

Área de Conocimiento de Tecnología de la  
Información y Comunicación

# **Implementación de un dispositivo identificador de objetos para la personas no videntes utilizando tecnología RFID**

**Trabajo Monográfico para optar al título de  
Ingeniero Electrónico**

**Elaborado por:**

**Tutor:**

Br. Vannia Elena  
Otero Ortiz  
Carnet: 2014-1015U

Br. Jairo José Leiva  
Méndez  
Carnet: 2014-0310U

Br. Marvyn Antonio  
Rodríguez Castillo  
Carnet: 2013-61475

Msc. Ing. Dora Inés  
Reyes Chávez





Secretaría Académica  
DACTIC

**SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA**

**F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**

El Suscrito Secretario del **ÁREA DE CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN** hace constar que:


**LEIVA MÉNDEZ JAIRO JOSÉ**

Carné: **2014-0310U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA ELECTRÓNICA**, en el año 2018 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los dieciseis días del mes de julio del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,

  
MSc. Luisa Massiel Mercado   
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

 Móvil: (505) 83803517

 Recinto Universitario Simón Bolívar  
Avenida Universitaria,  
Managua, Nicaragua.  
Apdo: 5595



Secretaria Académica  
DACTIC

**SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA**

**F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**

El Suscrito Secretario del **ÁREA DE CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN** hace constar que:

**RODRIGUEZ CASTILLO MARVYN ANTONIO**

Carné: **2013-61475** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA ELECTRÓNICA**, en el año 2019 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los dieciseis días del mes de julio del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,



*Luisa Mercado Gutiérrez*

MSc. Luisa Massiel Mercado Gutiérrez  
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



Móvil: (505) 83803517



Recinto Universitario Simón Bolívar  
Avenida Universitaria,  
Managua, Nicaragua.  
Apdo: 5595



Secretaria Académica  
DACTIC

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DE CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN** hace constar que:

OTERO ORTIZ VANNIA ELENA

Carné: **2014-1015U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA ELECTRÓNICA**, en el año 2018 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los dieciseis días del mes de julio del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,



*Luisa Mercado*

MSc. Luisa Massiel Mercado Gutiérrez  
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

📞 Móvil: (505) 83803517

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar  
Avenida Universitaria,  
Managua, Nicaragua.  
Apdo: 5595



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Área del conocimiento TIC**

Managua, 12 febrero del 2024

**Msc. Ing. Claudia Benavidez**  
**Directora Área del Conocimiento TIC**

**Su Despacho.**

Deseando muchos éxitos en sus funciones le saludo cordialmente.

El motivo de la presente es para solicitar ante usted el proceso de defensa el **día viernes 23 de febrero del año 2024 a las 10 am en la sala A2 del edificio R.L.P.** para la monografía que actualmente estoy como tutor con el tema **“Implementación de un dispositivo de identificador de objeto para personas no videntes utilizando tecnología RFID”**, presentado por los Bachilleres:

Br. Jairo José Leiva Méndez                      Carnet: 2014-0310U

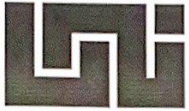
Br. Vannia Elena Otero Ortiz                      Carnet: 2014-1015U

Br. Marvyn Antonio Rodríguez Castillo      Carnet: 2013-61475

Agradeciendo su amable gestión me despido.

Atentamente.

**Ing. Dora Inés Reyes Chávez**  
**Profesora Titular**  
**Docente Área del Conocimiento TIC**



## Decanatura | FEC

Universidad Nacional de Ingeniería  
Recinto Universitario "Simón Bolívar"  
Facultad de Electrotecnia y Computación

Decanatura  
DF-03-2023-17

Managua, 03 de marzo del 2023.

### Bachilleres.

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Vannia Elena Otero Ortiz          | 2014-1015U. |
| Jairo José Leiva Méndez           | 2014-0310U. |
| Marvyn Antonio Rodríguez Castillo | 2013-61475. |

### Egresados de la Carrera de Ingeniería Electrónica.

Estimados Bachilleres:

El suscrito Decano de la Facultad de Electrotecnia y Computación, a través de la presente autoriza de manera formal la inscripción de la Monografía Titulada **"IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO IDENTIFICADOR DE OBJETOS PARA LA PERSONAS NO VIDENTES UTILIZANDO TECNOLOGÍA RFID"**. Para optar al Título de Ingeniero Electrónico, para tal efecto se nombra como Tutor de la Monografía al **Msc. Dora Reyes**.

Así mismo le solicito proceda a la **Inscripción de dicho Tema Monográfico** en secretaria Académica de la facultad, con la finalidad de darle control y seguimiento, de acuerdo a los reglamentos establecidos.

Se les recuerda que, según la normativa para los trabajos monográficos, a partir de la fecha de inscripción tiene 12 meses para defender dicho trabajo.

Sin más a que referirme y deseándoles mucho éxito en la culminación de esta etapa, me despido.

Atentamente,

**Msc. Augusto César Palacios Rodríguez**  
Decano UNI-FEC

C/c: Ing. María Lourdes Montes.  
Ing. Juan Martínez Toribio.  
Msc. Dora Reyes.  
Archivo.

Secretaria Académica.  
Jefe de Dpto. de Electrónica.  
Tutor.

📞 Teléfono: (505) 2270 5126

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar  
Avenida Universitaria.  
Managua, Nicaragua.  
Apdo: 5595

✉️ [augusto.palacios@fec.uni.edu.ni](mailto:augusto.palacios@fec.uni.edu.ni)  
[www.fec.uni.edu.ni](http://www.fec.uni.edu.ni)

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios, mi familia y los docentes que me guiaron a lo largo de mi vida.

***Jairo José Leiva Méndez***

Te agradezco madre por ser ese pilar de apoyo incondicional y fuente de motivación durante toda mi vida. Gracias padre por ser ese soporte fundamental para alcanzar mis aspiraciones, ayudarme a labrar mi propio camino y forjar mi propia identidad.

***Marvyn Antonio Rodríguez Castillo***

Le doy gracias a Dios primeramente quien me ha guiado y me ha dado la fuerza para seguir adelante y a mi familia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

***Vannia Elena Otero Ortiz***

## RESUMEN

El presente trabajo monográfico consiste en diseñar un brazalete lector portátil que ayude a personas no videntes a identificar objetos de manera electrónica. Este surgió de las necesidades detectadas que las personas con problemas de discapacidad visual que no tienen independencia de elección en muchas situaciones, siendo una de las más comunes en no poder detectar un objeto. El lector portátil implementado, consiste en que el usuario lleve un lector RFID en forma de brazalete, la cual permite leer áreas y/u objetos con etiquetas RFID asignadas: sala, mesa, cama, silla etc. Esta información pertinente es acumulada en una base de datos y resulta útil para: la navegación y orientación de las personas con discapacidad visual en interiores ya sea en su hogar, o bien, en espacios desconocidos. La interacción del sistema está basada con emisión de sonidos que le proporcione pistas útiles que mejoren la confianza, seguridad y la posibilidad de mejorar su calidad de vida, que tendrá a su disposición un dispositivo de bajo costo desarrollado localmente con potencial para facilitar la adopción de este tipo de tecnología y que este sistema sea un soporte útil y apropiado para el entorno y las necesidades del usuario.

## INDICE

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Introducción.....                               | 1  |
| Antecedentes.....                               | 2  |
| Justificación.....                              | 3  |
| Objetivos .....                                 | 4  |
| CAPÍTULO : I Marco teórico .....                | 6  |
| I.1 Discapacidad visual .....                   | 6  |
| I.2 Tipos de ceguera .....                      | 7  |
| I.2.1 Ceguera total.....                        | 7  |
| I.2.2 Ceguera parcial .....                     | 7  |
| I.3 Causas.....                                 | 7  |
| I.4 Orientación y Movilidad.....                | 8  |
| I.4.1 Orientación .....                         | 8  |
| I.4.2 Movilidad .....                           | 8  |
| I.4.3 Técnicas de orientación y movilidad.....  | 8  |
| I.4.3.1 Técnica de seguimiento .....            | 8  |
| I.4.3.2 Técnicas de protección.....             | 9  |
| I.4.3.3 Técnicas de guía vidente .....          | 9  |
| I.4.3.4 Técnica de Hoover.....                  | 10 |
| I.5 Herramientas de la persona no vidente ..... | 11 |
| I.5.1 Bastón blanco.....                        | 11 |
| I.5.2 Sistema de Braille.....                   | 11 |
| I.6 Radiocomunicación.....                      | 11 |
| I.6.1 RFID .....                                | 11 |
| I.6.2 WIFI.....                                 | 12 |
| I.7 Antenas.....                                | 13 |
| I.7.1 Definición.....                           | 13 |
| I.7.2 Patrones .....                            | 13 |

|                |                                                    |    |
|----------------|----------------------------------------------------|----|
| I.7.3          | Aplicación de antenas en RFID .....                | 13 |
| I.7.4          | Clasificación de antenas en sistemas RFID .....    | 14 |
| I.7.5          | Tipos de antenas .....                             | 15 |
| I.8            | Transductores, sensores y sistemas embebidos. .... | 16 |
| I.8.1          | Transductores.....                                 | 16 |
| I.8.2          | Sensores .....                                     | 17 |
| I.8.3          | Sistemas embebidos .....                           | 17 |
| CAPÍTULO : II  | Diseño Metodológico .....                          | 19 |
| II.1           | Análisis del problema .....                        | 19 |
| II.2           | Solución y diseño del sistema .....                | 19 |
| II.3           | Planificación de tareas .....                      | 20 |
| II.4           | Construcción .....                                 | 20 |
| II.5           | Evaluación .....                                   | 20 |
| CAPÍTULO : III | Selección de componentes .....                     | 21 |
| III.1          | Microcontrolador .....                             | 21 |
| III.2          | Módulo de carga .....                              | 22 |
| III.3          | Audio.....                                         | 23 |
| III.4          | Sensor de distancia.....                           | 23 |
| III.5          | Módulo RFID y TAGS .....                           | 23 |
| CAPÍTULO : IV  | Diseño de prototipo.....                           | 24 |
| IV.1           | Software de diseño .....                           | 24 |
| IV.2           | ESP32.....                                         | 25 |
| IV.3           | Módulo de carga .....                              | 26 |
| IV.4           | Módulo de audio.....                               | 34 |
| IV.4.1         | Buzzer.....                                        | 34 |
| IV.4.1.1       | Tipos de Buzzer.....                               | 35 |
| IV.4.2         | Altavoz .....                                      | 36 |
| IV.4.3         | DFPlayerMini MP3 .....                             | 36 |
| IV.5           | Sensor ultrasónico HC-SR04 .....                   | 38 |
| IV.6           | RFID RC522.....                                    | 40 |
| IV.6.1         | TAG ID.....                                        | 41 |

|                   |                                     |    |
|-------------------|-------------------------------------|----|
| IV.6.2            | Organización de memoria.....        | 41 |
| IV.6.3            | Registro de ID.....                 | 42 |
| CAPÍTULO : V      | Desarrollo de software.....         | 48 |
| V.1               | Script generador de audios.....     | 48 |
| V.2               | Programación ESP32.....             | 50 |
| V.3               | Diagrama de flujos.....             | 52 |
| CAPÍTULO : VI     | Resultados.....                     | 54 |
| CAPÍTULO : VII    | Conclusiones y recomendaciones..... | 58 |
| VII.1             | Conclusion.....                     | 58 |
| VII.2             | Recomendaciones.....                | 59 |
| BIBLIOGRAFÍA..... |                                     | 60 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figura 1: Técnica de seguimiento.....</i>                                            | <i>8</i>  |
| <i>Figura 2: Técnica de protección alta.....</i>                                        | <i>9</i>  |
| <i>Figura 3: Técnica de protección baja.....</i>                                        | <i>9</i>  |
| <i>Figura 4: Técnica de guía vidente.....</i>                                           | <i>10</i> |
| <i>Figura 5: Técnica de Hoover.....</i>                                                 | <i>10</i> |
| <i>Figura 6: Espectro de radio de frecuencia.....</i>                                   | <i>12</i> |
| <i>Figura 7: Red cisco.....</i>                                                         | <i>12</i> |
| <i>Figura 8: Componentes principales de cada sistema RFID.....</i>                      | <i>14</i> |
| <i>Figura 9: Principios de transducción.....</i>                                        | <i>17</i> |
| <i>Figura 10: Componentes de los sistemas embebidos.Fuente (Incibe-Cert, 2023).....</i> | <i>18</i> |
| <i>Figura 12: Módulo de carga TP4056.....</i>                                           | <i>26</i> |
| <i>Figura 13: Módulo TP4056.....</i>                                                    | <i>27</i> |
| <i>Figura 14: IRLML6401 P-Channel MOSFET.....</i>                                       | <i>29</i> |
| <i>Figura 15: Diodo 1N4001.....</i>                                                     | <i>31</i> |
| <i>Figura 16: Diagrama AMS1117.....</i>                                                 | <i>32</i> |
| <i>Figura 17: Regulador AMS1117.....</i>                                                | <i>32</i> |
| <i>Figura 18: Buzzer de Señal eléctrica de una onda de sonido.....</i>                  | <i>35</i> |
| <i>Figura 19: Buzzer emisión de sonidos.....</i>                                        | <i>35</i> |
| <i>Figura 20: Esquema de Altavoz.....</i>                                               | <i>36</i> |
| <i>Figura 21:Modulo DFplayer mini mp3.....</i>                                          | <i>37</i> |
| <i>Figura 22: Sensor ultrasónico HC-SR04.....</i>                                       | <i>38</i> |
| <i>Figura 23: Esquema de Funcionamiento del Sensor HC-SR04.....</i>                     | <i>39</i> |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| <i>Figura 24: RFID- RC522</i> .....                           | 40 |
| <i>Figura 26: Diagrama de flujo de código principal</i> ..... | 52 |

## **ÍNDICE DE TABLAS**

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Tabla 1 : comparativa de Microcontroladores</i> .....                 | 21 |
| <i>Tabla 2: comparativa dispositivo de audio</i> .....                   | 23 |
| <i>Tabla 3: comparativa sensores de distancia</i> .....                  | 23 |
| <i>Tabla 4: comparativa módulos RFID</i> .....                           | 23 |
| <i>Tabla 5: Pines TP4056</i> .....                                       | 27 |
| <i>Tabla 6: Características y especificaciones TP5100 y TP4056</i> ..... | 28 |
| <i>Tabla 7: comparativa TP5100 y TP4056</i> .....                        | 29 |
| <i>Tabla 8: Configuraciones de pines</i> .....                           | 33 |
| <i>Tabla 9: Organizador de memoria</i> .....                             | 41 |
| <i>Tabla 10: Registro IdArea</i> .....                                   | 42 |
| <i>Tabla 11: Lugares IDArea</i> .....                                    | 45 |

## **INDICE DE ANEXOS**

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Costos .....          | 1  |
| Librerías .....       | 1  |
| Librería RFID .....   | 1  |
| Librería Player ..... | 6  |
| Librería Buzzer ..... | 10 |

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto se centra en el desarrollo de un dispositivo innovador destinado a mejorar la vida cotidiana de las personas con discapacidad visual en Nicaragua, donde aproximadamente 18,000 individuos enfrentan esta condición (Organización de Ciegos de Nicaragua, 2017). La esencia del proyecto radica en la creación de una herramienta portátil, intuitiva y eficiente que permita a las personas ciegas identificar objetos cotidianos y navegar por su entorno con mayor autonomía y seguridad. Mediante el uso de tecnología RFID, el dispositivo propuesto, que toma la forma de un brazalete, facilitará la orientación y la interacción con el entorno a través de señales auditivas, contribuyendo significativamente a mejorar la independencia y calidad de vida de sus usuarios.

El documento se estructura en varios capítulos clave donde inicialmente se aborda la problemática y la justificación del proyecto, destacando la necesidad y el impacto potencial del dispositivo. Posteriormente, se enfoca en la tecnología RFID y su aplicación en el dispositivo, explicando cómo esta tecnología puede ser utilizada para asistir a las personas con discapacidad visual. Finalmente, se detalla el diseño y desarrollo del prototipo, incluyendo la selección de componentes, el proceso de diseño/ensamblaje y los resultados de sus pruebas para garantizar su efectividad y usabilidad.

## ANTECEDENTES

En el plano internacional, se encontró un documento titulado **“Desarrolla un bastón y anteojos inteligente para personas con discapacidad visual y ceguera.”** (Harari, Altoaguirre & Torales, 2019) en la Universidad Nacional de la Plata en Argentina. El prototipo comprende un bastón y anteojos inteligentes compuesto por sensores de proximidad infrarrojos para facilitar la movilidad, el tránsito y la autonomía personal del usuario. Esta investigación busca el desarrollo y adaptación de varias tecnologías en el área de la salud visual.

El siguiente proyecto **“Prototipo de bastón inteligente para personas con limitación visual.”** (Murillo, O. y Serna, C.) de la Universidad Católica de Pereira en Colombia consiste en un prototipo funcional de bastón inteligente que ayuda a personas con discapacidad visual a desplazarse detectando obstáculos, integrando un GPS para monitorear en tiempo real su trayectoria.

De igual manera, se encontró el trabajo, titulado **“Visión artificial por alertas de voz y movimiento para personas con discapacidad visual en la biblioteca de no videntes de la universidad técnica de Ambato.”** (Aguayo, Moncayo & Danilo, 2016) en Ambato Ecuador, para la Universidad Técnica De Ambato. Este proyecto integra dos módulos para uso de la persona invidente. Un módulo maestro se ubica en la parte frontal del usuario encargado de censar obstáculos en la parte superior del cuerpo y reproducir las alertas de voz. Mientras que el segundo modulo se ubica a nivel de la cintura del usuario para censar obstáculos medios e inferiores emitiendo alertas de movimiento usando un micromotor desfasado.

A nivel centroamericano, en el Instituto Tecnológico de Costa Rica se realiza la tesis sobre **“Evaluación de un modelo de asistencia de puntos de referencia en dispositivos móviles para personas ciegas.”** (Alvarado, A. 2016). El cual consiste en un modelo de interacción entre “beacons” (dispositivos bluetooth de bajo consumo) y dispositivos móviles, el cual se encarga de indicar a usuarios no videntes o con baja visión, mediante comentarios de voz, la ubicación de distintos puntos de interés en un campus universitario, entre ellos: servicios sanitarios, nombres de edificios, identificación de aulas, cajeros automáticos, pasos peatonales, zonas de encuentro en caso de emergencia e identificación de las paradas de autobuses. El modelo es capaz de identificar y prevenir

al usuario de peligros que se puedan encontrar durante sus desplazamientos como; por ejemplo, zonas en construcción, piso mojado, gradas, escaleras eléctricas, entre otros.

En el plano Nacional, fue presentado en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua de Managua, el tema titulado **“Dispositivo electrónico adaptable a bastón blanco que facilite la detección de obstáculos para los niños invidentes del centro especial Melania Morales.”** (González, P. y Armas, C. 2020). Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un dispositivo adaptable a bastón blanco, que facilite la detección de obstáculos para los niños invidentes a través de un sistema de sensores y actuadores, que detectan y avisen sobre obstáculos que atente su integridad física.

En la Universidad Nacional de Ingeniería en 2017, se encontró un documento titulado **“Integración de Módulo electrónico en bastón blanco para mejorar la detección de obstáculos en el desplazamiento de las personas ciegas.”** (Rojas, J. y López, E. 2017). En el cual consiste en el diseño de un módulo colocado en el bastón, que detecta obstáculos aéreos brindando una alerta a través de vibración, mejorando así el desplazamiento de las personas invidentes.

## JUSTIFICACIÓN

Conocer nuevos lugares siempre es un proceso que toma mucho tiempo, un proceso que hasta dentro del mismo hogar, como al realizar una mudanza, suele tomarse algo de tiempo en acostumbrarse. En contraste, para una persona invidente esta dificultad se multiplica, requiriendo un total apoyo en su día a día para realizar las labores más básicas. Se suma a esto, los problemas que subyacen al convivir con otras personas en el mismo hogar, donde se suelen mover objetos de manera muy constante.

Es bien conocido que la mayoría de las aplicaciones y desarrollos destinados a este tipo de usuario nunca suelen ser las opciones más económicas, por lo que este diseño apunta a ser una solución económicamente competitiva, reduciéndose a costes por instalación de las etiquetas RFID en los objetos y áreas, su inclusión de la base de datos, y la adquisición del lector RFID, siendo estos los costos principales.

A través de este trabajo monográfico se propone el diseño de un sistema de localización e identificación de áreas y objetos mediante la tecnología RFID, adecuándose a apoyar a las personas no videntes en su diario vivir. El diseño contempla un lector móvil RFID y una antena, el cual estaría describiendo de forma acústica los objetos para los no videntes, apoyándose del etiquetado RFID en todos los elementos que supondrían un uso diario para la persona. Cabe mencionar, se podrá gestionar la localización de objetos mediante una base de datos, la cual dotará al sistema de la memoria necesaria para los parámetros dentro del hogar de instalación.

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- Implementar un dispositivo identificador de objetos basado en tecnología RFID para personas no videntes.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un prototipo funcional que integre tecnología RFID y emita señales de sonido dentro de rangos auditivos apropiados que faciliten el reconocimiento de objetos a personas con discapacidades visuales.
- Crear un registro con identificadores únicos para cada objeto y asociarlos a una etiqueta RFID mediante escritura de datos.
- Diseñar una pulsera equipada con un lector RFID que permita la navegación y obtención de información de etiquetas RFID ubicadas en áreas comunes.

## **CAPÍTULO : I    MARCO TEÓRICO**

En esta investigación se propone el desarrollo de un prototipo que represente un avance significativo en la asistencia tecnológica para personas con discapacidades visuales. El objetivo central de este estudio es la creación de un sistema basado en la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID), diseñado para mejorar la independencia y calidad de vida de estos individuos. El proyecto se enfoca en tres objetivos específicos interrelacionados. En primer lugar, se desarrollará un prototipo funcional que integre la tecnología RFID, capaz de emitir señales sonoras dentro de rangos auditivos adecuados, facilitando así el reconocimiento de objetos para las personas con discapacidad visual. Este sistema busca ser una herramienta intuitiva y eficaz en la identificación de elementos en el entorno cotidiano. En segundo lugar, se establecerá un registro de identificadores únicos para cada objeto, que serán asociados a etiquetas RFID mediante la escritura precisa de datos, asegurando una identificación específica y confiable de cada elemento. Finalmente, se diseñará una pulsera equipada con un lector RFID, permitiendo a los usuarios navegar e interactuar con las etiquetas RFID ubicadas en áreas comunes. Con este enfoque multidimensional, el proyecto aspira a proporcionar una solución práctica y transformadora, mejorando significativamente la autonomía y el acceso a la información de las personas con discapacidades visuales.

### **I.1    DISCAPACIDAD VISUAL**

En el campo oftalmológico existen varios términos y definiciones para describir el grado de la pérdida de visión que posee un individuo, pero en la práctica los términos son discapacidad visual grave y ceguera, estos son similares y deben aplicarse a personas que pueden usar poco o nada su sentido visual.

La discapacidad visual se define con base en la agudeza y el campo visual. Se habla de discapacidad visual cuando existe una disminución significativa de la agudeza visual aun con el uso de lentes, o bien, una disminución significativa del campo visual (Ramírez et al., 2010).

Otros términos conceptuales usados para describir la pérdida del sentido de la visión en las personas son:

- Ciego: Persona que tiene percepción de la luz sin proyección.
- Persona con baja visión: Puede ver de cerca, pero no a cierta distancia.
- Limitado visual: No puede ver si no está en lugares con la adecuada iluminación.

## **I.2 TIPOS DE CEGUERA**

### **I.2.1 Ceguera total**

Las personas ciegas o con ceguera son aquellas que no ven nada en absoluto o solamente tienen una ligera percepción de luz (pueden ser capaces de distinguir entre luz y oscuridad, pero no la forma de los objetos) (Once, 2013).

### **I.2.2 Ceguera parcial**

Son personas con deficiencia visual aquellas que con la mejor corrección posible podrían ver o distinguir, aunque con gran dificultad, algunos objetos a una distancia muy corta (Once, 2013).

## **I.3 CAUSAS**

La Organización Mundial de la Salud (2022), menciona que existen diversos factores que pueden generar ceguera, entre las principales encontramos:

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

## **I.4 ORIENTACIÓN Y MOVILIDAD**

### **I.4.1 Orientación**

Se define como la capacidad de entender la posición y localización del propio cuerpo en un área determinada, así como la relación entre este y otros objetos o lugares en el entorno. Algunos ejemplos de habilidades relacionadas con la orientación son la capacidad de reconocer puntos de referencia o tener bien interiorizados los conceptos relativos a direcciones (Federación Española de Sordoceguera, 2018).

### **I.4.2 Movilidad**

Se refiere al desplazamiento seguro del propio cuerpo en un espacio, ya sea interior o exterior. Es decir, está vinculada al movimiento propio. Se trata de acciones como incorporarse, caminar, saltar o desplazarse (Federación Española de Sordoceguera, 2018).

### **I.4.3 Técnicas de orientación y movilidad**

#### **I.4.3.1 Técnica de seguimiento**

En esta técnica, camina en contacto con la pared (u otra superficie vertical, mobiliario, etc.) en sus desplazamientos (Federación Española de Sordoceguera, 2018).



*Figura 1: Técnica de seguimiento.*

*Fuente (Federación Española de Sordoceguera, 2018)*

### **I.4.3.2 Técnicas de protección**

Estas son utilizadas en ámbitos donde el riesgo de colisión puede ser alto: al acercarse a una puerta, en espacios con lámparas bajas, pasos estrechos, etc., para proteger la cabeza (protección alta) o el tronco (protección baja). (Federación Española de Sordoceguera, 2018).



*Figura 2: Técnica de protección alta.*

*Fuente (Federación Española de Sordoceguera, 2018)*



*Figura 3: Técnica de protección baja.*

*Fuente (Federación Española de Sordoceguera, 2018)*

### **I.4.3.3 Técnicas de guía vidente**

Como su propio nombre indica, un guía vidente es una persona cuya capacidad visual le permite orientarse sin dificultad y que asiste en los desplazamientos.

Debe confiar en el guía. El guía siempre camina medio paso por delante, protegiendo con su propio cuerpo a la Persona no vidente frente a cualquier obstáculo (Federación Española de Sordoceguera, 2018).



*Figura 4: Técnica de guía vidente.*

*Fuente (Federación Española de Sordoceguera, 2018)*

#### **I.4.3.4 Técnica de Hoover**

También llamada técnica de deslizamiento difiere con la de dos puntos en que el bastón está constantemente en contacto con el suelo. De esta manera, el usuario recibe una información más completa sobre las características de la superficie (Federación Española de Sordoceguera, 2018).



*Figura 5: Técnica de Hoover.*

*Fuente (Federación Española de Sordoceguera, 2018)*

## **I.5 HERRAMIENTAS DE LA PERSONA NO VIDENTE**

### **I.5.1 Bastón blanco**

Es una vara alargada que identifica a las personas con discapacidad visual y les permite desplazarse de manera independiente en un espacio, ya que, facilita el rastreo y detección oportuna de obstáculos que se encuentran a ras del suelo (Despradel, 2019).

### **I.5.2 Sistema de Braille**

Es un alfabeto de lecto escritura inventado por el francés Louis braille. Consiste en leer moviendo de izquierda a derecha la yema de los dedos, pasando por cada letra, signo, número o palabra que conforman el texto. Para usar esta herramienta es necesario de una regleta braille, que para las personas ciegas es similar a un cuaderno. Un papel de cartulina donde se va a escribir el contenido y un punzón (lápiz) para su escritura (Despradel, 2019).

## **I.6 RADIOCOMUNICACIÓN**

### **I.6.1 RFID**

RFID por sus siglas en inglés, Radio frequency identification (identificación por radio frecuencia) es parte de nuestra vida diaria. Este término es usado para definir cualquier proceso que, por medio de radio comunicación puede intercambiar información entre una unidad estacionaria y una unidad móvil o entre unidades móviles. Este sistema RFID puede transferir la información desde un TAG hacia un lector (Landt Jeremy, 2005).

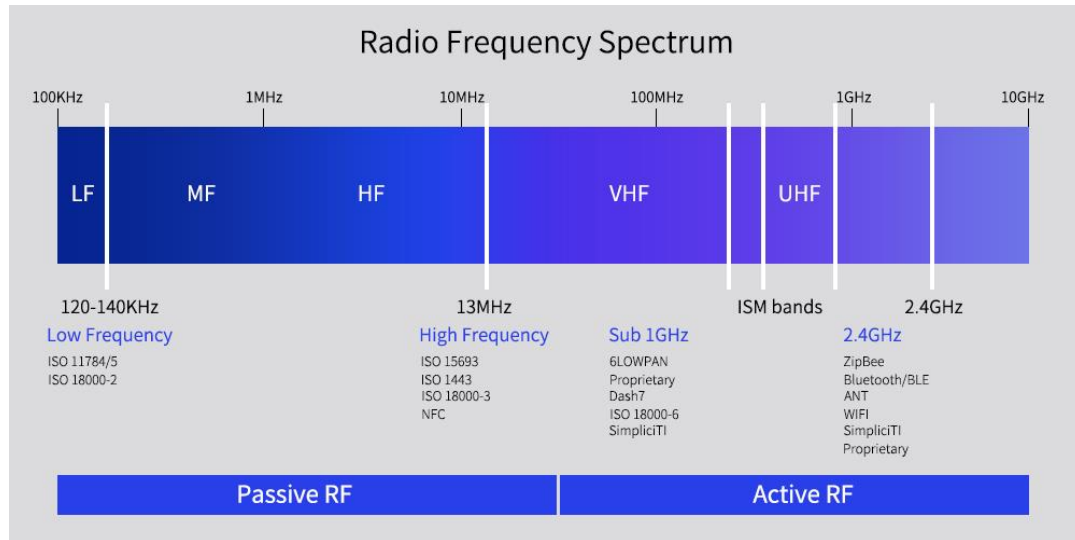


Figura 6: Espectro de radio de frecuencia

Fuente (asiarfid, 2023).

## I.6.2 WIFI

Wi-Fi es una tecnología de red inalámbrica que permite que dispositivos tales como computadoras (portátiles y de escritorio), dispositivos móviles (teléfonos inteligentes y dispositivos portátiles) y otros equipos (impresoras y cámaras de video) interactúen con Internet. Permite que estos dispositivos, y muchos más, intercambien información entre sí, creando una red (Cisco, 2022).



Figura 7: Red cisco.

Fuente (Cisco, 2022).

## **I.7 ANTENAS**

### **I.7.1 Definición**

La antena es la estructura de transición entre el espacio libre y un dispositivo de guía. El dispositivo de guía o línea de transmisión puede tomar la forma de una línea coaxial o de un tubo hueco (guía de ondas), y se utiliza para transportar energía electromagnética desde la fuente transmisora a la antena, o desde la antena al receptor (Balanis, 2005). Las antenas se pueden diseñar para rangos de frecuencia específicos y, a menudo, se usan en sistemas de comunicación para transmitir o recibir información.

### **I.7.2 Patrones**

Los patrones de antenas se pueden clasificar en direccionales y omnidireccionales. Balanis (2005) define un patrón direccional como: “aquel que tiene la propiedad de radiar o recibir ondas electromagnéticas con más eficacia en unas direcciones que en otras” (p. 33), lo que significa que enfocan la señal en una dirección específica. Mientras que un patrón omnidireccional Balanis (2005) lo conceptualiza como: “que tiene un patrón esencialmente no direccional en un plano dado (...) y un patrón direccional en cualquier plano ortogonal (...)” (p. 33), lo que significa que transmiten o reciben señales en todas las direcciones. Las antenas pueden fabricarse con una variedad de materiales, incluidos conductores metálicos, y pueden tener diferentes formas y tamaños, según la aplicación específica.

### **I.7.3 Aplicación de antenas en RFID**

Los sistemas RFID almacenan los datos en un dispositivo electrónico de transporte de datos: el transpondedor (Finkenzeller, 2010). Los componentes básicos de un sistema RFID incluyen, según Finkenzeller (2010), “el transpondedor, que se encuentra en el objeto a identificar y el interrogador o lector, que, dependiendo del diseño y la tecnología utilizada, puede ser un dispositivo de lectura o escritura/lectura” (p. 6).

En los sistemas RFID el suministro de energía al dispositivo portador de datos, como también, el intercambio de datos entre el dispositivo portador de datos y el lector, se logran utilizando en su lugar campos magnéticos o electromagnéticos (Finkenzeller, 2010). Cuando un lector RFID emite una onda de radio, genera un campo electromagnético. Si un transpondedor está dentro del campo, recibe energía de la onda y la usa para alimentar el circuito integrado. Luego, el circuito modula la onda reflejada para enviar información al lector, para luego decodificar y extraer los datos almacenados en el transpondedor.

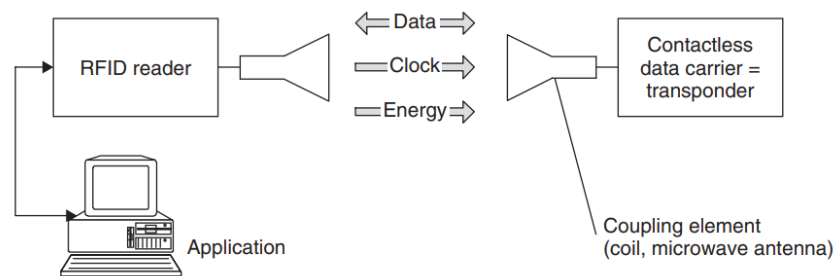


Figura 8: Componentes principales de cada sistema RFID.

Fuente (Finkenzeller, 2010).

#### I.7.4 Clasificación de antenas en sistemas RFID

Los sistemas RFID puede clasificarse en dependencia de cómo funciona el suministro de energía del transpondedor, según Finkenzeller (2010), “distinguiéndose entre transpondedores pasivos y activos” (p. 22).

Un transpondedor pasivo no tiene una fuente de alimentación y es a través de la antena del transpondedor que el campo electromagnético de un lector alimenta toda energía necesaria para que el transpondedor pueda funcionar. Luego, la etiqueta devuelve sus datos al lector utilizando esta energía (Finkenzeller, 2010). “Para transmitir datos desde el transpondedor al lector, el campo del lector puede modularse (...) o el transpondedor puede almacenar de forma intermedia, durante un tiempo breve, energía del campo del lector” (Finkenzeller, 2010, p. 22).

Eso significa que la energía emitida por el lector se utiliza para la transmisión de datos tanto del lector al transpondedor como de regreso al lector. Si el

transpondedor está ubicado fuera del alcance del lector, el transpondedor no tiene fuente de alimentación y, por lo tanto, no podrá enviar señales (Finkenzeller, 2010).

Las antenas RFID activas, por otro lado, tienen su propia fuente de energía y pueden transmitir sus datos a una distancia mucho mayor que las antenas pasivas. Sin embargo, también son más caras y tienen una vida útil más corta en comparación con las antenas pasivas.

En cuanto a los transpondedores activos, según Finkenzeller (2010), “tienen su propio suministro de energía” (p. 22). Lo que significa que:

La fuente de alimentación se utiliza para proporcionar voltaje al chip. El campo electromagnético recibido por el lector ya no es necesario para la alimentación del chip. Eso significa que el campo puede ser mucho más débil que el campo requerido para operar un transpondedor pasivo. Esta condición puede aumentar sustancialmente el rango de comunicación si el transpondedor es capaz de detectar la señal del lector más débil. Pero incluso un transpondedor RFID activo no puede generar una señal de alta frecuencia por sí mismo, sino que solo puede modular el campo del lector para transmitir datos entre el transpondedor y el lector (Finkenzeller, 2010, p. 22).

#### **1.7.5 Tipos de antenas**

El tipo de antena utilizada en un sistema RFID depende de los requisitos específicos de la aplicación, como la distancia a la que debe leerse la etiqueta, el costo del sistema y la vida útil esperada de las etiquetas. Los principales tipos de antenas RFID son:

- Antenas dipolo: esta antena consta únicamente de un trozo de metal en línea recta con una longitud definida, con una forma adecuada se pueden influir las propiedades características, en particular la resistencia a la radiación y el ancho de banda (Finkenzeller, 2010). Por lo general, se usan en sistemas RFID pasivos, donde el lector envía una señal

electromagnética que induce una corriente en la antena de la etiqueta RFID, que luego envía una señal de respuesta al lector. Las antenas dipolo se utilizan a menudo en aplicaciones donde el bajo consumo de energía y el bajo costo son más importantes que los rangos de lectura altos.

- Antenas Yagi-Uda: “La antena es un arreglo alineado, compuesta por un emisor accionado y una serie de elementos parásitos” (Finkenzeller, 2010, p. 124). Los dipolos parásitos se disponen delante del emisor excitado (normalmente un dipolo o un dipolo plegado de 2 hilos) en la dirección deseada de máxima radiación. Estos dipolos parásitos funcionan como directores, mientras que una varilla, generalmente una sola varilla, detrás del excitador actúa como reflector (Finkenzeller, 2010). Meinke y Gundlach (como se citó en Finkenzeller, 2010) mencionan que, para crear la transmisión direccional, las varillas que actúan como directoras deben ser más cortas y la varilla que actúa como reflector debe ser más larga que el excitador que funciona en resonancia.
- Antenas de parche: una antena de parche consta de una placa de circuito impreso recubierta con metal por ambos lados, cuya parte inferior forma una tierra continua (Finkenzeller, 2010). Son más direccionales que otros tipos de antenas y, a menudo, se utilizan en aplicaciones donde se requieren rangos de lectura largos.
- Antenas de ranura: Rothammel (como se citó en Finkenzeller, 2010) las define como las antenas que contienen una ranura en el centro de una superficie metálica, donde la ranura se puede utilizar como emisor. El ancho de la ranura debe ser pequeño en relación con su longitud. El punto base del emisor está situado en el punto medio de su lado longitudinal.

## **I.8 TRANSDUCTORES, SENSORES Y SISTEMAS EMBEBIDOS.**

### **I.8.1 Transductores**

Un transductor se define como aquel dispositivo que es capaz de convertir una variable física en otra que tiene un dominio diferente, De acuerdo a esta definición, es posible afirmar que un transductor forma parte de un sensor o de un actuador;

pero la diferencia entre un sensor, un actuador y un transductor radica en que el transductor simplemente cambia el dominio de la variable, mientras que el sensor proporciona una salida útil para ser usada como variable de entrada a un sistema de procesamiento de la información y el actuador se encarga de ejecutar la acción determinada por el sistema de procesamiento de la información. Por ende, de manera general, se dice que un transductor cambia la variable física medida a una señal eléctrica. (Corona, 2014, p. 2).

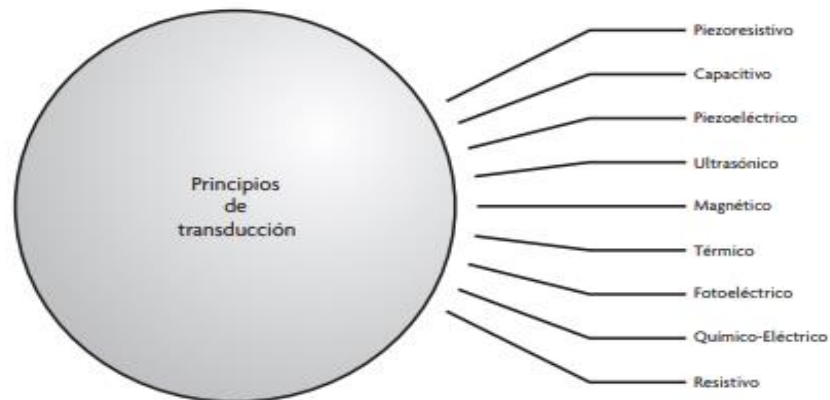


Figura 9: Principios de transducción.

Fuente (Corona, et al, p3)

### **I.8.2 Sensores**

La definición del concepto de sensor está íntimamente relacionada con la definición del transductor, ya que un sensor siempre hará uso de un transductor. No obstante, la principal diferencia entre un transductor y un sensor radica en que el sensor no solo cambia el dominio de la variable física medida, sino que además la salida del sensor será un dato útil para un sistema de medición. De ese modo, un sensor se define como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida (Corona et al, 2014, p. 17).

### **I.8.3 Sistemas embebidos**

Los sistemas embebidos se definen como un conjunto de componentes electrónicos asociados para realizar funciones dedicadas. En pocas palabras, un sistema embebido se diferencia de otro tipo de sistemas principalmente por

poseer un procesador central, el cual es el encargado de recibir, analizar y procesar los datos admitidos por los sensores para, posteriormente, enviar la señal a los actuadores y que éstos realicen la función o funciones específicas requeridas (Jorge Alva & Natali Alcorta, 2020, p. 20).

### COMPONENTES DE LOS SISTEMAS EMBEDIDOS

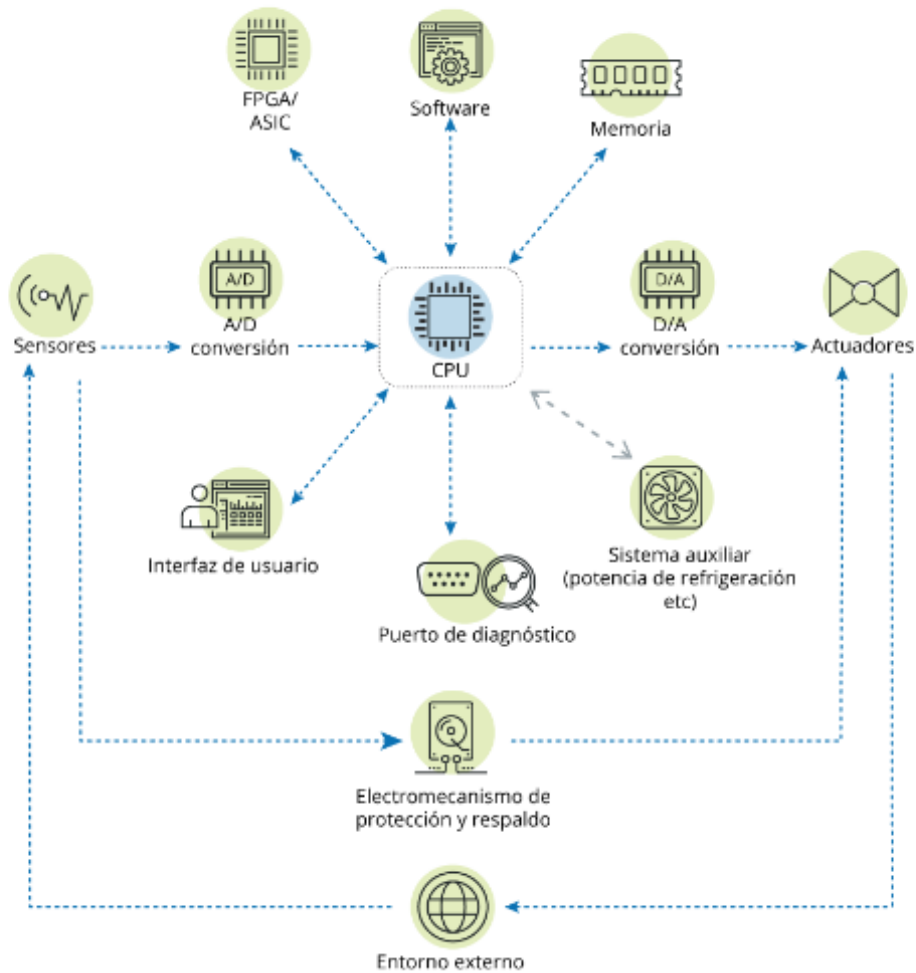


Figura 10: Componentes de los sistemas embebidos. Fuente (Incibe-Cert, 2023)

## **CAPÍTULO : II DISEÑO METODOLÓGICO**

Este proyecto desglosa el prototipado de un dispositivo el cual asiste a personas no videntes en su día a día, por tanto, esta investigación se cataloga como una investigación aplicada, que se encarga de generar conocimientos orientados a la puesta en práctica en el sector productivo o social, con el fin de proporcionar una solución que satisfaga necesidades concretas en la vida cotidiana y que resulte en un impacto positivo que fortalezca el desarrollo cultural y científico, y de la calidad de la vida de la sociedad y sus integrantes.

### **II.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

En el marco de una investigación aplicada orientada a la electrónica y tecnología de asistencia, se identifica la necesidad de diseñar un dispositivo que mejore el día a día de las personas no videntes. La problemática central aborda las siguientes necesidades específicas de este grupo objetivo:

- La capacidad del dispositivo para alertar al usuario sobre obstáculos en un rango menor a 2 metros.
- Proporcionar una respuesta auditiva para informar al usuario.
- Funcionamiento autónomo de redes externas para evitar configuraciones complejas.
- Uso de baterías recargables mediante cable USB.
- Capacidad de identificar lugares específicos, facilitando la autonomía y movilidad del usuario.

### **II.2 SOLUCIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA**

para abordar estos requerimientos, se propone un diseño que incluye:

- Un sensor para medir la distancia entre el usuario y obstáculos potenciales.
- Uso de un buzzer para proveer retroalimentación auditiva basada en la distancia.

- Implementación de tecnología RFID para el reconocimiento de sitios, equipando la pulsera con un lector RFID.
- Establecimiento de un registro con un ID único asociado a cada sitio y su correspondiente etiqueta RFID, junto con un módulo de almacenamiento y reproducción de audio.
- El diseño del prototipo se enfocará en ser portátil y estar empaquetado en forma de pulsera, utilizando una batería recargable.

### **II.3 PLANIFICACIÓN DE TAREAS**

El proyecto incluye:

1. Establecimiento de parámetros y requerimientos de diseño del prototipo.
2. Selección de herramientas y componentes para el diseño del prototipo.
3. Desarrollo del prototipo basado en un algoritmo creado para identificar objetos en un entorno, teniendo en cuenta los escenarios posibles.

### **II.4 CONSTRUCCIÓN**

El desarrollo del prototipo implica la creación e integración de sistemas y subsistemas según el algoritmo y los parámetros definidos, dentro de un dispositivo funcional y portable.

### **II.5 EVALUACIÓN**

El prototipo es sometido a pruebas para evaluar su rendimiento y eficacia. Los ajustes necesarios se realizarán según los resultados obtenidos, reintegrando el prototipo a la fase de desarrollo si es necesario.

Este enfoque metodológico busca desarrollar de manera sistemática e integral un dispositivo prototipo que utilice la tecnología RFID para detectar objetos, dirigido a personas no videntes, con el objetivo de aportar una solución significativa a una necesidad apremiante en el ámbito social y tecnológico.

## CAPÍTULO : III SELECCIÓN DE COMPONENTES

### III.1 MICROCONTROLADOR

Para el desarrollo del proyecto, hemos elegido el microcontrolador ESP32 es una opción popular para proyectos de IoT debido a sus capacidades Wi-Fi y Bluetooth, su costo relativamente bajo y una buena comunidad de soporte. Sin embargo, si es la mejor opción para su dispositivo de detección de objetos depende de varios factores, incluida la complejidad de la detección de objetos que necesita, los requisitos de energía, las restricciones de tamaño y su presupuesto. A continuación, con algunas de las alternativas en el mercado:

| Característica        | ESP32                         | Raspberry Pi 4 Model B       | Arduino Uno                 | NVIDIA Jetson Nano            | BeagleBone Negro            | Google Coral Dev Board       | STM32                       |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| CPU                   | Tensilica LX6 de doble núcleo | Cortex-A72 de cuatro núcleos | ATmega328 de un solo núcleo | Cortex-A57 de cuatro núcleos  | Cortex-A8 de un solo núcleo | Cortex-A53 de cuatro núcleos | ARM Cortex-M (varía)        |
| Velocidad de reloj    | Hasta 240 MHz                 | 1,5 GHz                      | 16 MHz                      | Hasta 1,43 GHz                | 1 GHz                       | 1,5 GHz                      | Hasta 400 MHz (varía)       |
| CARNERO               | SRAM de 520 KB                | LPDDR2 de 4 GB/8 GB/4 GB     | SRAM de 2 KB                | 4 GB LPDDR4                   | 512 MB DDR3                 | 1 GB LPDDR4                  | Hasta 1 MB (varía)          |
| Inalámbrico           | Wi-Fi, Bluetooth              | Wi-Fi, Bluetooth             | Ninguno                     | Wi-Fi (con adaptador)         | Ninguno                     | Wi-Fi, Bluetooth             | Ninguno                     |
| I/O Pins              | 34 pines GPIO                 | 40 pines GPIO                | 14 digitales, 6 analógicos  | 40 pines GPIO                 | 65 pines GPIO               | 40 pines GPIO                | Varía                       |
| Consumo de energía    | Bajo                          | Moderado                     | Bajo                        | Moderado a alto               | Moderado                    | Moderado                     | Bajo                        |
| Rango de precios      | \$                            | \$\$                         | \$                          | \$\$                          | \$\$                        | \$\$\$                       | \$ a \$\$                   |
| Casos de uso          | IoT, procesamiento sencillo   | Procesamiento complejo, IA   | Electrónica sencilla        | IA, procesamiento de imágenes | Aplicaciones industriales   | IA perimetral                | Aplicaciones en tiempo real |
| Programación          | C++, MicroPython              | Python, C++, otros           | C++, Arduino IDE            | Python, C++, otros            | Python, C++, otros          | Python, C++                  | C, C++                      |
| Almacenamiento        | Externo (tarjeta SD)          | Tarjeta MicroSD              | Ninguno (externo)           | Tarjeta MicroSD               | Tarjeta MicroSD             | Tarjeta MicroSD              | Externo (varía)             |
| Apoyo de la comunidad | Alto                          | Muy alto                     | Muy alto                    | Alto                          | Moderado                    | Moderado                     |                             |

Tabla 1 : comparativa de Microcontroladores.

### III.2 MÓDULO DE CARGA

Módulo de carga TP4056: El módulo de carga TP4056 es un módulo de carga popular diseñado específicamente para baterías de iones de litio y polímeros de litio. Incluye funciones como protección contra sobrecarga, protección contra descarga y protección contra cortocircuitos. Su función principal es cargar de forma segura la batería Li-Po conectada mediante la regulación de la corriente y el voltaje de carga.

MOSFET de canal P IRLML6401: El IRLML6401 es un MOSFET de canal P (transistor de efecto de campo de semiconductor de óxido de metal). Los MOSFET son interruptores electrónicos que pueden controlar el flujo de corriente. Dentro del circuito, el MOSFET de canal P actúa como un interruptor que permite o interrumpe el flujo de corriente de la batería a otros componentes.

Diodo 1N4001: El 1N4001 es un diodo estándar de uso general. Los diodos permiten que la corriente fluya en una dirección mientras la bloquean en la dirección opuesta. Dentro del circuito, se usa como diodo de protección de polaridad inversa.

Resistencia de 100K ohm: Una resistencia es un componente electrónico pasivo que limita el flujo de corriente en un circuito. La resistencia de 100K ohm que mencionó se puede usar en circuitos de división de voltaje, limitación de corriente o como resistencia pull-up o pull-down, según su función específica en su proyecto.

Regulador de 3,3 V de baja caída LM117: El LM117 es un regulador de voltaje que proporciona un voltaje de salida estable. En su circuito, el LM117 se usa para regular el voltaje de salida a 3.3V constantes. Asegura que el voltaje suministrado a su circuito permanezca constante incluso cuando cambien el voltaje de entrada o las condiciones de carga.

Batería Li-Po 3.7V/4.2V 2000mAh: La batería Li-Po es una batería recargable de iones de litio comúnmente utilizada en dispositivos electrónicos portátiles. Proporciona la fuente de alimentación para su circuito. El rango de voltaje

especificado de 3,7 V a 4,2 V indica los niveles de voltaje nominal y máximo de la batería, mientras que la capacidad de 2000 mAh representa su capacidad de almacenamiento de energía.

### III.3 AUDIO

|                              | Costo        | Dimensión             | Voltaje | Alcance |
|------------------------------|--------------|-----------------------|---------|---------|
| <b>DFPlayer mini mp3</b>     | 460 córdobas | 21 mm x 21 mm x 12 mm | 5v      |         |
| <b>Taidacent LM4817</b>      | 900 córdobas | 1.850mm x 0.906mm     | 5v      |         |
| <b>Adafruit I2S Max98357</b> |              | 1.97 x 2.76 x 0.39    | 5V      |         |

Tabla 2: comparativa dispositivo de audio.

El audio seleccionado fue el DFPlayer mini mp3 porque integra ya la tarjeta SD en el mismo modulo que se encarga de todo el audio, el micro solo dice cuando iniciar.

### III.4 SENSOR DE DISTANCIA

|                                | Costo         | Dimensión            | Voltaje | Alcance  |
|--------------------------------|---------------|----------------------|---------|----------|
| <b>Hc-SR04</b>                 | 120 córdobas  | 40mm x 20mm x 15mm   | 5v      | 2-400 cm |
| <b>Makeblock Me Ultrasonic</b> | 731 córdobas  | 6 mm x 36 mm x 31 mm | 5v      | 3-400 cm |
| <b>Parallax Ping 28015</b>     | 1250 córdobas | 22mm x 46 mm x 16 mm | 5v      | 2-300 cm |

Tabla 3: comparativa sensores de distancia.

Se seleccionó el sensor HC-SR04, esto es debido a que cumple con todas las características, es pequeño apto para un módulo pequeño y su costo es bajo. El rango de medición que posee es de 2 - 400 cm. El voltaje este sensor puede trabajar entre 4.5-6v.

### III.5 MÓDULO RFID Y TAGS

|                     | Costo        | Dimensión   | Voltaje | Alcance |
|---------------------|--------------|-------------|---------|---------|
| <b>RFID RC522</b>   | 123 córdobas | 40mm x 60mm | 3.3v    | 0-50mm  |
| <b>RFID 125 Khz</b> | 807.25       |             | 9v      | 5-15cm  |
| <b>RDM3600</b>      | 148 cordobas | 46mm x 32mm | 5v      | 20-50mm |

Tabla 4: comparativa módulos RFID.

La opción número 2 se descartó al ser mucho más cara que las otras dos opciones, y aunque la distancia de operación es mayor en el RDM3600 se seleccionó RFID RC522 al ser de bajo costo y por su voltaje de operación de 3.3v ya que el ESP32 trabaja con dicho voltaje.

## **CAPÍTULO : IV DISEÑO DE PROTOTIPO**

### **IV.1 SOFTWARE DE DISEÑO**

Para el desarrollo del prototipo, se empleará el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino, dada su compatibilidad con una amplia gama de microcontroladores, incluido el ESP32. El proceso de instalación comienza con la descarga del IDE desde su página oficial, siguiendo las instrucciones detalladas. Este IDE está disponible para los sistemas operativos Windows, Linux y macOS, y para este proyecto se utilizará específicamente la versión de Windows.

Es esencial contar con los controladores actualizados para el ESP32. Este microcontrolador realiza la comunicación serial a través de una interfaz USB-to-UART, la cual puede estar incorporada en la placa de desarrollo o ser externa. En este caso, la placa de desarrollo seleccionada emplea el chip CP210x como su principal interfaz de comunicación. Los controladores adecuados para los chips CP210x y FTDI pueden encontrarse en el siguiente enlace de la documentación oficial de Espressif: <https://docs.espressif.com/projects/espressif/en/latest/esp32/get-started/establish-serial-connection.html>

Una vez instalado el IDE y los controladores necesarios, se debe configurar el entorno para el ESP32. Esto se realiza agregando la URL [https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package\\_esp32\\_index.json](https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json) en el campo "Additional Board Manager URLs", ubicado en el menú "File > Preferencias" del IDE. Posteriormente, en el menú "Tools > Board > Boards Manager", se debe buscar e instalar "esp32 by Espressif System". Este proceso habilita el IDE de Arduino para trabajar con el módulo ESP32, asegurando un entorno de desarrollo adecuado para el prototipo.

## IV.2 ESP32

El ESP32 es un chip en combo con varias tecnologías; 2.4 GHZ Wi-Fi y Bluetooth diseñado a bajo consumo con una tecnología de 40 nm para obtener el mejor desempeño en radio frecuencia y consumo energético. Debido a su robustez y versatilidad tiene una amplia variedad de aplicaciones.

CPU y memoria:

- Xtensa single/dual core 32 bit LX6 microprocessor
- 448 KB ROM
- 520 KB SRAM
- 16 KB SRAM en RTC
- QSPI soporta multiple chips flash/SRAM

Reloj y temporizadores:

- Oscilador interno de 8Mhz con calibración
- Oscilador RC interno con calibración
- Oscilador de cristal externo 2-60MHZ (40Mhz solo para funcionalidad Wifi/Bluetooth)
- Oscilador de cristal externo 32 KHz para RTC con calibración
- Un temporizador RTC
- RTC watchdog

### IV.3 MÓDULO DE CARGA

A continuación, se muestra el circuito que implementado como modulo de carga para este desarrollo:

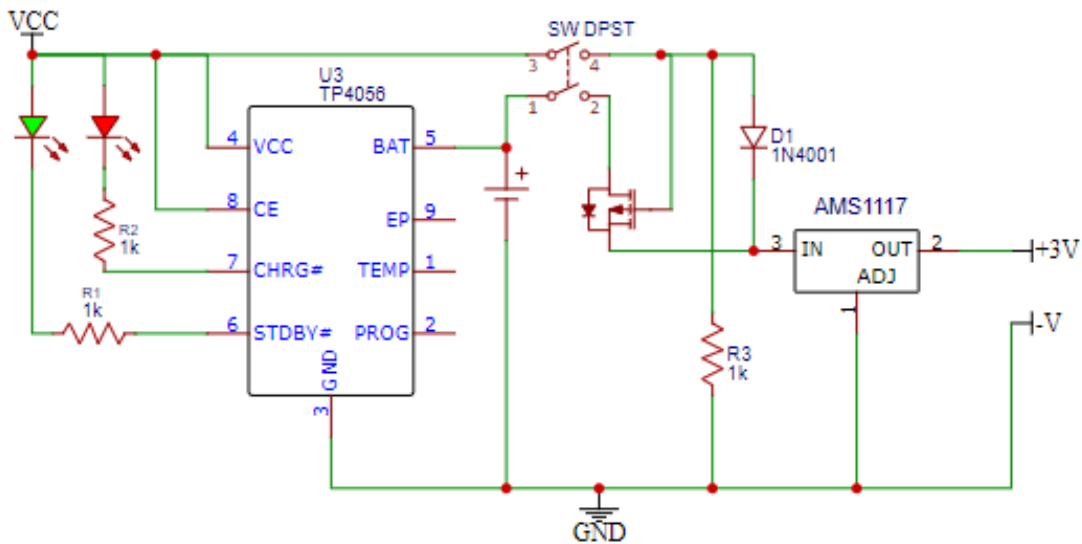


Figura: Módulo de carga TP4056.

Asignación general de pines:

- IN+ e IN- estos pines están conectados a la fuente de alimentación (por ejemplo, un puerto USB o una fuente de alimentación de CC) para proporcionar el voltaje de entrada para cargar la batería.
- BAT+ y BAT- estos pines están conectados a los terminales de la batería Li-Po para cargar.
- TEMP y BATT estos pines se utilizan para conectar resistencias externas para establecer los umbrales de voltaje y corriente de carga. Son opcionales y es posible que no se requieran para las operaciones de carga básicas.

Conexión:

- Conexión entre los pines IN+ e IN- a los terminales positivo y negativo de su fuente de alimentación, respectivamente.

- Conexión entre los pines BAT+ y BAT- a los terminales positivo y negativos correspondientes de su batería Li-Po.
- Opcionalmente, se puede realizar la conexión entre los pines TEMP y BATT a resistencias externas (si es necesario) para establecer los umbrales de voltaje y corriente de carga deseados.

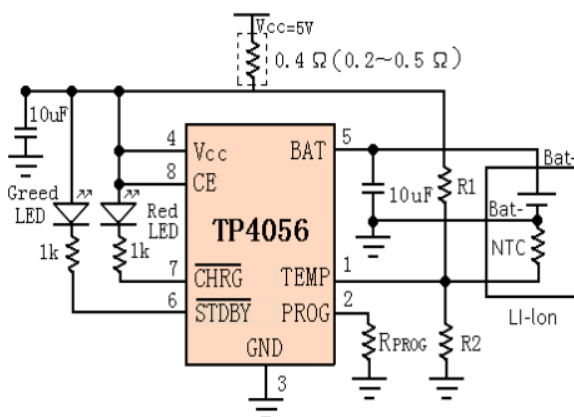


Figura 11: Módulo TP4056.

Fuente (NanJing Top Power ASIC Corp, s.f.)

| Numero Pin | Nombre Pin | Descripcion                                                                                                              |
|------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | TEMP       | Entrada de detección de temperatura                                                                                      |
| 2          | PROG       | Configuración de corriente de carga constante y carga del pin del monitor de corriente de carga                          |
| 3          | GND        | Terminal de tierra                                                                                                       |
| 4          | Vcc        | Voltaje de suministro de entrada positivo VIN                                                                            |
| 5          | BAT        | Pin de conexión de la batería                                                                                            |
| 6          | STDBY      | Salida de estado de carga de drenaje abierto. Cuando finaliza la carga de la batería, el interruptor interno baja el pin |
| 7          | CHRG       | Salida de estado de carga de drenaje abierto. Cuando la batería se está cargando, el interruptor interno baja el pin     |
| 8          | CE         | Entrada del chip de habilitación                                                                                         |

Tabla 5: Pines TP4056.

## Características y especificaciones

| Especificación                           | TP5100                                                              | TP4056                                                                          |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Voltaje de entrada</b>                | 5V - 18V                                                            | -0.3V - 8V                                                                      |
| <b>Corriente de carga</b>                | 100mA - 2A                                                          | 10mA - 1A                                                                       |
| <b>Duración del cortocircuito de BAT</b> | Continuo                                                            | Continuo                                                                        |
| <b>Tipo de célula</b>                    | Batería de litio recargable doble/simple de 8,4 V/4,2 V             | Batería de litio recargable única de 4,2 V                                      |
| <b>Precisión de carga</b>                | 1%                                                                  | 1,5%                                                                            |
| <b>Proteccion</b>                        | batería inversa, apagado, cortocircuito y protección de temperatura | monitor de corriente, bloqueo de bajo voltaje, protección de recarga automática |
| <b>Temperatura máxima de unión</b>       | 125°C                                                               | 145°C                                                                           |

Tabla 6: Características y especificaciones TP5100 y TP4056.

## Comparativa de componentes TP5100 y TP4056

El TP5100 y el TP4056 son módulos de protección y carga de batería de litio muy similares, pero tienen una o dos diferencias importantes, en esta sección hablaremos de esas diferencias.

| Módulo TP5100                                   | Módulo TP4056                                    |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Corriente de carga máxima 2 amperios            | Corriente de carga máxima 1 amperio              |
| Compatible con celdas de litio simples y dobles | Compatible con una sola celda de litio de 4,2 V  |
| Arranque suave no disponible                    | Límites de arranque suave Corriente de irrupción |
| Umbral de carga lenta programable               | Umbral de carga lenta de 2,9 V                   |
| Sin anti-intrusión de diodo Schottky externo    | se necesita un diodo Schottky externo            |
| Disponible en paquete SOP-8                     | Disponible en paquete QFN                        |

Tabla 7: comparativa TP5100 y TP4056.

El TP5100 y el TP4056 son módulos de carga y protección, capaces de realizar un trabajo con bastante precisión, siendo en términos de potencia y características, el módulo TP5100 es superior, pero en términos de costo y disponibilidad, el módulo TP4056, por tanto, siendo el más adecuado para la implementación (Components 101, 2023).

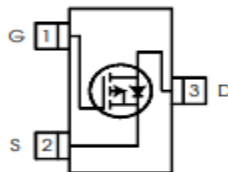


Figura 12: IRLML6401 P-Channel MOSFET.

Fuente (International Rectifier, 2014)

El IRLML6401 es un MOSFET de canal P en el que la mayoría de los portadores de carga (agujeros) son responsables del flujo de corriente. Cuando se aplica un voltaje positivo a la terminal de la puerta en relación con la terminal de la fuente, se crea un canal para el flujo de orificios desde la fuente hasta el drenaje.

### **Características y especificaciones**

El IRLML6401 está diseñado específicamente para aplicaciones de bajo voltaje. Tiene un voltaje de umbral bajo, típicamente alrededor de  $-0.8V$ , lo que significa que se puede encender fácilmente con un voltaje de fuente de compuerta bajo. Este MOSFET tiene una resistencia de encendido baja ( $R_{DS(on)}$ ), generalmente en el rango de miliohmios, lo que permite un flujo de corriente eficiente cuando está completamente encendido.

### **Configuración de pines**

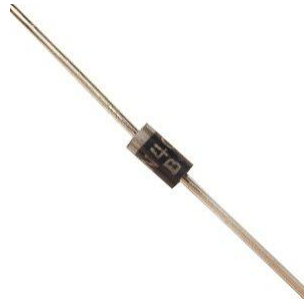
El MOSFET IRLML6401 generalmente viene en un paquete pequeño de montaje en superficie, como el SOT-23. Tiene tres pines principales:

- Drenaje (D): este pin se conecta al terminal positivo de la carga o del circuito que desea controlar.
- Fuente (S): Este pin está conectado a la terminal negativa o tierra de la carga o del circuito.
- Puerta (G): Este pin está conectado a la señal de control o voltaje que determina el estado del MOSFET, permitiendo o bloqueando el flujo de corriente.

### **Aplicaciones**

Los MOSFET de canal P como el IRLML6401 se usan comúnmente en varios circuitos electrónicos para administración de energía, aplicaciones de conmutación y sistemas de bajo voltaje. Se pueden usar para controlar el suministro de energía a las cargas, actuar como un interruptor para encender o apagar circuitos, o funcionar como cambiadores de nivel en circuitos lógicos.

Cuando usa el MOSFET de canal P IRLML6401, generalmente conecta el pin de drenaje al terminal positivo de la carga o circuito que desea controlar, el pin de fuente al terminal negativo o tierra y el pin de puerta a la señal de control o voltaje que determina el estado del MOSFET.



*Figura 13: Diodo 1N4001.*

*Fuente (Illinois Reuse, s.f.)*

### **Configuración de pines**

- Ánodo (cable más largo) Este pin es el terminal positivo del diodo.
- Cátodo (cable más corto) Este pin es el terminal negativo del diodo.

### **Regulador AMS1117**

El AMS1117 es un popular circuito integrado (IC) de regulador de voltaje lineal, está diseñado para proporcionar un voltaje de salida constante independientemente de las variaciones en el voltaje de entrada o las condiciones de carga. Actúa como un regulador de voltaje, asegurando un suministro de energía constante y confiable para los componentes conectados (Components 101, 2019).

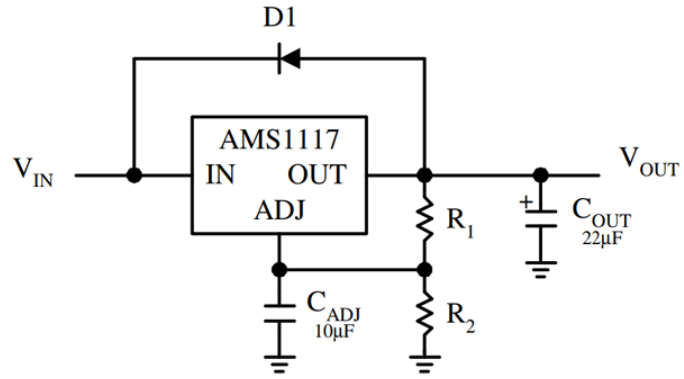


Figura 14: Diagrama AMS1117.

Fuente (Components 101, 2019)

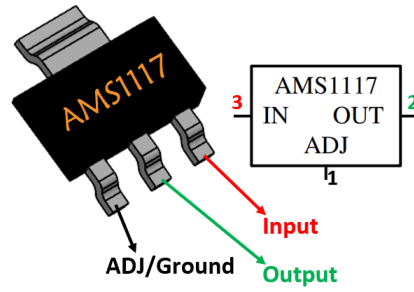


Figura 15: Regulador AMS1117.

Fuente (Components 101, 2019)

## Configuración pin

| Numero Pin | Nombre Pin               | Descripción                                                                                    |
|------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Ajuste/Tierra            | Estos pines ajustan el voltaje de salida, si es un regulador de voltaje fijo actúa como tierra |
| 2          | Voltaje de salida (Vout) | El voltaje de salida regulado establecido por el pin de ajuste se puede obtener de este pin    |
| 3          | Voltaje de entrada (Vin) | El voltaje de entrada que tiene que ser regulado se le da a este pin                           |

Tabla 8: Configuraciones de pines

## Configuración de pines

- Entrada (Vin) este pin está conectado a la fuente de voltaje de entrada que alimenta el regulador. Para el circuito está conectado a la salida del módulo de carga TP4056.
- Tierra (GND/Adj) este pin está conectado a tierra o al punto de referencia común del circuito.
- Salida (Vout) Este pin proporciona el voltaje de salida regulado de 3.3V.

## Comparativas

### Características AMS1117

- Regulador de voltaje lineal fijo/ajustable de 3 terminales
- Regulador de voltaje de caída baja (LDO)
- Tipo de voltaje fijo: 1,5 V, 1,8 V, 2,5 V, 2,85 V, 3,3 V y 5 V
- Rango de voltaje variable: 1,25 V a 13,8 V
- La corriente de salida es 1000mA

- Voltaje máximo de caída: 1,3 V
- Limitación de corriente incorporada y protección térmica.
- La temperatura de funcionamiento de la unión es de 125 °C.
- Disponible en paquetes SOT-223, TO-252 y SO-8

#### Características del regulador de voltaje LM1117

- Regulador de voltaje lineal fijo/ajustable de 3 terminales
- Tipo de voltaje fijo: 1,8 V, 2,5 V, 3,3 V y 5 V
- Rango de voltaje variable: 1,25 V a 13,8 V
- La corriente de salida es 800mA
- Limitación de corriente incorporada y protección térmica.
- La temperatura de funcionamiento de la unión es de 125 °C.
- Disponible en paquetes A-220, SOT223, TO263

Dado que el regulador ASM1117 ofrece mayores características tanto en el tipo de voltaje, como en la corriente de salida, para la implementación se optó por dicho regulador.

### **IV.4 MÓDULO DE AUDIO**

Se uso un buzzer para indicar la distancia con tonos, también un parlante para reproducir voz que anuncia un sitio y el módulo a utilizar sería el DFPlayer Mini MP3 que integra también tarjeta SD.

#### **IV.4.1 Buzzer**

Un buzzer pasivo o un altavoz son dispositivos que permiten convertir una señal eléctrica en una onda de sonido. Estos dispositivos no disponen de electrónica interna, por lo que tenemos que proporcionar una señal eléctrica para conseguir el sonido deseado.

Los buzzer son transductores piezoeléctricos. Los materiales piezoeléctricos tienen la propiedad especial de variar su volumen al ser atravesados por corrientes eléctricas.

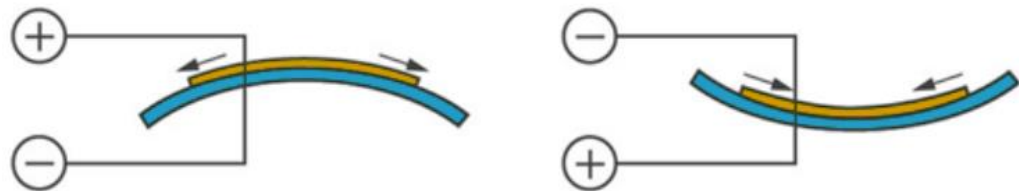


Figura 16: Buzzer de Señal eléctrica de una onda de sonido.

Un buzzer aprovecha este fenómeno para hacer vibrar una membrana al atravesar el material piezoeléctrico con una señal eléctrica.

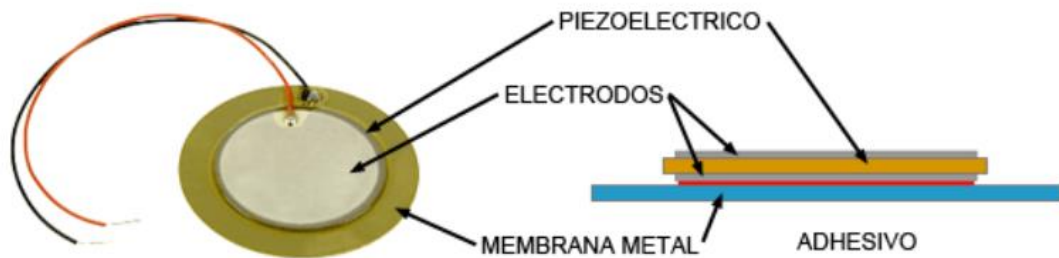


Figura 17: Buzzer emisión de sonidos

#### IV.4.1.1 Tipos de Buzzer

Se pueden clasificar en 2 tipos diferentes: electromagnéticos y piezoeléctricos.

Dentro de los piezoeléctricos podemos encontrar 2 tipos:

- **Sin oscilador:** Requieren de un voltaje y un oscilador externo para funcionar.

- **Con oscilador:** Cuentan con un oscilador interno lo que facilita el funcionamiento, ya que solo es cuestión de aplicar voltaje.

#### IV.4.2 Altavoz

Un altavoz basa su funcionamiento en el magnetismo. Se dispone de un imán permanente que, normalmente, es fijo a la carcasa. Por otro lado, una bobina móvil se acopla a una membrana flexible.

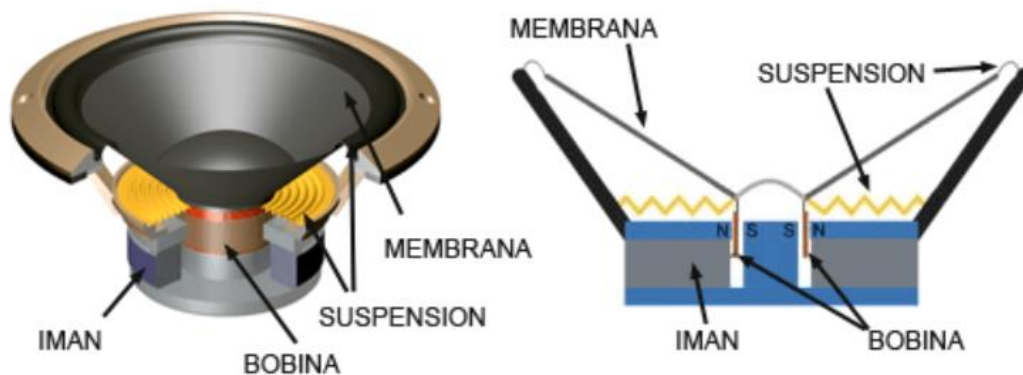


Figura 18: Esquema de Altavoz.

#### IV.4.3 DFPlayerMini MP3

Es un pequeño reproductor de audio MP3 con amplificador integrado y que puede funcionar por sí sólo simplemente conectando unos pulsadores que permiten la reproducción de archivos directamente cargados en una tarjeta de memoria Micro SD. Tiene dos modos de funcionamiento. El primero, conectar pulsadores (play, stop etc) y otro mediante una comunicación serial que puede ser conectada a cualquier microcontrolador con pines TX/RX, como por ejemplo los de la familia Arduino. Al disponer de un amplificador de audio integrado, se puede conectar directamente un altavoz de 4 o 8 Ohm.

### Características:

- Alimentación: 3.2V a 5V
- Samples soportados (kHz): 8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48
- Salida: 24 -bit DAC con soporte para rango dinámico 90dB
- Sistema de archivos: FAT16 y FAT32. Máx: 32G (tarjeta Micro SD no incluida)
- Interfaz: Pines de control I/O para pulsadores o modo Serial
- Soporta hasta 100 directorios. Cada directorio soporta un máximo de 255 archivos de audio
- Volumen ajustable en 30 niveles

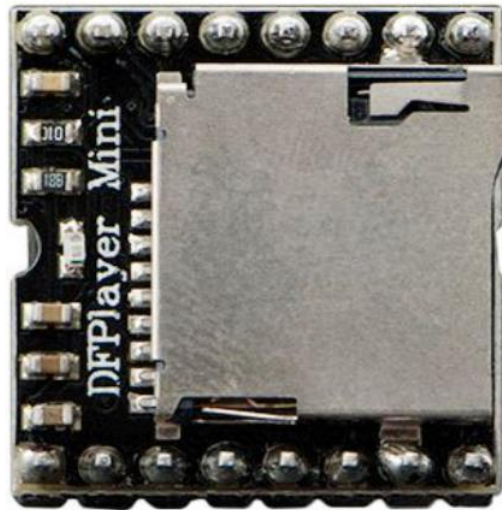


Figura 19:Modulo DFplayer mini mp3

## IV.5 SENSOR ULTRASÓNICO HC-SR04

El HC-SR04 es un sensor de distancias por

ultrasonidos capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra en un rango de 2 a 450 cm. El sensor funciona por ultrasonidos y contiene toda la electrónica encargada de hacer la medición.



Figura 20: Sensor ultrasónico HC-SR04

### Características técnicas del sensor ultrasónico HC-SR04

- Voltaje operativo de 5 VDC
- Intensidad de menos de 2 mA
- Ángulo de detección de no más de 15°
- Distancia de detección de 2 cm hasta 450 cm
- Precisión de hasta 3 mm
- Cables de conexión Macho-Hembra de 220 mm
- Frecuencia de ultrasonido: 40KHz
- Dimensiones: 45\*20\*15 mm
- Duración mínima del pulso de disparo TRIG (nivel TTL): 10  $\mu$ S

Pines de conexión:

- Contacto de potencia +5V DC;
- Trig – señal de entrada.
- Echo – señal de salida;
- GND es la salida «Tierra».

El sensor HC-SR04 posee dos transductores: un emisor y un receptor piezoeléctricos, además de la electrónica necesaria para su operación. El funcionamiento del sensor es el siguiente: el emisor piezoeléctrico emite 8 pulsos de ultrasonido(40KHz) luego de recibir la orden en el pin TRIG, las ondas de sonido viajan en el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoeléctrico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada, el tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto. El funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar o material de color negro (aunque los materiales blandos acústicamente como tela o lana pueden llegar a ser difíciles de detectar).

#### Funcionamiento del Sensor HC-SR04

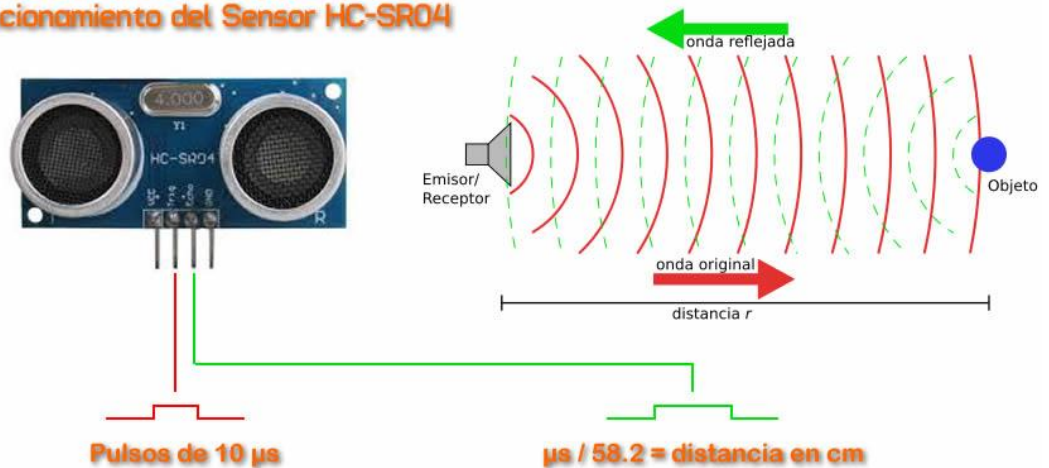


Figura 21: Esquema de Funcionamiento del Sensor HC-SR04.

## IV.6 RFID RC522

Con el propósito de identificar los sitios este módulo nos permite extraer información de los TAG sin necesidad de consultar con un servidor ni conectarse a una red, para ello es necesario en primera instancia escribir datos en los TAGS.

Este lector es de bajo costo, y muy fácil de conseguir opera con 3.3v y una corriente de 13 a 16mA en modo de operación y 10-13mA en modo stand by. Su frecuencia de operación es de 13.56 Mhz con una distancia de hasta 50mm usa el protocolo de comunicación SPI con una velocidad máxima de datos de 10Mbits/s su temperatura de operación ronda de -20 a 80 grados Celsius y una humedad de operación de 5% a 95%.

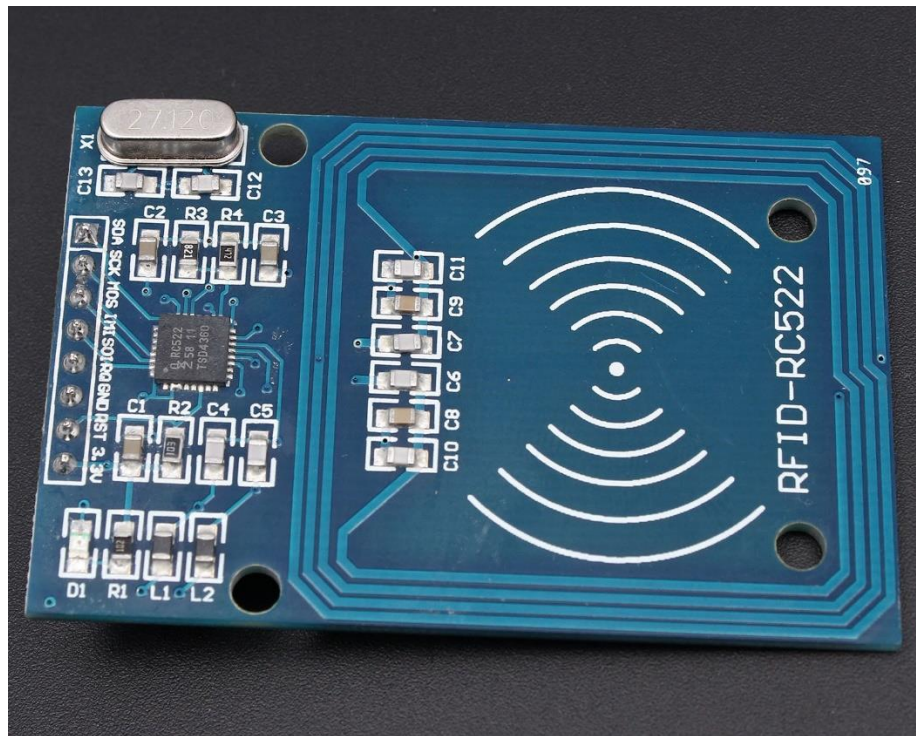


Figura 22: RFID- RC522.

### IV.6.1 TAG ID

El tag que se utilizó fue MIFARE Ultralight, en presentación de adhesivo para que sea fácil su aplicación en paredes además se puede retirar con la misma facilidad.

Su estructura consta de 16 páginas cada página cuenta con 4 bytes. Las páginas del 0-3 contiene el número de serie del TAG y configuraciones de fábrica. Se utilizará la página 4 para guardar el ID del audio a utilizar.

### IV.6.2 Organización de memoria.

La memoria EEPROM de 512 bit está organizada en 16 páginas cada una contiene 4 bytes.

| # Pagina |            | Byte               |          |            |            |
|----------|------------|--------------------|----------|------------|------------|
| DEC      | HEX        | 0                  | 1        | 2          | 3          |
| 0        | 00h        | Numero serial      |          |            |            |
| 1        | 01h        | Numero serial      |          |            |            |
| 2        | 02h        | Numero serial      | Internal | Lock bytes | Lock bytes |
| 3        | 03h        | OTP                | OTP      | OTP        | OTP        |
| 4 a 15   | 04h to 0fh | Memoria de usuario |          |            |            |

Tabla 9: Organizador de memoria.

#### UID/número de serie

El ID serial numérico único de 7-bytes y sus dos check bytes están programados en los primeros 9 bytes de memoria estos cubren las páginas 0,1 y el primer byte de la página 2. El segundo byte de la página 2 está reservado para datos internos. Estos bytes están protegidos contra escritura por requerimientos de seguridad.

### IV.6.3 Registro de ID

Para guardar los datos en el TAG se utilizó la pagina 4 que es la destinada a memoria del usuario, en específico se utilizaran los bytes 2 y 3.

| # Pagina |     | Byte |   |        |         |
|----------|-----|------|---|--------|---------|
| DEC      | HEX | 0    | 1 | 2      | 3       |
| 4        | 04h |      |   | idArea | TrackId |

Tabla 10: Registro IdArea

Estructura de datos del proceso de identificación de objetos

1. **Estructura General:** Se genera un archivo que se ha denominado “DimLugares.csv”, el cual es una tabla estructurada con varias columnas, cada una de las cuales representa un aspecto específico de la información relacionada con los objetos y sus identificadores de audio.
2. **Columnas y su Significado:**
  - **IdArea:** Es un identificador único para un área específica (por ejemplo, "Casa", "Oficina", etc.). Este identificador sirve para agrupar objetos que pertenecen al mismo entorno o contexto.
  - **Area:** Es el nombre legible del área a la que pertenece un objeto en particular. Por ejemplo, "Casa" o "Oficina".
  - **TrackId:** Es un identificador único para cada objeto dentro de un área. Sirve como un identificador específico para el archivo de audio generado.
  - **FileName:** Es el nombre propuesto del archivo de audio. Sin embargo, en nuestra implementación, hemos decidido usar **TrackId** como nombre del archivo para mantener una estructura más organizada y evitar posibles duplicados.
  - **Sound:** Es el texto que se convertirá en audio. Representa el nombre o descripción del objeto que se está identificando.
3. **Relaciones de Datos:**
  - **Relación entre IdArea y Area:** **IdArea** actúa como un identificador único para cada **Area**. Esto permite tener múltiples objetos dentro de un área específica, todos identificados por su propio **TrackId**.

- **Relación entre TrackId y Sound:** Cada objeto tiene un **TrackId** único dentro de un área y un texto correspondiente en **Sound** que se convertirá en audio.
4. **Propósito del Archivo CSV:** Este archivo actúa como una base de datos para la generación de archivos de audio. Al tener un archivo estructurado de esta manera, se facilita la automatización del proceso de generación de audio, garantizando que cada objeto tenga un archivo de audio único y esté organizado según el área a la que pertenece.
  5. **Consideraciones Futuras:**
    - **Adición de Nuevos Datos:** Si en el futuro se desea agregar más objetos o áreas, es esencial asegurarse de que cada **IdArea** y **TrackId** sea único para evitar sobreescrituras o conflictos.
    - **Calidad del Texto en Sound:** Es fundamental garantizar que el texto en la columna **Sound** esté bien escrito y sea claro, ya que será la base para la generación de audio. Cualquier error o ambigüedad en el texto podría llevar a una identificación incorrecta al usar el sistema de detección de objetos por identificación de audio.
    - **Extensibilidad:** Si en el futuro se requieren más detalles sobre los objetos o áreas, se pueden agregar más columnas al archivo CSV. Sin embargo, cualquier cambio en la estructura del archivo requerirá ajustes en el script de generación de audio.
  6. **En el Contexto del Proyecto:** Dado que este proyecto se centra en la detección de objetos mediante identificación de audio, es crucial tener una base de datos bien estructurada y organizada como **DimLugares.csv**. Al convertir los nombres o descripciones de los objetos en audio, los usuarios o sistemas pueden identificar objetos simplemente escuchando, lo que es invaluable en aplicaciones como la asistencia para personas con discapacidades visuales o en entornos donde la identificación visual no es práctica. Esta base de datos funciona como insumo para la creación y ajuste del script a la solución que se desea obtener.

## DimLugares.csv

| IdArea | Area   | TrackId | FileName | Sound        |
|--------|--------|---------|----------|--------------|
| 1      | House  | 1       | 1.mp3    | Sofá         |
| 1      | House  | 2       | 2.mp3    | Televisión   |
| 1      | House  | 3       | 3.mp3    | Lámpara      |
| 1      | House  | 4       | 4.mp3    | Cama         |
| 1      | House  | 5       | 5.mp3    | Silla        |
| 1      | House  | 6       | 6.mp3    | Mesa         |
| 1      | House  | 7       | 7.mp3    | Refrigerador |
| 1      | House  | 8       | 8.mp3    | Microonda    |
| 1      | House  | 9       | 9.mp3    | Lavadora     |
| 1      | House  | 10      | 10.mp3   | Reloj        |
| 1      | House  | 11      | 11.mp3   | Espejo       |
| 1      | House  | 12      | 12.mp3   | Cortinas     |
| 1      | House  | 13      | 13.mp3   | Alfombra     |
| 1      | House  | 14      | 14.mp3   | Comedor      |
| 1      | House  | 15      | 15.mp3   | Sanitario    |
| 1      | House  | 16      | 16.mp3   | Ventana      |
| 1      | House  | 17      | 17.mp3   | Puerta       |
| 1      | House  | 18      | 18.mp3   | Escaleras    |
| 1      | House  | 19      | 19.mp3   | Planta       |
| 1      | House  | 20      | 20.mp3   | Almohada     |
| 2      | Office | 1       | 1.mp3    | Escritorio   |
| 2      | Office | 2       | 2.mp3    | Computadora  |
| 2      | Office | 3       | 3.mp3    | Silla        |
| 2      | Office | 4       | 4.mp3    | Impresora    |
| 2      | Office | 5       | 5.mp3    | Teléfono     |
| 2      | Office | 6       | 6.mp3    | Archivador   |
| 2      | Office | 7       | 7.mp3    | Pizarron     |
| 2      | Office | 8       | 8.mp3    | Escáner      |

|   |             |    |        |                        |
|---|-------------|----|--------|------------------------|
| 2 | Office      | 9  | 9.mp3  | Desfibradora           |
| 2 | Office      | 10 | 10.mp3 | Planta                 |
| 2 | Office      | 11 | 11.mp3 | Monitor                |
| 2 | Office      | 12 | 12.mp3 | Bolígrafo              |
| 2 | Office      | 13 | 13.mp3 | Computadora portátil   |
| 2 | Office      | 14 | 14.mp3 | Reloj                  |
| 2 | Office      | 15 | 15.mp3 | Lámpara                |
| 2 | Office      | 16 | 16.mp3 | Calendario             |
| 2 | Office      | 17 | 17.mp3 | Bote de basura         |
| 2 | Office      | 18 | 18.mp3 | Alfombrilla para silla |
| 2 | Office      | 19 | 19.mp3 | Notas adhesivas        |
| 3 | Supermarket | 1  | 1.mp3  | Carrito de compra      |
| 3 | Supermarket | 2  | 2.mp3  | Pasillo                |
| 3 | Supermarket | 3  | 3.mp3  | Caja registradora      |
| 3 | Supermarket | 4  | 4.mp3  | Lácteos                |
| 3 | Supermarket | 5  | 5.mp3  | Comidas congeladas     |
| 3 | Supermarket | 6  | 6.mp3  | Panadería              |
| 3 | Supermarket | 7  | 7.mp3  | Carne                  |
| 3 | Supermarket | 8  | 8.mp3  | Cereal                 |
| 3 | Supermarket | 9  | 9.mp3  | Aperitivos             |
| 3 | Supermarket | 10 | 10.mp3 | Bebidas                |
| 3 | Supermarket | 11 | 11.mp3 | Alerta piso mojado     |
| 3 | Supermarket | 12 | 12.mp3 | Farmacia               |
| 3 | Supermarket | 13 | 13.mp3 | Cesta de la compra     |
| 3 | Supermarket | 14 | 14.mp3 | Cajero                 |
| 3 | Supermarket | 15 | 15.mp3 | Etiqueta de precio     |

Tabla 11: Lugares IDArea.

Para escribir los datos en los Tags se utilizará el mismo módulo RFID con la diferencia que se crea un programa para la escritura. A continuación, se detalla el archivo **rfid\_write\_personal\_data.ino**

```

1 #include <SPI.h>
2 #include <MFRC522.h>
3
4 #define RST_PIN      2
5 #define SS_PIN      21
6 #define FOLDER 1
7 unsigned int track = 1;
8 byte block = 4;
9 byte buffer[4] = {0,0,FOLDER,0};
10 byte oldUID[7] = {0,0,0,0,0,0,0};
11 MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);    // Create MFRC522 instance

```

En las líneas 1 y 2 se declara las directrices include para las librerías SPI y MFRC522 necesarias para la comunicación SPI y la gestión del módulo.

En las líneas 4 a 7 se definen los pines para RESET, SLAVE SELECT respectivamente a los pines 2 y 21 del microcontrolador.

Las líneas 8 a 11 se declaran variables para el folder correspondiente al área, track así como el identificador de único del TAG eso con el fin de identificar si una tarjeta ya fue escrita y evitar dañar el ciclo de grabado en masa. Se procede creando una instancia del módulo MFRC522.

```

13 void setup() {
14   Serial.begin(115200); // Initialize serial communications with the PC
15   SPI.begin();          // Init SPI bus
16   mfrc522.PCD_Init();   // Init MFRC522 card
17   Serial.println(F("Write folder and track data on a MIFARE PICC "));
18 }

```

Se configura el inicio de la comunicación SPI y el modulo

Finalmente, en el loop principal tenemos lo siguiente, los primeros 2 ifs verifican si hay un tag presente y si se puede leer info de no ser asi regresa al inicio del loop.

Una vez que se puede leer info, se guarda el UID del tag para verificar que es una TAG diferente al anterior de ser así se procede con la impresión del UID y el tipo de tag para propósitos de DEBUG por serial monitor

```
20 void loop() {
21
22
23 // Reset the loop if no new card present on the sensor/reader. This
  saves the entire process when idle.
24 if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {
25   return;
26 }
27
28 // Select one of the cards
29 if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
30   return;
31 }
32
33 bool isNew = false ;
34   for (byte i = 0; i < 7;i++){
35     if( mfrc522.uid.uidByte[i] != oldUID[i]) isNew = true;
36   }
37 if(!isNew){
38   Serial.println("same tag");
39   return;
40 }
41
42 Serial.print(F("Card UID:")); //Dump UID
43 for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
44   Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
45   Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
46 }
47 Serial.print(F(" PICC type: ")); // Dump PICC type
48   MFRC522::PICC_Type piccType =
mfrc522.PICC_GetType(mfrc522.uid.sak);
49 Serial.println(mfrc522.PICC_GetTypeName(piccType));
```

Y se procede con la escritura de los datos, automáticamente antes de reiniciar el ciclo se suma un entero a la variable que lleva el control del trackId así solo es necesario acercar el tag al módulo y se escribirá el trackId correcto, y luego

acercar un nuevo tag y este tendrá el siguiente número de trackId y así evitar tener que cambiar manualmente el id que se escribirá en el tag.

```
53 MFRC522::StatusCode status;
54
55 // Write block
56 buffer[3] = track;
57 status = mfrc522.MIFARE_Ultralight_Write(block, buffer, 4);
58 if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
59     Serial.print(F("MIFARE_Write() failed: "));
60     Serial.println(mfrc522.GetStatusCodeName(status));
61     return;
62 }
63 for (byte i = 0; i <7;i++)
64     oldUID[i] = mfrc522.uid.uidByte[i];
65 Serial.print(F("MIFARE_Write() success: "));
66 for (byte i = 0; i < 4; i++)
67     Serial.print(buffer[i]);
68 track++;
68 Serial.println(" ");
70 mfrc522.PICC_HaltA(); // Halt PICC
71 mfrc522.PCD_StopCrypto1(); // Stop encryption on PCD
72}
```

## **CAPÍTULO : V DESARROLLO DE SOFTWARE**

### **V.1 SCRIPT GENERADOR DE AUDIOS**

Este script proporciona una solución automatizada para generar archivos de audio a partir de un archivo CSV y organizarlos en una estructura de directorios específica. Esta automatización es esencial para manejar grandes conjuntos de datos, generar múltiples archivos de audio de manera eficiente y, facilitar la identificación, como también, la recuperación de datos sobre los objetos para así los demás módulos logre trabajar en conjunto

```

1 from gtts import gTTS
2 import os
3 import pandas as pd
4
5 df=pd.read_csv(os.getcwd()+ "\\DimLugares.csv")
6
7 base_output_directory = os.getcwd() +"\\audio"
8
9 if not os.path.exists(base_output_directory):
10     os.mkdir(base_output_directory)
11
12 for _, row in df.iterrows() :
13     sound_text = row["Sound"]
14     id_area = row["IdArea"]
15     track_id = row["TrackdId"]
16
17     tts= gTTS(sound_text, lang="es")
18
19     area_directory = os.path.join(base_output_directory, str(id_area))
20     if not os.path.exists(area_directory) :
21         os.mkdir(area_directory)
22
23     audio_file_path = os.path.join(area_directory, f"{track_id}.mp3")
24     tts.save(audio_file_path)
25     print(f"Audio file saved for :{sound_text} in dir :
26     {area_directory}")
27 print("Audio files generation completed.")

```

## Importación de bibliotecas

Se importan las bibliotecas necesarias para el funcionamiento del script:

- **gtts**: Esta biblioteca permite convertir texto a audio. Específicamente, usamos la clase **gTTS** para generar archivos de audio en formato MP3.
- **os**: Proporciona funciones para interactuar con el sistema operativo, como la creación de directorios.
- **pandas**: Una biblioteca poderosa para la manipulación y análisis de datos. Se usa para leer y procesar el archivo CSV

## Lectura de archivo csv

Aquí, leemos el archivo DimLugares.csv en un DataFrame de pandas llamado df. Un DataFrame es una estructura de datos bidimensional, similar a una tabla, que facilita la manipulación de datos.

### **Definición del directorio base**

Se define un directorio base, **audio\_output**, donde se guardarán todos los archivos de audio generados.

### **Generación de archivos de audio**

Se inicia un bucle que recorre cada fila del DataFrame, para cada fila y se extraen los valores de las columnas “Sound”, “IdArea” y “TrackId” de la fila actual. Y se utiliza gTTS para convertir el texto de la columna “Sound” a audio en español.

Finalmente se verifica que exista el path de salida, y se genera un nombre de archivo correspondiente al track id que se guardara en su carpeta correspondiente.

## **V.2 PROGRAMACIÓN ESP32**

Según los requerimientos la pulsera deberá tener algún modo para detectar objetos frente al usuario, reproducirá sonidos para alertar de la cercanía de objetos e identificará sitios por lectura de Tags ID respondiendo auditivamente con el nombre del sitio que se encuentra.

Para ello se requiere:

- Medir distancia
- Reproducir señal auditiva con respecto a la distancia
- Leer id
- Reproducir audio con el nombre del sitio

Ya que las pulseras se utilizarán en la muñeca, la posición de la mano natural del brazo no favorece para que los sensores detecten que hay frente al usuario. En este caso la mejor manera es instruir al usuario para que se coloque la mano en el pecho exponiendo la pulsera a todo lo que haya frente al él.

Siguiendo estas pautas, y los requerimientos del diseño se utilizará en síntesis los siguientes módulos:

- Distancia: sensor ultrasónico HC-SR04
- Respuesta auditiva: Buzzer
- Lector RFID: RC522
- Reproducción de voz: DFPlayer Mini Mp3

Se agregarán 1 un botón para entrar y salir de modo anticolidión.

En el modo anticolidión el usuario solo será capaz de navegar por su entorno utilizando la pulsera para detectar objetos frente a él, al salir de este modo será capaz de leer los TAGS y así obtener una repuesta, dicha repuesta será una voz que le indicará el nombre del sitio en el que se encuentra.

Cada TAG ID tendrá asociado un identificador único, este identificador será también el nombre del archivo a reproducir. El módulo RFID RC522 es capaz de leer y escribir en los TAGS ID.

### V.3 DIAGRAMA DE FLUJOS

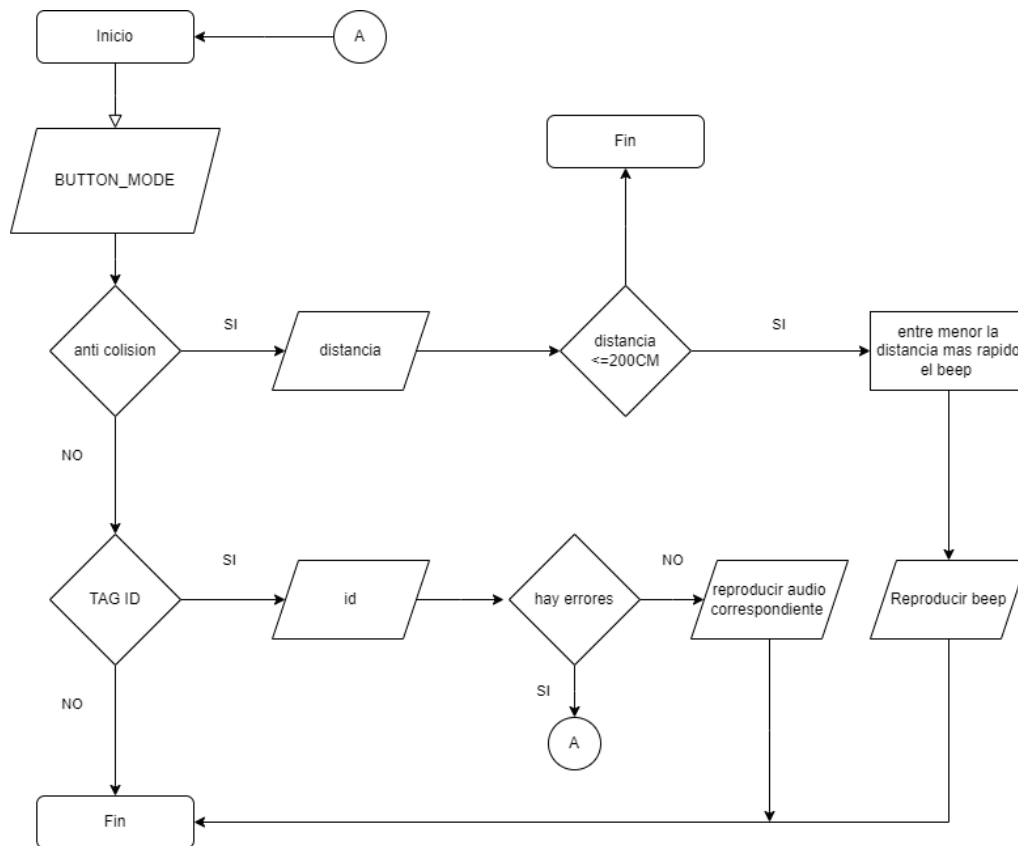


Figura 23: Diagrama de flujo de código principal

Para el lector RFID RC522 se trabajará con la librería RC522

<https://github.com/miguelbalboa/rfid>

Con el módulo DFPlayer Mini con la librería

<https://github.com/DFRobot/DFPlayer-Mini-mp3>

Se crea dos librerías desde cero para el sensor HC-SR04 y el Buzzer. Hcsr04.h y Buzzer.h respectivamente. Para mantener el código limpio y legible se crean dos librerías tomando las librerías bases RC522.h y DFPlayerMini.h esto también hace que sea más fácil editar las configuraciones, valores o mejorar el código ya que es modular.

A continuación, se presenta el código del main

```
1 #include <Hcsr04.h>
2 #include <Buzzer.h>
3 #include <RFID.h>
4 #include <Player.h>
5
6
7 const int BUTTON_MODE = 14;
8
9 byte *id;
10 bool modo_anticolision = false;
11 bool anticolision = false;
12 unsigned long int oldMillis = 0 ;
13 unsigned long int currentMillis=0;
14 const int DELAY = 150;
15 void setup() {
16   Serial.begin(115200);
17   pinMode(BUTTON_MODE, INPUT_PULLDOWN);
18   Serial.println("Configurando");
19   SPI.begin();
20   RFID.PCD_Init();
21   delay(50);
22
23   Player.init();
24 }
25
26 void loop() {
27   currentMillis = millis();
28   modo_anticolision = digitalRead(BUTTON_MODE);
29   if(modo_anticolision && (currentMillis - oldMillis > DELAY)){
30     anticolision = !anticolision;
31     oldMillis = currentMillis;
32   }
33   if (anticolision){
34     int distancia = Hcsr04.getDistancia();
35     if (distancia <= DISTANCIA_MAX)
36       Buzzer.beep(distancia);
37   }else {
38     // Buzzer.stopBeep();
39     id = RFID.getID();
40     if(*(id)){
41       Serial.print("Carpeta : ");Serial.println(*(id + 1));
42       Serial.print("Pista : ");Serial.println(*(id +2));
43       Player.play(*(id + 1), *(id +2));
44     }
45   }
46 }
```

# CAPÍTULO : VI RESULTADOS

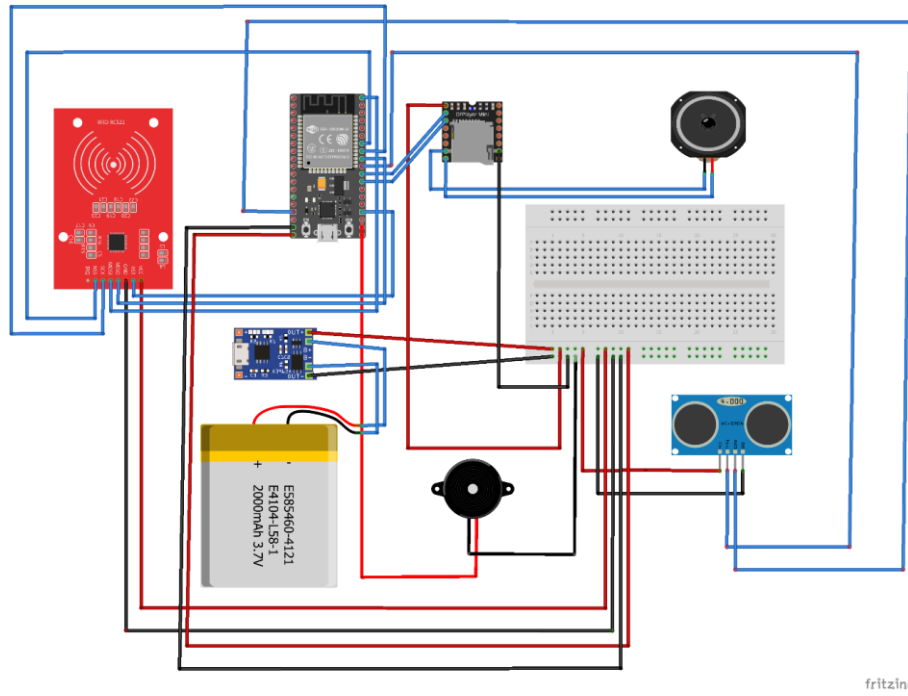


Figura 27: Diagrama de conexión

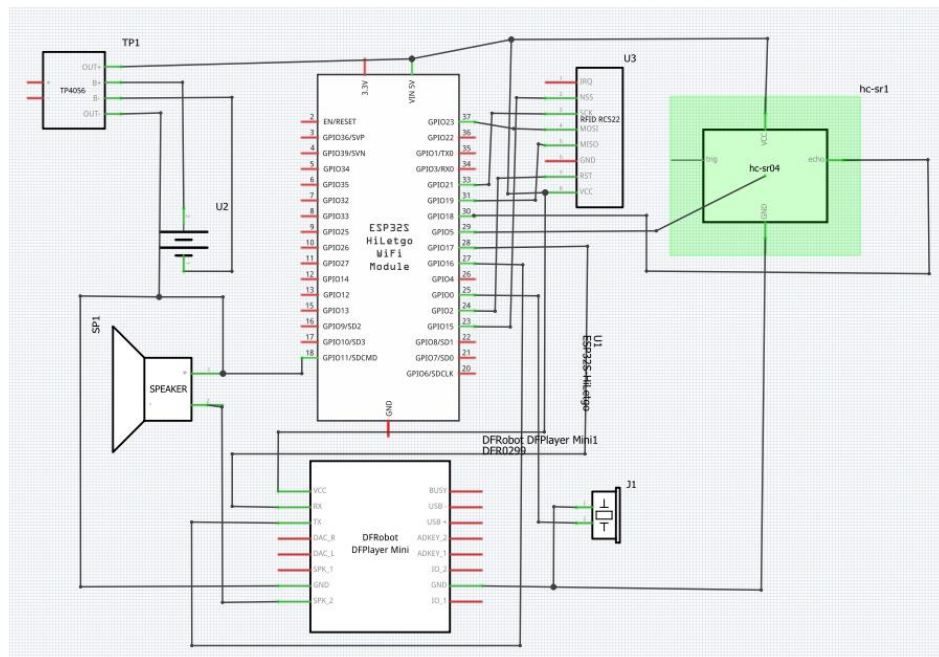


Figura 28: Diagrama de circuito

Se realizó 5 pruebas para determinar el funcionamiento adecuado según los requerimientos del diseño.

La prueba número uno consiste en poner el dispositivo en modo anticollisión mediante el botón de cambio de modo, una vez en este modo el dispositivo tiene que ser capaz de responder auditivamente cuando un objeto o persona está dentro de su alcance, es decir a una distancia menor de 2 metros. Cuando la distancia sea cercana o mayor al límite de 2 metros el dispositivo emitirá un pitido que se repetirá cada cierto momento equivalente a esa distancia, cuando la distancia sea menor el pitido se acelerará reflejando la cercanía que tiene con el objetivo detectado.

La prueba número dos consiste en la lectura del tag ID para esta prueba es necesario que el dispositivo esté en modo de lectura. La distancia entre el lector RFID y el tag se espera que sea menor a 5 cm debido a las limitaciones del mismo lector. El dispositivo tiene que ser capaz de leer el mismo TAG ID a una velocidad que el usuario no sea capaz de percibir como lenta, y deberá leer diferentes tags y responder con la misma velocidad para esta prueba se espera tiempos de respuesta menores a 1 segundo.

En la tercera prueba se verificará que el audio esté en correcto funcionamiento, tanto de volumen, como consistencia es decir que no haya ruidos ni interrupciones.

En la cuarta prueba se verificará que los TAGS ID tengan la información correspondiente a la base de datos creada.

En la quinta prueba se espera que el dispositivo responda de forma auditiva con un audio de lo que haya identificado, esta es una prueba de integración en la cual se espera que el dispositivo funcione de manera final tal como corresponde.

### **Prueba # 1: Distancia y retroalimentación**

Se realizó prueba a diferentes distancias dentro del rango de 2 metros para el modo anticolidión resultando satisfactorio la retroalimentación del prototipo mediante el buzzer. El dispositivo responde con pitido el cual es más frecuente cada vez que se acercaba un objeto o persona a su rango de detección, y al contrario el pitido se hacía menos frecuente al alejarse.

### **Prueba #2: Lectura tag ID**

Al realizar esta prueba con diferentes TAGs ID se midió una velocidad de lectura promedio de 300ms, se realizaron 50 lecturas consecutivas las cuales no produjeron ningún error. Y como se esperaba la distancia entre el tag y el lector fue de 3cm o menor.

### **Prueba #3: Audio**

En esta prueba los audios generados por el script fueron probados primero externamente, para descartar problemas de origen. Al reproducirlos en el dispositivo no hubo inconvenientes el audio se escucha claro y con un buen volumen.

### **Prueba #4: Verificación de datos**

Para esta prueba se verifico los datos que generaban los audios, para evitar errores lógicos como por ejemplo que un audio no corresponda con el ID asociado.

Se escribieron 13 tags con ids aleatorios de nuestra base de datos, luego se etiquetaron físicamente para ser identificados fácilmente al ojo humano, y se procedió con la lectura mediante el lector RFID resultando satisfactorio todos los tags leídos ya que correspondían los IDs con el contenido del archivo a reproducir.

### **Prueba #5: Integración**

Se inicio el dispositivo con el modo lectura (modo por defecto) se sometió a varias lecturas de TAGs diferentes y se obtuvo la respuesta auditiva correspondiente, sin sensación de espera ni lentitud. El audio era claro y audible por medio del altavoz,

al presionar el botón para cambiar de modo el dispositivo entro en modo anticolisión como se esperaba detectando objetos o personas dentro de su rango de trabajo mediante el buzzer. Al presionar nuevamente el botón de cambio de modo volvió al modo de lectura leyendo sin problemas los tags. Se obtuvieron resultados satisfactorios ya que se logró integrar todos los elementos para lograr que el dispositivo funcionara como uno sola en todas sus modalidades

## **CAPÍTULO : VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **VII.1 CONCLUSION**

Se implemento un dispositivo de localización e identificación de áreas y objetos mediante el desarrollo de un prototipo funcional que utiliza la tecnología RFID, para leer un ID previamente creado en un registro de identificadores únicos para cada objeto o área asociado a un tag id. Permite reproducción posterior de sonidos dentro de rangos auditivos apropiados como respuesta y facilita la interacción de las personas no videntes con su entorno al identificar objetos, este dispositivo es un complemento al bastón además que es portable al utilizarse como una pulsera.

Este proyecto tiene sobre todo el propósito de fomentar a nuevas generaciones a crear e ingeniar soluciones creativas e innovadoras para asistir a personas con limitaciones físicas o de aprendizaje a través de la tecnología.

## VII.2 RECOMENDACIONES

En lo referente a trabajos futuros a realizar a partir del proyecto presentado, se sugiere seguir mejorando con el fin de que personas no videntes puedan acceder al dispositivo y emplearlo sin problemas en tareas de compra y venta en supermercados, comercios, almacenes y/o su aplicación en distintos escenarios como escuelas, hospitales y bibliotecas.

- Utilizar sensores de distancia con mayor precisión para mejorar la detección de obstáculos.
- Utilizar tags activos para mejorar la distancia de lectura, así mismo cambiar el lector RFID.
- Reducir el tamaño integrando todos los módulos en una sola PCB
- Crear un encapsulado resistente al polvo y agua, sea más cómodo y estético para el usuario.
- Hay que contemplar la ampliación de la información registrada para otras áreas en otros lugares.
- Emitir un mejor rango de sonido, utilizando auriculares.
- Se puede implementar tecnología RFID para control de acceso, control de registros en almacenamientos, supermercados, escuelas, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- Ramírez et al (2010) *Discapacidad visual Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica*. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/106810/discapacidad-visual.pdf>
- Once. (2013, diciembre 9). *Ceguera y deficiencia visual*. Recuperado de <https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual/concepto-de-ceguera-y-deficiencia-visual>
- Organización mundial de la salud. (2022, octubre 13). *ceguera y discapacidad visual*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- Federación Española Sordoceguera. (2018). *Guía de orientación y movilidad para personas con sordoceguera*. Recuperado de [https://www.saludinforma.es/portalsi/documents/10179/2793801/Guia\\_de\\_orientacion\\_y\\_movilidad\\_sin\\_clave.pdf/134eea73-3596-48ed-942b-94aa57dbffdb](https://www.saludinforma.es/portalsi/documents/10179/2793801/Guia_de_orientacion_y_movilidad_sin_clave.pdf/134eea73-3596-48ed-942b-94aa57dbffdb)
- Landt, Jeremy. (2005) The history of RFID, *IEEE Potentials*,24(4),8-11).
- Jorge Alva, Natali Alcorta. (2020). *Sistemas Embebidos: Guía metodológica para su desarrollo* (1). UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO.
- Leonel G. Corona Ramírez, Griselda S. Abarca Jiménez & Jesús Mares Carreño (2014). *Sensores y actuadores: Aplicaciones con Arduino* (1). Grupo Editorial Patria.
- Incibe-Cert. (08 de 02 de 2023). *Introducción a los sistemas embebidos*. Recuperado el 08 de 02 de 2023, de <https://www.incibe-cert.es/blog/introduccion-los-sistemas-embebidos>.

Asiarfid.(08 de 02 de 2023). ¿Cuáles son los diferentes tipos de etiquetas RFID? Recuperado el 08 de 02 de 2023, de <https://www.asiarfid.com/es/different-types-of-rfid-tags.html>

Balanis (2005) Antenna theory: Analysis and design (3rd ed., p. 33). Hoboken: Wiley-Interscience.

Finkenzeller, K. (2010). RFID Systems. In RFID Handbook: Fundamentals and Applications in contactless smart cards and identification cards, radio frequency identification and near-field communication (3rd ed., p. 6, 22, 124). Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.

Illinois and Nearby States Reuse Machineries and Industrial Equipment. (s.f.). Diode rectifier 1N4007A 1A 1000V rohs pack of 20 [Figura]. Illinois-Reuse. Recuperado el 06 de 07 de 2023, de [Diode rectifier 1N4007A 1A 1000V rohs pack of 20 \(illinois-reuse.com\)](https://illinois-reuse.com)

International Rectifier. (2014, abril 28). IRLML6401Pbf [Hoja de datos en PDF]. Infineon. Recuperado el 30 de 06 de 2023, de [https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-IRLML6401-DataSheet-v01\\_01-EN.pdf?fileId=5546d462533600a401535668b96d2634](https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-IRLML6401-DataSheet-v01_01-EN.pdf?fileId=5546d462533600a401535668b96d2634)

NanJing Top Power ASIC Corp. (s.f.). TP4056 1A Standalone Linear Li-Ion Battery Charger with Thermal Regulation in SOP-8 [Hoja de datos en PDF]. Recuperado el 30 de 06 de 2023, de <https://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Prototyping/TP4056.pdf>

Components 101. (2019, julio). AMS1117 1A LDO Regulator – Fixed/Variable [Figura]. Components101. Recuperado el 30 de 06 de 2023, de <https://components101.com/regulators/ams1117-1a-ldo-regulator-pinout-datasheet>

Components 101. (2023, febrero). TP5100 vs TP4056 Lithium Battery Charging and Protection Module [Figura]. Components101. Recuperado el 30 de 06 de 2023, de <https://components101.com/articles/tp5100-vs-tp4056>

## Anexos

### Costos

| Componente                                                                                        | Precio       | Unidades |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| HiLetgo ESP-WROOM-32 ESP32 ESP-32S Development Board                                              | 9.99         | 1und     |
| Coin Cards Tags Ntag215                                                                           | 12.99        | 50 und   |
| EEMB LiPo Battery 3.7V 2000mAh                                                                    | 13.99        | 1und     |
| HiLetgo TP4056 Type-c                                                                             | 5.99         | 3und     |
| HiLetgo AMS1117 Module                                                                            | 6.9          | 10und    |
| Speaker 2W 8 Ohm Metal Shell Round Internal Magnet                                                | 8.56         | 4und     |
| HiLetgo DFPlayer Audio Voice Music Module Mini MP3 Player Audio Voice Module TF Card U Disk Board | 7.99         | 2und     |
| HiLetgo RC522 RFID Reader 13.56Mhz                                                                | 10.49        | 1und     |
| ELEGOO Multicolored Dupont Wire Breadboard Jumper Ribbon Cables                                   | 6.98         | 120und   |
| <b>Total</b>                                                                                      | <b>83.88</b> |          |

### Librerías

Las siguientes librerías fueron creadas para este proyecto, con el IDE de Arduino. El archivo keywords.txt es necesario por el IDE para indicar cuando se debe resaltar una función. Los archivos que contengan la palabra "config" son archivos de configuración de pines por defecto. Los archivos que contienen ".h" contienen los headers y definición de variables y declaración de funciones. Los archivos con extensión ".cpp" contienen todas las funciones y sus definiciones.

### LIBRERIA RFID

Esta librería contiene 4 archivos :

1. Keywords.txt
2. rconfig.h
3. RFID.h
4. RFID.cpp

## Keywords.txt

```
1 #####
2 # Datatypes (KEYWORD1)
3 #####
4
5 RFID      KEYWORD1
6
7
8 #####
9 # Methods and Functions (KEYWORD2)
10 #####
11
12 setPin    KEYWORD2
13 getID     KEYWORD2
14 writeID   KEYWORD2
```

## Rconfig.h

```
#ifndef _rconfig_h
#define _rconfig_h

#define DEFAULT_RST_PIN 2
#define DEFAULT_SS_PIN 21

#endif
```

## RFID.h

```
1 #ifndef _RFID_h
2 #define _RFID_h
3
4 #include "rconfig.h"
5 #include <MFRC522.h>
6 #include "Arduino.h"
7
8 #ifdef ESP32
9 #define min _min
10 #define max _max
11 #endif
12
```

```

13 //MFRC522 mfrc522(DEFAULT_RST_PIN,DEFAULT_SS_PIN);
14
15 class RFIDClass{
16
17     public :
18         RFIDClass();
19         ~RFIDClass();
20         void setPin(unsigned int pinRST,unsigned int pinSS);
21         byte * getID ();
22         void writeID();
23         void PCD_Init();
24         void PCD_DumpVersionToSerial();
25     private :
26         MFRC522 mfrc522;
27         MFRC522::StatusCode status;
28         MFRC522::MIFARE_Key key;
29         MFRC522::PICC_Type piccType;
30         int defaultKey[6] = {0x32, 0x38, 0x5F, 0x4D, 0x69, 0x6E};
31         int mRSTpin = DEFAULT_RST_PIN;
32         int mSSpin = DEFAULT_SS_PIN;
33         byte buffer[18];
34         byte blockTrailer = 3;
35         byte sector = 1;
36         byte len = 18;
37
38 };
39
40 extern RFIDClass RFID;
41
42 #endif

```

## RFID.cpp

```

1 #include "RFID.h"
2 #include <MFRC522.h>
3 RFIDClass::RFIDClass(){
4
5     mfrc522.PCD_Init(mSSpin,mRSTpin);
6
7 }
8
9 void RFIDClass::PCD_Init(){
10
11     mfrc522.PCD_Init( mSSpin,mRSTpin);
12 }
13
14 void RFIDClass::PCD_DumpVersionToSerial(){
15     mfrc522.PCD_DumpVersionToSerial();

```

```

16 }
17
18 RFIDClass::~~RFIDClass(){}
19
20
21 void RFIDClass::setPin(unsigned int pinRST,unsigned int pinSS){
22     mRSTpin = pinRST;
23     mSSpin = pinSS;
24     mfrc522.PCD_Init(mSSpin,mRSTpin);
25 }
26
27
28
29 byte * RFIDClass::getID(){
30     byte byteCount;
31     byte i;
32     static byte tmp[3] = {0x0,0x0,0x0};
33     //Serial.println("esperando tarjeta ID");
34     // Look for new cards
35     if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {
36         tmp[0] = 0;
37         return tmp;
38     }
39
40     // Select one of the cards
41     if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial()){
42         tmp[0] = 0;
43         return tmp;
44     }
45     //Serial.println("Tarjeta detectada");
46     Serial.println(F("Page  0  1  2  3"));
47     // Try the mpages of the original Ultralight. Ultralight C has more
pages.
48     for (byte page = 4; page < 5; page +=4) { // Read returns data for
4 pages at a time.
49         // Read pages
50         status = mfrc522.MIFARE_Read(page, buffer, &len);
51         if (status != MFRC522::STATUS_OK) {
52             Serial.print(F("MIFARE_Read() failed: "));
53             Serial.println(mfrc522.GetStatusCodeName(status));
54             break;
55         }
56         // Dump data
57         for (byte offset = 0; offset < 1; offset++) {
58             i = page + offset;
59             if(i < 10)
60                 Serial.print(F("  ")); // Pad with spaces
61             else

```

```

62     Serial.print(F(" ")); // Pad with spaces
63     Serial.print(i);
64     Serial.print(F(" "));
65     for (byte index = 0; index < 4; index++) {
66         i = 4 * offset + index;
67         if(buffer[i] < 0x10)
68             Serial.print(F(" 0"));
69         else
70             Serial.print(F(" "));
71         Serial.print(buffer[i], HEX);
72         if (index > 1)
73             tmp[index-1] = buffer[i];
74     }
75     Serial.println();
76 }
77 }
78
79 mfrc522.PICC_HaltA();
80 mfrc522.PCD_StopCrypto1();
81 tmp[0]= 1;
82 /*
83 for (int i= 0; i < 3; i++){
84     if(tmp[i] < 0x10)
85         Serial.print(F(" 0"));
86     else
87         Serial.print(F(" "));
88     Serial.println(tmp[i],HEX);
89 } */
90 return tmp;
91 }
92 RFIDClass RFID;

```

## LIBRERIA PLAYER

Esta libreria contiene 4 archivos :

1. **Keywords.txt**
2. pconfig.h
3. player.h
4. player.cpp

### Keywords.txt

```
1 #####
2 # Datatypes (KEYWORD1)
3 #####
4
5 Player    KEYWORD1
6
7
8 #####
9 # Methods and Functions (KEYWORD2)
10 #####
11
12 play      KEYWORD2
13 setVolume    KEYWORD2
14 volumeUp  KEYWORD2
15 volumeDown  KEYWORD2
```

### Pconfig.h

```
1 #ifndef _pconfig_h
2 #define _pconfig_h
3
4 #define DEFAULT_TX2_PIN 17
5 #define DEFAULT_RX2_PIN    16
6 #define DEFAULT_VOLUME 10
7
8 #endif
```

## Player.h

```
1 #ifndef _Player_h
2 #define _Player_h
3
4 #include "pconfig.h"
5 #include "Arduino.h"
6 #include <DFRobotDFPlayerMini.h>
7
8 #ifdef ESP32
9 #define min _min
10 #define max _max
11 #endif
12
13
14 class PlayerClass{
15
16     public :
17         PlayerClass();
18         ~PlayerClass();
19         void setPines(byte pinTX,byte pinRX);
20         void play (unsigned int folder, unsigned int track);
21         void setVolume(unsigned int volume);
22         void volumeUp();
23         void volumeDown();
24         void init();
25     private :
26         DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;
27         byte mTX = DEFAULT_TX2_PIN;
28         byte mRX = DEFAULT_RX2_PIN;
29         void printDetail(uint8_t type, int value);
30 };
31
32 extern PlayerClass Player;
33
34 #endif
```

## Player.cpp

```
1 #include "Player.h"
2 #include <DFRobotDFPlayerMini.h>
3 PlayerClass::PlayerClass(){
4
5
6 }
7
8 PlayerClass::~~PlayerClass(){}
9 void PlayerClass::init(){
```

```

10 Serial2.begin(9600,SERIAL_8N1, mRX, mTX );
11 if (!myDFPlayer.begin(Serial2)){
12     Serial.println(F("Not initialized:"));
13     Serial.println(F("1. Check the DFPlayer Mini connections"));
14     Serial.println(F("2. Insert an SD card"));
15     while (true);
16 }
17 Serial.println(F("DFPlayer Mini module initialized!"));
18 myDFPlayer.volume(30);
19 }
20
21
22
23 void PlayerClass::setPines(byte pinTX,byte pinRX){
24     mRX = pinRX;
25     mTX = pinTX;
26     PlayerClass();
27 }
28
29 void PlayerClass::play(unsigned int folder, unsigned int track){
30
31     myDFPlayer.playFolder(folder,track);
32
33     if (myDFPlayer.available()) {
34         printDetail(myDFPlayer.readType(), myDFPlayer.read()); //Print the
detail message from DFPlayer to handle different errors and states.
35     }
36
37 }
38
39 void PlayerClass::printDetail(uint8_t type, int value){
40     switch (type) {
41         case TimeOut:
42             Serial.println(F("Time Out!"));
43             break;
44         case WrongStack:
45             Serial.println(F("Stack Wrong!"));
46             break;
47         case DFPlayerCardInserted:
48             Serial.println(F("Card Inserted!"));
49             break;
50         case DFPlayerCardRemoved:
51             Serial.println(F("Card Removed!"));
52             break;
53         case DFPlayerCardOnline:
54             Serial.println(F("Card Online!"));
55             break;
56         case DFPlayerUSBInserted:

```

```

57     Serial.println("USB Inserted!");
58     break;
59     case DFPlayerUSBRemoved:
60         Serial.println("USB Removed!");
61         break;
62     case DFPlayerPlayFinished:
63         Serial.print(F("Number:"));
64         Serial.print(value);
65         Serial.println(F(" Play Finished!"));
66         break;
67     case DFPlayerError:
68         Serial.print(F("DFPlayerError:"));
69         switch (value) {
70             case Busy:
71                 Serial.println(F("Card not found"));
72                 break;
73             case Sleeping:
74                 Serial.println(F("Sleeping"));
75                 break;
76             case SerialWrongStack:
77                 Serial.println(F("Get Wrong Stack"));
78                 break;
79             case CheckSumNotMatch:
80                 Serial.println(F("Check Sum Not Match"));
81                 break;
82             case FileIndexOut:
83                 Serial.println(F("File Index Out of Bound"));
84                 break;
85             case FileMismatch:
86                 Serial.println(F("Cannot Find File"));
87                 break;
88             case Advertise:
89                 Serial.println(F("In Advertise"));
90                 break;
91             default:
92                 break;
93         }
94         break;
95     default:
96         break;
97 }
98 }
99 void PlayerClass::setVolume(unsigned int volume){
100
101     myDFPlayer.volume(volume);
102
103 }
104 void PlayerClass::volumeUp(){

```

```

105
106     myDFPlayer.volumeUp();
107
108 }
109 void PlayerClass::volumeDown(){
110
111     myDFPlayer.volumeUp();
112
113 }
114
115 PlayerClass Player;

```

## LIBRERIA BUZZER

Esta libreria contiene 4 archivos :

1. Keywords.txt
2. config.h
3. buzzer.h
4. buzzer.cpp

### keywords.txt

```

1 #####
2 # Datatypes (KEYWORD1)
3 #####
4
5 Buzzer    KEYWORD1
6
7
8 #####
9 # Methods and Functions (KEYWORD2)
10 #####
11
12 setPin    KEYWORD2
13 beep     KEYWORD2
14 stopBeep KEYWORD2

```

### config.h

```

1 #ifndef _config_h
2 #define _config_h
3
4 #define DEFAULT_PIN 15
5 #define DEFAULT_CHANNEL 0
6 #define DEFAULT_RESOLUTION 8
7 #define DEFAULT_FREQUENCY 2048
8 #define DEFAULT_MAX_INTERVAL 500
9 #define DEFAULT_MIN_INTERVAL 0
10 #define DEFAULT_MAX_DUTYCYCLE 125
11 #define DEFAULT_MIN_DUTYCYCLE 0
12
13 #endif

```

## Buzzer.h

```

1 #ifndef _Buzzer_h
2 #define _Buzzer_h
3
4 #include "config.h"
5
6 #include "Arduino.h"
7 #ifdef ESP32
8 #define min _min
9 #define max _max
10 #endif
11
12 class BuzzerClass{
13
14     public :
15         BuzzerClass();
16         ~BuzzerClass();
17         void setPin(unsigned int pin);
18         void beep(unsigned int interval);
19         void stopBeep();
20     private :
21         const int channel = DEFAULT_CHANNEL;
22         const int resolution = DEFAULT_RESOLUTION;
23         const int freq = DEFAULT_FREQUENCY;
24         unsigned int iTime = DEFAULT_MAX_INTERVAL;
25         int mPin = DEFAULT_PIN;
26         const int minDutyCycle = DEFAULT_MIN_DUTYCYCLE;
27         const int maxDutyCycle = DEFAULT_MAX_DUTYCYCLE;
28         unsigned long int oldMillis = 0;
29         unsigned long int currentMillis = 0;
30         bool isOn = false;

```

```
31
32 };
33
34 extern BuzzerClass Buzzer;
35
36 #endif
```

### Buzzer.cpp

```
1 #include "Buzzer.h"
2
3 BuzzerClass::BuzzerClass(){
4
5
6     ledcSetup(channel, freq, resolution);
7     ledcAttachPin(mPin, channel);
8
9 }
10
11 BuzzerClass::~BuzzerClass(){}
12
13
14 void BuzzerClass::setPin(unsigned int pin){
15     mPin = pin;
16 }
17 void BuzzerClass::beep(unsigned int intervalo){
18     iTime = intervalo;
19     currentMillis = millis();
20     ledcAttachPin(mPin, channel);
21
22     if (currentMillis - oldMillis >=iTime && !isOn){
23         ledcWrite(channel, maxDutyCycle);
24         isOn = true;
25         oldMillis = currentMillis;
26         //timeOn-=Step;
27     }
28
29
30     if (currentMillis - oldMillis >= iTime && isOn){
31         ledcWrite(channel, minDutyCycle);
```

```
32     isOn = false;
33     oldMillis = currentMillis;
34     //timeOff-=Step;
35
36 }
37 }
38 void BuzzerClass::stopBeep(){
39     ledcDetachPin(mPin);
40 }
41
42 BuzzerClass Buzzer;
```