



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN

Trabajo monográfico para optar al Título de:
Ingeniero en Electrónica

“Implementación de un prototipo de sistema electrónico de orientación autónomo que permita a las personas ciegas utilizar el transporte urbano colectivo en la ciudad de Managua”.

Autores:

Br. Néstor Enrique Rodríguez Bolaños.	Carne:2010-33617
Br. Jurguens Oniell Gómez Pérez.	Carne:2010-32555
Br. Jonathan Josué Aragón Calero.	Carne:2012-41000

Tutor:

Msc. Ing. Juan Miguel Mairena

28 de julio 2023
MANAGUA, NICARAGUA

DEDICATORIA

La presente monografía está dedicada primeramente a Dios, ya que debido a él hemos logrado terminar nuestra carrera, culminando así una etapa más de nuestras vidas, gracias por darnos las fuerzas ya que muchas veces pensamos en renunciar y no seguir más pero el siempre continuó dándonos los ánimos y la posibilidad para poder realizar dicho trabajo de manera correcta.

Le dedicamos de igual manera el resultado de este trabajo a toda nuestra familia. En especial a nuestros padres que nos apoyaron en los buenos y en los malos momentos. Gracias por enseñarnos a afrontar las dificultades y no claudicar en el intento. Ha ser las personas de bien con principios, valores, perseverancia y empeño que somos. todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

Agradecemos el apoyo brindado en la moción inicial de este tema a la Msc. Ing. Dora Inés Reyes Chávez. Por último, pero no menos importante agradecemos en especial a nuestro tutor Msc. Ing. Juan Miguel Mairena, quien nos brindó parte de su conocimiento y experiencia como maestro e ingeniero, ayudándonos a culminar nuestra tesis con éxito.

Tabla de Contenido

I	INTRODUCCION.....	9
II	JUSTIFICACIÓN.....	10
III	OBJETIVOS.....	11
	3.1 Objetivo general	11
	3.2 Objetivos específicos.....	11
IV	MARCO TEÓRICO	12
	4.1 Sistema autónomo.....	12
	4.2 Canal de comunicación	13
	4.3 MicroControlador	14
	4.4 Arduino.....	14
	4.5 IDE	15
	4.6 Convertidor reductor o convertidor BuckK (del inglés buck converter).....	16
	4.7 UART	16
	4.8 SPI.....	17
	4.8.1 Operación	18
	4.9 Buzzer	19
	4.10 Altavoz	20
	4.11 Batería (eléctrica)	21

4.12	Módulo de radio frecuencia	22
4.13	Sensor Ultrasónico	23
4.1	Thonny	24
4.1	MicroPython	25
V	DISEÑO METODOLÓGICO.....	26
5.1	Ubicación de estudio	26
5.2	Área de estudio	26
5.3	Tipo de investigación.....	26
5.4	Población y muestra de investigación.....	27
5.5	Población finita	27
VI	ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	28
6.1	Porcentaje de personas ciegas en la capital de managua	28
6.2	Resultados de la encuesta	29
6.3	Elección de dispositivos.....	30
6.4	Detector de objetos.	31
6.5	Distancia para la detección de objetos.	32
6.6	Mayor problema que enfrentan las personas ciegas en el entorno urbano.	33
6.7	porcentaje de las encuestas con respecto a los problemas de transporte:	34
6.8	Costos del proyecto.....	35

VII Fase de diseño y desarrollo del proyecto	36
7.1 Creación de los algoritmos:	36
7.1.1 Algoritmo principal del sistema autónomo	36
7.1.2 Diagrama 1	37
7.1.3 Diagrama 2	38
7.1.4 Diagrama 3	39
7.1.5 Diagrama 4	40
7.2 Etapa de ensamblaje	41
7.2.1 SENSOR ULTRASÓNICO HC-SR04	42
7.2.2 Como calcular la distancia de sensor HC-SR04	43
7.2.3 Arduino Nano	44
7.2.4 Buzzer Activo 5v y 3.3v	45
7.2.5 Mini Motor de Vibración redondo	46
7.3 Miady 5000mAh Mini Cargador Portátil (Power Bank)	47
7.3.1 DIAGRAMA ELECTRICO DE CONEXIÓN PARA LA ESTACION INTELINGENTE	48
7.3.2 Fuente de Poder para Protoboard 5V y 3.3V Modelo MB102	49
7.3.3 Adaptador De Corriente DC 12V-1A US Plug	50
7.3.4 TABLA DE NODOS MEDIANA 830 PUNTOS	51

7.3.5	Raspberry Pi Pico	52
7.3.6	Principales características de la raspberry pico	53
7.3.7	DFplayerMini	54
7.3.8	Especificación del módulo DFplayerMini	55
7.3.9	MÓDULO RF 2.4GHZ - NRF24L01	56
7.3.10	ESPECIFICACIONES DEL MODULO NRF24L01	57
7.3.11	Funcionalidades:	57
7.3.12	Linterna de minero 1 LED 340 lm recargable, Truper.....	59
7.4	Tabla comparativa de dispositivos	60
7.5	Fase de ensamble	61
7.5.1	Base de transmisión	61
7.5.2	Receptor del bus: receptor para el bus Maker Pi Pico	62
7.5.3	Sistema portátil para personas ciegas:	63
VIII	CONCLUSIONES	64
IX	RECOMENDACIONES.....	65
X	BIBLIOGRAFIA.....	66
XI	CRONOGRAMA	71
XII	ANEXOS.....	72
12.1	Carta de solicitud para encuestas	72

12.2 Encuestas:	73
12.3 Códigos del sistema autónomo	77
12.3.1 Código de la base	77
12.3.2 Código de los Receptores:	79
12.3.3 Código para la detección de objeto	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Buzzer (Edwin En-Te Hwu, 2015)	19
Figura 2. Altavoz (Edrawsoft, 2022)	20
Figura 3 Batería (eléctrica) (Jarnestad, 2019)	21
Figura 4 Modulo de radio frecuencia (Díaz., 2023).....	22
Figura 5 personas con discapacidad visual nicaragua (propia f. , 2023)	28
Figura 6 Barreras Urbanísticas (propia F. , 2023)	29
Figura 7 Dispositivos inteligentes (propia F. , 2023)	30
Figura 8 Detector de obstáculo (propia F. , 2023)	31
Figura 9 distancia del detector (propia f. , 2023)	32
Figura 10 Porcentaje de problemas con el transporte	33
Figura 11 problemas con las rutas de managua (propia F. , 2023).....	34
Figura 12 Algoritmo del sistema autónomo (propia F. , 2023)	36
Figura 13 Algoritmo de la base (propia f. , 2023).....	37
Figura 14 Algoritmo para el receptor de banda flexible (propia f. , 2023).....	38
Figura 15 Algoritmo para el receptor del bus (propia f. , 2023).....	39
Figura 16 Algoritmo para el detector de objetos. (propia f. , 2023)	40
Figura 17 Detector de objetos (propia F. , 2023)	41
Figura 18 Sensor Ultrasónico (electronicamade, 2020).....	42
Figura 19 Modo de Comunicación (electronicamade, 2015)	43
Figura 20 Arduino Nano (electronicsinfra, 2023)	44
Figura 21 BUZZER (Plett, electronica.com, 2023).....	45
Figura 22 Mini motor de vibración (createc3d, 2023)	46

Figura 23 (miadybattery, 2023)	47
Figura 24 Base de transmisión para el sistema autónomo. (propia F. , 2023) ..	48
Figura 25 Fuente de poder de 5v y 3.3v (hubot, 2023).....	49
Figura 26 Adaptador de corriente directa (carbone, 2023)	50
Figura 27 Tabla De Nodos (hetpro-store, hetpro-store.com, 2023)	51
Figura 28 Raspberry Pico (unelectronico, 2021)	52
Figura 29 DFplayerMini (dfrobot, 2023).....	54
Figura 30 Modulo NRF24L01 (descubrearduino, 2014)	56
Figura 31 Canales de comunicación (taloselectronics, 2023).....	58
Figura 32 Linterna led estilo minero. (truper, 2023).....	59
Figura 33 Base de transmisión para el sistema autónomo (propia f. , 2023)	61
Figura 34 Modulo Maker pico pi (propia f. , 2023).....	62
Figura 35 Banda flexible del sistema (propia f. , 2023).....	63
Figura 36 carta de solicitud de encuestas (propia f.)	72
Figura 37 Programación de la base (propia f. , 2023).....	77
Figura 38 programación de la base (Propia, 2023)	78
Figura 39 Código del receptor del detector de objetos (propia f. , 2023)	79
Figura 40 código del receptor del bus (propia f. , 2023).....	80
Figura 41 código para la detección de objetos (propia f. , 2023)	81
Tabla 1 Presupuesto total (propia f. , 2023)	35
Tabla 2 Tabla comparativa de dispositivos (propia f. , 2023).....	60
Tabla 3 Cronograma de ejecución (propia f. , 2023).....	71

I INTRODUCCION

El presente proyecto propone la creación de un prototipo de sistema electrónico autónomo que proporcionara la movilidad e identificación de obstáculos a la altura del rostro, de igual manera esté prototipo identificara el transporte urbano colectivo ya que en la actualidad es uno de los mayores problemas que tienen las personas ciegas al movilizarse; con esto se busca mejorar la vida de personas con esta discapacidad visual (ceguera).

En la estructura de este documento se podrá encontrar tanto los antecedentes e investigación de trabajos anteriores dentro y fuera de Nicaragua, objetivos propuestos los cuales cumplirán con la comunicación, emisión y recepción adecuada para la identificación del transporte urbano colectivo, también, el sistema constara con la detección de objetos a la altura del rostro de manera óptima e instantánea utilizando un software el cual abarcara de manera algorítmica los requerimientos del sistema.

En esta propuesta se describen periféricos tales como sensores, módulos de radio frecuencia y microcontroladores los cuales permitirá la interacción de las personas ciega con el entorno urbano, debido a que se tomaron en cuenta datos cuantificables de la población, este proyecto será de gran beneficio para las personas ciegas en la capital de managua.

II JUSTIFICACIÓN

Debido a las dificultades que tienen al moverse y transportarse las personas ciegas, se optó por la elaboración de un prototipo de sistema electrónico autónomo que facilite la movilidad en el entorno urbano de la ciudad de managua.

Al realizar investigaciones en tesis anteriores y proyectos de dispositivos para orientación y percepción de obstáculos, en nuestro país y sobre todo en nuestra capital (managua) con la información adquirida se constató que no se ha realizado un proyecto similar a esta propuesta la cual abarca dos soluciones las cuales son: que con la ayuda de sensores evitará de manera óptima e instantánea los obstáculos a la altura del rostro, de así mismo en este sistema se plantea una solución a unos los principales problemas el cual es la identificación de las rutas para las personas ciega en la paradas de buses, la cual facilitara la orientación y movilidad para este sector de la población.

Este prototipo sentará un precedente, el cual beneficiará a las personas ciegas en el entorno urbano de la capital de managua y de todo el país.

III OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Implementar un prototipo de sistema electrónico de orientación autónomo que permita a las personas ciegas utilizar el transporte urbano colectivo en la ciudad de Managua.

3.2 Objetivos específicos

1. Diseñar un sistema de detección de objetos que ayude a las personas ciegas, a evitar golpes a la altura del rostro en el entorno urbano.
2. Desarrollar un software que controlará el sistema autónomo para la orientación de las personas ciegas.
3. Establecer el sistema de comunicación de emisión y recepción para identificar el transporte urbano colectivo que utilizara el usuario.

IV MARCO TEÓRICO

En este documento se detallan transductores los cuales permitirán la detección de objetos a la altura del rostro y distintos periféricos de adquisición de datos que ayudarán en la emisión y recepción para la identificación del transporte urbano colectivo, trabajando de forma coordinada, lo cual brinde una solución óptima a los problemas de orientación y movilización de las personas ciegas.

4.1 Sistema autónomo

Un sistema de automatización ejecuta instrucciones definidas con precisión dentro de un margen operativo limitado, definidas con un bucle de control clásico puede dividirse en las fases de detección, análisis y acción (ABB, 2019).

El bucle de sistema autónomo se encarga de la identificación de obstáculos con ayuda de sensores ultrasónicos (percepción), observamos la situación peligrosa que evitará con ayuda de motores de vibración al aproximarse al obstáculo (compresión) y ayudará a identificar la unidad de transporte adecuada al aproximarse a la estación de autobuses con los módulos de radiofrecuencia (resolución). Este sistema se encuentra en un nivel 1 ya que presta asistencia operativa mediante el apoyo de decisión.

Tomando en cuenta estas variables optamos por elaborar un prototipo de sistema electrónico autónomo el cual contribuya a futuro, en mejorar la calidad de vida de las personas ciegas en el entorno urbano de nuestra capital.

4.2 Canal de comunicación

Un canal de comunicación es el medio físico a través del cual se lleva a cabo un acto comunicativo, es decir, que sirve para el intercambio de información entre un emisor y uno o varios receptores.

las ondas sonoras transmitidas por el aire, permitiendo que la voz llegue desde nuestro aparato fonador, hasta los oídos de nuestro interlocutor en una conversación.

Ejemplo, una conversación, un mensaje escrito, los pulsos telefónicos, con los que operaban los teléfonos de antaño, o bien las microondas con que operan nuestros teléfonos celulares, permitiendo que el sonido de nuestra voz se transporte desde nuestra terminal hasta la del receptor y viceversa. (concepto.de, 2023)

4.3 MicroControlador

El Microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida.

También incluye a un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM). Funciona como una mini PC. Su función es la de automatizar procesos y procesar información.

El microcontrolador se aplica en toda clase de inventos y productos donde se requiere seguir un proceso automático dependiendo de las condiciones de distintas entradas. (hetpro-store, hetpro-store.com, 2023)

4.4 Arduino

es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont).

Arduino es libre y extensible: así cualquiera que desee ampliar y mejorar el diseño hardware de las placas como el entorno de desarrollo, puede hacerlo sin problemas.

Esto permite que exista un rico ecosistema de placas electrónicas no oficiales para distintos propósitos y de librerías de software de tercero, que pueden adaptarse mejor a nuestras necesidades. (arduino.cl, 2023)

4.5 IDE

El entorno de desarrollo integrado Arduino, o software Arduino, contiene un editor de texto para escribir código, un área de mensajes, una consola de texto, una barra de herramientas con botones para funciones comunes y una serie de menús. Se conecta al hardware Arduino para cargar programas y comunicarse con ellos. Los programas escritos con Arduino Software (IDE) se denominan bocetos. Estos bocetos se escriben en el editor de texto y se guardan con la extensión de archivo.ino.

El editor tiene funciones para cortar/pegar y para buscar/reemplazar texto. El área de mensajes proporciona comentarios al guardar y exportar y también muestra errores. La consola muestra la salida de texto del software Arduino (IDE), incluidos los mensajes de error completos y otra información. La esquina inferior derecha de la ventana muestra la placa configurada y el puerto serie. Los botones de la barra de herramientas le permiten verificar y cargar programas, crear, abrir y guardar bocetos y abrir el monitor en serie. (aprendiendoarduino, 2023)

4.6 Convertidor reductor o convertidor Buck (del inglés buck converter)

Los convertidores DC/DC son circuitos capaces de transformar niveles de voltaje en otros usando elementos como bobinas y capacitores, almacenando temporalmente energía en ellos y descargándola de tal forma que los niveles de voltaje final son los buscados. (nomadaselectronicos, 2015)

4.7 UART

Un protocolo de comunicación de hardware que comprende el receptor y el transmisor asíncrono universal

UART, o receptor-transmisor asíncrono universal, es uno de los protocolos de comunicación dispositivo a dispositivo más utilizados. Este artículo muestra cómo usar UART como un protocolo de comunicación de hardware siguiendo el procedimiento estándar.

Cuando se configura correctamente, UART puede funcionar con muchos tipos diferentes de protocolos en serie que implican la transmisión y recepción de datos en serie (analog.com, 2023)

4.8 SPI

El estándar SPI (Synchronous Peripheral Interface) es utilizado para la comunicación serial entre dispositivos. El SPI fue inicialmente creado por Motorola y adoptado posteriormente por diferentes fabricantes, como Microchip y Atmel. Se trata de un enlace de datos en serie, síncrono, y que opera en modo full dúplex, es decir, las señales de datos viajan en ambas direcciones en forma simultánea.

El canal SPI fue diseñado para aplicaciones de transmisión de datos a velocidades altas (10 Mbps) y distancias cortas, del orden de 10 a 20 cms, ó bien dentro de un mismo PCB (circuito impreso), entre 2 circuitos integrados como podrían ser un microcontrolador y otro dispositivo, por ejemplo, un circuito integrado con la función RFID. Las señales de transmisión de datos y control del canal SPI, usan niveles de voltaje TTL ó bien 3.3 volts, dependiendo de la tecnología de fabricación del dispositivo.

Los dispositivos SPI se comunican entre sí utilizando un bus de 4 señales (MOSI, MISO, SCK, SS) y un esquema maestro/esclavo, en el cual el maestro inicia el protocolo de transmisión de los datos. En ocasiones, las interfaces SPI son circuitos que están ya disponibles como parte del hardware en los microcontroladores como por ejemplo el 18F2550 (Microchip) ó Atmega8 (Atmel-AVR) ó bien en dispositivos como módulos lectores RFID, tarjetas de memoria, convertidores A/D, etc. (puntoflotante.net, 2023)

4.8.1 Operación:

El SPI es un protocolo síncrono. La sincronización y la transmisión de datos se realizan por medio de 4 señales:

- SCLK (Clock): Es el pulso que marca la sincronización. Con cada pulso de este reloj, se lee o se envía un bit. También llamado TAKT (en alemán).
- MOSI (Master Output Slave Input): Salida de datos del Master y entrada de datos al Esclavo. También llamada SIMO.
- MISO (Master Input Slave Output): Salida de datos del Esclavo y entrada al Master. También conocida por SOMI.
- SS/Select: Para seleccionar un Esclavo, o para que el Master le diga al Esclavo que se active. También llamada SSTE

4.9 Buzzer.

También conocido como zumbador es un pequeño transductor capaz de convertir la energía eléctrica en sonido.

Para hacerlos funcionar solo basta conectar el positivo con el + y la tierra o negativo con el – de una batería o cualquier fuente de corriente directa. Se basa en el efecto piezoeléctrico de los materiales, este efecto funciona de tal manera que cuando se aplica un voltaje el volumen del material cambia ligeramente.

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. (ceca.uaeh.edu.mx, 2023)

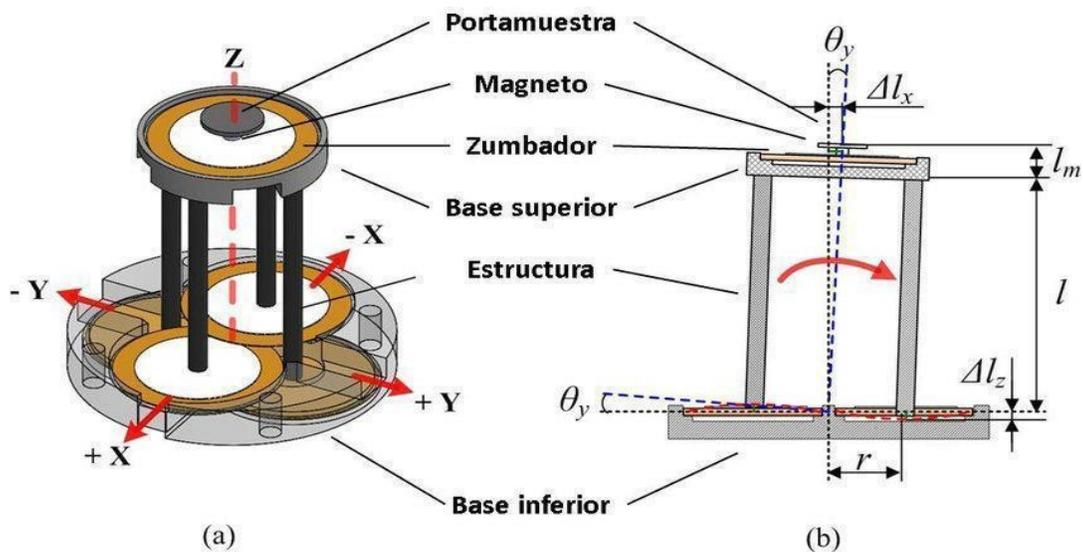


Figura 1 Buzzer (Edwin En-Te Hwu, 2015)

4.10 Altavoz.

Los altavoces son dispositivos que permiten la amplificación del sonido. Llamados parlantes o bocinas de acuerdo al país, los altavoces son transductores eléctricos: convierten la corriente de electricidad en una onda sonora.

El proceso que finaliza con la emisión de sonidos a través de los altavoces comienza con la conversión de las señales eléctricas en energía mecánica. Luego, dicha energía mecánica se transforma en ondas sonoras que se propagan por el aire. Una persona, gracias a sus oídos, puede captar las ondas, que luego arriban al cerebro como impulsos nerviosos. Finalmente, dichos impulsos son interpretados y el proceso se completa. Los altavoces ofrecen determinadas respuestas en frecuencia, manejan una cierta impedancia y disponen de diferentes potencias y sensibilidad. De acuerdo a cómo se combinan estas características, los altavoces podrán amplificar el sonido con mayor o menor fidelidad. (definicion.de, 2022)

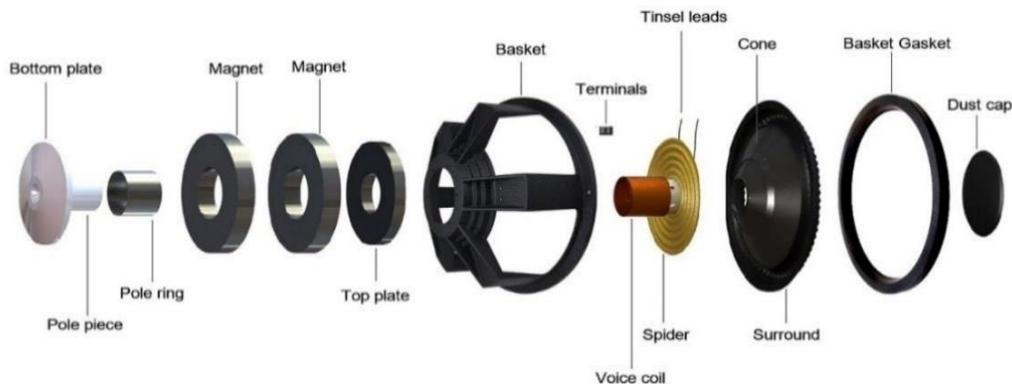


Figura 2. Altavoz (Edrawsoft, 2022)

4.11 Batería (eléctrica)

Una batería eléctrica, también llamada pila o acumulador eléctrico, es un artefacto compuesto por celdas electroquímicas capaces de convertir la energía química en su interior en energía eléctrica. Así, las baterías generan corriente continua y, de esta manera, sirven para alimentar distintos circuitos eléctricos, dependiendo de su tamaño y potencia. (Álvarez, 2021)

Las baterías poseen una capacidad de carga determinada por la naturaleza de su composición y que se mide en amperios-hora (Ah), lo que significa que la pila puede dar un amperio de corriente a lo largo de una hora continua de tiempo. Mientras mayor sea su capacidad de carga, más corriente podrá almacenar en su interior. (Álvarez, 2021)

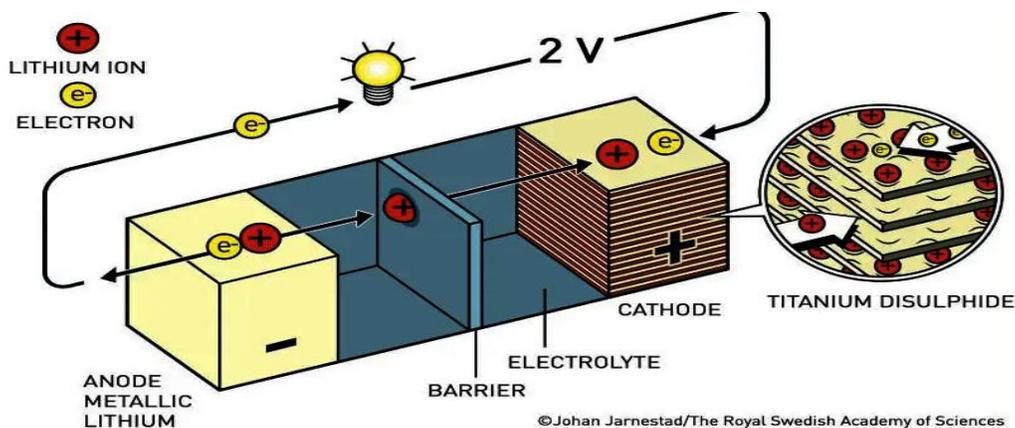


Figura 3 Batería (eléctrica) (Jarnestad, 2019)

4.12 Módulo de radio frecuencia

El módulo de RF es más conocido como módulo de "radiofrecuencia", y es un pequeño dispositivo electrónico que se utiliza para transmitir y recibir señales de radio entre dos dispositivos.

Radiofrecuencia: La transmisión de las ondas se produce al generar una corriente a través de un conductor, y se recibe con una antena. El ejemplo más claro es el de una estación de radio y un aparato receptor (es.rs-online, 2023)

Transmisión radioeléctrica de la información

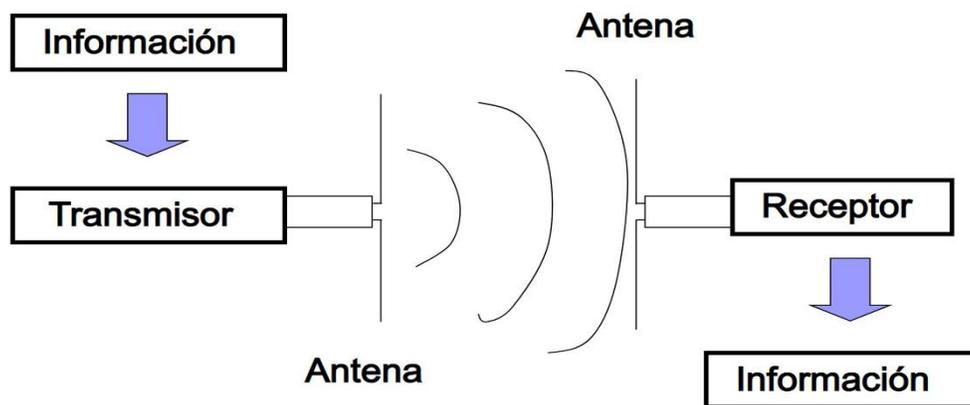


Figura 4 Modulo de radio frecuencia (Díaz., 2023)

4.13 Sensor Ultrasónico

Los sensores de ultrasonidos o sensores ultrasónicos son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros. El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas, las cuales son elaboradas en el aparato de valoración.

Estos sensores trabajan solamente donde tenemos presencia de aire (no pueden trabajar en el vacío, necesitan medio de propagación), y pueden detectar objetos con diferentes formas, diferentes colores, superficies y de diferentes materiales. Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, sin embargo, han de ser deflectores de sonido. Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, es decir, se valora la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco. (electrocrea, 2023)

4.14 Thonny

Es un programa que engloba tres de las herramientas fundamentales para trabajar con el lenguaje: intérprete, editor y depurador. cuando vamos a trabajar con Python debemos tener instalado, como mínimo, un intérprete del lenguaje (para otros lenguajes sería un compilador). El intérprete nos permitirá ejecutar nuestro código para obtener los resultados deseados. La idea del intérprete es lanzar instrucciones «sueltas» para probar determinados aspectos.

Un editor es un programa que nos permite crear ficheros de código (en nuestro caso con extensión *. Py), que luego son ejecutados por el intérprete.

Cuando nos encontramos con un programa que proporciona estas funciones (e incluso otras adicionales) para el trabajo de programación, nos referimos a él como un Entorno Integrado de Desarrollo, conocido popularmente por sus siglas en inglés IDE (por Integrated Development Environment). Thonny es un IDE gratuito, sencillo y apto para principiantes. (Quintero & Delgado Quintero, 2020)

4.15 MicroPython

Es una implementación sencilla y eficiente del lenguaje de programación Python 3 que incluye un pequeño subconjunto de la biblioteca estándar de Python y está optimizado para ejecutarse en microcontroladores y en entornos restringidos.

Este lenguaje está repleto de funciones avanzadas, como un indicador interactivo, enteros de precisión arbitraria, cierres, comprensión de listas, generadores, manejo de excepciones y más. Sin embargo, es lo suficientemente compacto como para caber y funcionar con solo 256k de espacio de código y 16k de RAM.

MicroPython pretende ser lo más compatible posible con Python normal para permitirle transferir código con facilidad desde el escritorio a un microcontrolador o sistema integrado. (George Robotics Limited, 2023)

Ocuparemos este lenguaje intérprete el cual nos permitirá desarrollar nuestro proyecto a cabalidad.

V DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 Ubicación de estudio:

El proyecto estará dirigido a las personas ciegas en el municipio de Managua departamento de Managua Nicaragua.

5.2 Área de estudio:

Electro medicina: la investigación está orientada a la especialidad de electromedicina debido al impacto que genera en la salud y bienestar de las personas ciegas, ayudándole tanto a no lastimarse debido a un obstáculo a la altura del rostro, como a orientarse y dirigirse a su punto deseado usando el transporte urbano colectivo.

5.3 Tipo de investigación:

La investigación es cuantitativa debido a que se toman datos cuantificables de la población la cual son las personas ciegas en Nicaragua, siendo de carácter descriptiva: ya que se basara en resultados obtenidos de la observación directa de la realidad, en un entorno (urbano).

5.4 Población y muestra de investigación:

En Nicaragua hay alrededor de 21,350 personas ciegas según datos obtenidos en el 2022 siendo este dato el universo, no se tomarán en cuenta datos no probabilísticos debido al tiempo de finalización de proyecto, solo se tomarán en cuenta datos en la implementación final de prototipo (riadis, 2022).

5.5 Población finita

En estadística, la población hace referencia a la muestra para estudiar puede ser un grupo de objetos existentes o un grupo de objetos hipotéticos para una experiencia. Población finita. Hace referencia a un número concreto, limitado y pequeño de individuos de una población.

La población a tomar en cuenta fue en la ciudad de managua para un total de 3653 personas con discapacidad visual. (mapasalud.minsa.gob.ni, 2023)

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N - 1)e^2 + z^2pq}$$
$$n = \frac{3653 (1.96^2) * 0.50 * 0.50}{(3652)0.005^2 + 1.96^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = 322$$

N=3653, Tamaño de la población o universo.

e=5%, Error de estimación máximo aceptado.

p=0.50, Probabilidad de que ocurra el evento).

q=0.50, Probabilidad de que no ocurra el evento.

z=1.96, Parámetro que depende el Nivel de confianza (NC).

n=322, tamaño total de muestra buscado.

VI ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1 Porcentaje de personas ciegas en la capital de Managua.

Porcentaje total de personas con discapacidad visual en Nicaragua con respecto a la capital Managua en el municipio de Managua, según censo realizado en el año 2017, por el MINSA en Nicaragua se tienen un total de 21,350 personas ciegas en nuestro país, teniendo en la capital Managua un 17.11% el cual hace un total de 3,653 personas, obteniendo de la muestra de población finita la cantidad de 322 personas encuestadas.



DATOS ESTADISTICOS	CANTIDAD	%TOTAL
Personas ciegas en Nicaragua	21,350	100.00%
Personas ciegas de Managua	3,653	17.11%

Figura 5 personas con discapacidad visual Nicaragua (propia f. , 2023)

6.2 Resultados de la encuesta.

En 2021 se realizaron encuestas para el desarrollo de este prototipo en varias partes de Managua: Organización Maricela Toledo (OMT), Instituto Nicaragüense de Deporte (IND) y por medios de llamadas a personas ciegas pertenecientes a la organización Maricela Toledo, en las cuales se recopiló información sobre la problemática de las personas en las vías públicas, además de tener datos sobre los problemas que enfrentan día a día estas personas. De las preguntas realizadas en las encuestas decidimos tomar los datos más puntuales.

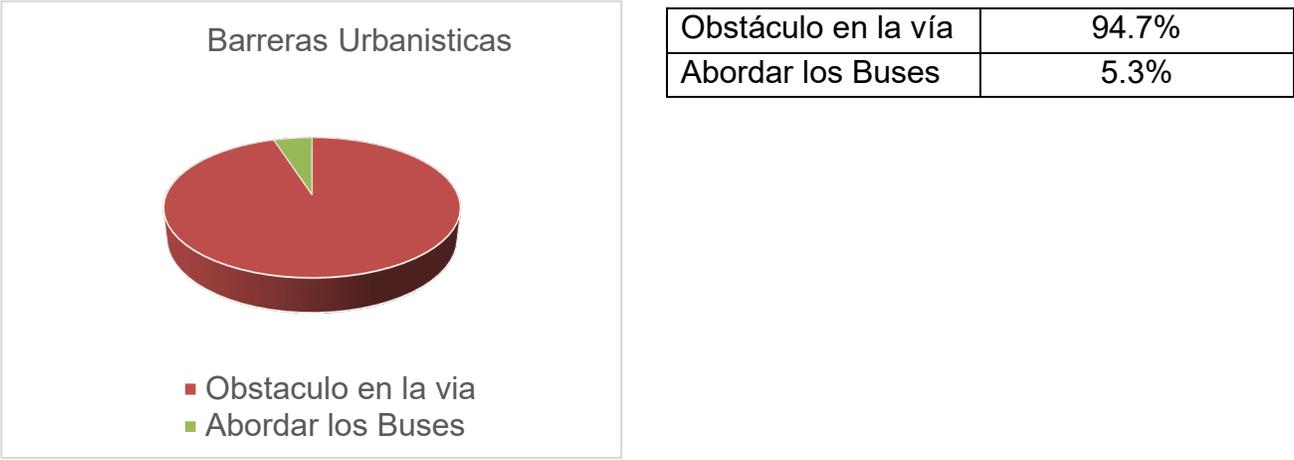


Figura 6 Barreras Urbanísticas (propia F. , n.d.)

Obtuvimos un 94.7% con problemáticas e las vías públicas en las cuales resaltaron la no identificación de objetos a la altura del torso y cara. También se obtuvo un 5.3% con problemas en las unidades de transporte.

6.3 Elección de dispositivos.

En esta grafica de pastel se observan los porcentajes que se obtuvieron con respecto a los dispositivos que estarían dispuestos a usar las personas encuestadas complemento para la persona.



Cinta Flexible	53%
Bastón	27%
Chaleco	10%
Ninguno	10%

Figura 7 Dispositivos inteligentes (propia F. , 2023)

Obtuvimos un 53% a favor de usar unas gafas o equipamiento a la altura del pecho y cabeza para identificar objetos a esa altura, no tomamos en cuenta el bastón blanco ya que la mayoría indicaban que es un dispositivo de uso diario con el cual se identifican.

6.4 Detector de objetos.

Las personas eligieron de qué forma desean que el dispositivo de ayuda técnica inteligente realice para indicar sobre la aproximación de un obstáculo también indicaron la distancias que le gustaría que el equipo realizara dicha acción.



Sonido	52.7%
Vibrar	47.3%

Figura 8 Detector de obstáculo (propia F. , 2023)

6.5 Distancia para la detección de objetos.

Para la detección de obstáculos las personas encuestadas decidieron que la mejor forma sería por medio de sonido el cual obtuvo un 52.3% algo parecido con lo que también era la vibración 47.3%. También podemos observar las distancias que tuvieron preferencias al momento de realizar las encuestas, el 52.6% eligieron que detecte a 1 metro.



1 Metro	52.6%
1/2 Metro	31.6%
1 1/2 Metro	5.3%
2 Metro	10.5%

Figura 9 distancia del detector (propia f. , 2023)

6.6 Mayor problema que enfrentan las personas ciegas en el entorno urbano.

Resultados sobre el mayor problema que presentan las personas ciegas con respecto al transporte urbano colectivo y selectivo.



Colectivo	68.4%
Selectivo	10.5%
Ambos	21%

Figura 10 Porcentaje de problemas con el transporte (propia f. , 2023)

6.7 Porcentaje de las encuestas con respecto a los problemas

de transporte:

Tuvo una considerable problemática con lo que es el transporte colectivo obteniendo un porcentaje de 68.4% de negatividad hacia las personas ciegas, de igual forma los encuestados nos indicaban que otra de las problemáticas más grande con el transporte colectivo es el no acceso a poder identificar las rutas la cual obtuvo un 63.1%.



Obstáculos en las rutas	21.1%
No identificar las rutas	63.1%
No se detienen en las paradas	15.8%

Figura 11 problemas con las rutas de managua (propia F. , 2023)

Conclusión con respecto a las encuestas, según basándonos en los resultados obtenidos en dichas encuestas nos dimos cuenta de los problemas actuales de las personas ciegas, por lo cual decidimos realizar un prototipo el cual les apoye en un futuro a identificar las rutas y detectar los obstáculos en las vías públicas.

6.8 Costos del proyecto

Presupuesto del proyecto			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Nano Arduino	1	C\$500.00	C\$500.00
Raspberry pi pico	3	C\$500.00	C\$1,500.00
Sensor ultrasónico	1	C\$120.00	C\$120.00
Buzzer	1	C\$73.03	C\$73.03
Altavoz (parlante)	1	C\$60.00	C\$60.00
Power Bank	2	C\$500.00	C\$1,000.00
Motor de vibracion DC	2	C\$36.70	C\$73.40
Módulo NRF24L01	6	C\$400.00	C\$2,400.00
Linterna Minero	1	C\$280.00	C\$280.00
Dfplayermini	1	C\$250.00	C\$250.00
Tabla de nodos pequeña	2	C\$150.00	C\$300.00
Tabla de nodos mediana	1	C\$300.00	C\$300.00
Fuente de Poder para Protoboard	1	C\$200.00	C\$200.00
Alambre Jumper	50	C\$5.00	C\$250.00
Bolsa de bridas	1	C\$50.00	C\$50.00
Cinta adhesiva	1	C\$34.00	C\$34.00
Pegamento	1	C\$30.00	C\$30.00
Brocas	2	C\$20.00	C\$40.00
Estaño	1	C\$70.00	C\$70.00
Pasta de soldar	1	C\$95.00	C\$95.00
Cautín	1	C\$350.00	C\$350.00
Adaptador de corriente	1	C\$300.00	C\$300.00
puerto V8	1	C\$60.00	C\$60.00
Memoria sd-32GB	1	C\$150.00	C\$150.00
baquelita	1	C\$80.00	C\$80.00
Mano de Obra	1	C\$21,840.00	C\$21,840.00
Total			C\$30,405.43

Tabla 1 Presupuesto total (propia f. , 2023)

VII Fase de diseño y desarrollo del proyecto

7.1 Creación de los algoritmos:

7.1.1 Algoritmo principal del sistema autónomo:

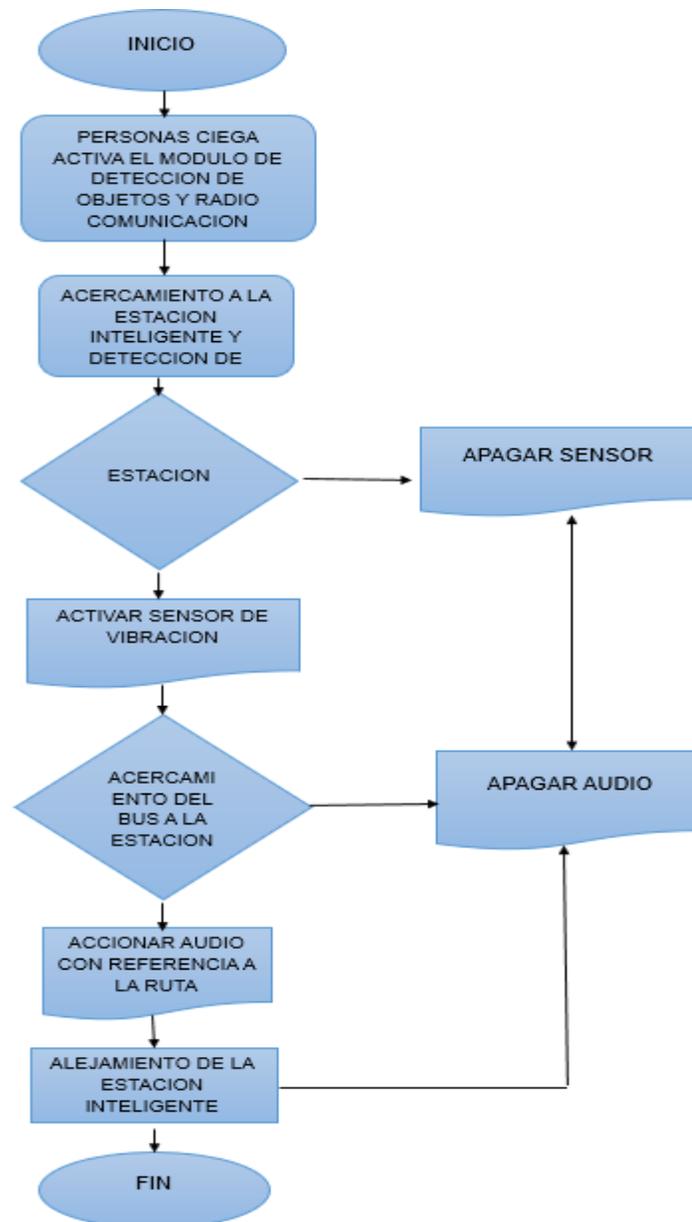


Figura 12 Algoritmo del sistema autónomo (propia F. , 2023)

7.1.2 Diagrama 1:

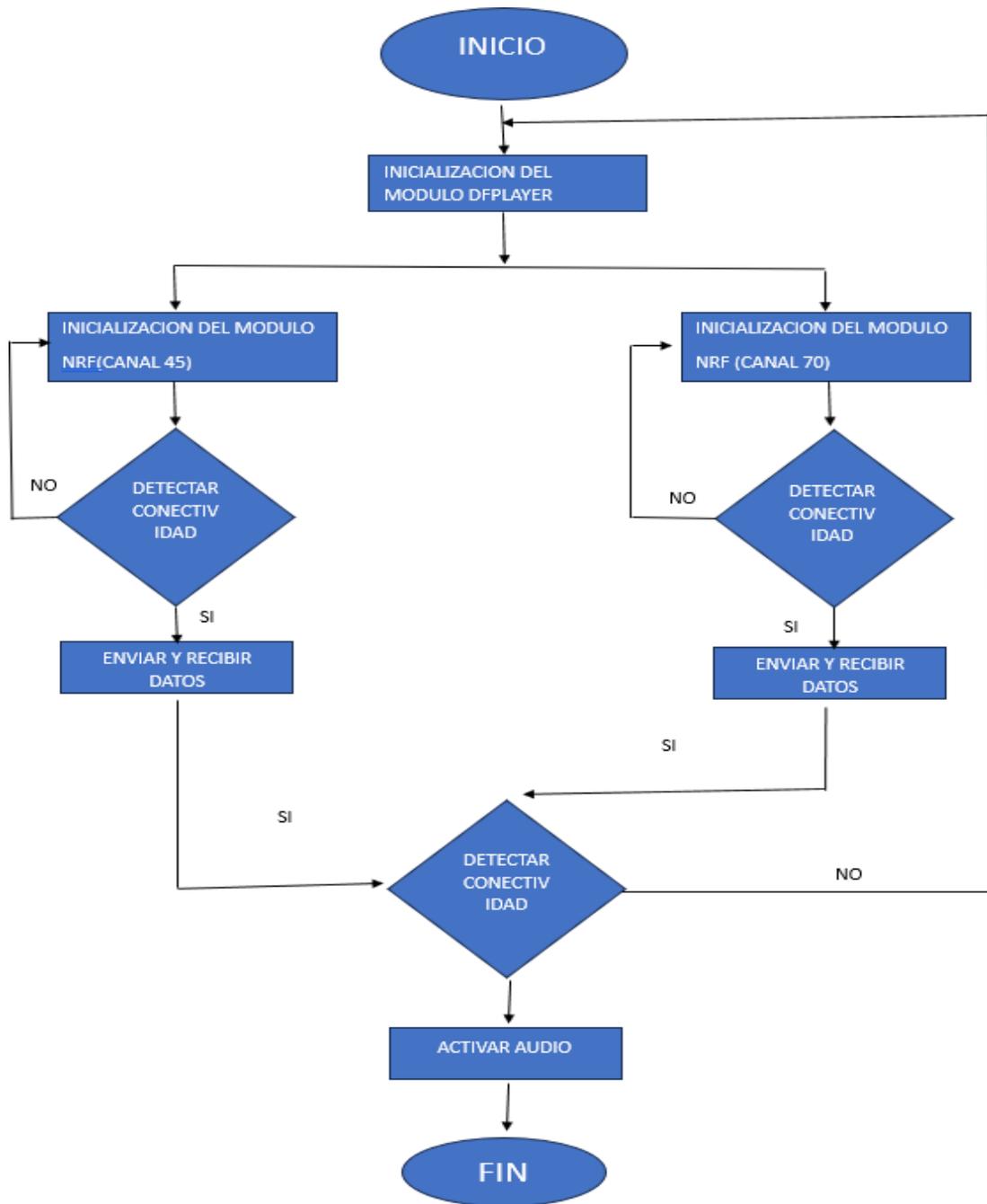


Figura 13 Algoritmo de la base (propia f. , 2023)

7.1.3 Diagrama 2:

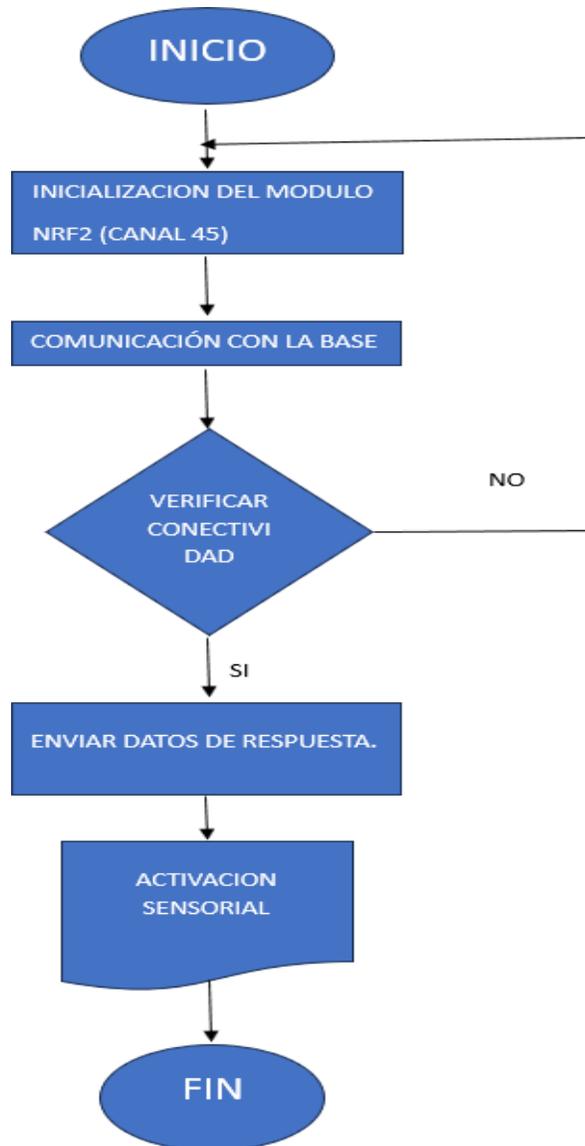


Figura 14 Algoritmo para el receptor de banda flexible (propia f. , 2023)

7.1.4 Diagrama 3:

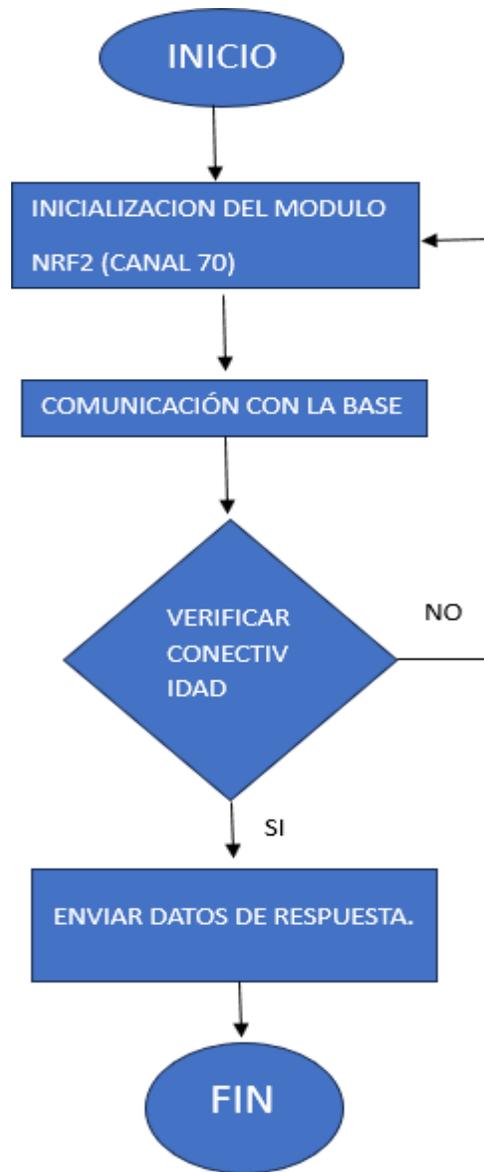


Figura 15 Algoritmo para el receptor del bus (propia f. , 2023)

7.1.5 Diagrama 4:

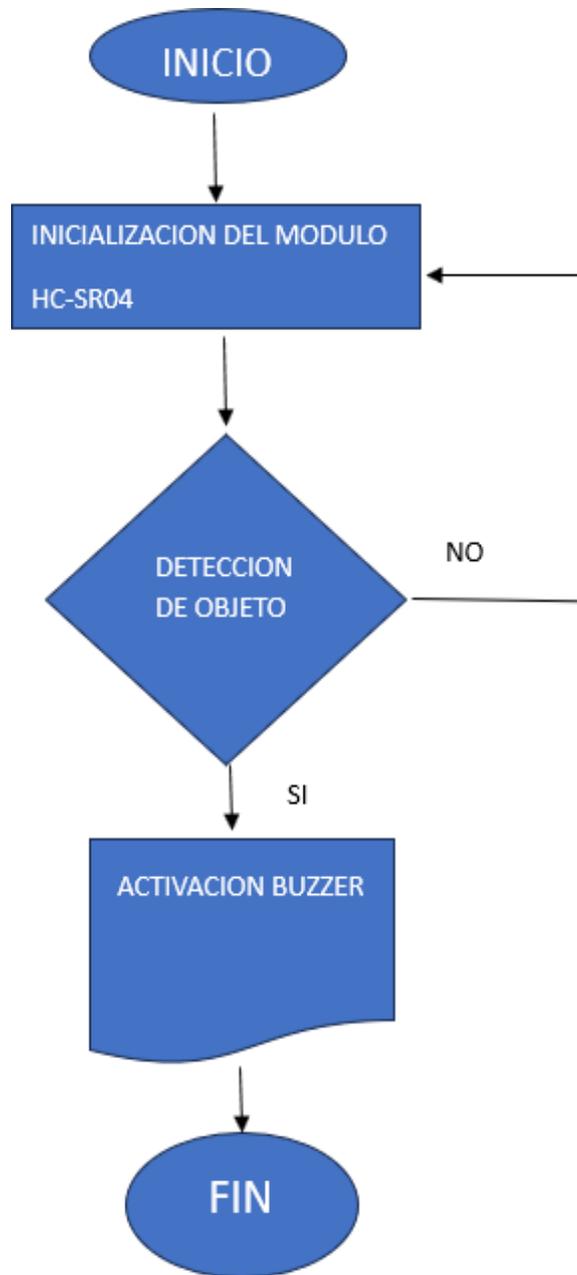


Figura 16 Algoritmo para el detector de objetos. (propia f. , 2023)

7.2 Etapa de ensamblaje

En esta etapa se unieron distintos periféricos, para la detección de objetos a la altura de los cuales se detallan a continuación:

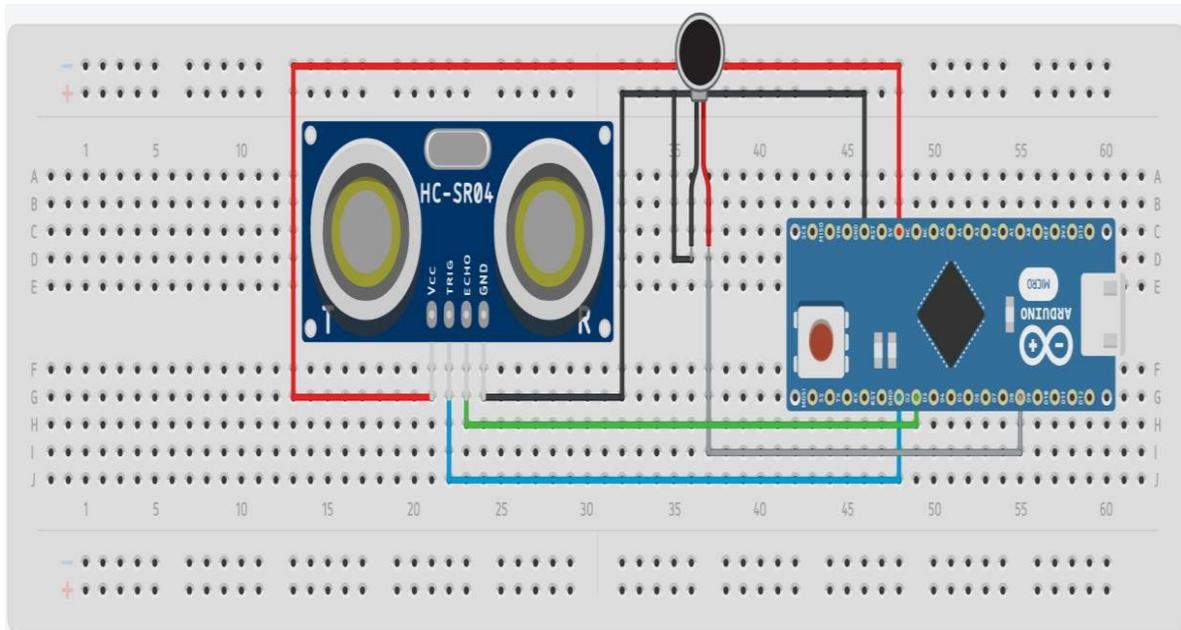


Figura 17 Detector de objetos (propia F. , 2023)

7.2.1 SENSOR ULTRASÓNICO HC-SR04

¿Qué es un sensor ultrasónico HC-SR04? es un transductor que mide la distancia de un objeto por medio del rebote de una onda sonora que trabaja en el rango de los ultrasonidos por eso no lo podemos escuchar. Es importante mencionar que este tipo de sensor no funciona en un lugar donde no haya aire ya que por medio de este se transporta la onda sonora. Este sensor en su datasheet dice que puede medir desde 3 cm hasta 3 metros, pero su rango ideal es entre los 20 cm a los 2 metros y tiene un ángulo de 15 grados de apertura para medir. (Electronica, 2020)



Figura 18 Sensor Ultrasónico (electronicamade, 2020)

Debido a sus capacidades portabilidad y compatibilidad se utilizó este sensor ultrasónico ya que es de fácil acceso en el mercado local.

7.2.2 Como calcular la distancia de sensor HC-SR04.

Para calcular la distancia entre el sensor ultrasónico y el objeto a medir. La fórmula para este cálculo es

$$D = \frac{1}{2} T \times C$$

- D es la distancia
- T es el tiempo
- C es la velocidad del sonido ~ 343 metros / segundo²⁵

El HC-SR04 cuenta con dos señales de control que van al microcontrolador.

- Trig: un pulso con 10 us de duración que dispara la emisión de 8 pulsos de 40Khz través de la bocina.
- Echo: la cual genera un pulso de duración igual al tiempo de respuesta de la señal ultrasónica. (electrocrea.com, 2015).

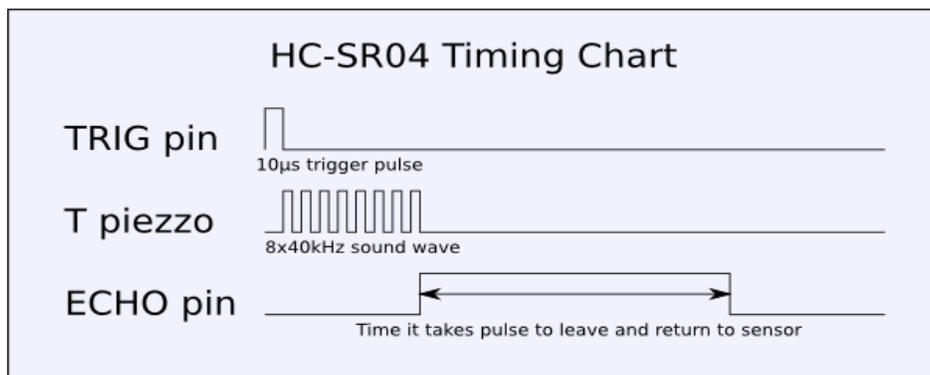


Figura 19 Modo de Comunicación (electronicamade, 2015)

7.2.3 Arduino Nano

El Arduino Nano es el clásico tablero de diseño amigable con la placa de pruebas de Arduino con las dimensiones más pequeñas. El Arduino Nano viene con cabezales de pines que permiten una fácil conexión a una placa de prueba y cuenta con un conector USB Mini-B.

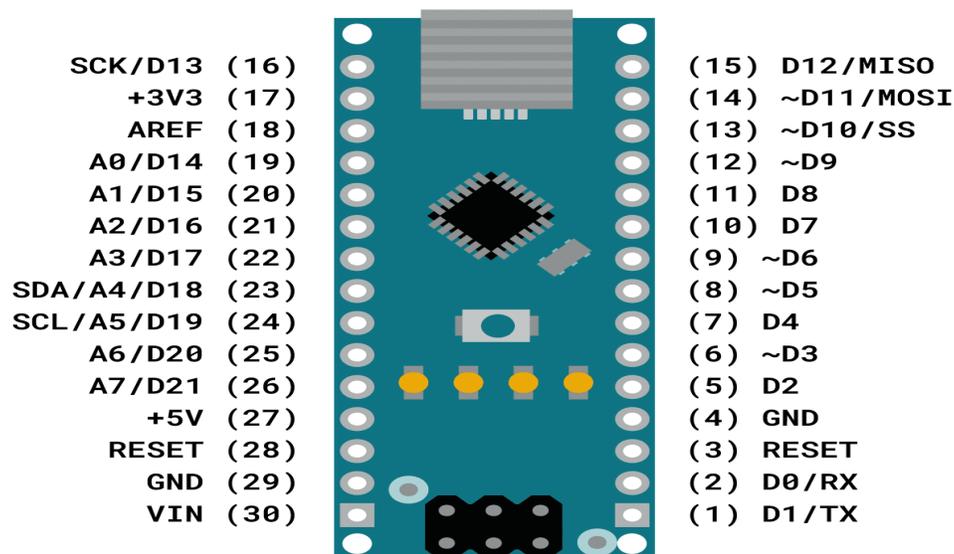


Figura 20 Arduino Nano (electronicsinfra, 2023)

Se optó por utilizar este dispositivo debido ya que el Arduino brinda la alimentación necesaria para la utilización del módulo ultrasónico debido a que la Raspberry pi pico no posee la potencia requerida ya que debe ser mayor a 3.3V siendo 5V lo necesario para alimentar al módulo.

7.2.4 Buzzer Activo 5v y 3.3v

Es un transductor electroacústico, es decir, un dispositivo que convierte la señal eléctrica en acústica. Su construcción consta de una bobina y un electroimán.

Se utiliza comúnmente para generar alarmas sonoras en tarjetas electrónicas, computadoras, multímetros, en las series de luces de navideñas, mecanismo de señalización, alarma en automóviles u hogar, electrodomésticos.

Características: Voltaje de operación: 5V DC, Corriente máxima: 30 mA, Dimensiones: 12 mm x 9.5 mm, Frecuencia de resonancia: 23K Hz, Salida de sonido mínimo a 10 cm: 85 dB, VCC (+), GND. (Plett, electronica.com, 2023).

Estas características no permiten utilizar este dispositivo de manera idónea para la respuesta de detección de objetos con el módulo ultrasónico.



Figura 21 BUZZER (Plett, electronica.com, 2023)

7.2.5 Mini Motor de Vibración redondo

Motor de DC será utilizado en el proyecto para realizar momentos de vibración cuando un objeto sea detectado por el sensor ultrasónico y entre más cerca esté del objeto más continua será su vibración.

El mini motor de vibración es usado para muchas actividades de robótica educativa con proyectos con Arduino y demás, es ampliamente usados en teléfonos móviles, bluetooth, juguetes y productos de cuidado de la salud entre sus características principales está bajo consumo y rango de funcionamiento de 2.5 -5v como también su reducido tamaño 2 aproximadamente.



Figura 22 Mini motor de vibración (createc3d, 2023)

En este proyecto se utilizará el mini motor de vibración debido a que el sistema de detección en el cabeza utilizado alertará a la persona ciega de estar en la parada inteligente mientras espera la ruta correspondiente.

7.3 Miady 5000mAh Mini Cargador Portátil (Power Bank)

Hoy en día, el banco de energía es un atributo indispensable de una persona moderna, como un teléfono inteligente o auriculares BlueTooth. Todos los dispositivos requieren recarga.

Esta gama de baterías está certificada por varios estándares como CE, FC y RoSH y ha recibido varias protecciones: contra sobrecalentamiento (un dispositivo en funcionamiento no se calienta), sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos. (miadybattery, 2023)



Figura 23 (miadybattery, 2023)

Se optó por este tipo PowerBanks debido a tamaño y capacidad de 2.4 A de salida y 5000mAh en tiempo de uso

7.3.1 DIAGRAMA ELECTRICO DE CONEXIÓN PARA LA ESTACION INTELINGENTE

En este diagrama se muestran los distintos módulos utilizados para la elaboración de la estación la cual permite la interacción de todos los dispositivos para el óptimo funcionamiento del sistema autónomo dichos dispositivos se mencionan a continuación:

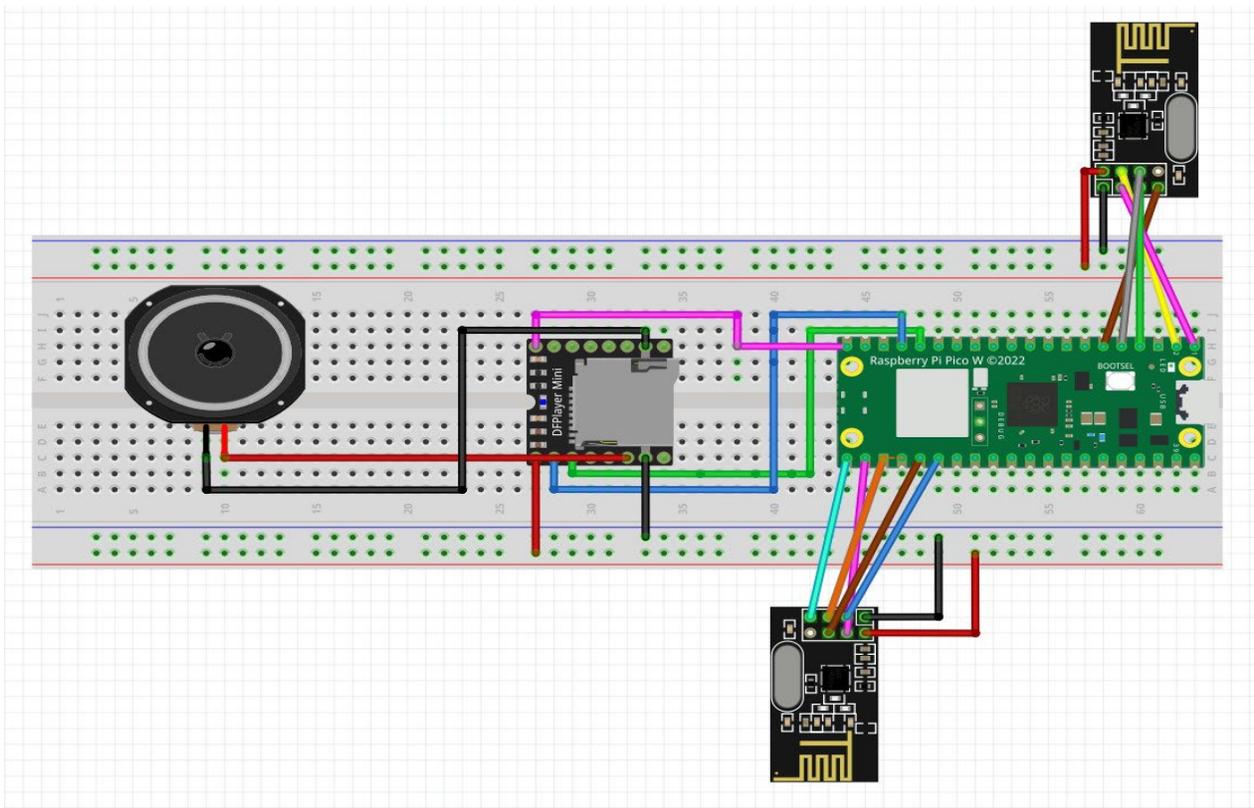


Figura 24 Base de transmisión para el sistema autónomo. (propia F. , 2023)

7.3.2 Fuente de Poder para Protoboard 5V y 3.3V Modelo MB102

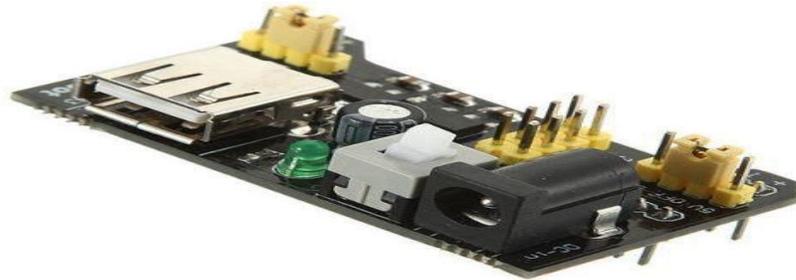


Figura 25 Fuente de poder de 5v y 3.3v (hubot, 2023)

Características:

- Voltaje de Entrada: 6.5 a un Máximo de 12 VDC. Nunca alimentarla con AC.
- Voltaje de Salida: Pines para 5 VDC y 3.3 VDC.
- $I_{m\acute{a}x}$ de Salida: 700 mA.
- Entradas: 1 Entrada para jack macho de 5,5 mm x 2,1 mm con centro positivo.
- Salidas: 1 Salida topo Header Amarillo para 5 VDC y 3.3 VDC, 1 Salida tipo USB.

Se utilizó esta fuente debido a su reducido tamaño y por qué la Raspberry Pi Pico solo es capaz de proporcionar 80mA de salida y era necesario más 200mA para el uso de los módulos DFplayerMini y dos módulos NRF24I01.

7.3.3 Adaptador De Corriente DC 12V-1A US Plug.

Adaptador eléctrico DC 12V 1A Us Plug. El adaptador de corriente permite suministrar energía a los dispositivos de 12 voltios y los aparatos que normalmente no permanecen estáticos. Este adaptador de 110V puede encender sus aparatos de 12V en casi cualquier lugar, lo que es ideal para los viajeros frecuentes, se puede utilizar para suministrar energía a los dispositivos portátiles.



Figura 26 Adaptador de corriente directa (carbone, 2023)

Descripción: DC 12V 1A., Potencia: 12W, Voltaje de entrada: AC100V-240V, Voltaje de salida: CC 12V, Cumplimiento de Seguridad: FCC / CE /Rohs, Temperatura de funcionamiento: 0 ~ 40C, Temperatura de almacenamiento: -20 ~ 60C, Humedad ambiente: 0 ~ 95% sin condensación.

Se optó por un adaptador de 12v a 1A para alimentar la fuente para la protoboard debido a su bajo costo y tamaño haciéndolo ideal para el uso de la base.

7.3.4 TABLA DE NODOS MEDIANA 830 PUNTOS

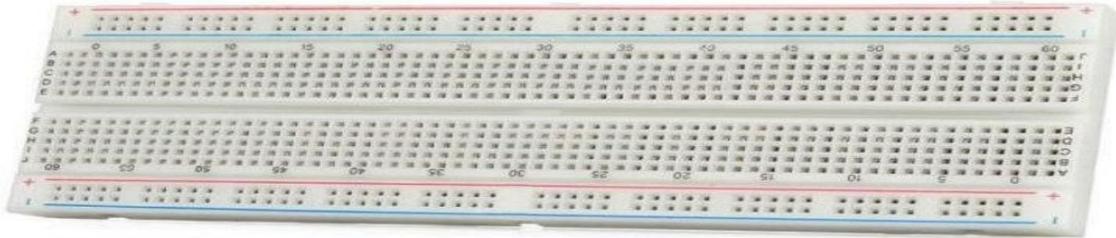


Figura 27 Tabla De Nodos (hetpro-store, hetpro-store.com, 2023)

SKU: MK-TB-830

Protoboard o breadboard para montaje y prueba de circuitos electrónicos rápido sin necesidad de soldadura.

Características: 630 puntos de contacto en el área de trabajo principal (Sin incluir buses de alimentación) ,4 buses para alimentación independientes (Con 50 puntos de contacto c/u). Identificados con colores rojo y azul, y símbolos de polaridad, 830 puntos de contacto en total, Alambre para puentes utilizado: Calibres AWG 29 a 20 (\varnothing 0.3 a 0.8 mm aprox.), Adecuado para la mayoría de circuitos integrados de inserción, con espaciamiento estándar entre pines de 0.1" (2.54mm), Tamaño: 16.5 cm x 5.4 cm aprox. Se utilizó este modelo de tabla de nodos debido a su tamaño ya que la base utiliza 4 módulos, un microcontrolador y una fuente de poder lo que la hace ideal para el ensamblaje de la base.

7.3.5 Raspberry Pi Pico

La Raspberry pi pico es una tarjeta de desarrollo creada por la fundación Raspberry pi basada en el RP2040, el cual es un microcontrolador dual core. (Martin, 2021)

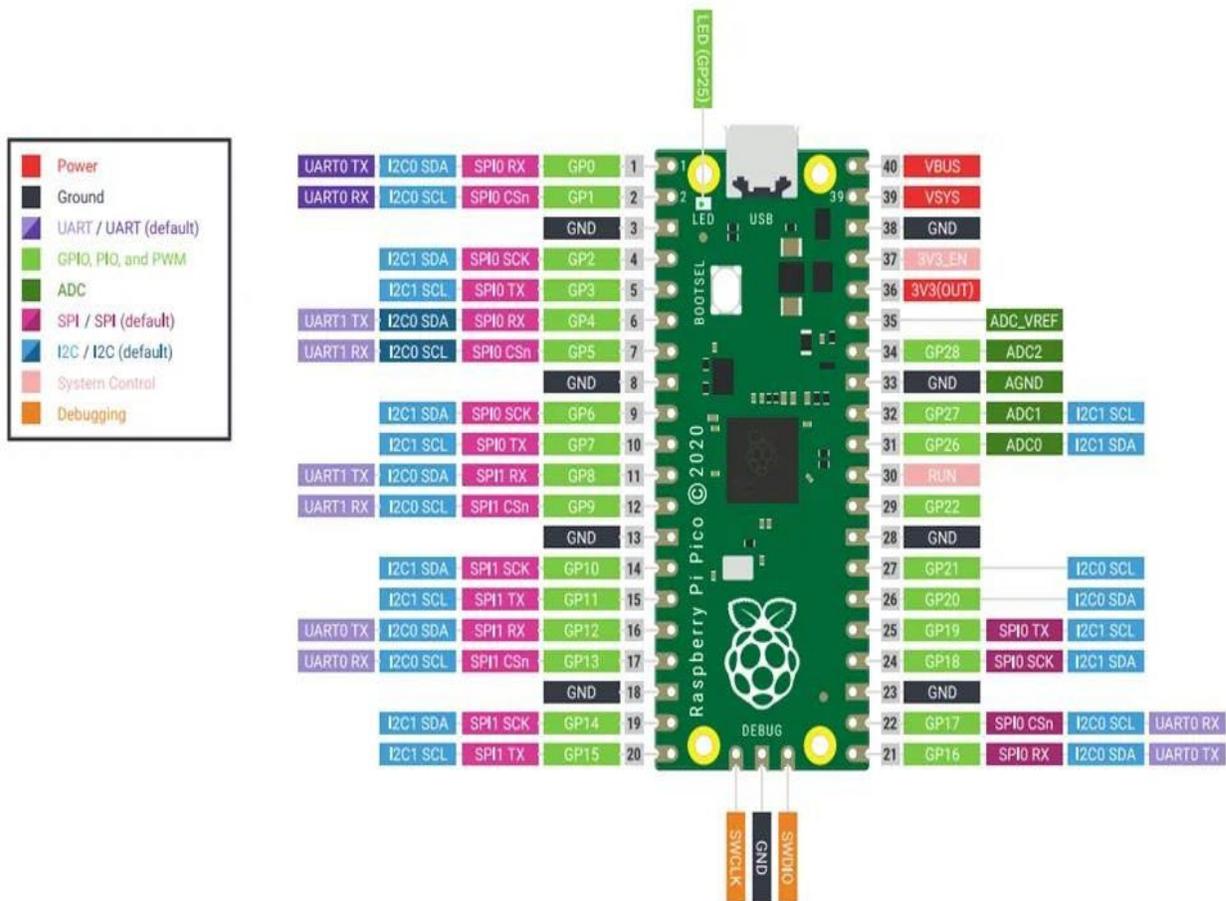


Figura 28 Raspberry Pico (unelectronic, 2021)

En este proyecto se utilizará la Raspberry Pi Pico debido a su bajo costo, consumo, portabilidad y compatibilidad con distintos periféricos y protocolos los cuales serán utilizados en la elaboración de final del proyecto.

7.3.6 Principales características de la raspberry pico:

- Chip microcontrolador RP2040 diseñado por Raspberry Pi en el Reino Unido
- Procesador Arm Cortex M0+ de doble núcleo, reloj flexible que funciona hasta 133 MHz
- 264 kB de SRAM y 2 MB de memoria flash integrada
- USB 1.1 con soporte para dispositivo y host
- Modos inactivos y de suspensión de bajo consumo
- Programación de arrastrar y soltar usando almacenamiento masivo a través de USB
- 26 pines GPIO multifunción
- 2 × SPI, 2 × I2C, 2 × UART, 3 × ADC de 12 bits, 16 × Canales PWM controlables
- Reloj preciso y temporizador en chip
- Sensor de temperatura
- Bibliotecas aceleradas de punto flotante en chip
- 8 máquinas de estado de E/S programables (PIO) para compatibilidad con periféricos personalizados

7.3.7 DFplayerMini

es un pequeño modulo reproductor MP3, ideal para reproducir música desde una MicroSD, tiene diferentes modos de control, puede funcionar de forma independiente mediante botones y una fuente de alimentación, puede utilizarse con un Jack USB hembra y tener control mediante comunicación serial con sus pines TX y RX. Es compatible con las placas de desarrollo de Arduino o bien con cualquier otro microcontrolador que tenga puertos de UART.

Sirve para desarrollar diferentes prototipos que permitan reproducir audio en formato MP3. Es utilizado para reproducir audio de forma autónoma con ayuda de un MCU y crear sistemas de alarma para dar avisos, contra incendios, sismos y otros. (dfrobot.com, 2023)

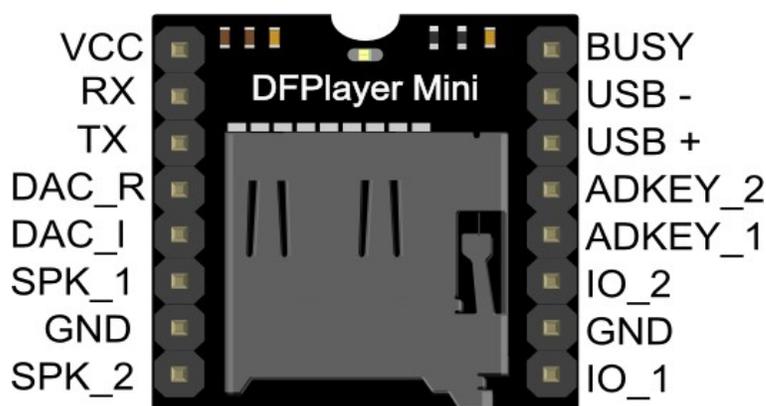


Figura 29 DFplayerMini (dfrobot, 2023)

7.3.8 Especificación del módulo DFplayerMini:

- Modelo: MP3-TF-16P
- Chip: MH2024K-16SS
- Dimensiones: 21 mm x 21 mm x 12 mm
- Voltaje de alimentación: 5V DC
- Voltaje lógico: 5V no es compatible con MCU de 3.3V
- Modos de control: Control de E/S | Modo serie | Control de botón AD
- Volumen ajustable de 30 niveles
- Admite tasas de muestreo (KHz): 8/11.025/12/16/22,05/24/32/44,1/48
- Salida DAC: 24 bits
- Rango dinámico: 90dB
- Soporte SNR: 85dB
- Compatibilidad: FAT16 y FAT32
- MicroSD: No se incluye. Soporta Máximo 32

Utilizamos el módulo **DFplayerMini** debido a sus distintas implementaciones y características lo cual lo hace idóneo para la realización del proyecto: Inspectores de transporte por carretera, avisos de voz de las estaciones de peaje, Estación de tren, avisos de voz de inspección de seguridad del autobús, Vehículo dentro y fuera del canal verifique que la voz lo indique, Alarma de voz multicanal o voz de guía de operación del equipo, Los avisos de voz de conducción segura del coche turístico eléctrico.

7.3.9 MÓDULO RF 2.4GHZ - NRF24L01

El módulo transceiver RF (emisor y receptor) de 2,4GHz NRF24L01 fabricado por Nordic Semiconductor es ideal para comunicar proyectos de forma inalámbrica, opera en la banda de 2.4GHz (Industrial, Científica y Médica) y posee un consumo ultra bajo (ULP). El chip Nordic nRF24L01+ integra un completo transceiver de 2.4Ghz, Sintetizador RF y lógica con el mejorado ShockBurst™ (acelerador de protocolo por hardware para comunicación por SPI con microcontrolador), rango de hasta 250m. Utilizado en aplicaciones de control remoto, supervisión/monitoreo remoto, sistemas de seguridad,. (naylampmechatronics, 2023)

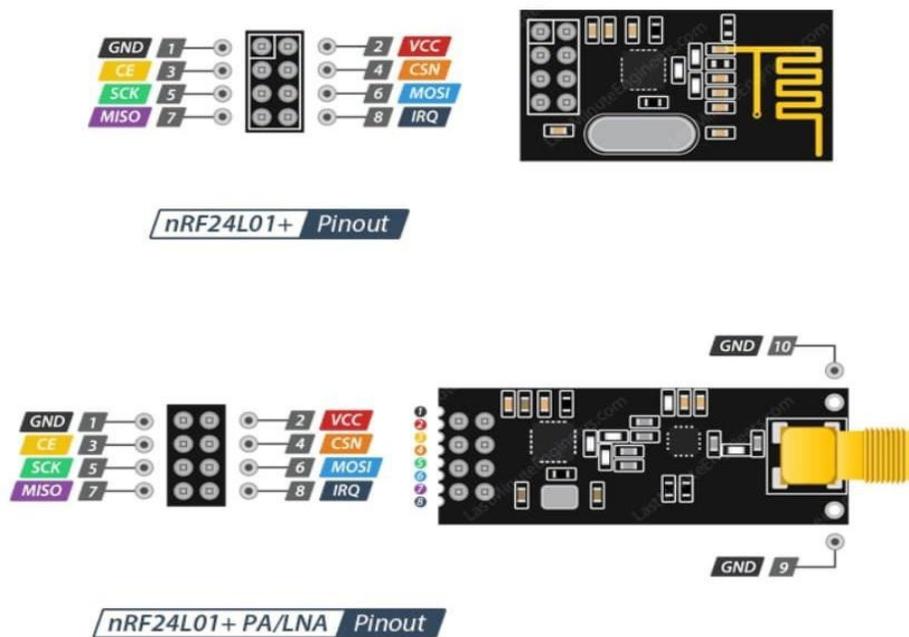


Figura 30 Modulo NRF24L01 (descubrearduino, 2014)

7.3.10 ESPECIFICACIONES DEL MODULO NRF24L01

- Voltaje de alimentación: 1.9 ~ 3.6V
- Voltaje de funcionamiento del puerto SPI: 0 ~ 3.3v / 5v (Tolerante a 5V)
- Consumo corriente: 60 mA
- Chip RF: NRF24L01+
- Interfaz digital: SPI
- Tasa de transmisión: +7 dB
- Sensibilidad de Recepción: $\leq -90\text{dB}$
- Antena en PCB
- Alcance de transmisión: 250m en zona abierta (línea de vista)
- Dimensiones: 15*29 mm

7.3.11 Funcionalidades:

- Funcionamiento en la banda ISM de 2,4 GHz, por lo que no necesita licencia y es libre en todo el mundo
- 3 velocidades de Datos seleccionables: 250Kbps, 1Mbps y 2Mbps
- Acelerador por hardware del protocolo SPI (ShockBurst TM)
- Consumo energético ultra bajo, capaz de durar años utilizando una batería

Canales: Se puede elegir el canal para evitar interferencia con otros dispositivos que operen en el mismo ancho de banda de frecuencia, el canal puede ser desde el 1 hasta el canal 125, cada cambio de canal hay una separación de frecuencia de 1Mhz lo que nos da un rango de frecuencia de 2.400 a 2.525 GHz (2400 to 2525 MHz).

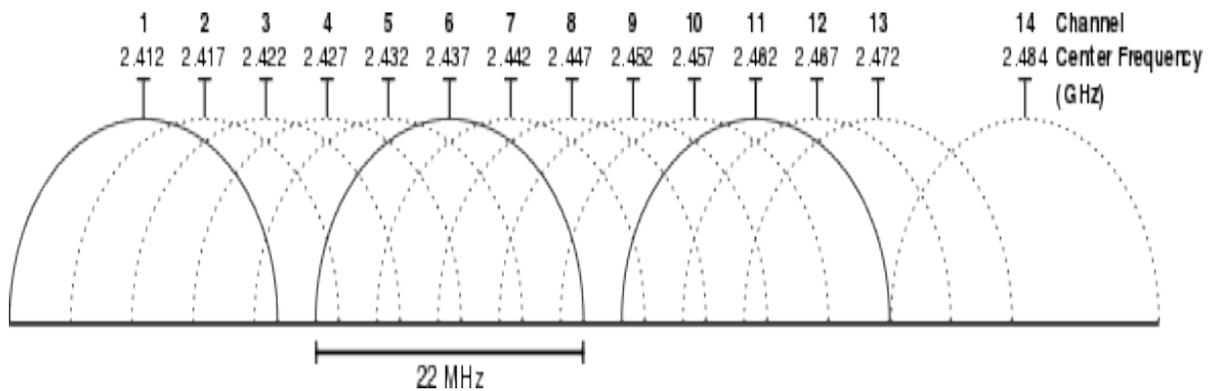


Figura 31 Canales de comunicación (taloselectronics, 2023)

El canal de comunicación es muy importante, si se elige un canal donde este muy saturado tendremos problemas para mandar y recibir información, el módulo **NRF24L01** debe ser alimentado con 3.3V y no con 5V, con un capacitor de 100uF soldado en los pines vcc y gnd para que una alimentación estable.

Se probó con otros módulos de transmisión y recepción (RF433) los cual resultaron insuficiente en la calidad de enlace y velocidad de transmisión, destacando el módulo **NRF24L01** debido a su bajo consumo portabilidad y demás características que lo vuelven idóneo para culminación del proyecto.

7.3.12 Linterna de minero 1 LED 340 lm recargable, Truper

Para utilizar el receptor se decidió utilizar una lampara linterna la cual se realizaron modificaciones para poder utilizar el sensor ultrasónico y demás periféricos para la detección objetos, transmisión y recepción comunicación con la base.

Características esenciales tomadas en cuenta:

- plástico y aluminio,
- grado de protección x4,
- blíster en la parte trasera.
- Banda elástica ajustable



Figura 32 Linterna led estilo minero. (truper, 2023)

7.4 Tabla comparativa de dispositivos

TABLA COMPARATIVA DE DISPOSITIVOS UTILIZADOS CON RESPECTO A DISPOSITIVOS PROPUESTOS						
Dispositivos utilizados	Dispositivos propuestos	Costo en C\$	Dimensiones	Consumo energetico y capacidad de carga	Ventajas	Desventajas
Rapsberry Pi Pico	Arduino Nano	500 = 500	51 mm de altura por 21 mm de ancho. > 45 mm de largo por los 18 mm de ancho.	10mA < 15mA	Mayor soporte de protocolos de comunicacion.	Menor capacidad de Rasperry Pi Pico al suministra energia e instalar varias cargas a la vez con respecto a Arduino Nano.
Modulos NRF2401	Modulos RF433	500 > 200	15*29 mm < T=4 19 * 19mm, R=30 * 13 mm	T=11.3 mA,R=13.5 mA < T y R=16MA	Mayor rango de alcance. Menor consumo.mayor capacidad de conexion con multiples dispositivo.	La cantidad de pines de conexion del NRF2401 es mayor a la del RF433 siendo necesario conectar hasta 7 pines para la comunicacion con un micro controlador.
Fuente de protoboard	Fuente generica	200 < 800	52 mm , 32 mm y 24 mm < 150mm*86mm	(Iout=700mA < Iout = 10 Amp)	Menor tamaño y practica para la protoboard.	Es Necesario un adaptador de corriente directa con salida de voltaje de 12 V para alimentar la fuente.
Power bank HYD009	Power bank UQ4120	450 > 100	9.14cm largo *6.35 cm ancho *1 cm alto cm < 2.8 cm largo *7 cm ancho *13.8 cm alto cm	(Iout=2.4 A,Cap= 5000mAh > Iout=1A,Cap= 2000mAh)	Mayor capacidad de soportar y utilizar por mas tiempos distintos dispositivos ala vez.	Mayor tamaño y mayor tiempo de espera al cargar.
Ultrasónico HC-SR04	Ultrasonico US-100	250 < 500	45 mm largo x 20 mm ancho x 15 mm alto = 45mm largo x 20mm ancho x 15mm alto	15 mA = 15 mA	El modulo HC-SR04 se encuentra en el mercado local al contrario del US-100.	El rango del alcance del HC-SR04 es menor siendo de 400 cm mientras que el del US-100 es de 450 cm de precision.

Tabla 2 Tabla comparativa de dispositivos (propia f. , 2023)

7.5 Fase de ensamble

7.5.1 Base de transmisión: Base del sistema autónomo para personas ciegas.

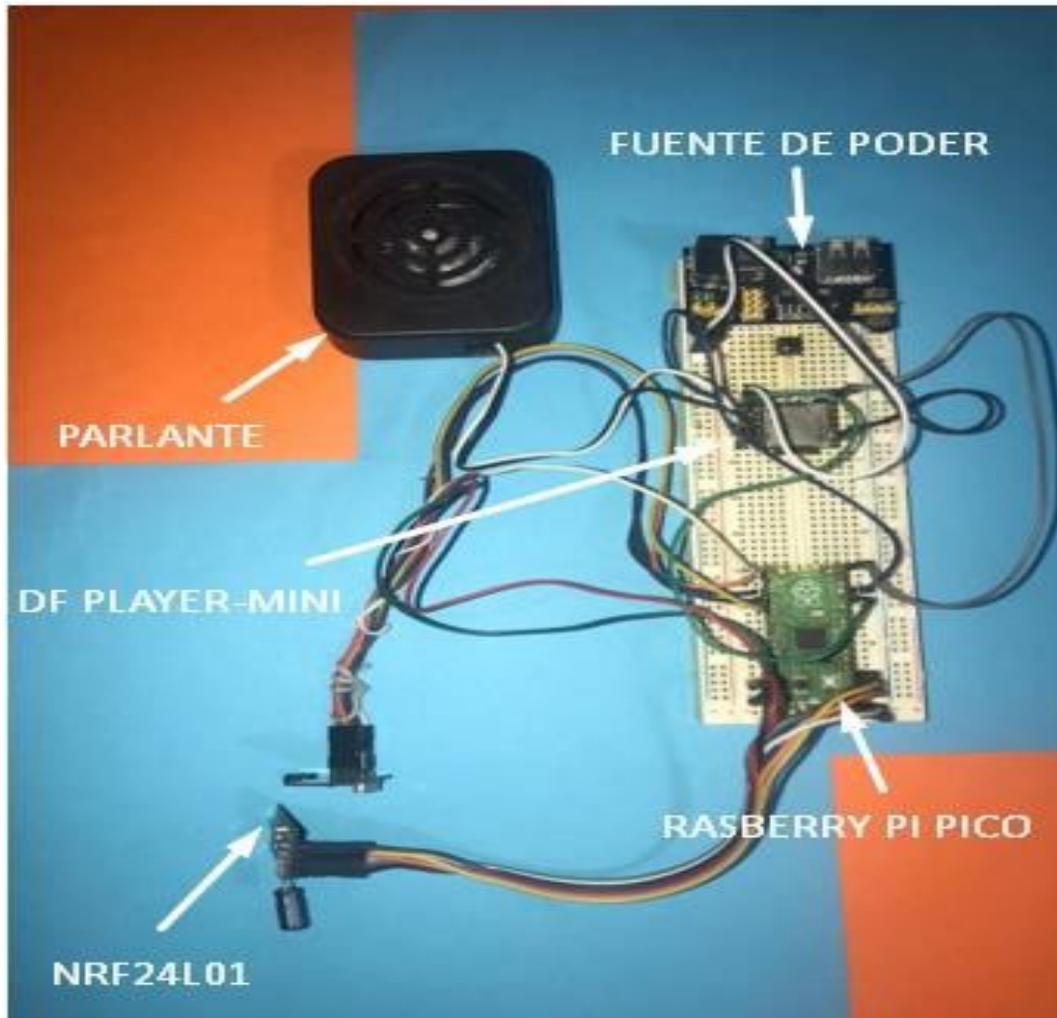


Figura 33 Base de transmisión para el sistema autónomo (propia f. , 2023)

Componentes:

- 1-Parlante, 2-Fuente para protoboard, 3-DFplayerMini,
- 4- Raspberry Pico, 5-Modulos NRF24L01.

7.5.2 Receptor del bus: receptor para el bus utilizando modulo Maker Pi Pico.

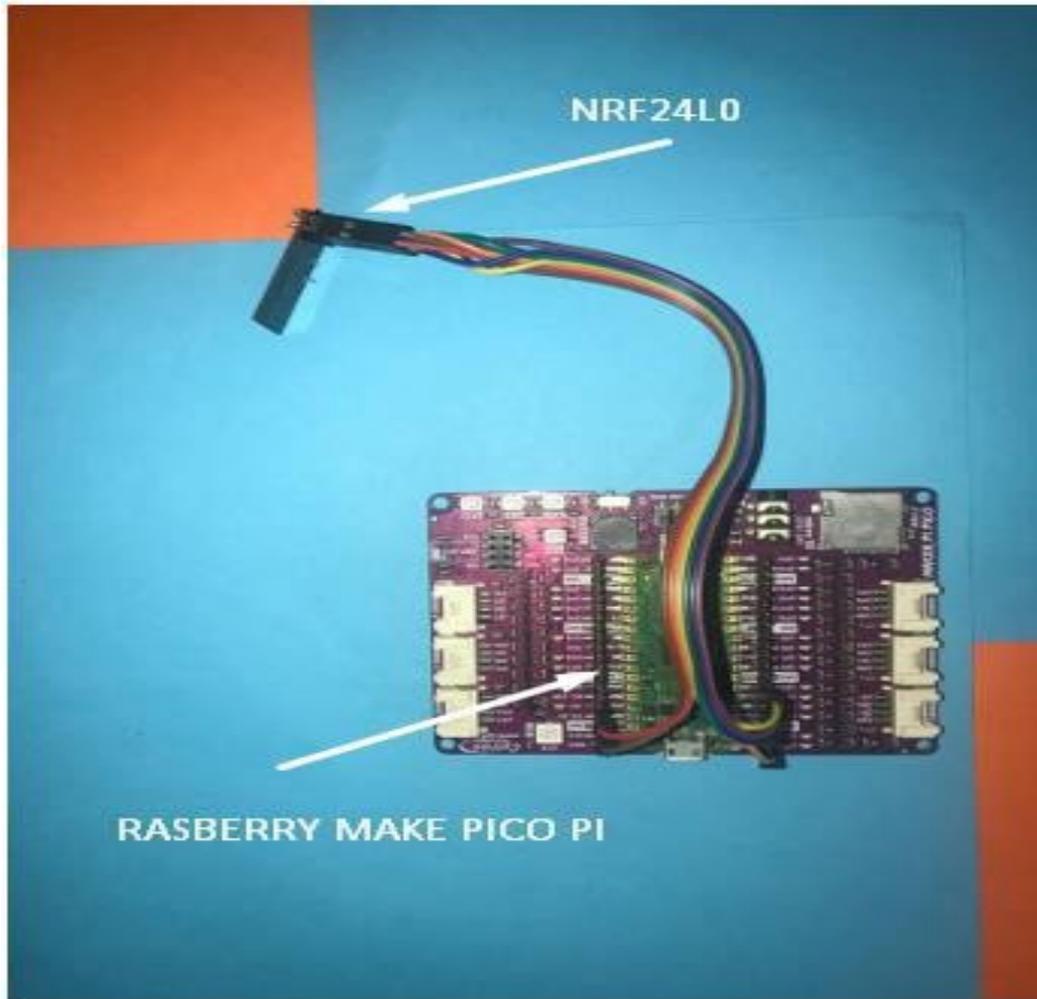


Figura 34 Modulo Maker pico pi (propia f. , 2023)

Componentes:

- 1-modulo NRF24L01,
- 2-Raspbery Maker Pi Pico

7.5.3 Sistema portátil para personas ciegas: con detección de objetos y detección de la estación base.

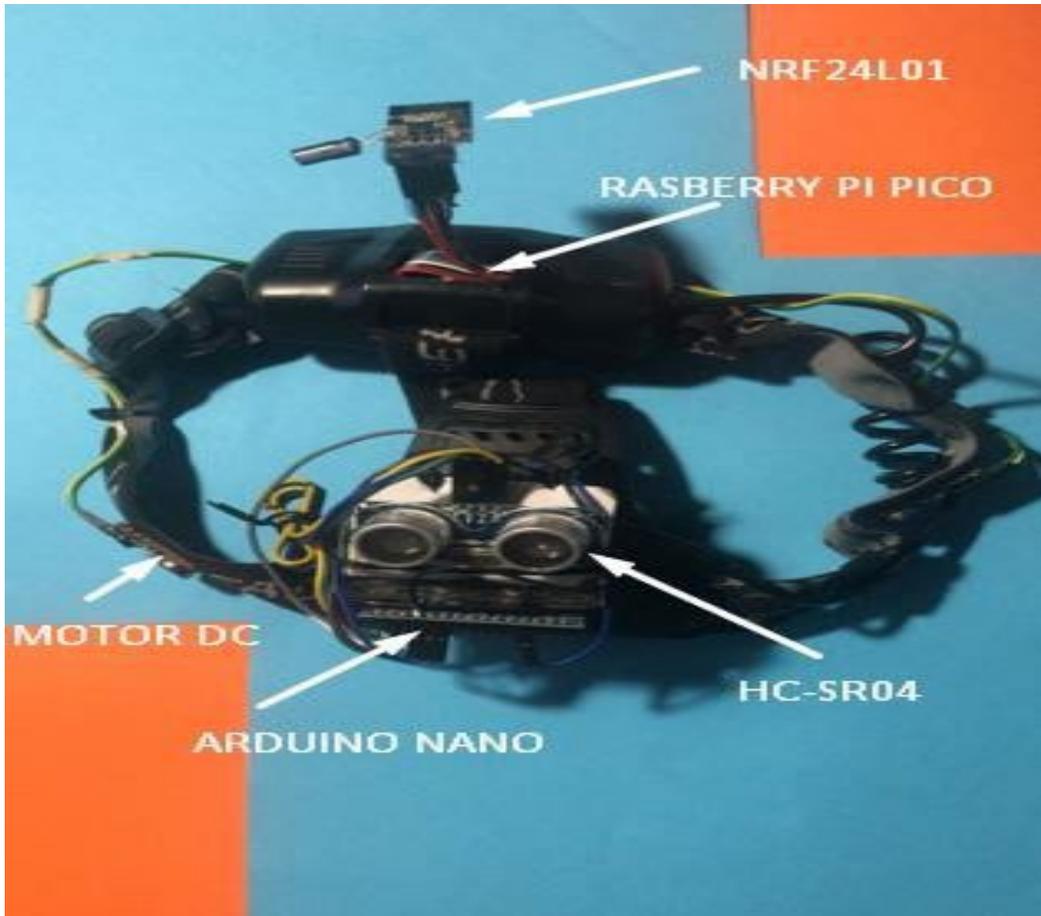


Figura 35 Banda flexible del sistema (propia f. , 2023)

Equipos utilizados:1-NRF24L01 ,2- Motor de vibración,3-Sensor Ultrasonico,4-Arduin Nano,5-Buzzer, modulo Rapsberry Pi Pico en el interior de la carcasa. Para armar el equipo se tomaron en cuenta todo los componentes y periféricos a utilizar como resultado de la encuesta se utilizó una banda flexible en la cabeza para comodidad de las personas ciega sin estorbarles en su rostro o vestimenta siendo portátil y ligera fácil de llevar para las personas ciega

VIII CONCLUSIONES

El prototipo de sistema autónomo es capaz ayudar a las personas en el entorno de la capital de Managua a través de un equipo portátil que puede brindar detección objetos, e identificación de las paradas de buses, e indica las rutas específicas que se aproximan por el lugar.

Se logró a través de módulos NRF24L01 (modulo RF) una trasmisión y recepción eficiente, logrando alcanzar las distancias idóneas para el proyecto, teniendo un excelente tiempo de respuesta.

Se desarrolló un software que permite la comunicación exitosa por medio de un microcontrolador que realiza la trasmisión y recepción trabajando en conjunto con el sistema de detección de objetos.

IX RECOMENDACIONES:

Utilizar una impresora 3D para la elaboración de lentes o banda flexibles, ya que se podría diseñar con mayor comodidad al usuario del dispositivo móvil creándolo a la medida exacta de su cabeza también sería más fácil y práctico hacer compartimientos para colocar los distintos componentes.

Con un CNC (controlador numérico computarizado) elaborar diseños en tarjetas perforadas de fibra de vidrio para acoplar los distintos dispositivos al sistema dando mayor estabilidad.

Utilizar módulos de amplificación de sonidos ya el que módulo DFPLAYE mini, aunque tiene un excelente sonido tiene una capacidad limitada de 4ohm a 6w de potencia.

Se recomienda utilizar una Raspberry pi 4 o una plataforma superior la cual pueda incorporar todos los módulos necesarios para la base sin tener que añadir módulos de manera externa. En un futuro, utilizar módulos de menor tamaño que permitan reducir aún más el tamaño del dispositivo para la detección de objetos.

Como punto final desarrollar una base de datos que logre la comunicación a través de puntos de acceso en toda la capital, ayudando a las personas ciegas a utilizar transporte público con mayor seguridad y libertad.

X BIBLIOGRAFIA

(7 de Junio de 2023). Obtenido de <http://www.electronica.com.py/producto/buzzer-zumbador-5v-activo/>

ABB. (25 de Enero de 2019). *new.abb*. Obtenido de <https://new.abb.com/news/es/detail/15250/sistemas-autonomos>

Álvarez, D. O. (15 de julio de 2021). Obtenido de concepto.de:
<https://concepto.de/bateria/>

analog.com. (2023). Obtenido de <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/uart-a-hardware-communication-protocol.html>

aprendiendoarduino. (2023). *aprendiendoarduino.wordpress.com/*. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/11/ide-arduino/>

arduino.cl. (2023). Obtenido de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>

arduino.cl. (2023). *arduino.cl*. Obtenido de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>

bekyelectronics. (2022). Obtenido de [bekyelectronics.com](https://bekyelectronics.com/raspberry-pi-pico-nrf24l01-micropython/):
<https://bekyelectronics.com/raspberry-pi-pico-nrf24l01-micropython/>

bekyelectronics.com. (24 de Marzo de 2022). Obtenido de <https://bekyelectronics.com/raspberry-pi-pico-nrf24l01-micropython/>

carbone, E. (2023). *carbonestore.com*.

ceca.uaeh.edu.mx. (2023). Obtenido de http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas_final/OA4/buzzer.html

Chaparro, M. D. (24 de Febrero de 2021). *UNELECTRONICA*. Obtenido de

https://unelectronica.github.io/pi_pico_helloWord_SDK/

concepto.de. (2023). *concepto.de*. Obtenido de

<https://concepto.de/canal-de-comunicacion/#ixzz88UyFIAa2>

createc3d. (2023). *createc3d*. Obtenido de

<https://createc3d.com/es/productos/1411-mini-motor-de-vibracion-redondo.html>

definicion.de. (3 de junio de 2022). Obtenido de

<https://definicion.de/altavoces/>

descubrearduino. (2014). *descubrearduino.com*. Obtenido de

<https://descubrearduino.com/nrf24l01/>

dfrobot. (2023). Obtenido de

https://dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299

dfrobot.com. (2023). Obtenido de

<https://www.dfrobot.com/product-1121.html>

Díaz., G. (1 de febrero de 2023). *slideplayer.es*. Obtenido de

<https://slideplayer.es/slide/11466962/>

Edrawsoft. (2022). *Edrawsoft*. Obtenido de

<https://www.edrawsoft.com/es/article/subwoofer-wiring-diagram.html>

Edwin En-Te Hwu. (JULIO de 2015). *researchgate.net*. Obtenido de

<https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-3-a-Disposicion-esquematica-del-escaner-zumbador-b->

Parametrosdimensionales_fig3_292435106?fbclid=IwAR12IMntZhKNE9gi1f
ByVnyglWAR86QPnQ08NprQhgriqlzV-CNw69mmL6c

electrocrea. (2023). *electrocrea.com*. Obtenido de

<https://electrocrea.com/blogs/tutoriales/33306499-sensor-ultrasonico>

Electronica. (2020). *Electronica MADE*. Obtenido de

<https://electronicamade.com/sensor-ultrasonico/>

electronicamade. (2015). Obtenido de <https://electronicamade.com/>

electronicamade. (2020). Obtenido de

<https://electronicamade.com/sensor-ultrasonico/>

electronicsinfra. (2023). *electronicsinfra.com*. Obtenido de

<https://electronicsinfra.com/product/arduino-nano/>

es.rs-online. (2023). *es.rs-online*. Obtenido de [https://es.rs-](https://es.rs-online.com/web/c/semiconductores/circuitos-integrados-de-comunicacion-y-modulos-inalambricos/modulos-rf/)

[online.com/web/c/semiconductores/circuitos-integrados-de-comunicacion-y-modulos-inalambricos/modulos-rf/](https://es.rs-online.com/web/c/semiconductores/circuitos-integrados-de-comunicacion-y-modulos-inalambricos/modulos-rf/)

Francisco. (s.f.). Obtenido de

https://es.wikipedia.org/wiki/Canal_de_comunicaci%C3%B3n

George Robotics Limited. (2023). *micropython*. Obtenido de

<https://micropython.org/>

hetpro-store. (2023). *hetpro-store.com*. Obtenido de [https://hetpro-](https://hetpro-store.com/TUTORIALES/protoboard-breadboard/)

[store.com/TUTORIALES/protoboard-breadboard/](https://hetpro-store.com/TUTORIALES/protoboard-breadboard/)

hetpro-store. (2023). *hetpro-store.com*. Obtenido de [https://hetpro-](https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/)

[store.com/TUTORIALES/microcontrolador/](https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/)

hubot. (2023). *hubot.cl*. Obtenido de <https://hubot.cl/producto/fuente-de-poder-para-protoboard-5v-y-3-3v-sku-629/>

incb. (2021). Obtenido de [incb.com.mx](http://www.incb.com.mx):

<http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/53-como-funcionan/308-como-funcionan-los-pequenos-motores-de-corrente-continua-art069s>

Jarnestad, J. (10 de 10 de 2019). *hibridosyelectricos*. Obtenido de

<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/baterias-iones-litio-premio-nobel-quimica-2019/20191010114619030714.html>

mapasalud.minsa.gob.ni. (2023). Obtenido de

<https://mapasalud.minsa.gob.ni/page/2/?s=personas+con+discapacidad+ma+nagua>

Martin, D. (24 de febrero de 2021). *Un Electronica*. Obtenido de

https://unelectronica.github.io/pi_pico_helloWord_SDK/

miadybattery. (31 de mayo de 2023). *miadybattery.com*. Obtenido de

<https://miadybattery.com/miady-5000mah-mini-portable-charger>

naylampmechatronics. (2023). *naylampmechatronics.com*. Obtenido de

<https://naylampmechatronics.com/inalambrico/38-modulo-rf-nrf24l01.html>

Newton C. Braga. (s.f.). *incb.com.mx*. Obtenido de

<http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/53-como-funcionan/308-como-funcionan-los-pequenos-motores-de-corrente-continua-art069s>

nomadaselectronicos. (12 de abril de 2015). Obtenido de

<https://nomadaselectronicos.wordpress.com/2015/04/12/convertidores-dcdc-buck/>

Plett, E. (7 de Junio de 2023). *electronica.com*. Obtenido de

<http://www.electronica.com.py/producto/buzzer-zumbador-5v-activo/>

puntofлотante.net. (2023). Obtenido de

<https://www.puntofлотante.net/COMUNICACION-SPI-TUTORIAL.htm>

Quintero, S. D., & Delgado Quintero, S. (2020). Obtenido de

<https://aprendepython.es/core/devenv/thonny/>

riadis. (septiembre de 2022). *riadis.org*. Obtenido de [https://www.riadis.org/wp-](https://www.riadis.org/wp-content/uploads/2022/10/INFORME-NICARAGUA-Accesible.pdf)

[content/uploads/2022/10/INFORME-NICARAGUA-Accesible.pdf](https://www.riadis.org/wp-content/uploads/2022/10/INFORME-NICARAGUA-Accesible.pdf)

ROBOT.COM. (5 de MAYO de 2023). *obot.com.ve*. Obtenido de

<https://robot.com.ve/wp-content/uploads/2021/08/AR0167-Buzzer-Activo.jpg>

sdelsol. (2021). *sdelsol.com*. Obtenido de

<https://www.sdelsol.com/glosario/poblacion/#:~:text=Poblaci%C3%B3n%20f>

[inita,colectadas%20en%20el%20a%C3%B1o%202021.](https://www.sdelsol.com/glosario/poblacion/#:~:text=Poblaci%C3%B3n%20finita,colectadas%20en%20el%20a%C3%B1o%202021)

taloselectronics. (2023). Obtenido de

<https://www.taloselectronics.com/blogs/tutoriales/nrf24l01>

truper. (2023). *truper.com*. Obtenido de [https://www.truper.com/linterna-de-minero-](https://www.truper.com/linterna-de-minero-120-lumenes-1-led-recargable.html)

[120-lumenes-1-led-recargable.html](https://www.truper.com/linterna-de-minero-120-lumenes-1-led-recargable.html)

unelectronico. (24 de FEBRERO de 2021). Obtenido de

https://unelectronica.github.io/pi_pico_helloWordSDK/

XI CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	TIEMPO		MESES															
	INICIO	FINAL	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	Junio-23	julio-23										
Delimitación del problema	20/1/2023	30/1/2023																
Recopilación de información	5/2/2023	10/2/2023																
Elaboración del protocolo	10/2/2023	13/2/2023																
Elaboración y diseño	13/2/2023	20/3/2023																
Análisis de los resultados	20/3/2023	30/3/2023																
Pruebas del prototipo	30/3/2023	5/4/2023																
Revisión del tutor	5/6/2023	10/6/2023																
Pre Defensa	10/7/2023	15/7/2023																
Defensa	20/7/2023	30/7/2023																

Tabla 3 Cronograma de ejecución (propia f. , 2023)

XII ANEXOS

12.1 Carta de solicitud para encuestas

Autorización para realizar encuesta en la Organización Maricela Toledo con la finalidad de abordar los distintos problemas que tienen las personas ciegas en el en nuestra capital.

Managua, 19 de Febrero 2021.

Junta Directiva OCN-MTA

Sus manos.

Estimada Junta Directiva reciban de mi parte un cordial saludo, por este medio les solicito apoyo para que los estudiantes: **Br. Néstor Enrique Rodríguez Bolaños** Carné: 2010-33617 y el **Br. Jurguens Oniell Gómez Pérez** carné: 2010-32555 puedan realizar encuestas con el objetivo de recolectar información y poder desarrollar estudio previo al tema de Tesis el cual está siendo tutorada por la **Msc. Dora Inés Reyes Chávez**; siendo los días a visitar su institución los siguientes:

1. Miércoles 24 de febrero 2021 de 8:30 am a 4:00.
2. Viernes 26 de febrero 2021 de 8:30 am a 4:00.

Esperando su colaboración para lograr terminar la primera fase del estudio, les saludo cordialmente.


Msc. Dora Inés Reyes Chávez
Jefe de departamento de Electrónica.
Facultad de Electrotecnia y computación.


Br. Néstor Enrique Rodríguez Bolaños
Estudiante
Carné: 2010-33617


Br. Jurguens Oniell Gómez Pérez
Estudiante
carné: 2010-32555

Cc.
Archivo.



Figura 36 carta de solicitud de encuestas (propia f.)

12.2 Encuestas:

Encuestas realizadas a personas ciegas de Nicaragua para la realización del proyecto.

1. Sexo del encuestado:

- a) Masculino
- b) femenino

2. Rango de edades:

- a. 15-20
- b. 21-0
- c. 31-40
- d. mayores de 40

3. ¿Cuáles son las barreras urbanísticas que tiene al movilizarse?

4. ¿Ha considerado usar un dispositivo inteligente que le ayude a evitar las barreras urbanísticas?

- a) Si b) No

5. ¿Se ha informado de sobre los tipos de dispositivos inteligentes de ayuda técnica para la movilización de las personas ciegas?

a) Si b) No

6. ¿Qué dispositivos conoces?

7. ¿Cuáles de estos dispositivos inteligentes, de ayuda técnica le gustaría usar con su bastón para mejorar la movilización de su día a día?

a) chaleco

b) casco o banda flexible

c) ninguno

d) otra sugerencia:

8. ¿Anteriormente ha tenido la oportunidad de informarse sobre los bastones inteligentes?

9. ¿Estaría dispuesto a usar un bastón inteligente?

10. ¿Anteriormente ha tenido la oportunidad de informarse sobre los bastones inteligentes?

a) Si b) No

11. ¿Estaría dispuesto a usar un bastón inteligente?

a) Si b) No

12. ¿Estaría interesado en un dispositivo de ayuda técnica que le advierta cuando haya un obstáculo a cierta distancia?

a) Si b) No

13. ¿Qué le gustaría que realizara este dispositivo?

a) Vibración

b) sonido

14. Elija a que distancia preferiría que el dispositivo le advierta de obstáculo.

a) 50 cm

b) 80 cm

c) 1 mt

15. ¿En cuáles de estas dos opciones tiene mayores dificultades al abordar el transporte público?

a) transporte urbano colectivo

b) transporte selectivo

16. ¿Qué tipo de dificultades?

17. ¿Le gustaría que en las paradas de autobuses haya un dispositivo de ayuda técnica que le indique que ruta se aproxima a la parada de autobuses?

a) Si b) No

12.3 Códigos del sistema autónomo

12.3.1 Código de la base

- primera parte

```
1 import ustruct as struct
2 import utime
3 import machine
4 from machine import Pin, SPI
5 from nrf24l01 import NRF24L01
6 from micropython import const
7 import _thread
8 from utime import sleep_ms, sleep
9 from picodfplayer import DFPlayer
10
11 # Constants. Change these if DFPlayer is connected to other pins.
12 UART_INSTANCE = 0
13 TX_PIN = 12
14 RX_PIN = 13
15 BUSY_PIN = 15
16
17 # Create player instance
18 player = DFPlayer(UART_INSTANCE, TX_PIN, RX_PIN, BUSY_PIN)
19
20 # Configurar el bus SPI para el transmisor 1
21 print("NRF24L01 transmitter1")
22 spi = SPI(0, sck=Pin(18), mosi=Pin(19), miso=Pin(16))
23 spi.init(baudrate=5000000, polarity=0, phase=1)
24 cfg = {"spi": spi, "csn": 17, "ce": 20}
25 pipes = (b"\xe1\xf0\xf0\xf0\xf0", b"\x01\x02\x03\x04\x06")
26 csn = Pin(cfg["csn"], mode=Pin.OUT, value=1)
27 ce = Pin(cfg["ce"], mode=Pin.OUT, value=0)
28 nrf = NRF24L01(cfg["spi"], csn, ce, payload_size=8, channel=45)
29 nrf.open_tx_pipe(pipes[0])
30 nrf.open_rx_pipe(1, pipes[1])
31 nrf.start_listening()
32
33 # Configurar el bus SPI para el transmisor 2
34 print("NRF24L01 transmitter-- (2)")
35 spii = machine.SPI(0) # Inicializar el bus SPI número 0
36 spii.init(baudrate=5000000, polarity=0, phase=1)
37 spii = SPI(0, sck=Pin(2), mosi=Pin(3), miso=Pin(4))
38 cfg = {"spii": spii, "csn1": 1, "ce1": 0}
39 pipes1 = (b"\xe1\xf0\xf0\xf0\xf0", b"\x01\x02\x03\x04\x05")
40 csn1 = Pin(cfg["csn1"], mode=Pin.OUT, value=1)
41 ce1 = Pin(cfg["ce1"], mode=Pin.OUT, value=0)
42 nrf1 = NRF24L01(cfg["spii"], csn1, ce1, payload_size=8, channel=70)
43 nrf1.open_tx_pipe(pipes1[0])
44 nrf1.open_rx_pipe(1, pipes1[1])
45 nrf1.start_listening()
46
47
48 # Configurar pines para encender si se detecta cada receptor
49
50 # Función para enviar mensajes y recibir respuestas
51 counter1 = 0
52 counter = 0 # Increase the value by 1 with each loop
53
54
55 while True:
56     # Stop listening, time to send a message
57     nrf.stop_listening()
58     nrf1.stop_listening()
59     counter = counter + 1 # preparing the message to send
60     print("sending:", counter)
61     counter1 = counter1 + 1 # preparing the message to send
62     print("sending2:", counter1)
63
64     try:
65         nrf.send(struct.pack("i", counter)) # sending the message
66
67     except OSError:
```

Figura 37 Programación de la base (propia f. , 2023)

- Segunda parte

```
70     try:
71         nrf1.send(struct.pack("l", counter1))
72
73     except OSError:
74         pass
75
76     # Listen if the other Pico answers us
77     nrf.start_listening()
78     start_time = utime.ticks_ms()
79     timeout = False
80     while not nrf.any() and not timeout:
81         if utime.ticks_diff(utime.ticks_ms(), start_time) > 250:
82             timeout = True
83         if timeout: # no response received
84             print("failure, no response")
85     else: # a response has been received
86         if nrf.any():
87             (response,) = struct.unpack("i", nrf.recv())
88             print("Response from NRF24L01-1:", response)
89
90     # Listen if the other Pico answers us
91     nrf1.start_listening()
92     start_time = utime.ticks_ms()
93     timeout = False
94     while not nrf.any() and not timeout:
95         if utime.ticks_diff(utime.ticks_ms(), start_time) > 250:
96             timeout = True
97         if timeout: # no response received
98             print("failure, no response2")
99
100    else: # a response has been received
101        if nrf1.any():
102            (response) = struct.unpack("l", nrf1.recv())
103            print("Response from NRF24L01-2:", response)
104            print('Playing?', player.queryBusy())
105            sleep(1)
106            # Play the first song (001.mp3) from the first folder (01)
107            print('Playing track 001.mp3 in folder 01')
108            player.playTrack(1,1)
109            sleep(3)
110            # Wait 5 seconds...
111            print('Resuming play')
112            player.resume()
113            sleep(10)
114            # Check if player is busy.
115
116            utime.sleep_ms(10)
117
118
```

Figura 38 programación de la base (Propia, 2023)

12.3.2 Código de los Receptores:

- Primera parte

```
1 import ustruct as struct
2 import utime
3 from machine import Pin, SPI
4 from nrf24l01 import NRF24L01
5 from micropython import const
6
7 # Delay entre recibir un mensaje y esperar el próximo mensaje
8 POLL_DELAY = const(15)
9 # Delay entre recibir un mensaje y enviar la respuesta
10 # (para dar tiempo al otro Pico para escuchar)
11 SEND_DELAY = const(10)
12 pin_receptor_1 = Pin(18, mode=Pin.OUT, value=0)
13 # Definición de pines para el Pico:
14 # Configuración de direcciones
15 spi = SPI(0, sck=Pin(2), mosi=Pin(3), miso=Pin(4))
16 cfg = {"spi": spi, "csn": 5, "ce": 0}
17 csn = Pin(cfg["csn"], mode=Pin.OUT, value=1)
18 ce = Pin(cfg["ce"], mode=Pin.OUT, value=0)
19 nrf = NRF24L01(cfg["spi"], csn, ce, payload_size=8, channel=45)
20 pipes = (b"\xe1\xf0\xf0\xf0\xf0", b"\x01\x02\x03\x04\x05")
21 nrf.open_tx_pipe(pipes[0])
22 nrf.open_rx_pipe(1, pipes[1])
23 nrf.start_listening()
24 nrf.pa_level = const(0x00)
25 counter = 0 # Incrementa el valor en 1 con cada emisión
26 print("Receptor NRF24L01; esperando el primer mensaje...")
27 counter = 0
28 no_signal_time = 0
29 signal_received = False
30 counter = counter + 1
31 while True:
32     if nrf.any(): # Se recibió algo
33         nrf.stop_listening()
34         while nrf.any():
35
36             buf = nrf.recv()
37             counter = struct.unpack("i", buf)[0] # Desempaqueta el valor del mensaje
38             print("Mensaje recibido:", counter)
39
40             utime.sleep_ms(POLL_DELAY) # Retraso antes de escuchar nuevamente
41             signal_received = True
42
43             response = counter % 2 # Prepara La respuesta
44
45             utime.sleep_ms(SEND_DELAY) # Da un breve tiempo al otro Pico para escuchar
46             no_signal_time = 0
47
48             try:
49                 nrf.send(struct.pack("i", response))
50                 print("Respuesta enviada:", response)
51                 utime.sleep_ms(1300)
52                 pin_receptor_1.value(1) #enciende
53                 utime.sleep_ms(1000)
54             except OSError:
55                 pass
56
57             nrf.start_listening()
58
59     else:
60         if signal_received:
61             no_signal_time = 0
62         else:
63             no_signal_time += POLL_DELAY
64             if no_signal_time >= 1000: # No hay señal durante 1 segundo
65                 pin_receptor_1.value(0) # Apaga
```

Figura 39 Código del receptor del detector de objetos (propia f. , 2023)

- Segunda parte

```

1  import ustruct as struct
2  import utime
3  from machine import Pin, SPI
4  from nrf24l01 import NRF24L01
5  from micropython import const
6
7  # Delay entre recibir un mensaje y esperar el próximo mensaje
8  POLL_DELAY = const(15)
9  # Delay entre recibir un mensaje y enviar la respuesta
10 # (para dar tiempo al otro Pico para escuchar)
11 SEND_DELAY = const(10)
12 pin_receptor_1 = Pin(18, mode=Pin.OUT, value=0)
13 # Definición de pines para el Pico:
14 # Configuración de direcciones
15 spi = SPI(0, sck=Pin(2), mosi=Pin(3), miso=Pin(4))
16 cfg = {"spi": spi, "csn": 5, "ce": 0}
17 csn = Pin(cfg["csn"], mode=Pin.OUT, value=1)
18 ce = Pin(cfg["ce"], mode=Pin.OUT, value=0)
19 nrf = NRF24L01(cfg["spi"], csn, ce, payload_size=8, channel=70)
20 pipes = (b"\xe1\xf0\xf0\xf0", b"\x01\x02\x03\x04\x05")
21 nrf.open_tx_pipe(pipes[0])
22 nrf.open_rx_pipe(1, pipes[1])
23 nrf.start_listening()
24 counter = 0 # Incrementa el valor en 1 con cada emisión
25 print("Receptor NRF24L01; esperando el primer mensaje...")
26
27 no_signal_time = 0
28 signal_received = False
29 while True:
30     if nrf.any(): # Se recibió algo
31         nrf.stop_listening()
32         while nrf.any():
33             buf = nrf.recv()
34             counter = struct.unpack("i", buf)[0] # Desempaqueta el valor del mensaje
35             print("Mensaje recibido:", counter)
36
37             utime.sleep_ms(POLL_DELAY) # Retraso antes de escuchar nuevamente
38             signal_received = True
39
40         response = counter % 2 # Prepara la respuesta
41
42         utime.sleep_ms(SEND_DELAY) # Da un breve tiempo al otro Pico para escuchar
43         no_signal_time = 0
44
45         try:
46             nrf.send(struct.pack("i", response))
47             print("Respuesta enviada:", response)
48             pin_receptor_1.value(1) # Encender
49             utime.sleep_ms(1000)
50         except OSError:
51             pass
52
53         nrf.start_listening()
54
55     else:
56         if signal_received:
57             no_signal_time = 0
58         else:
59             no_signal_time += POLL_DELAY
60             if no_signal_time >= 1000: # No hay señal durante 1 segundo
61                 pin_receptor_1.value(0) # Apagar

```

Figura 40 código del receptor del bus (propia f. , 2023)

12.3.3 Código para la detección de objeto

```
1 #sensor ultrasónico
2 #define TRIGGER_PIN 2
3 #define ECHO_PIN 3
4 // Definición del pin del buzzer
5 #define BUZZER_PIN 9
6 // Umbral de distancia para activar el buzzer (en centímetros)
7 const int umbralDistancia = 100;
8 void setup() {
9     pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
10    pinMode(TRIGGER_PIN, OUTPUT);
11    pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
12    Serial.begin(9600);
13 }
14 void loop() {
15     // Generar un pulso de ultrasonido
16     digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);
17     delayMicroseconds(2);
18     digitalWrite(TRIGGER_PIN, HIGH);
19     delayMicroseconds(10);
20     digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);
21     // Medir el tiempo de respuesta
22     unsigned long tiempoEcho = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
23     // Calcular la distancia en centímetros
24     unsigned int distancia = tiempoEcho / 58;
25     if (distancia > 0) {
26         Serial.print("Distancia: ");
27
28         Serial.print(distancia);
29         Serial.println(" cm");
30         // Comprobar si la distancia es menor que el umbral establecido
31         if (distancia < umbralDistancia) {
32             // Activar el buzzer
33             digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
34             delay(100);
35             // Desactivar el buzzer
36             digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
37         }
38     }
39     delay(100);
40 }
41 }
```

Figura 41 código para la detección de objetos (propia f. , 2023)