



UNIÓN DE ASOCIACIONES  
DE INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES Y GRADUADOS  
EN LA INGENIERÍA DE LA  
RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA

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

“CONVOCATORIA 2025”

X PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN  
TECNOLÓGICA

**Título del Trabajo: BeMyLight**

**AUTOR/ES:**

Hugo Barajas  
Mateo García  
Enrique Manzano  
Rafael Cosmin  
Ian Simarro

**BLOQUE TEMÁTICO:**  
Atención a la diversidad  
Robótica

**NIVEL EDUCATIVO:**  
1º Bachillerato

**COORDINADOR:**  
Ana Roa Ortiz

Marzo 2025

# Resumen

El informe de la OMS 2023 revela que más de 2200 millones de personas en el mundo tienen deterioro visual, de los cuales al menos 1000 millones podrían haberse evitado o tratado. Esta condición afecta gravemente a la calidad de vida, generando en niños retrasos en su desarrollo y bajo rendimiento escolar, y en adultos menores tasas de empleo junto con más casos de depresión y ansiedad. En personas mayores, fomenta aislamiento social, dificultad para caminar, mayor riesgo de caídas y una entrada temprana en residencias.

Para intentar combatir esta causa nuestro equipo ha desarrollado el dispositivo de bolsillo BeMyLight.IA para transformar la vida de estas personas con discapacidad visual. Gracias a su tecnología de ondas ultrasónicas actúa como un radar inteligente que simula visión artificial detectando obstáculos en tiempo real y guiando al usuario con instrucciones precisas mediante comandos de voz. Impulsado por una Inteligencia Artificial de Memoria limitada reconoce las órdenes que se le dan por voz y es capaz de comunicar a la persona que lo usa la dirección hacia la cual debe o no debe dirigirse. Este reconocimiento de voz ha sido entrenado y optimizado usando la tecnología Machine Learning, respondiendo de forma personalizada a los comandos del usuario. Además, se le ha dotado con un sistema de generación de comandos de voz (Text-To-Speech) basado en Arduino que genera comandos e instrucciones de voz para que la persona discapacitada sepa a dónde dirigirse. De esta manera se ha buscado garantizar una experiencia práctica y eficiente. Se ha perseguido utilizar la innovación para eliminar barreras.

## Palabras Clave

Discapacidad visual, inteligencia artificial, Machine Learning, reconocimiento por voz, asistente de voz.



# Índice

**Palabras Clave**2

**Índice**3

**1. Desarrollo**4

1.1 Introducción

1.2 Objetivos

1.3 Metodología

1.3.1 Fundamentos teóricos básicos

1.3.1.1 Principios básicos de un radar

1.3.1.2 Sensores ultrasónicos

1.3.1.3 Servomotores

1.3.1.4 Principios básicos del reconocimiento de voz

1.3.1.5 Principios básicos de la traducción de texto a voz

1.3.1.6 Principios básicos de la impresión 3D

1.3.1.7 Impresora de PLA

1.3.1.8 Impresora de resina

1.3.1.9 Cortadora láser

1.3.1.10 Principios básicos de la programación en C con Arduino

1.4 Resultados

1.4.1 Diseño de la carcasa de PLA

1.4.2 Diseño de la carcasa de protección contra interferencias de Resina

1.4.3 Diseño del cajeadado para el altavoz

1.4.4 Esquema de conexiones completo

1.4.5 Soldaduras

1.4.6 Entrenamiento del dispositivo de reconocimiento de voz

1.4.7 Entrenamiento de la respuesta por voz

1.4.8 Programa en el IDE de Arduino

1.5 Conclusión

**2. Figuras y tablas**20

**3. Referencias**21

**Referencias**21

## 1. Desarrollo

La discapacidad visual es una de las más comunes en nuestra sociedad, el 61% de los españoles llevan gafas y casi un millón de españoles tienen problemas de ceguera graves. Teniendo en cuenta que el ser humano tiene 5 sentidos y la vista es uno de ellos, la ceguera es sin duda una gran discapacidad y a la cual se le debe prestar mucha atención. Con una capacidad de visión inferior al 50% se considera una discapacidad, este porcentaje de visión lo tiene un 2,14% de la población española.

La discapacidad visual afecta principalmente a personas mayores. Con el envejecimiento de la población, este problema está en aumento en Europa, ya que las personas mayores de 65 años son más fácilmente afectadas por enfermedades como la degeneración macular o las cataratas.

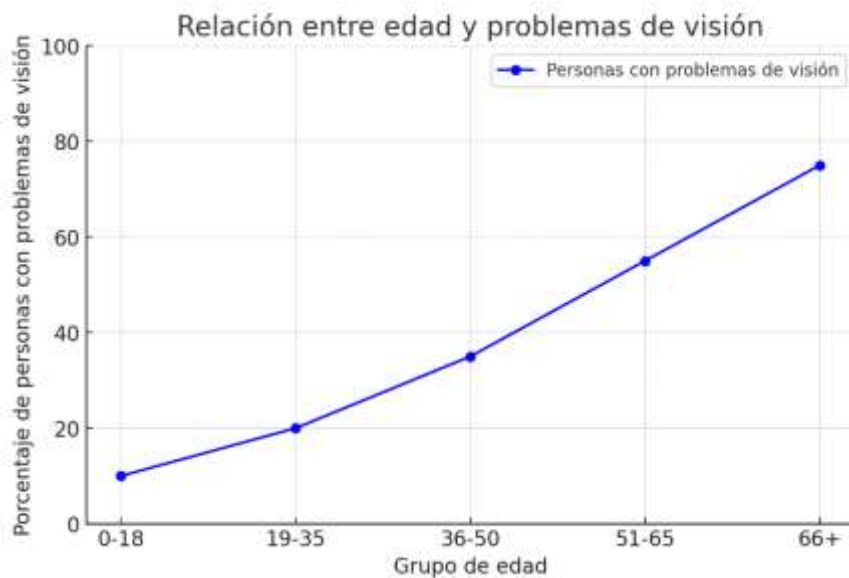


Figura 1: Gráfica del porcentaje de personas con problemas de visión según rango de edad

En la última década la Inteligencia Artificial ha revolucionado todos los sectores y, ha tenido un crecimiento exponencial, transformando diversas industrias y aspectos de la vida cotidiana. La creciente capacidad de procesamiento y la disponibilidad de

grandes volúmenes de datos en tiempo real han impulsado las tecnologías de las redes neuronales.

Además, la IA ha encontrado aplicaciones prácticas en campos medicina, en la movilidad, aprendizaje o entretenimiento. En este contexto nace BeMyLight para el apoyo a la discapacidad visual.

## **1.1 Introducción**

Existen hoy en día numerosas tecnologías para la asistencia a la discapacidad visual. Sin embargo, nuestro proyecto se diferencia de otros en el uso de la Inteligencia Artificial para crear un dispositivo que funcione como unos segundos ojos para las personas de visión reducida, avisándoles de dónde están todos los obstáculos en su camino utilizando sensores de ultrasonido, motores, dispositivo de reconocimiento de voz, y altavoces.

Nuestro proyecto se relaciona además directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030: Estos son los objetivos número 3, 8, 10 y 11.

ODS 3, Salud y Bienestar. Este dispositivo promueve la salud mental y el bienestar al aumentar la independencia de las personas, reduciendo la ansiedad y la frustración asociadas con la discapacidad visual.

ODS 8, Trabajo decente y crecimiento económico: Al proporcionar autonomía mejora las oportunidades de empleo para las personas con discapacidad visual, promoviendo la inclusión en el entorno laboral.

ODS 10, Reducción de desigualdades. Nuestro dispositivo intenta ayudar a estas personas de manera que como mínimo puedan vivir de la manera más semejante a la de personas sin discapacidades posible.

ODS 11, Ciudades y comunidades sostenibles. Al facilitar la navegación independiente mediante la inteligencia artificial, permite que las personas con discapacidad visual se desplacen de manera más segura y autónoma en las calles, transporte y espacios públicos.

## **1.2 Objetivos**

El proyecto tiene como objetivo desarrollar un dispositivo compuesto por un sensor ultrasónico y un motor servo, programados para funcionar como radar o ajustar su orientación según las indicaciones del usuario. Estas órdenes serán dadas mediante reconocimiento de voz, previamente entrenado para procesar y ejecutar comandos específicos, utilizando conceptos de Machine Learning e inteligencia artificial para optimizar su rendimiento. Además, el dispositivo incorpora respuesta por voz, también entrenada para proporcionar instrucciones concretas de direccionamiento al usuario.

1. Dos modos de funcionamiento: Modo “radar de detección de obstáculos” y Modo “Mira en esa dirección”. De esta forma, el usuario podrá decidir si quiere que se lleve a cabo una detección de obstáculos dinámica con el modo radar o si, por el contrario, prefiere que se detecten los obstáculos en una dirección específica.
2. Reconocimiento de voz para interacción con el usuario mediante Inteligencia Artificial. Cambio entre los modos por reconocimiento de voz
3. Respuesta por voz según la detección de obstáculos mediante Inteligencia Artificial de tal forma que el usuario tenga acceso completo a la información. Para este módulo de nuestro dispositivo hemos usado una librería de Arduino llamada “Talkie”, y un software que transforma archivos grabados por nosotros en .wav en tiras de datos LPC, que es lo que la librería puede leer. De esta forma, el programa utiliza nuestras propias voces para dar la información necesaria a el usuario utilizando el oído.
4. Precio económico para que se garantice su accesibilidad y viabilidad en el mercado. En nuestro proyecto también hemos priorizado la rentabilidad económica para, de esta forma, hacer el producto más accesible para todos. Para asegurar esto, hemos decidido crear los componentes físicos en impresora 3D tanto de resina como de PLA, ya que los materiales que esta máquina usa son baratos y fáciles de conseguir. Para los componentes eléctricos, decidimos comprarlos al por mayor para que, por unidad, salgan más económicos. Además, hemos recortado gastos al utilizar menos componentes.

En cuanto a la temporalización, hemos dividido nuestro proyecto en diferentes fases, estas fases se dividen en 3.

1. La primera fase de nuestro proyecto ha consistido en la **investigación del problema** que queremos solucionar. Tras indagar cuales eran los problemas



relacionados con discapacidades que más afectaban a la sociedad, dimos con la ceguera, este famoso problema de visión que tiene prácticamente el 80% de la población y es ciertamente problemático para conllevar una vida estándar y cómoda. Entonces nuestra decisión fue contribuir a esta causa creando un dispositivo de ayuda y surgió la idea de un aparato de detección de obstáculos.

2. La segunda fase consiste en la **elección y construcción del hardware**. Queríamos algo cómodo que las personas con problemas de visión pudieran llevar fácilmente, que no pesara mucho y que no suponga una carga o una pesadez llevarlo. Para que fuera pequeño y ligero decidimos imprimirlo con impresoras 3D, entonces utilizamos impresoras de resina y de PLA.
3. La tercera fase trata de escribir el código y programar nuestro robot. Dividimos el código principal en 5 códigos para hacer que el robot sea capaz de observar en secciones, detectar los objetos, comunicarlo por altavoces, recibir información y procesarla.

## **1.3 Metodología**

La metodología de nuestro proyecto consiste en crear un radar ultrasónico que detecte obstáculos según zonas 4 zonas de rastreo. Para ello se ha dotado al dispositivo de un motor de tipo servo con el que podemos controlar en qué dirección esta buscando o mirando. Todo ello incorpora un sensor de reconocimiento de voz que permite al usuario elegir el modo de funcionamiento y un dispositivo de audio con generación de voz que contesta al usuario con una dirección óptima para seguir.

### **1.3.1 Fundamentos teóricos básicos**

#### **1.3.1.1 Principios básicos de un radar**

El funcionamiento básico de un radar es muy similar a la reflexión de ondas. Si se emite un sonido en la dirección de un objeto que lo refleje, es posible escuchar el eco y conociendo la velocidad del sonido en el aire y el tiempo de retardo, se pueden

calcular la posición relativa y la distancia a la que se encuentre el objeto , con base en la relación entre espacio velocidad y tiempo.

### **1.3.1.2 Sensores Ultrasónicos**

Los ultrasonidos son ondas sonoras cuyo rango de frecuencias es superior a los 20.000 Hz. Estas frecuencias no son percibidas por el oído humano, pero si pueden ser percibidas por algunos animales, como por ejemplo los perros.

Básicamente el sensor de ultrasonidos es un generador de señal y un micrófono transductor. El sensor fundamenta su operación en base a la física del sonido. Las señales sonoras viajan a través del aire a una velocidad de 344m/s. Para calcular la distancia de un objeto u obstáculo desde el sensor se puede usar la siguiente ecuación:

Dado que la señal recorre el doble de distancia (desde el sensor hacia el objeto y viceversa) el tiempo es el doble de lo que corresponde a la distancia real del objeto respecto al sensor. Por ello al multiplicar el tiempo el resultado hay que dividirlo por la mitad.

La precisión del sensor ultrasonido puede verse afectada por la temperatura y por la humedad del aire en el que se está utilizando.

Es importante comprender que algunos sensores ultrasónicos no detectan algunos objetos por su forma material o capacidad de absorción de la señal de tal forma que el eco no llega con la suficiente energía. Esto será un factor a tener en cuenta para el funcionamiento de nuestro.

### **1.3.1.3 Servomotores**

Un servomotor es un motor de corriente continua pero que por un lado nos permite mantener una posición que le indiquemos, siempre que esté dentro del rango de operación del propio dispositivo y por otro nos permite controlar la velocidad de giro. El servo escogido es uno de 180° que nos va a permitir el giro entre -90° y +90°. Estos motores funcionan con una señal PWM con un pulso de trabajo entre 1ms y 2ms y con

periodo de 20ms. La velocidad máxima a la que podemos cambiar el servo, será una posición cada 20ms.

### 1.3.1.4 Principios básicos del reconocimiento de voz

Los sensores de reconocimiento de voz, como el Elechouse V3 funcionan capturando y procesando señales acústicas para interpretar comandos o transcribir palabras. Un micrófono convierte las ondas sonoras en señales eléctricas. Éstas son procesadas digitalizándose y analizándose para identificar patrones de frecuencia y amplitud. Después compara los sonidos con modelos fonéticos predefinidos para identificar palabras: se aplica un modelo de lenguaje para comprender el contexto y generar una respuesta adecuada. El sistema va aprendiendo de las interacciones para mejorar su precisión, introduciéndose aquí la Inteligencia Artificial.

$$Distancia = \frac{velocidad.tiempo}{2}$$

Para poder funcionar utiliza la Transformada De Fourier que es una transformación matemática que puede transformar señales en el dominio del tiempo y de frecuencia. En este caso que se utiliza para descomponer las señales acústicas en sus componentes de frecuencia. Utilizando modelos estadísticos se pueden predecir secuencias de palabras, basándose en probabilidades. Utilizando las Redes Neuronales de la Inteligencia Artificial, se puede mejorar mucho la precisión del reconocimiento de voz.

La inteligencia artificial lo que hace es potenciar su capacidad de interpretación y procesamiento utilizando redes neuronales y modelos de lenguaje natural para analizar el contexto, adaptarse a las variaciones de pronunciación y mejorar la precisión. Esta sinergia permite que el sistema no solo entienda comandos simples, sino también evolucione y personalice respuestas basadas en datos y experiencias previas.

El módulo de reconocimiento de Voz escogido (Elechouse V3) tiene capacidad para almacenar 255 comandos de voz diferentes, pero sólo podremos utilizar a la vez 7 de

ellos. Además, los comandos pueden tener una duración de unos 2 o 3 segundos. Para utilizarlo primero grabamos los comandos (hasta 255) y después cargamos los comandos que queramos utilizar (7 máximo), después se implementan los comandos en el programa en el que lo necesitemos. Para manejarlo utilizaremos la Librería VoiceRecognition.

### **1.3.1.5 Principios básicos de la traducción de texto a voz**

Los sistemas de traducción de texto a voz o (Text-to-Speech) se basan en una combinación de principios lingüísticos, matemáticos y de inteligencia artificial para convertir texto escrito en audio comprensible. Básicamente lo que hacen es segmentar fonéticamente el texto y luego modelar el ritmo, la entonación y el énfasis para que la voz generada suene natural. A esto último se le llama Prosodia. Los fonemas y elementos prosódicos se convierten en ondas sonoras mediante modelos matemáticos que imitan los patrones acústicos de la voz humana. Se utiliza la Inteligencia Artificial y las Redes Neuronales para modelar características de la voz y adaptarse a tonos, estilos y acentos. Con la Transformada de Fourier se analiza la frecuencia y amplitud de las señales sonoras para generar patrones acústicos coherentes.

### **1.3.1.6 Principios básicos de la impresión 3D**

La manufactura aditiva se basa en la creación de objetos tridimensionales a partir de un modelo digital.

Este proceso construye los objetos capa por capa utilizando materiales como plásticos, resinas, metales o incluso biomateriales. Se comienza con un diseño 3D hecho en CAD (En nuestro caso hemos usado TinkerCAD, obteniendo un fichero STL. Después se transforma el fichero, en un laminador (En nuestro caso ULTIMAKER CURA) para que se puedan introducir los datos de la impresora, el plástico utilizado, temperaturas del extrusor de la cama, altura de capa, velocidad de impresión...Esto nos genera un archivo. gcode o .fdg que la impresora podrá leer.

### **1.3.1.7 Impresora de PLA**



La impresora de PLA es la más fácil de usar ya que no requiere la cama demasiado caliente y operan a unos 190°C. Se usará en este proyecto la Creality Ender 3.

El PLA (Ácido Poliláctico) es biodegradable, sostenible y derivado de recursos naturales como el maíz. Es rígido, fácil de imprimir y tiene acabado brillante. En este caso se utiliza para hacer la carcasa.

### **1.3.1.8 Impresora de Resina**

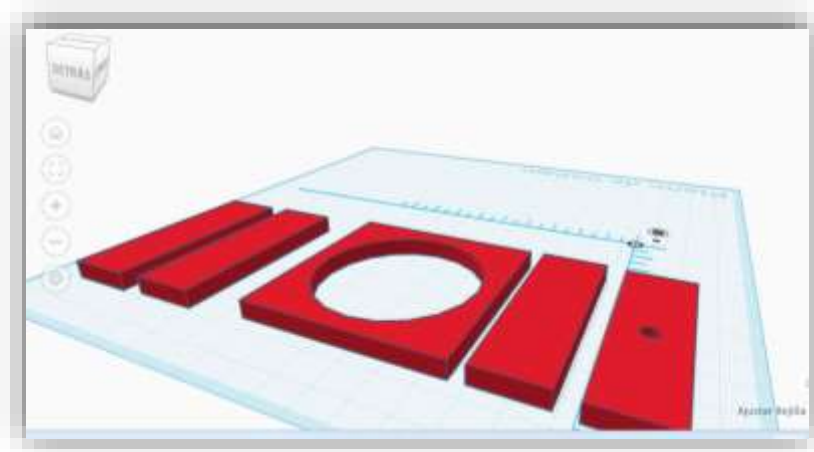
Las impresoras de resina funcionan mediante un proceso ligeramente diferente: la fotopolimerización, donde una fuente de luz, generalmente láser o LED, solidifica una resina líquida para crear objetos capa por capa. Utiliza la tecnología de Estereolitografía y Procesamiento Digital de Luz para dar un detalle de precisión mayor. Las piezas requieren tratado posterior: El alcohol isopropílico se utiliza principalmente para limpiar la capa de resina no curada al salir de la impresora ya que es pegajosa y puede afectar a la calidad del resultado final. El objetivo es disolver y eliminar esa resina no curada sin dañar la pieza impresa. Después la superficie se debe curar a la luz ultravioleta para que quede del todo curada.

En nuestro caso se ha utilizado la impresor Voxelab premier 8.9.

### **1.3.1.9 Cortadora Láser**

El funcionamiento de la cortadora láser se basa en la capacidad de un láser para emitir un haz de luz altamente concentrado. Este haz tiene una potencia suficiente para cortar diversos materiales mediante calentamiento y vaporización.

En nuestro caso hemos usado la máquina Láser de CO2 de la marca Omtech y el tratamiento de los archivos .svg con el Software LIGHTBURN.



### **1.3.1.10 Principios básicos de la programación en C con Arduino**

La programación con Arduino se basa en escribir código en un lenguaje similar a C/C++. Se utilizará la placa para programar el sensor ultrasónico, el servo, el reconocimiento de voz y el text-to-speech.

## **1.4 Resultados**

Durante los próximos apartados vamos a exponer los resultados que hemos obtenido de cada una de las técnicas utilizadas, los módulos con los que construimos el dispositivo, cuál es exactamente la razón de cada parte y porqué elegimos hacerlas de esa manera y no de otra.

### **1.4.1 Diseño de la carcasa de PLA**

Para hacer la carcasa principal del dispositivo hemos utilizado una impresora de PLA, tenemos numerosas razones por las que hemos utilizado este tipo de impresora, las razones principales son que el PLA es un material ligero y económicamente rentable. Hemos hecho la carcasa con forma rectangular para que quede lo más pequeña posible con la forma de la Arduino.

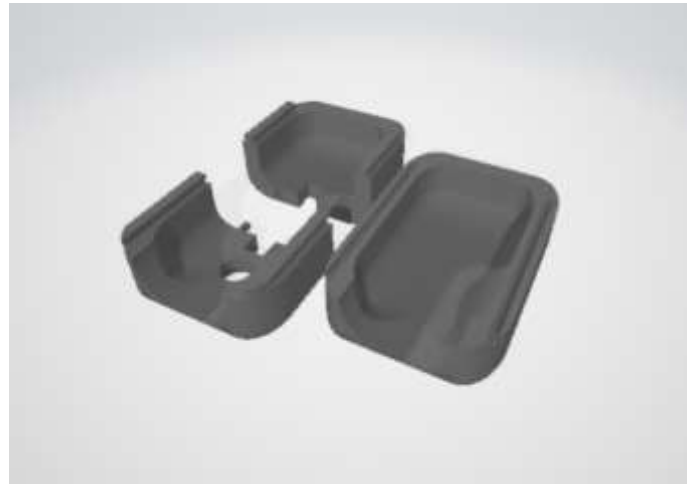


Figura 2 y 3: Diseño 3D de la carcasa de BeMyLight e impresión en PLA.

### 1.4.2 Diseño de la carcasa de protección contra interferencias de Resina

La carcasa protegerá al dispositivo de interferencias con otro tipo de ondas y además le aportará estética.



Figura 4 y 5: Diseño 3D de la carcasa e impresión con impresora de resina.

Con el objetivo de crear la protección de obstáculos de onda más eficiente tuvimos diferentes opciones de diseños, ya sean de forma o material. Finalmente dimos

con una forma de radar o antena que es pequeña, estética y tiene cierta relación con la función del ultrasonido. Como material de construcción acabamos utilizando resina que es un poco más resistente que el PLA y conviene para un dispositivo de protección del sensor.

### 1.4.3 Diseño del cajado para el altavoz

EL altavoz se debe adaptar de forma externa así que se hicieron los planos en .svg para corte láser en metacrilato o madera para ponerla de forma externa.



Figura 6: Cajado por corte láser para el altavoz.

El diseño realizado para cortadora laser tuvo que ser exportado en .svg, se hizo una prueba en metacrilato y otra en madera.



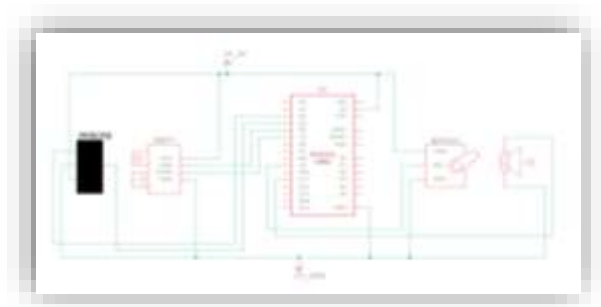
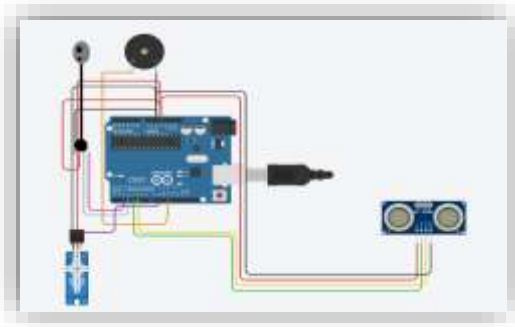
Figura 7: Diseño plano para cortadora laser.

#### 1.4.4 Esquema de conexiones completo

Tanto el altavoz como el sensor ultrasónico como el servo irán conectados directamente a la tarjeta Arduino.

El dispositivo de reconocimiento de voz también se conectará con la Arduino a través de cuatro pines. Dos de alimentación y dos de señal.

Figura 8 y 9: Esquema unifilar completo de conexiones y esquema de montaje completo



#### 1.4.5 Soldaduras

La técnica de soldadura utilizada fue la de soldadura por estaño con un soldador eléctrico. Son soldaduras bastante ecológicas, únicamente se necesita un soldador de punta fina ajustable. Se suele fundir sobre los 183grados. El estaño es maleable y fácil de aplicar asegurando una buena conductividad eléctrica. Tiene rápida solidificación permitiendo que los componentes queden firmemente unidos.

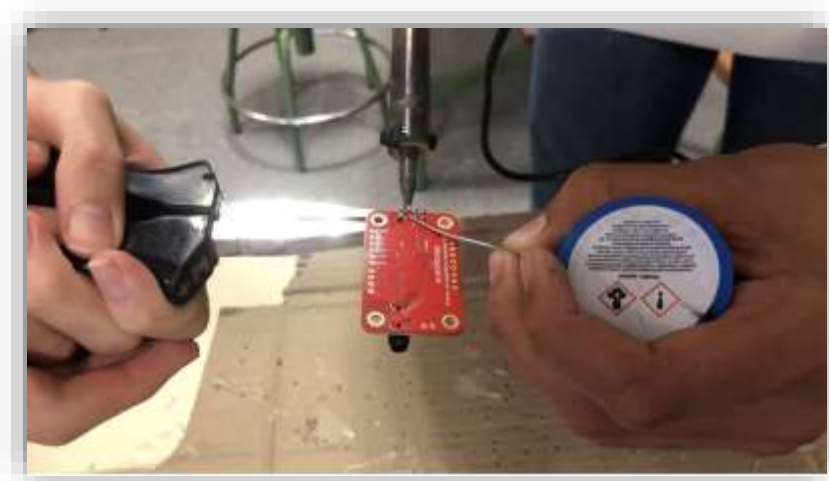


Figura 10: Soldadura del módulo de reconocimiento de voz.

### **1.4.6 Entrenamiento del reconocimiento de voz**

Para el reconocimiento se tuvo que ir entrenando por comandos al dispositivo de inteligencia artificial, recogiendo las voces que iban a dar las órdenes. Para ello se le asignan grabaciones a comandos específicos.

Para que el dispositivo pueda comunicarse con su usuario de forma concluyente, hemos desarrollado un módulo de altavoz al que hemos vinculado un software de texto a voz que consiste en una librería de Arduino llamada "Talkie", con el que se podrá alertar de los obstáculos a la izquierda, al centro o al frente suyo.

PANTALLAZOS DEL PROGRAMA





Figura 12: Imagen grabando los comandos.

### **1.4.7 Entrenamiento de la respuesta por voz**

Para que el dispositivo pueda comunicarse le hemos creado una base de datos para que sea capaz de reproducir ciertos comandos de voz de manera coherente dependiendo de la situación o de la pregunta que haga el individuo con problemas de visión.

También hemos creado un módulo que incluye un micrófono y un chip especializado para que el dispositivo pueda reconocer lo que dice el usuario, y así poder cambiar entre el modo rastreo y el modo manual, con el que puedes elegir hacia qué dirección quieres que mire el radar con solo decirlo. Además, hemos añadido un modo “saludo”

con el que el radar se mueve de lado a lado rápidamente. Para las grabaciones hemos usado Audacity.



Figuras 13 y 14: Captura de programa de Audacity usado para los comandos de voz y altavoz usado para el habla de BeMyLight.

### 1.4.8 Programa en el IDE de Arduino

Enlace a un documento con el código:

[https://docs.google.com/document/d/1SUp4Hx\\_hydoMMH1PTSRxmTNiXwa4iTE87HW41IzKF4U/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1SUp4Hx_hydoMMH1PTSRxmTNiXwa4iTE87HW41IzKF4U/edit?usp=sharing)

### 1.4.9 Presupuesto

Elemento	Unidades	Precio en euros
Tarjeta Arduino	1	10
Servo motor	1	3
Sensor de ultrasonidos	1	3
Altavoz	1	10
Dispositivo de reconocimiento de voz	1	30
Mano de obra	1	20
<b>&lt;b&gt;Suma total&lt;/b&gt;</b>		<b>&lt;b&gt;76&lt;/b&gt;</b>

Tabla 1: Presupuesto de BeMyLight

## 1.5 Conclusión

El proyecto realizado por los estudiantes de 1º de Bachillerato A del Instituto Gerardo

Diego es una muy buena muestra de cómo la tecnología puede ser utilizada para mejorar la vida de las personas. En este caso, nos centramos en ayudar a las personas con discapacidad visual, que enfrentamos muchas dificultades al moverse por las calles, especialmente al encontrarnos obstáculos en nuestro camino. El dispositivo que hemos creado tiene como objetivo mejorar la movilidad de estas personas, actuando como una especie de "segundo ojo" que les avisa de los obstáculos cercanos.

Utilizamos tecnología como sensores de ultrasonido, servomotores y un sistema de audio para hacer que el dispositivo detectará obstáculos y avisará al usuario mediante sonidos. Además, hemos puesto un micrófono para que la persona ciega pueda hablar con el dispositivo y dirigirlo en la dirección que quiera. El proyecto fue pensado para ser utilizado de manera práctica y accesible, con la idea de que cualquier persona con problemas de visión pueda usarlo fácilmente para moverse con mayor seguridad.

A lo largo del desarrollo, enfrentamos numerosos retos, como el diseño de la carcasa del dispositivo y la programación del sistema. Igualmente, superamos estas dificultades y creamos un prototipo que funciona de la manera deseada. Aunque el dispositivo aún es un prototipo, tiene un gran potencial para ayudar a muchas personas en su vida diaria.

Este proyecto demuestra cómo la tecnología puede ser utilizada para crear soluciones que no solo son bastante innovadoras, sino también útiles para las personas que más lo necesitan.

## 2. Figuras y tablas

Figura 1: Gráfica del porcentaje de personas con problemas de visión según rango de edad.

Figura 2: Diseño 3D de la carcasa de BeMyLight.

Figura 3: Impresión en PLA de la carcasa de BeMyLight.

Figura 4: Diseño 3D de la carcasa del protector del sensor ultrasónico.

Figura 5: Impresión con impresora de resina del protector del sensor ultrasónico.

Figura 6: Cajeadado por láser del altavoz.

Figura 7: Diseño plano para cortadora laser.

Figura 8: Esquema unifilar completo de conexiones.

Figura 9: Esquema de montaje completo.

Figura 10: Soldadura del módulo de reconocimiento de voz.

Figura 11: Imagen grabando los comandos del reconocimiento de voz.

Figura 12: Pantallazos del programa de reconocimiento de voz.

Figura 13: Captura de programa de Audacity usado para los comandos de voz.

Figura 14: Altavoz usado para el habla de BeMyLight.

### 3. Referencias

## Referencias

Organización Mundial de la Salud. (2019). Informe mundial sobre la visión.

Recuperado de <https://www.who.int/es/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision/>

Organización Mundial de la Salud. (2019). World report on vision. Recuperado de <https://www.who.int/publications-detail-redirect/world-report-on-vision>

Visión y Vida. (2024). Informe sobre pobreza visual en menores en España.

Recuperado de <https://cadenaser.com/murcia/2024/10/03/casi-el-8-de-los-menores-de-la-region-no-puede-acceder-a-unas-gafas-por-los-problemas-economicos-de-sus-familias-radio-murcia/>

Bayer. (2025). Campaña 'Visión sobre ruedas' para concienciar sobre enfermedades oftalmológicas en España. Recuperado de

<https://cadenaser.com/andalucia/2025/02/10/sevilla-primera-parada-para-concienciar-de-los-problemas-oftalmologicos-radio-sevilla/>

Layana, A. G., & Zapata, M. Á. (2024). Los retos de la salud visual en una sociedad cada vez más mayor. El País. Recuperado de <https://elpais.com/salud-y-bienestar/brandeado/lo-que-importa/2024-09-16/los-retos-de-la-salud-visual-en-una-sociedad-cada-vez-mas-mayor.html>



Bayer. (2024). Cómo defender los ojos de sus dos principales enemigos. El País. Recuperado de <https://elpais.com/salud-y-bienestar/branded/lo-que-importa/2024-09-30/como-defender-los-ojos-de-sus-dos-principales-enemigos.html>

Benawra, T. (2025). La artista del braille en Kenia que regala a las personas ciegas una forma de disfrutar la pintura. El País. Recuperado de <https://elpais.com/planeta-futuro/2025-01-27/tina-benawra-la-artista-del-braille-en-kenia-que-regala-a-las-personas-ciegas-una-forma-de-disfrutar-la-pintura.html>

Health Economics Review. (2024). Assessing the economic burden of vision loss and irreversible legal blindness in Spain (2021–2030): a societal perspective. Recuperado de <https://healthconomicsreview.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13561-024-00546-y>