



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO
DETECTOR DE OBSTÁCULOS
QUE PERMITA OPTIMIZAR Y
FACILITAR EL USO DEL BASTÓN
BLANCO O BASTÓN PARA
CIEGOS**

Autor: Petrilli Yuleidy
C.I.: 26.634.410

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DETECTOR DE OBSTÁCULOS QUE
PERMITA OPTIMIZAR Y FACILITAR EL USO DEL BASTÓN BLANCO
O BASTÓN PARA CIEGOS.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO**

Autor: Petrilli Yuleidy
C.I.: 26.634.410
Tutor: Ing. Mendoza Wilfredo

San Diego, septiembre de 2019



FI-E -002-2019-2CR (TG)

Valencia, 19 de Julio de 2019

9

Ciudadanos:
Yuleidy Petrilli
C.I:26.634.410
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 19-07-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **DISEÑO DISPOSITIVO DETECTOR DE OBSTÁCULOS QUE PERMITA OPTIMIZAR Y FACILITAR EL USO DEL BASTÓN BLANCO O BASTÓN PARA CIEGOS** Presentado por usted como requisitos para optar al título de Ingeniero en Electrónica.

Se ratifica la designación del Ing. Wilfredo Mendoza C.I:22.744.494 y la Ing. Alicia De Pizzela C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos y Metodológicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira

Decano de la Facultad de Ingeniería





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CARRERA INGENIERÍA

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Wilfredo Mendoza portador de la cédula de identidad N° 22.744.494, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Yuleidy Petrilli, portado de la cédula de identidad N° 26.634.410, titulado **DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DETECTOR DE OBSTÁCULOS QUE PERMITA OPTIMIZAR Y FACILITAR EL USO DEL BASTÓN BLANCO O BASTÓN PARA CIEGOS** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los dos días del mes de octubre del año dos mil diecinueve.

Ing. Wilfredo Mendoza.
C.I.: 22.744.494

DEDICATORIA

A mi familia por haber sido un apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

A mis profesores quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar las muchas veces no ponía atención en clase.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

AGRADECIMIENTOS

Al tutor académico de este trabajo de grado, Ing. Wilfredo Mendoza, por su experiencia, conocimiento, apoyo, paciencia y por todas las veces que lo acosé buscando su asistencia en alguna de las etapas de esta investigación.

A mi hermana, Yuleisy Petrilli, por todos sus consejos, sugerencias y sufrimiento que padeció al realizar algunas de mis correcciones de redacción.

A mis amigos y compañeros, con los que compartí dentro y fuera de las aulas, aquellos que se convirtieron en mis amigos de vida y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.

A la Universidad José Antonio Páez y a sus profesores, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guía en el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pp
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	Xi
RESUMEN	Xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Formulación del Problema	5
1.3 Objetivos de la Investigación	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivo Especifico	5
1.4 Justificación	5
1.5 Alcance	6
1.6 Limitaciones	6
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	7
2.2 Bases Teóricas	8
2.2.1 Discapacidad Visual	8
2.2.1.1 Grados de la Discapacidad Visual	9
2.2.1.2 Causas de la Discapacidad Visual	9
2.2.2 Movilidad y Orientación de los Invidentes	10
2.2.2.1 La Orientación	10
2.2.3 Bastón para Ciegos	11
2.2.3.1 Técnicas de Uso del Bastón para Ciegos	12
2.2.3.2 Tipos de Bastón para Ciegos	12
2.2.3.3 Colores del Bastón para Ciegos	13
2.2.4 Tiflotecnología	13
2.2.5 Microcontrolador	14

2.2.5.1 Arduino	15
2.2.6 Sensor Ultrasónico	16
2.2.6.1 Sensor Ultrasónico HC-SR04	17
2.2.7 Sensor de Humedad	18
2.2.7.1 Sensor de Humedad en el suelo	18
2.3 Bases Legales	18
2.4 Definición de Términos	21
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de investigación	23
3.2 Diseño de la investigación	23
3.3 Nivel de la investigación	23
3.4 Población y Muestra	24
3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	24
3.6 Instrumentos empleados	25
3.7 Fases de la investigación	25
IV RESULTADOS	
4.1 Fase I	27
4.1.1 Observación directa	27
4.1.2 Revisión documental de la CIF	28
4.1.2.1 Aprendizaje básico y la aplicación del conocimiento	29
4.1.2.2 Adquisición de habilidades	29
4.1.2.3 Comunicaciones	29
4.1.2.4 Movilidad	30
4.1.2.5 Interacciones y relaciones interpersonales	30
4.1.2.6 Áreas principales de la vida	30
4.2 Fase II	31
4.2.1 Sunu Band	31
4.2.2 Baston Egara	32
4.2.3 WeWALK	34
4.3 Fase III	35
4.3.1 Etapa de alimentación	36

4.3.1.1 Bateria, modulo de carga y regulador	36
4.3.2 Etapa de entrada	38
4.3.2.1 Sensor HC-SR04	38
4.3.2.2 Sensor de humedad	39
4.3.3 Etapa de procesamiento	39
4.3.4 Etapa de amplificaci3n	39
4.3.5 Etapa de salida	40
4.3.5.1 Buzzer	41
4.3.5.2 Micromotor	41
4.3.6 Estructura de programaci3n	42
4.3.6.1 Medici3n de los sensores ultras3nicos superior e inferior	42
4.3.6.2 Medici3n del sensor de humedad	42
4.3.7 Dise1o del prototipo	46
4.4 Fase IV	47
4.4.1 Factibilidad t3cnica	47
4.4.2 Factibilidad econ3mica	48
4.4.2.1 Costos de los componentes y materiales del prototipo	48
4.4.2.2 Costos de ingenieria y producci3n	49
4.4.2.3 Comparaci3n con los bastones inteligentes actuales	50
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS	
A. Dise1o del circuito del prototipo	57
B. Vista superior, lateral y frontal del prototipo	58
C. Hoja de especificaciones de sensor HC-SR04	59
D. Hoja de especificaciones de transistor 2N2222	63
E. Hoja de especificaciones de buzzer o zumbador	69
F. Hoja de especificaciones de micromotor	70
G. Hoja de especificaciones de Arduino Nano	71
H. Hoja de especificaciones de optoacoplador PC817	75

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	CONTENIDO	Pp
1	Costos de los componentes electrónicos y materiales utilizados en el prototipo	49
2	Costos de ingeniería y producción	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	Pp
1	Arduino Nano.....	15
2	Características de las placas Arduino	16
3	Sensor Ultrasónico HC-SR04	17
4	Campo magnético producido por electrodos	18
5	Sunu Band	31
6	Baston Egara	33
7	WeWALK	34
8	Zona de trabajo del prototipo	36
9	Esquema general del sistema electrónico del prototipo	36
10	Batería de polímero de litio	37
11	Modulo Power Cell-LiPo Charger/Booster	37
12	Área de detección del sensor HC-SR04	38
13	Transistor 2N2222	40
14	Optoacoplador PC817	40
15	Buzzer	41
16	Micromotor	41
17	Diagrama de flujo del algoritmo del prototipo	43
18	Diagrama de flujo de los sensores HC-SR04	44
19	Diagrama de flujo del sensor de humedad	45
20	Diseño del prototipo elaborado en DesingSpark Mechanical ..	46



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DETECTOR DE OBSTÁCULOS QUE
PERMITA OPTIMIZAR Y FACILITAR EL USO DEL BASTÓN BLANCO
O BASTÓN PARA CIEGOS**

Autor: Yuleidy Petrilli

Tutor: Ing. Wilfredo Mendoza

Fecha: Abril, 2019

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo general el diseño de un dispositivo detector de obstáculos que facilite el uso del bastón blanco o bastón para ciegos, si bien es cierto que fue creado a principios del siglo XX con la finalidad de mejorar la movilidad y orientación de las personas con discapacidad visual, este tiene ciertas limitaciones como lo son su alcance, debido a que no permite ver más allá del largo del bastón, además de que no es apto para ser utilizado en cualquier terreno y en condiciones climáticas adversas debido a su peso y forma de uso. Es por este motivo, que se buscó optimizar esta herramienta al desarrollar un dispositivo capaz de extender su rango de trabajo, lo que le permite detectar obstáculos que estén por encima y más alejados del bastón, también cualquier líquido presente en los suelos, todo esto mediante la implementación de distintos sensores que generen una alerta sónica y táctil al invidente.

Descriptor: bastón blanco, discapacidad visual, sensores, dispositivo, movilidad y orientación.

INTRODUCCIÓN

La discapacidad es la condición de vida de una persona, adquirida durante su gestación, nacimiento, infancia o adultez, la cual se manifiesta por limitaciones significativas en el funcionamiento intelectual, motriz, sensorial (vista y oído) y en la conducta adaptativa, es decir, en la forma en que se relaciona en el hogar, la escuela y la comunidad. En la actualidad, existe un gran número de personas con algún tipo de discapacidad, sin embargo, la discapacidad visual y la ceguera ocupan el primer o segundo lugar con mayor prevalencia a nivel mundial.

El grado de autonomía funcional de las personas con discapacidad visual o ceguera y, en consecuencia, sus necesidades de cuidado, varían en función de múltiples factores del individuo mismo, como lo son su edad, sexo, situación social y económica, entre otros. A menudo, estas diferencias y dificultades no solo se agudizan por la discapacidad en sí, sino por la forma en que la sociedad reacciona ante esta y cómo la interpreta.

También existen muchos problemas que los invidentes (personas con deficiencia visual) tienen que enfrentar con respecto a su movilidad y orientación, estos son los obstáculos presentes en su camino como desniveles, ramas de árboles y otra gente con los que el individuo puede llegar a lastimarse. Los bastones que existen hoy en día tienen la limitante de que sólo pueden indicar al invidente lo que hay enfrente y en el piso.

De allí, la necesidad desarrollar el prototipo de un dispositivo, mediante la utilización de diferentes tipos de sensores, capaz de mejorar el uso y comodidad del bastón para ciegos, para tal fin la investigación está estructurada en los capítulos que se señalan a continuación:

Capítulo I: Se refiere a la descripción y planteamiento del problema, seguido de la presentación de los objetivos, para luego dar la justificación, alcance y limitaciones de la investigación.

Capítulo II: Se presenta antecedentes e investigaciones previas relacionadas con el con la presente investigación. También se explican las bases teóricas, bases legales y en última instancia se definen los términos básicos.

Capítulo III: Se describe la metodología del estudio, tipo de investigación, diseño de la investigación, nivel de la investigación, las técnicas e instrumento de recolección datos a utilizar, conjuntamente con la población y muestra. También se detallan las fases metodológicas diseñadas para cumplir con los objetivos específicos de la investigación.

Capítulo IV: Se presenta con detalle los resultados de cada una de las fases del proyecto, también se muestran las conclusiones y las recomendaciones que se deben de tomar en cuenta en todo momento.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.

En la actualidad, los problemas de visión son considerados como una de las condiciones físicas más habituales entre la población general. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2014), se estimó que aproximadamente 285 millones de personas en el mundo padecían de algún tipo de discapacidad visual, de los cuales, 246 millones sufrían de baja visión y los 39 millones restantes de ceguera, donde el 65% de ellos eran mayores de 50 años, mientras que, el 6,7% eran niños menores de 15 años. Es posible evitar o curar la mayoría de las enfermedades que producen esta discapacidad, sin embargo, el problema radica en que el 90% de los que la padecen viven en países en vías de desarrollo, por lo que el acceso a los tratamientos no está al alcance de todos.

De igual forma, en el continente americano y en el área del Caribe, de acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2014), más de 26 millones de personas presentaban alguna deficiencia visual. De ellas, aproximadamente 3 millones tenían baja visión o ceguera y la mayoría pasaba de los 50 años. En el 75% de los casos, las cataratas, la diabetes y el glaucoma eran las causas principales y se debía a la falta de conocimiento e información sobre la efectividad de los tratamientos diseñados para evitar las posibles causas de las mismas, sin mencionar el costo, miedo o las malas experiencias que son difundidas con más facilidad que los casos exitosos. En los diferentes países las proporciones atribuidas a estas razones varían; por ejemplo, en Guatemala, el 68% de los ciegos por cataratas no sabían de la existencia de tratamiento, mientras que, en Argentina, Venezuela y Perú, la tercera parte de ellos no podían costear la cirugía.

En este marco de referencia, Venezuela es uno de los países que posee una significativa ausencia de datos estadísticos y demográficos de los habitantes que padecen de alguna discapacidad física. El último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) fue en el año 2011, y en este se determinó que

1.454.845 de venezolanos sufrían de algún tipo de discapacidad, siendo Mérida, Sucre y Trujillo los estados que tuvieron mayor proporción de personas con alguna discapacidad no especificada en dicho censo. Es importante destacar que en este estudio realizado por el (INE) se señaló que el 1,7% de los participantes presentó algún tipo de deficiencia visual; dichos resultados abarcaron un rango de edad comprendida entre los 4 años hasta los 95 años, sin importar el sexo, grado de instrucción o estado civil.

Ahora bien, las consecuencias producidas por la ceguera o baja visión son distintas en función de su aparición en un momento u otro determinado de la vida, lo cual es aceptable, debido a que las necesidades de cada persona afectada no van a ser iguales. Naturalmente, los individuos con afecciones congénitas no suelen experimentar el mismo grado de duelo que aquellos que pierden la vista más adelante. Si bien ambos tipos de pérdida de visión son un reto, la adaptación en las situaciones adquiridas crea un impacto y una pérdida psicosocial bastante únicos. También hay pérdidas físicas obvias, como la capacidad de leer un libro, conducir un automóvil u orientarse y moverse de manera autónoma. Esta última es muy importante, y se debe a que las personas con ceguera total o con poca visión usualmente tienen problemas para manejarse en entornos desconocidos.

Otro aspecto a destacar es que las ciudades y pueblos se han construido sin tener en cuenta las necesidades específicas de tan importante y especial grupo de individuos dentro de la población. Por lo tanto, las barreras arquitectónicas y obstáculos de toda índole, la imposibilidad de acceso a la información en equipamientos e instalaciones de uso general, y la poca consciencia de tal problemática, sobre todo por parte de los poderes públicos en cómo mejorar dicha situación, forman parte de las principales dificultades diarias que enfrentan los individuos con discapacidades visuales. Es por eso que es necesario el desarrollo y facilitación de las distintas tecnologías que contribuyan con el proceso de adaptación en la sociedad de toda persona con discapacidad visual, entre dichas tecnologías, aquellas que busquen minimizar los problemas de movilidad de estos individuos en entornos desconocidos dado que esta es indiscutiblemente un

componente esencial de la libertad y la dignidad del ser humano, una de las claves de la independencia de cada persona.

1.2 Formulación del problema.

De acuerdo a lo planteado, se formula la siguiente interrogante:

¿De qué manera se puede mejorar la forma de desplazamiento y orientación de las personas con discapacidad visual?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General.

Diseñar un dispositivo detector de obstáculos que permita optimizar y facilitar el uso del bastón blanco o bastón para ciegos.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Identificar las principales dificultades presentes en las personas con discapacidad visual.
- Analizar los diferentes avances tiftotecnológicos existentes en la actualidad.
- Diseñar un prototipo del dispositivo implementando los componentes electrónicos para la seguridad y facilidad de desplazamiento de las personas con discapacidad visual.
- Evaluar la factibilidad económica y técnica en la elaboración del prototipo del sistema.

1.4 Justificación.

Las personas que pierden la vista por diferentes razones, tales como: accidentes, enfermedades, entre otros, o nacieron invidentes, padecen de grandes desventajas y dificultades físicas a las que deben adaptarse para continuar con una vida normal, siendo el desplazamiento en lugares completamente nuevos y desconocidos una de las principales. En la actualidad, se han ido desarrollado nuevas tecnologías que han permitido la disminución de las barreras arquitectónicas presentes en la sociedad para estas personas. Sin embargo, en Venezuela se ha mostrado una actitud indiferente ante esta problemática debido a que afecta a la minoría de la población.

En tales circunstancias, se hace indispensable el uso de una herramienta que facilite la movilidad y orientación en sitios públicos, por lo general, el más conocido

y utilizado es el bastón blanco. Esto se debe a que el bastón, permite identificar inconvenientes presentes en la superficie sobre la cual caminan, y a pesar de ser utilizado como un medio de seguridad e identificación por los invidentes, ha existido la dificultad para detectar obstáculos más allá de donde termina el bastón, debido a que su alcance es limitado, llega hasta donde está la contera o punta del bastón y va en una sola dirección.

Y es por eso que todas las razones mencionadas anteriormente le dan viabilidad y justifican proyectos como el presente, con el cual se pretende diseñar un dispositivo que ayude a minimizar los problemas de desplazamiento existentes en las personas con discapacidad visual y por ende contribuya a brindar una mejora en la calidad de vida de estas personas; todo esto, utilizando los conocimientos en el área de sensores y microprocesadores adquiridos en la Universidad José Antonio Páez, con la finalidad de mejorar una herramienta que ya existe pero que permite ser innovada con la implementación de sensores, una alerta táctil y una alerta de sonido.

1.5 Alcance de la investigación.

El desarrollo de este dispositivo está orientado a la optimización de una técnica ya existente, mejorando la percepción sensorial del bastón blanco mediante la implementación de varios sensores que permitan detectar los distintos obstáculos presentes en el camino de cualquier individuo con discapacidad visual, minimizando así, los problemas de orientación y movilidad de estas personas en espacios desconocidos.

1.6 Limitaciones de la investigación

Para esta investigación se tendrán las siguientes limitaciones:

- Falta de datos estadísticos actualizados sobre la cantidad de personas que padecen de discapacidad visual en Venezuela.
- Inexistencia de organizaciones o grupos orientados a ayudar a los ciudadanos con discapacidad visual en el estado Carabobo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación.

Martínez, A. (2014), realizó un trabajo de grado en el Instituto Politécnico Nacional de México titulado: **“Bastón blanco para prevenir obstáculos”**, para optar al título de ingeniero en control y automatización, en este trabajo habla sobre los orígenes y funcionamiento del bastón blanco. Además, hace referencia a la ceguera y a los diferentes avances tflotecnológicos existentes en la actualidad, donde algunos de estos se encuentran en fase de prueba por lo que todavía no están disponibles en el mercado. También menciona que la mayoría de los dispositivos son de altos costos, lo que no los hacen accesibles a cualquiera. El aporte de este trabajo de grado a la presente investigación, será el del análisis y comprensión de todo lo relacionado con la ceguera, el bastón blanco y los distintos avances tflotecnológicos presentes hasta la fecha.

Así mismo, Ribón, D. (2015), presentó un trabajo de grado en la Universidad de San Buenaventura en Colombia: **“Diseño y construcción de un prototipo de bastón sensorial para invidentes mediante la utilización de ultrasonido”**, para optar por el título de ingeniero en sistemas, en este trabajo el autor desarrolla un dispositivo detector de obstáculos para el bastón blanco utilizando sensores ultrasónicos, microcontrolador Arduino Sparkfun pro micro, un motor que dará la alerta cuando se active el sensor y un interruptor que le permitirá mantenerlo apagado cuando la persona no vidente no lo esté usando. El aporte de este trabajo para la presente investigaciones la de solucionar el problema que ha sido planteado ya que este consiste en diseñar un dispositivo detector de obstáculos basado en sensores ultrasónicos que facilite el uso del bastón blanco.

También, Muñoz, D. (2015), realizó un artículo para The Smart Citizen Project de la Universidad Católica de Chile titulado: **“Tratando de que los ciegos vean: el caso del bastón XploR”**. Este articulo habla sobre un grupo de estudios de la Universidad de Birmingham en Reino Unido, que desarrolló un prototipo de

bastón para personas no videntes, llamado XploR. Esta nueva tecnología integra al tradicional bastón blanco una función de reconocimiento facial, siendo capaz de detectar personas conocidas por el dueño del dispositivo a distancias de 10 metros. Cuando el bastón identifica una cara conocida este produce una alerta de vibración, e incluso puede guiar al usuario hacia dicha persona gracias a un pequeño auricular que se conecta mediante Bluetooth. El invidente debe proveer al dispositivo aquellas caras que quiere reconocer. Los rostros en esta lista de contactos serían almacenados en una tarjeta de memoria, que los compara constantemente con los transeúntes con los que se comparte el espacio. También tiene integrado un GPS que permite a los usuarios navegar más fácilmente a través de la vía pública al llevar registradas las señalizaciones, y de integrarse con el sistema de reconocimiento visual, podría ayudar a localizar obstáculos móviles. El aporte de este artículo para la presente investigación, es sobre la existencia de la posibilidad de modificar el bastón blanco con distintas tecnologías capaces de mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual.

Por último, Matarrita, S. y Vega, S. (2014), elaboraron un taller en el Instituto de Rehabilitación y Formación Helen Keller de Costa Rica titulado: “**Mi autonomía, el bastón y yo**”. Dicho taller se realizó como una forma de intervención a una de las problemáticas presentes en los pacientes de que asistían al instituto, como lo eran: la falta de aceptación de la discapacidad, la resistencia al uso del bastón y por lo tanto a la obstaculización del proceso de adquisición de la independencia y autonomía personal. Este taller describe el proceso de aceptación y adaptación producido por la ceguera, así como también la importancia del uso bastón blanco para facilitar el desarrollo de la autonomía e independencia personal.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Discapacidad visual.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2014), la discapacidad se define como “toda pérdida o anomalía en una estructura a nivel fisiológico, anatómico o psicológico. En este sentido se puede hablar de **discapacidad visual** como la **pérdida total o parcial del sentido de la vista**”. Se trata de condición que afecta directamente la percepción de imágenes en forma total o

parcial, por lo que se considera una discapacidad cuando las personas presentan una disminución en mayor o menor grado de la agudeza visual y una reducción significativa del campo visual.

2.2.1.1 Grados de la discapacidad visual.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2012), la discapacidad visual abarca la discapacidad visual moderada y grave, y la ceguera.

Ü **Discapacidad visual moderada:** Percibe objetos y caracteres impresos a pocos centímetros sin necesidad de ayudas ópticas.

Ü **Discapacidad visual grave:** Percibe volúmenes y colores, objetos y caracteres impresos a pocos centímetros con ayudas ópticas.

Ü **Ceguera:** Carencia de visión o sólo percepción de luz.

La discapacidad visual moderada y la discapacidad visual grave se reagrupan comúnmente bajo el término “baja visión”, y el total de casos de discapacidad visual están representados conjuntamente por la baja visión y la ceguera.

2.2.1.2 Causas de la discapacidad visual.

El conocimiento de la etiología de la discapacidad visual permite establecer medidas preventivas que evitan situaciones degenerativas capaces de disminuir las funciones visuales y limitaciones en la autonomía, movilidad, orientación e independencia en la ejecución de actividades cotidianas de una persona. La discapacidad visual puede presentarse por distintos motivos, en función de la parte del proceso u órgano de la visión que se ve afectado, aunque, normalmente, las más frecuentes son las que afectan al globo ocular, destacando como más importantes las siguientes:

Ü **Hereditarias.**

- Albinismo (carencia de pigmento).
- Aniridia (ausencia o atrofia del iris).
- Atrofia del nervio óptico (degeneración nerviosa).
- Cataratas congénitas (cristalino opaco).
- Glaucoma congénito (lesiones por presión ocular).

Ü **Congénitas.**

- Anoftalmia (carencia del globo ocular).

- Microftalmia (escaso desarrollo del globo ocular).
- Cataratas congénitas (cristalino opaco).
- Glaucoma congénito (lesiones por presión ocular).
- Rubeola (infección vírica-todo el ojo).

Ü **Adquiridas/accidentales.**

- Avitaminosis (insuficiencia de vitaminas).
- Desprendimiento de retina (lesión retinal).
- Diabetes (dificultad para metabolizar la glucosa).
- Estasis papila (estrangulamiento del nervio óptico).
- Hidrocefalia (acumulación de líquido en el encéfalo).
- Traumatismos en el lóbulo occipital.

Ü **Víricas/toxicas/neuronales.**

- Infecciones diversas del sistema circulatorio.
- Meningitis (infección de las meninges cerebrales).
- Neuritis óptica (infección del nervio óptico).
- Rubeola (infección vírica-todo el ojo).
- Toxoplasmosis (infección vírica-retina/macula).

2.2.2 Movilidad y orientación de los invidentes.

El área de orientación y movilidad es una de las más importantes dentro de la rehabilitación funcional de una persona con discapacidad visual, pues es a través de ésta que el invidente llega a ser independiente en sus movimientos y puede lograr una integración en el medio en el cual se desenvuelve. El entrenamiento en orientación y movilidad se debe iniciar desarrollando en la persona ciertas habilidades y destrezas físicas que faciliten dicho proceso, para ello se realizan una serie de ejercicios repetitivos y continuos y un entrenamiento previo en orientación que permita al individuo mostrar menos rigidez y mostrar más seguridad en sus movimientos.

2.2.2.1 La Orientación.

La orientación es el proceso mediante el que, utilizando los sentidos, una persona establece la posición en que se encuentra y la relación con los demás

objetos significativos de su entorno. Para una alguien con discapacidad visual, la capacidad de desarrollar una conciencia de su entorno es consecuencia de la concentración y de la práctica después de un periodo de aprendizaje. Este conocimiento es esencial para que el invidente pueda completar sus conocimientos de movilidad, ya que la orientación da sentido al movimiento de la persona. Los componentes específicos de la orientación son:

Ü **Referencias:** Cualquier objeto familiar, sonido, olor, temperatura o indicador táctil que se reconozca con facilidad, sea constante y tenga una situación conocida y permanente en el entorno.

Ü **Indicadores:** Cualquier estímulo auditivo, olfativo o táctil, que afecte a los sentidos y que pueda convertirse con rapidez, en una información que sirva al alumno para determinar su situación o una línea de dirección. Pueden ser estáticos o dinámicos.

Ü **Mediciones:** Es el acto o proceso de medir. El alumno puede emplear diversas técnicas para realizar mediciones aproximadas que le faciliten su orientación, como son la longitud del brazo, medidas comparativas como la altura de la rodilla, el empleo del dedo como unidad de medida para objetos pequeños, los pasos o el bastón como unidad de medida.

Ü **Direcciones según la brújula:** Una dirección es una línea en la que se mueve algo, a lo largo de la cual se señala algo o hacia la cual se orienta algo. Las cuatro direcciones principales de la Tierra son los puntos cardinales y están separados por intervalos de 90° alrededor del círculo que forma la brújula (norte, sur, este y oeste), las direcciones de la brújula son transferibles de un entorno a otro y permiten relacionar el entorno con los conceptos del mismo. Para comprender este concepto el alumno debe tener perfectamente desarrollado el sentido de la lateralidad y debe tener la capacidad de comprender y ejecutar giros de 90 y de 180.

2.2.3 Bastón para ciegos.

También se conoce como bastón para ciegos, largo o de Hoover y de acuerdo con la Nomenclatura Global de los Dispositivos Médicos (GMDN) (2018), se define como “un utensilio táctil en forma de vara o bastón, revestido de material

plástico, que utilizan las personas con deficiencias visuales para orientarse y desplazarse, detectando la presencia de obstáculos y puntos de referencia en la ruta”. Por otra parte, Wier (1988), afirma que “el bastón aumenta la seguridad de quien lo usa a través de la extensión del sentido del tacto y es un símbolo para que otras personas sepan que quien lo lleva es ciego”, es decir, el bastón permite distinguir obstáculos en el camino al transmitir vibraciones proporcionando estímulos táctiles y auditivos.

Es importante destacar que el bastón se utiliza con una técnica determinada, debe ser adecuado a la altura de la persona, existen diferentes modelos y no solo es usado por personas totalmente ciegas. En la actualidad es la principal ayuda de las personas con discapacidad visual, debido a su manejo flexible, ligereza y costo monetario en comparación con su competencia (perro guía), además es considerado como de independencia y seguridad, no de lastima.

2.2.3.1 Técnicas de uso del bastón.

El entrenamiento en el uso del bastón largo debe ser progresivo, continuado y lo suficientemente prolongado como asegurarse de que la persona lo utiliza de forma adecuada y segura. Las técnicas del bastón blanco son:

- Û **Técnica diagonal:** Es la que se utiliza para deambular en interiores desconocidos. Consiste en colocar el bastón en forma diagonal, delante del cuerpo a modo de parachoques y no de explorador. Se toma colocando la parte interna de la muñeca hacia abajo, con el dedo índice extendido y colocando el bastón a unos 30° del cuerpo de manera que la punta quede (sin tocar el suelo) delante del pie del lado contrario al que sostiene el bastón.
- Û **Técnica rítmica:** Es la que le permitirá a la persona desplazarse en forma segura e independiente en exteriores conocidos y desconocidos. Consiste en mover en forma rítmica el bastón delante del cuerpo mientras se camina, con el fin de detectar obstáculos en el suelo.

2.2.3.2 Tipos de bastón para ciegos.

- Û **Bastón largo:** Es el bastón clásico de movilidad, que aporta información mediante el tacto. La longitud del bastón depende de la altura del usuario, y se

extiende tradicionalmente del piso al esternón del usuario. Algunos organizadores favorecen el uso de bastones más largos.

Ü **Bastón de apoyo:** Son utilizados por personas invidentes con problemas de equilibrio, ancianos o con alteraciones motoras asociadas. Son regulables en altura y cuentan con una empuñadura de apoyo.

Ü **Bastones símbolo:** Son bastones más cortos y que no aportan tanta información al invidente. Son más utilizados por personas con baja visión.

2.2.3.3 Colores del bastón para ciegos.

Ü **Blanco:** Utilizado por personas con discapacidad visual grave o ceguera completa.

Ü **Blanco y rojo:** Los bastones con este color identifican a las personas con sordo-ceguera.

Ü **Verde:** Cumplen la función de identificar a las personas con baja visión, pero que en ocasiones podrían pasar desapercibidas entre la sociedad. En ocasiones lo encontramos como un bastón blanco y verde.

Ü **Amarillo:** En algunos países, este actúa como un sustituto al bastón blanco o verde.

2.2.4 Tiflotecnología.

Es el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos para procurar a las personas con discapacidad visual los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología. Por lo tanto, es considerada una tecnología de apoyo, ya que proporciona instrumentos auxiliares, ayudas o adaptaciones tecnológicas, creadas o adaptadas específicamente para posibilitar a las personas con ceguera, discapacidad visual o sordoceguera la correcta utilización de la tecnología, contribuyendo a su autonomía personal y plena integración social, laboral y educativa. Abarca desde los dispositivos más sencillos y fáciles de usar (bajo nivel de especialización) hasta aquellos que, debido a su complejidad requieren de un entrenamiento previo para su manejo adecuado (alto nivel de especialización), el uso de alguno de estos dispositivos dependerá de las necesidades u objetivos del usuario. Ahora bien, los dispositivos tiflotécnicos se clasifican en dos grupos:

- Û Los que facilitan o permiten el acceso a la información del ordenador, como sistemas de reconocimiento óptico o inteligente de caracteres, sistemas de reconocimiento táctil, revisores de pantalla, entre otros.
- Û Los que pueden conectarse al ordenador para intercambiar información, aun cuando también funcionan de forma autónoma y tienen su propia utilidad, como los sistemas portátiles de almacenamiento y procesamiento de la información, impresoras braille, aparatos de reproducción y grabación, calculadoras parlantes, diccionarios y traductoras parlantes, periódicos electrónicos adaptados para personas con discapacidad visual, programas de gestión bibliotecaria y de acceso a Internet, ampliación de la imagen, códigos de barras comprimidos para información de consumo y audio-descripción, entre otros.

2.2.5 Microcontrolador.

Un Microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene los elementos necesarios para realizar tareas repetitivas, estos son utilizados desde hace mucho tiempo en dispositivos como celulares, televisores, neveras, entre otros, debido a su reducido tamaño y bajo costo. Estos poseen una serie de elementos que le permiten realizar las tareas designadas. Los elementos de esta estructura se dividen en:

- Û **Memoria del programa:** guarda el código del programa, es de tipo no volátil, significa que la información no se perderá, aunque no tenga corriente.
- Û **Memoria EEPROM:** guardar información que es utilizada en cada ejecución del programa, de tipo no volátil.
- Û **Memoria RAM:** Esta memoria esta destina a almacenar variables y datos necesarios durante la ejecución de algún proceso. Es de tipo volátil.
- Û **CPU:** El procesador está encargado de ejecutar instrucciones programadas.
- Û **Módulos:** Son características especiales que posee un microcontrolador, estos pueden ser: convertidor analógico-digital, drivers para motores, comunicación USB, comunicación I2C, comparadores, interrupciones, etc.
- Û **Puertos de entrada y salida:** Sirven en la interacción entre Microcontrolador con el medio exterior. Cada puerto en un Microcontrolador posee características especiales, con pines que cumplen funciones específicas.

2.2.5.1 Arduino.

Arduino llega del desarrollo de la computación física, que es la creación de interfaces que sirven para la interacción entre computadores y el mundo físico, mediante la utilización de microcontroladores y de periféricos como sensores y actuadores. Este se define como una plataforma de hardware y software libre, cuya placa es de bajos costos, convirtiéndose así en una de las placas de computadora o SBC por sus siglas en inglés (Single Board Computer) más utilizadas en la actualidad.

El hardware está basado en microcontroladores Atmel AVR (ver figura 1), los más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8. Por otro lado, el software utiliza el lenguaje de programación Processing/Wiring que está basado en Java, haciéndolo ideal para implementación en proyectos complejos, el software fue diseñado para que pudiese trabajar en todas las plataformas informáticas como MacOSX, Windows y GNU/Linux. El entorno de desarrollo integrado (IED) que utiliza Arduino está pensado tanto para ingenieros como para personas con poca experiencia en la programación. Los programas que se escriben en Arduino se hacen en C o C++.



Figura 1. Imagen de un Arduino Nano
Fuente: hoja de especificaciones del Arduino Nano.

Cuando se habla de “Arduino”, se debe especificar el modelo concreto, ya que se han fabricado diferentes modelos de placas Arduino oficiales, cada una pensada con un propósito diferente y características variadas como, por ejemplo, el tamaño físico, número de pines de entradas y salidas, modelo del microcontrolador, entre otros. A pesar de las varias placas que existen todas pertenecen a la misma familia (microcontroladores AVR marca Atmel), esto significa que comparten la mayoría de sus características de software, como arquitectura, librerías y

documentación. A continuación, en la figura 2 se mencionarán los nombres y se comparará las características de las distintas placas de Arduino creadas hasta la fecha:

Nombre	Procesador	Voltaje de		Reloj [MHz]	Pines análogos		Pines digitales		RAM [KB]	EPROM [KB]	Flash [KB]
		operación	entrada		in	out	IO	PWM			
Uno	ATmega328	5	7-12	16	6	0	14	6	1	2	32
Due	AT91SAM3X8E	3.3	7-12	84	12	2	54	12	-	96	512
Leonardo	ATmega32u4	5	7-12	16	12	0	20	7	1	2.5	32
Mega 2560	ATmega2560	5	7-12	16	16	0	54	15	4	8	256
Mega ADK	ATmega2560	5	7-12	16	16	0	54	15	4	8	256
Micro	ATmega32u4	5	7-12	16	12	0	20	7	1	2.5	32
Mini	ATmega328	5	7-9	16	8	0	14	6	1	2	32
Nano	ATmega168	5	7-9	16	8	0	14	6	0.512	2	16
	ATmega328								1	1	32
Ethernet	ATmega328	5	7-12	16	6	0	14	4	1	2	32
Esplora	ATmega32u4	5	7-12	16	-	-	-	-	1	2.5	32
ArduinoBT	ATmega328	5	2.5-12	16	6	0	14	6	1	2	32
Fio	ATmega328P	3.3	3.7-7	8	8	0	14	6	1	2	32
Pro (168)	ATmega168	3.3	3.35-12	8	6	0	14	6	0.512	1	16
Pro (328)	ATmega328	5	5-12	16	6	0	14	6	1	2	32
Pro Mini	ATmega168	3.3	3.35-12	8	6	0	14	6	0.512	1	16
		5	5-12	16							
LilyPad	ATmega168V	2.7-5.5		8	6	0	14	6	0.512	1	16
	ATmega328V										
LilyPad USB	ATmega32u4	3.3	3.8-5	8	4	0	9	4	1	2.5	32
LilyPad Simple	ATmega328	2.7-5.5		8	4	0	9	4	1	2	32
LilyPad Simple Snap	ATmega328	7-5.5		8	4	0	9	4	1	2	32
Yun	ATmega32u4	5		16	12	0	20	7	1	2.5	32

Figura 2. Comparación de características entre las diferentes placas Arduino.
Fuente: <http://arduino.cc/en/Products.Compare>

2.2.6 Sensor ultrasónico.

También conocido como sonar, su funcionamiento se basa en la emisión mediante un transmisor de ondas de sonido de alta frecuencia, las cuales superan los 20 KHz. Dependiendo del tiempo que demore la señal en retornar al receptor se calcula la distancia.

$$d = \frac{1}{2} V \cdot t \quad (\text{Ec.1})$$

El sonido es una onda que necesita un medio físico para que pueda transportarse. En el caso del sensor ultrasónico el medio a utilizar es el aire, este se

puede ver afectado por factores físicos como la temperatura, esto influye directamente la densidad del aire, lo cual puede ocasionar repercusiones sobre la velocidad de la onda de sonido dando una lectura errónea, para evitar este error, relaciona la temperatura con la velocidad del sonido. Donde V es la velocidad del sonido a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y T la temperatura del aire en el momento de la medición.

$$V = V_{abs} \sqrt{1 + \frac{T}{273}} \quad (\text{Ec.2}).$$

2.2.6.1 Sensor ultrasónico HC-SR04.

Es un módulo que incorpora un par de transductores de ultrasonido que se utilizan de manera conjunta para determinar la distancia del sensor con un objeto colocado enfrente de este. La interfaz digital se logra mediante 2 pines digitales: el pin de trigger (disparo) y echo (eco). El primero recibe un pulso de habilitación de parte del microcontrolador, mediante el cual se le indica al módulo que comience a realizar la medición de distancia. A través de un segundo pin (echo) el sensor "muestra" al microcontrolador un pulso cuyo ancho es proporcional al tiempo que tarda el sonido en viajar del transductor al obstáculo y luego de vuelta al módulo (ver figura 3).

Mediante la fórmula de la Ecuación 1, se puede estimar la distancia entre el sensor y el obstáculo si se conoce el tiempo de viaje del sonido, así como la velocidad de propagación de la onda sonora. Su rango de trabajo está comprendido entre 2 a 450 cm y su ángulo de medición es de 30° .

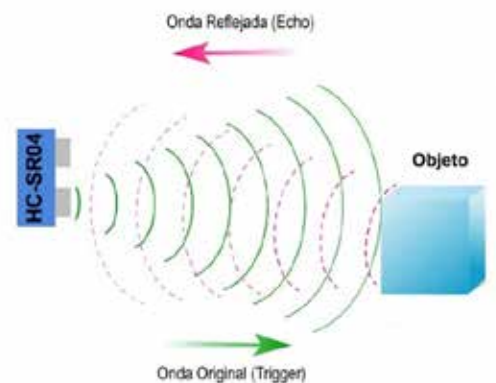


Figura 3. Funcionamiento del sensor ultrasónico HC-SR04

Fuente: www.zonamaker.com/arduino/modulos-sensores-y-shields/ultrasonido-hc-sr04

2.2.7 Sensor de humedad.

Es un dispositivo que mide la humedad relativa en un área dada. Puede ser utilizado tanto en interiores como en exteriores y están disponibles en formas analógicas y digital. La humedad altera las propiedades físicas, químicas y biológicas de una infinidad de materiales, sustancias u organismos, es por eso que es necesario regular de alguna forma esa alteración.

2.2.7.1 Sensor de humedad en el suelo.

Son aquellos que tratan de utilizar la conductividad de la muestra (tierra), la cual va a ser mayor mientras más sea la cantidad de agua presente en ella. Se introducen dos electrodos separados por cierta distancia, para luego ser sometidos a una diferencia de potencial constante. La corriente circulante será entonces proporcional a la cantidad de agua presente en la muestra (ver figura 4).

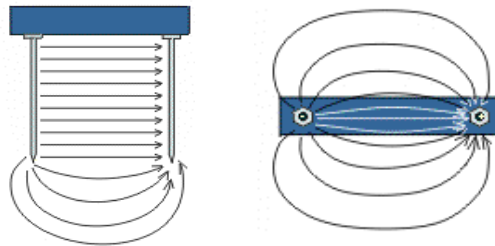


Figura 4. Vista frontal y superior del campo magnético producido por la diferencia de potencial entre los electrodos.

Fuente: www.drcalderonlabs.com/Aparatos/Sensores_de_Humedad/Sensores_de_Humedad.htm

2.3 Bases legales.

Según Pérez (2009) las bases legales se definen como “el conjunto de leyes, reglamentos, normas, decretos, etc., que establecen el basamento jurídico que sustenta la investigación” (p.60). En este sentido, se exponen a continuación leyes, normas y reglamentos que intervienen en esta investigación.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, es el documento vigente que contiene la Ley fundamental del país, dentro de cuyo marco deben ceñirse todos los actos legales. En ella se generan las instituciones, derechos y deberes fundamentales. Se compone de un preámbulo, 350 artículos (ordenados en

Títulos y Capítulos), y Disposiciones transitorias (para su implementación). Fue redactado por la Asamblea Constituyente de Venezuela de 1999, constituida por 128 constituyentes, elegidos por votación popular con ese objetivo fundamental.

Artículos aplicados de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

Artículo 81. Toda persona con discapacidad o necesidades especiales tiene derecho al ejercicio pleno y autónomo de sus capacidades y a su integración familiar y comunitaria. El Estado, con la participación solidaria de las familias y la sociedad, le garantizará el respeto a su dignidad humana, la equiparación de oportunidades, condiciones laborales satisfactorias, y promueve su formación, capacitación y acceso al empleo acorde con sus condiciones, de conformidad con la ley. Se les reconoce a las personas sordas o mudas el derecho a expresarse y comunicarse a través de la lengua de señas.

Artículo 83. La salud es un derecho social fundamental, obligación del Estado, que lo garantizará como parte del derecho a la vida. El Estado promoverá y desarrollará políticas orientadas a elevar la calidad de vida, el bienestar colectivo y el acceso a los servicios. Todas las personas tienen derecho a la protección de la salud, así como el deber de participar activamente en su promoción y defensa, y el de cumplir con las medidas sanitarias y de saneamiento que establezca la ley, de conformidad con los tratados y convenios internacionales suscritos y ratificados por la República.

Ley para Personas con Discapacidad.

La Asamblea Nacional dictó la Ley para Personas con Discapacidad con el objeto de regular los medios y mecanismos para garantizar el desarrollo integral de las personas con discapacidad de manera plena y autónoma, de acuerdo con sus capacidades. Así mismo, la norma busca lograr la integración de las personas discapacitadas a la vida familiar y comunitaria. Según la ley, las disposiciones de dicho texto normativo son de orden público.

Artículos aplicados de la Ley para Personas con Discapacidad.

Artículo 6. Definición de personas con discapacidad. Son todas aquellas personas que por causas congénitas o adquiridas presenten alguna disfunción o

ausencia de sus capacidades de orden físico, mental, intelectual, sensorial o combinaciones de ellas; de carácter temporal, permanente o intermitente, que al interactuar con diversas barreras le impliquen desventajas que dificultan o impidan su participación, inclusión e integración a la vida familiar y social, así como el ejercicio pleno de sus derechos humanos en igualdad de condiciones con los demás.

Se reconocen como personas con discapacidad: Las sordas, las ciegas, las sordociegas, las que tienen disfunciones visuales, auditivas, intelectuales, motoras de cualquier tipo, alteraciones de la integración y la capacidad cognoscitiva, las de baja talla, las autistas y con cualesquiera combinaciones de algunas de las disfunciones o ausencias mencionadas, y quienes padezcan alguna enfermedad o trastorno discapacitante; científica, técnica y profesionalmente calificadas, de acuerdo con la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud de la Organización Mundial de la Salud.

Artículo 14. Toda persona con discapacidad, por sí misma o a través de quien legalmente tenga su guarda, custodia o probadamente le provea atención y cuidado, tiene derecho a obtener para uso personal e intransferible ayudas técnicas, definidas como dispositivos tecnológicos y materiales que permiten habilitar, rehabilitar o compensar una o más limitaciones funcionales, motrices, sensoriales o intelectuales, para su mejor desenvolvimiento personal, familiar, educativo, laboral y social.

El Estado proveerá oportunamente los recursos necesarios para la dotación de ayudas técnicas y material pedagógico, que sean requeridos para completar los procesos de habilitación, rehabilitación, educación, capacitación o los necesarios para la inclusión, integración social y desenvolvimiento personal y familiar de las personas con discapacidad, así como para su mantenimiento, conservación, adaptación, renovación y readquisición.

El Estado facilitará formas apropiadas de asistencia y apoyo, tales como: guías, cuidadores, cuidadoras, traductores o traductoras, intérpretes de lengua de señas como parte de la atención integral a las personas con discapacidad.

Tales prestaciones se otorgarán a través del Consejo Nacional para las Personas con Discapacidad, los estados, los municipios y demás instituciones o

fundaciones que se dediquen a tal fin, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de esta Ley.

2.4 Definición de términos básicos

Agudeza visual: Se define como la capacidad de nuestro sistema visual para discriminar detalles de los objetos en unas condiciones dadas (iluminación, distancia, entre otras).

Atrofia: Una disminución del número y/o del tamaño de los tejidos que componen un órgano, el cual pasa a tener problemas de funcionalidad y un menor peso y volumen del habitual.

Autonomía: Es la capacidad o condición de desarrollar tareas de una manera independiente.

Baja visión: Es la cualidad de la persona con una privación parcial de la vista que no puede ser corregida adecuadamente con gafas convencionales, lentes de contacto, medicamentos o cirugía.

Campo visual: Es el espacio que abarca la visión del ojo cuando está inmóvil mirando un punto fijo.

Congénito: Hace alusión a cualquier rasgo o identidad presente en el nacimiento adquirido durante el desarrollo intrauterino. Puede ser resultado de un factor hereditario, físico, químico o infeccioso.

Entorno de Desarrollo Integrado: Es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación; es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica.

Etiología: Parte de la medicina que estudia el origen o las causas de las enfermedades.

Hereditario: En el campo de la medicina, describe el paso de información genética de padres a hijos por medio de los genes en las células de los espermatozoides y los óvulos.

Memoria no volátil: Es aquella memoria cuya información se pierde al interrumpirse el flujo eléctrico.

Memoria volátil: Es un tipo de memoria que no necesita energía para mantener guardada la información en ella

Tecnologías de apoyo: Son cualquier producto (incluyendo dispositivos, equipos, instrumentos, tecnología y software) que es usado para incrementar, mantener o mejorar las capacidades funcionales de personas con discapacidad.

Transductor: Es un dispositivo capaz de transformar o convertir una determinada manifestación de energía de entrada, en otra diferente a la salida, pero de valores muy pequeños en términos relativos con respecto a un generador.

Vírico: Se aplica a la enfermedad originada por la acción de un virus.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación.

De acuerdo a la naturaleza y características del problema objeto de estudio, esta investigación se enmarcará dentro de la investigación aplicada o proyecto factible, por cuanto a través del desarrollo se propondrán alternativas o propuestas en torno a la problemática existente en la movilidad y orientación de las personas con discapacidad visual. Según el manual de la UPEL (1998), la investigación factible se define como “la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”. (pág. 24).

3.2 Diseño de la investigación.

Para Arias (2004), “el diseño es la estrategia adoptada por el investigador para responder el problema planteado” (pág. 47). En este caso el diseño incluye la modalidad documental. En ese mismo sentido, la investigación documental “es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otro tipo de documentos” (pág. 47). Por su parte, el manual de la UPEL (2003) conceptualiza la investigación documental como:

“El estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales y electrónicos. La originalidad del estudio refleja en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, recomendaciones y en general, en el pensamiento del autor.” (pág. 15).

3.3 Nivel de la investigación.

El nivel de investigación se refiere según Arias:(2012) “al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno” (p.47). Por lo tanto, se establece que esta investigación es de nivel descriptiva, debido a que se enfoca en el estudio de un hecho concreto, indicando sus características más peculiares. De acuerdo a esto, para Tamayo (1998) la investigación descriptiva:

“Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. El enfoque que se hace sobre conclusiones es dominante, o como una persona, grupo o cosa, conduce a funciones en el presente. La investigación descriptiva trabaja sobre las realidades de los hechos y sus características fundamentales es de presentarnos una interpretación correcta.” (pág. 54).

3.4 Población y Muestra.

Para Balestrini (1997), la población se define como “cualquier grupo de elementos de los que se quiere conocer o investigar, alguna o algunas de sus características”. (pág. 126). Por lo tanto, se refiere al universo, conjunto o totalidad de elementos sobre los que se investiga o hacen estudios. Para esta investigación, la población está constituida por las personas con discapacidad visual.

La muestra es una parte o subconjunto de elementos que se seleccionan previamente de una población para realizar un estudio. Según Chistennsen (1980) la muestra es “un subconjunto de una población o grupo de sujetos que forman parte de la población, debe ser representativa de la población estudiada, lo que quiere decir que las características de la población deben estar presentes en la muestra”. (pág. 103). Por lo tanto, se puede decir que en esta investigación la muestra coincide con la población.

3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Falcón y Herrera (2005) definen este espacio de la investigación:

“Se entiende como técnica de recolección de datos como el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos. Los instrumentos son dispositivos o formatos (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.” (pág. 12).

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la revisión documental y la observación directa. Estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común.

Ü **Revisión Documental.**

La revisión documental es hacer una recopilación de información sobre textos e investigaciones generados por otros investigadores que tienen relación directa o indirecta con la problemática que es razón de estudio. Para Hurtado (2008) la revisión documental, "... es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros como texto en sí mismo constituyen los eventos de estudio." (pág. 427).

Para esta investigación se aplicó la técnica de revisión documental, consultando textos asociados a la discapacidad visual y el bastón para ciegos.

Ü **Observación Directa.**

Según Sierra (1991) la observación directa simple:

"Es la inspección y estudio realizado por el investigador, mediante el empleo de sus propios sentidos, especialmente el de la vista, con o sin ayuda de aparatos técnicos, de las cosas y hechos de interés social, tal como son o tienen lugar espontáneamente en el tiempo en que acaecen y con arreglo a las exigencias de la investigación científica." (pág. 253).

En este orden de ideas, Sabino (1992) afirma que "la observación es el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar". (P. 146). En función de lo planteado anteriormente se determina que el proyecto de investigación se ajusta a las características determinantes de dicha técnica por las siguientes razones: se realizó con el propósito de observar y recoger información dentro del área a estudiar.

3.6 Instrumentos Empleados.

Ü **Instrumento de registro.**

Permite poseer un registro de la información en periodos de tiempo relativamente largos de modo que el investigador pueda recuperar la información cuando lo necesite.

3.7 Fases de la investigación.

Fase I: "Identificación de las principales dificultades presentes en una persona con discapacidad visual."

En esta fase se profundizó el conocimiento sobre las dificultades en la movilidad y orientación producidas por la discapacidad visual en las personas

afectadas, también se investiga sobre el proceso de adaptación de estos individuos en la sociedad al utilizar ayudas técnicas que permitan compensar la pérdida visual, como lo es el bastón para ciegos, utilización, tipos, colores y las limitaciones del mismo.

Fase II: “Análisis de los diferentes avances tiftotecnológicos existentes en la actualidad.”

En esta fase se investigó sobre cualquier instrumento o dispositivo de asistencia, adaptación y rehabilitación creadas específicamente para incrementar, mantener o mejorar las capacidades funcionales de las personas con discapacidad visual, y que a su vez contribuyen con el desarrollo de la autonomía personal y plena integración social, laboral y educativa de la persona.

Fase III: “Diseño de un prototipo del dispositivo implementando los componentes electrónicos para la seguridad y facilidad de desplazamiento de las personas con discapacidad visual.”

En la fase final del proyecto se realizó los planos del diseño del prototipo y estos a su vez se utilizaron para la elaboración del dispositivo detector de obstáculos, implementando el microcontrolador Arduino UNO el cual recibe e interpreta las señales percibidas por el sensor ultrasónico HC-SR04 y el sensor de humedad en suelo.

Fase IV: “Evaluación de la factibilidad económica y técnica en la elaboración del prototipo del sistema.”

En esta fase se analizó el costo y los beneficios asociados con el desarrollo del proyecto mediante la selección de los equipos y materiales necesarios para la elaboración del prototipo del sistema, analizando cada una de las características esenciales de los candidatos, como lo son peso, tamaño, durabilidad, entre otros.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Fase I: “Identificar las principales dificultades presentes en una persona con discapacidad visual.”

4.1.1 Observación directa.

Para un ser humano, la pérdida total o parcial de la vista supone un suceso que conlleva cambios a nivel personal, familiar, laboral y social; asimismo, el proceso de adaptación a esta nueva situación es complejo y distinto para cada individuo y su comprensión requiere la consideración tanto de aspectos personales como de los relativos en su entorno, por lo que para las personas con discapacidad visual siempre existirá la posibilidad de desarrollar problemas a nivel psicológico que pueden ser producto de la marginación y discriminación producida en una sociedad que no muestra igualdad de condiciones, lo que a su vez aumenta el riesgo de padecer depresión, estrés, ansiedad, problemas del sueño, entre otros trastornos. Sin embargo, es posible reducir o eliminar este tipo de dificultades con la ayuda y el apoyo adecuado.

Cabe destacar que también existen inconvenientes físicos significativos, bien sea, estando completamente estático o en movimiento. En estado estático pueden sufrir de predominancia funcional de un lado del cuerpo, disminución de la flexibilidad, balanceos del cuerpo apoyando alternativamente los pies y desajustes corporales, en donde la persona adopta ciertas posturas que producen malformaciones y la mayoría de los casos es en la columna. Mientras que estando en movimiento, afecta su habilidad de orientarse y moverse de manera autónoma, por ejemplo, separan demasiado las piernas para aumentar la superficie que abarcan, apoyan los pies bruscamente y tienden a arrastrarlos debido a la inseguridad que sienten al caminar, también adelantan las manos con las palmas hacia fuera y a la altura de la cintura o de la cara para protegerse de los posibles obstáculos, personas, entre otros.

Otro aspecto a destacar con respecto a la movilidad, es que cuando un discapacitado visual se encuentra en un lugar conocido o hace constantemente un mismo recorrido en ámbitos urbanos, su rehabilitación sensorial facilita los desplazamientos, pero no ocurre lo mismo cuando deben transitar en lugares con gran cantidad de personas, espacios libres y desconocidos, haciendo que su movilidad se vuelva insegura debido a la falta de información adecuada sobre el medio, lo que provoca desorientación por no poseer las referencias que utiliza para la toma de decisiones sobre la dirección de sus movimientos. También están presente los problemas de accesibilidad a los medios de transportes y a las edificaciones de cualquier tipo y la presencia de obstáculos de distinta naturaleza, esto se contribuye al hecho de que la mayoría de las ciudades y pueblos se han construido sin tener en cuenta las necesidades específicas de este grupo de individuos.

4.1.2 Revisión Documental de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) fue desarrollada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) con el objetivo de proporcionar un lenguaje unificado y estandarizado que sirva como punto de referencia para la descripción de la salud y los estados relacionados con ella. Se la denomina habitualmente “CIF” porque pone el acento más en la salud y el funcionamiento que en la discapacidad, entendiendo funcionamiento como lo referente a las funciones corporales, las actividades y la participación y la discapacidad como lo relativo a deficiencias, limitación de actividades o restricción de la participación; también considera los factores ambientales y personales que interaccionan con estos componentes.

Ahora bien, siguiendo con esquema propuesto por la CIF, a continuación, se describen aquellas situaciones o actividades en las que quedaría limitada una persona como consecuencia de la discapacidad visual:

4.1.2.1 Aprendizaje básico y la aplicación del conocimiento.

- Ü En la niñez, las actividades relacionadas con la lectura y la escritura. También se verá modificada la velocidad de aprendizaje, esto se debe a que la adquirida por medios auxiliares o alternativos, como el braille o las ampliaciones, muestra distintos resultados dependiendo del individuo, además de no tener el mismo atractivo que lo visual.
- Ü En la adultez o vejez, si bien no se tratarían de aprendizajes básicos, al disponer de los conocimientos previos del proceso lecto-escritor, se tendrá que llevar a cabo reaprendizajes de lectura y escritura incorporando el sistema braille o utilizando dispositivos específicos. En la vejez esos aprendizajes se verán limitados por otras características propias de la edad.

4.1.2.2 Adquisición de habilidades.

- Ü La adquisición de habilidades durante la niñez que se llevan a cabo por imitación, lo que conlleva su realización por otras vías. Toda tarea cotidiana se verá limitada y requerirá de un esfuerzo añadido por parte de padres y profesores.
- Ü Las personas adultas y de tercera, estarán en similar situación cuando tengan que aprender nuevas habilidades adaptativas, por ejemplo, comer, vestirse, lavarse, quitarse la ropa, cuidado de la salud propia, entre otros.

4.1.2.3 Comunicaciones.

- Ü Problemas en la producción y recepción de gestos propios de las relaciones interpersonales, así como todos aquellos elementos comunicativos de base visual que no puedan ser interpretados por las manos.
- Ü Los niños tienden a utilizar sus extremidades superiores para expresar emociones, sin embargo, en la mayoría de los casos no pueden ser comprendidos por otros, por lo que se requerirá de un entrenamiento específico que facilite la socialización de ese lenguaje corporal.
- Ü Mantener una conversación individual es complicado al menos de que se muestren las normas elementales de cortesía y no se deje al invidente hablando solo.

- Ü A mayor número de personas mayor limitación en la identificación de los momentos en los que se puede intervenir, cuando se dirigen a uno o los giros que puede tomar la conversación, al no poder reconocer gestos o miradas.
- Ü Se requerirá de adaptaciones técnicas y capacitación específica para el uso de dispositivos orientados a la comunicación y el entretenimiento.

4.1.2.4 Movilidad.

- Ü Dificultad en la comprensión del espacio en el que se desenvuelve, lo que puede requerir de la explicación de otras personas, todo dependerá del grado de familiaridad del invidente con el entorno.
- Ü Poca accesibilidad a los medios de transporte.
- Ü La mayoría de las ciudades, edificios, calles, entre otras, no cuentan con los recursos necesarios que permitan facilitar la orientación de estas personas.
- Ü Desorientación general, temor o exceso de protección son alguna de las causas más comunes en producir problemas en la movilidad de los invidentes.

4.1.2.5 Interacciones y relaciones interpersonales.

- Ü Poca participación en juegos, dada las dificultades en el dominio del espacio o los materiales, así como una mayor dificultad en la comprensión de las reglas.
- Ü Dificultades en la adhesión e identificación con el grupo, particularmente en la adolescencia.
- Ü Poca participación en situaciones sociales por los posibles déficits en habilidades sociales, ya sea por la sobreprotección familiar, el retraimiento social, la posible baja expectativa de autoeficacia, entre otros.

4.1.2.6 Áreas principales de la vida.

Ü Educación.

- Poca accesibilidad a los centros y materiales educativos.
- Dificultades para seguir las clases o en la integración social.
- Falta de adaptación en los contenidos curriculares, metodologías y criterios de evaluación.

Ü Trabajo.

- Problemas en la búsqueda de empleo, en el proceso de selección y en la adaptación al puesto dado.

- No hay equipos o dispositivos tiflotecnológicos que permitan facilitar el trabajo asignado.
- La mayoría de los lugares de trabajo no cuentan con los recursos necesarios para satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad visual.
- Existe la posibilidad de tener problemas en las relaciones laborales.

Ü **Economía.**

- El ingreso económico se ve estrechamente relacionado con el trabajo y las posibles pensiones de incapacidad (en caso de que el gobierno brinde una).
- Problemas en la identificación de los billetes, monedas y el uso de soportes bancarios (libretas, tarjetas, cheques, entre otros).

4.2 Fase II: “Analizar los diferentes avances tiflotecnológicos existentes en la actualidad.”

A continuación, se hará mención de los distintos avances tiflotecnológicos o tecnologías de apoyo que sirvieron como base para la elaboración de este proyecto de investigación, independientemente de si están en el mercado o en fase de prueba.

4.2.1 Sunu Band

Como su nombre indica Sunu es una banda, pulsera o brazalete inteligente que se pone en la muñeca como un reloj (ver figura 5). Lo que la hace especial es que combina el sistema de ultrasonido y el método de ecolocalización con vibraciones para informar al usuario de los objetos u obstáculos a su alrededor. El objetivo principal de la Sunu Band es la de servir de complemento al bastón blanco o el perro guía y de poder detectar obstáculos que queden fuera del alcance del arco del bastón, o en el caso de llevar un perro guía, ser conscientes de los obstáculos que hay alrededor y que de otra forma no se sabría de su existencia.



Figura 5. Representación de la Sunu Band.

Fuente: <http://www.orientatech.es/es/sunu-band>

A continuación, se explicarán las características principales por la cual se seleccionó este dispositivo como una de las bases para la elaboración del diseño del prototipo:

- Û La pulsera emite una onda de alta frecuencia ultrasónica que rebota en los objetos que el usuario va encontrando en su camino.
- Û Dependiendo de la proximidad del objeto, se produce una vibración de diferente intensidad, es decir, cuanto más cerca, más frecuente se vuelve la vibración.
- Û Puede avisar de obstáculos existentes desde la altura de las rodillas hasta la cabeza, en un arco de veinte grados, y a una velocidad de treinta FPS (fotogramas por segundo), es decir, en el momento en que se detecta un obstáculo, inmediatamente se tiene la correspondiente vibración avisando de ello.
- Û Posee un modo para exteriores abarca una distancia de cinco metros, y es más sensible para detectar cosas finas como ramas de árboles.
- Û Posee un modo para interiores abarca una distancia de dos metros y la sensibilidad está disminuida, pues se supone que sitios con mucha gente u objetos alrededor y lo que importa es detectar los espacios como puertas, pasillos, entre otros.
- Û Cuenta con un pin de carga y una aplicación gratuita para iPhone y Android en donde se puede configurar los modos de funcionamiento, nivel de las vibraciones, entre otras funciones.

4.2.2 Bastón Egara.

Se trata de un bastón que está conectado a una pulsera que, igual que Sunu Band, avisa por vibración al usuario (ver figura 6). Así, además de tener acceso a la información del suelo que proporciona un bastón convencional, la persona ciega también recibe información de obstáculos que están en altura como ramas de árboles, mobiliario a media altura, señales de tráfico, entre otros. Según comentan los responsables del proyecto, la idea surgió por la propia experiencia de uno de sus trabajadores, Antonio Alarcón, usuario de bastón y que debido a su alta estatura se encontraba con algunos problemas a la hora de detectar obstáculos en altura.



Figura 6. Representación del bastón Egara.

Fuente: https://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones_0_396160531.html

A hora bien, se explicarán las características principales por la cual se seleccionó este dispositivo como una de las bases para la elaboración del diseño del prototipo:

- Ü Se le ha modificado el mango añadiéndole un sistema electrónico con tres sensores de ultrasonidos. Estos sensores están dispuestos de tal manera que puedan identificar áreas comunes y no comunes para saber dónde se encuentra el obstáculo
- Ü Está equipado con un sensor inercial, también conocido como unidad de medición inercial (IMU), que permite su orientación en el espacio y conocer la dirección de movimiento del usuario.
- Ü Cuando detecta un obstáculo, el bastón se lo notifica al usuario mediante vibración y sonido. Tras esta advertencia, el usuario puede analizar más cuidadosamente su entorno y detectar la amenaza para luego modificar su trayectoria.
- Ü Es posible regular la distancia de detección según las necesidades del usuario: se programa previamente el dispositivo para que se adapte a cada invidente según sus características físicas, como la altura y la anchura de los hombros, o la velocidad de sus pasos.
- Ü Se puede reemplazar el bastón sin problemas ya que sólo es el mango el que lleva el sistema.
- Ü Posee un módulo de carga por USB y la batería dura unas setenta y dos horas.

4.2.3 WeWALK.

Es un bastón inteligente revolucionario desarrollado para personas con discapacidad visual. Este consiste en un dispositivo que se adhiere al bastón blanco tradicional, transformándolo en un bastón inteligente innovador (ver figura 7). La tecnología que utiliza aumenta la independencia de las personas con discapacidad visual y promueve la plena participación en la sociedad a través de su modo de funcionamiento.



Figura 7. Representación del WeWALK.

Fuente: <https://www.dailysabah.com/technology/2019/01/16/smart-walking-stick-designed-for-the-visually-impaired-by-turkeys-vestel-and-ngo-to-be-tested-in-us>

A continuación, se explicarán las características principales por la cual se seleccionó este dispositivo como una de las bases para la elaboración del diseño del prototipo:

- Û Posee un sensor ultrasónico que detecta los obstáculos por encima de la altura de la cintura y emite una vibración para alertar a los usuarios de dichos obstáculos.
- Û El dispositivo tiene una aplicación iOS y Android para conectarse con smartphones a través de Bluetooth. Una vez conectados, los usuarios pueden personalizar su configuración y administrar integraciones de aplicaciones de terceros, como Google Maps, todo esto mediante el menú de voz del panel táctil sin la necesidad de sostener el teléfono.
- Û Tiene la capacidad de recibir instrucciones de Google Maps, paso a paso, de cómo llegar al lugar deseado mediante un asistente de voz.
- Û Es posible ajustar la distancia a la que el bastón puede detectar obstáculos mediante su propia aplicación.
- Û Puede detectar obstáculos hasta ciento sesenta centímetros de distancia.

- Û Posee un módulo de carga USB y su batería puede durar hasta unas cinco horas las cuales pueden variar dependiendo de su uso.
- Û Cuenta con una luz led para ayudar a las personas con baja visión.
- Û Este incorpora muchas tecnologías de vanguardia que incluyen un giroscopio, acelerómetro, brújula, motores de vibración direccionales, microprocesador, panel táctil, micrófono, altavoz y módulo Bluetooth de baja energía, sintetizándolas para que el usuario pueda acceder fácilmente a estas funciones en un dispositivo.

4.3 Fase III: “Diseñar un prototipo del dispositivo implementando los componentes electrónicos para la seguridad y facilidad de desplazamiento de las personas con discapacidad visual”.

En esta fase se llevó a cabo la selección de los componentes electrónicos y materiales con los que se elaborará el prototipo, tomando en cuenta las características, funcionalidad y adaptabilidad de cada uno de estos en la elaboración de dicho prototipo. Para comenzar, se estableció que el prototipo detecte objetos que se encuentren entre 30 a 120 cm para el sensor superior y para el sensor inferior una distancia de entre 30 a 90 cm, también será capaz de emitir una alerta en caso de que haya algún líquido presente en la superficie por donde estén caminando (ver figura 8). También se elaboró un esquema del funcionamiento del prototipo, el cual consta de cinco etapas: alimentación, adquisición de datos, procesamiento, amplificación y salida (ver figura 9).

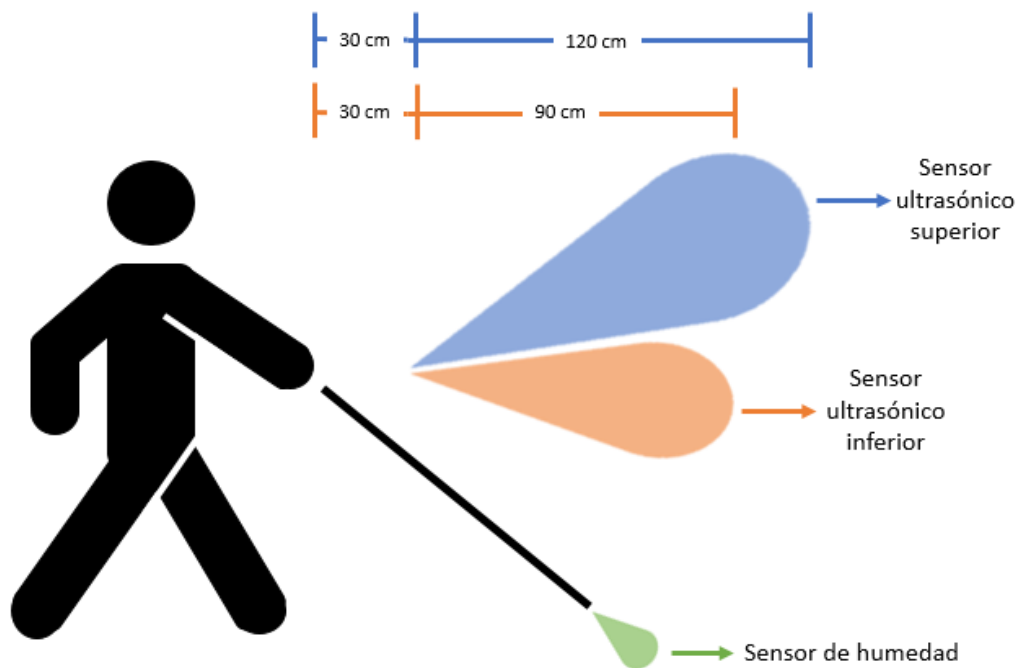


Figura 8. Representación de la zona de trabajo del prototipo.

Fuente: Petrilli (2019).

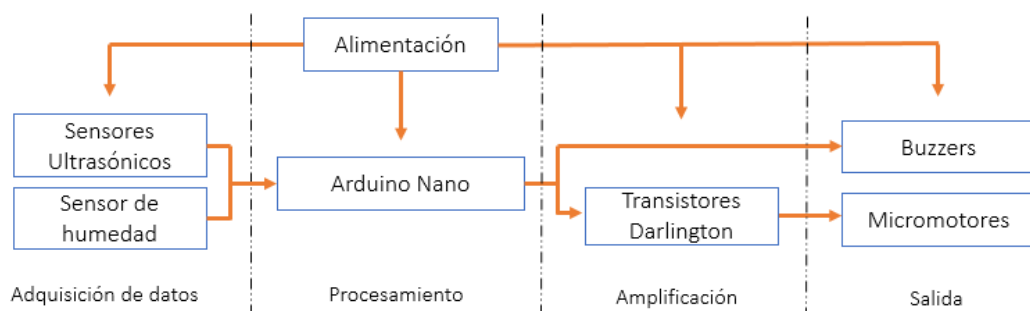


Figura 9. Esquema general del sistema electrónico del prototipo.

Fuente: Petrilli (2019).

4.3.1 Etapa de alimentación.

La alimentación es suministrada por una batería de Polímero de Litio de 3,7V, su carga es controlada por una tarjeta que además de controlar el proceso de carga, también regula el voltaje entregado al circuito a una tensión de 5V.

4.3.1.1 Batería, módulo de carga y regulador.

Se seleccionó una batería de polímero de litio de 3,7 V de una capacidad de 1000 mAh (ver figura 10), sus características la hacen ideal para esta aplicación, con un peso 22 gramos, una longitud de 48mm y un ancho de 30mm.



Figura 10. Representación de una batería de polímero de litio.

Fuente: <https://www.sparkfun.com/products/13813>

Ahora bien, para la regulación y carga de la batería se seleccionó el módulo Power Cell-LiPo Charger/Booster (ver figura 11), el cual es una tarjeta desarrollada por la compañía SparkFun Electronics, que posee un cargador de baterías de polímero de litio, además de un regulador de voltaje que ofrece tensiones de 5V o 3.3V. Tiene una longitud de 30mm y un ancho de 20mm.



Figura 11. Representación del módulo Power Cell-LiPo Charger/Booster.

Fuente: <https://www.sparkfun.com/products/14411>

El motivo por el cual se escogieron estos componentes para el diseño del prototipo fueron las siguientes:

- Ü El regulador de voltaje ofrece tensiones de 5V, el cual es ideal para que puedan funcionar de manera ideal los componentes electrónicos.
- Ü Posee un cargador de baterías de polímero de litio.
- Ü Las baterías de litio tienen un mayor ciclo de vida que las baterías de plomo.
- Ü La batería de litio posee una mayor rapidez de carga en comparación con una batería de plomo.
- Ü Ambos componentes poseen el tamaño y peso ideales para la elaboración del prototipo.

4.3.2 Etapa de entrada.

Esta etapa está conformada por los sensores ultrasónicos y el de humedad, es decir, los elementos que envían los datos a la etapa de procesamiento.

4.3.2.1 Sensor HC-SR04.

Este sensor utiliza la tecnología de sonar para determinar la distancia de objetos presentes dentro de su rango de detección, puede detectar objetos hasta cuatro metros de distancia, para su utilización es necesaria la utilización de dos pines digitales, uno configurado como salida y otro como entrada, conectados a los pines trigger y echo del sensor respectivamente. El sensor tiene un mejor desempeño en un ángulo de detección de 30°, según la hoja de datos del fabricante (ver figura 12).

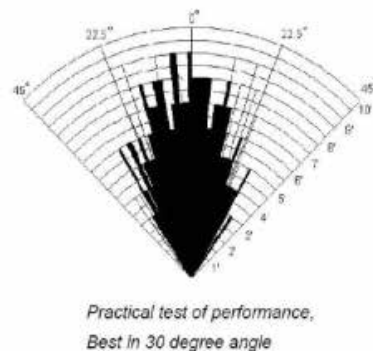


Figura 12. Área de detección.

Fuente: Hoja de especificaciones del sensor HC-SR04.

Las razones por la que se escogió este sensor para el diseño del prototipo fueron las siguientes:

- ü Es compatible con la mayoría de los microcontroladores del mercado.
- ü Ofrece una excelente detección sin contacto con elevada precisión y lecturas estables en un formato fácil de usar.
- ü Gran rango de alcance.
- ü Su funcionamiento no se ve afectado por la luz solar o el material negro como telémetros ópticos, sin embargo, materiales suaves como telas pueden ser difíciles de detectar.

4.3.2.2 Sensor de humedad.

Este sensor consiste en colocar dos electrodos en el suelo, estos hacen circular una corriente a través del suelo que dependerá básicamente de la resistencia que se genera en el mismo. Por lo tanto, para un suelo húmedo, la corriente aumenta lo que hace que la resistencia disminuya, mientras que, para un suelo seco la corriente disminuye y la resistencia aumenta. Las razones por las cuales se utilizó este tipo de sensor de humedad fueron las siguientes:

- Û Es de fácil elaboración.
- Û No se utilizan componentes electrónicos que puedan causar un cambio drástico en la estructura del bastón.

4.3.3 Etapa de procesamiento.

Esta etapa está comprendida por el microcontrolador, en este caso para el desarrollo del prototipo se ha seleccionado la placa Arduino Nano, el cual actúa como el dispositivo controlador responsable de adquirir las señales provenientes de los sensores que forman parte del sistema de detección de obstáculos, enviando dichas señales a los actuadores (micromotores y buzzers) que interactúan con el usuario. Se seleccionó el Arduino Nano para esta etapa por los siguientes motivos:

- Û Posee un largo de 45mm, un ancho de 5mm y un peso de 5g, lo que lo hace ideal para el diseño del dispositivo.
- Û Las placas Arduino son más accesibles y factibles en comparación con otras plataformas de microcontroladores, es decir, su disponibilidad en el mercado y las funciones que realizan.
- Û Arduino es una plataforma de hardware y software libre por lo que se puede conseguir mucha información sobre cualquier tipo de proyecto en las distintas comunidades que existen en torno a este.

4.3.4 Etapa de amplificación.

Esta etapa está conformada por transistores 2N2222 (ver figura 13) y optoacopladores PC817 (ver figura 14), con la finalidad de amplificar la corriente de salida del microcontrolador, esto se debe a que el Arduino Nano suministra una corriente de salida de 40mA, la cual no es suficiente para que el sensor de agua

funcione sin interferencias ni para los micromotores que consumen una corriente de entre 50 mA-1A.

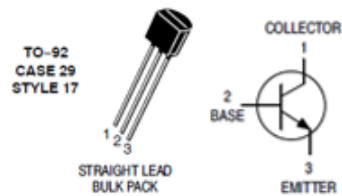


Figura 13. Representación y configuración de pines del transistor 2N2222.

Fuente: Hoja de especificaciones del transistor 2N2222.

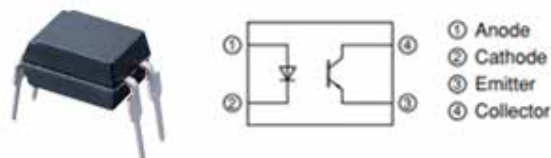


Figura 14. Representación y configuración de pines del optoacoplador PC817.

Fuente: Hoja de especificaciones del optoacoplador PC817.

Los motivos por los cuales se escogieron estos componentes fueron las siguientes:

- Ü El 2N2222 es uno de los más usados y comunes que se pueden encontrar en el mercado, además de tener un bajo costo.
- Ü El 2N2222 es bueno amplificando corrientes pequeñas y tensiones pequeñas o medianas, también es capaz de trabajar con frecuencias medianamente altas.
- Ü El optoacoplador posee un aislamiento eléctrico que puede establecerse entre la entrada y la salida, es decir, cuando el circuito de entrada es una etapa de control que puede estar basada en microcontroladores, PICs, Arduinos, entre otros, y se quiere proteger de la etapa de salida que puede manejar un voltaje o corriente mayor que el de la etapa de control.

4.3.5 Etapa de salida.

Esta etapa comprende los elementos que interactúan con el usuario del dispositivo, indicando estados y alertas, los cuales son resultados obtenidos de los procesos realizados en la etapa de procesamiento, está conformada por buzzers y micromotores.

4.3.5.1 Buzzer.

Es un transductor electroacústico (dispositivo que transforma la electricidad en sonido, o viceversa) que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono (generalmente agudo) (ver figura 15).



Figura 15. Representación de un buzzer o zumbador.

Fuente: <https://www.pcboard.ca/minipiezo-buzzer>

Las razones por la cuales se seleccionó este componente para etapa fueron las siguientes:

- Û Son de bajo consumo de potencia.
- Û Tiene un periodo de vida largo.
- Û Tiene un elevado nivel acústico.
- Û Su peso y tamaño son ideales para la elaboración del proyecto.

4.3.5.2 Micromotor.

La alerta vibrante será producida por micromotor (ver figura 16), cual genera la función de vibración al girar a gran velocidad y posee un diámetro de 10mm.



Figura 16. Representación de un micromotor.

Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-531155049-vibrador-huawei-p6-_JM

Los motivos por los cuales se seleccionó este componente para etapa fueron los siguientes:

- Û Funciona de forma silenciosa y rápida con alta eficiencia y baja resistencia.
- Û Arranque rápido y frenado con respuesta rápida.
- Û Su peso y tamaño son ideales para la elaboración del proyecto.

4.3.6 Estructura de programación.

Antes de comenzar con la implementación del algoritmo para el prototipo, esta etapa se inició con el desarrollo del diagrama de flujo de los procesos a utilizar para el funcionamiento del mismo. Al iniciar el sistema (ver figura 17), se detectan las variables, seguido de la configuración de los puertos, y después se envía una señal piloto. Esta señal activa los sensores, los cuales ejecutarán la tarea que le fue asignada si se cumplen las condiciones ya establecidas. En caso contrario, entonces el sistema retornará al punto tres hasta que se efectúe dicha condición.

4.3.6.1 Medición de los sensores ultrasónicos superior e inferior.

El procedimiento inicia con el encendido de los sensores ultrasónicos y son los que se encargan de medir la distancia en la que se encuentra el obstáculo. Luego, comienzan con el proceso de lectura, verificando si se cumplen las condiciones establecidos para el prototipo emita la alerta (ver figura 18). Si alguno de los sensores detecta un obstáculo en el rango establecido, estos enviarán una señal al Arduino, el cual a su vez activará las alarmas y los motores de vibración, repitiéndose cada cierto tiempo, anunciando a la persona del peligro al que se puede enfrentar, luego se desactivarán si se evita el obstáculo, en caso contrario, las alertas continuaran activadas hasta que se evada. Después de la desactivación de las alarmas los sensores retornarán al proceso de detección hasta que se repita el ciclo.

4.3.6.2 Medición del sensor de humedad.

El procedimiento comienza al alimentar los electrodos, uno de ellos está conectado a uno de los pines del Arduino y es el que recibirá la señal de si hay o no líquido presente para que el prototipo pueda emitir la alerta (ver figura 19). Si el Arduino recibe un “HIGH” o “1” se activa de manera continua la alarma y el motor de vibración, anunciando a la persona la presencia de un líquido, desactivándose cuando se haya esquivado el obstáculo, en caso contrario, las alertas continuaran activadas hasta que se evada dicho obstáculo. Después de la desactivación de las alarmas los sensores retornarán al proceso de detección hasta que se repita el ciclo.

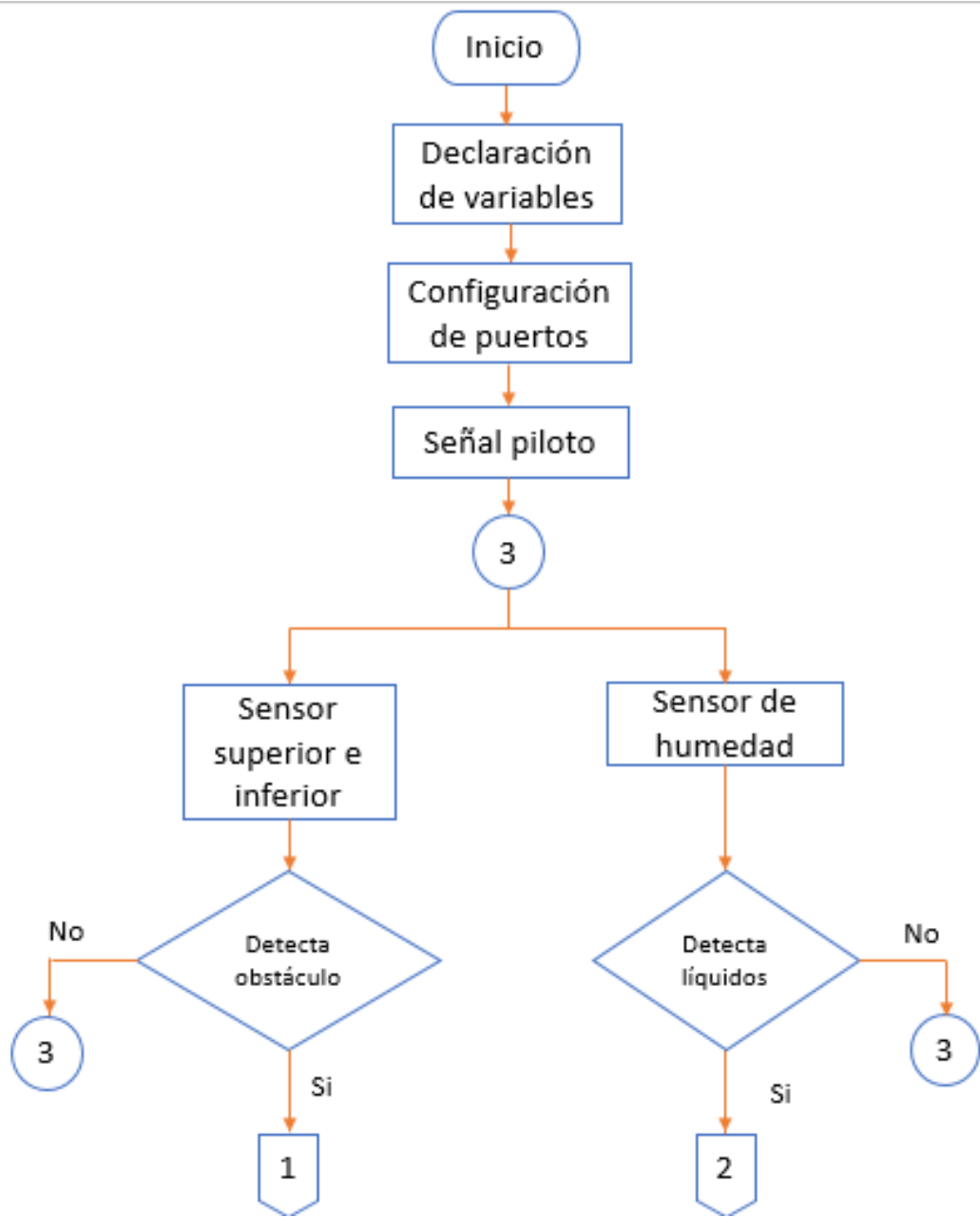


Figura 17. Diagrama de flujo del algoritmo para el prototipo.

Fuente: Petrilli (2019).

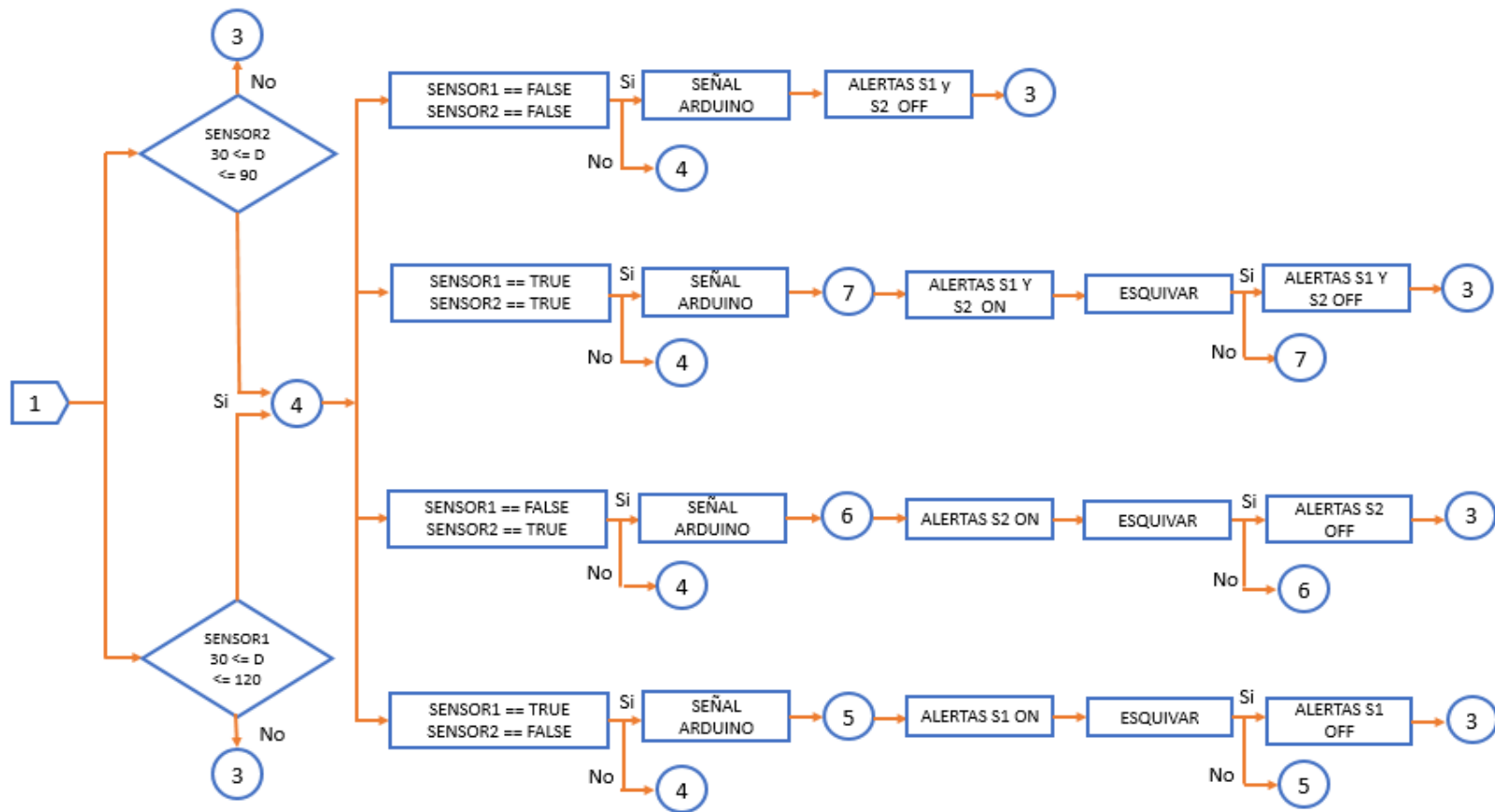


Figura 18. Diagrama de flujo de los sensores ultrasónicos superior e inferior.

Fuente: Petrilli (2019).

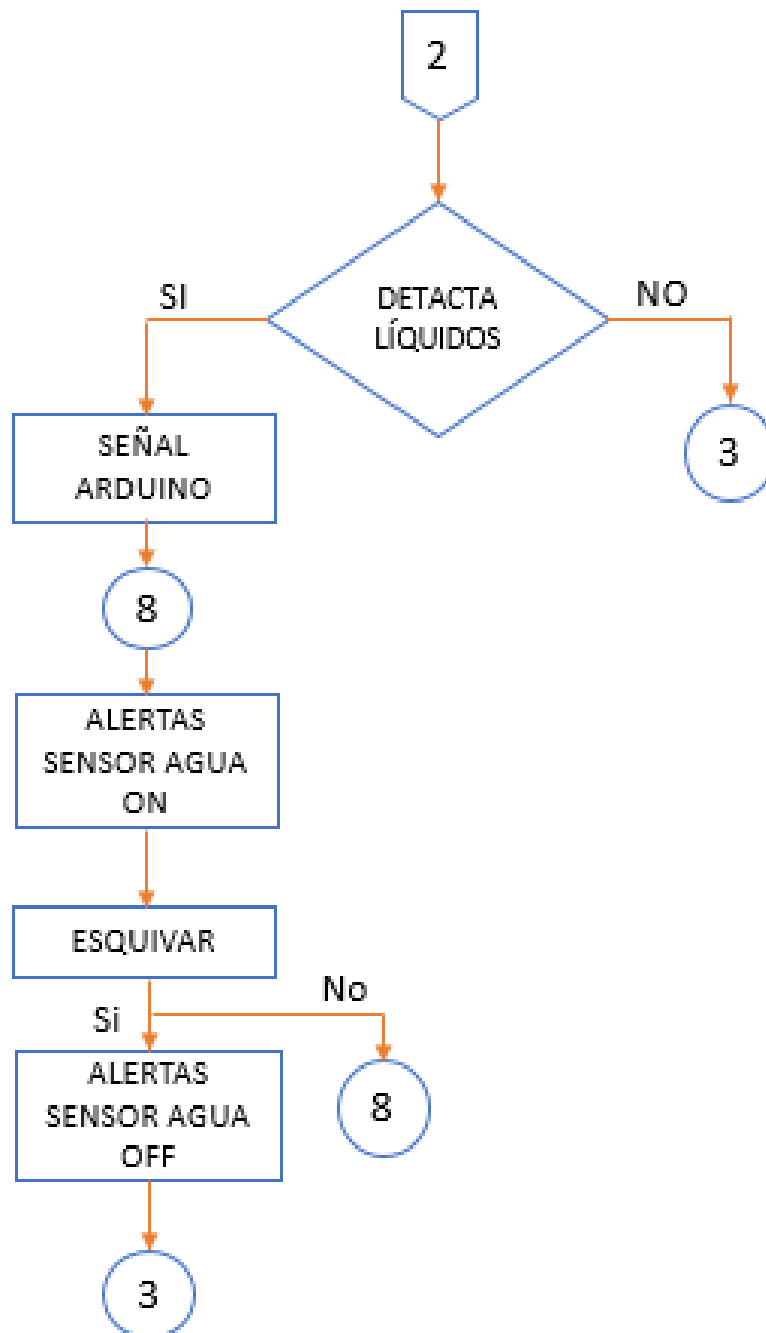


Figura 19. Diagrama de flujo del sensor de humedad.

Fuente: Petrilli (2019).

4.3.7 Diseño de la estructura prototipo.

En esta etapa se realizó el diseño de la estructura, carcasa o cubierta exterior del dispositivo, el cual es el soporte de todo el sistema electrónico y el elemento que lleva a cabo la unión entre el dispositivo y el bastón. Antes de comenzar con elaboración del diseño se consideró los siguientes aspectos: peso, dimensiones, posición de los sensores y durabilidad, todo esto con la finalidad de no interferir con la funcionalidad básica del bastón. Ahora bien, tomando en cuenta las características anteriormente mencionadas, se estableció que el prototipo debe tener las siguientes especificaciones: alto 6.5 cm, largo 28 cm y ancho 5.8 cm. Además, debe ser liviano, adaptable para cualquier tipo de bastón y tener un peso de aproximadamente 350g. El material seleccionado para la estructura fue el políacido láctico (PLA), su elaboración se realiza a través de una impresora 3D, mediante el modelado por deposición fundida (FDM), se seleccionó este método debido a la precisión que brinda la impresión 3D en la creación de prototipos.

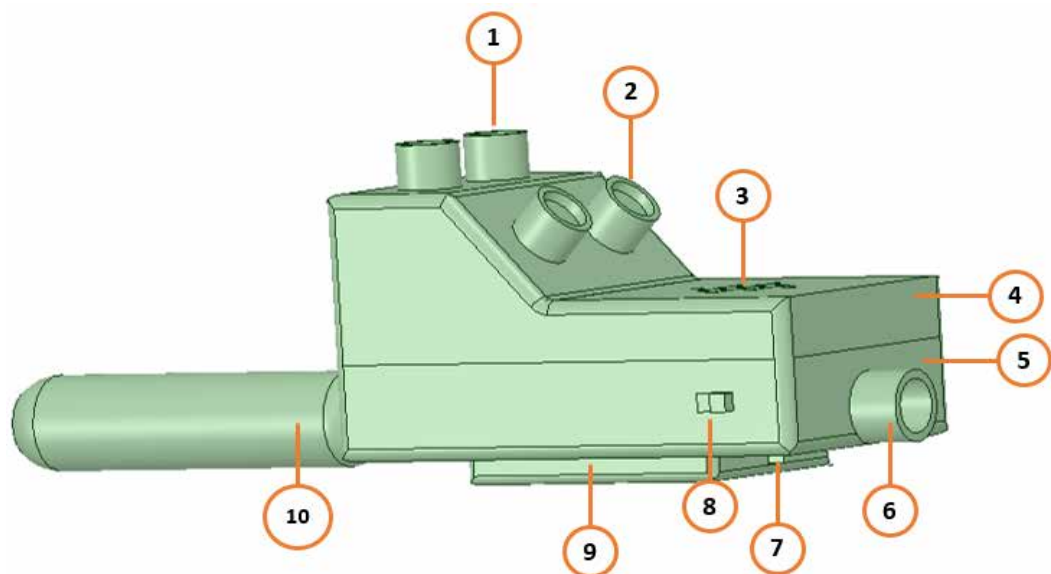


Figura 20. Diseño del prototipo elaborado en DesingSpark Mechanical.

Fuente: Petrilli (2019).

En la figura 20, se puede apreciar el diseño terminado de la estructura prototipo, el cual consta de las siguientes partes que se describen a continuación:

1. Está conformada por el sensor ultrasónico superior, está ubicado en un ángulo de 90° y es el que se encarga de detectar los obstáculos que se encuentren por encima de la cintura del usuario.
2. Representa al sensor ultrasónico frontal, está ubicado en un ángulo de 45° y se encarga de extender el rango de alcance del bastón.
3. Es la apertura de sonido, está conformada por una serie de agujeros en forma de diamante, sirven para escuchar el sonido emitido por las alertas con la menor interferencia posible.
4. Representa la tapa superior del prototipo, en esta se encuentran los sensores ultrasónicos y la apertura del sonido.
5. Representa la tapa inferior del prototipo, en esta se encuentra la placa Arduino y los zumbadores o buzzers.
6. Es la apertura de unión entre el dispositivo y el resto del bastón, está unida a la tapa inferior y es aquí por donde pasarán los electrodos que conforman el sensor de agua hasta la contera o punta del bastón, esta última debe tener una pequeña apertura o agujero para que el sensor pueda activarse.
7. Es el pin de carga para la batería del prototipo.
8. Es el botón de encendido y apagado del prototipo.
9. Representa el compartimiento de la batería y regulador, está unida a la tapa inferior y se accede a través de esta.
10. Representa al mango del bastón, en este se encuentran los vibradores que dan la alerta táctil.

4.4 Fase IV: “Evaluar la factibilidad económica y técnica en la elaboración del prototipo del sistema”.

4.4.1 Factibilidad técnica.

- ü El prototipo será lo suficientemente pequeño y liviano como para que no limite la movilidad del invidente a la hora de utilizar el bastón.
- ü La mayoría de los componentes electrónicos utilizados para la elaboración del prototipo se pueden conseguir a nivel nacional.

- Û Los componentes electrónicos seleccionados para la elaboración del prototipo poseen un periodo de vida largo, por lo que no será necesario reemplazarlos cada cierto tiempo.
- Û Al trabajar en una plataforma de software y hardware libre como la de Arduino, se puede encontrar e intercambiar información sobre cualquier tipo de proyecto en las distintas comunidades virtuales que se crean en torno a éste.
- Û Debido a diversidad de proyectos que se pueden realizar con la plataforma Arduino es posible agregarle más modos de funcionamiento al dispositivo.
- Û Los sensores ultrasónicos utilizados no se ven afectados por la luz solar o el material negro, sin embargo, los materiales acústicamente suaves como telas pueden ser difíciles de detectar.
- Û El uso del sensor de humedad con electrodos tiene la ventaja de no producir cambios extravagantes al bastón que dificulte la utilización del mismo.
- Û El dispositivo puede ser utilizado en cualquier tipo de bastón, ya que solo se reemplaza la agarradera del mismo.
- Û El políácido láctico o PLA es insoluble en el agua, por lo que la estructura del dispositivo será resistente a la lluvia y a la humedad.

4.4.2 Factibilidad económica.

4.4.2.1 Costos de los componentes y materiales del prototipo.

El valor del diseño electrónico que conforma el prototipo es representado en forma de lista de los componentes a utilizar, la mayoría de ellos pueden ser conseguidos en cualquier casa de repuestos dedicada a comercializar componentes electrónicos a nivel nacional, de no encontrarse disponibles en el país deben ser pedidos a nivel internacional. En la tabla 1 se puede observar la cantidad, costo y procedencia de los componentes electrónicos utilizados.

Cantidad	Procedencia	Descripción	Costo Unitario en \$	Costo Total en \$
01	Nacional	Arduino Nano	8.49	8.49
02	Nacional	Sensor HC-SR04	4.95	9.9
01	Nacional	Juego de cables de conexión	9.99	9.99
01	Internacional	Regulador de voltaje SparkFun LiPo Charger/Booster - 5V/1 ^a	15.95	15.95
01	Nacional	Batería de iones de litio	9.95	9.95
01	Nacional	Buzzers o zumbadores	6.78	6.78
03	Nacional	Micromotor	1.11	3.33
09	Nacional	Borneras	1	9
03	Nacional	Resistencias de 220		

Horas	Actividad	Costo hora \$	Costo total \$
3	Programación de la placa Arduino Nano	20	60
3	Elaboración de los planos circuitales y el circuito impreso (PCB)	10	30
2	Fabricación del circuito impreso (PCB)	10	20
2	Ensamblaje de los componentes electrónicos	15	30
	Total		140

Tabla 2. Costos de ingeniería y producción.

Fuente: Petrilli (2019).

4.4.2.3 Comparación con los bastones inteligentes actuales.

Ahora bien, al inicio del proyecto los costos de elaboración son relativamente altos, con un total de \$368.13, en comparación con los bastones inteligentes actualmente en el mercado como lo son el WeWALK, desarrollado por la organización turca Young Guru Academy (YGA), que posee un costo de aproximadamente \$500; el bastón Egara, creado por la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) con un costo estimado de €320 (\$352.63) y la Sunu Band, creada por Sunu Inc. en Estados Unidos con un costo de \$299. Por lo tanto, al considerar los costos de dichos bastones y la producción en masa del prototipo de este proyecto, se puede apreciar una disminución significativa en los costos de producción con respecto a los bastones originales, dejando en evidencia que la elaboración del prototipo es más rentable y con la posibilidad de agregar funcionalidades nuevas o similares a la de los batones inteligentes de hoy en día.

CONCLUSIONES

Luego de terminada la investigación, tomando en cuenta la problemática y los objetivos inicialmente planteados, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Û No existen datos actualizados sobre el número de ciudadanos que padecen de discapacidad visual en Venezuela.
- Û No hay organizaciones públicas o privadas conocidas que brinden la asistencia necesaria a las personas con discapacidad visual en Valencia, edo. Carabobo.
- Û El mercado de los dispositivos de uso específico para las personas con discapacidad visual no ha tenido un buen progreso en Venezuela. Cabe destacar que tampoco hay registros sobre el desarrollo de proyectos innovadores orientados a mejorar la calidad de vida este grupo de individuos.
- Û El análisis de los diferentes avances tiflotecnológicos hasta la fecha muestra que la mayoría de ellos se quedan en proyectos, debido a que no superan la fase de prueba o se desconoce si realmente fueron utilizados por personas ciegas en situaciones cotidianas.
- Û Todas las etapas del presente trabajo de investigación tratan de optimizar y facilitar el uso del bastón tradicional, sin embargo, el proyecto fue presentado como un prototipo y su uso no es del todo definitivo ya que se pretende realizar mejoras en el diseño.
- Û Con el fin de obtener mejores resultados con respecto al diseño y funcionalidad del dispositivo, se debe de tomar en cuenta las sugerencias realizadas por un grupo de invidentes, para ello es necesario tener una población con la que se pueda llevar a cabo dicho estudio.
- Û Es posible realizar un dispositivo propio si se tienen los conocimientos y recursos necesarios para ello.
- Û Financieramente, la elaboración del prototipo es accesible, sin embargo, debido a la crisis económica en Venezuela no todos pueden costearlo.

RECOMENDACIONES

- Û Tener conocimientos sobre las principales dificultades que enfrentan las personas con discapacidad visual, todo con la finalidad de mejorar la calidad de vida de dichas personas.
- Û Agregar un modo de selección al dispositivo para que el usuario pueda elegir varios métodos de funcionamiento.
- Û Diseñar un modo de navegación GPS, para que el invidente pueda moverse con más seguridad en las calles.
- Û Estudiar nuevas tecnologías que permitan disminuir el tamaño y peso del dispositivo.
- Û Se recomienda a la Universidad José Antonio Páez promover la elaboración de proyectos de la misma naturaleza para el beneficio tanto de los estudiantes como el de los discapacitados visuales.

REFERENCIAS

Bibliográficas

Arias, Fidas (2006). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**. Caracas: Episteme.

Claret, A. (2007). **Cómo hacer y defender una tesis**. Caracas: Editorial Texto.

Mijares, H. y García, L. (2007). **Normas para la elaboración de y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado**. San Diego: Editorial UJAP.

Electrónicas

Arce, M. (s.f.). **Ceguera y Calidad de vida: Bienestar Subjetivo**. Obtenido de: https://sifp.psico.edu.uy/sites/default/files/Trabajos%20finales/%20Archivos/tfg_ceguera_y_calidad_de_vida._bienestar_subjetivo.pdf

Bastones para ciegos, invidentes y personas con deficiencia visual. (s.f.) Obtenido de: <https://bastones.online/para-ciegos/>

Beck, K. (21 de febrero de 2019). **Desafíos que presentan las personas no videntes**. Obtenido de: <https://www.derechos.org.ve/opinion/poblacion-con-discapacidad-segun-el-ine>

Ceguera y discapacidad visual. (11 de octubre de 2018). Obtenido de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Cózar, J. (s.f.). **Deficiencia Visual: Intervención Psicopedagógica**. Obtenido de: <https://www.psicopedagogia.com/articulos/?articulo=459>

Discapacidad visual: comprender su impacto psicosocial. (7 de diciembre de 2017). Obtenido de: <https://www.macula-retina.es/discapacidad-visual-comprender-su-impacto-psicosocial/>

Definición de agudeza visual. (s.f.). Obtenido de: <https://www.vissum.com/la-agudeza-visual/>

Definición de atrofia. (s.f.). Obtenido de: <https://definicion.de/atrofia/>

Definición de autonomía. (s.f.). Obtenido de: <https://www.significados.com/autonomia/>

Definición de baja visión. (s.f.). Obtenido de:
https://es.wikipedia.org/wiki/Baja_vis%C3%B3n

Definición de campo visual. (s.f.). Obtenido de: <https://www.imo.es/es/qu-es-campo-visual> 29

Definición de congénito. (s.f.). Obtenido de:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Cong%C3%A9nito>

Definición de entorno de desarrollo integrado. (s.f.). Obtenido de:
<https://fergarciaac.wordpress.com/2013/01/25/entorno-de-desarrollo-integrado-ide/>

Definición de etiología. (s.f.). Obtenido de: https://www.google.co.ve/search?ei=qm7XKySF-mH_QaN2bK4CQ&q=etiologia+definicion&oq=etiologia+definicion&gs_l=psy-ab.3.0i7i30l10.54277.56568.56798...0.0..0.527.2738.2-7j1j0j1...3.0...1.gws-wiz.....0i71.vJTjMo477VQ

Definición de hereditario. (s.f.). Obtenido de:
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/hereditario>

Definición de memoria no volátil. (s.f.). Obtenido de:
https://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_no_vol%C3%A1til

Definición de memoria volátil. (s.f.). Obtenido de:
https://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_vol%C3%A1til

Definición de tecnologías de apoyo. (s.f.). Obtenido de:
https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADas_de_apoyo

Definición de transductor. (s.f.). Obtenido de:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Transductor>

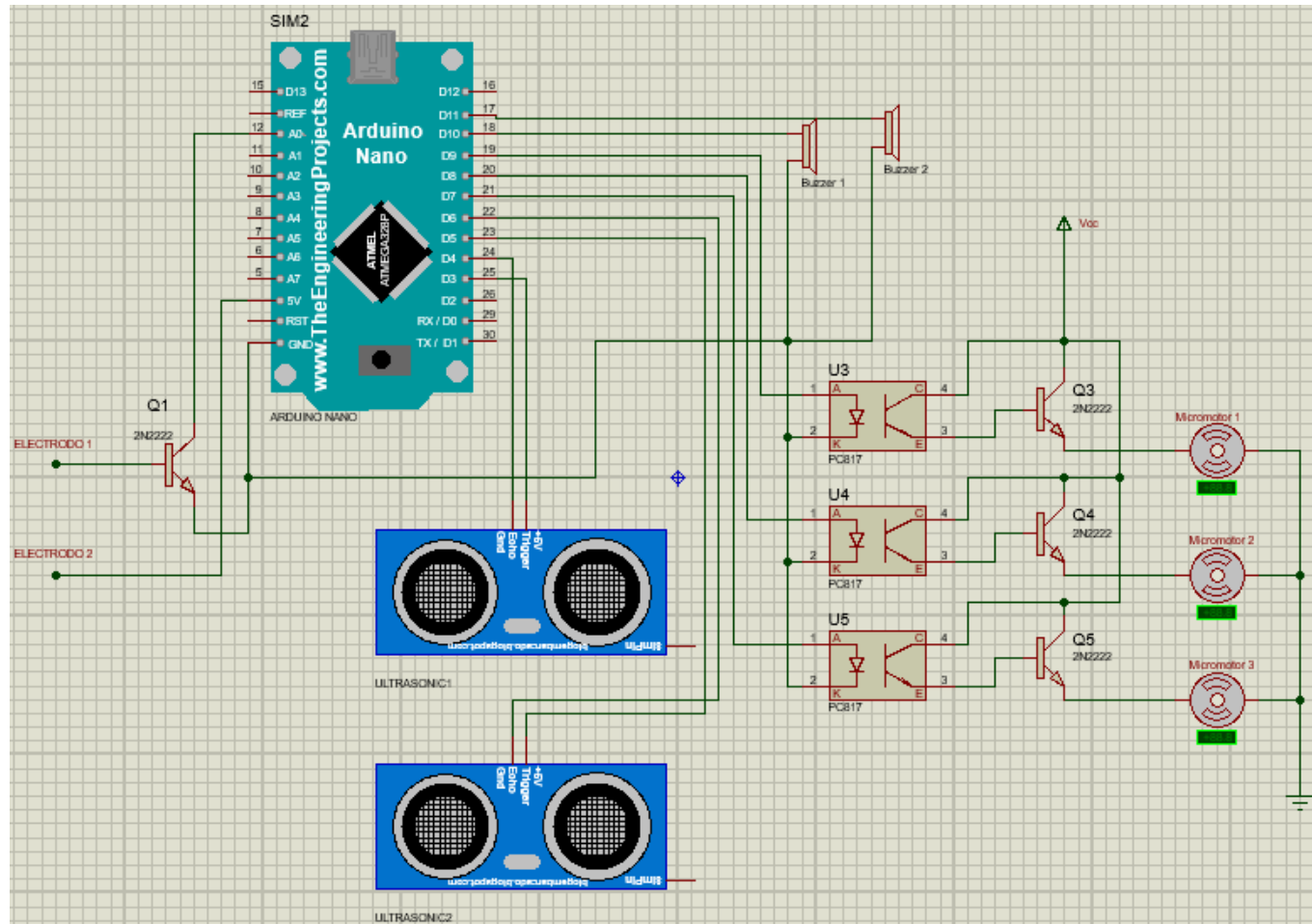
Definición de vírico. (s.f.). Obtenido de:
<https://es.thefreedictionary.com/v%C3%ADrico>

Haimovici, J. (24 de enero de 2014). **Población con Discapacidad según el INE.**
Obtenido de: <https://www.derechos.org.ve/opinion/poblacion-con-discapacidad-segun-el-ine>

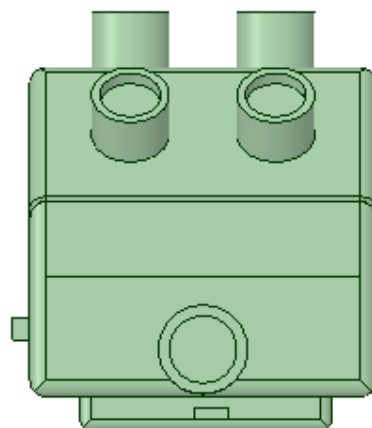
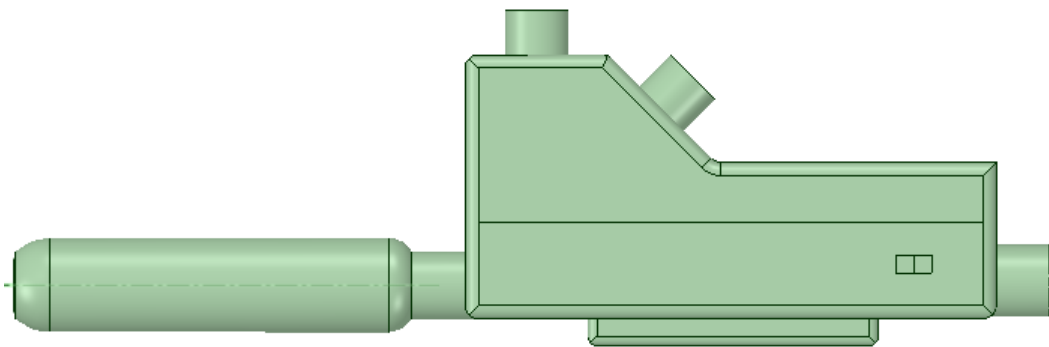
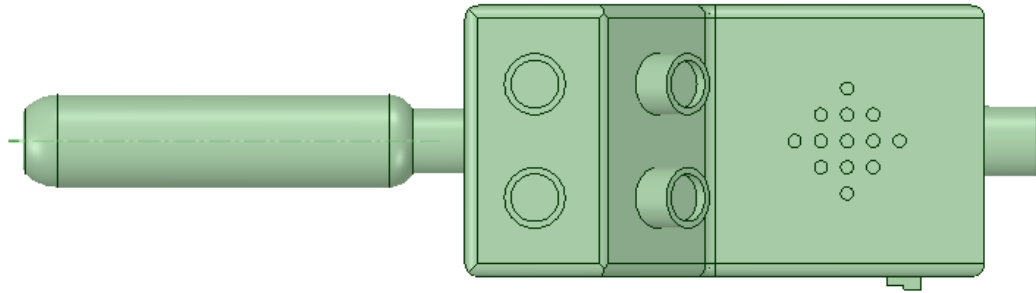
- Martínez, A. (2014). **Bastón blanco para prevenir obstáculos**. Obtenido de:
<https://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/11470/21.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz, D. (18 de junio de 2015). **Tratando de que los ciegos vean: El caso del bastón Xplor**. Obtenido de: <http://thesmartcitizenproject.cl/tratando-de-que-los-ciegos-vean-el-caso-del-baston-xplor/>
- Países de las Américas buscarán reducir la ceguera y la deficiencia visual**. (2 de octubre de 2014). Obtenido de:
https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10049:2014-health-officials-look-to-reduce-blindness-and-visual-impairment-in-the-americas&Itemid=1926&lang=es
- Sánchez, C. (14 de julio de 2014). **Cifras de Ceguera en Latinoamérica**. Obtenido de: <https://vision2020la.wordpress.com/2014/07/14/cifras-de-ceguera-en-latinoamerica/>

ANEXOS

ANEXO A. Diagrama del circuito del prototipo.



ANEXO B. Vista superior, lateral y frontal del diseño del prototipo.





User's Manual

V1.0

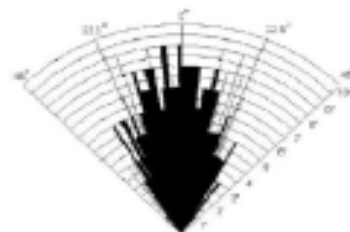
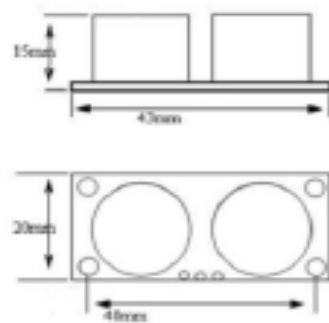
May 2013

Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Cytron Technologies Incorporated with respect to the accuracy or use of such information or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Cytron Technologies's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Cytron Technologies. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.

3.0 PRODUCT LAYOUT



VCC = +5VDC
 Trig = Trigger input of Sensor
 Echo = Echo output of Sensor
 GND = GND



Practical test of performance.
 Best in 30 degree angle

4.0 PRODUCT SPECIFICATION AND LIMITATIONS

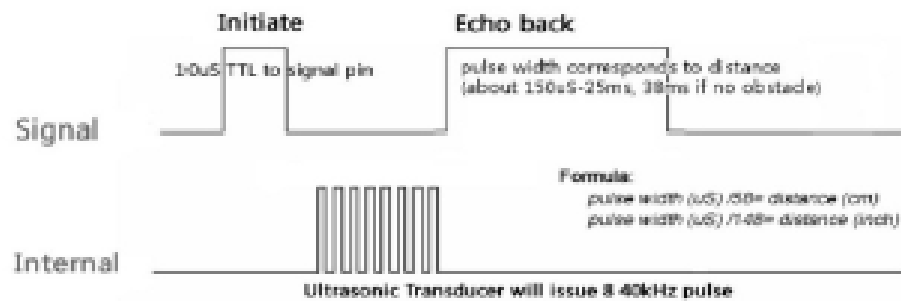
Parameter	Min	Typ.	Max	Unit
Operating Voltage	4.50	5.0	5.5	V
Quiescent Current	1.5	2	2.5	mA
Working Current	10	15	20	mA
Ultrasonic Frequency	-	40	-	kHz

5.0 OPERATION

The timing diagram of [HC-SR04](#) is shown. To start measurement, Trig of SR04 must receive a pulse of high (5V) for at least 10us, this will initiate the sensor will transmit out 8 cycle of ultrasonic burst at 40kHz and wait for the reflected ultrasonic burst. When the sensor detected ultrasonic from receiver, it will set the Echo pin to high (5V) and delay for a period (width) which proportion to distance. To obtain the distance, measure the width (Ton) of Echo pin.

Time = Width of Echo pulse, in uS (micro second)

- Distance in centimeters = Time / 58
- Distance in inches = Time / 148
- Or you can utilize the speed of sound, which is 340m/s



Note:

- Please connect the GND pin first before supplying power to VCC.
- Please make sure the surface of object to be detect should have at least 0.5 meter² for better performance.

ANEXO D. Hojas de especificaciones de transistor 2N2222.

P2N2222A

Amplifier Transistors

NPN Silicon

Features

- These are Pb-Free Devices*

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V _{CE0}	40	Vdc
Collector-Base Voltage	V _{CB0}	75	Vdc
Emitter-Base Voltage	V _{EB0}	6.0	Vdc
Collector Current - Continuous	I _C	600	mAdc
Total Device Dissipation @ T _A = 25°C Derate above 25°C	P _D	625 5.0	mW mW/°C
Total Device Dissipation @ T _O = 25°C Derate above 25°C	P _D	1.5 12	W mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T _J , T _{stg}	-55 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	R _{θJA}	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	R _{θJC}	83.3	°C/W

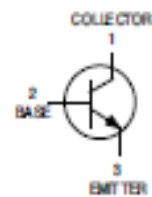
Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual. SOLDERRM/D.



ON Semiconductor[®]

<http://onsemi.com>



MARKING DIAGRAM



- A = Assembly Location
- Y = Year
- WW = Work Week
- * = Pb-Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping [†]
P2N2222AG	TO-92 (Pb-Free)	5000 Units/Bulk
P2N2222ARL1G	TO-92 (Pb-Free)	2000/Tape & Ammo

[†]For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specification Brochure. BRD5011/D.

P2N2222A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $I_B = 0$)	$V_{(BR)CEO}$	40	-	Vdc
Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = 10\text{ }\mu\text{Adc}$, $I_E = 0$)	$V_{(BR)CBO}$	75	-	Vdc
Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\text{ }\mu\text{Adc}$, $I_C = 0$)	$V_{(BR)EBO}$	6.0	-	Vdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 80\text{ Vdc}$, $V_{(BE)off} = 3.0\text{ Vdc}$)	I_{CXX}	-	10	nAdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 80\text{ Vdc}$, $I_E = 0$) ($V_{CE} = 80\text{ Vdc}$, $I_E = 0$, $T_A = 150^\circ\text{C}$)	I_{CBO}	-	0.01 10	μAdc
Emitter Cutoff Current ($V_{EB} = 3.0\text{ Vdc}$, $I_C = 0$)	I_{EBO}	-	10	nAdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 10\text{ V}$)	I_{CBO}	-	10	nAdc
Base Cutoff Current ($V_{CE} = 80\text{ Vdc}$, $V_{(BE)off} = 3.0\text{ Vdc}$)	I_{BXX}	-	20	nAdc
ON CHARACTERISTICS				
DC Current Gain ($I_C = 0.1\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $T_A = -55^\circ\text{C}$) ($I_C = 150\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) (Note 1) ($I_C = 150\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$) (Note 1) ($I_C = 500\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) (Note 1)	h_{FE}	35 50 75 35 100 50 40	- - - - 300 - -	-
Collector-Emitter Saturation Voltage (Note 1) ($I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_B = 15\text{ mAdc}$) ($I_C = 500\text{ mAdc}$, $I_B = 50\text{ mAdc}$)	$V_{CE(sat)}$	-	0.3 1.0	Vdc
Base-Emitter Saturation Voltage (Note 1) ($I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_B = 15\text{ mAdc}$) ($I_C = 500\text{ mAdc}$, $I_B = 50\text{ mAdc}$)	$V_{BE(sat)}$	0.6	1.2 2.0	Vdc
SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS				
Current-Gain - Bandwidth Product (Note 2) ($I_C = 20\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 20\text{ Vdc}$, $f = 100\text{ MHz}$)	f_T	300	-	MHz
Output Capacitance ($V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $I_C = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	C_{ob}	-	5.0	pF
Input Capacitance ($V_{BE} = 0.5\text{ Vdc}$, $I_C = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	C_{ib}	-	25	pF
Input Impedance ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$) ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{ie}	2.0 0.25	5.0 1.25	$\text{k}\Omega$
Voltage Feedback Ratio ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$) ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{12}	-	5.0 4.0	$\times 10^{-4}$
Small-Signal Current Gain ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$) ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{fe}	50 75	300 375	-
Output Admittance ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$) ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{oe}	5.0 25	35 200	μMhos
Collector Base Time Constant ($I_C = 20\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 20\text{ Vdc}$, $f = 31.8\text{ MHz}$)	τ_b/C_C	-	150	ps
Noise Figure ($I_C = 100\text{ }\mu\text{Adc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $R_B = 1.0\text{ k}\Omega$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	N_F	-	4.0	dB

1. Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2.0\%$.

2. f_T is defined as the frequency at which $|h_{fe}|$ extrapolates to unity.

P2N2222A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit	
SWITCHING CHARACTERISTICS					
Delay Time	($V_{CC} = 30\text{ Vdc}$, $V_{BB(\text{off})} = -2.0\text{ Vdc}$, $I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_{B1} = 15\text{ mAdc}$) (Figure 1)	t_d	-	10	ns
Rise Time	($V_{CC} = 30\text{ Vdc}$, $I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_{B1} = I_{B2} = 15\text{ mAdc}$) (Figure 2)	t_r	-	25	ns
Storage Time	($V_{CC} = 30\text{ Vdc}$, $I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_{B1} = I_{B2} = 15\text{ mAdc}$) (Figure 3)	t_s	-	225	ns
Fall Time	($V_{CC} = 30\text{ Vdc}$, $I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_{B1} = I_{B2} = 15\text{ mAdc}$) (Figure 3)	t_f	-	50	ns

SWITCHING TIME EQUIVALENT TEST CIRCUITS

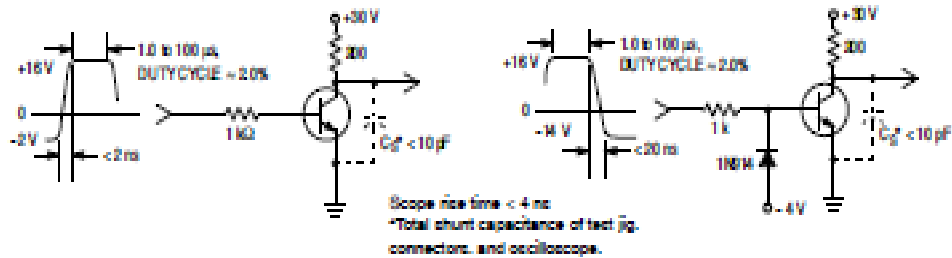


Figure 1. Turn-On Time

Figure 2. Turn-Off Time

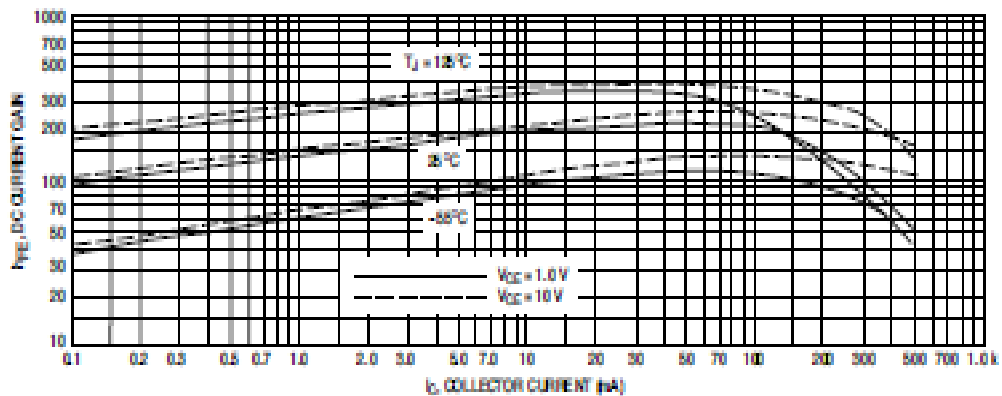


Figure 3. DC Current Gain

P2N2222A

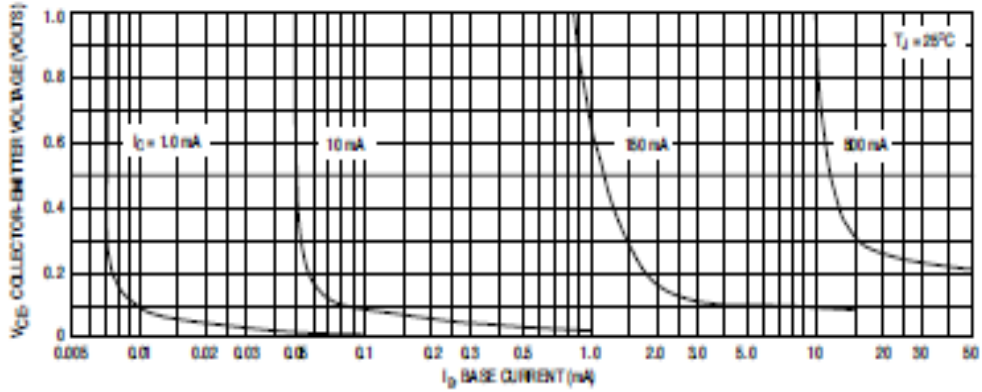


Figure 4. Collector Saturation Region

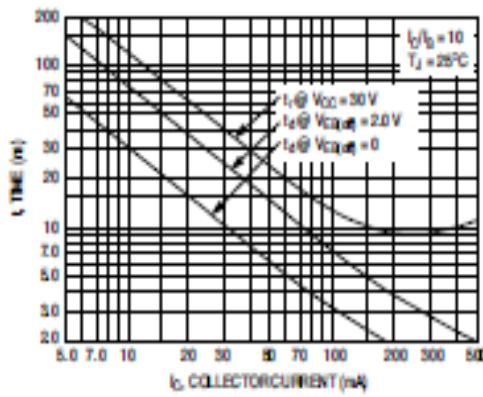


Figure 5. Turn-On Time

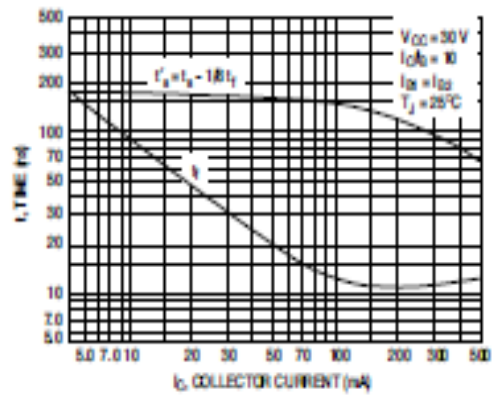


Figure 6. Turn-Off Time

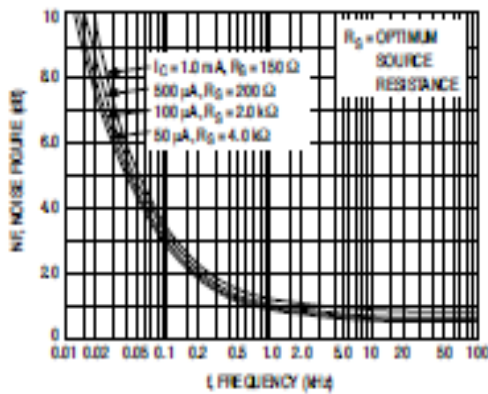


Figure 7. Frequency Effects

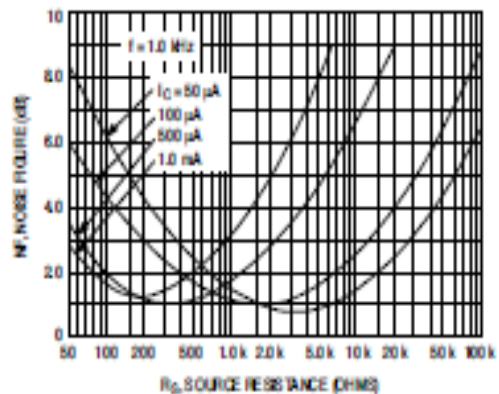


Figure 8. Source Resistance Effects

P2N2222A

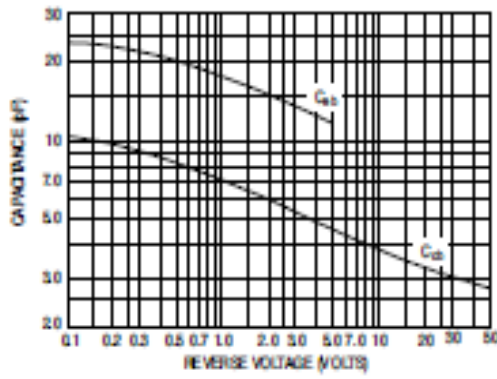


Figure 9. Capacitances

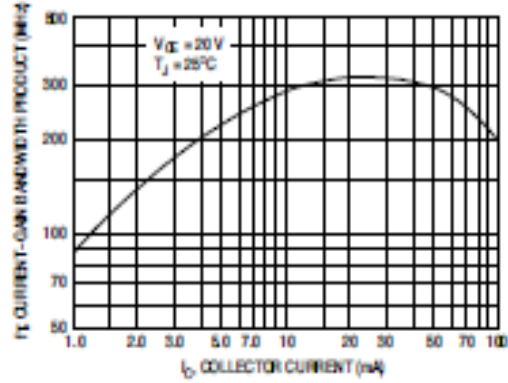


Figure 10. Current-Gain Bandwidth Product

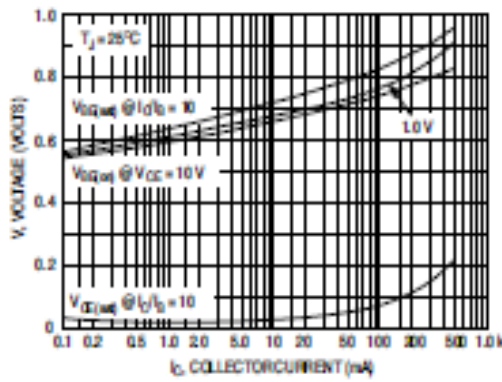


Figure 11. "On" Voltages

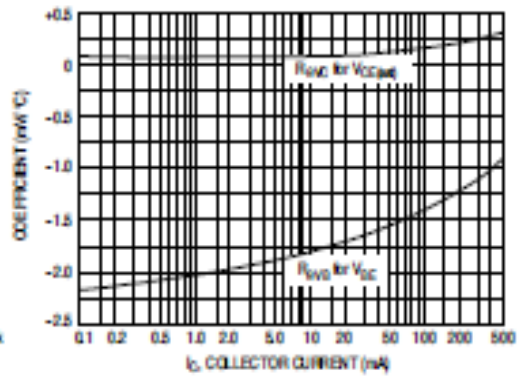
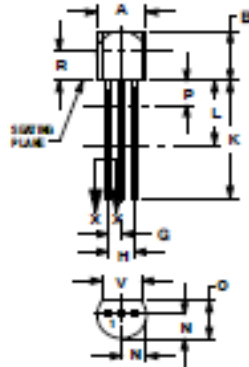


Figure 12. Temperature Coefficients

P2N2222A

PACKAGE DIMENSIONS

TO-92 (TO-226)
CASE 29-11
ISSUE AM



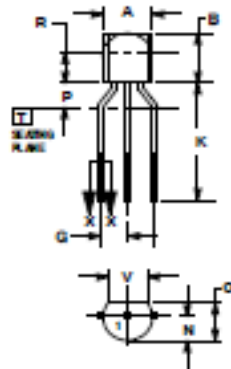
STRAIGHT LEAD
BULK PACK



NOTES:

1. DIMENSIONS AND TOLERANCING PER AMS Y14.5M 1994
2. CONTROLLING DIMENSION INCH
3. CONTOUR OF PACKAGE BEYOND DIMENSION R IS UNCONTROLLED
4. LEAD DIMENSIONS UNCONTROLLED IN P AND BEYOND DIMENSION K

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.175	0.225	4.43	5.71
B	0.175	0.270	4.43	6.86
C	0.175	0.190	4.43	4.78
D	0.075	0.097	1.91	2.47
G	0.045	0.060	1.13	1.52
H	0.095	0.130	2.41	3.30
J	0.075	0.095	1.91	2.41
K	0.000	—	0.00	—
L	0.000	—	0.00	—
N	0.000	0.100	0.00	2.54
P	—	0.100	—	2.54
R	0.175	—	4.43	—
V	0.175	—	4.43	—



BENT LEAD
TAPE & REEL
AMMO PACK



NOTES:

1. DIMENSIONS AND TOLERANCING PER AMS Y14.5M 1994
2. CONTROLLING DIMENSION MILLIMETERS
3. CONTOUR OF PACKAGE BEYOND DIMENSION R IS UNCONTROLLED
4. LEAD DIMENSIONS UNCONTROLLED IN P AND BEYOND DIMENSION K. MINIMAL

DIM	MILLIMETERS	
	MIN	MAX
A	4.43	5.71
B	4.43	6.86
C	4.43	4.78
D	1.91	2.47
G	1.13	1.52
J	1.91	2.41
K	0.00	—
N	0.00	2.54
P	0.00	2.54
R	4.43	—
V	4.43	—

STYLE 10
PIN 1 COLLECTION
2. BAW
3. SMTWR

ON Semiconductor and are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC owns the right to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of SCILLC's products and/or services may be located at www.onsemi.com/pdf/PDFMaster-Index.pdf. SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications are for illustrative purposes only and are not warranted in any manner. All operating parameters, including "typical" values, must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not assume any liability under its patent rights for the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use in applications or systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any action of personal injury or death attributable to such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This document is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5168, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303-755-3175 or 303-344-3890 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-755-3176 or 303-344-3887 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

U.S. Technical Support: 800-368-0700 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support
Phone: 431 35 760 2012
Japan Customer Focus Center
Phone: 01-57-5717-1250

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com
Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>
For additional information, please contact your local
Sales Representative

P2N2222A/D

ANEXO E. Hoja de especificaciones del buzzer o zumbador.

Buzzer

pro-SIGNAL



Features

- Black in colour
- With internal drive circuit
- Sealed structure
- Wave solderable and washable
- Housing material: Noryl

RoHS
Compliant

Applications

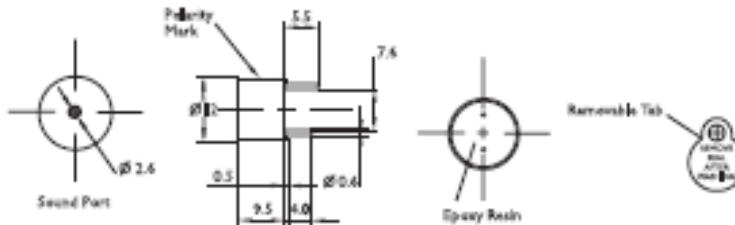
- Computer and peripherals
- Communications equipment
- Portable equipment
- Automobile electronics
- POS system
- Electronic cash register

Specifications:

Rated Voltage	: 6V DC
Operating Voltage	: 4 to 8V DC
Rated Current*	: ≤30mA
Sound Output at 10cm*	: ≥85dB
Resonant Frequency	: 2300 ±300Hz
Tone	: Continuous
Operating Temperature	: -25°C to +80°C
Storage Temperature	: -30°C to +85°C
Weight	: 2g

*Value applying at rated voltage (DC)

Diagram



Dimensions : Millimetres
Tolerance : ±0.5mm

Part Number Table

Description	Part Number
Buzzer, Electromech, 6V DC	ABI-009-RC

Important Notice : This data sheet and its contents (the "Information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No license is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No license of any intellectual property rights is granted. The information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group may be aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. pro-SIGNAL is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell plc 2012.

www.element14.com
www.farnell.com
www.newark.com
www.cpc.co.uk

pro-SIGNAL

ANEXO F. Hoja de especificaciones del micromotor.

MINI MOTOR VIBRADOR DE DISCO

Número de parte: ADA-1201



Descripción:

Estos motores son pequeños discos, completamente sellados por lo que son fáciles de usar e integrar a los proyectos.

Solo se necesitan 2 cables que son control/potencia para ambientar su proyecto. Simplemente proporcione la energía de una batería o un pin del microcontrolador (rojo es positivo, el azul es negativo) y comenzara a zumbar. Trabaja desde 2V hasta 5V, voltajes más altos dan lugar a más consumo de corriente, pero también una vibración más fuerte.

Si desea reducir la corriente de drenaje (por ejemplo, para controlar directamente de un pin de Arduino) trate de poner una resistencia (100 a 1000 ohmios) en serie. Para el control de potencia completa, un pequeño transistor PN2222 puede controlar un motor con facilidad, podría ser necesario un poco de experiencia.

Características:

Dimensiones: diámetro 10 mm, 2.7 mm de espesor.

Voltaje: 2V - 5V.

Corriente drenada a 5V: 100mA, a 4V el consumo de corriente: 80mA, 3V consumo de corriente: 60mA, 2V consumo de corriente: 40mA.

11.000 RPM a 5V.

Peso: 0.9 gramos.

 <small>AG Electrónica S.A. de C.V.</small>	<small>AG Electrónica S.A. de C.V. República del Salvador N° 20 Segundo Piso Teléfono: 5030 - 7210</small>	
	<small>Acotación:</small> NA	<small>Enrola:</small> NA
<small>Tolerancia:</small> NA	MINI MOTOR VIBRADOR DE DISCO	
<small>Tolerancia:</small> NA	<small>Fecha:</small> 27/03/2015	<small>Número de parte:</small> ADA-1201

ANEXO G. Hojas de especificaciones del Arduino Nano.

Arduino Nano



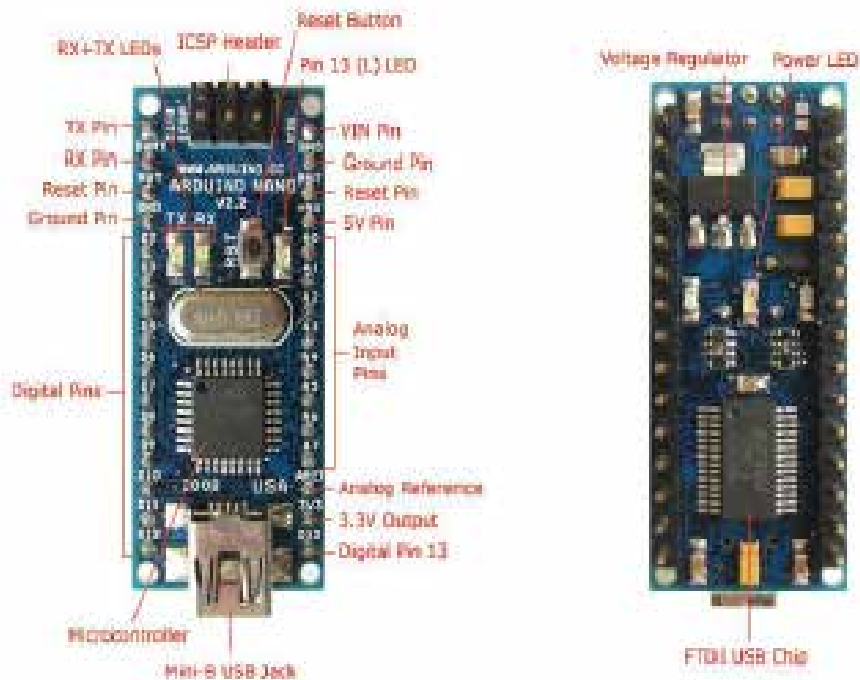
Arduino Nano Front



Arduino Nano Rear

Overview

The Arduino Nano is a small, complete, and breadboard-friendly board based on the ATmega328 (Arduino Nano 3.0) or ATmega168 (Arduino Nano 2.x). It has more or less the same functionality of the Arduino Duemilanove, but in a different package. It lacks only a DC power jack, and works with a Mini-B USB cable instead of a standard one. The Nano was designed and is being produced by Gravitech.



Schematic and Design

Arduino Nano 3.0 (ATmega328): schematic, Eagle files.

Arduino Nano 2.3 (ATmega168): manual (pdf), Eagle files. *Note:* since the free version of Eagle does not handle more than 2 layers, and this version of the Nano is 4 layers, it is published here unrouted, so users can open and use it in the free version of Eagle.

Specifications:

Microcontroller	Atmel ATmega168 or ATmega328
Operating Voltage (logic level)	5 V
Input Voltage (recommended)	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Dimensions	0.73" x 1.70"

Power:

The Arduino Nano can be powered via the Mini-B USB connection, 6-20V unregulated external power supply (pin 30), or 5V regulated external power supply (pin 27). The power source is automatically selected to the highest voltage source.

The FTDI FT232RL chip on the Nano is only powered if the board is being powered over USB. As a result, when running on external (non-USB) power, the 3.3V output (which is supplied by the FTDI chip) is not available and the RX and TX LEDs will flicker if digital pins 0 or 1 are high.

Memory

The ATmega168 has 16 KB of flash memory for storing code (of which 2 KB is used for the bootloader); the ATmega328 has 32 KB, (also with 2 KB used for the bootloader). The ATmega168 has 1 KB of SRAM and 512 bytes of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)); the ATmega328 has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM.

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Nano can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20–50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- ✦ **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the FTDI USB-to-TTL Serial chip.
- ✦ **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- ✦ **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- ✦ **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- ✦ **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Nano has 8 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL). Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website).

There are a couple of other pins on the board:

AREF. Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).

Reset. Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega168 ports](#).

Communication

The Arduino Nano has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega168 and ATmega328 provide UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An FTDI FT232RL on the board channels this serial communication over USB and the [FTDI drivers](#) (included with the Arduino software) provide a virtual com port to software on the computer. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the FTDI chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Nano's digital pins.

The ATmega168 and ATmega328 also support I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I²C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega168 or ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Nano can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Diecimila, Duemilanove, or Nano w/ ATmega168" or "Arduino Duemilanove or Nano w/ ATmega328" from the **Tools**

> **Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega168 or ATmega328 on the Arduino Nano comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Nano is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the FT232RL is connected to the reset line of the ATmega168 or ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Nano is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Nano. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

ANEXO H. Hoja de especificaciones del optoacoplador PC817.

SHARP

PC817X Series

PC817X Series

DIP 4pin General Purpose Photocoupler

*4-channel package type is also available.
(model No. PC847X Series)



■ Description

PC817X Series contains an IRED optically coupled to a phototransistor.

It is packaged in a 4pin DIP, available in wide-lead spacing option and SMT gullwing lead-form option.

Input-output isolation voltage(rms) is 5.0kV.

Collector-emitter voltage is 80V(*) and CTR is 50% to 600% at input current of 5mA.

■ Features

1. 4pin DIP package
2. Double transfer mold package (Ideal for Flow Soldering)
3. High collector-emitter voltage ($V_{CEC}:80V^{(*)}$)
4. Current transfer ratio (CTR : MIN. 50% at $I_F=5\text{ mA}$, $V_{CE}=5V$)
5. Several CTR ranks available
6. High isolation voltage between input and output ($V_{ISO(rms)} : 5.0\text{ kV}$)

(*) Up to Date code "P7" (July 2002) $V_{CEC} : 95V$.
From the production Date code "J5" (May 1997) to "P7" (July 2002), however the products were screened by $BV_{CEC} \geq 70V$.

■ Agency approvals/Compliance

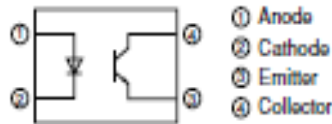
1. Recognized by UL1577 (Double protection isolation), file No. E64380 (as model No. PC817)
2. Package resin : UL flammability grade (94V-0)

■ Applications

1. I/O isolation for MCUs (Micro Controller Units)
2. Noise suppression in switching circuits
3. Signal transmission between circuits of different potentials and impedances

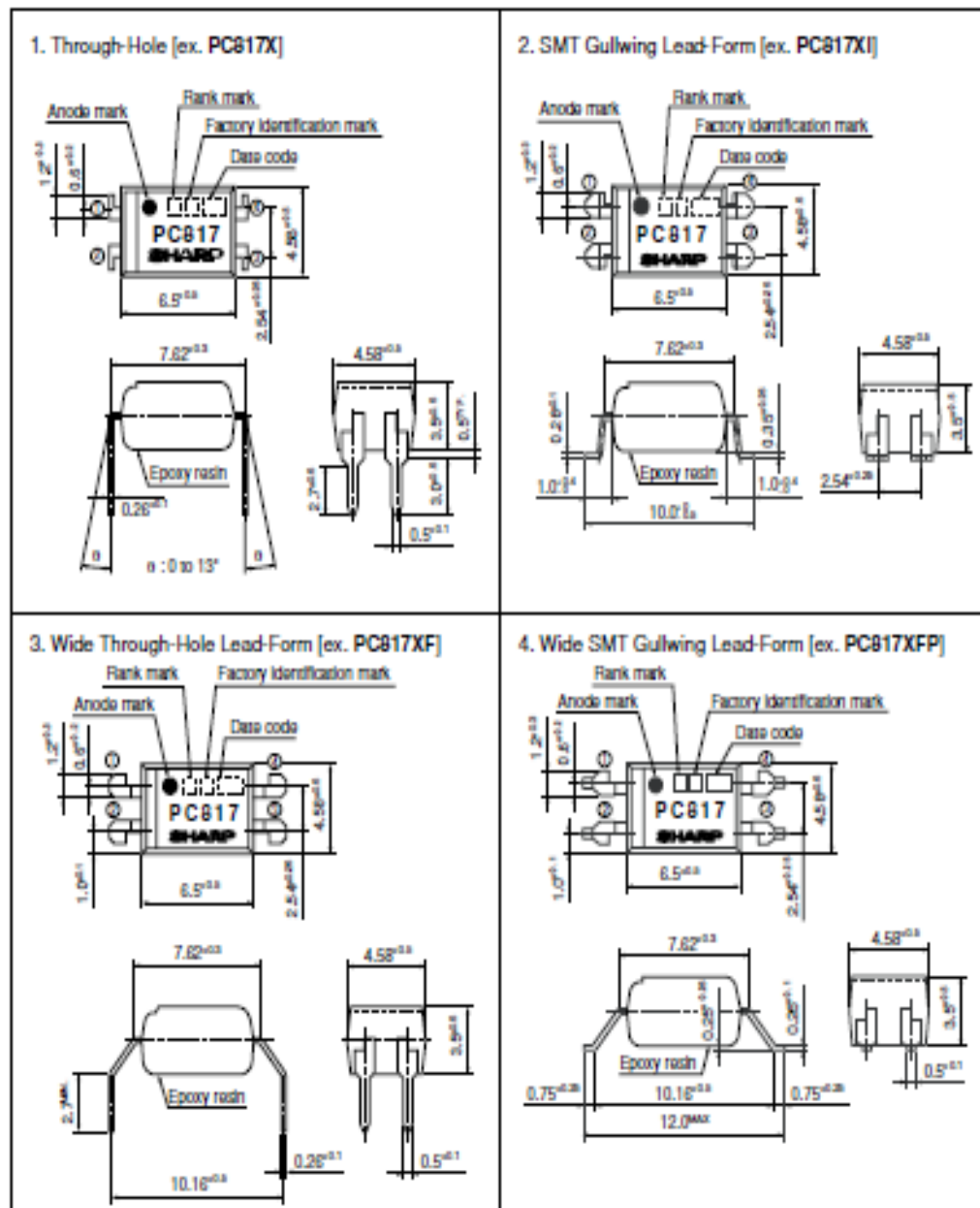
Notice The content of data sheet is subject to change without prior notice.
In the absence of confirmation by device specification sheets, SHARP takes no responsibility for any defects that may occur in equipment using any SHARP devices shown in catalogs, data books, etc. Contact SHARP in order to obtain the latest device specification sheets before using any SHARP device.

■ Internal Connection Diagram



■ Outline Dimensions

(Unit : mm)



Product mass : approx. 0.21g

Sheet No. : D3-ADD101E-N

Absolute Maximum Ratings (T_a=25°C)

	Parameter	Symbol	Rating	Unit
Input	Forward current	I _F	50	mA
	¹⁾ Peak forward current	I _{FM}	1	A
	Reverse voltage	V _R	6	V
Output	Power dissipation	P	70	mW
	Collector-emitter voltage	V _{CEO}	²⁾ 80	V
	Emitter-collector voltage	V _{ECO}	6	V
	Collector current	I _C	50	mA
	Collector power dissipation	P _C	150	mW
	Total power dissipation	P _{tot}	200	mW
	²⁾ Isolation voltage	V _{iso (rms)}	5.0	kV
Operating temperature	T _{op}	-30 to +100	°C	
Storage temperature	T _{stg}	-55 to +125	°C	
³⁾ Soldering temperature	T _{sol}	260	°C	

¹⁾ Pulse width ≤ 100μs, Duty ratio : 0.001

²⁾ 40 to 60%RH, AC for 1 minute, f=60Hz

³⁾ For 10s

⁴⁾ Up to Date code "77" (July 2002) V_{CEM} : 35V.

Electro-optical Characteristics (T_a=25°C)

	Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit	
Input	Forward voltage	V _F	I _F =20mA	-	1.2	1.4	V	
	Peak forward voltage	V _{FM}	I _{FM} =0.5A	-	-	3.0	V	
	Reverse current	I _R	V _R =4V	-	-	10	μA	
	Terminal capacitance	C _i	V=0, f=1kHz	-	30	250	pF	
Output	Collector dark current	I _{CEO}	V _{CE} =50V, I _B =0	-	-	100	nA	
	Collector-emitter breakdown voltage	BV _{CEO}	I _C =0.1mA, I _B =0	⁴⁾ 80	-	-	V	
	Emitter-collector breakdown voltage	BV _{ECO}	I _E =10μA, I _B =0	6	-	-	V	
Transfer characteristics	Collector current	I _C	I _B =5mA, V _{CE} =5V	2.5	-	30.0	mA	
	Collector-emitter saturation voltage	V _{CE(sat)}	I _F =20mA, I _C =1mA	-	0.1	0.2	V	
	Isolation resistance	R _{iso}	DC500V, 40 to 60%RH	5×10 ¹⁰	1×10 ¹¹	-	Ω	
	Floating capacitance	C _f	V=0, f=1MHz	-	0.6	1.0	pF	
	Cut-off frequency	f _c	V _{CE} =5V, I _C =2mA, R _L =100Ω, -3dB	-	80	-	kHz	
	Response time	Rise time	t _r	V _{CE} =2V, I _C =2mA, R _L =100Ω	-	4	18	μs
		Fall time	t _f		-	3	18	μs

⁴⁾ From the production Date code "15" (May 1997) to "77" (July 2002), however the products were screened by BV_{CEM}≥70V.

Fig.1 Forward Current vs. Ambient Temperature

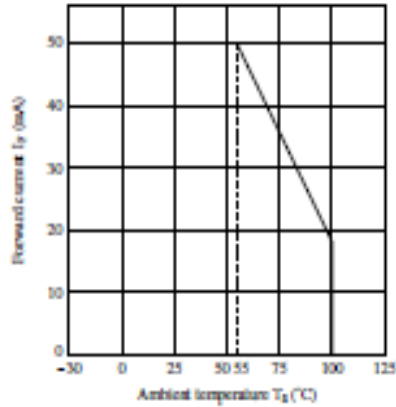


Fig.2 Diode Power Dissipation vs. Ambient Temperature

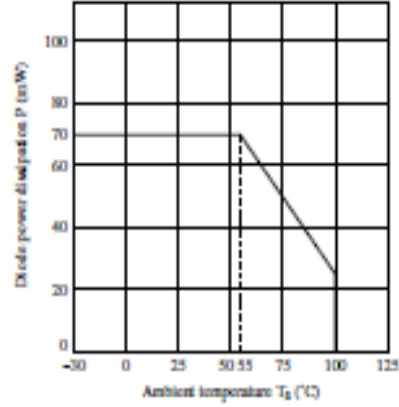


Fig.3 Collector Power Dissipation vs. Ambient Temperature

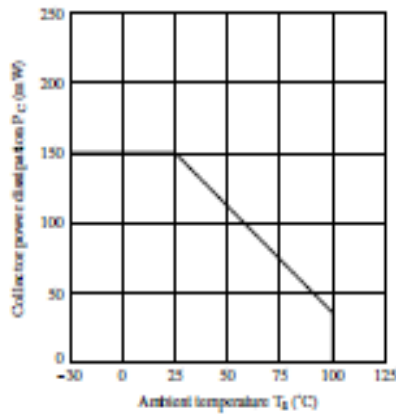


Fig.4 Total Power Dissipation vs. Ambient Temperature

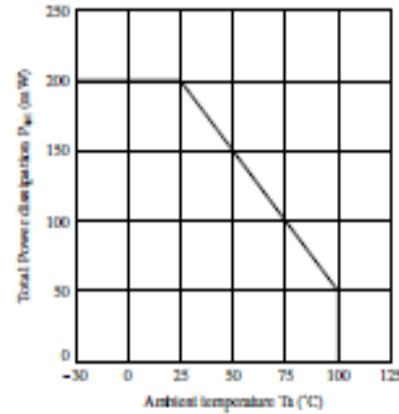


Fig.5 Peak Forward Current vs. Duty Ratio

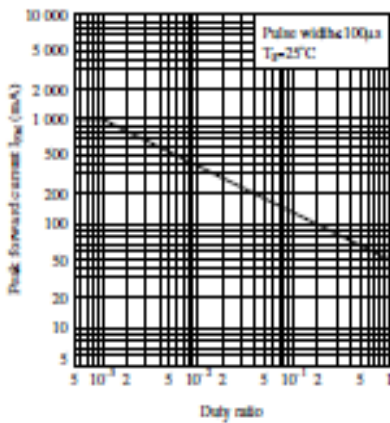


Fig.6 Current Transfer Ratio vs. Forward Current

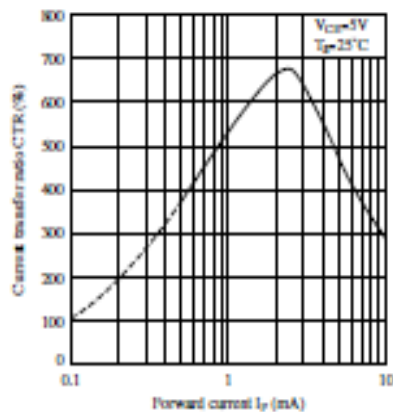


Fig.7 Forward Current vs. Forward Voltage

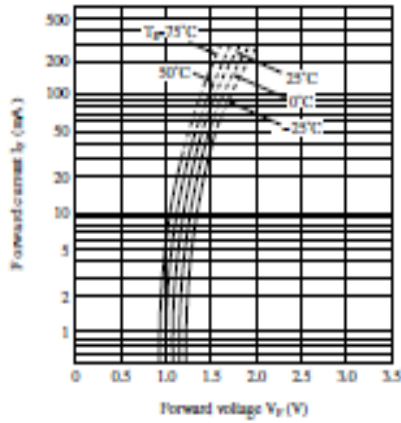


Fig.8 Collector Current vs. Collector-emitter Voltage

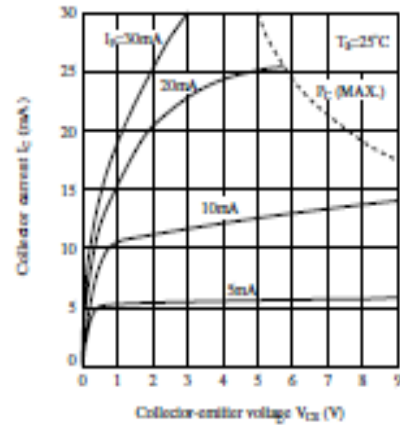


Fig.9 Relative Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature

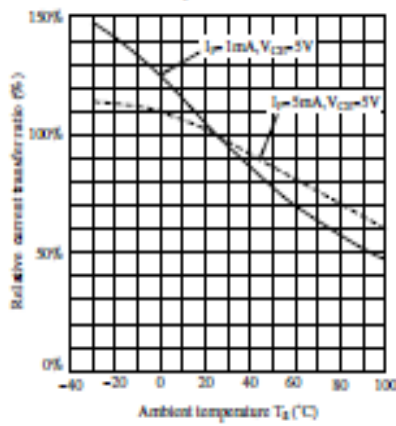


Fig.10 Collector - emitter Saturation Voltage vs. Ambient Temperature

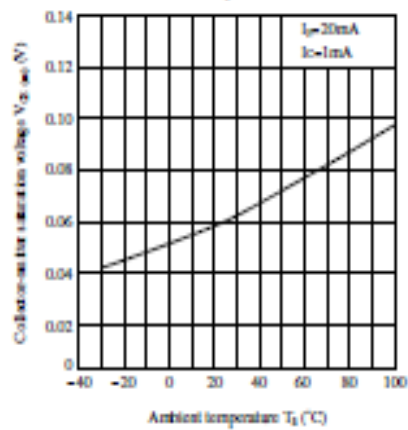


Fig.11 Collector Dark Current vs. Ambient Temperature

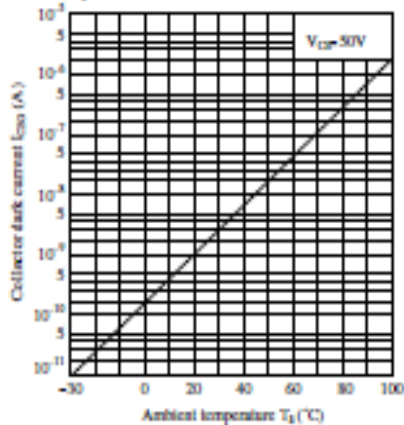


Fig.12 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Forward Current

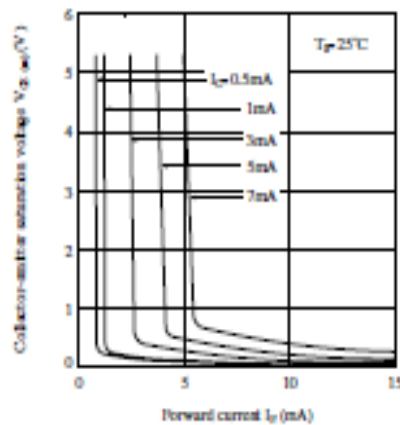


Fig.13 Response Time vs. Load Resistance

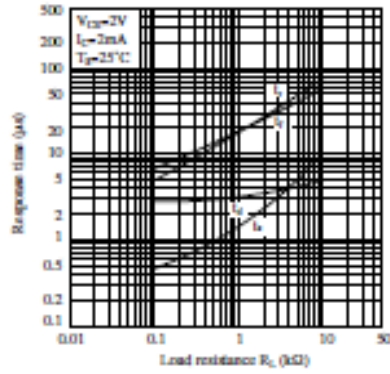
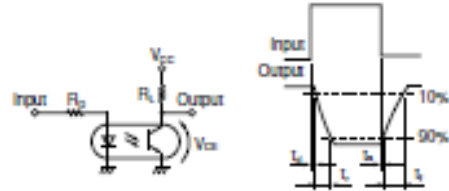


Fig.14 Test Circuit for Response Time



Please refer to the conditions in Fig.13.

Fig.15 Frequency Response

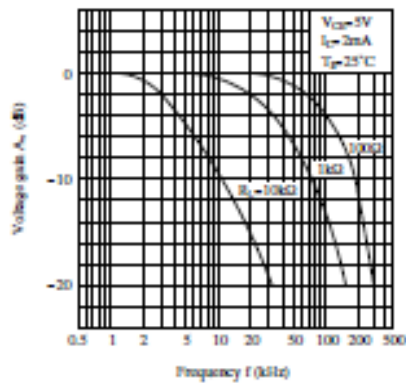
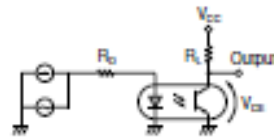


Fig.16 Test Circuit for Frequency Response



Please refer to the conditions in Fig.15.

Remarks : Please be aware that all data in the graph are just for reference and not for guarantee.