

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA
TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MECATRÓNICA

TEMA:

**“DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE APOYO PARA LA
MOVILIDAD DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL”**

AUTOR

Jéssica Beatriz Miño Valenzuela

DIRECTOR

Ing. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio, PhD.

**Ibarra – Ecuador
2020**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003838677		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MIÑO VALENZUELA JESSICA BEATRIZ		
DIRECCIÓN:	IBARRA		
EMAIL:	jbminio@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062605073	TELÉFONO MÓVIL:	0994783082

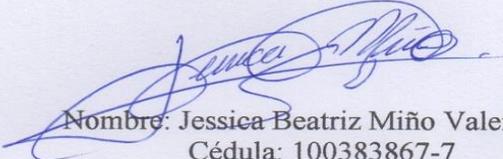
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE APOYO PARA LA MOVILIDAD DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL
AUTOR (ES):	JESSICA BEATRIZ MIÑO VALENZUELA
FECHA: DD/MM/AAAA	30 DE NOVIEMBRE DEL 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRÓNICA
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. BRIZEIDA GÁMEZ PhD.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 30 días del mes de noviembre de 2020

EL AUTOR:



Nombre: Jessica Beatriz Miño Valenzuela
Cédula: 100383867-7

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: “DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE APOYO PARA LA MOVILIDAD DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL”, certifico, que el presente trabajo fue desarrollado por la egresada Jéssica Beatriz Miño Valenzuela, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Brizeida Gámez', is positioned above a horizontal line.

Ing. Brizeida Gámez, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

En primera instancia quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte por abrirme sus puertas y así también a la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, a los docentes que son parte de la carrera quienes me brindaron sus conocimientos durante el tiempo que formé parte de esta prestigiosa institución.

A la Asociación de no videntes de Imbabura (ANVI), por abrirme las puertas de su institución y sus miembros por brindarme un poco de su tiempo.

De manera muy especial a mi tutor de tesis PhD. Brizeida Gámez por brindarme su tiempo, apoyo y guiarme durante el desarrollo de mi trabajo de titulación, a mis asesores MSc. Iván Iglesias y PhD. David Ojeda por su apoyo en el presente trabajo.

Jéssica Beatriz Miño Valenzuela

DEDICATORIA

Con todo mi cariño, el presente trabajo se lo dedico a mis padres por apoyarme durante toda mi vida estudiantil, especialmente a mi padre Telmo quien, con su amor incondicional y sacrificio, inculcó en mí un ejemplo de esfuerzo y dedicación, a mi madre Beatriz por creer en mí y la capacidad que tengo de cumplir las metas que me he propuesto.

A mi hermana Gaby, por apoyarme en todas las ocasiones en que pensé que no iba a superar los contratiempos por estar conmigo dándome ánimos y los momentos de necesidad dar todo de ella para que pueda continuar con mis estudios, a mi hermano menor Mateo por alegrar mis días, por su curiosidad e interesarse por las actividades que realizaba y con sus ocurrencias me motivaba a continuar con los proyectos y poderle mostrar cómo funcionan.

A mi novio Johao, que con su apoyo incondicional y solidaridad me ayudó a superar los obstáculos que se presentaban dentro y fuera de las aulas y quien me apoyo durante mi lesión para poder acudir a clases.

Especialmente este trabajo se lo dedico a mi abuelita María Esther un ángel que partió hace poco y quien siempre tuvo cariño, una golosina o un regalo para brindarme.

Jéssica Beatriz Miño Valenzuela

RESUMEN

Se presenta el diseño y construcción de un dispositivo de apoyo para la movilidad de personas con discapacidad visual, los cuales actualmente no se producen en el país. Para definir un modelo de dispositivo se establecen dos alternativas de solución, basadas en las especificaciones del sistema a diseñar. Se lleva a cabo la selección de la propuesta que cumpla con los requerimientos establecidos. Posteriormente, se realiza el diseño de los elementos del dispositivo con el software “Solidworks 2017”. Así mismo, se seleccionan los componentes electrónicos y se desarrolla el sistema de control. Se construyen los elementos que protegen los componentes internos y se ensamblan con componentes disponibles en el país. Como resultado se obtiene un modelo capaz de identificar los obstáculos físicos que pudiera encontrarse el paciente con discapacidad visual al desplazarse, además cuenta con la capacidad de ubicar la posición del usuario en caso de extravío, a través de un GPS, y como medida de seguridad envía un mensaje de texto a la persona registrada de acuerdo con la programación del equipo. La HMI (Interfaz Hombre Máquina) del dispositivo es sencilla e intuitiva; la programación se basa en un ciclo constante lo que implica que el dispositivo se mantendrá funcionando mientras se mantenga encendido y conforme se envíe la orden del rastreo GPS. Finalmente, cabe destacar que el modelo es fácil de manipular por el usuario, con un peso de 220 g; cabe destacar que el costo del dispositivo obtenido representa solo el 20% de lo que costaría un modelo importado con características similares.

Palabras clave: dispositivo, discapacidad visual, rastreo GPS.

ABSTRACT

The design and construction of a support device for the mobility of people with visual disabilities is presented, which are not currently produced in the country. To define a device model, two alternative solutions are established, based on the specifications of the system to be designed. The selection of the proposal that meets the established requirements is carried out. Subsequently, the design of the elements of the device is carried out with the "Solidworks 2017" software. Likewise, the electronic components are selected and the control system is developed. The elements that protect the internal components are built and assembled with components available in the country. As a result, a model is obtained capable of identifying the physical obstacles that the visually impaired patient may encounter when moving, it also has the ability to locate the user's position in case of loss, through a GPS, and as a safety measure. Send a text message to the registered person according to the team's schedule. The HMI (Human Machine Interface) of the device is simple and intuitive; the programming is based on a constant cycle, which means that the device will keep working as long as it is turned on and as long as the GPS tracking order is sent. Finally, it should be noted that the model is easy to handle by the user, weighing 220 g; it should be noted that the cost of the device obtained represents only 20% of what an imported model with similar characteristics would cost.

Keywords: device, visual impairment, GPS tracking.



ABSTRACT

The design and construction of a support device for the mobility of people with visual disabilities are presented, which are currently unproduced in the country. To define a device model, two alternative solutions are established, based on the specifications of the system to be designed. The selection of the proposal that meets the established requirements is carried out. Subsequently, the design of the elements of the device is carried out with the "Solidworks 2017" software. Likewise, the electronic components are selected, and the control system is developed. The elements that protect the internal components are built and assembled with components available in the country. As a result, it is obtained a model capable of identifying the physical obstacles that the visually impaired patient may encounter when moving, it also can locate the user's position in case of loss, through a GPS, and as a safety measure, send a text message to the registered person according to the team's schedule. The HMI (Human Machine Interface) of the device is simple and intuitive; the programming is based on a constant cycle, which means that the device will keep working as long as it is turned on and as long as the GPS tracking order is sent. Finally, it should be noted that the model is easy to handle by the user, weighing 220 g; the cost of this device represents only 20% of what an imported model with similar characteristics would cost.

Keywords: device, visual impairment, GPS tracking.



RAÚL RODRÍGUEZ

Reviewed by Victor Raúl Rodríguez Viteri

CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	ii
CONSTANCIAS	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	ix
CONTENIDO.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Justificación	4
1.4 Alcance	4
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Sentido de la vista.....	5
2.2 Discapacidad visual	5
2.2.1 Niveles de discapacidad visual	6
2.3 Rehabilitación visual	7
2.4 Orientación y movilidad de personas con discapacidad visual	8
2.5 Sistemas desarrollados para movilidad de personas invidentes	8
2.5.1 Bastón método para movilidad de personas con discapacidad visual	8
2.5.2 Tipos de bastón.....	9
2.5.3 Técnicas de uso del bastón	9
2.6 Perro guía.....	11
2.7 Necesidades que deben cubrir los prototipos de movilidad de personas invidentes.	11

2.8 Sistemas desarrollados para movilidad de personas invidentes	11
2.8.1 Propuesta para el método de visualización de información a distancia de un dispositivo de ayuda para caminar para ciegos	11
2.8.2 Prototipo SmartVision	12
2.8.3 Prototipo Blavigator	13
2.8.4 Prototipo de asistencia la movilidad de ciegos a través de ecolocación.....	13
2.8.5 Isonic.	14
2.8.6 Gafas para detección de obstáculos con sistema de ubicación en caso de emergencia y reconocimiento de billetes para personas con discapacidad visual..	15
2.8.7 Ultracane.....	15
2.8.8 Dispositivo OrCam My eye.....	16
ANTECEDENTES	16
CAPÍTULO II.....	20
MARCO METODOLÓGICO	20
Modelo de investigación.....	20
3.1 Diseño de investigación	20
Fase 1: Evaluación.....	20
Fase 2: Diseño de la estructura del dispositivo.....	21
Fase 3: Control del dispositivo	21
Fase 4: Construcción de los elementos para ensamblar el dispositivo	22
Fase 5: Validación del funcionamiento del dispositivo.....	22
CAPÍTULO III	23
RESULTADOS Y ANÁLISIS	23
4.1 Especificaciones del diseño	23
4.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	24
4.2.1 Primera alternativa de solución	24
4.2.2 Segunda alternativa de solución	26
4.3 Selección de la alternativa más apropiada.....	28
4.3.1 Descripción de los elementos que conforman la solución seleccionada	29
4.4 Control del dispositivo	36
4.4.2 Flujograma del funcionamiento del sensor.....	37
4.4.3 Flujograma de funcionamiento de la tarjeta sim	38
4.5 Diseño electrónico del dispositivo.....	40
4.6 Aspectos relacionados a la construcción y ensamblaje del dispositivo.....	40
4.6.1 Construcción de la carcasa del dispositivo	41
4.7 Construcción de la placa de alimentación del dispositivo.....	42

4.8 Ensamble del dispositivo	42
4.9 Pruebas de funcionamiento.....	44
4.9.1 Pruebas del sensor:	44
4.9.2 Prueba de la tarjeta sim 808.....	45
4.10 Análisis de resultados	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES	53
GLOSARIO DE TÉRMINOS	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Niveles de discapacidad visual en la provincia de Imbabura [4]	2
Figura 2.1 Los sentidos en la corteza cerebral humana [9]	5
Figura 2.2 Modelo dispositivo de ayuda para ciegos : a) Boceto posible diseño b) Funcionamiento del dispositivo [23]	12
Figura 2.3 Modelo SmartVision [24].	13
Figura 2.4 Bastón blanco electrónico del proyecto Blavigator [24].....	13
Figura 2.5 Prototipo de asistencia de movilidad para ciegos a través de ecolocación [25].	14
Figura 2.6 Dispositivo comercial Isonic [26].	14
Figura 2.7 Dispositivo gafas para detección de obstáculos con sistema de ubicación en caso de emergencia [27].	15
Figura 2.9 Dispositivo implementado en lentes OrCam My eye [29].....	16
Figura 2.10 Dispositivo voice [30]	17
Figura 2.11 Propuesta del dispositivo de movilidad voice stick [32].....	18
Figura 2.12 Dispositivo de movilidad voice stick [33]	19

Figura 4.1 Carcasa del dispositivo alternativa uno: (a) Tapa superior de la carcasa (b) Cuerpo de la carcasa.....	24
Figura 4.2 Esquema de los componentes internos de la tarjeta de la primera alternativa de solución.....	26
Figura 4.3 Carcasa segunda alternativa de solución (a) Cuerpo de la carcasa, (b) Tapa superior de la carcasa.....	26
Figura 4.4 Esquema de los componentes internos de la tarjeta de la segunda alternativa de solución.....	27
Figura 4.5 Ensamble del dispositivo	30
Figura 4.6 Vista isométrica con los componentes internos	30
Figura 4.7 Tarjeta Arduino [35].	31
Figura 4.8 Tarjeta sim 808 con antena GPS y GSM [36].....	31
Figura 4.9 Sensor de proximidad por ultrasonido LV-MaxSonar-EZ4 [37].	32
Figura 4.10 Micro motor vibrador tipo moneda [38].	34
Figura 4.11 Batería de Ión de Litio [39]	34
Figura 4.12 Filamento PLA [40]	35
Figura 4.13 Flujograma de funcionamiento general del dispositivo	36
Figura 4.14 Flujograma funcionamiento del sensor	37
Figura 4.15 Flujograma de funcionamiento de la tarjeta sim	39
Figura 4.16 Circuito completo del funcionamiento del dispositivo	40
Figura 4.17 Impresión 3D del cuerpo del dispositivo	41
Figura 4.18 Prototipo de la carcasa: (a) Impresión 3D (b) Carcasa pintada.....	42
Figura 4.19 Ensamble de la tarjeta sim batería y placa de alimentación.....	42
Figura 4.20 Ensamble del microcontrolador, sensor y tapa de la carcasa	43
Figura 4.21 Tapa fijada con tornillos al cuerpo del dispositivo	43
Figura 4.22 Pruebas de funcionamiento del dispositivo.....	44
Figura 4.23 Pruebas de funcionamiento del sensor	45

Figura 4.24 Datos obtenidos por el sensor en el monitor	45
Figura 4.25 Inicialización del sim 808	46
Figura 4.26 Información de ubicación como sms.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Causas de discapacidad visual [12]	6
Tabla 4.1 Lista de elementos que conforman la primera alternativa de solución.	25
Tabla 4.2 Lista de elementos que conforman la segunda alternativa.	27
Tabla 4.3 Evaluación características de dos alternativas.....	28
Tabla 4.4 Lista de elementos que conforman la solución.....	29

INTRODUCCIÓN

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial se estima que el 17% de la población viven con alguna forma de deficiencia visual, el 5% de las personas con deficiencia moderada a grave, 0,49% son ciegas [1]. La discapacidad visual y la ceguera ocupan el primero o segundo tipo de discapacidad humana con mayor prevalencia mundial, y se definen en la actualidad por medio de cinco categorías del deterioro visual.

La ceguera y la discapacidad visual afectan al menos a 2.200 millones de personas en todo el mundo. De ellos, mil millones tienen una discapacidad visual prevenible o una que aún no se ha abordado. La agudeza visual reducida o ausente puede tener efectos considerables y persistentes en todos los aspectos de la vida, incluidas las actividades personales diarias, la interacción con la comunidad, el aspecto académico, las oportunidades laborales y la capacidad de acceder a los servicios públicos [2], lo que afecta la calidad de vida y disminuye la interacción con su entorno y la capacidad de desplazarse solo. De manera contextual, los términos empleados para denominar el deterioro visual ubicado entre la visión normal y la ausencia de función visual o ceguera, han sido la visión parcial, visión defectuosa, debilidad visual, visión subnormal y baja visión; este último término se deriva del OMS Study group on the Prevention of Blindness, estudio ejecutado en el año 1972. Tal estudio acuñó la definición clásica de baja visión, descrita como aquella alteración del funcionamiento visual, incluso después del tratamiento o corrección refractiva estándar, con una agudeza visual (AV) entre 20/60 (equivalencia en metros 6/18) a percepción de luz, o la presencia de un campo visual menor a 20° desde el punto de fijación, pero que aun, con los parámetros anteriores de manejo, AV o campimetría, utiliza o es capaz de utilizar su visión para planificar y ejecutar una tarea [3].

Las causas de la ceguera varían de un país a otro, en Ecuador la deficiencia visual en las personas equivale a un 0,8% de la población por problemas oftálmicos [3]. Según datos obtenidos en el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) en las estadísticas nacionales están registradas 471.747 personas con algún tipo de discapacidad, clasificada en cinco grupos: visual, física, intelectual, auditiva y psicosocial. De esta cifra el 11,75% de los casos registrados son personas que padecen

algún tipo de discapacidad visual entre las más leve hasta la pérdida total de la visión.

Según las estadísticas de estos censos en el Ecuador se establecen un registro de personas con discapacidad entre las que se encuentran personas laboralmente activas, estudiantes con discapacidad en educación básica, media y bachillerato, con un total de 55951 personas.

Según el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, los datos registrados CONADIS, en la provincia de Imbabura se registran un total de 1350 personas con discapacidad visual, de lo que se divide un 58,67% en hombres de todas las edades dando un total de 792 y 41,33% en mujeres de todas las edades y con los niveles de discapacidad. [4]. Por su parte, en Imbabura se tiene un registro, indicado en la figura 2.4, donde se muestra el porcentaje de discapacidad de la provincia y se establecen los niveles de discapacidad de los habitantes. Estos datos vienen dados a partir del 30% de pérdida visual calificada como leve hasta la pérdida total de la visión o ceguera con un porcentaje del 100% de la capacidad visual en los habitantes de todas las edades.

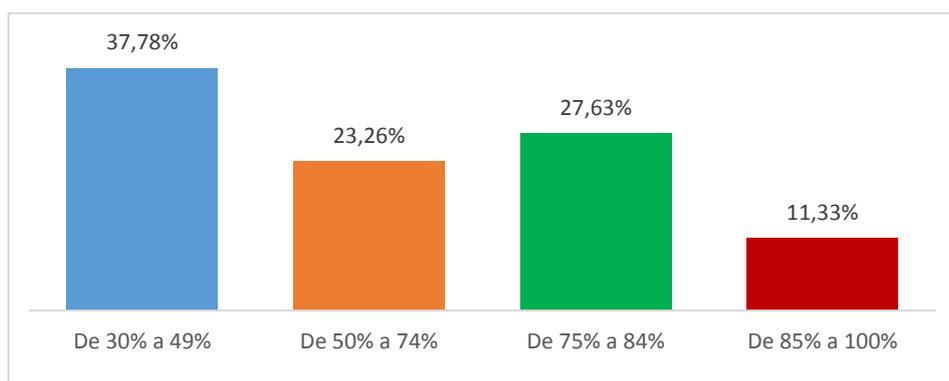


Figura 1.1 Niveles de discapacidad visual en la provincia de Imbabura [4]

La Federación Nacional de Ciegos del Ecuador (FENCE), es una organización de derecho jurídico, sin fines de lucro, establecida para trabajar por las personas con discapacidad visual en el Ecuador; fue constituida el 12 de abril de 1985. Su principal objetivo es potenciar en las personas invidentes el progreso y crecimiento, consecuente con las corrientes modernas de la tiflogía y prever el progreso cultural, educativo, económico y social de sus instituciones y personas asociadas.

La FENCE, está constituida por 43 dependencias, entre asociaciones y unidades educativas en favor de y para las personas con discapacidad visual y así mejorar la calidad de vida de un conglomerado vulnerable de la sociedad a nivel nacional; apoyada por

instituciones públicas y privadas, nacionales e internacionales, lo que permite brindar productos y servicios de calidad. [5]

En la provincia de Imbabura la entidad encargada de brindar atención a personas con discapacidad visual es el Centro de Educación Popular Especial de Imbabura entidad regentada por la Asociación de no videntes de Imbabura (ANVI), la cual fue establecida en el año de 1993, y tiene el firme propósito de juntar a todas las personas con capacidades especiales de la provincia y así prepararlos e incluirlos en la sociedad [6].

Desde el ámbito tecnológico, en las últimas décadas, se han desarrollado una variedad de dispositivos portátiles para ayudar a las personas con discapacidad visual durante la interacción en entornos conocidos o desconocidos, en interiores o exteriores, la necesidad de estos dispositivos de asistencia fue y será constante. Existe una amplia gama de sistemas de navegación y herramientas disponibles para personas con discapacidades visuales.

Actualmente, los dispositivos de ayuda a personas con discapacidad visual no establecen la información necesaria que generalmente se reúne con los ojos, por lo que el desarrollo de la interacción con el medio se vuelve más difícil; sin embargo, existen dispositivos capaces de brindar dicha información pero no se producen en el Ecuador y su costo de adquisición es relativamente alto y no son aceptados ampliamente por los usuarios, su costo varía entre los 700 y 3000 dólares sin incluir los costos de importación aproximadamente [7].

De acuerdo con lo anterior, la línea de investigación de Biomecatrónica propone el desarrollo de un dispositivo de ayuda para personas con discapacidad visual cuyo diseño se adapte a las necesidades de la población ecuatoriana y que permita al paciente para mejorar su calidad de vida e interacción con el entorno.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un dispositivo de apoyo para la movilidad de personas con discapacidad visual.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las estadísticas disponibles en el país sobre cifras y atención al discapacitado visual.

- Diseñar la parte estructural y de control del dispositivo de apoyo.
- Construir los componentes del dispositivo de apoyo.
- Validar el funcionamiento del dispositivo de apoyo.

1.3 Justificación

El desarrollo de la presente investigación se apoya en los derechos otorgados por el Sistema Nacional de Protección Integral, el cual garantiza la prevención de las discapacidades, la igualdad de oportunidades e integración social de las personas con discapacidad, como responsabilidad conjunta de la sociedad y la familia; adicionalmente, se fundamenta en los siguientes ámbitos:

En el aspecto de inclusión, promueve la incorporación y mejora la calidad de vida de los pacientes con discapacidad visual quienes contarían con un dispositivo capaz de brindar la información necesaria de su entorno mejorando su movilidad y les permitiría llevar a cabo sus actividades con mayor normalidad.

En el aspecto económico, el elevado costo de importación de dispositivos tecnológicos de apoyo para personas con discapacidad visual hace que sean inasequibles para la población del Ecuador debido a que el salario promedio mensual en el país es de \$394 y las posibilidades de las personas vulnerables se ven reducidas.

En el ámbito de la investigación y avances tecnológicos del Ecuador, el desarrollo de este dispositivo abriría campo a futuras investigaciones relacionadas con la discapacidad visual que podrían beneficiar a personas que padecen este tipo de deficiencia.

En el aspecto social, con la realización de este tipo de dispositivos, específicamente, se plantearían soluciones en el campo de la ingeniería de aplicando principios científicos para desarrollar dispositivos tecnológicos útiles para un amplio número de personas, mejorando así la calidad de vida en la sociedad ecuatoriana, cumpliendo de esta manera con la responsabilidad social enmarcada en la misión de la Universidad Técnica del Norte.

1.4 Alcance

El presente proyecto de investigación está basado en el diseño de un dispositivo de apoyo en la movilidad de pacientes con discapacidad visual, posteriormente se construyen cada uno de los elementos y se seleccionan los componentes que se deban adquirir en el mercado a manera de ensamblar el conjunto. Finalmente, se realizan las pruebas que validan el funcionamiento del dispositivo de apoyo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

2.1 Sentido de la vista

Es la capacidad de percibir volumen, color, forma, tamaño y demás cualidades del entorno, por acción de la luz. Esta capacidad sensorial exteroceptor es la que permite la interacción con el entorno a través de su órgano principal, el ojo, el cual transforma la luz en impulsos nerviosos los cuales llegan al centro cerebral de la visión [8].

El cortex visual, se encuentra en lóbulo occipital como se muestra en la figura 2.1, es el encargado de receptor y decodificar los colores y los objetos que capta el ojo humano [9].

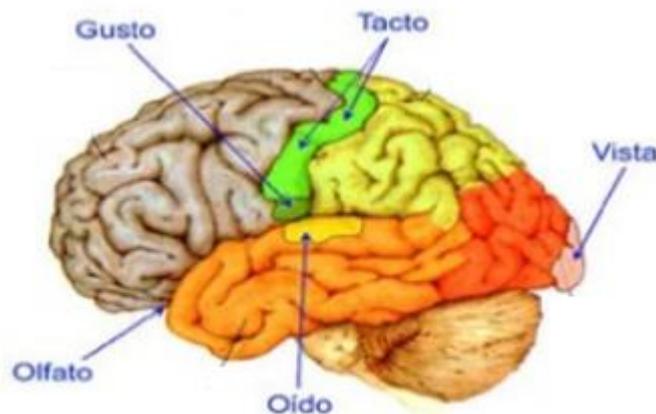


Figura 2.1 Los sentidos en la corteza cerebral humana [9]

La lesión de cualquier parte de la estructura del sistema visual puede causar ceguera, aunque el resto del sistema no presente ninguna anomalía [10].

2.2 Discapacidad visual

American Optometric Association define la discapacidad visual como un déficit del funcionamiento de los ojos o del sistema visual que limita el desempeño autónomo personal o socio-económica; ya que interfiere de manera importante con las actividades cotidianas de las personas que sufren con esta discapacidad o desplazarse con seguridad [10].

Baja visión en primer lugar hay que señalar que no existe una descripción aprobada universalmente. No obstante, en 1992 y después en 2011 el Grupo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) define que existe baja visión en personas con agudeza visual

(AV) corregida inferior o igual a 6/18, en el mejor ojo. Asimismo; indican que existe baja visión en personas con un campo visual inferior a 10° desde el punto de fijación [10].

La Organización Mundial de la Salud menciona que gran porcentaje de los casos con baja visión y ceguera pueden prevenirse, debido a que están relacionados directamente con defectos de refracción no corregidos, cataratas no tratadas, glaucoma, degeneración macular relacionado con la edad, retinopatía diabética, tracoma y opacidades corneales [11]. Las causas de ceguera en la población infantil se deben a condiciones de herencia genética, infecciones en el período posnatal, inflamaciones o tumores.

No obstante, estas causas pueden evitarse si se contara con servicios de salud e higiene de calidad [12]. Además, de las enfermedades mencionadas causantes de la baja visión y ceguera existen otros factores, que se muestran en la tabla 2.1.

TABLA 2.1
CAUSAS DE DISCAPACIDAD VISUAL [12]

Hereditarias	Congénitas	Adquiridas/Accidentales	Víricas	Tóxicas
			Tumorales	
Albinismo	Anoftalmia	Avitaminosis	Histoplasmosis	
Aniridia	Atrofia del	Cataratas	Infecciones diversas	
Atrofia del nervio óptico	nervio óptico	Desprendimiento de retina	del sistema circulatorio	
Cataratas congénitas	Cataratas congénitas	Diabetes	Meningitis	
Coloboma	Microftalmia	Éstasis papilar	Neuritis óptica	
Glaucoma congénito	Rubéola	Fibroplasia retrolental	Rubéola	
Miopía degenerativa	Toxoplasmosis	Glaucoma adulto	Toxoplasmosis	
Queratocono		Hidrocefalia		
Retinitis pigmentaria		Infecciones diversas del sistema circulatorio		
		Traumatismos en el lóbulo occipital		

Cuando se habla de discapacidad visual se relaciona directamente con ceguera, pero se debe comprender que no solo tiene que ver con la pérdida total de la visión sino también con la baja visión (pérdida de agudeza visual o campo visual).

Conforme la agudeza visual que presenta un individuo, este tiene una serie de limitaciones y funcionalidad a la hora de desempeñar un trabajo o realizar las tareas diarias, y su participación social.

2.2.1 Niveles de discapacidad visual

a. *Discapacidad visual leve o ausencia de discapacidad visual:* Corresponde a una agudeza visual mayor o igual a 0,3 que define a una persona en la categoría deficiente

visual y su funcionalidad limita a la persona en los estudios por lo que esta requiere de ayuda; 0,4 limita la funcionalidad visual el momento de leer documentos, libros, periódicos, etc.; y, 0,5 personas con funcionalidad limitada al momento de conducir [10].

b. *Discapacidad visual moderada*: En este nivel de discapacidad la agudeza visual del individuo corresponde a valores menores a 0,3 y mayores a 0,1 y son personas que se categorizan en el nivel de ceguera legal [10], que es aquellas personas en las que su baja visión puede ser corregida a través de tratamientos o el uso de lentes para aumentar su campo visual [13].

c. *Discapacidad visual severa (o grave)*: Este nivel corresponde a las personas con agudeza visual menor o igual a 0,1 y mayor o igual a 0,05, entre los cuales están incluidos personas con ceguera legal, problemas al desplazarse de un lugar a otro, aumento con ayudas ópticas, aumento con proyección de luz [10].

d. *Ceguera*: En este nivel se encuentran los individuos que han perdido totalmente la capacidad de percibir el entorno a través de sus ojos, o también dicho personas totalmente ciegos [10], también son personas que padecen de amaurosis es una enfermedad congénita, que la padecen las personas desde la infancia y es una afección de la retina, de origen genético caracterizado por un déficit visual causado por la pérdida de conos y bastones en toda la retina [14].

2.3 Rehabilitación visual

En el proceso de rehabilitación se lleva a cabo una meticulosa evaluación que considera distintos aspectos como el diagnóstico médico, edad, habilidades, estado de ánimo del paciente, para posterior instruir la reeducación de la visión a través del aprendizaje en cuestión de comportamiento visual en que se aproveche bien los sentidos sanos del individuo [15]. Así, el paciente toma parte en la adquisición de técnicas para implementar a la función visual y perceptiva, con el objetivo principal de mejorar su calidad de vida [16].

Las técnicas utilizadas para tratar una discapacidad se aplican a personas capaces de comprender las instrucciones del terapeuta. Sin embargo, cuando se interviene a una edad temprana, se refuerzan las capacidades que adquiere el niño durante su etapa de desarrollo sin olvidar las limitaciones a causa de la discapacidad visual.

Es así cuando se refiere a rehabilitación visual se fortalece la psicomotricidad tanto en niños como en adultos sus habilidades de movimiento, postura, marcha y desplazamiento, además, de la independencia de las actividades cotidianas y técnicas de

comunicación que permiten acceder a un formato de lectoescritura como son: Braille, escritura en negro, estenografía y dactilografía.

Además, la rehabilitación visual prepara a niños y adultos al uso de ayudas ópticas y no ópticas, con acompañamiento emocional y así favorecer el refuerzo de sus habilidades para cumplir sus propósitos, afrontar y remediar problemas [15].

2.4 Orientación y movilidad de personas con discapacidad visual

El desarrollo de habilidades y destrezas de viaje seguro, eficiente y efectivo establece, que la orientación permite a la persona con discapacidad visual saber la ubicación del lugar donde se encuentra y hacia dónde quiere ir, ya sea, que esté en una habitación cerrada o dirigiéndose a la ciudad; y la movilidad, son las habilidades para trasladarse sin tropezarse, caerse, cruzar las calles o usar transporte público [17].

Entre las habilidades que aprende la persona con discapacidad visual está la sensibilización de los sentidos, la cual ayuda a recibir información del medio para movilizarse independientemente aplicando técnicas de autoprotección, desarrollar las habilidades de búsqueda ya sea siguiendo instrucciones o usar puntos de referencia, además, el entrenamiento incluye la guía con vista, donde se utiliza a una persona como apoyo para trasladarse [18].

Una de las habilidades principales que deben dominar las personas con discapacidad visual son las técnicas del uso del bastón que ayudan a la movilidad, advirtiendo de obstáculos, así como a ubicar los objetos que se encuentran en el camino. También, se instruye la correcta selección del bastón, que depende de la discapacidad que tiene la persona.

2.5 Sistemas desarrollados para movilidad de personas invidentes

Existen diferentes sistemas para asistir la movilidad de las personas invidentes, tipos y técnicas, tales como:

2.5.1 Bastón método para movilidad de personas con discapacidad visual

La técnica correcta del uso del bastón, el diseño de un bastón liviano, simétrico, y directamente proporcional al tamaño de la persona proporciona protección efectiva, por lo que este instrumento debe cubrir características como [19]:

- Longitud: en general se comercializan desde 0,90 m hasta 1,60 m, aumentando en tramos de 5 y 10 cm.

- Peso: varía desde los 180 g hasta los 280 g, en proporción a su longitud.
- Conductividad: las decisiones que tome el usuario van a depender de la información (táctil y sonora) que reciba a través de la contera.
- Duración: debe ser resistente a los golpes y enganches que se produzcan durante el desplazamiento.
- Firmeza: debe ser firme para que no se perciban vibraciones que puedan reducir la seguridad.

Los bastones plegables deben tener un buen sistema de unión de todos sus tramos. Además, existen también opciones diferentes para niños: prototipos adaptados, andadores, etc. [20].

2.5.2 Tipos de bastón

El bastón guía para ciegos de color blanco es hoy el más reconocido por la población, lo cierto es que empiezan a introducirse otros colores para identificar a determinados colectivos con discapacidad visual.

Bastón rojo y negro: La Federación Mundial de Sordo-Ciegos estableció el bastón rojo y negro como el símbolo que identifica a las personas con sordo-ceguera. Cuando se observa a alguien con un bastón con estos colores, se advierte que es una persona sordo-ciega y prestarle ayuda de acuerdo a sus circunstancias, y es que no es igual ser invidente que no ver ni oír [21].

Bastón verde: Identifica a personas con baja visión, cuyas necesidades y circunstancias no son las mismas que las personas con ceguera total. Las personas con baja visión son las que tienen un campo visual igual o menor de 20°, cuando lo normal es 180° [21].

Bastón amarillo: El uso del bastón amarillo es más específico, ya que en algunos países se emplea como sustituto del bastón blanco. En América Latina, hay algunos países que utilizan el bastón amarillo en lugar del bastón verde que identifica a las personas con baja visión [21].

2.5.3 Técnicas de uso del bastón

Mediante su aprendizaje y puesta en práctica se pretende un desplazamiento autónomo en las mejores condiciones de seguridad. Todas parten de dos fundamentos: la técnica diagonal y la técnica de dos puntos, también llamada técnica base, aunque continúan en

vigor, han ido incorporando modificaciones y ampliaciones para adaptarse a las diferentes situaciones que se presentan en el desplazamiento [20].

Técnica diagonal: El bastón se coloca cruzando el cuerpo en diagonal. Se toma el bastón en forma diagonal, el brazo se estira hacia delante, quedando la empuñadura con proximidad a la altura de la cintura y en el lado de la mano que lo sujeta. La contera forma un saliente de 5 cm del extremo del hombro opuesto. Se deslizará por el suelo mientras se camina [20].

Técnica diagonal modificada: Se toma desde la técnica que esté utilizando al estar en contacto con un obstáculo, desnivel u objeto, haciendo un giro hacia el interior de la muñeca, para colocar el bastón en vertical delante del centro del cuerpo, resbalándolo hacia derecha e izquierda, para comprobar la forma, volumen y altura. Con la parte superior de los dedos que sujetan la empuñadura se puede sentir para obtener información complementaria del objeto [20].

Técnica de dos puntos y deslizamiento: El bastón se desliza de un lado a otro, formando un arco desde el centro del cuerpo y sobresaliendo ligeramente el ancho del mismo. En la técnica de dos puntos, la contera del bastón chocando con el suelo solamente en los dos extremos del arco, despegándose del suelo unos 3 cm en el centro de la trayectoria de este [20].

Técnica de tres puntos: Se basa en la técnica de dos puntos o deslizamiento, agregando un tercer punto de contacto en uno de los lados, en el que sea necesario localizar un objetivo. Se sostiene de forma básica y dando dos toques en el lado que interesa, y otro en el lado contrario. El segundo toque del lado en el que se trata de identificar el objetivo y se lo hace elevando ligeramente la contera, calculando la altura del mismo [20].

Técnicas reducidas: A partir de las distintas formas de sujetar el bastón, se acerca el brazo flexionando el codo y juntándolo al cuerpo, a partir de cualquier técnica de uso. Con esta variación se reduce el arco y la distancia de reacción, pero también la seguridad. Por esta razón, es conveniente disminuir la velocidad [20].

Técnica de tocar y deslizar: El bastón tocará la superficie a cada lado del arco, desplazándolo hacia delante entre 3 y 5 cm, hasta elevarlo del suelo. Es recomendable disminuir la velocidad de la marcha para incrementar el tiempo de reacción [20].

Técnica de tacto y arrastre: Juntando las técnicas de deslizamiento y dos puntos. Consiste en disminuir la velocidad de la marcha y colocarse de forma paralela cerca de la superficie de rastro. A continuación, se volverá al lado opuesto, con el arco elevado [20].

2.6 Perro guía

El perro guía es un asistente de movilidad que aumenta la seguridad y rapidez en los desplazamientos, lo que contribuye a la consecución del máximo nivel posible de integración social de sus usuarios [22].

2.7 Necesidades que deben cubrir los prototipos de movilidad de personas invidentes.

Cuando se piensa en una solución tecnológica, únicamente se analiza una idea general de las dificultades que sufren las personas con discapacidad visual al momento de movilizarse, por lo que, con base al análisis de los prototipos diseñados surgen nuevos requisitos y se debe cubrir las necesidades reales de las personas que van a utilizar el dispositivo.

Sin embargo, como sucede con muchos de los sistemas informáticos, las personas no establecen cuáles son sus necesidades exactas, el estudio y la recopilación de requisitos pasa por el análisis de sus hábitos y cómo la tecnología se integrará en su vida cotidiana. Por lo que es necesario cubrir las siguientes interrogantes. ¿Con qué frecuencia utilizarían el dispositivo?, ¿cómo se relaciona el individuo con el dispositivo?, ¿cuál es la disponibilidad de dispositivos similares en el mercado?, ¿cómo se beneficiarían al usar el dispositivo en su vida cotidiana?

Para responder esta serie de preguntas se debe realizar un estudio basado en la información acumulada en encuestas y entrevistas personales, con personas que padecen algún nivel de discapacidad visual y así conocer sus necesidades para que las más significativas sean cubiertas por el prototipo a diseñarse.

2.8 Sistemas desarrollados para movilidad de personas invidentes

2.8.1 Propuesta para el método de visualización de información a distancia de un dispositivo de ayuda para caminar para ciegos

Este dispositivo se muestra como un par de anteojos detecta un obstáculo y luego indica su dirección y distancia al usuario a través de una bocanada de aire a la frente, obstáculos como espejos retrovisores de camiones, letreros y otros tipos de barreras

elevadas (ver figura 2.2). Se probó con un vibrador en contacto, pero resultó una sensación desagradable. Además, que requiere un tiempo de entrenamiento.

En este experimento, se midieron dos distancias: la distancia entre el obstáculo y los sujetos sin discapacidad visual cuando evitaban los obstáculos; la distancia entre el obstáculo y los sujetos con discapacidad visual cuando evitaban el obstáculo con el bastón blanco.

Donde se usó válvulas solenoides operadas por computadora controlaron el flujo de aire y la estimulación del flujo de aire se suministró a través de tubos de nylon. Se usó un regulador eléctrico para cambiar la presión del aire por medio de una computadora.

El conducto de aire se ubicó a 35 mm por encima del punto medio entre los dos ojos y se colocó a 10 mm delante de la frente.

La duración de la estimulación del aire fue de entre 0,1 a 0,5 segundos. Cabe recalcar que este es un prototipo experimental por lo que no fue construido, pero evaluaron parámetros para el diseño de nuevos prototipos [23].

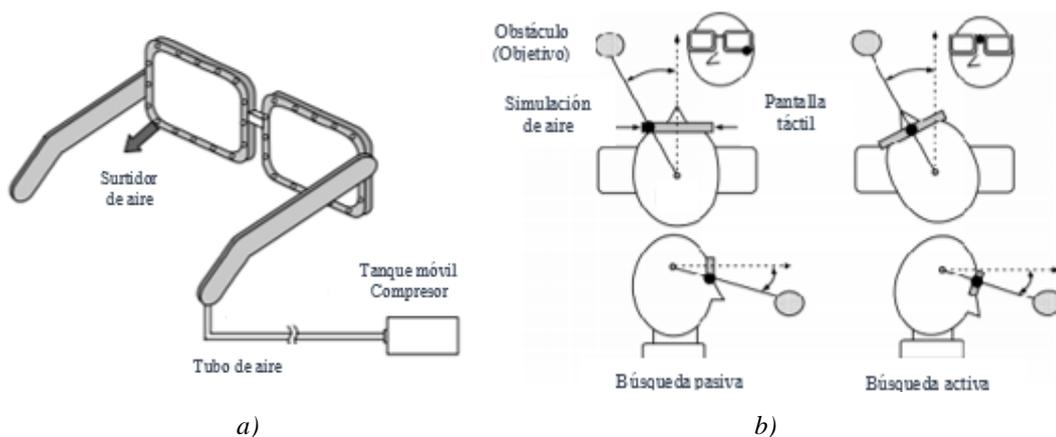


Figura 2.2 Modelo dispositivo de ayuda para ciegos : a) Boceto posible diseño b) Funcionamiento del dispositivo [23]

2.8.2 Prototipo SmartVision

El dispositivo fue diseñado para ser una extensión del bastón blanco, no un reemplazo, y para ser "no invasivo", emitiendo señales de advertencia al acercarse a un posible obstáculo, un punto de interés o cuando el sendero el frente es curvo y la dirección del rumbo debe adaptarse. En este sentido, el prototipo SmartVision abordó tres aplicaciones principales: (1) navegación local para centrarse en senderos, etc. y evitar obstáculos, en los alrededores inmediatos, pero más allá del alcance del bastón blanco; (2) navegación

global para encontrar el camino; y (3) reconocimiento de objetos / obstáculos, no solo en los estantes de una despensa o supermercado, sino también al aire libre: paradas de autobús, paradas de taxis, cajeros automáticos (ATM) y cabinas telefónicas, como se observa en la figura 2.3 [24].

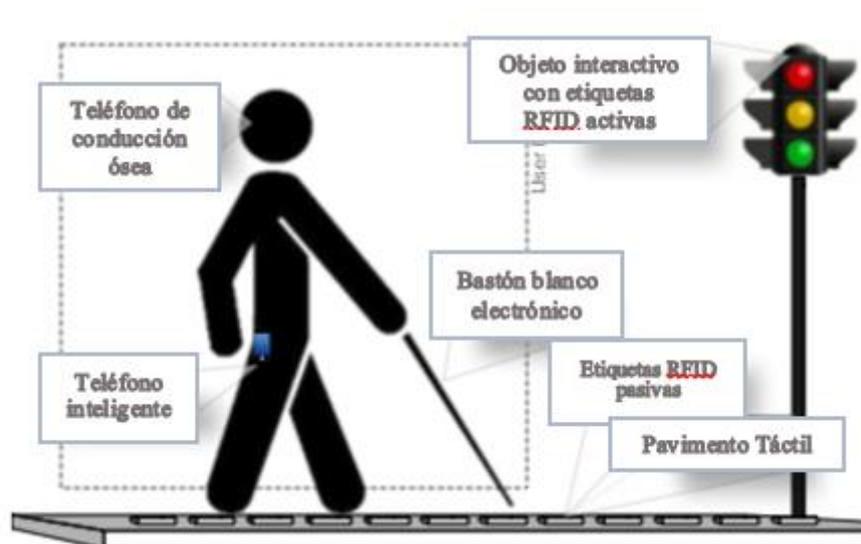


Figura 2.3 Modelo SmartVision [24].

2.8.3 Prototipo Blavigator

El prototipo de Blavigator (ver figura 2.4) pretende ser un sistema de navegación integrado que aumente significativamente la autonomía de la vida diaria y, al mismo tiempo, sea barato, confiable, pequeño y fácil de usar. Por lo tanto, la plataforma de hardware elegida para el prototipo Blavigator fue un teléfono inteligente. Esta plataforma incorpora todos los sensores necesarios, como visión estéreo, brújula digital y una antena GPS, y también proporciona todas las conexiones de datos necesarias, como conexión a Internet y Bluetooth para interactuar con el bastón blanco instrumentado [24].



Figura 2.4 Bastón blanco electrónico del proyecto Blavigator [24].

2.8.4 Prototipo de asistencia la movilidad de ciegos a través de ecolocación.

Se basa en el desarrollo un prototipo funcional capaz de dar avisos a personas ciegas cuando se presenten objetos cercanos a la altura de la cabeza, a través de un módulo de voz, con la finalidad de complementar al bastón para ciegos tradicional.

Para el diseño de este dispositivo se usa sensores ultrasónicos y un módulo de voz; los cuales sirven para dar dos funciones: modo ayuda, que permite a la persona con ceguera detectar objetos cercanos a la cabeza; modo escape que permite a la persona hacer un escaneo del lugar, para detectar una posible salida. También cuenta con un sistema de recarga de batería a través de energía eléctrica o solar (ver figura 2.5) [25].



Figura 2.5 Prototipo de asistencia de movilidad para ciegos a través de ecolocación [25].

2.8.5 Isonic.

Isonic es un bastón blanco electrónico equipado con dos transductores de ultrasonido, encargados de recopilar información acerca de la distancia de los objetos presentes en el camino, en un rango de 200 cm de distancia con una cobertura de 50 y 25 grados verticales y horizontales respectivamente. El dispositivo además es capaz de identificar el color de objetos e informarle al usuario mediante mensajes de voz, ocurre lo mismo con el nivel del brillo del ambiente (ver figura 2.6) [26].



Figura 2.6 Dispositivo comercial Isonic [26].

2.8.6 Gafas para detección de obstáculos con sistema de ubicación en caso de emergencia y reconocimiento de billetes para personas con discapacidad visual.

Se basa en un dispositivo que cuenta con sensores ultrasónicos motores vibradores y un sistema GPS los cuales ayudaran a las personas con ceguera a detectar obstáculos que se encuentran a la altura de la cabeza, los que serán alertados gracias a los motores implementados alrededor del cuello de la persona. Además; cuenta con un botón de alerta el cual indicará que la persona invidente se encuentra en peligro, la actividad que realiza este botón es enviar un mensaje a otra persona, con los datos de la dirección donde se encuentra y un link en Google Maps con la dirección exacta de la posición del usuario (ver figura 2.7) [27].



Figura 2.7 Dispositivo gafas para detección de obstáculos con sistema de ubicación en caso de emergencia [27].

2.8.7 Ultracane

Ultracane es una de las principales ayudas electrónicas que se comercializan en la actualidad, se trata de un bastón blanco equipado con sensores ultrasónicos en la parte anterior integrados en la misma estructura, este dispositivo trabaja con dos rangos de detección diferentes, que permiten al usuario seleccionar la distancia a la cual desea ser prevenido de obstáculos presentes en el camino como se puede ver en la figura 2.8.

En el instante en el que se detecta un obstáculo el usuario es alertado mediante dos botones ubicados en la parte superior como se observa en la figura 2.8 indicando la ubicación del mismo (Arriba o enfrente). En cuanto a la fuente de energía el dispositivo es alimentado por dos baterías AA, su carga es monitoreada, cuando está llegando a su fin, se emiten sonidos solicitando el remplazo de estas. Ultracane es plegable similar a los bastones tradicionales lo que facilita su portabilidad.

El uso de dos sensores de este dispositivo brinda mayor cobertura en la exploración del entorno por ende mayor seguridad al momento de caminar, este aspecto se tendrá en cuenta para cumplir el objetivo principal de este proyecto. [28]



Figura 2.8 *Dispositivo Ultracane* [28]

2.8.8 Dispositivo OrCam My eye

Es un dispositivo portátil de tecnología asistida capaz de seguir la mirada del usuario lo que permite el uso con manos libres, lee texto, periódicos, libros, menús, carteles, etiquetas de producto y pantallas. Reconocimiento de caras: la identificación en tiempo real de las caras se anuncia perfectamente. Identificar productos - Identificación de productos, permitiendo una experiencia de compra no empotrada. Fácil de usar: responde intuitivamente a gestos de mano simples. Portátil – Pequeño, ligero y magnético se monta en prácticamente cualquier marco de anteojos. Funciona en todas partes. [29]



Figura 2.9 *Dispositivo implementado en lentes OrCam My eye* [29]

ANTECEDENTES

S. K. Ong, J. Zhang y A. Nee presentan un dispositivo denominado voice (voz), que brinda a las personas ciegas más información acerca de su entorno inmediato; para lo cual, se ha diseñado un dispositivo que capta la forma y el volumen del espacio frente a la persona ciega y envía esta información, en forma de un mapa de sonidos, a la persona

invidente por medio de auriculares en tiempo real. La sensación generada es semejante a advertir el entorno como si los objetos estuvieran cubiertos con diminutas fuentes de sonido que generan señales de forma continua y simultánea. Se diseñó un prototipo experimental de trabajo, que ha permitido validar la idea de que se permita captar las cualidades espaciales del entorno. Esta nueva forma de apreciar el espacio tridimensional por medio de un sentido, diferente de la visión, mejorará la interacción del usuario con el entorno, lo que le brindará a la persona [30] (ver figura 2.10).



Figura 2.10 Dispositivo voice [30].

Agarwal, Pragati presentan el diseño de un dispositivo de movilidad asistida para ciegos: guía blanca; conformado por sensores ultrasónicos valoran las cualidades del objetivo analizando los ecos de estas ondas. Los sensores establecer el espacio de tiempo entre el envío de la señal y la entrada del eco para calcular la distancia a un objeto, esta distancia se envía al microcontrolador central que a su vez genera patrones de vibración organizados de proporcional a la alimentación recibida.

La ubicación en tiempo real se activa en dos casos, cuando la persona pulsa el botón SOS en el bastón o cuando se investiga la ubicación de la persona discapacitada en la propia aplicación. Así como el botón SOS, otros periféricos como el encendido y llamada tienen sus propias operaciones. El botón de encendido enciende / apaga el dispositivo. El botón de llamada, por otro lado, ayuda al usuario a conectarse al soporte en menor tiempo y conectar o desconectar cualquier llamada entrante [31].

Mithiles Kumar et al, proponen un dispositivo de voz (voice stick) donde su principal función es asistir a las personas con discapacidad visual a caminar por la calle y arribar a su destino sin ningún tipo de dificultad. Apto para servir como un instrumento inteligente, siendo más efectivo y práctico que el habitual. Esto indicará a las personas con discapacidad visual durante la caminata y por medio de una alarma si se encuentra un obstáculo dentro del rango establecido. Si se halla algún obstáculo o cualquier tipo de situación que representa peligro, la alarma que emite un sonido de alerta al individuo. El dispositivo propuesto funciona tanto de día como de noche y es muy confiable y efectivo.

Hay cinco sensores, a saber, ultrasonidos, infrarrojos, agua, fuego y luz (LDR) los cuales se muestran en la figura 2.11, y se utilizan para detectar diferentes condiciones y dependiendo del procesador actualizará su entrada y accederá a los dispositivos de salida como respuesta a la señal de entrada. Si la persona sostiene este dispositivo de voz inteligente electrónico mientras camina, lo ayudará a protegerse de estos obstáculos, como humanos, animales o paredes, pozos o escaleras, superficies fangosas, incendios y muchos otros. Además, utiliza una tecnología de búsqueda de ruta fácil [32].

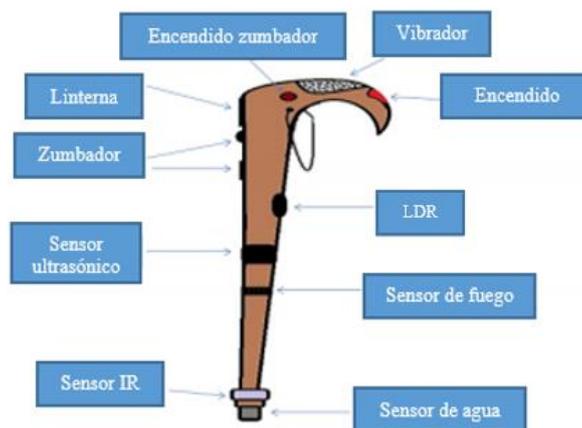


Figura 2.11 Propuesta del dispositivo de movilidad voice stick [32].

Asad Hussain, et al, presentaron el dispositivo Smartcane que consta de un bastón blanco inteligente desarrollado en un microcontrolador. El sistema está asociado a una unidad portátil que puede ser trasladada y utilizada con facilidad por una persona con discapacidad visual. Capaz de ser adaptado al bastón guía. Las cualidades más destacadas del prototipo desarrollado son sensor ultrasónico para detección de obstáculos, sonda de agua para detección de lodo y agua, IR para detección de zanjas, GPS, módulo GSM, módulo de señal de voz, altavoz o auriculares. También, está construido para ser desarmable de manera que sea sencillo de sujetar y hacer funcionar.

Todos los sensores están ensamblados en el dispositivo y todos los circuitos del dispositivo están incluidos en una caja con un cinturón que va a ser colocado en la cintura del usuario. Entonces el diseño de la estructura se divide en dos partes principales; uno en el bastón y el otro es la caja con el cinturón (ver figura 2.12) [33].

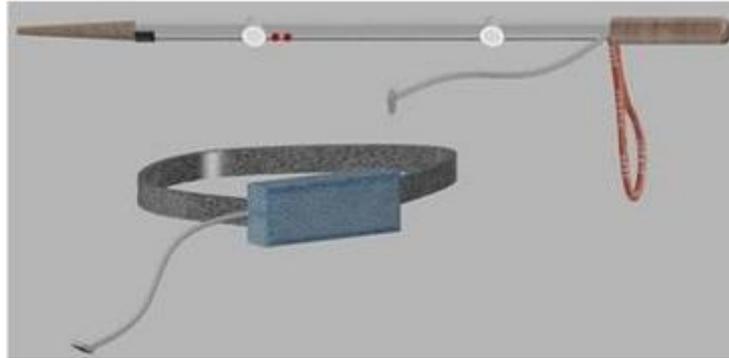


Figura 2.12 Dispositivo de movilidad voice stick [33]

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

Modelo de investigación

El presente trabajo de titulación se basa en un modelo de investigación aplicada, que busca soluciones pertinentes para el desarrollo del dispositivo, basado en estrategias dentro del campo de la ingeniería y en concordancia con el objetivo principal [34].

3.1 Diseño de investigación.

En este capítulo se describe la ejecución de cada uno de los objetivos planteados, con la explicación de la realización de las fases correspondientes a la elaboración del dispositivo, donde se proporcione apoyo para la movilidad de personas con discapacidad visual

Fase 1: Evaluación.

En esta fase se detallan dos aspectos; el primero describe la investigación realizada acerca de las definiciones y causas asociadas a la función del sistema visual y sus discapacidades asociadas. De igual manera se estudian las causas y los niveles de discapacidad visual, así como las técnicas de rehabilitación, el aprendizaje acerca orientación y movilidad de las personas que padecen discapacidad visual. Por otra parte, se analizan las estadísticas disponibles en el país sobre cifras y atención al discapacitado visual. Todo lo anterior, se desarrolla a partir de las siguientes actividades.

Actividad 1: Investigación y definiciones relacionadas con la discapacidad visual.

Actividad 2: Investigación relacionada con las patologías leves o severas que se presentan en el sentido de la visión.

Actividad 3: Investigación acerca del proceso de rehabilitación, y aprendizaje sobre orientación y movilidad de personas con discapacidad visual.

Actividad 4: Revisión de las estadísticas disponibles en el país sobre discapacidad visual por parte del CONADIS y las fundaciones que trabajan para el desarrollo de las personas con discapacidad en el país.

Actividad 5: Visita a centro de atención a personas con discapacidad visual para conocer los requerimientos de los pacientes.

Actividad 6: Desarrollo y aplicación de instrumento de investigación (encuesta) a los pacientes de discapacidad visual con el propósito de conocer directamente sus requerimientos.

Actividad 7: Análisis de resultados obtenidos gracias al instrumento de investigación aplicado a la Asociación de no videntes de Imbabura.

Fase 2: Diseño de la estructura del dispositivo

En esta fase se realiza el diseño de la estructura del dispositivo de movilidad de las personas con discapacidad visual, a partir de las necesidades que debe cubrir el dispositivo en base a los resultados obtenidos en la encuesta desarrollada a las personas con discapacidad visual. Para el diseño de la estructura del dispositivo se llevan a cabo las siguientes actividades:

Actividad 1: Formulación las especificaciones del diseño, según las dimensiones, la forma, y el manejo del dispositivo.

Actividad 2: Generación alternativas de solución, planteando bosquejos de la estructura del dispositivo.

Actividad 3: Selección de la alternativa más apropiada basada en los criterios y restricciones asociadas al dispositivo.

Actividad 5: Estudio de los dispositivos ya existentes.

Actividad 6: Selección la estructura óptima para la carcasa del dispositivo de las alternativas planteadas.

Actividad 7: Revisión y estudio de los materiales para la construcción de la estructura del cuerpo.

Fase 3: Control del dispositivo

En esta fase se realiza el análisis de los controladores, sensores, actuadores, indicadores, para que cumpla este dispositivo con su función de orientar a las personas con discapacidad visual, considerando las siguientes actividades:

Actividad 1: Formulación de las especificaciones y delimitaciones del sistema electrónico a diseñar para generar alternativas de soluciones.

Actividad 2: Generación de una solución a las alternativas planteadas.

Actividad 3: Planteamiento de las variables y funciones que va a realizar el dispositivo.

Actividad 4: Selección de actuadores, sensores, controladores e indicadores comerciales.

Actividad 5: Elaboración del diagrama de flujo para proceder con la programación del controlador y cumpla con las funciones deseadas.

Actividad 6: Estudio de la factibilidad del dispositivo de control.

Fase 4: Construcción de los elementos para ensamblar el dispositivo

En esta etapa se realiza la compra de todos los elementos para la construcción del dispositivo, electrónicos para su posterior ensamblaje, con base a las siguientes actividades:

Actividad 1: Adquisición de materiales de construcción de la estructura y elementos electrónicos para la fabricación del dispositivo.

Actividad 2: Construcción de la estructura del dispositivo.

Actividad 3: Construcción del circuito eléctrico y electrónico para el funcionamiento del dispositivo.

Actividad 4: Ensamble de los circuitos en la estructura del dispositivo.

Fase 5: Validación del funcionamiento del dispositivo

En esta fase se realizan pruebas de funcionamiento del dispositivo con el propósito de validar los resultados.

Actividad 1: Realización de las pruebas de funcionamiento del dispositivo.

Actividad 2: Corrección de eventuales defectos que pudiera tener el modelo inicial hasta alcanzar el funcionamiento correcto.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el siguiente capítulo se presentan las restricciones, características y alternativas de solución para el dispositivo de ayuda de movilidad para personas con discapacidad visual. Posteriormente, para el desarrollo del dispositivo se describe la arquitectura del sistema, de acuerdo con las especificaciones establecidas. A continuación, se detalla el desarrollo del hardware con el diagrama de funcionamiento y cada uno de los elementos del sistema diseñado. Finalmente, se propone el diseño del software del dispositivo que satisface las necesidades establecidas.

4.1 Especificaciones del diseño

Con el propósito de plantear adecuadamente las alternativas de solución y seleccionar la opción más apropiada, para el dispositivo de apoyo para la movilidad de personas con discapacidad visual, es necesario establecer las características que debe poseer el modelo y las restricciones asociadas a su funcionamiento. A continuación, se describen las especificaciones del sistema a diseñar.

Tamaño: Las dimensiones del dispositivo deben ser adecuadas, de manera que se pueda adaptar al cuerpo del usuario para el momento de censar el entorno por parte del dispositivo. Se estiman dimensiones 90x70x70 mm de largo, ancho y espesor respectivamente.

Forma: El dispositivo debe tener una forma que se adapte a la parte del cuerpo en la cual se colocará.

Ergonomía: El dispositivo debe brindar comodidad al usuario, cuando este sea llevado y puesto en funcionamiento.

Seguridad: Una de las características más importantes que debe cubrir el dispositivo es la seguridad al usuario, ya que sus componentes no deben calentarse demasiado a manera de evitar accidentes que provengan de la generación de calor en el dispositivo.

Peso del dispositivo: El dispositivo debe ser liviano, se considera que el peso máximo será de 200g.

Costo del dispositivo: El dispositivo debe ser lo más económico posible, de tal forma que sea accesible y de fácil adquisición para las personas con discapacidad visual. Se estima que el costo total sea de 300 dólares.

Interfaz: La interfaz del dispositivo debe ser sencilla y fácil de utilizar para que el usuario no tenga dificultad para ponerlo en funcionamiento.

Fácil adquisición de elementos: Para ensamblar el dispositivo, los elementos deben ser asequibles, con materiales disponibles en el país.

Funcionamiento del dispositivo: El dispositivo debe funcionar acorde a las especificaciones establecidas, dando una respuesta rápida al usuario al momento de guiarlo para hacer más segura su movilidad.

Geometría: El dispositivo debe ser dimensionado de acuerdo con las medidas antropométricas de la zona del cuerpo donde se colocará el dispositivo.

Innovación: El dispositivo debe mantener una línea diferente a los existentes en el mercado.

4.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Con base a las especificaciones establecidas el dispositivo de ayuda para movilidad de personas con discapacidad visual se plantean dos posibles soluciones que satisfacen las necesidades de las personas que tienen esta discapacidad.

4.2.1 Primera alternativa de solución

El dispositivo está conformado por una carcasa que consta de dos (02) piezas como se muestra en la figura 4.1.

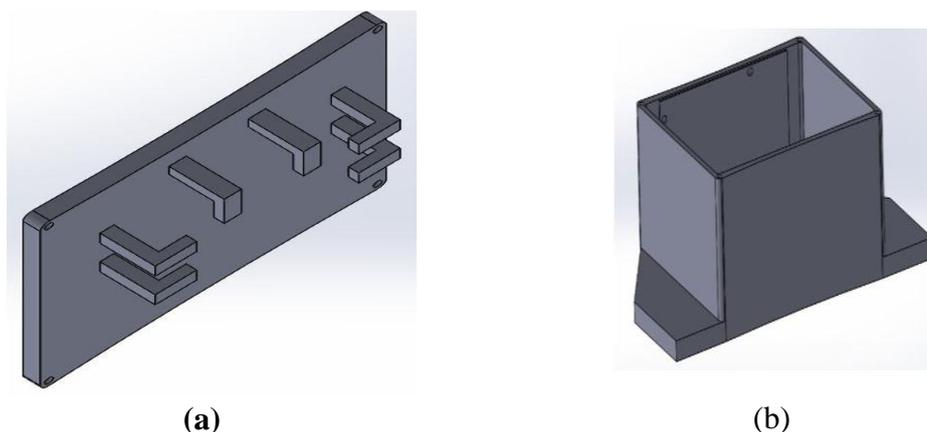


Figura 4.1 Carcasa del dispositivo alternativa uno: (a) Tapa superior de la carcasa (b) Cuerpo de la carcasa

Dentro de esta carcasa se colocarán los elementos electrónicos que completan el ensamble, los cuales se estiman en un número total de 13 elementos (ver tabla 4.1) ordenados dentro de la carcasa como se muestra en la figura 4.2.

TABLA 4.1

LISTA DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA PRIMERA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.

N° de elemento	Descripción	Cantidad
1	Microcontrolador	1
2	Sim 808	1
3	Mini motor vibrador	2
4	Sensor ultrasonido	1
5	Batería Ion de Litio	1
6	Botoneras	3
7	Tapa superior	1
8	Tapa inferior	1
9	Módulo de carga	1
10	Banda de sujeción	1
Total		13

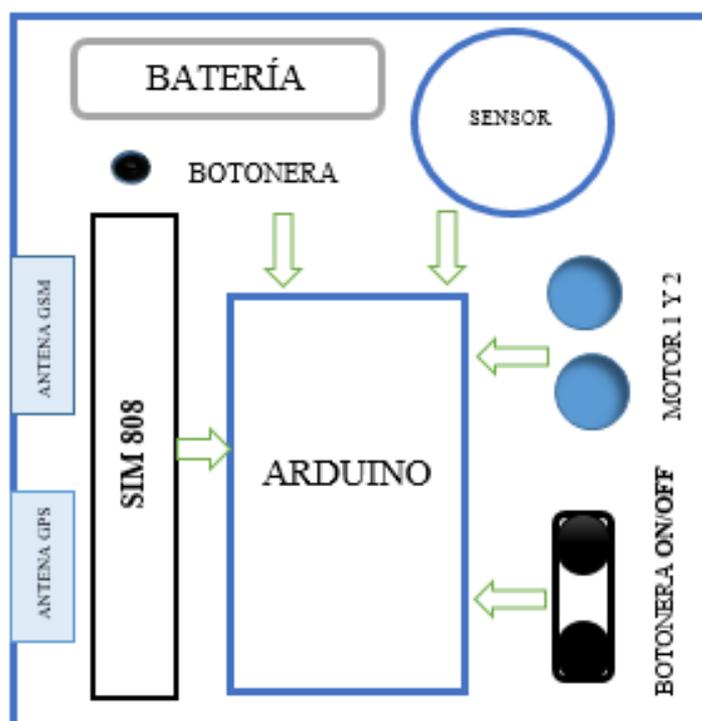


Figura 4.2 Esquema de los componentes internos de la tarjeta de la primera alternativa de solución

El funcionamiento de esta alternativa de solución inicia con el encendido del dispositivo donde el sensor ultrasonido LV MaxZonar EZ4 adquiere los datos externos y los envía a una tarjeta microcontrolador Arduino, que analiza e identifica los objetos que se encuentren frente al usuario, para así activar dos pequeños motores vibradores que informarán de los obstáculos presentes. A continuación, dado el caso que el usuario se encuentra en una situación de peligro o extraviado encenderá la tarjeta Sim 808 integrada en el dispositivo, para enviar los datos de ubicación, como mensaje de texto al número de teléfono celular de la persona registrada en la programación de la tarjeta sim.

4.2.2 Segunda alternativa de solución

Para el diseño de esta segunda alternativa, que cuenta también con una carcasa simple, como se muestra en la figura 4.3, conformado por una carcasa que consta de dos piezas.

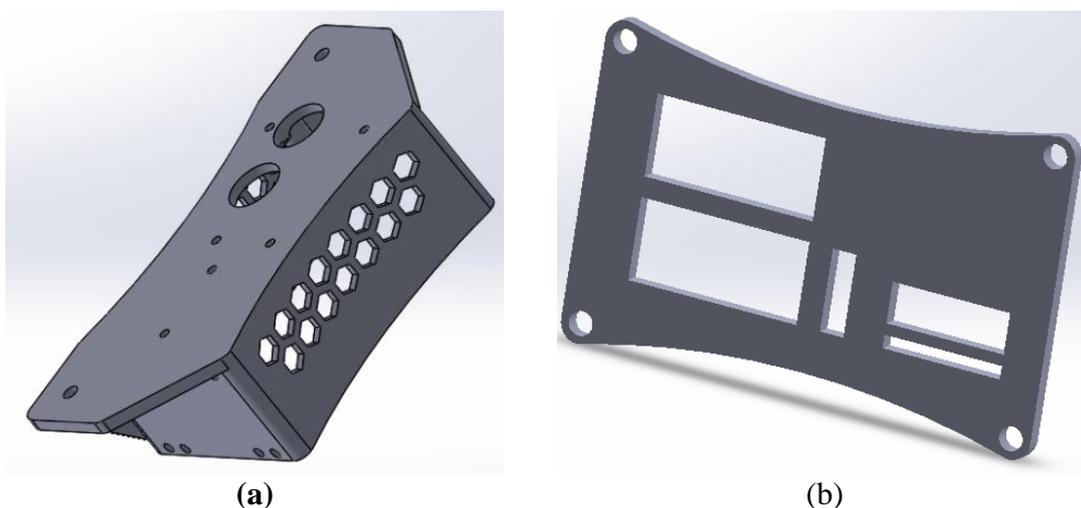


Figura 4.3 Carcasa segunda alternativa de solución (a) Cuerpo de la carcasa, (b) Tapa superior de la carcasa

En el interior de la carcasa estarán localizados los elementos electrónicos que completan el ensamble, los cuales se estiman en un número total de 15 elementos ordenados dentro de la carcasa como se muestra en la figura 4.4.

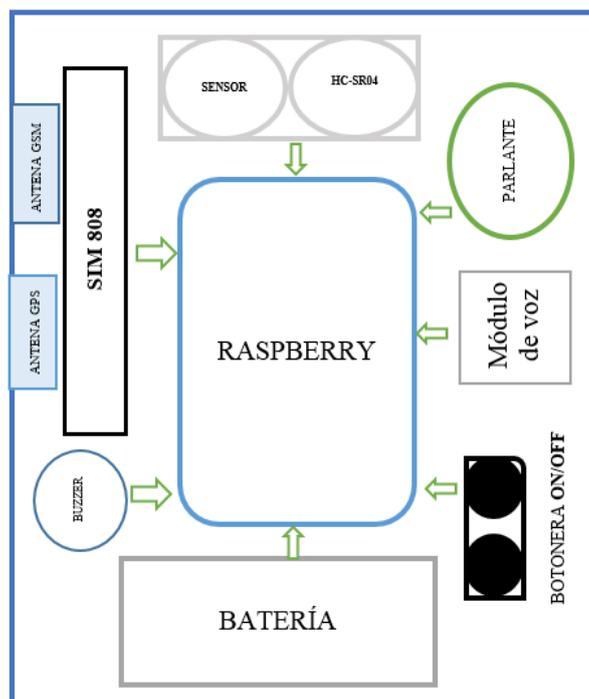


Figura 4.4 Esquema de los componentes internos de la tarjeta de la segunda alternativa de solución.

TABLA 4.2

LISTA DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA SEGUNDA ALTERNATIVA.

N° de elemento	Descripción	Cantidad
1	Raspberry	1
2	Módulo de reconocimiento de voz	1
3	Buzzer	2
4	Sensor ultrasonido	1
5	Sim	1
6	Batería Ión de Litio	1
7	Botoneras	4
8	Tapa superior	1
9	Tapa inferior	1
10	Parlante	1
11	Banda de sujeción	1
Total		15

Los elementos que conforman este dispositivo se describen a continuación; en primer lugar el funcionamiento de esta alternativa inicia al encender el dispositivo donde una raspberry como unidad principal, analiza la información externa adquirida por el sensor de ultrasonido HC-SR04 que al identificar un objeto u obstáculo y activa el buzzer-zumbador que emitirá un sonido para así informar de los obstáculos presentes, además, cuenta con un módulo de reconocimiento de voz que se activa para dar las ordenes al dispositivo, como iniciar la comunicación por medio de la tarjeta sim y así enviar la ubicación en la que se encuentra el usuario; y finalmente, para alimentar este dispositivo se utiliza una batería de ion de litio recargable como fuente de alimentación.

4.3 Selección de la alternativa más apropiada

Para la selección de la alternativa que más se ajusta a las características mencionadas anteriormente, se evaluaron las propiedades de cada una para así decretar cual es la mejor solución.

En la tabla 4.3 se muestra una comparación de características de las dos alternativas de solución para determinar la mejor opción.

*TABLA 4.3
EVALUACIÓN CARACTERÍSTICAS DE DOS ALTERNATIVAS*

Especificaciones	Primera alternativa	Segunda alternativa
Funcionalidad	Excelente	Bueno
Geometría	Excelente	Bueno
Ergonomía	Excelente	Excelente
Facilidad de manufactura	Excelente	Excelente
Fácil adquisición de materiales	Excelente	Bueno
Peso	150 g	200g
Costo	250 USD	350 USD
Tamaño	57x83x52	85x65x55
Seguridad	Excelente	Excelente

Una vez realizado el análisis y estudio comparativo de las dos alternativas, se selecciona la primera opción como la más apta, debido a la fácil adquisición de los materiales; su geometría; al ser un dispositivo pequeño este puede adaptarse al brazo o pecho del usuario gracias a la cinta ajustable que es parte de su desarrollo, su peso; es similar al de un teléfono celular por lo que el usuario puede llevarlo en un bolso o cartera para que no cause incomodidad al utilizarlo.

4.3.1 Descripción de los elementos que conforman la solución seleccionada

En la tabla 4.4 se muestran los elementos con el número en el que se puede identificar en la vista isométrica de la solución seleccionada.

TABLA 4.4
LISTA DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA SOLUCIÓN.

N° de elemento	Descripción	Cantidad
2	Microcontrolador	1
10	Sim 808	1
4	Sensor ultrasonido	1
3	Batería Ion de Litio	1
6	Switch dispositivo	1
7	Switch sim	1
9	Pulsador	1
8	Tapa superior	1
1	Cuerpo	1
5	Módulo de carga	1
11	Banda de sujeción	1

A continuación, se detallan las especificaciones y funcionamiento de cada uno de los elementos, que en conjunto conforman el dispositivo diseñado como se puede observar en la figura 4.5.

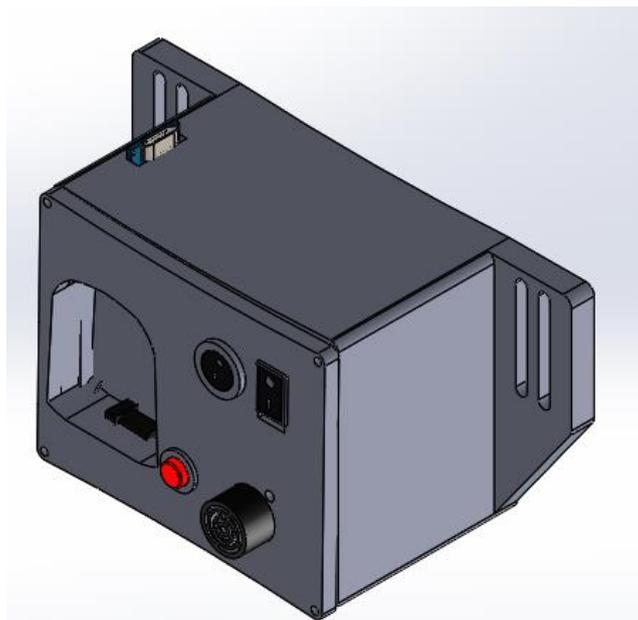


Figura 4.5 Ensamble del dispositivo

En la figura 4.6 se muestran un ensamble con cada uno de los elementos utilizados para el desarrollo del dispositivo. A continuación, se especifican sus respectivas características.

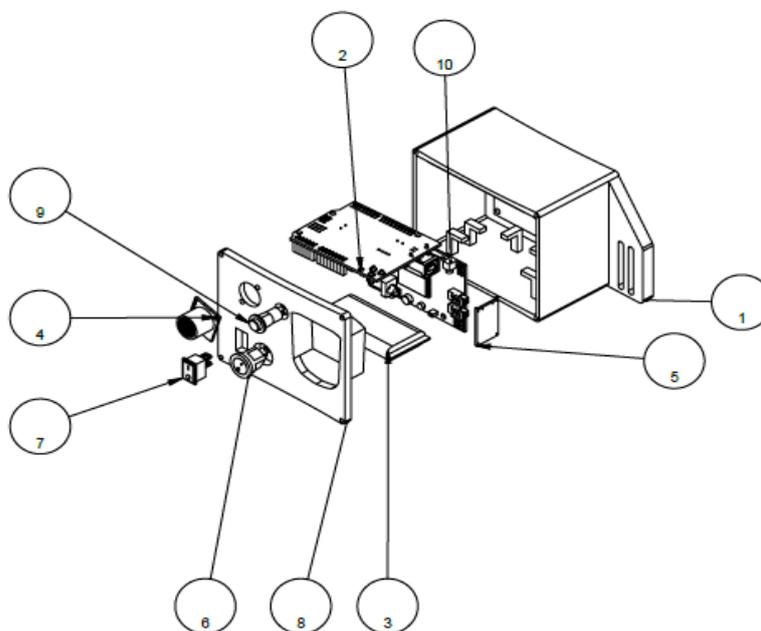


Figura 4.6 Vista isométrica con los componentes internos

4.3.1.1 ARDUINO

Es una placa *open source* (hardware libre), construido con un microcontrolador de Atmel, parte de un ordenador, constituido de seis entradas analógicas y 14 digitales como se muestra en la figura 4.7.

Además, cuenta con una capacidad de memoria de 32 KB para guardar un programa, 0,5 son usados por el programa denominado *bootloader* y funciona con una frecuencia de reloj de 16 MHZ, una memoria EEPROM de 1 KB [35]. Las características detalladas se indican a continuación:



Figura 4.7 Tarjeta Arduino [35].

Características

- Microcontrolador: ATmega328
- Voltaje Operativo: 5v
- Voltaje de Entrada (Recomendado): 7 – 12 v
- Fácil alimentación con batería
- Pines de Entradas/Salidas Digital: 14 (De las cuales 6 son salidas PWM)
- Pines de Entradas Análogas: 6

4.3.1.2 SIM808 GPRS/GSM + GPS 3G

Es una placa basada en el SIM808 de SIMCOM como observa en la figura 4.8, con características para comunicación de voz, datos y localización, este accesorio es un pequeño módulo GSM / GPRS / GPS capaz de sincronizarse a cualquier red GSM, dado que es compatible con las 4.



Figura 4.8 Tarjeta sim 808 con antena GPS y GSM [36]

Envía datos y posicionamiento GPS de un punto a otro a través de redes celulares y acopla la tecnología del GPS para la navegación basada en los satélites. Tiene alta sensibilidad del GPS, seguimiento de 22 y 66 canales de recepción de adquisición. Además, también soporta A-GPS que está disponible para la localización en interiores y bluetooth 3.0 [36].

CARACTERÍSTICAS

- Opera en cuatro bandas de frecuencia 850/900/1800/1900 MHz
- Conecta a cualquier red celular 2G.
- Realiza llamadas de voz utilizando un “manos libres” estándar o una bocina de 32 ohms y un micrófono “electret”
- Envía y recibe mensajes SMS
- Envía y recibe datos mediante GPRS.
- Cuenta con receptor de GPS integrado dentro del módulo SIM808
- Interfaz UART que acepta comandos AT para el control del módulo GSM
- Salida para motor de vibración (PWM)
- Acepta SIM estándar de red 2G (preguntar cobertura con el proveedor)

4.3.1.3 SENSOR LV MAX SONAR EZ4

Este sensor como se muestra en la figura 4.9, es un elemento utilizado en varios aspectos el más importante para el desarrollo de este dispositivo es su eficiencia determinada por los fabricantes en navegación autónoma, detección de personas, zona de proximidad y objetos a largo alcance, además, este sensor es utilizado para mediciones de nivel de contenedores, para robots de alcance y para procesar la envolvente de voltaje analógico [37].



Figura 4.9 Sensor de proximidad por ultrasonido LV-MaxSonar-EZ4 [37].

La temperatura de operación del dispositivo esta entre los -40°C a 65°C por lo que hace seguro su uso en el dispositivo.

Características

- Excelente para la detección de personas
- Seguridad
- Detección de movimiento
- Usado con batería
- Navegación autónoma
- Robótica educativa y de hobby
- Evita colisiones
- Ancho de pulso (serie MB1200)
- El sensor funciona a 42 kHz
- Serie, 0 a Vcc, 9600 Baudios, 81N
- Resistencia al ruido acústico y eléctrico.
- Datos de rango confiables y estables
- Bajo costo
- Características del haz de calidad controlada.
- Ciclo de medición rápido
- Montaje fácil
- Perfecto para objetos puede estar directamente en frente del sensor durante el encendido

4.3.1.4 MICRO-MOTOR VIBRADOR TIPO MONEDA

Son motores de cepillo de DC pequeños en forma de disco, sellados para ser adaptados de manera sencilla en los dispositivos, como se observa en la figura 4.10. Cuenta con dos cables de control y potencia, para iniciar la función de vibración es necesario energizar a través de una batería o pin de un microcontrolador, dando como resultado la función similar al teléfono cuando recibe un mensaje de texto o una llamada. Su voltaje de trabajo es desde 2V hasta 5V, mientras más alto voltaje mayor consumo de corriente, además de una vibración mayor. Además, hay que mencionar otras aplicaciones de estos motores en otros dispositivos, se utilizan también en equipos de masaje de vibración, relojes electrónicos, mesa de cuarzo, juguetes inteligentes y otros campos [38].



Figura 4.10 Micro motor vibrador tipo moneda [38].

Características:

- Tipo: 1027
- Material: Hierro
- Diámetro del motor: 10 mm
- Espesor eléctrico: 2.7 mm (sin incluir la esponja)
- Longitud de la línea: alrededor de 11 mm
- Voltaje: 1.5V~3V
- Corriente: 0.05A~0.1A
- Tiempo de vida: 10000 horas
- Temperatura de funcionamiento: -20 °C + 60 °C
- Velocidad nominal de rotación: mín. 9000 RPM

4.3.1.5 BATERÍA DE POLÍMERO DE ION DE LITIO LIPO

En la figura 4.11 se observa una batería lipo que funciona en base al intercambio de electrones entre el material del electrodo negativo y el material del electrodo positivo mediante un medio conductor, se caracterizan por ser ligeras y por poder almacenar una gran cantidad de energía. Ideal proyectos donde requiere una batería muy pequeña la cual puedes utilizarla en drones o robot móviles [39].



Figura 4.11 Batería de Ión de Litio [39]

La capacidad que tienen las baterías lipo se mide en miliamperios hora y el tiempo de suministro de corriente depende de la cantidad de corriente que se extraiga de esta [39].

Características

- Batería: LiPo.
- Temperatura de funcionamiento: 30-40 °C
- Celda: 1S
- Voltaje de carga: 3.7V
- Peso: 45g.
- Corriente: 3000 mAh.
- Dimensiones 73x54x05 mm.

4.3.1.6 ÁCIDO POLILÁCTICO PLA

El ácido poliláctico (PLA) presente en la figura 4.12, es generalmente el material más utilizado para prototipado 3D. Utilizado por su fácil uso en procesos de impresión, además, es un plástico biodegradable y respetuoso del medio ambiente derivado del almidón. No emite olores al momento de la impresión y los gases desprendidos no son nocivos para el medio ambiente ni el ser humano. [40]



Figura 4.12 Filamento PLA [40]

Características

- Densidad: 1,24 g/cm³
- Temperatura de fusión: 145-160 °C
- Conductividad térmica: 0,25 W/mK
- Módulo de tracción: 3.31-3.86 GPa
- Resistencia a la tracción: 110–145 MPa
- Temperatura de impresión: 170-185 °C

4.4 Control del dispositivo

Para el desarrollo del control del dispositivo se elaboró los diagramas de flujo en los que se indica cada uno de los pasos a seguir como se muestra a continuación.

4.4.1 Flujograma de funcionamiento general

En la figura 4.11 se muestra la secuencia de pasos que se van a cumplir para que el dispositivo desarrolle su función correctamente.

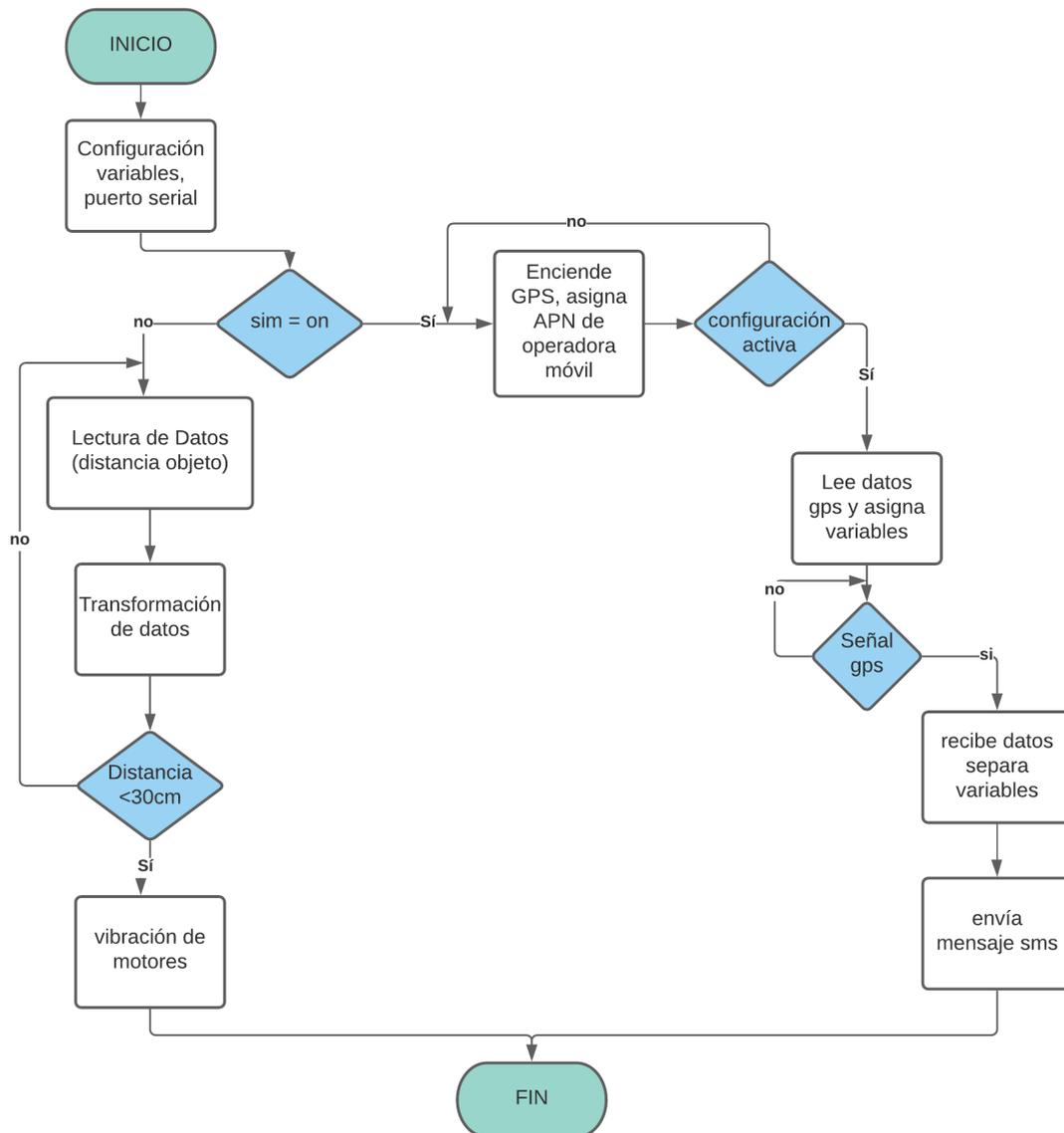


Figura 4.13 Flujograma de funcionamiento general del dispositivo

En el flujograma se encuentra la configuración de las variables y los pines donde se van a colocar entradas y salidas en los pines del microcontrolador para que cada elemento realice su función.

A continuación, el funcionamiento del dispositivo será de acuerdo con la decisión que tome el usuario, en caso de presionar el botón rojo el dispositivo debe cumplir la función de enviar un mensaje de texto con la ubicación del usuario a la persona que este registrada para recibir el mensaje; en caso contrario continuará con el funcionamiento del sensor, el cual detectará los objetos que se encuentren en el camino del usuario.

4.4.2 Flujograma del funcionamiento del sensor

Para explicar el funcionamiento que va a cumplir el sensor ultrasonido Maxsonar LV EZ4 se describe el diagrama de flujo que se muestra en la figura 4.14.

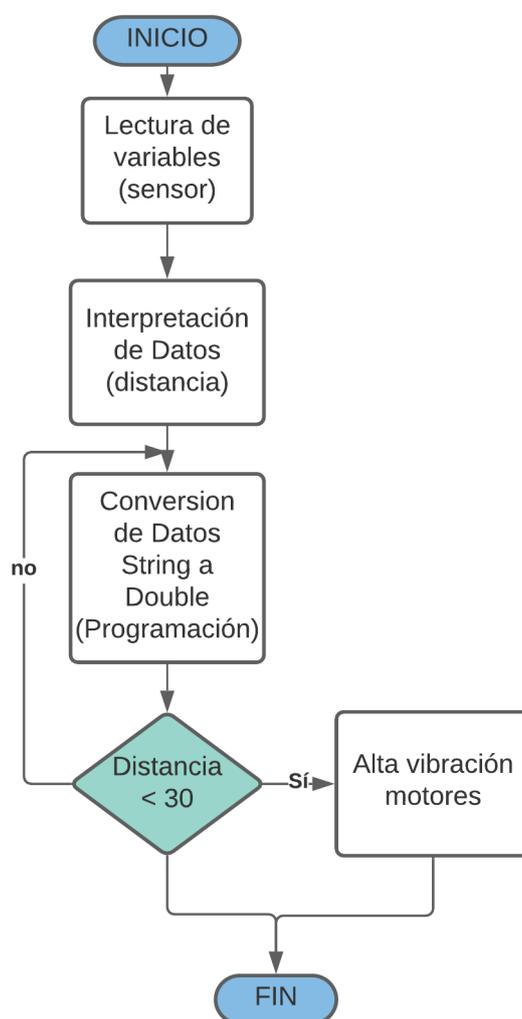


Figura 4.14 Flujograma funcionamiento del sensor

Con los pines del sensor inicialmente configurados, se determina que el pin de entrada del sensor por medio de canal analógico toma un voltaje y emite un formato en bits, generalmente 10 bits (1023 Bytes). Los datos recibidos son procesados y posterior transformados de string a double, lo que permitirá realizar una comparación si la distancia

del obstáculo el menor o igual a 30 cm se activarán los motores de vibración y así alertar al usuario.

En el caso de que el sensor tenga un dato mayor a los 30 cm seguirá censando hasta encontrar un nuevo obstáculo para así cumplir su función principal de emitir la alerta.

4.4.3 Flujograma de funcionamiento de la tarjeta sim

El funcionamiento de la tarjeta sim, se expresa mediante una secuencia de pasos mostrados en la figura 4.15, que describen la comunicación y localización del dispositivo.

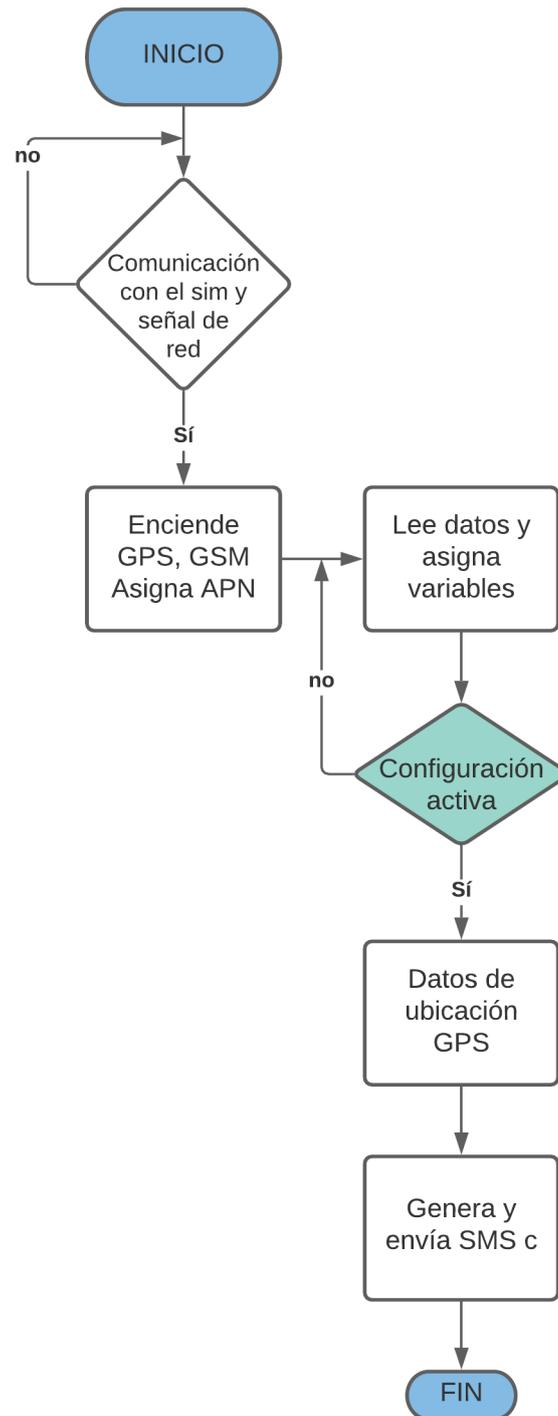


Figura 4.15 Flujograma de funcionamiento de la tarjeta sim

Para la comunicación con el sim se cuenta con librerías que se instalan dentro del programa Arduino con el cual se realiza la programación. Cuando la tarjeta sim se encuentra encendida pasa a leer los datos del GPS, se imprimen los datos que envían dentro de variables y se define el mensaje con los datos de ubicación para enviar el mensaje de texto al número registrado.

4.5 Diseño electrónico del dispositivo

Para diseñar el circuito electrónico se utilizó el software fritzing, el cual muestra los elementos y cuenta con una interfaz sencilla lo cual hace fácil su manejo. A continuación, en la figura 4.16 se muestra el diagrama eléctrico con los elementos seleccionados anteriormente.

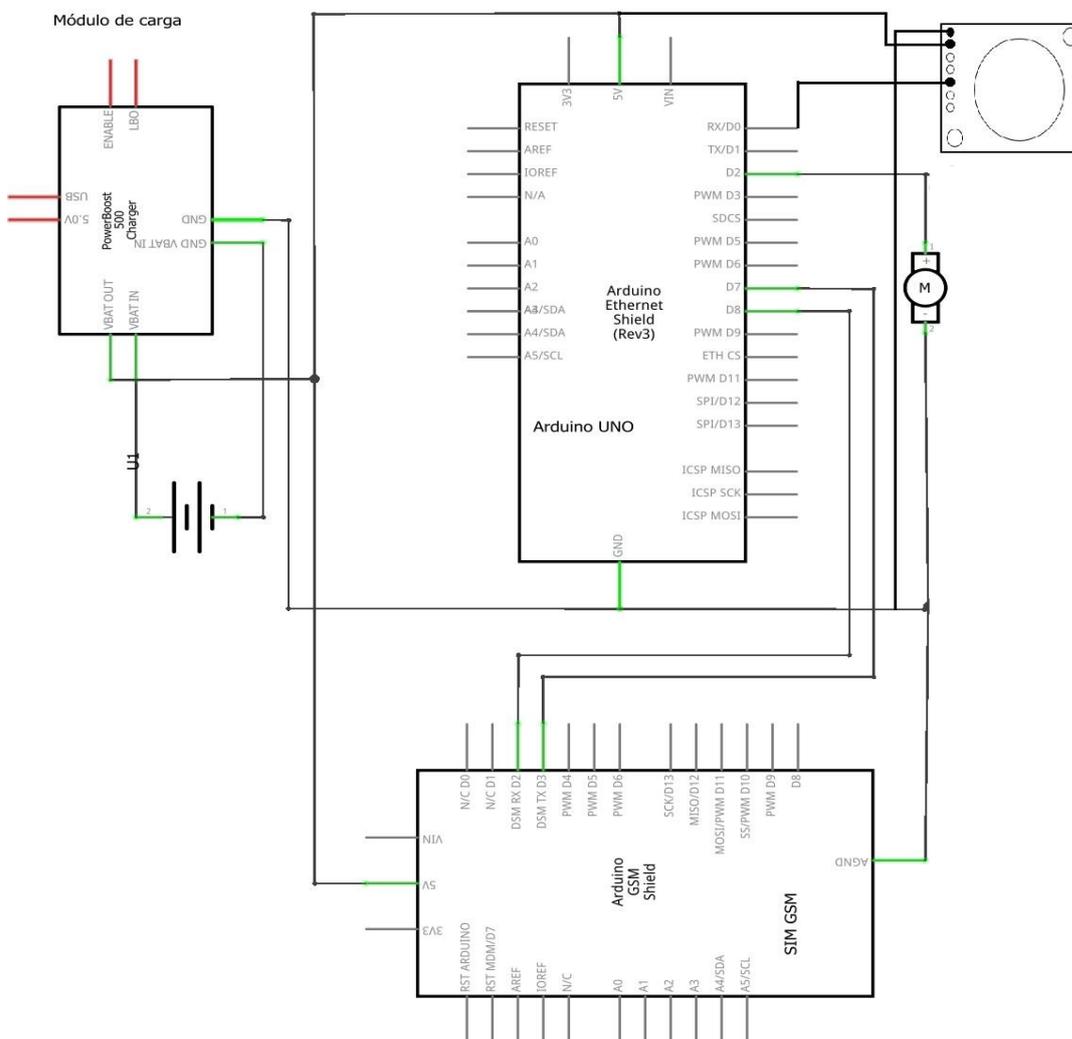


Figura 4.16 Circuito completo del dispositivo

En este diagrama se muestra la conexión del microcontrolador Arduino y la tarjeta sim 808 a través de los pines P7 y P8 transmisión y recepción de señal, respectivamente; además del sensor de proximidad por ultrasonido MaxSonar-EZ4, y el módulo de carga el cual cuenta con entrada a la batería y la salida para alimentar el circuito electrónico.

4.6 Aspectos relacionados a la construcción y ensamblaje del dispositivo

El proceso de construcción del dispositivo inicia con la fabricación y ensamble de la carcasa en la que se disponen los espacios donde se colocarán los elementos principales

como son la batería, el circuito de carga de la batería, la conexión de la tarjeta sim y los tornillos para ajustar la tapa al cuerpo del dispositivo.

4.6.1 Construcción de la carcasa del dispositivo

La construcción del cuerpo del dispositivo se realiza a través de impresión 3D, de acuerdo con el diseño modelado en SolidWorks. Dicha impresión se realiza con ácido poliláctico (PLA) como se muestra en la figura 4.17.

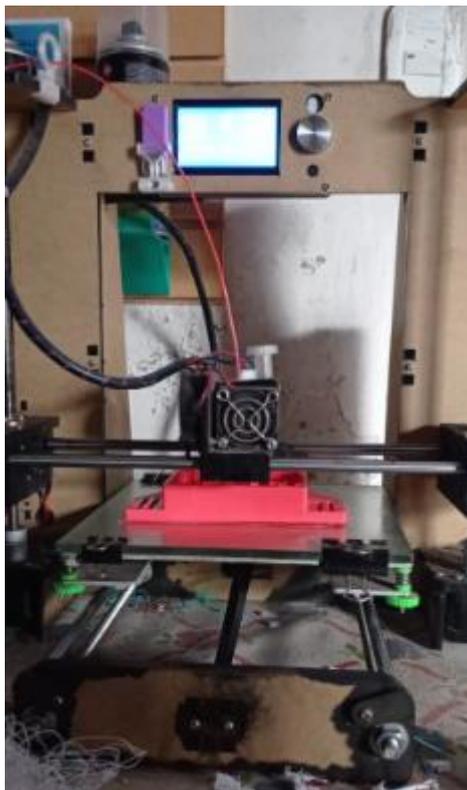
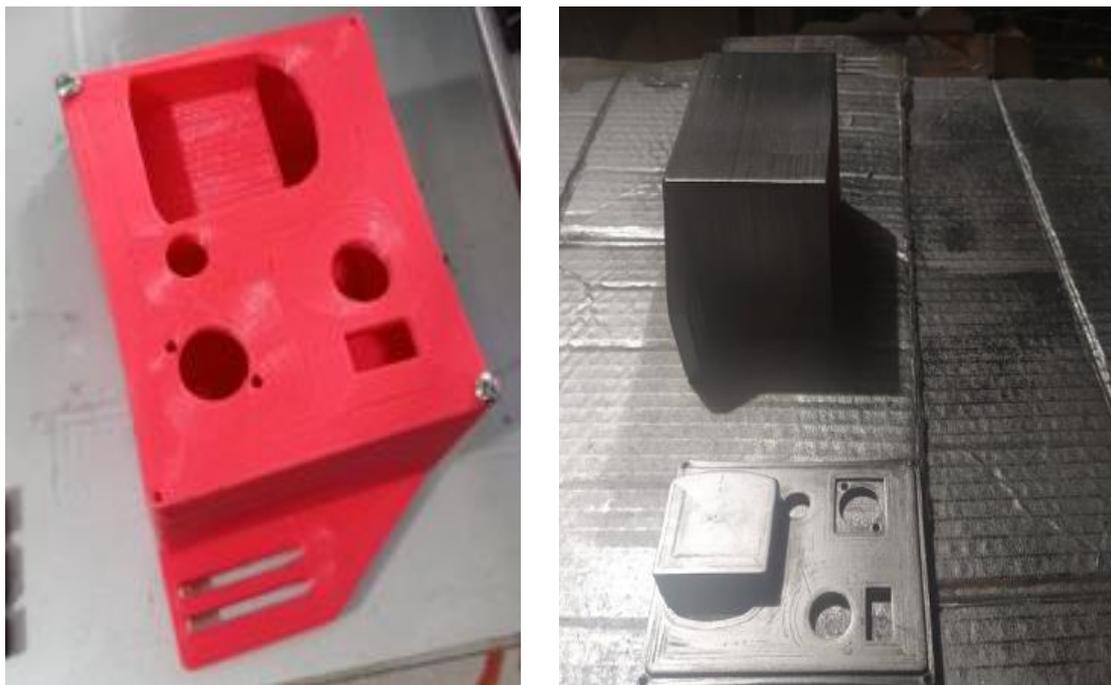


Figura 4.17 Impresión 3D del cuerpo del dispositivo

Completada la construcción de la carcasa se procede a lijar la impresión, con lijas de agua 240 y 1200 para mejor acabado, como se muestra en la figura 4.18. Posteriormente, se pinta la impresión con pintura anticorrosiva en spray.



(a)

(b)

Figura 4.18 Prototipo de la carcasa: (a) Impresión 3D (b) Carcasa pintada

4.7 Construcción de la placa de alimentación del dispositivo

La construcción de la placa de alimentación cuenta con el módulo de carga de la batería los pines para conectar la misma, y la conexión para el switch de paso de corriente de encendido y apagado del dispositivo.

4.8 Ensamble del dispositivo

En el cuerpo del dispositivo se ingresa la placa de alimentación la batería se conecta y la tarjeta sim 808 como se muestra en la figura 4.19.



Figura 4.19 Ensamble de la tarjeta sim batería y placa de alimentación

A continuación, se enrolla el cable del GPS y se inserta el microcontrolador con los cables conectados al sensor y las salidas de alimentación de todo el dispositivo, como se muestra en la figura 4.20.

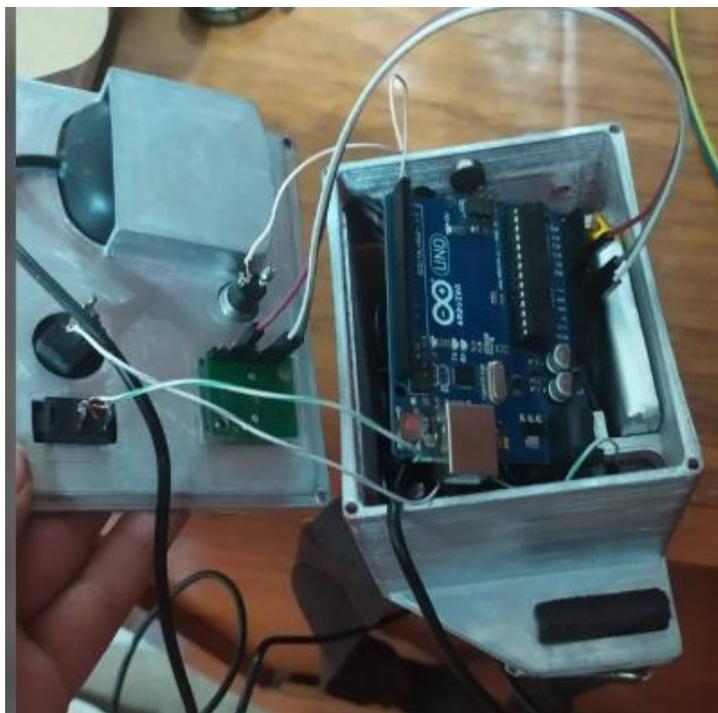


Figura 4.20 Ensamble del microcontrolador, sensor y tapa de la carcasa

En la figura 4.21 se puede observar que una vez colocada la tapa se coloca los tornillos para fijar la tapa con el cuerpo del dispositivo.



Figura 4.21 Tapa fijada con tornillos al cuerpo del dispositivo

Para finalizar se coloca una correa en los pasadores del dispositivo para así obtener como resultado final el dispositivo de movilidad para personas con discapacidad.

4.9 Pruebas de funcionamiento

Para la evaluación de funcionalidad de los elementos del dispositivo en un paciente sano, se procede a colocar el equipo en alguna zona del cuerpo en la cual se pueda fijar al paciente sin generar molestias, como se observa en la figura 4.22.



(a)

Dispositivo colocado en el pecho



(b)

Dispositivo colocado al brazo

Figura 4.22 Pruebas de funcionamiento del dispositivo

4.9.1 Pruebas del sensor: La verificación del funcionamiento del sensor consiste en probar la activación de este ante la presencia de un obstáculo. Para evaluar su funcionamiento se verificó en el monitor serial del software Arduino, la distancia en cm obtenida por el sensor al colocar un objeto frente al dispositivo; el cual si se encuentra en un rango de 17 a 30 cm permitirá la activación de un motor vibrador para informar del obstáculo presente.

Para desarrollar la prueba se ubica al paciente a una distancia de 30 cm de una columna, considerada como un obstáculo. La prueba consiste en que el paciente se acerque al obstáculo, como se muestra en la figura 4.23. Como resultado se verificó que al llegar a 17 cm de distancia al obstáculo el sensor se activa. En la figura 4.24 se muestra los datos obtenidos por el sensor.

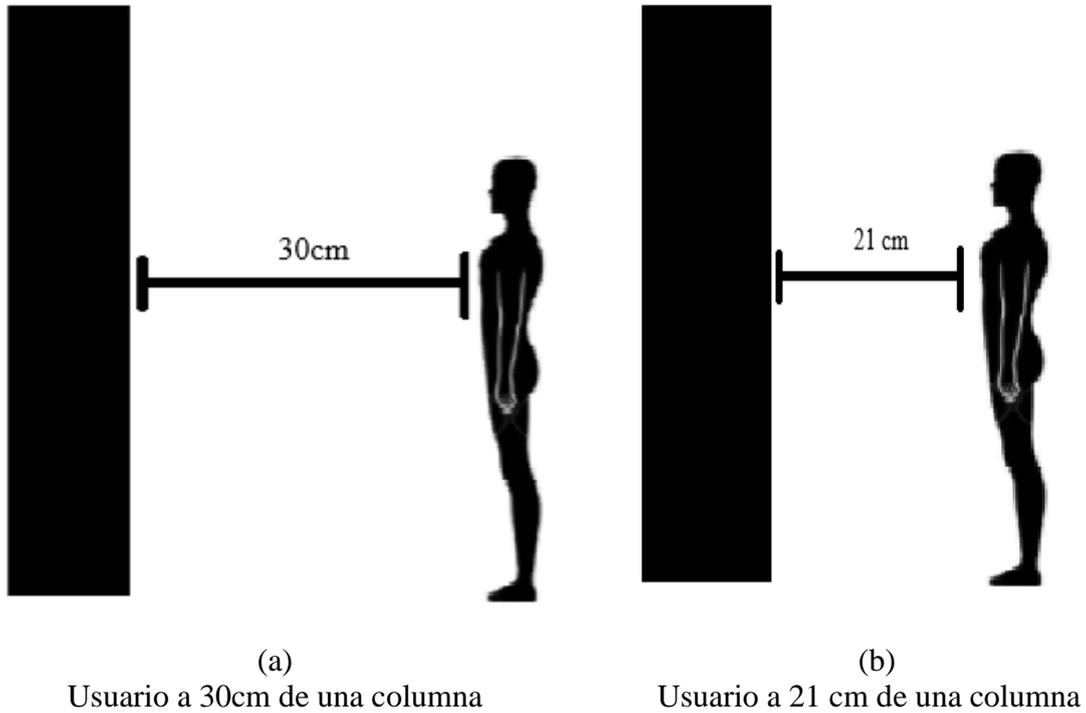


Figura 4.23 Pruebas de funcionamiento del sensor

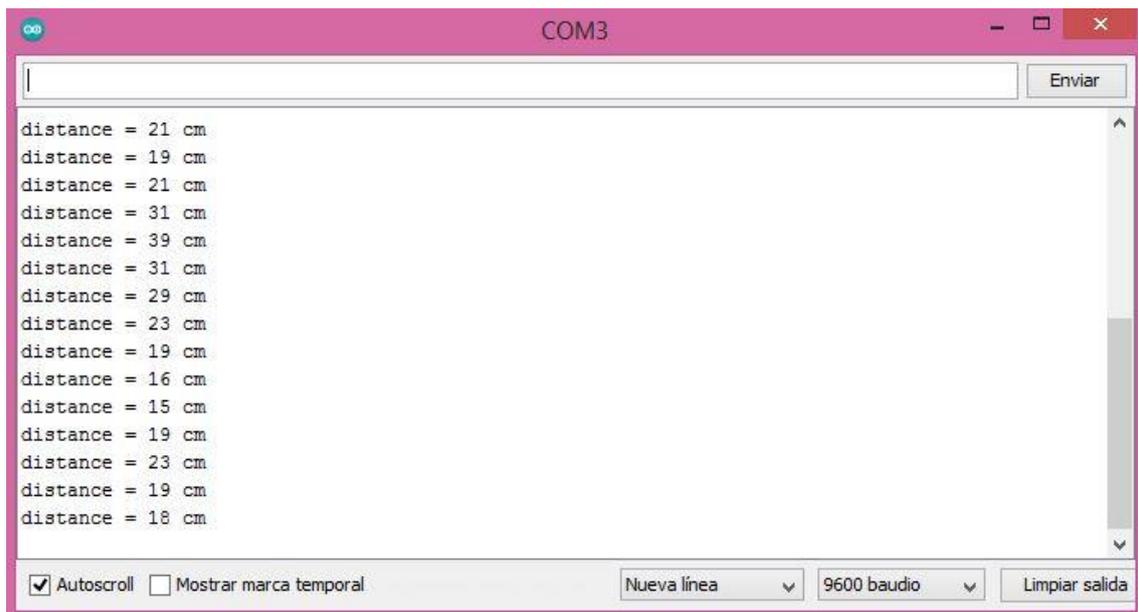


Figura 4.24 Datos obtenidos por el sensor en el monitor

4.9.2 Prueba de la tarjeta sim 808: La verificación del funcionamiento de la tarjeta sim consiste en verificar, a través del monitor serial como se puede ver figura 4.25, donde se muestra la inicialización de la sim por medio de comandos AT la que espera recibir un mensaje con la orden @GPS para realizar su funcionamiento.

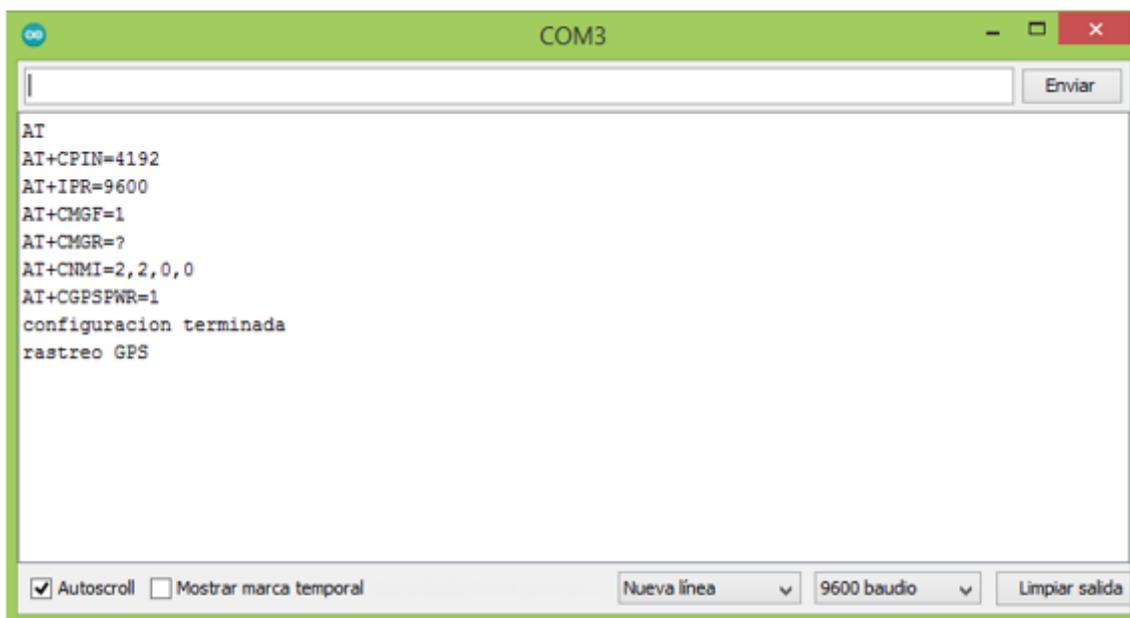


Figura 4.25 Inicialización del sim 808

Una vez inicializada la tarjeta sim con los comandos AT, la tarjeta sim espera recibir un mensaje de texto que dice @GPS el cual indica a la tarjeta sim que debe enviar un mensaje con la ubicación del usuario, esto se puede observar en la figura 4.26 donde se muestra la captura de pantalla del teléfono móvil, donde se puede ver el mensaje enviado con el comando necesario para desempeñar su función y la respuesta de la tarjeta sim con el link para acceder a google maps y observar la posición donde se encuentra el usuario, al acceder a la dirección URL se puede visualizar la ubicación del dispositivo

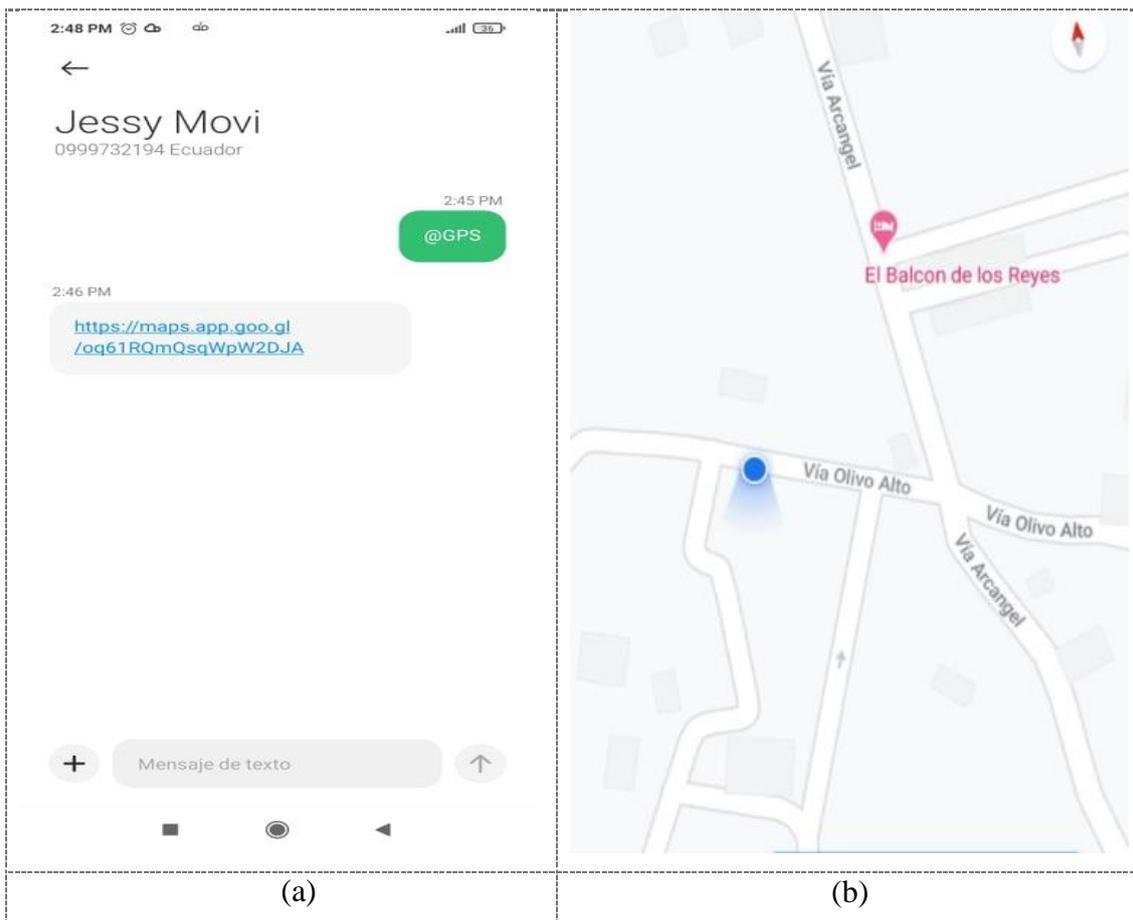


Figura 4.26 Información de ubicación como sms; (a) Captura de pantalla con envío y recepción de sms, (b) Acceso a URL enviada por la tarjeta sim

4.10 Análisis de resultados

Las pruebas de funcionamiento en un ambiente cerrado dieron un resultado positivo en el sensor tuvo un margen de error ya que la distancia detectada variaba de 1 a 2 cm con la distancia real.

Por otra parte, el motor vibrador tiene una potencia constante en ambiente cerrado, y varia en un ambiente abierto ya que su funcionamiento está delimitado por distancia que detecta el sensor, por lo que se obtienen datos de 25 centímetros en adelante y su funcionamiento está dado en un rango de 17 a 30 centímetros

El tiempo de respuesta del motor de vibración con respecto al detector del sensor es casi instantáneo produciendo un buen funcionamiento del dispositivo e informando al usuario del obstáculo presente.

En lo que respecta a la antena GPS en ambientes cerrados, no detecta con facilidad la ubicación del usuario por lo que envía como datos de ubicación un valor de 0 en latitud y

longitud, en ambientes abierto la señal del GPS se estabiliza más rápido y envía la ubicación del usuario.

Para el envío de la información en ambientes cerrados, debido a que el chip es de la operadora movistar se demora en enviar el mensaje a causa de la recepción de la señal, en ambientes abiertos la señal llega con mayor rapidez y el mensaje se puede enviar de forma rápida y segura.

El funcionamiento del sensor y de la sim puede funcionar por separado por lo que mientras el sensor está funcionando la sim se puede apagar con un botón externo que se encuentra en la tapa de la carcasa del dispositivo en caso de no necesitar enviar su ubicación, por lo que la duración de la batería dependiendo de que la sim se encuentre encendida o no.

El tiempo de duración de la batería con la sim apagada es mayor debido a que el consumo es mínimo y aproximadamente dura tres horas la cual también varía ligeramente si se encuentra en ambiente abierto o cerrado; sin embargo, al encender la sim el dispositivo consume más energía por lo que dura su carga dura aproximadamente una hora u hora y media.

La batería puede cargarse con un cable USB con conector tipo-B, generalmente usado en los teléfonos celulares, su tiempo estimado de carga completa es de tres horas para una carga completa de la batería.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se obtuvieron las estadísticas disponibles en el país donde se pudo conocer que el 3% de la población ecuatoriana padece de alguna discapacidad, y un 0,2% tienen algún grado de discapacidad visual.

Utilizando criterios basados en las necesidades de los pacientes, que suministraron sus requerimientos a través de una encuesta, se establecieron las características al dispositivo tales como dimensiones, peso, costo y seguridad.

Con base a los requerimientos se procedió a modelar en 3D los componentes estructurales, así como a la selección de cada uno de los elementos electrónicos.

Se verificaron las características de cada uno de los componentes electrónicos del dispositivo para seleccionar los elementos más óptimos, que permitan que el equipo pueda cumplir con su función principal.

La utilización de comandos AT de estándar abierto, para configurar y parametrizar la comunicación de puerto serial, permitió que la programación del dispositivo sea sencilla e intuitiva.

La antena GPS tiene una buena recepción fuera de un edificio, y una recepción baja dentro de un establecimiento, pero al estabilizar su señal se puede obtener los datos de localización, tiene un cable para su funcionamiento muy largo por lo que el tamaño del dispositivo incrementó siendo mayor a lo deseado.

El dispositivo de asistencia para movilidad brinda ayuda eficiente al momento de reconocer los obstáculos en un rango de 17 cm y 30cm de distancia y alertar al usuario de su presencia a través de una alarma y envía un mensaje de texto sms a la persona encargada de programar el equipo.

El dispositivo de asistencia, puede ser usado, no solo por personas que han perdido toda su capacidad visual sino también por personas que sufren de una ceguera parcial, además, el dispositivo podría ser utilizado también por pacientes con Alzheimer, síndrome de Down, retrasos mentales o cualquier condición que haga vulnerable al extravío de una persona.

RECOMENDACIONES

Las antenas de rastreo GPS pueden ser adquiridas por separado a la tarjeta sim de comunicación lo que hace posible que el tamaño del dispositivo sea menor, ya que, los demás elementos utilizados para el diseño del dispositivo asistente son pequeños, y la construcción del dispositivo incrementaría su valor.

La utilización del dispositivo mientras se carga podría causar daños a la batería y así recortar su vida útil, además de que en caso de calentarse demasiado el usuario podría sufrir algún tipo de accidente.

Para enviar la orden para que se active el GPS es necesario esperar un estimado de 10 segundos hasta que la señal de la operadora con la que esté trabajando la sim se establezca y así la comunicación sea segura y rápida.

Es recomendable no utilizar el dispositivo en lugares lluviosos o extremadamente húmedos ya que los elementos no están diseñados para resistir estos ambientes.

Se recomienda realizar el diseño con dimensiones menores a las actuales de manera que sea más fácil de manipular.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Tiflogía: Ciencia que estudia las condiciones y problemática de las personas con discapacidad visual, a fin de encontrar una solución.

FENCE: Federación Nacional de ciegos del Ecuador

ANVI: Asociación de no videntes de Imbabura

Ceguera: Es la pérdida total o parcial del sentido de la vista, ya sea que esta afecte a uno o ambos ojos.

Parametrizar: Describir en base a criterios con el fin de obtener datos que den como resultado la definición y orden a la investigación o el desarrollo de un prototipo

Funcional: El concepto está vinculado a que un dispositivo funciona o es muy útil.

Comando: Son órdenes que indican al dispositivo que acción debe hacer o ejecutar a continuación.

Microcontrolador: Es un circuito integrado programable, capaz de procesar información con unidades de memoria para almacenar información.

Inclusión: Busca que todos los grupos sociales en especial aquellos grupos que son segregados o marginados tengan las mismas posibilidades y oportunidades

Navegación: Métodos utilizados para movilizarse de un lugar a otro o determinar donde se encuentra.

Prototipo: Ejemplar fabricado de un objeto o invento, que sirve como base, para fabricar otras iguales o mejorarlo.

REFERENCIAS

- [1] R. BOURNE, S. FLaxman , T. Braithwaite , M. Cicinelli, A. Das y J. B. Jonas , «Vision Loss Expert Group, Magnitude temporal trends and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis.,» *Lancet Glob Health*, 2017.
- [2] ESCUDERO y J. C. Suárez, «Discapacidad visual y ceguera en el adulto: revisión de tema,» *Medicina UPB*, 2011.
- [3] D. DAKOPOULOS, BOURBAKIS y G. Nikolaos, «Wearable obstacle avoidance electronic travel aids for blind; a survey,» *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 2009.
- [4] C. N. p. I. I. d. Discapacidades-CONADIS, «Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades,» Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>.
- [5] F.N.d.C.d. Ecuador, «FENCE,» 2017. [En línea]. Available: <http://fenceecuador.org>. [Último acceso: 9 Abril 2020].
- [6] P. S. T. Karina, «Repositorio UTN,» 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4818/1/05%20FECYT%202370%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>. [Último acceso: 7 Abril 2020].
- [7] DAKOPOULOS, BOURBAKIS, G. Nikolaos y DIMITRIOS, «Wearable obstacle avoidance electronic travel aids for blind: a survey.,» *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 2009.
- [8] V. Arriaza Coelo , M. Isaula Isly, J. C. Reyes Artica y F. Sorto Gonzales, *Sentido de la Vista*.
- [9] V. Salgado Belinchon y A. Gomez Laguna, «Slideshare,» [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/adictosalasemergencias/sentido-de-la-vista-pdf>. [Último acceso: 15 Marzo 2020].

- [10] C. M. María, J. Herrera Medina, R. Cuadrado Asensio y J. de Lázaro Yagüe, *Manual de Visión y Rehabilitación Visual*, Medica Panamericana, España: medica panamericana, 2015.
- [11] S. Rojas, «MUNERA, Sebastián Rojas, et al. Caracterización de una población con discapacidad visual (baja visión y ceguera) atendida en dos Instituciones Prestadoras de Salud de Medellín.» MUNERA, Medellin, 2016.
- [12] D. Ribón, *Diseño y construcción de un prototipo de bastón sensorial*, Cartagena de Indias, 2015.
- [13] «MATI,» 22 Marzo 2019 Marzo 2019. [En línea]. Available: http://www.webmati.es/index.php?option=com_content&view=article&id=172:la-ceguera-legal&catid=13&Itemid=160. [Último acceso: 16 Febrero 2020].
- [14] M. PREISING y B. LORENZ, «orphanet,» Julio 2015. [En línea]. Available: https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/OC_Exp.php?Lng=ES&Expert=65. [Último acceso: 15 Febrero 2020].
- [15] Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz , «Programas de Rehabilitación visual,» Hospital de la Luz, [En línea]. Available: <http://hospitaldelaluz.org/programas-de-rehabilitacion-visual/>. [Último acceso: 25 Marzo 2020].
- [16] Instituto de la Visión, «Instituto de la Visión,» [En línea]. Available: <https://www.institutodelavision.com/home/rehabilitacion-visual>. [Último acceso: 25 Marzo 2020].
- [17] V. Aware, «VisionAware,» [En línea]. Available: <https://visionaware.org/es/habilidades-de-orientacion-y-movilidad/5/>. [Último acceso: 15 Abril 2020].
- [18] C. Martínez, «TSBVI,» Kate Moss, 1 Septiembre 2010. [En línea]. Available: <http://www.tsbvi.edu/seehear/fall98/waytogo-span.htm>. [Último acceso: 16 Abril 2020].

- [19] U. N. d. C. d. Uruguay, «El Bastón Blanco: Un poco de historia,» Soluciones A&C, [En línea]. Available: <http://www.uncu.org.uy/bastonblanco.htm>.
- [20] B. M. Pilar, C. Blocona Santos, M. Echeverría Arellano, R. Lagrava Alcañiz, M. Matey García, D. Reyes Llaveró, M. Rodríguez de Luengo y M. Vicente Mosquete, *Discapacidad Visual y Autonomía Personal Enfoque práctico de la rehabilitación*, Madrid: ONCE, 2011.
- [21] «ORCAM,» Conoce los colores de los bastones guía para ciegos, 31 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.orcam.com/es/blog/conoce-los-colores-de-los-bastones-guia-para-ciegos/>.
- [22] Fundación ONCE, «Fundación ONCE Perro Guía,» [En línea]. Available: <https://perrosguia.once.es/es/que-hacemos/nuestros-perros>. [Último acceso: 01 Abril 2020].
- [23] C. Wada y M. Asonuma , «A Proposal for Distance Information Displaying,» Japan.
- [24] H. Paredes, H. Fernandes , P. Martins y J. Barroso, «Gathering the Users' Needs in the Development,» Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015.
- [25] A. R. Meinardo, *Prototipo de asistencia para movilidad de ciegos a través de ecolocación*, México , 2016.
- [26] M. Xavier, «HIPERTEXTUAL,» 24 Marzo 2015. [En línea]. Available: <https://hipertextual.com/archivo/2010/03/isonic-baston-vibratorio-para-invidentes/>.
- [27] J. Guillen Peñarreta y C. Vizhñay Aguilar, *Gafas especiales para detección de obstáculos con sistema de ubicación en caso de emergencia y ayuda de reconocimiento de billetes para personas con discapacidad visual*, Cuenca, 2016.
- [28] «UltraCane,» 8 Junio 2015. [En línea]. Available: https://www.ultracane.com/about_the_ultracane.

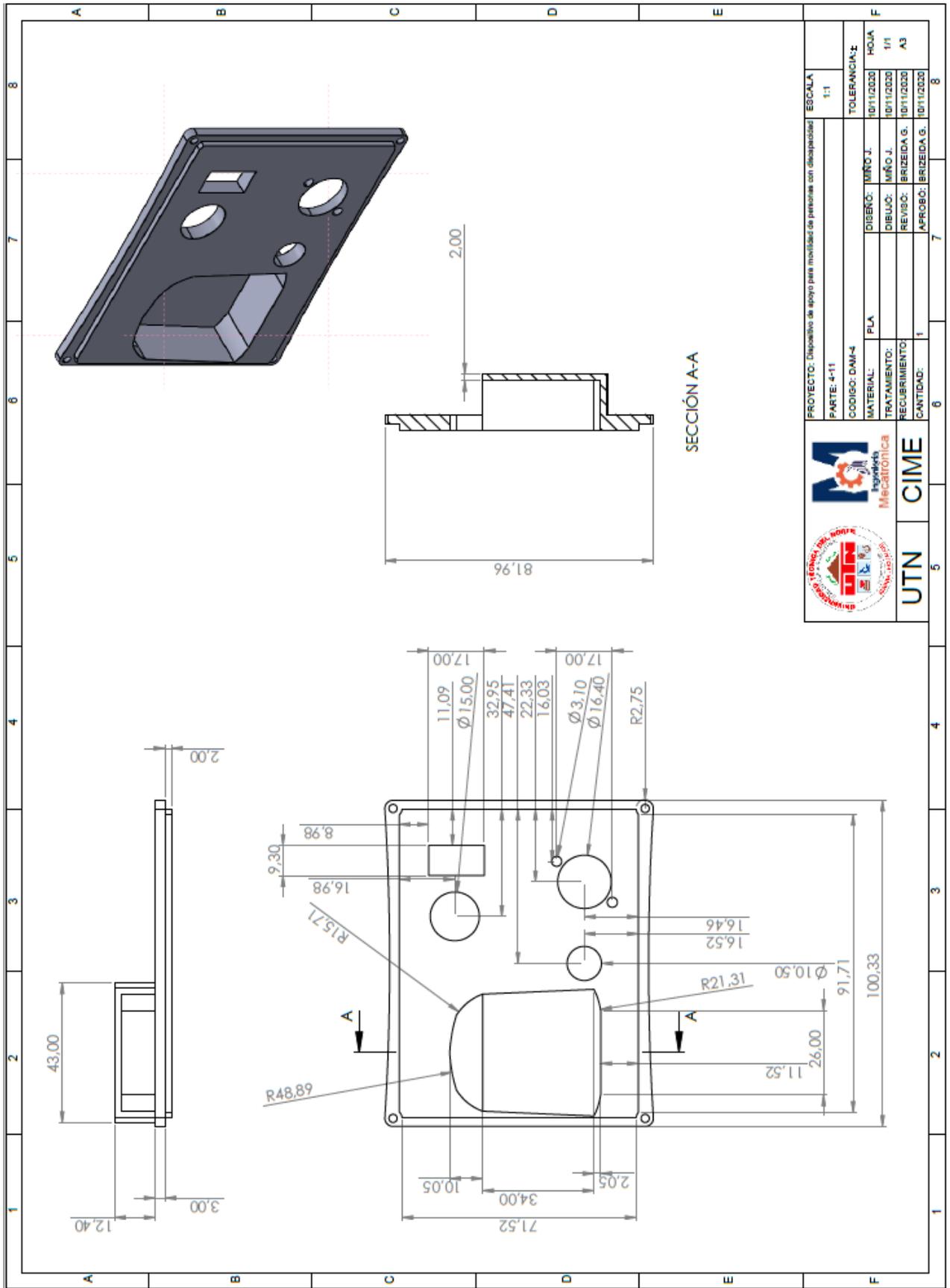
- [29] «OrCam MyEye 2,» 11 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.orcam.com/es/myeye2/>.
- [30] S. K. Ong, J. Zhang y A. Nee, «Assistive obstacle, detection and navigation devices for vision-impaired users.,» *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 2013.
- [31] P. AGARWAL, «An assistive mobility device for the blind: white guide,» *International Journal*, 2017.
- [32] M. Kumar, F. M. Kabir y S. Roy, «Low Cost Smart Stick for Blind and Partially Sighted,» *International Journal of Advanced Engineering and Management*, 2017.
- [33] M. . A. Hussain, M. G. Ullah, A. Fareed y B. Sohail, «The Smartcane for Blind People An Electronically Smart Stick to Aid Mobility,» *International Journal of Computer Science and Information*, 2016.
- [34] C. A. GRIJALVA CACHIPUENDO, *DISPOSITIVO PARA CINESITERAPIA PASIVA DE RODILLA CON MECANISMO DE ARTICULACIÓN POLICÉNTRICA*, Ibarra, 2020.
- [35] M. AZÚA-BARRÓN, «Sistema de adquisición de datos de bajo costo con la plataforma arduino,» *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 8, nº 1, pp. 1-12, 2017.
- [36] SIMCom, «HUBOT,» [En línea]. Available: <https://hubot.cl/product/sim808-gprsgsm-gps-shield-2-en-1-placa-de-desarrollo-gsm-gprs-gps-para-arduino-o-raspberry-pi/>. [Último acceso: 24 julio 2020].
- [37] «XL-MaxSonar-EZ SERIES,» [En línea]. Available: https://www.maxbotix.com/documents/XL-MaxSonar-EZ_Datasheet.pdf. [Último acceso: 22 julio 2020].

- [38] A.G Electrónica, «Mini motor vibrador de disco,» 27 julio 2015. [En línea]. Available: <http://www.agspecinfo.com/pdfs/A/ADA-1201.PDF>. [Último acceso: 10 Julio 2020].
- [39] PROMETEC.NET, «PROMETEC,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.prometec.net/elegir-bateria-lipo/>. [Último acceso: 20 Julio 2020].
- [40] J. . I. Aguilar Duque, G. Amaya Parra, V. M. Juárez Luna y B. González Valadez, «ELABORACIÓN FILAMENTO PLA,» Academia Journals, México, 2016.

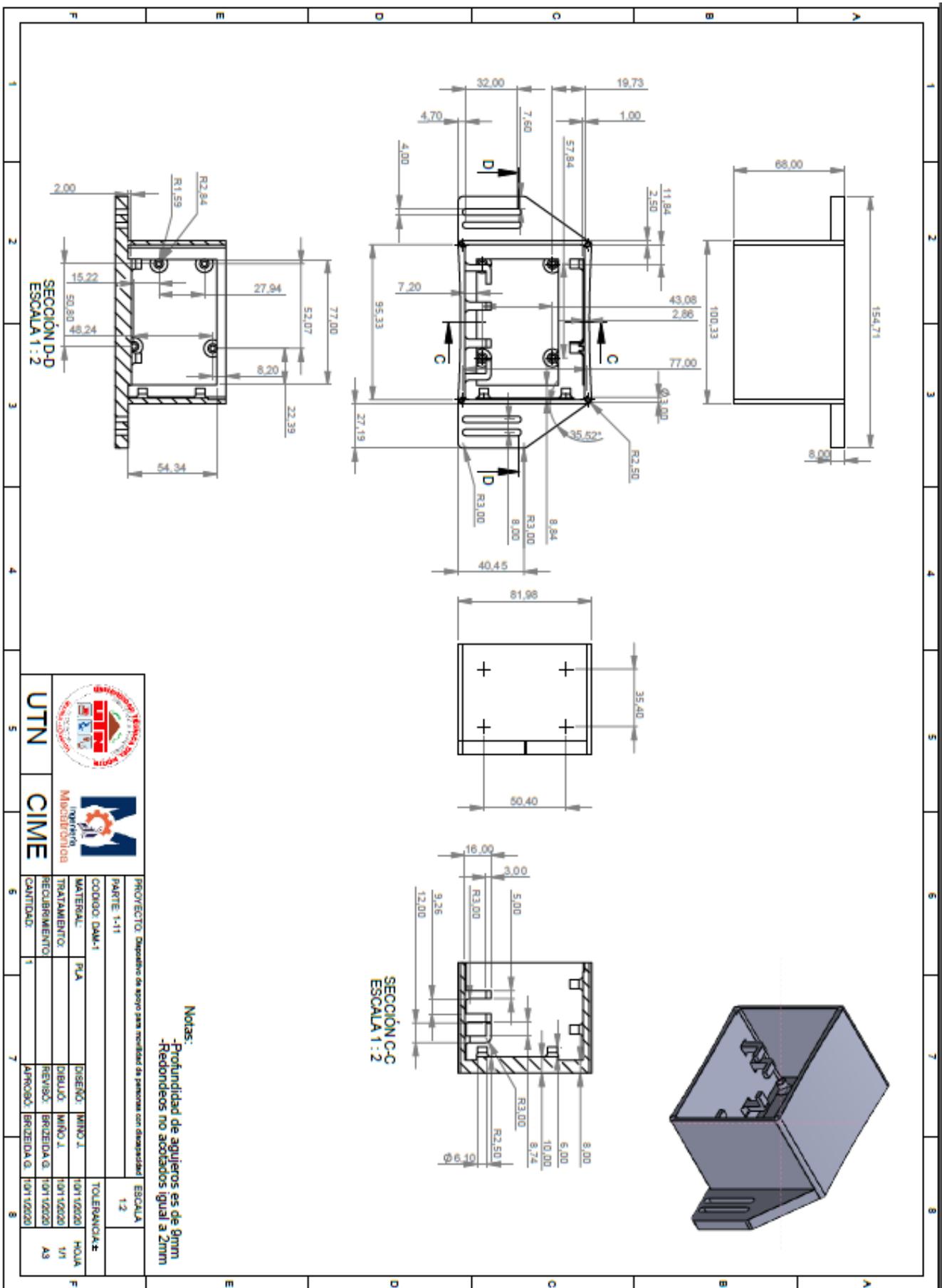
ANEXOS

10	Sim808 module 2013.step			1	DAM-10	
8	pulsadpr		B1	1	DAM-8	
4	tapa	PLA	E3	1	DAM-4	
6	switch2		D1	1	DAM-6	
5	switch1		E2	1	DAM-5	
2	Modulo de carga		C5	1	DAM-2	
7	sensor		C1	1	DAM7	
3	bateria		E3	1	DAM-3	
9	ArduinoUno		A3	1	DAM-9	
1	cuerpo	PLA	C5	1	DAM-1	
N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	OBSERVACIONES
PROYECTO: Desarrollo de placa para monitor de personas con discapacidad						ESCALA: 1:2
PARTE: 11-11						
CODIGO: DAM						TOLERANCIA:±
MATERIAL:		DISEÑO: NIÑO J.		20/10/2020		HQA
TRATAMIENTO:		DIBUJO: NIÑO J.		20/10/2020		1/1
RECURRIMIENTO:		REVISO: BRIZIDA G.		20/10/2020		AS
CANTIDAD: 1		APROBO: BRIZIDA G.		20/10/2020		
UTN		CIME				

ANEXO 1. Plano del dispositivo



ANEXO 2. Plano de la tapa de la carcasa



ANEXO 3. Plano del cuerpo de la carcasa

LV-MaxSonar®-EZ4™

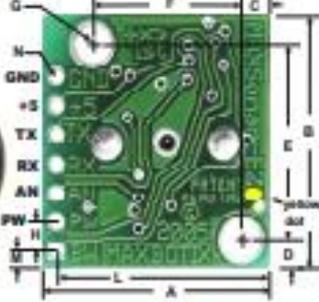
Data Sheet

High Performance Sonar Range Finder

With 2.5V - 5.5V power the LV-MaxSonar®-EZ4™ provides very short to long-range detection and ranging, in an incredibly small package. The LV-MaxSonar®-EZ4™ detects objects from 0-inches to 254-inches (6.45-meters) and provides sonar range information from 6-inches out to 254-inches with 1-inch resolution. Objects from 0-inches to 6-inches range as 6-inches. The interface output formats included are pulse width output, analog voltage output, and serial digital output.

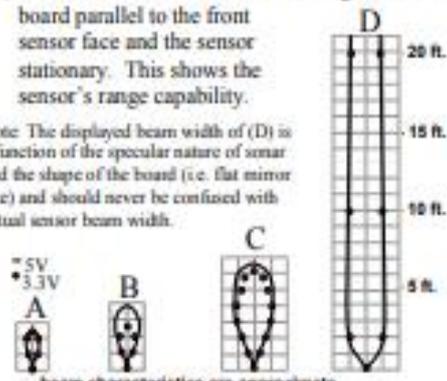



Approximately actual size



A	0.785"	19.9 mm	H	0.100"	2.54 mm
B	0.870"	22.1 mm	J	0.810"	20.6 mm
C	0.100"	2.54 mm	K	0.645"	16.4 mm
D	0.100"	2.54 mm	L	0.735"	18.7 mm
E	0.870"	22.1 mm	M	0.085"	2.1 mm
F	0.550"	13.9 mm	N	0.038"	0.96 mm
G	0.124"	3.1 mm	weight, 4.3 grams		

values are nominal

<p>Features</p> <ul style="list-style-type: none"> • Continuously variable gain for beam control and side lobe suppression • Object detection includes zero range objects • 2.5V to 5.5V supply with 2mA typical current draw • Readings can occur up to every 50mS, (20-Hz rate) • Free run operation can continually measure and output range information • Triggered operation provides the range reading as desired • All interfaces are active simultaneously • Serial, 0 to Vcc, 9600Baud, 81N • Analog, (Vcc/512) / inch • Pulse width, (147uS/inch) • Learns ringdown pattern when commanded to start ranging • Designed for protected indoor environments • Sensor operates at 42KHz • High output square wave sensor drive (double Vcc) 	<p>Benefits</p> <ul style="list-style-type: none"> • Very low cost sonar ranger • Reliable and stable range data • Sensor dead zone virtually gone • Lowest power ranger • Quality beam characteristics • Mounting holes provided on the circuit board • Very low power ranger, excellent for multiple sensor or battery based systems • Can be triggered externally or internally • Sensor reports the range reading directly, frees up user processor • Fast measurement cycle • User can choose any of the three sensor outputs 	<p>Beam Characteristics</p> <p>Many applications require a narrower beam or lower sensitivity than the LV-MaxSonar®-EZ1™. Consequently, MaxBotix® Inc., is offering, the EZ2™, EZ3™, & EZ4™ with progressively narrower beam angles allowing the sensor to match the application. Sample results for the LV-MaxSonar®-EZ4™ measured beam patterns are shown below on a 12-inch grid. The detection pattern is shown for, (A) 0.25-inch diameter dowel, note the narrow beam for close small objects, (B) 1-inch diameter dowel, note the long narrow detection pattern, (C) 3.25-inch diameter rod, note the long controlled detection pattern, (D) 11-inch wide board moved left to right with the board parallel to the front sensor face and the sensor stationary. This shows the sensor's range capability.</p> <p style="font-size: x-small;">Note: The displayed beam width of (D) is a function of the specular nature of sonar and the shape of the board (i.e. flat mirror like) and should never be confused with actual sensor beam width.</p>  <p style="text-align: center; font-size: x-small;">beam characteristics are approximate</p>
--	--	--

ANEXO 4. Características sensor de proximidad



GSM/GPRS+GPS Module

SIM808



SIM808 module is a complete Quad-Band GSM/GPRS module which combines GPS technology for satellite navigation. The compact design which integrated GPRS and GPS in a SMT package will significantly save both time and costs for customers to develop GPS enabled applications. Featuring an industry-standard interface and GPS function, it allows variable assets to be tracked seamlessly at any location and anytime with signal coverage.

General features

- Quad-band 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multi-slot class 12/10
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
 - Class 4 (2 W @ 850/900MHz)
 - Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Dimensions: 24*24*2.6mm
- Weight: 3.3g
- Control via AT commands (3GPP TS 27.007, 27.005 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Supply voltage range 3.4 – 4.4V
- Low power consumption
- Operation temperature:-40℃ –85℃

Specifications for GPRS Data

- GPRS class 12: max. 85.6 kbps (downlink/uplink)
- PBCCCH support
- Coding schemes CS 1, 2, 3, 4
- PPP-stack
- USSD

Specifications for SMS via GSM/GPRS

- Point to point MO and MT
- SMS cell broadcast
- Text and PDU mode

Software features

- 0710 MUX protocol
- Embedded TCP/UDP protocol
- FTP/HTTP
- MMS
- POP3/SMTP
- DTMF
- Jamming Detection
- Audio Record
- SSL
- Bluetooth 3.0 (optional)
- TTS CN(optional)
- Embedded AT (optional)

Compatibility

- AT cellular command interface

Specification for GPS

- Receiver type
- 22 tracking /66 acquisition -channel
- GPS L1 C/A code
- Sensitivity
- Tracking: -165 dBm
- Cold starts : -148 dBm
- Time-To-First-Fix
- Cold starts: 32s (typ.)
- Hot starts: <1s
- Warm starts: 3s
- Accuracy
- Horizontal position : <2.5m CEP

Interfaces

- 68 SMT pads including
- Analog audio interface
- PCM interface(optional)
- SPI interface (optional)
- RTC backup
- Serial interface
- USB interface
- Interface to external SIM 3V/1.8V
- Keypad interface
- GPIO
- ADC
- GSM Antenna pad
- Bluetooth Antenna pad
- GPS Antenna pad

Certifications

- CE
- FCC

More about SIMCom SIM808
Please contact:
Tel: 86-21-32523300

ANEXO 5. Características shield 808

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

1. Desarrollo de la guía de usuario

Para el manejo del dispositivo se recomienda leer el manual que se presenta a continuación.

1.1 Información general

El dispositivo auxiliar de movilidad para personas con discapacidad ver figura 1, es un instrumento que facilita a las personas que padecen de algún nivel de pérdida de la visión a movilizarse de un lugar a otro, informando de obstáculos que se presentan en el camino e informando de estos por vibración. Además, ofrece rastreo del usuario ya que cuenta con GPS y utiliza las redes GSM para comunicarse.

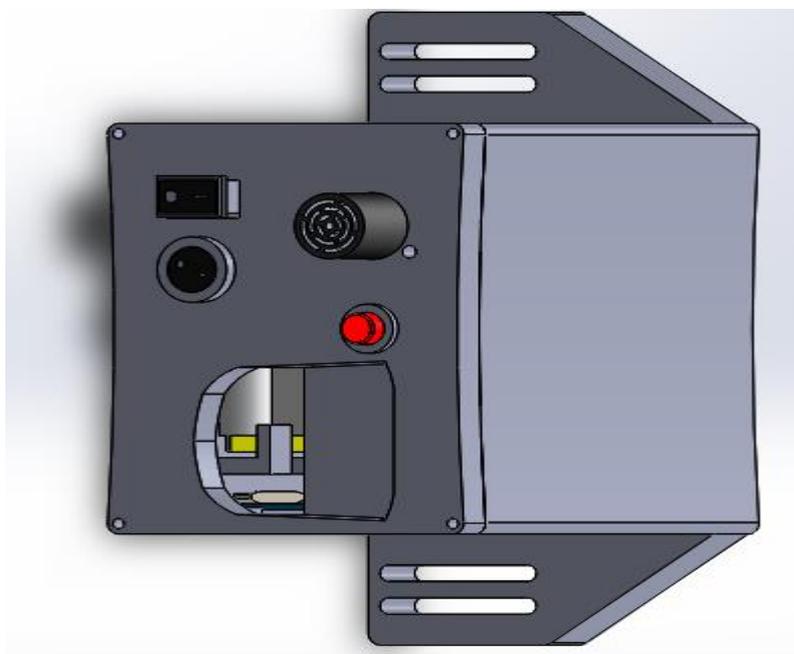


Figura 1. *Dispositivo asistente para movilidad*

1.2 Descripción general

El dispositivo mide la distancia de un obstáculo u objeto que se encuentra frente al usuario y si este se encuentra en un rango de 17 a 30 cm activa un motor vibrador cumpliendo una función similar a los teléfonos celulares cuando informan de la llegada de un mensaje o llamada sin sonido únicamente por vibración.

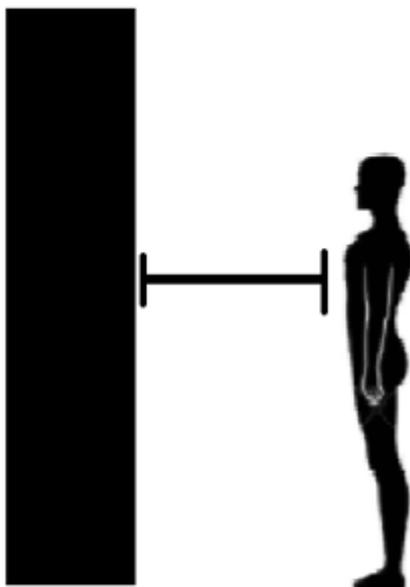


Figura 4.24 *Funcionamiento dispositivo*

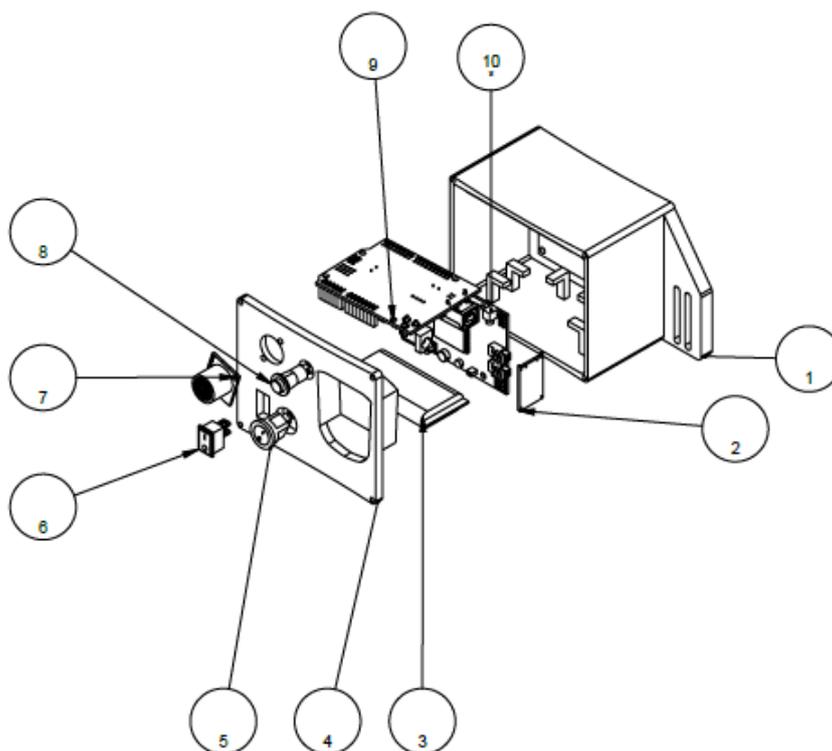
1.3 Puesta en marcha

Para poner en marcha el dispositivo, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Se debe comprobar que la batería se encuentre cargada.
2. A continuación con el botón circular encendido y apagado se prende el dispositivo y este empezará a sensor el espacio en el que se encuentre.
3. Para encender la tarjeta sim 808 se debe presionar el botón cuadrado de encendido y apagado.
4. Para que la tarjeta sim inicie con su funcionamiento se debe presionar el botón rojo ubicado encima de la antena por diez segundos aproximadamente.
5. Después de que inicie el funcionamiento la tarjeta sim se debe enviar un mensaje de texto con el comando @GPS al número del chip que se encuentra dentro de la tarjeta sim.
6. Terminada la función de envío de la ubicación se puede apagar la sim y no afectaría al funcionamiento del sensor.

1.4 Descripción de los elementos

El dispositivo es totalmente funcional ya que los elementos que están dentro de la carcasa (ver anexo 1), cumplen totalmente con los requerimientos establecidos para brindar seguridad a los usuarios para movilizarse.



10. Tarjeta sim 808, 9. Pulsador para iniciar sim, 8.Tapa superior carcasa, 7. Botón de encendido sim, 6. Encendido del dispositivo, 5. Módulo de carga de batería, 4. Sensor LV-Max Sonar EZ4, 3. Batería, 2. Arduino UNO, 1. Carcasa del dispositivo.

2. Precauciones

Al colocarse el dispositivo el usuario debe asegurarse que la correa esta firme al pecho o el brazo del usuario para evitar caídas y daños del dispositivo.

Al cargar el dispositivo es recomendable hacerlo con este apagado.

El módulo de carga cuenta con seguridad en caso de haber una sobrecarga o un corto, pero dadas las circunstancias que el dispositivo se recaliente se debe desconectar de la energía rápidamente.

3. Riesgos

En caso de recalentamiento se deben destapar los tornillos de la tapa del dispositivo y revisar que no haya cables sueltos que puedan estar causando algún corto internamente.

Para cambiar el chip de la tarjeta sim es necesario acudir a un técnico que pueda desarmar el dispositivo sin causarle daños.

