tomaron solo componentes que consumen más energía, el microprocesador, el sensor y el vibrador.

- El microprocesador según el datasheet consume 20mA
- El sensor consume 70mA
- Vibrador 12mA

La batería que se utilizo es un AAA que tiene 1100mA, por lo tanto, con una fórmala de suma del mA que da 102mA de consumo, esto se divide por los 1100mA que tiene la batería y nos da como resultado 10.78 horas de duración suponiendo que el vibrador pase encendido siempre.

11.4 Fotos de encuetas realizadas









11.5 Antes y después del prototipo 1 al prototipo 2

