



**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO ULTRASÓNICO PARA PERSONAS INVIDENTES
DE BAJO COSTO LLAMADO “ACTIVITY VISUAL”**

Autores:

Julio cesar Viloría piñeres

Jean Carlos cabana garcia

Trabajo de grado como prerrequisito como obtención del grado de Ingeniero biomédico

Director:

Daniel Eduardo barrios

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Biomédica

Barranquilla

2022



**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO ULTRASÓNICO PARA PERSONAS INVIDENTES
DE BAJO COSTO LLAMADO “ACTIVITY VISUAL”**

Autores:

Julio Cesar Viloría Piñeres

Jean Carlos Cabana Garcia

Director:

Daniel Barrios

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Biomédica

Barranquilla

2022

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVOS.....	9
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	10
JUSTIFICACIÓN.....	14
ESTADO DEL ARTE	15
METODOLOGÍA.....	24
Etapas del proceso estructurado de diseño y desarrollo de productos.....	25
<i>Planeación del producto.</i>	25
<i>Desarrollo del dispositivo.</i>	25
• Conexiones y funcionalidades.....	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Arduino Leonardo	26
Sensor ultrasónico	27
Buzzer	27
Motor vibrador	28
RESULTADOS	29
Ilustración diseño en protoboard	33
DISCUSIÓN.....	34
CONCLUSIÓN	35
REFERENCIAS	36
ANEXO 1: IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO EN UNA PECHERA.....	38

LISTADO DE FIGURAS

Ilustración 1. Componentes del sistema ARGUS	18
Ilustración 2. Prototipo sónico de ayuda a la ceguera	19
Ilustración 3. Smart Vision Prototype.....	20
Ilustración 4. Sistema detector de obstáculos portátil.....	21
Ilustración 5. Bastón para personas invidentes.....	22
Ilustración 6. Perros guías.....	23
Ilustración 7. Diagrama de las etapas del proceso de diseño y desarrollo del prototipo del producto	24
Ilustración 8. Arduino Leonardo	26
Ilustración 9. Sensor ultrasónico	27
Ilustración 10. Buzzer	28
Ilustración 11. Motor vibrador	28
Ilustración 12. Sistema robótico con sensor ultrasónico	29
Ilustración 13. Diseño del prototipo en Tinkercad	32
Ilustración 14. Diseño en protoboard	33
Ilustración 15. Prototipo implementado en una pechera.....	38
Ilustración 16. Prototipo implementado en una pechera, a 5 cm de distancia.....	39
Ilustración 17. Prototipo implementado en una pechera, a 10 cm de distancia.....	40

RESUMEN

En el año 1993, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) muestra un porcentaje que representa la población con discapacidad de 2.02 % del total de la población. Es importante mencionar que dentro de las diferentes discapacidades que existen a nivel nacional, la ceguera o discapacidad visual tiene una gran representación dentro de la población discapacitada, tal como lo afirma la estadística dada por el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) en el año 2018, quienes revelaron que este porcentaje equivale al 62.17% de la población con discapacidad.

Con el fin de mejorar las condiciones de vida de las personas que padecen de esta discapacidad visual, hemos diseñamos un prototipo funcional que tiene por objetivo alertar al usuario de una colisión cercana con ayuda de una señal que indique que ha detectado un obstáculo cerca del individuo. El prototipo cuenta con un sistema de control implementado en el Arduino Leonardo y por medio de un sensor ultrasónico activa un buzzer y a su vez un motor DC que a medida que el usuario se vaya acercando al obstáculo el sonido del buzzer va aumentando de intensidad y lo mismo pasará con el motor específicamente para simular vibraciones.

Palabras clave: WG, CNPV, Arduino, Arduino Leonardo, Buzzer, Motor DC.

ABSTRACT

In 1993, the National Administrative Department of Statistics (DANE) showed a percentage representing the disabled population of 2.02% of the total population. It is important to mention that among the different disabilities that exist at the national level, blindness or visual disability has a large representation within the disabled population, as stated in the statistics given by the National Population and Housing Census (CNPV) in 2018, who revealed that this percentage is equivalent to 62.17% of the population with disabilities.

In order to improve the living conditions of persons suffering from this visual impairment, we have designed a functional prototype that aims to alert the user of a nearby collision with the help of a signal that has detected an obstacle near the individual. The prototype has a control system implemented in the Arduino Leonardo and through an ultrasonic sensor activates a buzzer and a DC engine as the user gets closer to the obstacle the sound of the buzzer increases in intensity and the same will happen with the motor specifically to simulate vibrations.

Keywords: WG, CNPV, Arduino, Arduino Leonardo, Buzzer, DC Motor.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las personas con discapacidades representan un porcentaje importante de la población, según la estadística del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para el año 1993 existía una población con discapacidad de 2.02 % del total de los habitantes, que equivalía aproximadamente a 723.160 personas. Dentro de este porcentaje, la discapacidad más representativa era la discapacidad visual; en el 2018, el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) arrojó un resultado de acuerdo con la escala de medición de la discapacidad del Washington Group (WG) de 1'948.332 personas con discapacidad visual equivalente al 62.17% de la población con discapacidad en Colombia.¹

Las personas que padecen esta condición visual suelen tener un grave impacto en su calidad de vida. Los niños pequeños con discapacidad visual pueden sufrir retrasos en el desarrollo motor, lingüístico, emocional, social y cognitivo, con consecuencias para toda la vida. Los niños en edad escolar con discapacidad visual también pueden presentar niveles más bajos de rendimiento académico. Los adultos con discapacidad visual tienen una menor participación en el mercado laboral y de productividad, y suelen registrar tasas más altas de depresión y ansiedad, lo cual contribuye al aislamiento social, a la dificultad para caminar, a un mayor riesgo de caídas y fracturas, y a una mayor probabilidad de ingreso temprano en hogares geriátricos.²

Con el fin de disminuir las afecciones antes mencionadas, las personas invidentes recurren a instrumentos o equipos inteligentes que le ayuden a trasladarse de un lugar a otro, o a identificar personas, objetos u obstáculos para poder movilizarse con facilidad. En este proyecto hemos diseñado un prototipo con impactos positivos en esta problemática, con el cual se espera que las

¹ Parra Dussan, Carlos; DANE; Edición Número 106; 09 de junio de 2020; <https://www.inci.gov.co/blog/losciegos-en-el-censo-2018>

² World Health Organization. (2022). *Ceguera y Discapacidad Visual*. World Health Organization. Retrieved December 13, 2022, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment#:~:text=En%20el%20caso%20de%20los,temprano%20en%20residencias%20de%20ancianos.>

personas invidentes puedan realizar las funciones diarias tales como la movilidad y desplazamiento, con seguridad y confianza.

Este prototipo o sistema de guía o sistema electrónico ultrasónico desarrolla neurológicamente el sentido del tacto y el audio, mediante las señales que arroja a través de sonidos y de vibraciones, dando a conocer la cercanía a objetos, baches y personas. En términos monetarios, este dispositivo es adquirible de manera económica, ya que no se necesita una tecnología muy avanzada, ni componentes excesivamente costosos para su funcionamiento, solo tiene sus componentes electrónicos que cumplen con funciones específicas que el usuario necesita para su funcionamiento exitoso.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Desarrollar un prototipo en evolución de un sistema de guía por medio de sensores ultrasónicos de bajo costo para personas invidentes

Objetivos Específicos:

1. Diseñar y construir el sistema electrónico ultrasónico para detección de obstáculos.
2. Implementar el sistema electrónico a una pechera para mayor comodidad.
3. Implementar y prototipar un sistema de alarma por medio de vibraciones y asistencia auditiva.

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

La ceguera es la falta de visión. Cuando se emplea este término, también se refiere a la pérdida de la visión que no se puede corregir con lentes convencionales o con lentes de contacto. Esta condición puede ser parcial, es decir, que la persona que la padece tiene una visión muy limitada; o completa, que significa que quien la padece no puede ver nada y no ve la luz. En todo el mundo más de mil millones de personas viven con deficiencia visual porque no reciben la atención que necesitan para afecciones como la miopía, la hipermetropía, el glaucoma y las cataratas, según el primer Informe mundial sobre la visión publicado por la Organización Mundial de la Salud.

Las causas de la discapacidad visual son categorizadas de acuerdo con la agudeza visual, la condición socio-económica, al grupo etario, entre otras.

1. **Según la agudeza visual:** La Clasificación Nacional de Enfermedades en el 2018 categorizó el deterioro de la visión en dos conjuntos: deterioro de la visión cercana y de la visión distante.³

Deterioro de la visión distante:

- Leve: agudeza visual inferior a 6/12 o igual o superior a 6/18.
- Moderado: agudeza visual inferior a 6/18 o igual o superior a 6/60.
- Grave: agudeza visual inferior a 6/60 o igual o superior a 3/60.
- Ceguera: agudeza visual inferior a 3/60.

Deterioro de la visión cercana:

- Agudeza visual cercana inferior a N6 o M.08 a 40 cm

³ Parra Dussan, Carlos; DANE; Edición Número 106; 09 de junio de 2020; <https://www.inci.gov.co/blog/losciegos-en-el-censo-2018>

2. **Según la condición socio-económica:** Se ha identificado que:
 - En los países de ingreso bajo y mediano, la proporción de la discapacidad visual es atribuible mayormente a las cataratas.
 - En los países de altos ingresos, la mayor causa de pérdida visual son las enfermedades como el glaucoma y la degeneración macular relacionada con la edad.

3. **Según el grupo etario:** En los niños y la población adulta, las causas de la discapacidad visual varían dependiendo de muchos factores. En ello influye, por ejemplo, la disponibilidad de intervenciones de prevención y tratamiento, el acceso a la rehabilitación de la visión (incluidos los productos de apoyo como gafas o bastones blancos), y si la persona tiene problemas debido a la inaccesibilidad de los edificios, los medios de transporte y la información. Sin embargo, tanto en niños como en la población adulta, los errores de refracción no corregidos son la causa principal de la discapacidad visual.

4. **Otras causas:** Existen otras causas de pérdida de la visión, tales como:
 - Accidentes o lesiones a la superficie del ojo: quemaduras químicas o lesiones en deportes.
 - Diabetes: la visión puede ser borrosa, puede haber sombras o áreas de visión faltantes y dificultad para ver en la noche.
 - Glaucoma: puede haber estrechamiento concéntrico del campo visual y áreas de visión faltantes.
 - Degeneración macular: la visión lateral es normal, pero la visión central se pierde lentamente.
 - Cataratas: la visión puede estar nublada o borrosa y la luz brillante puede causar resplandor.
 - Obstrucción de los vasos sanguíneos.
 - Complicaciones de nacimiento prematuro: fibroplasia retrolenticular.

- Complicaciones de cirugía de los ojos.
- Neuritis óptica.
- Accidente cerebrovascular.
- Retinitis pigmentaria.
- Tumores como retinoblastoma y glioma óptico.
- Desprendimiento completo de la retina.
- Infección ocular interna grave: endoftalmitis.

En el mundo hay al menos 2200 millones de personas con deterioro de la visión cercana o distante. En al menos 1000 millones de esos casos, es decir, casi la mitad, la discapacidad visual podría haberse evitado o todavía no se ha aplicado un tratamiento. Entre esos 1000 millones de personas se encuentran las que padecen un deterioro moderado o grave de la visión distante o ceguera debido a errores de refracción no corregidos (88,4 millones), cataratas (94 millones), degeneración macular relacionada con la edad (8 millones), glaucoma (7,7 millones), retinopatía diabética (3,9 millones) (1), así como deterioro de la visión cercana causado por presbicia no corregida (826 millones) (2).

Las personas que padecen esta condición visual suelen tener un grave impacto en su calidad de vida. Los niños pequeños con discapacidad visual pueden sufrir retrasos en el desarrollo motor, lingüístico, emocional, social y cognitivo, con consecuencias para toda la vida. Los niños en edad escolar con discapacidad visual también pueden presentar niveles más bajos de rendimiento académico. Los adultos con discapacidad visual tienen una menor participación en el mercado laboral y de productividad, y suelen registrar tasas más altas de depresión y ansiedad, lo cual contribuye al aislamiento social, a la dificultad para caminar, a un mayor riesgo de caídas y fracturas, y a una mayor probabilidad de ingreso temprano en hogares geriátricos.

Para mitigar esta problemática desarrollamos un dispositivo electrónico ultrasónico que supla ciertas necesidades del usuario relacionadas con la movilidad, ya que gracias a este

dispositivo funcional los usuarios se pueden desplazar con mayor seguridad y confianza, para continuar su vida cotidiana.

JUSTIFICACIÓN

Implementamos este dispositivo con el propósito de mejorar el desplazamiento de las personas invidentes ya que su discapacidad les impide desplazarse de un lugar a otro; con este prototipo funcional esperamos que los usuarios mejoren su calidad de vida y que aumente su nivel de confianza y seguridad en sí mismo al momento de desplazarse; también esperamos que los usuarios puedan acceder a este sistema y se sientan a gusto con la comodidad del funcionamiento del primer prototipo.

ESTADO DEL ARTE

La ceguera o discapacidad visual se define como la falta de visión o la pérdida de visión que no se puede corregir con lentes convencionales o con lentes de contacto. Existen dos tipos de ceguera:⁴

- La ceguera parcial: en la cual el individuo que la padece tiene una visión muy limitada.
- La ceguera completa: Es cuando quien la padece no puede ver nada, ni siquiera ve la luz. En la mayoría de los casos, las personas utilizan el término "ceguera" para referirse a la ceguera completa.

Los términos empleados para denominar el deterioro visual ubicado entre la visión normal y la ausencia de función visual han sido la visión parcial, visión defectuosa, debilidad visual, visión subnormal y baja visión; este último término se deriva del WHO Study group on the Prevention of Blindness, estudio ejecutado en el año 1972. Tal estudio acuñó la definición clásica de baja visión, descrita como aquella alteración del funcionamiento visual, incluso después del tratamiento o corrección refractiva estándar, con una Agudeza Visual (AV) entre 20/60 (equivalencia en metros 6/18) a percepción de luz, o la presencia de un campo visual menor a 20° desde el punto de fijación, pero que aun, con los parámetros anteriores de manejo, AV o campimetría, utiliza o es capaz de utilizar su visión para planificar y ejecutar una tarea. En resumen, la baja visión representa una AV menor a 6/18 hasta 3/60 en el mejor ojo por cualquier causa. Sin embargo, habían ciertos tópicos y presupuestos que la definición de baja visión (del año 1972) no abarcaba y que el grupo consultor de WHO, a través del informe *Development of standards for characterization of vision loss and visual functioning*, revisó: la definición de la categorías de impedimento visual se basan en la visión mejor corregida, hay falta de aspectos en la categorización de ceguera, existen inconsistencias en la categorización diagnóstica en las sub-categorías H54 de la Clasificación Internacional de Enfermedades 10 (CIE-10), y las ametropías

⁴ U.S. National Library of Medicine. (n.d.). *Ceguera y Pérdida de la Visión: Medlineplus Enciclopedia Médica*. MedlinePlus. Retrieved December 13, 2022, from <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003040.htm>

no eran asumidas como causas relevantes de impedimento visual (discapacidad visual). A partir de la anterior revisión, el término baja visión fue removido de la CIE-10 en el año 2009 por los términos de discapacidad visual moderada, definida como una AV $<6/18$ y mayor a $6/60$, y discapacidad visual severa que abarca una AV $<6/60$ y mayor de $3/60$, independiente de la etiología.

Todo este modelo conceptual se basa en la descripción de categorías de severidad de la discapacidad visual, Actualmente el término baja visión se toma como equivalente de baja visión funcional, concepto utilizado en encuestas poblacionales y como término en el contexto de los servicios en baja visión. El concepto ceguera ha sufrido adaptaciones y modificaciones, desde el campo legal, político y laboral.

La pérdida de la visión puede suceder de manera repentina o con el paso del tiempo. A nivel mundial, las principales causas de la discapacidad visual son las siguientes:

- Degeneración macular relacionada con la edad
- Cataratas
- Retinopatía diabética
- Glaucoma
- Errores de refracción no corregidos

Las causas varían considerablemente de un país a otro y dentro de un mismo país en función de la disponibilidad de servicios de atención oftálmica, su asequibilidad y los conocimientos de la población en materia de atención oftálmica. Por ejemplo, la proporción de la discapacidad visual atribuible a las cataratas es mayor en los países de ingreso bajo y mediano que en los de ingreso alto. En estos últimos son más frecuentes las enfermedades como el glaucoma y la degeneración macular relacionada con la edad. Sin embargo, a nivel mundial la ceguera causada por cataratas recobra gran importancia. La CIE-10 clasifica esta condición de manera extensa mediante los códigos H25 catarata senil, H26 otros tipos de cataratas, H28 catarata y otros desórdenes de los lentes, H40.5 glaucoma secundario a otros desórdenes oculares, H59 queratopatía después de cirugía de catarata y Q12 catarata congénita. A su vez, la catarata es causada por el envejecimiento natural, traumas físicos, quemaduras eléctricas, diabetes Mellitus

(glicemia >400 mg/dl con presencia de sorbitol), galactosemia, rubeola congénita, errores innatos del metabolismo, factores genéticos, tabaquismo, entre otros. Además de lo anterior, la catarata puede ser secundaria a uveítis recurrente, retinitis pigmentosa, desprendimiento de retina, hipoparatiroidismo, trisomía 21, consumo crónico de esteroides, beta bloqueadores e intoxicación por hierro y cobre.⁵

Entre los niños, las causas de la discapacidad visual varían considerablemente de un país a otro. Por ejemplo, en los países de ingreso bajo, las cataratas congénitas son una de las causas principales, mientras que, en los países de ingreso mediano, la principal causa es la retinopatía del prematuro. Al igual que en la población adulta, los errores de refracción no corregidos siguen siendo la causa principal de la discapacidad visual entre los niños de todos los países.

Las personas que padecen esta discapacidad presentan dificultad para caminar o moverse y tienen un mayor riesgo de caídas y fracturas, debido a que la movilidad del ser humano está ligada al correcto funcionamiento de los sentidos. Dado la carencia del sentido de la visión las personas invidentes poseen problemas para desplazarse y realizar sus actividades cotidianas. Razón por la cual acceden a ciertas ayudas que les permitan moverse, tales como el proyecto Argus, el prototipo sónico de ayuda a la ceguera, el Smart visión prototype, sistema de detector de obstáculos, bastón perro guía.

1. **El proyecto ARGUS** (*Assisting personal guidance system for people with visual impairment*) es un sistema guiado de asistencia individual para personas invidentes, basado en sonidos binaurales, es decir, mediante información acústica 3D, que pueden ayudar a distinguir una distancia y dirección muy concreta de la que proviene dicho sonido. Los responsables del proyecto aseguran que, gracias a esta tecnología, que además es pionera en todo el mundo, “las personas invidentes o con problemas de visión pueden moverse autónomamente y de forma segura. Puede ser usada también por personas que trabajen en condiciones de baja visibilidad o con riesgos”. Asimismo, se ha creado una aplicación móvil para invidentes basada también en una geolocalización y en sonidos 3D que se prevé que

⁵ Escudero, J. C. S. (2011). Discapacidad visual y ceguera en el adulto: revisión de tema. Medicina UPB, 30(2), 170-180

se utilice como una red social, donde los usuarios compartan las rutas que hagan y otras informaciones sobre accesibilidad. Ver componentes del sistema ARGUS en la ilustración 1.

Ilustración 1. Componentes del sistema ARGUS



- 2. Prototipo sónico de ayuda a la ceguera.** La nueva ayuda técnica que han diseñado investigadores de la Universidad Carlos III de Madrid, funciona como una guía de sonidos que informa del entorno al usuario. La propuesta consiste en un procesador de estereovisión que, midiendo la diferencia de imágenes captadas por dos cámaras ligeramente desplazadas, calcula la distancia a cada punto de la escena. Después, para transmitir esa información al usuario se emplea un código de sonidos que informa de la posición y distancia de los distintos obstáculos. Sus creadores afirmaron que el sistema pretende ser un complemento al bastón o al perro guía, en ningún caso una sustitución. El nuevo prototipo consigue reducir el tamaño, se compone de unas gafas con dos microcámaras, una placa del tamaño de un paquete de tabaco junto a la batería, un pequeño amplificador de audio estéreo y unos cascos de transmisión ósea. El sistema aún no está en una fase comercialización, porque de

momento tan solo se ha construido un prototipo. Su precio podría situarse en torno a 250 euros. Ver ilustración 2⁶

Ilustración 2. Prototipo sónico de ayuda a la ceguera

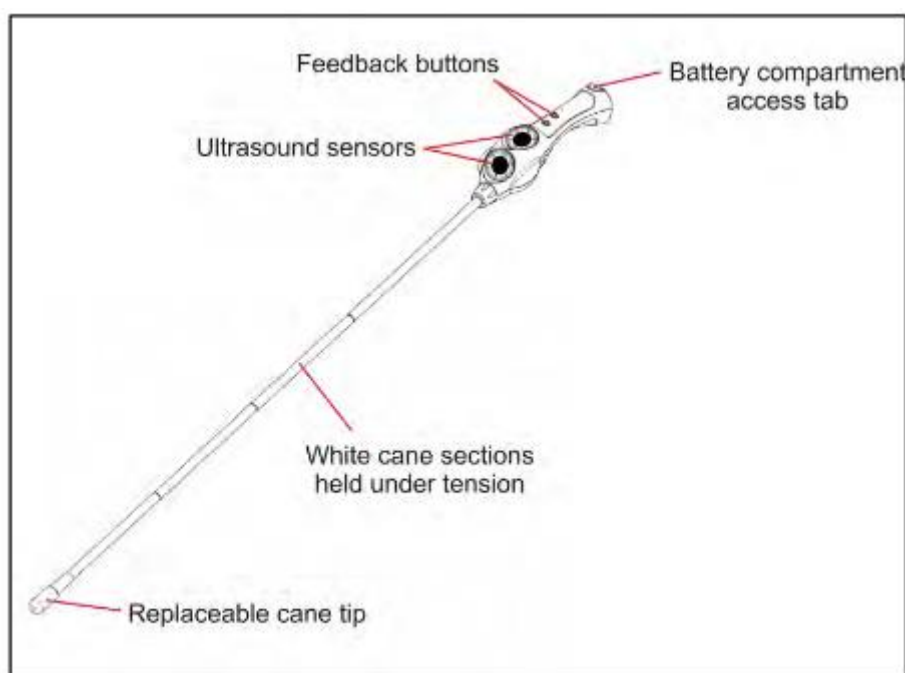


3. Smart Vision Prototype. Este dispositivo se diseñó con la intención de permitir la navegación autónoma de personas con ceguera en ambientes interiores y exteriores. El sistema se compone de distintos módulos que se encargan de cumplir las funciones de navegación, detección de obstáculos y comunicación con el usuario. Se tienen dos opciones para comunicarse con el dispositivo: la primera es a través de una aplicación web y la segunda es utilizando una interfaz en un teléfono inteligente; ambas están soportadas para recibir órdenes a través de comandos de voz. La configuración del prototipo se dispuso en un dispositivo similar a un bastón para ciegos. El módulo de navegación es responsable de la planeación de rutas y de brindar información acerca de los puntos de interés más cercanos. El módulo de visión se encarga de la detección de obstáculos en la parte frontal de la trayectoria del usuario, de manera que puedan ser evadidos con

⁶ Noticias de la Ciencia. (2014, January 14). Nuevo Prototipo Sónico de Ayuda a La Ceguera. Noticias de la Ciencia y la Tecnología (Amazings® / NCYT®). Retrieved December 13, 2022, from http://noticiasdelaciencia.com/not/9286/nuevo_prototipo_sonico_de_ayuda_a_la_ceguera/

anterioridad; esta información es obtenida a través de una cámara estereoscópica. Además, se complementa con la disposición de etiquetas RFID en los ambientes en los que se desplazará el usuario, de manera que el dispositivo los detecte y brinde información adicional al individuo como escaleras, superficies irregulares y rutas de fácil acceso. El dispositivo se comunica con el usuario enviando señales vibratorias y mensajes de texto a voz. Ver ilustración 3.⁷

Ilustración 3. Smart Vision Prototype



- 4. Sistema detector de obstáculos portátil:** Estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia diseñaron un sistema electrónico portátil para personas invidentes, que detecta fácilmente obstáculos y funciona a partir de vibraciones. Es un dispositivo que consta de dos sistemas: uno para mediciones y otro de procesamiento y aviso. El primero se utiliza para detectar objetos suspendidos y tiene un alcance frontal de aproximadamente 80 centímetros. Está provisto de un brazalete y dos bandas elásticas, una se ubica en la cabeza y otra en la muñeca,

⁷ User Manuals & Brochures. (2013, March 11). Retrieved December 13, 2022, from https://www.ultracane.com/user_manuals

que contienen un sensor infrarrojo protegido por una carcasa de acrílico. El segundo sistema, de procesamiento y aviso, mide y detecta obstáculos a nivel del suelo. Contiene dos cajas de acrílico que almacenan la energía con la cual se alimenta la tarjeta de los componentes electrónicos que permite el procesamiento de la señal arrojada por el sensor y el sistema de aviso compuesto por un motor de masa excéntrica. Ver ilustración 4.⁸

Ilustración 4. Sistema detector de obstáculos portátil



- 5. Bastón.** Este elemento se utiliza para localizar obstáculos y proporcionar al individuo información sobre el entorno. Además, identifica a la persona que lo lleva como alguien con una discapacidad visual. El común de estos bastones para este tipo de discapacidad es su color blanco. La utilización del bastón largo o

⁸ UN Periódico. “Crean reemplazo de bastón para personas invidentes”. [En línea]. [Consultado el 11 de Marzo de 2013] Disponible en Internet:

blanco como técnica de orientación y movilidad es la que tiene mayor utilización a nivel mundial. Además de ser económico (en comparación con los perros guías y los actuales dispositivos electrónicos de navegación), el bastón se caracteriza por una alta portabilidad y utilidad para las personas con invidencia. Ver ilustración 5.⁹

Ilustración 5. Bastón para personas invidentes



- 6. Perro guía.** El perro guía o perro lazarillo, es un perro especialmente entrenado que apoya el normal desplazamiento de una persona con discapacidad visual. Esta técnica está orientada principalmente para la navegación exterior, ya que los perros están capacitados para viajar en diferentes medios de transporte (buses, metro, autos). Esta es una técnica recomendada para personas adolescentes o adultas, que poseen un cierto grado de madurez y estabilidad emocional para poder hacerse cargo del animal. Algunas personas suelen combinar esta técnica con la del bastón para mayor seguridad. Ver ilustración 6.

⁹ Martínez, C. por E. V. (n.d.). Crean Reemplazo de Bastón Para Personas invidentes. Agencia de Noticias UNAL. Retrieved December 13, 2022, from <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/crean-reemplazo-de-baston-para-personas-invidentes>

Ilustración 6. Perros guías

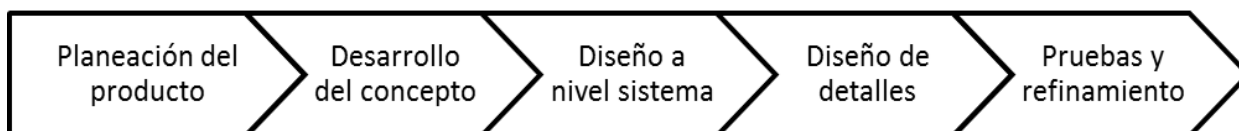


METODOLOGÍA

Se desarrolla este dispositivo, el cual cuenta con una pechera que va ajustado en el centro del pecho abrochado con 4 correas alrededor de los hombros, a diferencia de los demás dispositivos existentes en el mercado, este no utiliza bastones, gafas, o brazaletes. Otorgando así una mayor ligereza y confort al momento de utilización, ya que no tendrá ocupadas ninguna de las extremidades del cuerpo. La persona que lo utilizará de seguro no lo sentirá, ni le incomodará su utilización.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó el método estructurado definido por Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger, en el libro “Diseño y Desarrollo de productos”. En el texto se exponen actividades que ajustan perspectivas de manufactura, diseño y marketing en una sola dirección para el desarrollo de productos. El proceso metodológico se divide en seis fases, enfatizando en el desarrollo del concepto en su total. Las etapas de la metodología observadas en el proyecto se muestran en la ilustración 7.¹⁰

Ilustración 7. Diagrama de las etapas del proceso de diseño y desarrollo del prototipo del producto



¹⁰ Hernández-Hernández, N., & Garnica-González, J. (2015). Árbol de problemas del análisis al diseño y desarrollo de productos. *Conciencia tecnológica*, (50), 38-46.

Etapas del proceso estructurado de diseño y desarrollo de productos.

Planeación del producto. En esta fase se contemplan los aspectos relacionados con el tipo de producto y su descripción, los objetivos, las restricciones, el mercado y los interesados en el producto. El resultado es el planteamiento de la misión del proyecto.

Desarrollo del dispositivo. Se divide en dos partes que son:

- Estructura del diseño en Tinkercad

- Conexiones y funcionalidades

Conexiones y funcionalidades. El sensor ultrasónico tiene dos variables tales como, tigg y echo, las funciones de cada una es emitir y recibir esa onda sonora que al momento de emitir una onda y chocar con un objeto la misma onda se regresa y el sensor detecta la distancia del objeto; el sensor ultrasónico manda una señal a el buzzer y al motor DC y sus funcionamientos de los dos seria; “entre más cerca esté el objeto mayor será la intensidad de las vibraciones y el nivel auditivo que arroja el buzzer”.

MATERIALES Y MÉTODOS

Arduino Leonardo

Se escogió esta placa de Arduino (ver ilustración 7) porque es la versión mejorada del Arduino uno, ya que su procesador es más práctico y por lo tanto el desarrollo de sus funciones será más rápido. El Arduino Leonardo es una placa de desarrollo basada en el microcontrolador ATmega32u4. Tiene 20 pines de entrada/salida digital (7 de ellos pueden ser usados como salida PWM), un cristal de 16Mhz, conexión micro USB, conector DC de alimentación, conector ICSP y botón de reseteo. La placa integra todo lo necesario para que el microcontrolador opere, solo necesita conectar al computador por el cable USB o a un transformador de AC-DC. Esta placa es la base del proyecto, es la que envía todas las señales que se programan a los otros elementos electrónicos, es decir, esta es la que indica exactamente qué funciones tiene que hacer cada elemento.

Ilustración 8. Arduino Leonardo¹¹



¹¹ López, P. P. (2021). Robótica y domótica básica con Arduino: Contiene 28 prácticas explicadas. Ediciones de la U

Sensor ultrasónico

Se utilizó este sensor porque a diferencia de los demás, estos cubren todo el espacio y no necesitan una línea de visión. Como su nombre lo indica, los sensores ultrasónicos miden la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas. El cabezal emite una onda ultrasónica y recibe la onda reflejada que retorna desde el objeto. Los sensores ultrasónicos miden la distancia al objeto contando el tiempo entre la emisión y la recepción, para el proyecto, su función específica es mandar las ondas sonoras a los obstáculos que están a cierta distancia determinada.

Ilustración 9. Sensor ultrasónico



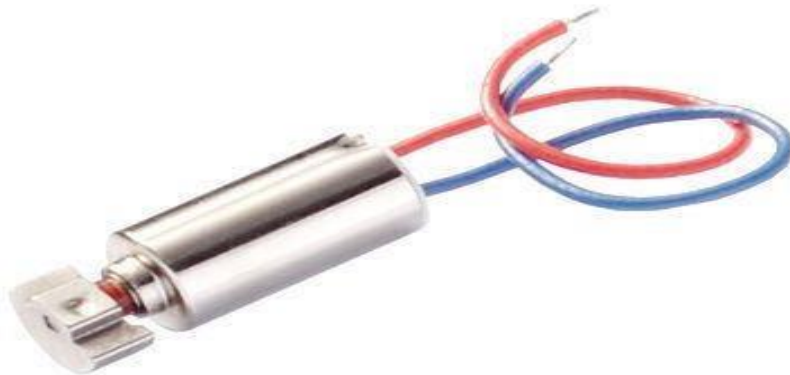
Buzzer

Se utilizó este generador de sonido (ver ilustración 9) porque es más liviano y resistente para su instalación ya que los otros son un poco más pesados, rústicos y generan mayor consumo de energía. El generador escogido emite una adecuada señal sonora, generará un pitido o sonido que llamará más la atención, además el tamaño del buzzer es mucho más reducido que los altavoces convencionales. Este material es uno de los más relevantes debido a que será el emisor de la alarma, va agarrado de la mano con el sensor ultrasónico, entre más cerca esté del obstáculo este aumentará la intensidad del volumen.¹²

¹² Racho Ferrandis, S. (2011). Desarrollo arquitectura de control de robots móviles basada en radiofrecuencia y su aplicación al robot Moway (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Ilustración 10. Buzzer**Motor vibrador**

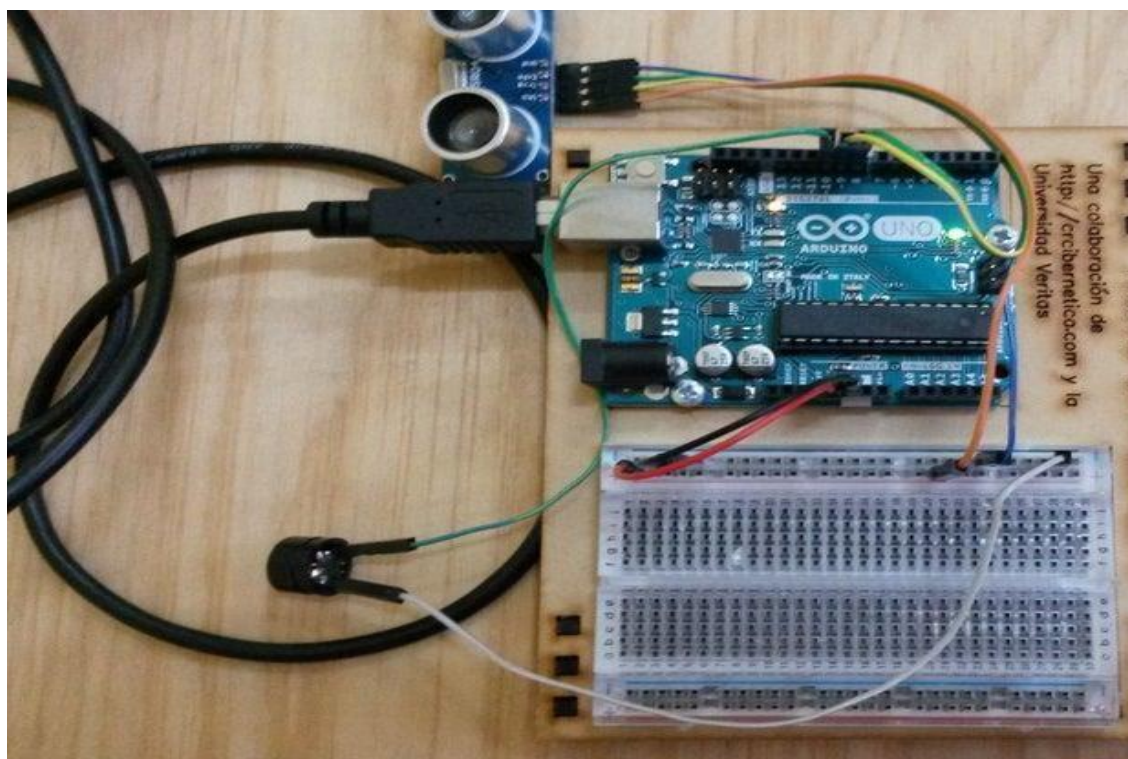
Para este proyecto se escogió este generador de vibración (ver ilustración 10) por sus características de ser liviano y generar buen desempeño ya que otros son un poco más pesados y necesitan más consumos energéticos. Este motor vibrador genera vibraciones según la señal que se le envíe. Este elemento también está agarrado de la mano con el sensor ultrasónico, este emite una vibración secuencialmente dependiendo que tan cerca esté al obstáculo, la cual aumentará o disminuirá el nivel de vibración.

Ilustración 11. Motor vibrador

RESULTADOS

Al final de este proyecto observamos que se cumplieron los objetivos que fueron planteados, se logró desarrollar un sistema robótico ultrasónico para la detección de obstáculos (ver ilustración 11) y se pudo implementar a una pechera para mayor comodidad (ver anexo 1), la cual cuenta con un sistema de alarma por medio de vibraciones y asistencia auditiva. En la ilustración 11 y 13 podemos observar que armamos nuestro primer prototipo en protoboard, adaptando todas sus funcionalidades específicas de cada elemento electrónico, para este prototipo se espera ser diseñado en una baquela para que al momento de insertarlo en la pechera genere estabilidad en el circuito para que no se ruede al momento de acciones de desplazamientos, complacemos la comodidad del usuario ya que el dispositivo esta empotrado al pecho del usuario por medio de la pechera sintiéndose más liviano al momento de desplazarse cotidianamente.

Ilustración 12. Sistema robótico con sensor ultrasónico



El funcionamiento de este equipo está explicado por la siguiente programación:

```

/*proyecto tecnológico “activity visual” */ int salidaMotor = 3; //Asignamos el
nombre al pin de salida del motor int echo = 4;           //Asignamos el
nombre al pin echo del sensor ultrasónico int trig = 5;
//Asignamos el nombre al pin trig del sensor ultrasónico float tiempo;
//Colocamos la variable tiempo en tipo flotante long distancia;
//Colocamos la variable distancia en tipo long
#define buzzer 12           //Zumbador void setup() {
pinMode (echo, INPUT);    //Configuramos echo (pin 4) como
entrada pinMode (trig, OUTPUT); //Configuramos echo (pin 5)
como salida pinMode (salidaMotor, OUTPUT);
pinMode(buzzer, OUTPUT); //Emisor

}

void loop() { digitalWrite (trig, LOW); // Para
no manda pulso delayMicroseconds(10);
//Espera 10 milisegundos digitalWrite (trig,
HIGH); //Mandar pulso
delayMicroseconds(10); //Espera 10
milisegundos tiempo = pulseIn(echo, HIGH);
//Fórmulamos para obtener la variable tiempo
distancia = int(0.017 * tiempo); //Fórmulamos para
obtener la distancia en cm

if (distancia <= 20) { //Condiciones (si es menor/igual a 20cm) detiene el giro del motor
analogWrite (salidaMotor, 0); //Usamos pwm para variar velocidad del motor
}

```

```

    if (distancia > 20 && distancia <= 150) { //Condiciones (si es mayor a 20cm pero
menor/igual
a 150cm) para una velocidad del motor  analogWrite (salidaMotor, 150);
    //Usamos pwm para variar velocidad del motor
    }

    if (distancia > 150) { //Condiciones (si es mayor a 150cm) para una
velocidad del
motor  analogWrite (salidaMotor, 255); //Usamos pwm para variar
velocidad del motor
    } delay(100); //Espera 100
milisegundos
{ tone(buzzer, 1000); // Agregamos el buzzer para hacer sonar con una frecuencia de
1000Hz

    delay(5000); //durante 5 segundos
}

{
    noTone(buzzer); //no suena
}
}

```

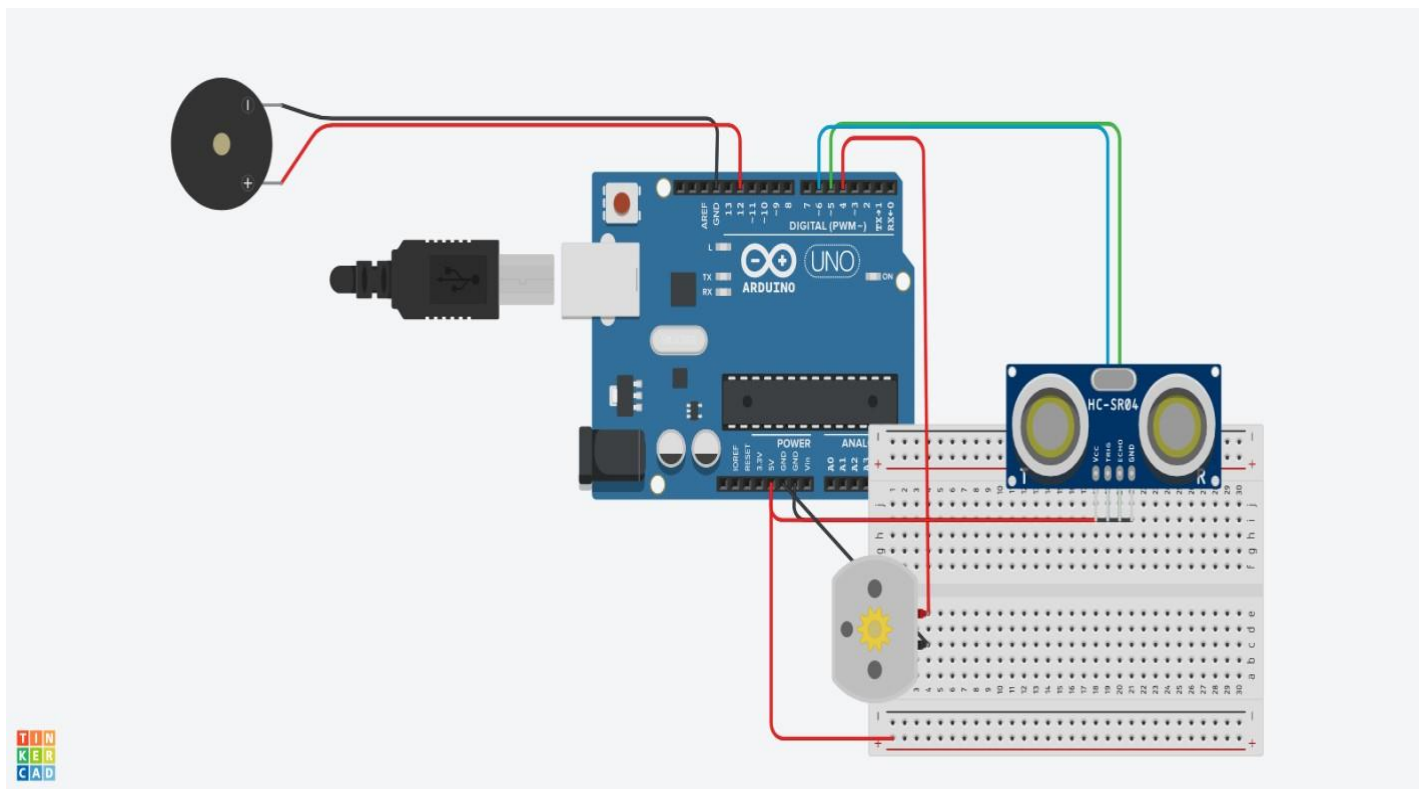
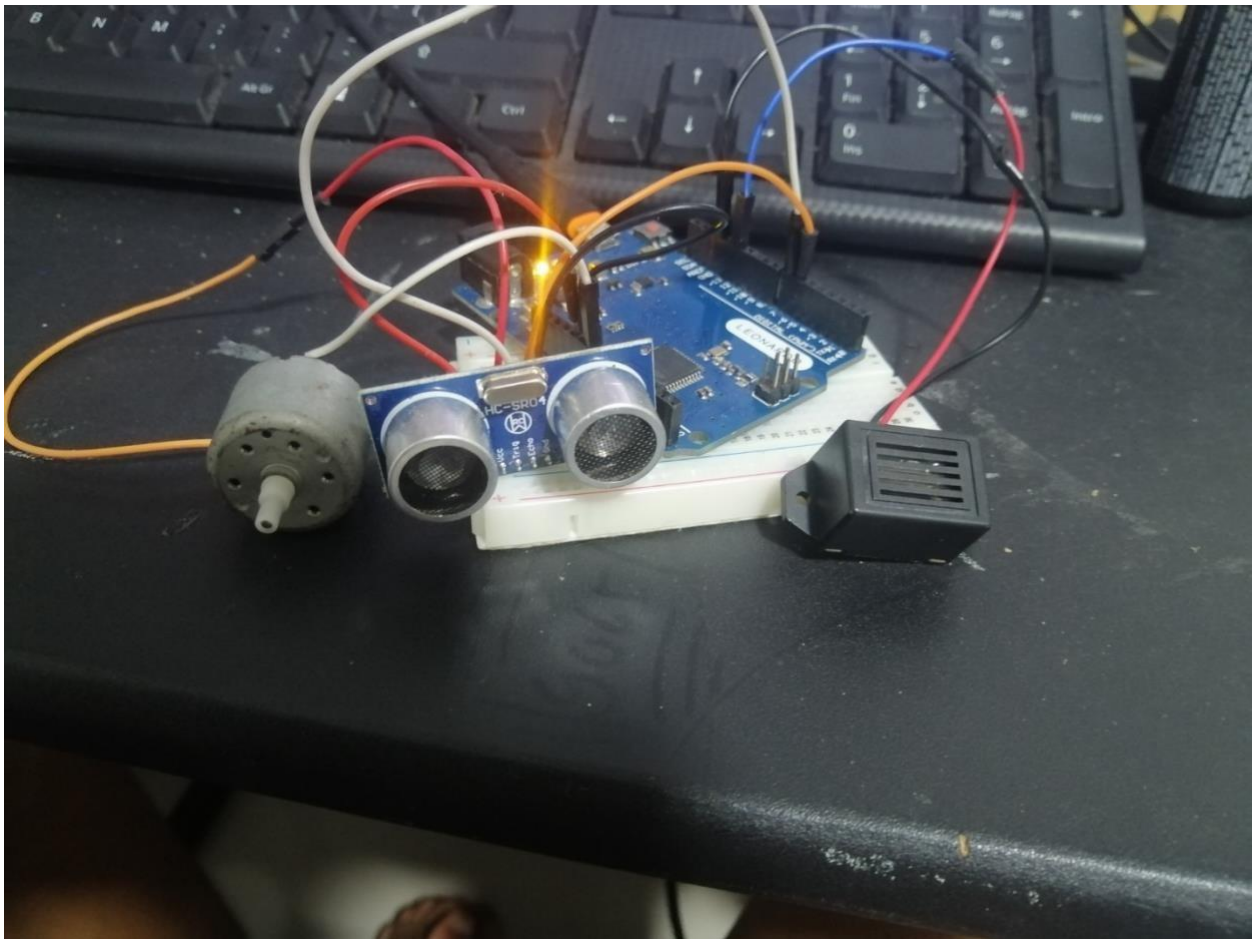
Ilustración 13. Diseño en tinkercad

Ilustración diseño en protoboard

Según las programaciones antes mencionadas el sensor ultrasónico se activará a la distancia acordada; el buzzer se activa junto al motor cuando el sensor ultrasónico arroja la señal de alarma, las vibraciones del motor y el nivel auditivo del buzzer variarán según la distancia del objeto, si es máximo de 150cm se activa levemente, si es menor de 150cm se activa moderadamente, si es menor o igual a 20 cm se activa intensamente, y así sucesivamente.

Ilustración 14. Diseño de prototipo en protoboard



DISCUSIÓN

El resultado de construir la parte física del prototipo funcional ultrasónico en un sistema embebido que fue concebido a partir de la disponibilidad en el mercado con precio de bajo costo accesible para cada persona promedio. Así mismo, el desempeño de dicha técnica de fabricación permite la escalabilidad futura del sistema de seguirse desarrollando. El gran impacto social para las poblaciones ciegas y sordo-ciegas del mundo, puesto que, al no depender solamente de las ideas aportadas por sus diseñadores normalmente para su evolución, cualquier persona o entidad sin ánimo de lucro puede estar trabajando en esa población, para mejorar la calidad de vida de estas personas, a las cuales generalmente se les vulnera sus derechos. Al comparar este resultado del proyecto detallamos que no se necesita sostener nada ni en ninguna parte del cuerpo, gracias a que el prototipo está adherido al pecho a través de una pechera complaciendo la comodidad del usuario.

CONCLUSIÓN

Se concluye que el sistema robótico ultrasónico para la detección de obstáculos adherido a una pechera con un sistema de alarma por medio de vibraciones y asistencia auditiva tiene gran utilidad en la población invidente. Se sugiere que para el próximo prototipo se diseñe en una baquela con su respectiva pechera, y que se coloque a prueba en una persona con discapacidad visual y nos cuente su experiencia. Además, se sugiere que este dispositivo pueda emitir su ubicación a un teléfono móvil a través de vía satelital con la finalidad de que el familiar o cuidador de la persona invidente pueda llevar un control y pueda conocer su ubicación cada vez que lo desee.

REFERENCIAS

- Parra Dussan, Carlos; DANE; Edición Número 106; 09 de junio de 2020;
<https://www.inci.gov.co/blog/losciegos-en-el-censo-2018>
- World Health Organization. (2022). *Ceguera y Discapacidad Visual*. World Health Organization. Retrieved December 13, 2022, from <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/blindness-and-visual-impairment#:~:text=En%20el%20caso%20de%20los,temprano%20en%20residencias%20de%20ancianos.>
- U.S. National Library of Medicine. (n.d.). *Ceguera y Pérdida de la Visión: Medlineplus Enciclopedia Médica*. MedlinePlus. Retrieved December 13, 2022, from <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003040.htm>
- Escudero, J. C. S. (2011). Discapacidad visual y ceguera en el adulto: revisión de tema. *Medicina UPB*, 30(2), 170-180
- Noticias de la Ciencia. (2014, January 14). *Nuevo Prototipo Sónico de Ayuda a La Ceguera*. Noticias de la Ciencia y la Tecnología (Amazings® / NCYT®). Retrieved December 13, 2022, from http://noticiasdelaciencia.com/not/9286/nuevo_prototipo_sonico_de_ayuda_a_la_ceguera/
- User Manuals & Brochures. (2013, March 11). Retrieved December 13, 2022, from https://www.ultracane.com/user_manuals
- UN Periódico. “Crean reemplazo de bastón para personas invidentes”. [En línea]. [Consultado el 11 de Marzo de 2013] Disponible en Internet:
- Martínez, C. por E. V. (n.d.). *Crean Reemplazo de Bastón Para Personas invidentes*. Agencia de Noticias UNAL. Retrieved December 13, 2022, from <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/crean-reemplazo-de-baston-para-personas-invidentes>

Hernández-Hernández, N., & Garnica-González, J. (2015). Árbol de problemas del análisis al diseño y desarrollo de productos. *Conciencia tecnológica*, (50), 38-46.

Racho Ferrandis, S. (2011). Desarrollo arquitectura de control de robots móviles basada en radiofrecuencia y su aplicación al robot Moway (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

García, M. R. T. (2017). Robótica móvil.

López, P. P. (2021). Robótica y domótica básica con Arduino: Contiene 28 prácticas explicadas. Ediciones de la U

ANEXO 1: IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO EN UNA PECHERA

Ilustración 15. Prototipo implementado en una pechera



Ilustración 16. Prototipo implementado en una pechera, a 5 cm de distancia



Ilustración 17. Prototipo implementado en una pechera, a 10 cm de distancia

