

# UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAITIE)

**“CONVOCATORIA 2022”**

**VII PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN  
TECNOLÓGICA**

**SISTEMA INTELIGENTE SALVAOBSTÁCULOS PARA  
DISCAPACITADOS INVIDENTES Y SORDOS**

AUTOR/ES:

Nora Martínez Ait Mehdi.  
Paula Antón González-Aleja.  
Iñaki Bazán Fernández.  
María Almarcha Agulló.

BLOQUE TEMÁTICO:

Atención a la discapacidad

NIVEL EDUCATIVO:

2º de Bachillerato

COORDINADOR:

Joaquín Agulló Roca

Marzo de 2022

## RESUMEN

El proyecto desarrollado consiste en un dispositivo electrónico capaz de detectar la presencia de objetos. Dicho dispositivo se puede integrar en otros elementos y accesorios utilizados por el usuario, como pueden ser un bastón, gorro, visera, etc, cuyo objetivo principal es el facilitar información de distancia a objetos en usuarios con discapacidad visual, o visual-auditiva.

En primer lugar se investiga y decide los diversos accesorios en los que puede ir integrado el dispositivo. A continuación, se decide los elementos que aportan al discapacitado mayor seguridad en desplazamientos interiores y exteriores, evitando un entorno que puede ser peligroso para personas con esta discapacidad. Como valor añadido, se investiga y desarrolla en el diseño industrial en forma del dispositivo, que permite que el sistema sea polivalente, y se integre a una gama de accesorios adecuados al tipo de discapacidad.

El sistema desarrollado, además de ser un instrumento de orientación y movilidad que permite detectar obstáculos y esquivarlos al discapacitado, es un elemento de identificación que permite a las demás personas detectar la presencia de una persona con esta discapacidad, y así ofrecerle los apoyos y ayudas que necesiten, todo ello por medio de avisos sonoros de dispositivo.

Además es un dispositivo sostenible en cuanto ahorro energético, ya que consta de un sensor de presencia infrarrojos para que solo se active cuando el usuario lo necesite. Constará también de un zumbador y de un motor de vibración, de manera que pueda ofrecer información tanto a través de sonidos como a través de vibración (obteniendo accesibilidad también a discapacitados sordociegos).

## PALABRAS CLAVE

Dispositivo, discapacidad, autonomía, sensor, arduino.

# ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	1
<b>Palabras clave</b> .....	1
<b>1. Desarrollo</b> .....	3
1.1. Introducción .....	3
1.2. Objetivos .....	4
1.3. Metodología .....	4
1.3.1. Identificación de problema y justificación del proyecto.....	4
1.3.2. Búsqueda de información.....	6
1.3.3. Diseño del prototipo.....	7
1.3.4. Construcción del prototipo.....	11
1.3.5. Evaluación del prototipo.....	12
1.4. Resultados .....	13
1.4.1. Esquema eléctrico del circuito .....	13
1.4.2. Montaje del hardware electrónico.....	14
1.4.3. Programación del software de placa microcontroladora.....	15
1.4.4. Presupuesto del prototipo.....	16
1.5. Conclusiones .....	16
<b>2. Referencias</b> .....	18

# 1. DESARROLLO

## 1.1 Introducción

La discapacidad visual es un problema que afecta a un número relativamente amplio de la población en España. Aunque en los últimos años se ha tomado conciencia acerca de este tema y se han aplicado leyes y medidas que proporcionan mayor seguridad a este colectivo, se observan varios problemas de movilidad en el ambiente urbano.

Si bien es cierto que el bastón convencional es capaz de detectar el relieve del suelo y los obstáculos, no puede percibir aquellos que invadan el espacio aéreo, los cuales suponen un peligro real al que los discapacitados invidentes, y los invidente-auditivos (sordociegos) se exponen cada día.

Aunque existen algunos modelos y diseños comerciales, la mayoría de estos dispositivos diseñados para el bienestar de estos individuos no tienen la capacidad de solucionar dicho problema de forma satisfactoria, ya que solo sustituyen al bastón, y no aportan la suficiente seguridad para el uso cotidiano.

Además la identificación por parte de la sociedad, de la presencia de una persona con esta discapacidad, y del grado de la misma, es por medio del color del bastón. Por lo que el ofrecimiento de la ayuda que necesiten es limitado al sentido de la vista.



Fig. 1 : Identificación de grado de discapacidad según color del bastón

A ello se suma, que el estado del arte no ofrece productos que permitan la integración en otros dispositivos distintos al bastón convencional, y son completamente dependientes de aquel para el que se diseñó, así como el elevado precio de estas aplicaciones tan específicas, que les hace inaccesibles a la mayoría de los usuarios con estas necesidades.

## 1.2. Objetivos

Con la finalidad de reducir las dificultades de movilidad que se presentan en discapacitados invidentes, es necesario diseñar un dispositivo capaz de detectar todo tipo de objetos, dentro de un rango de distancia óptimo de seguridad al usuario y cumpla la función de ayudar a situarle, guiarle y protegerle correctamente.

Los objetivos de este proyecto son:

- Diseñar un dispositivo que permita que el individuo discapacitado adquiera un mayor nivel de autonomía, y que esté en una situación de mayor igualdad de condiciones respecto al resto de la población.
- Debe ser capaz de garantizar y proporcionar una mayor seguridad al discapacitado invidente y sordo, en exteriores y cruces de calzadas.
- El sistema a desarrollar debe intercomunicarse con el usuario en tiempo real y de manera sencilla, indicando de manera intuitiva y en tiempo real, la distancia existente entre el obstáculo y el discapacitado, con el fin de optimizar los tiempos de reacción del usuario.
- Debe ser de tamaño reducido, portátil y polivalente, capaz de integrarse desde un bastón convencional, hasta diversos complementos o prendas que pueda seleccionar el usuario discapacitado.
- Debe integrar un interface auditivo y de tacto, abarcando la intercomunicación con el discapacitado sordociego.

## 1.3. Metodología.

### 1.3.1. Identificación del problema y justificación del proyecto

Según estudios realizados en el 2008 por parte del Instituto Nacional de Estadística, de cada 1000 habitantes, a partir de los 55 años el 10% sufren algún tipo de discapacidad o dependencia, con problemas serios de autonomía personal.

Debido a esta demanda de servicio, se abre un nicho de mercado, cuya finalidad es ofrecer productos que mejoren la calidad de vida de los discapacitados.

En concreto, estudios estadísticos realizados por el Instituto Nacional de Estadística, con datos obtenidos en el 2008 y 2021, se ha producido un incremento exponencial en los discapacitados que además de ser visuales, tienen también una discapacidad auditiva, pasando de un 0,7% en el 2008, a un 35,5% en el año 2021. Este incremento tan considerable de la discapacidad de individuos sordociegos, es

el que justifica la importancia de ofrecer solución a este problema, y al desarrollo de este proyecto.

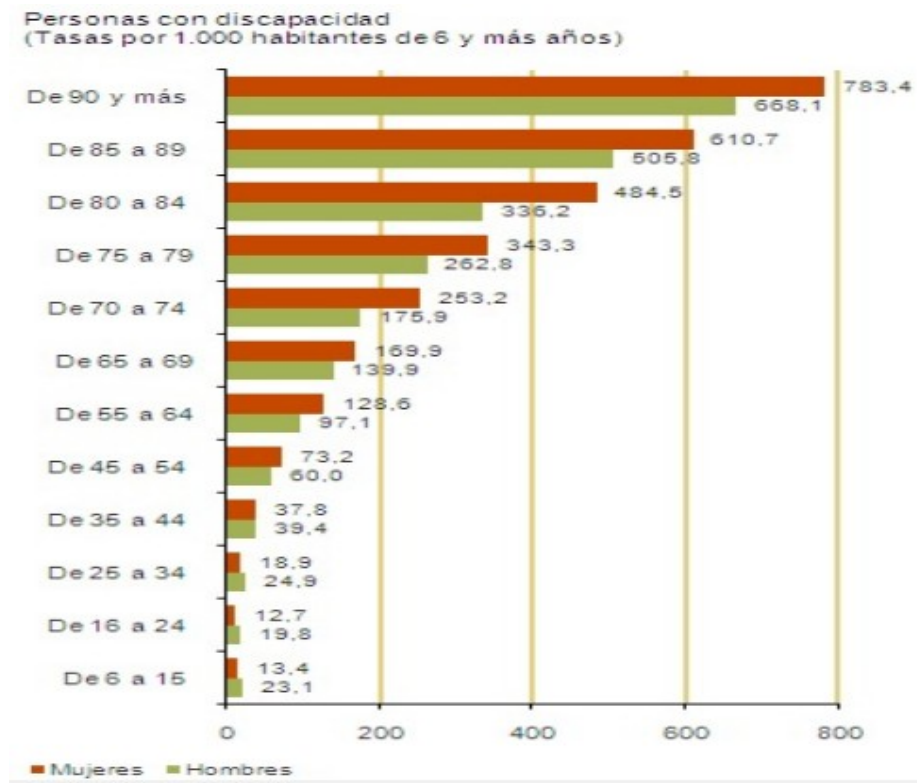


Fig. 2: Encuesta de discapacidad y dependencia 2008 INE



Fig. 3: Encuesta de discapacidad visual y visual-auditiva 2008 y 2021 INE

### 1.3.2. Búsqueda de información.

El dispositivo dispone de diversos elementos, como son ultrasonidos, infrarrojos, motores de vibración, etcétera., por los que se hace estudio de opciones para integrar el dispositivo en diversas aplicaciones.

- **Guantes/pulsera**

Un posible diseño es el de un guante en el que se encuentre el aparato, o de forma similar, en la muñeca a modo de pulsera. Una de las principales ventajas es el disponer de ambas manos, por lo que es un elemento que permite que las manos sean funcionales.

- **Integrado en la ropa**

Inspirado en la tendencia actual de la moda inteligente, se ha estudiado la idea de integrar el sensor en una prenda de ropa, como una chaqueta o una camisa. Esta opción permite llevar el dispositivo, con gran libertad de movilidad de todas las extremidades del usuario. De estar implementado en zonas estables que eviten el balanceo excesivo del dispositivo.

- **Zapatos**

Existen algunos prototipos que se han dado a conocer a la prensa, entre los que se encuentra un diseño de la compañía Tec-Innovation en colaboración con la Universidad Técnica de Graz, el cual integra sensores en las puntas de los zapatos para detectar distancias. Aunque podría integrarse de forma natural en unos zapatos, ya que el invidente-sordociego podría desplazarse sin la necesidad de un bastón, se presentan algunos inconvenientes. Entre ellos, la detección imprecisa de las superficies próximas (ya que continuamente estaría detectando presencia cuando el zapato apuntase hacia el suelo a la hora de caminar). Su ubicación también supone un riesgo, ya que tropezar con algún escalón podría dañarlo o incluso romperlo. Aún teniendo inconvenientes, podría ser integrado y funcional.

- **Bastón**

Una aplicación prometedora es integrar el aparato en un bastón. Se investigó acerca de algunos prototipos, como el diseño de Kürsat Ceylan, de la empresa *WeWalk*, elegido como una de las mejores invenciones de 2019 según la revista *Time*. Su funcionamiento consiste en detectar el espacio aéreo, y por tanto aquellos objetos que el bastón convencional no puede percibir, ya que el bastón convencional detecta elementos enrasados en suelo.

### 1.3.3. Diseño del prototipo.

Para cumplir con los objetivos previstos, el dispositivo debe integrar los siguientes bloques a desarrollar:

<b>Módulo ultrasonidos</b>	Sistema que debe detectar objetos, así como su distancia, que no estén en contacto con el suelo, ya que éstos no pueden detectarse con un bastón clásico y pueden suponer un problema para la movilidad. Este rango de visión debería cubrir la mayor cantidad de espacio detectable posible, para así percibir objetos a cualquier altura del cuerpo.
<b>Zumbador Vibrador</b>	Debe avisar rápida y eficazmente de cualquier objeto detectado. La velocidad, que es fundamental para que, si detecta un objeto fino, el aparato pueda aún así avisar de esta presencia. También debe hacerse sonar un pitido con cadencia relacionada con la distancia en tiempo real, haciendo clara la proximidad a un objeto. Pero también expresar esta proximidad mediante vibración, para que una persona sorda pueda detectar también la presencia.
<b>Módulo infrarrojos</b>	Una forma de ahorrar energía es detectar el uso automático del dispositivo por parte del usuario, y evitar que la batería se descargue accidentalmente.
<b>Sistema microcontrolador</b>	El proyecto necesita un microcontrolador para procesar la información de los sensores y actuar en consecuencia. Se programa la placa Arduino Nano 328P con el software Ardublocks, en el que se implementará el software necesario para detectar la distancia que mide el sensor de ultrasonidos, y según la cercanía del objeto el pitido y la vibración varíen su frecuencia.
<b>Diseño industrial del dispositivo</b>	<p>Se ha realizado un estudio de tamaño y forma, obteniendo una caja de forma prismática, que contiene todos los elementos que conforman el aparato. Dos ventanas permiten que las ondas de ultrasonidos detecten la distancia de los objetos.</p> <p>Se debe poder adaptar a cualquier bastón, u otros accesorios, por ello necesita un mecanismo que lo sujete con firmeza. De entre varias posibilidades, velcro que hace muy fácil su acople a bastones, así como adaptadores poliméricos específicos.</p>

◆ *Módulo ultrasonidos.*

El componente responsable de detectar la presencia y medir distancias, con precisión es el módulo electrónico sensor de ultrasonidos modelo HC-SR04. Este es capaz de medir hasta 4 metros de distancia, y detectar presencia en un ángulo de 30°, así como detectar objetos indetectables con bastones convencionales de discapacitados visuales.

Este módulo tiene dos patillas de control Echo y Trigger, así como las dos patillas de alimentación de +5V y masa.

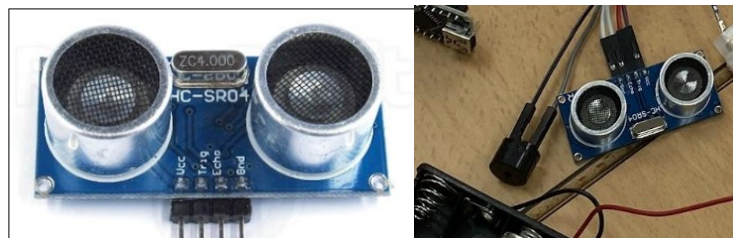


Fig. 4: *Módulo sensor ultrasonidos HC-SR04, medidor de distancias.*

Se estudia la posibilidad de cambiar la posición horizontal del sensor, a una más eficiente que permita detectar objetos aéreos. Se analiza alcance y ángulo de cobertura en posición vertical, determinando que el ángulo de 30 grados que presenta por defecto el sensor, no varía en gran medida al cambiar a un ángulo en posición vertical, pero es útil para detectar con un mayor rango objetos en el aire.

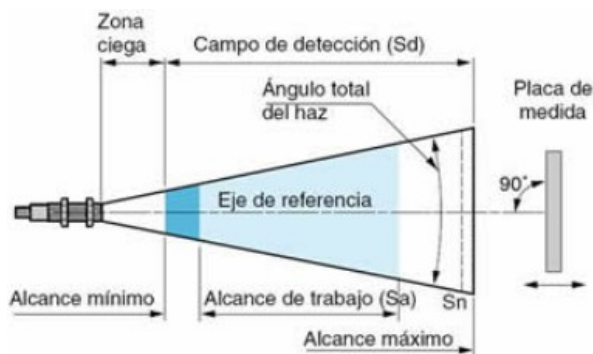


Fig. 5: *Estudio de alcance y ángulo de cobertura sensor ultrasonidos HC-SR04*

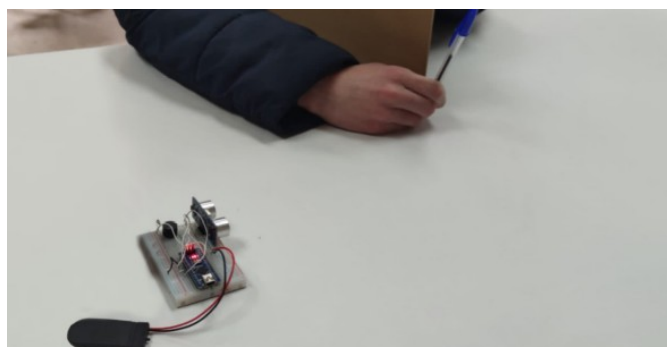


Fig. 6: *Toma de datos práctico sobre terreno en alcance y ángulo de cobertura HC-SR04*

Finalmente tras el estudio y gráficas obtenidas, se determina la orientación horizontal, para mejora de barridos y detección de obstáculos.

◆ *Módulo infrarrojos.*

El dispositivo incorpora un módulo sensor de infrarrojos, cuya función es detectar la presencia del usuario, y proceder a la activación del sistema únicamente cuando esté en uso. Con ello se obtiene un dispositivo que ahorra energía y consume únicamente cuando está trabajando para el discapacitado.

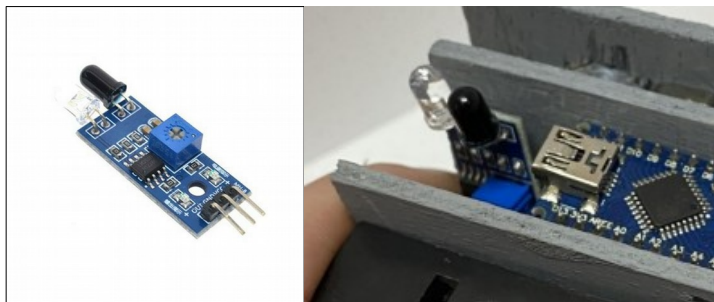


Fig. 7: Módulo detector de presencia sensor infrarrojos

◆ *Sistema microcontrolador.*

El elemento principal, y cerebro del proyecto, es una placa electrónica microprocesada, formada por un microcontrolador Atmel 328p. Dicho dispositivo es conocido comercialmente como Arduino Nano 328P, y tiene como función principal el control y gestión de todos los procesos que realiza el sistema diseñado. En su programación se ha utilizado el entorno de desarrollo Ardublocks, el cual genera el código en lenguaje de programación C.

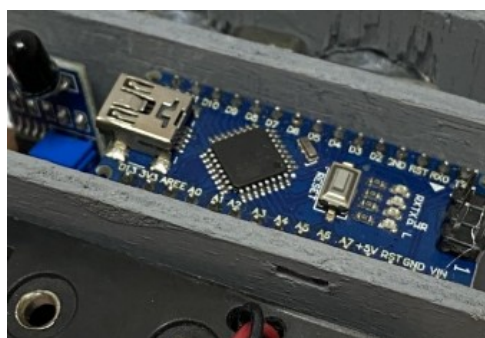
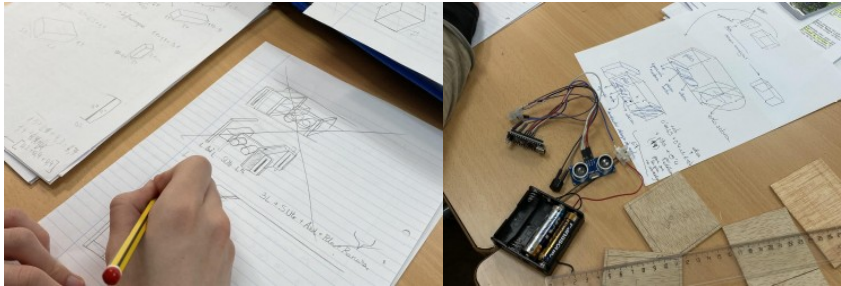


Fig. 8: Módulo microprocesador Arduino Nano 328P

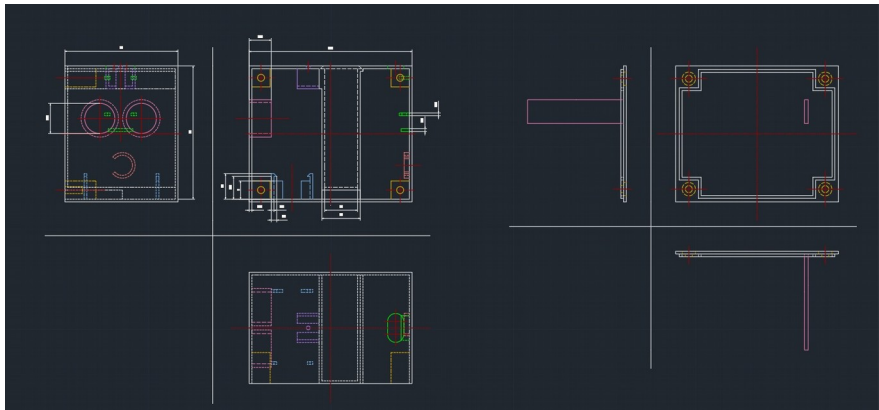
◆ *Diseño industrial.*

En el diseño industrial, se ha analizado diversas opciones de formas que optimizan la distribución de los componentes electrónicos en el espacio, para poder ensamblar todos los dispositivos de hardware electrónico necesario para su funcionamiento. Para ello se ha partido desde los bocetos iniciales, hasta analizar con diseño 3D los volúmenes disponibles, y viabilidad del ensamblaje.

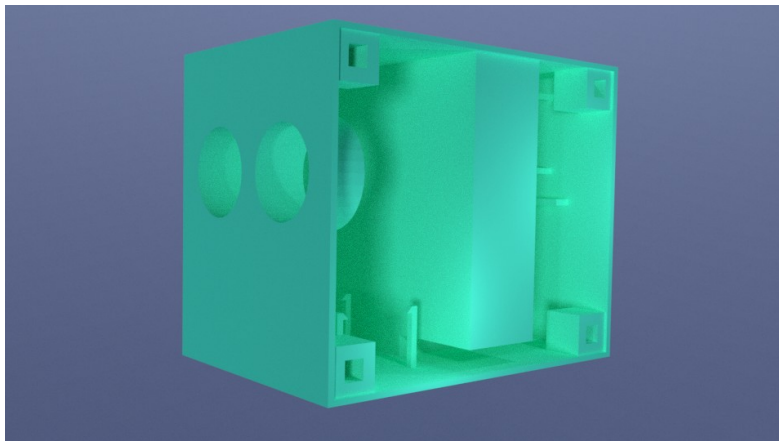


*Fig. 9: Bocetos iniciales de volumen de sistema salvaobstaculos discapacitados.*

Una vez realizados los bocetos iniciales, se ha procedido al desarrollo de alzado, perfil y planta, y renderizado en 3D.

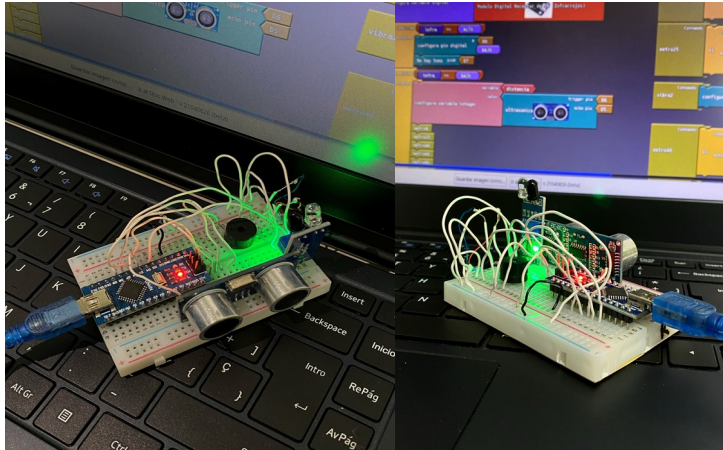


*Fig. 10: Alzado, perfil y planta de piezas desarrolladas en Autocad.*



*Fig. 11: Desarrollo en 3D con renderizado de la caja del proyecto.*

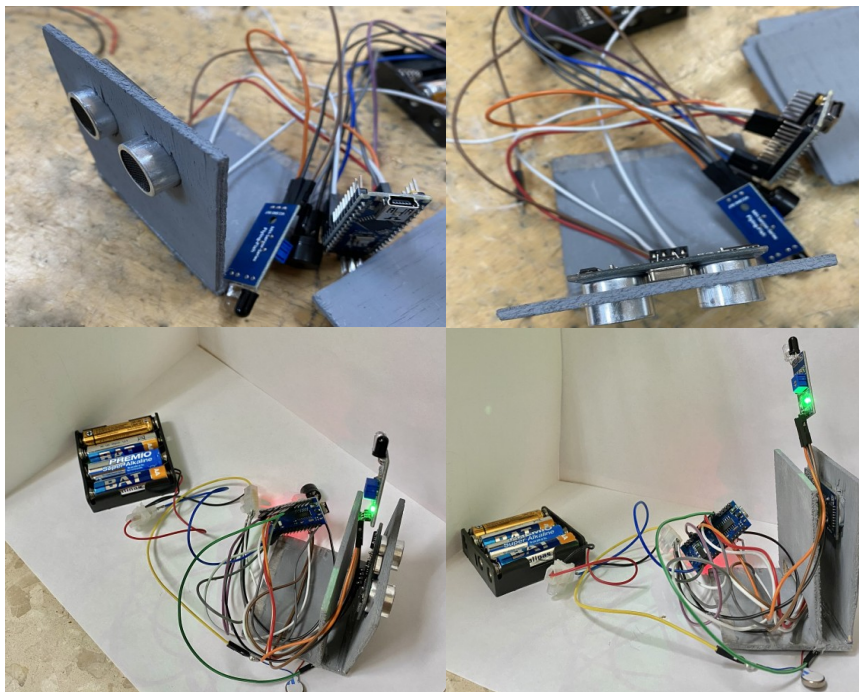
Una vez seleccionados todos los módulos electrónicos necesarios para cumplir con los objetivos, se montan y se ponen en funcionamiento en placa protoboard. En dicha placa de inserción de pruebas, se procede a la programación de cada uno de los módulos, para posteriormente implementarlo y ensamblarlo en el prototipo del sistema.



*Fig. 12: Montaje y puesta en funcionamiento de sistema en placa protoboard.*

#### 1.3.4. Construcción del prototipo.

Una vez puesto en funcionamiento el proyecto en placa protoboard, se procede a su montaje y ensamblaje de cada uno de los módulos electrónicos, en caja estandar de aplicaciones. Se adjuntan imágenes del proceso.



*Fig. 13: Detalle de ensamblado módulo IR y placa microcontroladora Arduino.*

### 1.3.5. Evaluación del prototipo.

Una vez montado y reprogramado, se evalúa el sistema comprobando las distintas cadencias del zumbador y vibrador, dependiendo de la distancia detectada. Del mismo modo se chequea que el sistema únicamente funciona cuando el módulo sensor de infrarrojos detecta la presencia del usuario.

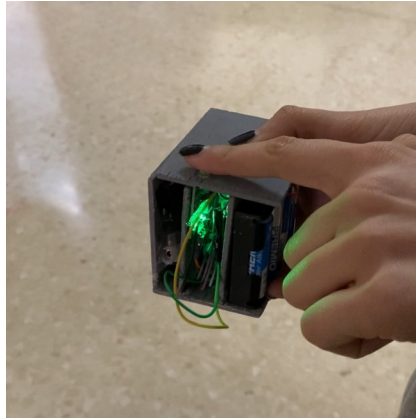


Fig. 14: Pruebas y evaluación del prototipo chequeando presencia del usuario.

Se verifica con el prototipo que para cada intervalo de distancias indicado en la tabla, las cadencias reproducidas corresponden con las tablas programadas.

Se adjunta tabla de distancias y cadencias reproducidas al usuario

<b>DISTANCIA (cm) intervalo</b>	<b>CADENCIA Vibrador (ms) High / Low</b>	<b>CADENCIA Zumbador (ms) f=4000Hz High / no tono</b>
0-25	high	high
25-40	high	40/20
40-60	100/50	40/25
60-80	100/200	100/40
80-100	100/400	100/120
100-120	100/500	100/180
120-160	100/600	100/500
160-200	100/700	100/1875
200-240	100/800	100/2155
240-280	100/900	100/2525
280-320	100/1000	100/2915
320-360	100/1100	100/3305
360-400	100/1200	100/3705

Fig. 15: Tabla de lectura de distancias y correspondencia con cadencias reproducidas.

## 1.4. Resultados.

Los resultados obtenidos del proyecto se desarrollan en los siguientes apartados.

### 1.4.1. Esquema eléctrico del circuito.

Finalmente y tras numerosos ensayos y pruebas de hardware electrónico, el circuito eléctrico definitivo, que cumple con los objetivos definidos en el proyecto, es el adjunto en la siguiente figura.

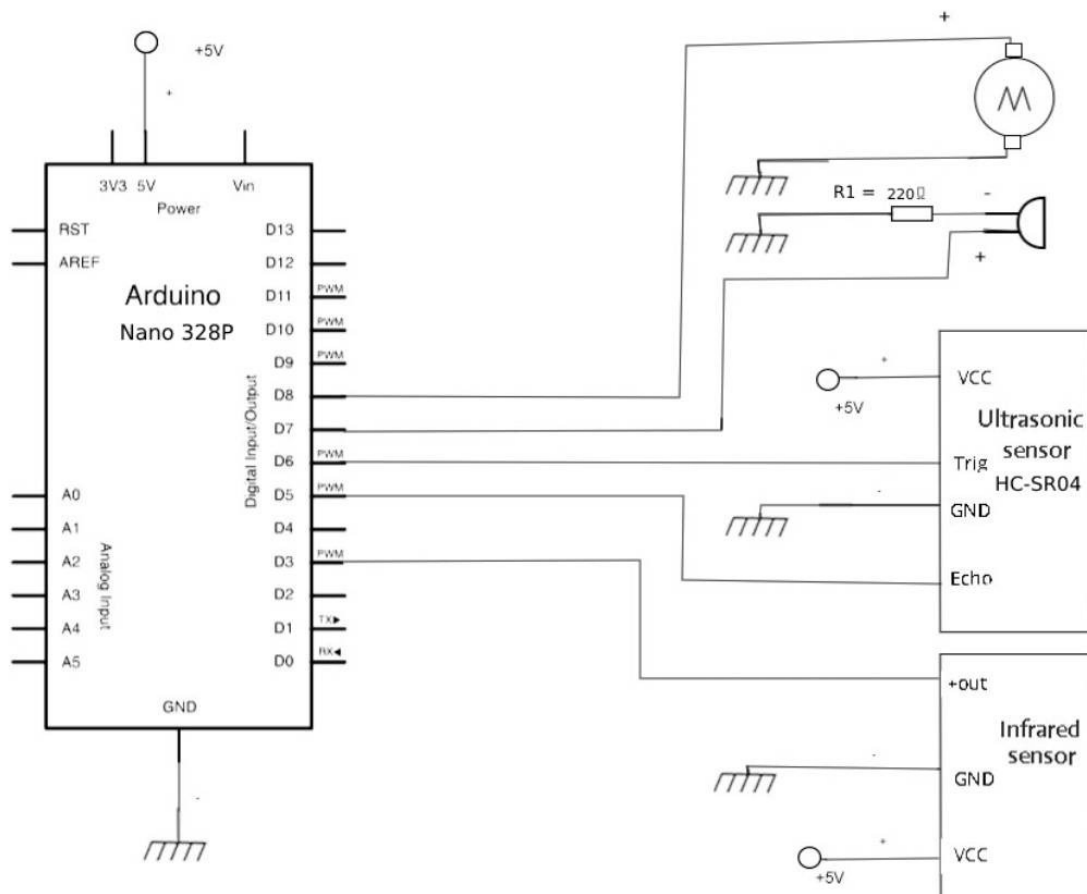
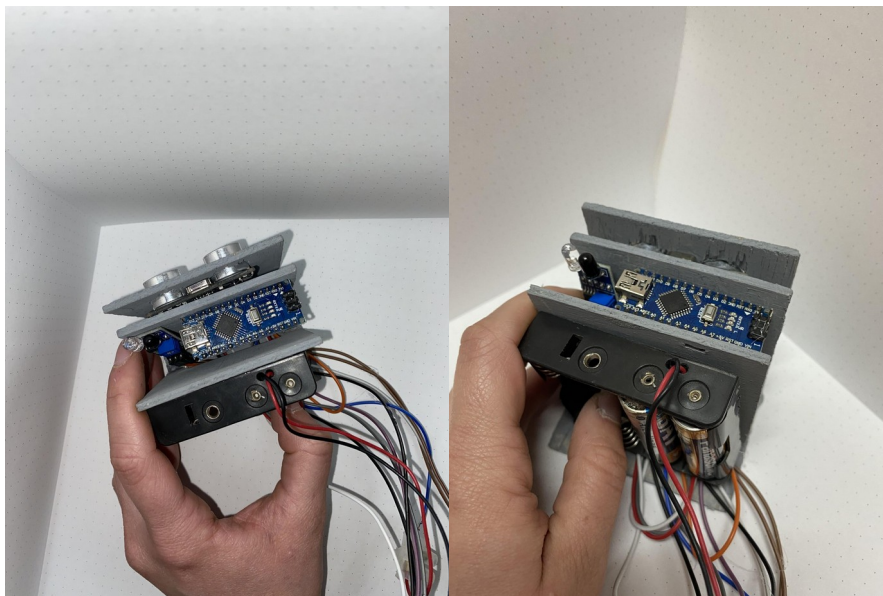


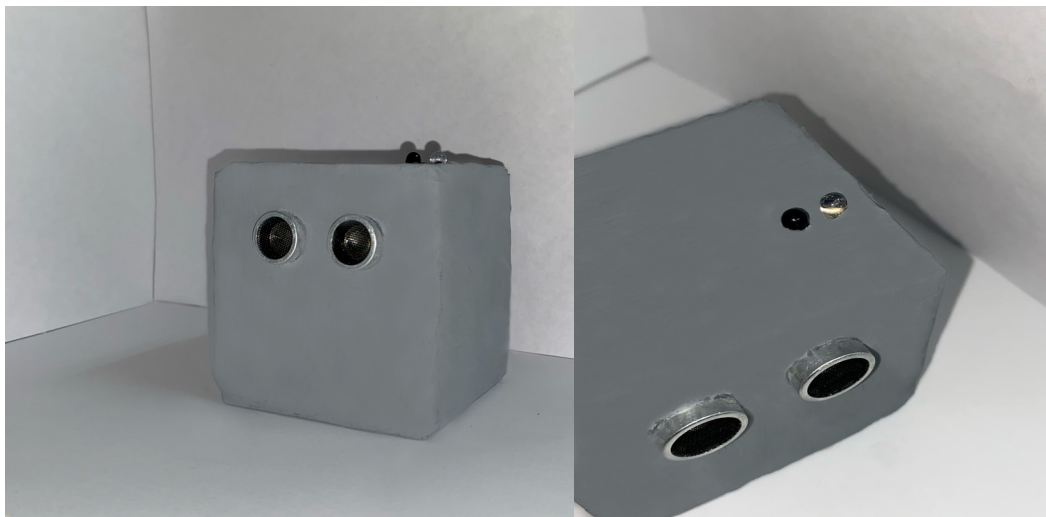
Fig. 16: Esquema eléctrico de sistema inteligente salvaobstáculos para discapacitados invidentes-sordos.

#### 1.4.2. Montaje del hardware electrónico.

Se ha procedido al montaje, conexionado y ensamble en caja, de todo el hardware que integra el proyecto. El cableado y su conexionado se ha realizado por medio de conectores pines hembra-macho de raster 2,54, por lo que el proceso de soldadura se ha reducido al mínimo para abaratar costes, así como emisión de gases nocivos al ambiente. Evidencia del ensamblado e integración del proyecto, se adjunta en las siguientes imágenes.



*Fig. 17: Detalles de ensamblado del proyecto, en el que se aprecian las capas existentes y la distribución de los dispositivos electrónicos.*



*Fig. 18: Ensamblado completo del proyecto, detalles de sensores de ultrasonidos e IR.*

### 1.4.3. Programación del software de placa microcontroladora

Se realiza la programación de cada uno de los módulos y elementos electrónicos por medio del entorno de desarrollo Ardublocks, el cual genera el código fuente en lenguaje de programación C. Se han utilizado rutinas de control para los siguientes módulos:

- Módulo sensor de infrarrojos, en el cual se detecta presencia del usuario.
- Módulo sensor de ultrasonidos, donde se procede a la lectura de distancias con resolución de 1cm de precisión.
- Salida de zumbador, donde se excita con una cadencia determinada, directamente proporcional a la distancia existente al objeto.
- Salida vibrador, activando el motor con una cadencia similar al zumbador, siendo directamente proporcional a la distancia existente al objeto.

Se adjunta alguna captura de rutinas por bloques de la programación realizada a la placa microcontroladora Arduino Nano 328P a modo de ejemplo.



Fig. 19: Captura de pantalla de programa del microcontrolador Arduino Nano 328P, con herramienta de desarrollo Ardublocks. Esta herramienta es capaz de compilar en C el fichero fuente.

#### 1.4.4. Presupuesto del prototipo.

El presupuesto del prototipo, sin tener en cuenta mano de obra en el montaje y ensamblado es el siguiente:

Componentes	Cantidad	Precio
<i>Sensor de ultrasonidos HC-SR04</i>	1	1,50€
<i>Sensor infrarrojos</i>	1	1,30€
<i>Arduino Nano 328P</i>	1	5,85€
<i>Zumbador</i>	1	0,50€
<i>Motor de vibración</i>	1	0,90€
<i>Portapilas 4x LR6 AA</i>	1	1,33€
<i>Cableado Dupont h-h 10 vias</i>	2	7€
<i>Caja plástico ensamblado</i>	1	4,50€
<b>Total</b>		<b>23,38€</b>

*Como se puede apreciar el precio es muy asequible para un producto de estas características, teniendo en cuenta que los precios aplicados son de minorista para pocas cantidades y sin descuentos de mayorista. Por lo que el precio en fabricaciones en serie se puede reducir en más del 50%.*

## **1.5. Conclusiones.**

El desarrollo del proyecto ha sido muy motivador, en cuanto al problema y necesidad planteada, como es el ayudar a personas con discapacidad visual, y discapacidad visual-auditiva, en su día a día.

El alumnado involucrado en el proyecto, ha empatizado con el problema planteado, y se ha involucrado dedicando mucho tiempo fuera de horario escolar, para intentar alcanzar los objetivos previstos.

Finalmente, y siguiendo las fases del proceso tecnológico, el alumnado de 2ºBAT, ha obtenido un producto plasmado en el proyecto realizado, el cual ha cumplido con la mayoría de los objetivos planteados.

Con toda la información registrada en los apartados anteriores, el proyecto tiene potencial para suplir estas necesidades y acabar con los problemas generados por este tipo de discapacidad. En resumen es un dispositivo intuitivo y beneficioso para el usuario.

Cabe destacar que el proyecto es capaz de adaptarse a las necesidades de un usuario con discapacidad tanto visual como auditiva con éxito, ya que se basa en los modelos más comunes usados para que se pueda adaptar rápidamente y sin dificultades.

*Uno de los aspectos más importantes que se ha obtenido, y que no aparecía como objetivo del proyecto, ha sido su precio económico para las prestaciones que puede ofrecer al discapacitado visual y visual-auditivo.*

#### Revisión de los objetivos planteados.

1. Se ha obtenido un dispositivo que permite que el individuo discapacitado adquirir un mayor nivel de autonomía, y teniendo mayor igualdad de condiciones.
2. El dispositivo es capaz de garantizar y proporcionar una mayor seguridad al discapacitado invidente y sordo, en exteriores y cruces de calzadas.
3. El sistema se intercomunica con el usuario en tiempo real y de manera sencilla, indicando de manera intuitiva y en tiempo real, la distancia existente entre el obstáculo y el discapacitado.
4. Es de tamaño reducido, portátil y polivalente, pero debe mejorarse la integración en otros accesorios, ya que las dimensiones de las baterías son elevadas. En los ensayos el dispositivo ha funcionado correctamente con una batería de 4 pilas LR6 AA de 1,5V. Pero no hemos sido capaces de ponerlo en funcionamiento con baterías de menores dimensiones, ya que el sistema tiene que alimentar un motor vibrador, un zumbador y diversos módulos sensores.
5. El dispositivo integra un interface auditivo y de tacto, abarcando la intercomunicación con el discapacitado sordociego., de manera adecuada.

## 2. REFERENCIAS

[1] Santiago Bofill Esteban, Santiago y Jordi Voltas Aguilar(2021),“Diseño de una solución integral para invidentes.”UPCommons *Universitat Politècnica de Catalunya*, obtenido de : <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/359159>

[2] LENIN GIOVANNY, PAUCAR ESPINOSA (2018) “GAFAS Y BASTÓN INTELIGENTE PARA UNA PERSONA INVIDENTE QUITO UISRAEL, ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES” QUITO: Universidad Israel, 2018 108p. MG. RENE ERNESTO CORTIJO LEYVA UISRAEL-EC-EDTL-378.242-2018-011. ISSN: UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2018-011. Disponible en: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1566>

[3] R. J. Fernandez, (2021)“Bastón sensorial geolocalizador inteligente para apoyar en el desplazamiento de personas invidentes en la Organización Regional de Ciegos del Perú – Chiclayo,” Ingeniero, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/3213>

[4] Organización Mundial de la Salud (26 de febrero de 2021). *Ceguera y discapacidad visual*. Obtenido de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years: evaluating the prevalence of avoidable blindness in relation to “VISION 2020: the Right to Sight”. *Lancet Global Health* 2020. doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30489-7

Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Trends in prevalence of blindness and distance and near vision impairment over 30 years: an analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet Global Health* 2020. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30425-3

Fricke, TR, Tahhan N, Resnikoff S, Papas E, Burnett A, Suit MH, Naduvilath T, Naidoo K, Global Prevalence of Presbyopia and Vision Impairment from Uncorrected Presbyopia: Systematic Review, Meta-analysis, and Modelling, *Ophthalmology*. 9 de mayo de 2018.

[5] Organización Nacional de Ciegos Españoles(2022). *Tecnología para ciegos, tecnología adaptada*. Obtenido de: <https://www.once.es/servicios-sociales/tecnologiayrecursosadaptados>

[6] Ontiveros-Paredes, Sandra Denisse y Rojas-Balbuena, Dorian y Martínez-Paredes, Jonathan y (2014), “Diseño y construcción de una bastón blanco electrónico para personas invidentes.” *Científica*, Vol. 18, núm.2, pp.63-70 [Consultado: 30 de Marzo de 2022]. ISSN: 1665-0654. Disponible en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61448035002>

[7] Hoyos, D; Gea, M; Cadena, C(1997). *Calibrador de sensores de flujo de aire usando sensores de ultrasonido y una computadora. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*; vol. 1, no. 2, pp. 17-20. Obtenido de (Repositorio Institucional de la UNLP): <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/78268>