

# INFORME TÉCNICO

## PROYECTO DE DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA ASISTENCIA A PERSONAS NO VIDENTES

### 1. Introducción

El presente informe describe en detalle el diseño, construcción y funcionamiento de un dispositivo electrónico portátil destinado a mejorar la movilidad y seguridad de personas no videntes. El sistema utiliza un sensor ultrasónico de precisión, controlado mediante un microcontrolador ESP32, para detectar obstáculos cercanos y generar alertas hápticas mediante un motor vibrador tipo haptic feedback.

El propósito principal del proyecto es ofrecer una herramienta accesible, de bajo costo y fácil de usar, que aumente la independencia de personas con discapacidad visual en entornos urbanos y rurales. El dispositivo fue diseñado como un prototipo funcional, pero con estándares profesionales de electrónica, diseño de PCB, impresión 3D y optimización del firmware.

### 2. Objetivos del Proyecto

#### 2.1 Objetivo General

Diseñar y construir un dispositivo electrónico compacto, confiable y ergonómico, capaz de detectar obstáculos en tiempo real y generar alertas vibratorias para facilitar el desplazamiento seguro de personas no videntes.

#### 2.2 Objetivos Específicos

- Integrar un sensor ultrasónico HC-SR04 con un microcontrolador ESP32 mediante un circuito eléctrico estable y protegido.
- Implementar un sistema de vibración proporcional a la distancia utilizando un motor haptic de corriente directa.
- Diseñar una PCB optimizada que reduzca interferencias, ruido eléctrico y falsos positivos.
- Construir una carcasa ergonómica mediante impresión 3D que facilite el uso en mano o muñeca.
- Establecer reglas de diseño electrónico (DRC) adecuadas para fabricación profesional de la PCB.
- Realizar pruebas experimentales reales para validar la sensibilidad del sistema ante diferentes superficies y distancias.

### 3. Descripción General del Sistema

El dispositivo consiste en cinco módulos principales:

1. **Módulo Sensorial:** Sensor ultrasónico HC-SR04 modificado con dos diodos en serie en la línea ECHO para protección del ESP32.
2. **Unidad de Control:** ESP32 DevKit, que maneja lectura sensorial, filtrado y activación del motor vibrador.
3. **Módulo de Potencia:** Regulación y distribución de 5V desde la batería.
4. **Módulo de Retroalimentación Háptica:** Motor vibrador tipo coin motor.
5. **Carcasa Ergonómica:** Impresa en 3D, adaptada a mano o muñeca.

### 4. Componentes Utilizados y Características Técnicas

#### 4.1 ESP32 DevKit

- Microcontrolador dual-core a 240 MHz
- Voltaje lógico: **3.3V**
- Corriente máxima por pin: **12 mA**
- Conectividad: Bluetooth y WiFi
- Pines utilizados: **TRIG, ECHO (modificado), VIN, GND**

#### 4.2 Sensor Ultrasónico HC-SR04

- Voltaje de operación: **5V**
- Rango de medición: **2 – 400 cm**
- Frecuencia: **40 kHz**
- Consumo: **15 mA**
- Requiere adaptación de nivel en pin ECHO ( $5V \rightarrow 3.3V$ )

#### 4.3 Motor Vibrador

- Voltaje nominal: **3V**
- Corriente: **60–75 mA**
- Tipo: coin vibration motor
- Controlado mediante transistor NPN

#### 4.4 Transistor NPN 2N2222

- Puede manejar hasta 800 mA
- Configurado como interruptor para el motor vibrador
- Base controlada por GPIO del ESP32 con resistencia limitadora

#### 4.5 Diodos 1N4148 (x2)

- Se utilizaron en serie para proteger la entrada ECHO del ESP32
- Reducción aproximada: **1.2 – 1.4 V**, dejando un nivel seguro para lógica de 3.3V

#### 4.6 Fuente de Energía

- Batería recargable 5V o banco de energía compacto
- Conector USB tipo C o micro USB según diseño

### 5. Diseño Electrónico y Esquemático

El circuito se divide en tres secciones principales:

#### 5.1 Sección de Sensado

- El pin TRIG del sensor ultrasónico se conecta al GPIO del ESP32 con señal directa a 3.3V.
- El pin ECHO, originalmente de 5V, pasa por **dos diodos 1N4148 en serie**, los cuales reducen el voltaje aproximadamente a 3.2V, nivel seguro para el ESP32.
- Se mantiene el uso de resistencias internas de protección y se aplica filtrado por software.

#### 5.2 Sección de Control del Motor Vibrador

Se implementa:

- Motor vibrador conectado a 5V
- Transistor 2N2222 como switch
- Diodo flyback para proteger contra picos de inducción
- Resistencia de base para limitar corriente desde el ESP32

#### 5.3 Sección de Alimentación

Incluye:

- Entrada USB de 5V
- Distribución a motor, sensor y ESP32
- Capacitores opcionales de desacoplo para reducir ruido eléctrico
- Pines VIN y GND correctamente distribuidos

### 6. Diseño de PCB y Reglas Técnicas (DRC)

Estas reglas se configuraron en EasyEDA según estándares de fabricación en JLCPCB:

## 6.1 Reglas Generales

- Ancho mínimo de pista: **0.25 mm**
- Separación mínima entre pistas: **0.20 mm**
- Diámetro de vía mínimo: **0.70 mm**
- Diámetro mínimo de taladro: **0.35 mm**

## 6.2 Reglas por Módulo

### Módulo de Señales Lógicas (TRIG, ECHO, GPIO)

- Pistas de 0.25 mm
- Distancia 0.20 mm
- Recorrido lo más corto posible para evitar jitter

### Módulo de Potencia (5V, Motor, VIN)

- Pista recomendada: 0.40 – 0.60 mm
- Refuerzo con área de cobre en zonas de mayor consumo
- Vía mínimas de 0.8–1.0 mm si se usa doble capa

### Módulo de Motor Vibrador

- Aislar la pista del motor para evitar interferencias
- Agregar plano de tierra alrededor
- Mantener el transistor lo más cerca posible del motor

### Módulo de ESP32

- Pistas cortas y limpias
- Área de cobre en GND para mejorar estabilidad
- Mantener antena libre (sin cobre debajo)

## 7. Diseño Mecánico (Impresión 3D)

La carcasa fue diseñada considerando:

- Forma ergonómica para ser sostenida con la mano
- Huecos exactos para el sensor ultrasónico
- Espacio para la PCB, motor vibrador, cables y batería
- Ventanas de ventilación para disipación
- Ensamble fácil mediante tornillos M2 o presión a presión
- Filamento recomendado: **PLA+** o **PETG**

Se imprimió con:

- Altura de capa: 0.20 mm
- Relleno: 20%
- Velocidad: 60 mm/s
- Soportes solo para zona frontal del sensor

## 8. Funcionamiento del Sistema

### 8.1 Lectura de Distancia

El ESP32 envía pulsos de 10  $\mu$ s al TRIG.

El sensor devuelve una señal proporcional a la distancia detectada.

### 8.2 Procesamiento de Señales

El ESP32:

- Filtra ruido
- Promedia lecturas
- Genera respuesta proporcional

### 8.3 Activación del Motor Vibrador

La vibración **aumenta conforme el objeto está más cerca:**

Distancia	Intensidad	Acción del Motor
> 1.5 m	0%	Sin vibración
1.5 – 1.0 m	40%	Vibración suave
1.0 – 0.5 m	70%	Vibración media
< 0.5 m	100%	Vibración fuerte

## 9. Pruebas y Validación

Se realizaron pruebas con distintos materiales:

- **Madera:** muy buena detección
- **Metal:** excelente precisión
- **Ropa:** valores estables
- **Superficies curvas:** ligera variación aceptable

Se determinó que el prototipo tiene un **rango efectivo de 20 cm a 200 cm** en exteriores e interiores.

## 10. Conclusiones

- El sistema es estable, seguro y funcional para asistencia a personas no videntes.
- La combinación de ESP32 + HC-SR04 + motor háptico brinda una experiencia efectiva e intuitiva.
- La PCB cumple estándares profesionales y puede enviarse a fabricación.
- El diseño es modular y admite mejoras futuras como Bluetooth, inteligencia artificial o integración con aplicaciones móviles.

## Anexo











