



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA TELECOMUNICACIONES

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED
INALÁMBRICA CON NODOS DESCRIPTORES POR VOZ DE
ENTORNOS URBANOS PARA PERSONAS NO VIDENTES CON
INFORMACIÓN DE UBICACIÓN Y ACCESO WEB**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Propuesta Tecnológica

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

AUTOR:

MARCO VINICIO AMBO ESTRADA

Riobamba-Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA TELECOMUNICACIONES

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED
INALÁMBRICA CON NODOS DESCRIPTORES POR VOZ DE
ENTORNOS URBANOS PARA PERSONAS NO VIDENTES CON
INFORMACIÓN DE UBICACIÓN Y ACCESO WEB**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Propuesta Tecnológica

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

AUTOR: MARCO VINICIO AMBO ESTRADA

TUTOR: ING. WILSON OSWALDO BALDEÓN LÓPEZ

Riobamba-Ecuador

2024

©2024, Marco Vinicio Ambo Estrada

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Marco Vinicio Ambo Estrada declaro que el presente trabajo curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

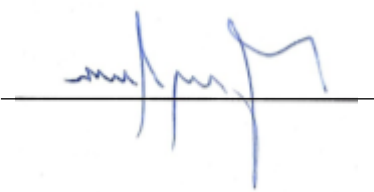
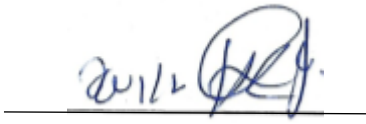
Riobamba, 24 de abril de 2024



Marco Vinicio Ambo Estrada
0604117432

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA TELECOMUNICACIONES

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Propuesta Tecnológica **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED INALÁMBRICA CON NODOS DESCRIPTORES POR VOZ DE ENTORNOS URBANOS PARA PERSONAS NO VIDENTES CON INFORMACIÓN DE UBICACIÓN Y ACCESO WEB**, realizado por el señor **MARCO VINICIO AMBO ESTRADA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Jorge Vicente Yuquilema Illapa PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		21-05-2024
Ing. Wilson Oswaldo Baldeón López DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		21-05-2024
Ing. Paúl David Moreno Avilés. Phd. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		21-05-2024

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis en primer lugar a nuestro padre celestial por darme vida, salud y permitirme cumplir una de mis metas. A mi madre María Teresa Ambo quien me ha apoyado desde el inicio de manera incondicional, siempre alentándome a nunca rendirme y siempre encontrar a solución antes las adversidades que se presenten en la vida y en el estudio. A mi familia que me han apoyado emocionalmente a lograr lo propuesto. A mis maestros quienes me han brindado su conocimiento para lograr llegar al final de mi carrera y poder realizar esta tesis.

Marco

AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios, por darme fuerza, salud y vida para poder levantarme cada caída que tuve en mi camino y así poder cumplir una meta más, le pido que siempre me cuide y me ayude para seguir adelante y luchar por mis sueños y mis metas. Agradezco a mi madre que me brindo el apoyo necesario para poder cumplir con esta meta más gracias a ella por sus consejos y su motivación en cada día de mi preparación profesional y emocional; también agradezco a mi familia que estuvieron ahí para darme cualquier consejo emocional para la vida profesional y cotidiana.

Marco

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Justificación del trabajo de grado.....	3
1.1.1. <i>Justificación Teórica</i>	3
1.1.2. <i>Jutificación aplicativa</i>	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO.....	7
2.1. Discapacidad Visual.....	7
2.2. Información estadística sobre personas que poseen discapacidad visual.....	7
2.2.1. <i>Desarrollo de la percepción visual</i>	8
2.2.2. <i>Efectos de la discapacidad visual</i>	9
2.3. Levantamiento de la información.....	9
2.4. Dispositivos de identificación y localización.....	10
2.5. Trabajos realizados en Riobamba sobre el tema propuesto.....	11
2.6. Accesibilidad a las TIC.....	11
2.6.1 <i>Herramientas de apoyo para personas invidentes en el acceso de información y comunicación</i>	11
2.7. Redes Inalámbricas.....	13
2.7.1. <i>Arquitectura de redes inalámbricas</i>	14
2.7.2. <i>Nodos Sensores</i>	14
2.7.3. <i>Topología de red</i>	15
2.7.4. <i>Modos de Operación</i>	17

2.7.5. Tipos de redes inalámbricas.....	17
2.8. Tecnologías para la transmisión inalámbrica.....	18
2.9. Sistemas de autoidentificación.....	19
2.9.1. Códigos QR.....	20
2.9.2. Tarjetas Inteligentes.....	20
2.9.3. Sistema de Código de Barras.....	21
2.9.4. Sistemas Biométricos.....	22
2.9.4.1. Sistemas de identificación por huella dactilar.....	22
2.9.4.2. Sistemas de identificación por el Iris.....	22
2.9.4.3. Sistemas de identificación facial.....	23
2.9.5. Sistemas RFID.....	23
2.9.5.1. Tipos de lectores de frecuencia.....	24
2.9.6. Sistemas NFC.....	25
2.9.6.1. Establecimiento de la comunicación.....	26
2.9.6.2. Compatibilidad con los diferentes sistemas operativos de móviles.....	26
2.9.7. Radiofrecuencia.....	27
2.9.7.1. Antenas de Radiofrecuencia.....	27
2.9.7.2. Tipos de antenas de radiofrecuencia.....	28
2.9.8. Comparación entre los diferentes sistemas de identificación automática.....	28
2.10. Sistemas de localización.....	29
2.10.1. Sistema GPS.....	30
2.10.1.1. Características del sistema GPS.....	30
2.11. Tarjetas de desarrollo.....	30
2.11.1. Raspberry.....	31
2.11.2. Galileo.....	31
2.11.3. Arduino.....	32
2.11.4. Comparación entre las diferentes tarjetas de desarrollo.....	32
2.12. Baterías.....	33
2.12.1. Comparación entre los diferentes tipos de baterías.....	34
2.13. Análisis de los entornos.....	34
2.13.1. Zonas externas.....	34
2.13.2. Zonas internas.....	35
2.13.3. Comparación de sitios turísticos para la aplicación del prototipo.....	35

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.....	37
-----------------------------------	-----------

3.1. Requisitos de hardware del prototipo.....	37
3.2. Concepción general del sistema.....	38
3.3. Diseño de la Arquitectura del prototipo.....	38
3.3.1. <i>Nodo de transmisión.....</i>	39
3.3.2. <i>Nodo de recepción.....</i>	39
3.4. Diseño de las etapas del sistema MANETRIC.....	40
3.4.1. <i>Etapas de almacenamiento.....</i>	40
3.4.2. <i>Etapas de visualización</i>	40
3.4.3. <i>Etapas de aviso.....</i>	41
3.5. Selección de la tecnología de comunicación.....	41
3.5.1. <i>Selección de las tarjetas de desarrollo Arduino.....</i>	42
3.5.2. <i>Arduino MEGA 2560.....</i>	43
3.5.3. <i>Sintetizador de voz EMIC 2.....</i>	44
3.5.4. <i>Ublox NEO-6M GPS.....</i>	45
3.5.5. <i>Modulo SIM 800GSM.....</i>	46
3.5.6. <i>Antena Radiofrecuencia RF433.....</i>	47
3.5.7. <i>Brújula Magnética con Arduino.....</i>	48
3.5.8. <i>Módulo Lector MicroSD Arduino.....</i>	49
3.5.9. <i>Power Bank.....</i>	50
3.5.10. <i>Consumo de energía total del prototipo.....</i>	51
3.6. Esquema de conexión electrónica.....	52
3.6.1. <i>Nodo transmisor.....</i>	52
3.6.2. <i>Nodo receptor.....</i>	53
3.7. Diseño de software del sistema	
MANETRIC.....	53
3.7.1. <i>Requerimientos de diseño para el software.....</i>	53
3.7.2. <i>Diseño de funcionamiento del software del dispositivo.....</i>	54
3.7.3. <i>Software Arduino 1.8.2.....</i>	55
3.8. Implementación del dispositivo MANETRIC.....	56
3.8.1. <i>Diseño del circuito impreso para la placa PCB.....</i>	56
3.8.2. <i>Impresión del circuito en la placa PCB.....</i>	57
3.8.3. <i>Implementación del circuito impreso en la PCB.....</i>	58
3.8.4. <i>Diseño del chasis del dispositivo.....</i>	58
3.8.5. <i>Ensamblaje final del dispositivo MANETRIC.....</i>	59
3.8.6. <i>Herramientas informáticas para visualizar y almacenar datos.....</i>	59
3.8.6.1. <i>ThingSpeak.....</i>	59

CAPITULO IV

4. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	61
4.1. Comprobación de funcionamiento del sistema MANELECTRIC.....	61
4.2. Lista de tareas.....	62
4.3. Pruebas de alcance de validación.....	63
<i>4.3.1. Prueba de fiabilidad.....</i>	<i>63</i>
<i>4.3.2. Prueba de rendimiento.....</i>	<i>65</i>
<i>4.3.3. Prueba de usabilidad.....</i>	<i>66</i>
<i>4.3.3.1. Resultados de funcionalidad.....</i>	<i>67</i>
<i>4.3.3.2. Pruebas de funcionamiento prototipo.....</i>	<i>68</i>
4.4. Análisis económico del prototipo.....	72
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Visión de lejos y cerca.	8
Tabla 2-2: Principales provincias con mayor número de personas con discapacidad visual Ecuador.	8
Tabla 2-3: Ventajas y desventajas de las topologías comunes de red.	15
Tabla 2-4: Ventajas y desventajas de los modos de operación de redes inalámbricas.....	17
Tabla 2-5: Características específicas de las tecnologías inalámbricas.....	19
Tabla 2-6: Tipos de tarjetas inteligentes.....	21
Tabla 2-7: Bandas de frecuencias y usos en etiquetas RFID.....	25
Tabla 2-8: Funcionalidades de las etiquetas NFC en los sistemas operativos móviles.....	27
Tabla 2-9: Comparación de características de los sistemas de identificación.....	29
Tabla 2-10: Características del sistema GPS.....	30
Tabla 2-11: Comparación de características de los sistemas de identificación.....	33
Tabla 2-12: Comparación de características de los sistemas de baterías.....	34
Tabla 2-13: Lugares Turísticos más visitados en Riobamba.....	34
Tabla 2-14: Lugares turísticos internos más visitados en Riobamba.....	35
Tabla 2-15: Características de las zonas internas y externas.....	35
Tabla 3-1: Comparación entre tecnología inalámbrica y cableada.....	41
Tabla 3-2: Modelos de tarjetas de desarrollo Arduino.....	42
Tabla 3-3: Especificaciones técnicas del Arduino ATmega2560.....	43
Tabla 3-4: Especificaciones técnicas del EMIC 2.....	44
Tabla 3-5: Especificaciones técnicas del módulo GPS.....	45
Tabla 3-6: Especificaciones técnicas del Módulo SIM 800GSM.....	46
Tabla 3-7: Especificaciones técnicas del Módulo RF 433.....	47
Tabla 3-8: Especificaciones técnicas de la brújula Digital con Arduino.....	48
Tabla 3-9: Especificaciones técnicas del Módulo Lector MicroSD.....	49
Tabla 3-10: Especificaciones técnicas de la Power bank.....	50
Tabla 3-11: Valores de consumo en voltaje, corriente y potencia.....	50
Tabla 4-1: Lugares registrados en la base de datos.....	61
Tabla 4 2: Evaluación de actividades para el desarrollo del prototipo en tiempo real.....	62
Tabla 4 3: Evaluación de fiabilidad del receptor GPS.....	65
Tabla 4 4: Tiempo de respuesta de recepción de aviso fuera del rango del mapa.....	66
Tabla 4 5: Nivel de satisfacción.....	72
Tabla 4-5: Análisis económico de los tres nodos transmisores.....	74
Tabla 4-6: Análisis económico del nodo receptor.....	74

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2 – 1: a) Personas con discapacidad visual b) Redes Wi-Fi.....	9
Ilustración 2-2: Dispositivos de localización, discapacidad visual e identificación. a) Maptic GPS b) Gafas c) Sistema de identificación.....	10
Ilustración 2-3: Lector de Pantalla Braille.....	12
Ilustración 2-4: EyeSynth anteojos.....	13
Ilustración 2-5: FingerReader.....	13
Ilustración 2-6: Arquitectura de una Red de Sensores Inalámbricos.....	14
Ilustración 2-7: Arquitectura de un nodo Sensor.....	15
Ilustración 2-8: Sistemas de Autoidentificación.....	19
Ilustración 2-9: Accesos de Códigos QR.....	20
Ilustración 2-10: Arquitectura de las tarjetas inteligente.....	21
Ilustración 2-11: Código de barras.....	22
Ilustración 2-12: Tipos de Sistemas de identificación a) Huella dactilar b) Reconocimiento por Iris c) Facial.....	22
Ilustración 2-13: Componentes de una RFID.....	23
Ilustración 2-14: Arquitectura etiquetas NFC.....	26
Ilustración 2-15: Antenas de Radiofrecuencia.....	27
Ilustración 2-16: Tipos de Antenas de Radiofrecuencia.....	28
Ilustración 2-17: Placa Raspberry.....	31
Ilustración 2-18: Placa Intel Galileo.....	32
Ilustración 2-19: Placa Arduino Mega 2560.....	32
Ilustración 2-20: Partes de una batería.....	33
Ilustración 3-1: Concepción general del sistema.....	38
Ilustración 3-2: Diagrama de bloques del prototipo implementado.....	38
Ilustración 3-3: Diagrama de bloques del nodo de transmisión del sistema MANETRIC.....	39
Ilustración 3-4: Diagrama de bloques del nodo de recepción del sistema MANETRIC.....	39
Ilustración 3-5: Diagrama de bloques del nodo de almacenamiento del sistema MANETRIC.	40
Ilustración 3-6: Diagrama de bloques de la etapa de visualización MANETRIC.....	40
Ilustración 3-7: Etapa de aviso MANETRIC.....	41
Ilustración 3-8: Arduino ATmega 2560.....	43
Ilustración 3-9: Aspecto físico de Sintetizador de voz EMIC 2.....	44
Ilustración 3-10: Modulo Ublox Neo-6M GPS.....	45
Ilustración 3-11: Módulo SIM 800GSM.....	46

Ilustración 3-12: Módulo RF 433.....	47
Ilustración 3-13: Brújula Digital con Arduino.....	48
Ilustración 3-14: Módulo Lector MicroSD Arduino.....	49
Ilustración 3-15: Power bank.....	50
Ilustración 3-16: Diagrama de conexión nodo transmisor.....	51
Ilustración 3-17: Diagrama de conexión nodo receptor.....	52
Ilustración 3-18: Diagrama de flujo Declaración de librerías.....	53
Ilustración 3-19: Diagrama de flujo para comparación de datos obtenidos.....	54
Ilustración 3-20: Diagrama de flujo para el estado de la variable.....	55
Ilustración 3-21: Software Arduino-Parte del Código del prototipo.....	56
Ilustración 3-22: Diseño del nodo receptor.....	56
Ilustración 3-23: Diseño del nodo transmisor.....	57
Ilustración 3-24: Placa PCB impresa nodo receptor.....	57
Ilustración 3-25: Soldadura del nodo Transmisor.....	58
Ilustración 3-26: Chasis del nodo Transmisor.....	58
Ilustración 3-27: Chasis del nodo Receptor.....	59
Ilustración 3-28: Ensamblaje del nodo Transmisor y Receptor.....	59
Ilustración 3-29: Pagina Web para visualizar datos.....	60
Ilustración 3-30: Creación de mapas para el prototipo.....	60
Ilustración 4-1: Evidencia del almacenamiento de información en la base de datos.....	61
Ilustración 4-2: Evidencia de la visualización de prototipo.....	62
Ilustración 4-3: Prueba de trazo de mapa en la zona.....	63
Ilustración 4 5: Resultados de la prueba de rendimiento del seguimiento del GPS y brújula del prototipo.	64
Ilustración 4 6: Ingreso y navegación del menú del prototipo.....	68
Ilustración 4-7: Creación y recorrido mapa.	
a) Toma de puntos b) Realización del recorrido dentro del mapa.....	70
Ilustración 4-8: Ubicación de nodos.....	70
Ilustración 4-9: Manipulación del prototipo.....	71
Ilustración 4-10: Llegada del invidente al lugar y verificación del nodo.	
a) Llegada del invidente al lugar de destino b) Verificación de la descripción de nodo en pantalla.....	73
Ilustración 4-10: Eficacia y eficiencia del prototipo.....	73
Ilustración 4-11: Nivel de satisfacción del prototipo.....	73

INDICE DE ABREVIATURAS

TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
SIT	Sistema Inteligente de Transporte
UE	Unión Europea
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IOT	Internet of Things (Internet de las cosas)
V2V	Vehicle to Vehicle (Vehículo a Vehículo)
V2I	Vehicle to Infrastructure (Vehículo a Infraestructura)
ANT	Agencia Nacional de Tránsito
GNSS	Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite)
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
LBS	Location Based Services (Servicio basado en localización)
GIS	Geographic Information System (Sistema de información geográfica)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica)
BS	Base Station (Estación Base)
CS	Control Station (Estación de Control)
ARCOTEL	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
CONADIS	Consejo Nacional para la Integración de la Persona con Discapacidad
LTE	Long Term Evolution (Evolución a Largo Plazo)
IDE	Integrated Development Environment (Entornos de Desarrollo Integrado)
ADT	Android Development Tools (Herramientas de Desarrollo de Android)
QR	Quick Response (respuesta rápida)
GSM	Global System for Mobile communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles)
GPRS	General Packet Radio Service (Servicio General de Paquetes vía Radio)

2G	Segunda Generación
4G	Cuarta Generación
SO	Sistema Operativo
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles)
HSPA	High-Speed Packet Access (Acceso de paquetes a alta velocidad)
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution (tasas de Datos Mejoradas para la Evolución del GSM)
IP	Internet Protocol (Protocolo de Internet)
PnP	Plug and Play (conectar y usar)
GHz	Gigahercio
USB	Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie)
Mbps	Megabit por segundo
SMS	Short Message Service (Servicio de Mensajes Cortos)

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: DATASHEET ARDUINO MEGA

ANEXO B: DATASHEET EMIC 2 TEXT-TO-SPEECH

ANEXO C: DATASHEET MODULO GPS NEO V8

ANEXO D: DATASHEET MODULO SIM 800L

ANEXO E: DATASHEET RF433

ANEXO F: DATASHEET BRUJULA ARDUINO

ANEXO G: DATASHEET ARDUINO MICROSD

ANEXO H: PROGRAMACIÓN DEL PROTOTIPO *SOFTWARE* ARDUINO

RESUMEN

Con el objetivo de contribuir a la inclusión de personas con discapacidad visual en la tecnología de la información y la comunicación (TIC) en la ciudad de Riobamba se desarrolló este proyecto el cual va a proporcionar un servicio mediante un dispositivo móvil en el cual se va activar por medio de voz y una vez manipulando el prototipo por medio de navegación del menú dentro del mismo; el invidente podrá escoger a qué lugar desea ir luego se recibirá estos datos del nodo transmisor hacia el nodo receptor y este se activara una distancia predeterminada avisándole que está a punto de llegar al lugar y finalmente cuando llegue a dicho lugar este hará una descripción del mismo con cada una de las características que está compuesto en ese lugar. Este dispositivo a nivel hardware cuenta con un módulo Arduino Mega que ayuda a la conexión con el módulo sintetizador de audio Emic 2, además en la interfaz de usuario cuenta con un módulo GPS, una brújula, un módulo SIM y unos audífonos alámbricos. A nivel de software se tiene una programación basada en el lenguaje C++ en donde se desarrollan rutinas que permitirá la comunicación entre cada uno de los dispositivos hardware para su funcionamiento, dicho sistema suministrará por medio de la infraestructura de red en forma inalámbrica y en tiempo real la información de las coordenadas de ubicación del lugar, en la investigación se usa la metodología descriptiva y de campo. De las pruebas realizadas se concluye que el tiempo para búsqueda de datos y recepción de información es de 2 segundos aproximadamente, presenta un error mínimo en la obtención de coordenadas al momento de realizar la ruta dentro de la zona esto se convierte en una gran ayuda para movilizarse las personas no videntes.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN>, <SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DE ARDUINO MEGA>, <MÓDULO DE COMUNICACIÓN GPS>, <SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL(GPS)>, <MÓDULO SINTETIZADOR DE AUDIO EMIC 2>, <INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL>, <RED DE SENSORES INALÁMBRICOS (WSN)>.

0436-DBRA-UPT-2024



SUMMARY

This project was developed to facilitate the inclusion of visually impaired individuals in the information and communication technology (ICT) sector in Riobamba. The initiative introduces a mobile device that operates via voice activation, enabling users to navigate through a menu to select their desired destination. The system then transmits data from a sending node to a receiving node, which activates at a predetermined distance to notify the user that they are nearing their destination. Upon arrival, the device provides a descriptive overview of the location, detailing its various characteristics. Hardware-wise, the device includes an Arduino Mega module, which facilitates connectivity with an Emic 2 audio synthesizer module. The user interface is equipped with a GPS module, a compass, a SIM module, and wired headphones. The software, developed in C++, orchestrates routines that ensure seamless communication between the hardware components for optimal functionality. The system leverages a wireless network infrastructure to deliver real-time information on location coordinates. The project employs descriptive and field research methodologies. Testing has shown that the device can search for data and receive information within approximately 2 seconds, with minimal errors in coordinate accuracy when navigating within the area. This technological solution significantly aids the mobility of visually impaired persons.

KEYWORDS: <INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY>, <ARDUINO MEGA PROGRAMMING SOFTWARE>, <GPS COMMUNICATION MODULE>, <GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)>, <EMIC 2 AUDIO SYNTHESIZER MODULE>, <REAL-TIME INFORMATION>, <WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)>.



Lic. Mařitza Larrea Mg.

0603370784

INTRODUCCIÓN

La discapacidad visual se puede referir a la pérdida de la visión en la cual no se puede corregir con lentes convencionales o con lentes de contacto. Visión 2020 ofrece a los gobiernos de todo el mundo un conjunto de instrumentos para ayudar a prevenir y tratar millones de casos de discapacidad visual (2003).

Aproximadamente un 90% de la carga mundial de discapacidad visual se concentra en los países de ingresos bajos. El 82% de las personas que padecen discapacidad visual tienen 50 años o más (2020). En términos mundiales, los errores de refracción no corregidos constituyen la causa más importante de discapacidad visual, pero en los países de ingresos medios y bajos las cataratas siguen siendo la principal causa de discapacidad visual (2020)..

El número de personas con discapacidades visuales atribuibles a enfermedades infecciosas ha disminuido considerablemente en los últimos 20 años. El 80% del total mundial de casos de discapacidad visual se pueden evitar o curar (). En el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones presenta discapacidad visual y 246 millones presentan baja visión. La cita se da bajo el auspicio de la Organización de Estados Americanos (OEA), según el cual el 11.4% de la población en el continente tienen alguna discapacidad. De acuerdo con el organismo, Perú es el país con mayor porcentaje de discapacitados, 18.5%; seguido de estados Unidos con un 15% y en Ecuador 12.8%. Los países con un menor porcentaje son El Salvador (1.5%), Bahamas (2.3%) y Surinam y Jamaica con 2.8%, según la OEA (Infosalus, 2013).

La OEA dice que en el mundo de 500 a 600 millones de personas sufren alguna discapacidad, de las cuales el 85% no tienen acceso a servicios de rehabilitación y 95% no acude a la escuela. Debido al ajetreado estilo de vida, a inexistente centro de cuidados de personas con discapacidad visual y la falta de atención que recibe dicha enfermedad surgió la necesidad de supervisar y localizar personas que padecen dicha enfermedad, lo cual se debe saber la ubicación y las variables fisiológicas de la persona con discapacidad visual en todo momento, logrando así de mejorar la calidad de vida de los pacientes (Infosalus, 2013).

Con estos antecedentes el presente trabajo de integración curricular busca implementar un prototipo de red inalámbrica con nodos descriptores por voz de entornos urbanos para personas no videntes con información de ubicación y acceso a web. El sistema suministrara datos de los lugares en el cual se va a ir describiendo a medida que se vaya acercando a dicho lugar, la investigación busca como elemento adicional constituirse como una herramienta de soporte a las actividades de cuidados que realizan sus familiares o cuidadores.

Al trabajar con módulos y sensores inteligentes se requiere de un control que abarque estos sistemas electrónicos y que permita determinar el funcionamiento que requiere el dispositivo a desarrollar, el diseño se puede llegar a tal propósito con el uso de tarjetas de desarrollo debido a la compatibilidad que existe con estos elementos electrónicos. La unión de estas tecnologías hizo que sea viable el proyecto de desarrollar un dispositivo de identificación, supervisión y localización en tiempo real del lugar en el cual se va a describir, de tal forma que las personas con discapacidad visual puedan convivir con el medio en el que les rodea y adaptándose a su comodidad.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Justificación del trabajo de grado

1.1.1. Justificación teórica

Basados en los avances tecnológicos se pretende aplicar y desarrollar mejoras para satisfacer las carencias diarias de nuestra sociedad, en concordancia con las políticas estatales, con la matriz productiva que incentiva al desarrollo de investigadores y la producción nacional basado en las capacidades y conocimientos de la población, así como en el cumplimiento al objetivo número 3 del Plan Nacional del Buen Vivir, el cual establece: “Mejorar la calidad de vida de la población” y con el objetivo 10: “Impulsar la transformación de la matriz productiva” (Vivir, 2017-2021), siendo así aplicativo en cualquier persona de la localidad y del país que necesite la ayuda que brindara el dispositivo.

La revolución digital no ha llegado a todos por igual. Hoy en día existen en el mundo dispositivos, aplicaciones los cuales ayudan a las personas a conocer sitios y lugares en el mundo; las personas invidentes o con visión reducida han quedado fuera de plano. Sin embargo, algunos proyectos innovadores tratan de utilizar el potencial de las nuevas tecnologías para hacerles la vida más fácil. En el mercado existen algunos para personas invidentes aquí se muestra algunos de ellos son (al Conocimiento, 2015):

Anillo para leer cualquier texto. - desarrollado por investigadores del MIT Media Laboratory, utiliza un algoritmo creado especialmente para reconocer las palabras, que pasan a un programa que las lee en voz alta. A medida que las personas mueven el dedo por la página el aparato emite señales -bien sonidos o vibraciones- para evitar que se cambien de renglón sin darse cuenta. En su estado de desarrollo actual, el anillo debe estar conectado a un ordenador el cual realiza la interpretación y la lectura del texto, ya se está desarrollando una versión nueva que podría ejecutarse en dispositivos móviles (al Conocimiento, 2015).

Gafas inteligentes. - desarrolladas en la Universidad de Oxford aprovechan esa visión residual de las personas con discapacidad visual para permitirles orientarse y navegar a través de entornos desconocidos. Las gafas utilizan un sistema de cámaras y software para detectar los objetos cercanos y presentarlos de forma reconocible para el usuario (al Conocimiento, 2015).

En la actualidad en el país existen 55246 personas que sufren de discapacidad visual lo que representa un 12.8% del total de personas discapacitadas según información del Instituto Nacional

de Estadísticas y Censos (INEC); se ve la necesidad de que cada persona que posee esta discapacidad se ayude con su acompañante o con un perro guía lo que genera una mayor inversión económica y disponibilidad de tiempo. En el Ecuador existe algunos aparatos que ayudan a las personas invidentes a cumplir con sus actividades diarias y estos dispositivos les ayuden a tener una buena calidad de vida entre ellos son: (Edición Médica, 2020):

EyeBorg. - Consiste en un implante colocado en la frente que permite a una persona invidente percibir el entorno, permitiéndole identificar objetos sin tener que verlos, y detectar a qué distancia se encuentra un obstáculo y controlar sus dimensiones con un ligero movimiento de cabeza, mejorando su orientación y movilidad (2019).

Un reloj parlante: Permite saber qué día es y a qué hora se encuentra. Basculas parlantes: para pesar los alimentos, el cual indica la cantidad de gramos, etiquetas con código QR para grabar el nombre de los alimentos y saber, mediante un lector parlante, si es una lata de atún o fruta en almíbar. Los textos en braille y calculadoras: los cuales hablan y permiten ayudar a su hijo con los deberes de matemática (Elizabeth, 2016).

Por tal razón, la investigación pretende generar una herramienta de ayuda que influya en el bienestar de la sociedad, en un grupo de población específico y muy importante como son las personas invidentes que no presentan una visión de la realidad del entorno en que los rodea. Situación que genera que las personas invidentes no tengan la facilidad de incluirse en el medio en el que vive.

La investigación centra su accionar en la implementación de un prototipo de red inalámbrica con nodos descriptores por voz de entornos urbanos para personas no videntes con reconocimiento de ubicación y acceso a web esta información se almacenará en una base de datos y luego se enviará al dispositivo receptor para que la persona invidente al momento que se encuentre en el lugar pueda escuchar la descripción de este.

1.1.2. Justificación aplicativa

El tema de investigación busca desarrollar e implementar una red inalámbrica que cumpla con los requerimientos necesarios para indicarle a la persona discapacitada en qué lugar se encuentra describiéndola cada cosa que tiene a su alrededor.

Este proyecto se basa en el desarrollo de tres módulos principales. El primer módulo corresponde a la gestión del lugar de descripción ubicado en cada lugar a ser visitado por la persona

discapacitada este módulo se generan los comandos con la descripción de cada uno de los lugares turísticos, la información es almacenada en la base de datos y reflejada en los módulos restantes. El segundo módulo de administración permite actualizar, insertar o eliminar los lugares turísticos que no desea conocer y a su vez visualizar informes y registros de estos. El tercer módulo corresponde al módulo de preparación, en donde se origina la salida de audio de los lugares previos a ser escuchados por la persona discapacitada, este módulo activa una señal cuando la persona está por llegar al lugar mediante una tarjeta de desarrollo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Implementar un prototipo de red inalámbrica con nodos descriptores de voz de entornos urbanos para personas no videntes con información de ubicación y acceso a web.

1.2.2. Objetivos específicos

- Estudiar cuales son las principales variables fisiológicas que se evalúan en una persona invidente.
- Identificar los requerimientos necesarios para el prototipo electrónico.
- Diseñar la topología de red y el medio de comunicación inalámbrico entre nodos más adecuado al diseño.
- Seleccionar el tipo de tarjeta de desarrollo, los dispositivos electrónicos y sensores que se acoplen a los requerimientos del prototipo.
- Evaluar el prototipo y la red implementada en comparación con unos dispositivos electrónicos que existen en el mercado para guiar a personas invidentes.

El presente Trabajo de Integración Curricular se define como una propuesta tecnológica, para su desarrollo se combinó métodos teóricos y empíricos. El método teórico se realizó una revisión documental de la información relacionada con la gestión de comandos, los sistemas electrónicos desarrollados mundial y localmente, información de los avances y tecnologías que permitan la realización del prototipo. La sistematización, permite la aplicación de la información obtenida al diseño y construcción al sistema de gestión y monitorización. El análisis y síntesis, para la evaluación de los resultados obtenidos del funcionamiento del prototipo y de esta manera llegar a las conclusiones y recomendaciones. Los métodos empíricos aplicados son: la experimentación, se basa en la realización de la simulación y comprobación de cada módulo que constituye el prototipo, la evaluación de las variables durante la implementación y la observación para la validación del prototipo.

El documento define el proceso realizado en esta investigación y se divide en tres capítulos: En el primer capítulo se detalla la información bibliográfica necesaria para la realización del prototipo. El segundo capítulo hace referencia al procedimiento de elección de *hardware* y *software* para implementar la propuesta considerando sus requerimientos. El tercer capítulo presenta las pruebas y resultados obtenidos en el proceso de evaluación del prototipo y finalmente se enuncian las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realiza una revisión bibliográfica relacionada con el tema de investigación, se estudia los sistemas electrónicos disponibles a nivel mundial y local, se analiza la situación de gestión de los lugares a ser visitados en este caso en las zonas urbanas internas y se revisa las tecnologías de comunicación existentes que ayuden a las personas que poseen discapacidad visual.

2.1. Discapacidad visual

Es una condición de vida de una persona, adquirida durante su gestación, nacimiento o infancia, que se manifiesta por limitaciones significativas en el funcionamiento intelectual, motriz, sensorial (vista y oído) y en la conducta adaptativa, es decir, la forma en que se relaciona en el hogar, la escuela y la comunidad, respetando las formas de convivencia. (2010). A nivel mundial La India tiene 45 millones de personas con discapacidad visual siendo el país con gran cantidad de personas con esta discapacidad (2020).

En Ecuador existe 455289 personas con alguna discapacidad de las cuales el 11.47% poseen discapacidad visual, en adultos de 30 a 65 años se concentran más casos y luego le siguen los adultos mayores de 65 años de las cuales la población masculina es la más afectada. En el 2018, 5000 niños y adolescentes con discapacidad visual fueron insertados en escuelas regulares públicas. De acuerdo con el Ministerio de Educación, ha mejorado en el 80% la inclusión (2020).

De acuerdo con la clasificación internacional de enfermedades, la función visual se divide en (OMS, 2018):

- Visión normal
- Discapacidad visual moderada
- Discapacidad visual grave
- Ceguera

2.2. Información estadística sobre personas que poseen discapacidad visual

Según datos de OMS (Organización Mundial de la Salud), en el año 2010 se tiene un número estimado de personas con discapacidad visual que ascendía a 280 millones, de las cuales 39 millones tienen discapacidad visual, habido un aumento respecto del número de personas con discapacidad visual estimado en el año 2004 (OMS, 2018).

La Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11) divide la deficiencia visual en dos grupos según el tipo de visión: lejos y de cerca; en la cual se detalla en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Vision de lejos y cerca

Deficiencia de la vision de lejos y cerca	Agudeza Visual inferior
Leve	6/12
Moderada	6/18
Grave	6/60
Discapacidad visual total	3/60

Fuente: (OMS, 2018)

Realizado por: Ambo, Marco, 2022

A nivel mundial, se calcula que aproximadamente 1300 millones de personas viven con alguna deficiencia de la visión de lejos o de cerca. Con respecto a la visión de lejos, 188,5 millones de personas tienen una deficiencia visual moderada, 217 millones tienen una deficiencia visual de moderada a grave y 36 millones tienen discapacidad visual total. Por otro lado, 826 millones de personas padecen una deficiencia de la visión de cerca. El crecimiento y envejecimiento de la población aumentarán según el riesgo de que más personas se vean afectadas por una deficiencia visual (OMS, 2018).

En Ecuador según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades 54284 poseen discapacidad visual en todo el país esto quiere decir que el 1% de personas en el país sufren de esta discapacidad, en la provincia del Guayas existe un 23.97% de personas con discapacidad visual, en la provincia de Chimborazo existe un 3.33% con dicha discapacidad y en la provincia de Galápagos un porcentaje de 0.12%; en conclusión se observa que en dicha provincia existe un menor porcentaje de discapacidad visual (CONADIS, 2019).

En la tabla 2-2 se muestra las principales ciudades con mayor número de personas que poseen discapacidad visual en el Ecuador según (Ministerio de Salud Pública y el CONADIS), tanto en niños, adolescentes, jóvenes adultos y adultos mayores (CONADIS, 2019).

Tabla 2-2: Principales provincias con mayor número de personas con discapacidad visual Ecuador

Principales provincias con mayor número de personas con discapacidad visual en el Ecuador		
N.º de orden	Principales provincias	Año 2019
1.	Guayas	12121
2.	Pichincha	8537
3.	Manabí	6314
4.	Azuay	3715
5.	Los Ríos	2237

Realizado por: Ambo, Marco, 2022

Fuente: (INEC, 2019)

2.2.1. Desarrollo de la percepción visual

Es la interpretación que realiza el cerebro en cada uno de los diferentes organismos de los estímulos recibidos mediante los sentidos. En otras palabras, este dominio también podría estar determinado como el conjunto de procesos mediante el cual un individuo organiza, selecciona e interpreta de manera significativa y lógica, mediante su hábito previo, la información resultante de los órganos de los sentidos. Es decir, se trata de un proceso eficaz del cerebro a través del cual se crea una situación externa mediante la transformación de la información lumínica captada por el ojo (Gómez, 2016).

2.2.2. Efectos de la discapacidad visual

Las personas que sufren de una discapacidad visual deben utilizar los diferentes sentidos para obtener sus habilidades lingüísticas y la inteligencia. Puede limitar a las personas en la realización de tareas cotidianas y afectar su calidad de vida, así como sus posibilidades de interacción con el mundo. Pero usando dispositivos tecnológicos las personas con discapacidad visual pueden comunicarse con las demás personas que les rodea mediante el método braille (OMS, 2014).

2.3. Levantamiento de la información

En la actualidad según encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) existen 943 personas de la población total de la ciudad que tienen discapacidad visual que representan el 0.76% del total de la población como se muestra en la Ilustración 2-1 a, mediante información obtenida en la página del Municipio de Riobamba existe 118 puntos de acceso a internet ubicadas en las zonas urbanas como en las rurales, lo que representa un 70% como se muestra en la Ilustración 2-1 b.



Ilustración 2 – 1: a) Personas con discapacidad visual b) Redes Wi-Fi

Fuente: (2018)

Realizado por: Ambo, Marco, 2022

2.4. Dispositivos de identificación y localización.

Debido a la evolución constante de la tecnología es necesaria la implementación de aparatos electrónicos para simplificar algunas actividades, actualmente hay muchos equipos que ofrecen ubicación, identificación o supervisión de las personas con discapacidad visual. Según la investigación realizada se desconoce equipos que contengan estas tres características planteadas en uno solo, sin embargo, existen empresas o personas que crean y los ofrece de manera individual. A continuación, se detallan los siguientes:

Localización. – Para esta característica las empresas ofrecen dispositivos portátiles como por ejemplo pulseras, collares relojes que ayudan al rastreo de las personas y animales, un diseñador industrial Emilios Farrington-Arnas de la Universidad de Brunel en Londres realizó un mecanismo llamado Maptic para la localización de estas personas el cual tiene un GPS que puede ser activado al móvil (Geographic}, 2018). Se muestra en la *Ilustración 2–2 a*.

Gafas para discapacidad visual. –Se trata de unas gafas que mejoran el día a día de las personas con discapacidad visual o invidentes. Permiten acceder a todo tipo de información visual de una forma intuitiva y muy sencilla. Los anteojos para ver reconocen y comunican objetos, personas, colores, productos entre otros. Son cómodas y ligeras porque están diseñadas para llevarlas todo el día, se puede observar en la Ilustración 2–2 b.

Identificación. – Son orientados a la visión artificial, una empresa llamada Centro de Desarrollo de Maryland presenta una tecnología MyEye de Orcam que es inalámbrica, es liviana y emplea un imán para sujetarlo al marco de las gafas, es una unidad autónoma que funciona independientemente de Internet, un teléfono inteligente o una conexión inalámbrica. Se puede observar en la Ilustración 2–2 c, mostrando así las necesidades de las personas con discapacidad visual.



Ilustración 2–2: Dispositivos de localización, discapacidad visual e identificación.

a) Maptic GPS b) Gafas c) Sistema de identificación

Fuente: Ambo, Marco, 2023

2.5. Trabajos realizados en Riobamba sobre el tema propuesto

A pesar de ser este tema de gran relevancia que podría presentar ayuda a las personas con discapacidad visual, no se ha encontrado información sobre estudios o dispositivos que estén diseñados para esta función. Los trabajos que han sido realizados en la ciudad son solamente orientados a lectura de textos como por ejemplo el braille aunque no es un dispositivo pero es una ayuda a las personas que no pueden ver, existen bastones que ayudan a las personas invidentes a moverse dentro de su entorno así como también hay perros que ayudan a moverse en el entorno; existe la propuesta realizada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo como tesis de grado que por medio de escritura y envío de mensajes en código braille para las personas no videntes al final de esto la persona podrá escuchar el mensaje que se va a enviar así como también podrá registrar números de teléfono de contactos cercanos como familiares del usuario (Sampedro Castillo, 2017).

Existen pocos estudios acerca de este tema donde se busca desarrollar una red inalámbrica como herramienta de ayuda para la identificación, localización y descripción de lugares accesibles para personas invidentes. Con el desarrollo del prototipo estas personas con discapacidad visual podrán estar en el entorno con otros usuarios.

2.6. Accesibilidad a las TIC

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), tales como internet, dispositivos electrónicos adaptables para personas con cualquier tipo de discapacidad en la que se debe garantizar la igualdad de acceso a las TIC (Elherbolario, 2019 pág. 1).

El acceso a las TIC es limitado para cada una de las discapacidades, como la pérdida de visión que impide el acceso a la información mostrada en una pantalla, sea un smartphone, computador o cualquier otro tipo de dispositivo electrónico que se utiliza hoy en día para dar solución a estos inconvenientes; se ha desarrollado algunos aparatos que permita la interacción de las personas con discapacidad visual (Discpacidad, 2019 pág. 1).

2.6.1 Herramientas de apoyo para personas invidentes en el acceso de información y comunicación.

A nivel mundial y local existen algunos dispositivos electrónicos que ayudan a las personas con discapacidad visual a adaptarse con el medio que les rodea, pero sobre todo a comunicarse con las demás personas y estos son:

Lector de pantalla Braille. -Este dispositivo móvil es una de las ayudas más utilizadas para personas con discapacidad visual, el software que posee éste realiza una conversión del contenido textual de una pantalla en voz, el cual permite configurar aspectos como el idioma y la velocidad con la realiza una lectura, debido a que los usuarios que tienen más práctica con un lector adquieren la capacidad de entender y leer a mayor velocidad (WEB, y otros pág. 1).

Es muy beneficioso para dar un buen servicio debido a que hay aplicaciones gratuitas y cada una de estas utilizan programas de informática computacional, permiten la exploración del escritorio, la Internet, el acceso y uso de las diferentes aplicaciones instaladas, las personas no videntes aprenden mediante el sistema braille con mayor prevalencia de dispositivos auditivos así se puede observar en la Ilustración 2 –3 (WEB, y otros pág. 1).

Las dificultades que presenta estas pantallas y las más comunes son los gráficos el cual el diseñador web no facilita un texto alternativo para los gráficos entonces los lectores de pantalla omiten el contenido de estos. Las tablas con respecto a esto si no se organizan de manera sistemática y práctica su lectura puede plantear una confusión; su precio está entre los 650 a 750 dólares (CAVELIER, 2018 pág. 1).

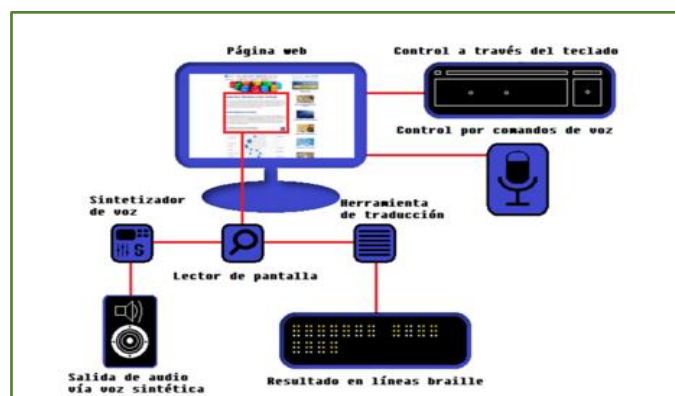


Ilustración 2-3: Lector de Pantalla Braille

Fuente: (CAVELIER, 2018 pág. 1)

EyeSynth anteojos. - Se ha desarrollado en España el cual presenta su diseño en formas de gafas D, lo procesan y lo traducen en sonidos, las personas podrán tener una percepción más acertada de lo que lo rodea y su precio está entre los 2430 dólares (SCHULKIN, 2018 pág. 1).

El antejo tiene dos cámaras el cual procesa la información en un miniordenador incorporado, el sistema se actualiza hasta 60 veces por segundo; el dispositivo requiere de aprendizaje por parte del usuario, pero lo más interesante es que los sonidos son transmitidos por el oído esto ayuda que la percepción del entorno sea más acertada, las gafas se muestran en la Ilustración 2-4 (SCHULKIN, 2018 pág. 1).



Ilustración 2-4: EyeSynth anteojos

Fuente: (SCHULKIN, 2018 pág. 1)

FingerReader. - Los investigadores del MIT Media Labs han desarrollado un dispositivo en forma de anillo que ayudado mediante una cámara puede leer textos impresos con una voz sintetizada, ayudando en la lectura de libros a las personas con discapacidad visual sin el uso de braille la voz sintetizada lee palabras en voz alta, moviéndose por los libros, menús de restaurantes y otros materiales necesarios para la vida diaria, sobre todo en la casa o la oficina, el *software* especial sigue el movimiento del dedo, identifica las palabras y procesa la información. Además, cuenta con motores de vibración el cual alerta al usuario cuando se desvían de la línea como se muestra en la Ilustración 2-5, ahora se encuentran trabajando en una nueva versión que pueda ser compatible con tablets y teléfonos móviles y su precio es de 150 dólares (RIVERO, 2014 pág. 1).

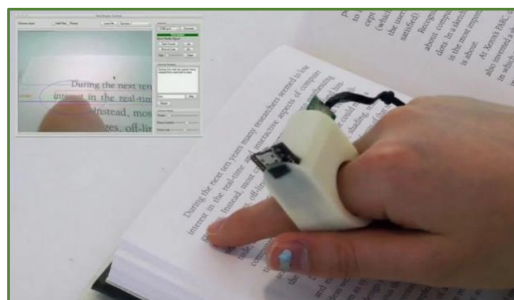


Ilustración 2-5: FingerReader

Fuente: (RIVERO, 2014 pág. 1)

2.7. Redes Inalámbricas

Llamada WSN (*Wireless Sensor Network, por sus siglas en ingles*), es una red de pequeños dispositivos electrónicos que son de bajo costo, puede comunicarse con el mundo exterior debido a los sensores inalámbricos que son utilizados para la distribución, procesamiento y

recopilación de información. El sistema consta de un elemento sensor, un microcontrolador, un radio transceptor, una fuente de energía que suele ser una batería, las características de las redes inalámbricas son las siguientes (Archilla Córdoba, Diana, 2013 pág. 5):

- La red no requiere de medios guiados para lograr la conexión entre dispositivos.
- La movilidad es posible dentro del área de cobertura.
- Se reduce los costos de mantenimiento que implicaría tener una red cableada.
- Facilidad de conexión con dispositivos que incluyan tecnologías inalámbricas.
- Proporcionan rapidez y mayor estabilidad.

2.7.1. Arquitectura de redes inalámbricas

Dentro de este tipo de redes la arquitectura es similar a una red cableada, sin embargo, estas redes deben convertir las señales de información en una forma adaptable para lograr su transmisión a través de medios no guiados como es el aire (Buettrich, y otros, 2007). En la Ilustración 2-6 se visualiza la estructura de una red inalámbrica en donde se puede diferenciar los elementos y estos son: Nodos Sensores, Gateway y Estación Base.

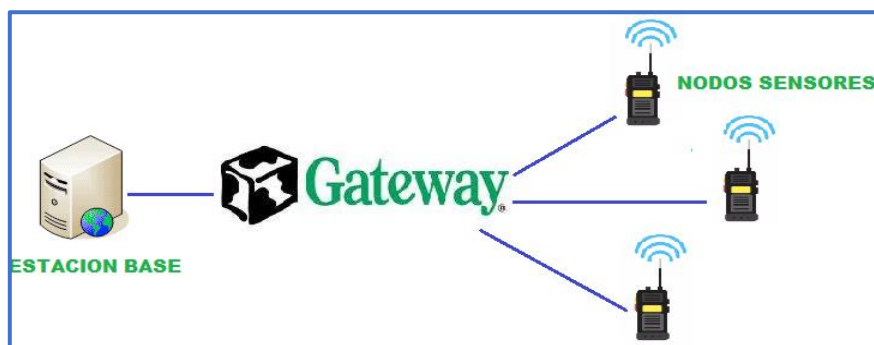


Ilustración 2-6: Arquitectura de una Red de Sensores Inalámbricos

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

2.7.2. Nodos Sensores

Llamados Motas, en inglés ‘Motes’, por sus medidas reducidas, estos elementos tienen la capacidad de obtener información del entorno, procesarla y transmitir inalámbricamente hacia un destino dado (Martínez, 2009 pág. 19).

Como se muestra en la Ilustración 2-7, la estructura de un nodo sensor está formada por un controlador que puede estar en varios nodos, una fuente de alimentación que pueden ser baterías, paneles solares o energía eléctrica; una memoria para almacenar datos, código del

programa, un RX/TX (receptor/transmisor) de radio con antena de comunicación y uno o más sensores (Archilla Córdoba, Diana, 2013 pág. 5).

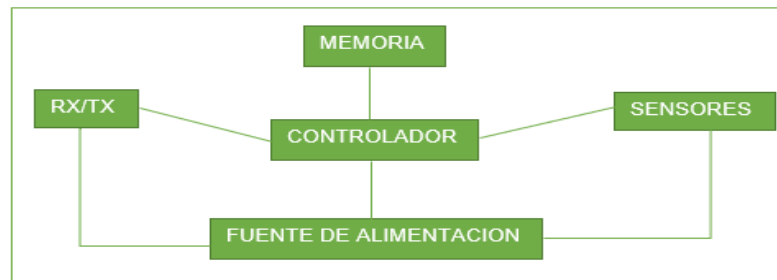


Ilustración 2-7: Arquitectura de un nodo Sensor

Fuente: (Archilla Córdoba, Diana, 2013 pág. 6)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Gateway. - Conocido como puerta de enlace, es un nodo que en su arquitectura no contiene sensores, su función es interconectar los nodos sensores y encaminar la información que recibe hacia la estación base (Flores, 2012 pág. 6).

Estación Base. - Es el encargado de recopilar datos en un sistema, puede ser un computador personal o un servidor. Generalmente todos los datos obtenidos se envían a un servidor el mismo que está dentro de una base de datos, mediante el cual todos los usuarios van obteniendo accesos remotos, pueden observar y analizar todos los datos obtenidos (Flores, 2012 pág. 6).

2.7.3. Topología de red

Los datos transmitidos y los componentes *hardware* de la red, tiene una configuración que depende de la aplicación que se vaya a utilizar. En la Tabla 2-3 se muestra cada una de las topologías de redes inalámbricas:

Tabla 2-3: Ventajas y desventajas de las topologías comunes de red.

TOPOLOGÍAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ANILLO	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento elevado para un número reducido de nodos. • Simplicidad en la arquitectura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para la detección de falencias. • Si un nodo falla, toda la red falla. • Un cambio en la topología afecta a toda la red. • Al incrementar dispositivos, la transferencia de los datos es más lenta.
ESTRELLA	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta mayor confiabilidad, es decir un fallo no afecta a toda la red. • Facilidad de detección de fallas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependier del nodo central o concentrador.

	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad al insertar o eliminar dispositivos en la red. • La comunicación de los dispositivos es a convenir. • Buen rendimiento y fácil configuración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mas número de enlaces comparada con la topología de anillo, lo que implica un costo mayor.
MALLA	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los dispositivos pueden comunicarse entre sí. • Proporcionan redundancia. • Muy robusto ante fallas. • La transmisión se lo realiza por caminos dedicados. • Facilidad de detección de fallas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en la implementación. • Costo elevado debido al incremento de enlaces. • Se requiere mayor cantidad de puertos.
HÍBRIDA	<ul style="list-style-type: none"> • Combinación de una topología de red estrella y malla. • Reducido consumo de energía • Capacidad de tolerancia que tiene la red en malla. • Es muy confiable. • Detección de errores y resolución de problemas es fácil. • Maneja un gran volumen de tráfico. • Cada nodo posee muchos caminos de comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es muy cara. • Es un tipo de red compleja. • Tienen una escala más grande. • Instalación es un proceso difícil.

Fuente: (Maroto Cantillo, 2010)

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

De acuerdo con la información descrita en la tabla 2-3, se define que la topología apropiada para realizar el prototipo es la red estrella, debido a que tiene un buen rendimiento y simplicidad al momento de su configuración, menor costo frente a la topología de malla e híbrida.

2.7.4. Modos de Operación

La configuración de la arquitectura de este tipo de redes se las puede realizar de dos maneras ad-hoc e infraestructura, en la Tabla 2-4, se indican las características de cada una de estas definiendo ventajas y desventajas de estos tipos de modos (Recalde, y otros, 2020).

Tabla 2-4: Ventajas y desventajas de los modos de operación de redes inalámbricas

MODOS DE OPERACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
AD-HOC	<ul style="list-style-type: none">• Estable la comunicación directa de la totalidad de componentes de la red.• No existe la presencia de estructuras y nodos fijos.• No utiliza un punto de acceso centralizado que permita la conexión entre componentes.• Generalmente para una cantidad pequeña de componentes.	<ul style="list-style-type: none">• Alteración respecto al rendimiento de la red al incrementar elementos.• No permiten el acceso a redes que utilizan estructura con cable ni a internet sin instalación de pasarelas o puertas de enlace especiales.
INFRAESTRUCTURA	<ul style="list-style-type: none">• La conexión de los elementos de la red se realiza mediante un punto de acceso.• Permite la conectividad con redes que utilizan estructura cableada mediante a una estación base o punto de acceso• La zona de cobertura incrementa al interconectar varios puntos de acceso.• Proporciona mayor escalabilidad y seguridad a la red• Facilidad de gestión.	<ul style="list-style-type: none">• Incremento en los costos de implementación.

Fuente: (Recalde, y otros, 2020)

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

De la Tabla 2-4 se selecciona el modo de operación infraestructura debido a que cuenta con un dispositivo central conocido como punto de acceso que permite la conexión de los dispositivos que forman la red, si bien es cierto este modo implica un costo mayor frente al modo ad-hoc, sin embargo, proporciona facilidad de configuración, escalabilidad y el incremento de la cobertura al tener varios puntos de acceso conectados entre sí.

2.7.5. Tipos de redes inalámbricas

Dentro de las redes inalámbricas se distinguen algunos tipos dependiendo del alcance y aplicación. A continuación, se indica lo siguiente (Salazar, 2016):

WPAN. – Red de área personal está definido bajo el estándar IEEE 802.15. diseñada principalmente para establecer la comunicación entre periféricos o dispositivos separados distancias cortas., alrededor de 10 metros. Su tasa de transferencia es baja al igual que el consumo de energía. Sus principales tecnologías son Bluetooth, Zigbee, RFID (Salazar, 2016).

WLAN. – Red de área local, basada en el estándar IEEE 802.11, cubre áreas de hasta más de 100 metros. Comúnmente aplicados en ambientes educativos, de oficina y hogares, proporcionando conexión a la red cuando el usuario se encuentre en movimiento dentro del área de cobertura, la más popular es Wi-Fi (Salazar, 2016).

WMAN. – Red de área metropolitana definida por el estándar IEEE 802.16 conocida como WiMax, su área de cobertura es mucho más amplia aproximadamente hasta 50 km. Esta red permite la conexión de redes locales y brinda mayores tasas de transferencia de datos (Salazar, 2016).

WWAN. – Red de área extensa, tiene un alcance de ms de 50km cubriendo grandes áreas. Presenta una tasa de transferencia de datos muy elevada. Dentro de estas redes se destacan las tecnologías relacionadas con telefonía móvil como CDMA, GPRS, GSM, HSDPA, 4G LTE, entre otras y los satélites para enlaces de largo alcance (Salazar, 2016).

2.8. Tecnologías para la transmisión inalámbrica

El estándar 802.15.1 conocido como Bluetooth, esta tecnología de área personal establece a la comunicación entre dispositivos a través de enlaces de radiofrecuencias, trabajando en la banda libre ISM. Fue desarrollada para permitir la conectividad de periféricos y define dos roles de maestro y esclavo para establecer la comunicación (Martínez, 2009).

El estándar IEEE 802.15.4 o Zigbee es una tecnología de área persona comúnmente utilizada en aplicaciones con sensores, trabaja en las bandas ISM de 915 MHz - 2.4 GHz y define dos tipos de dispositivos, el de función completa (FFD) que siempre debe estar activo y se encarga del mecanismo de enrutamiento, detección, coordinación y el de función reducida (RFD) que son los finales como los actuadores o sensores (Martínez, 2009).

El estándar IEEE 802.11 o Wi-Fies una tecnología de área local, fue creada para reemplazar las infraestructuras cableadas y opera en las bandas de 2.4 GHz – 5 GHz. Esta tecnología es half-duplex evitando que los dispositivos puedan emitir y recibir los datos en el mismo canal y al mismo tiempo (Martínez, 2009).

Cada una de las tecnologías inalámbricas presentan características que se observa en la Tabla 2-5 así como también la topología utilizada, el número de dispositivos permitidos, la velocidad o tasa de transferencia de datos y el alcance de cobertura.

Tabla 2-5: Características específicas de las tecnologías inalámbricas

TECNOLOGIA	TOPOLOGIA	Nº NODOS	TASA DE TRANSFERENCIA	ALCANCE
BLUETOOTH	Punto a punto	8	1 – 10 Mbps	10 – 100 m
ZIGBEE	Punto a punto Malla Arbol	65000	20, 40 y 250 Kbps	10 – 100 m
WI-FI	Punto a punto Punto a multipunto Malla	+100	11 – 54 Mbps	50 – 100 m

Fuente: (Maroto Cantillo, 2010 pág. 58).

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

2.9. Sistemas de autoidentificación

Para su funcionamiento es necesario dos componentes: un elemento con codificación y un elemento que tenga la capacidad de reconocer los tipos de tecnologías de autoidentificación más usados y que están disponibles en el mercado. En esto se encuentra siempre un desarrollo constante y un aumento en el campo de aplicación, existe tecnologías de identificación de personas, animales, cosas y lugares, es muy común ver su uso en diferentes áreas como: acceso a información personal, zonas restringidas, lugares turísticos, computadoras, entre otras cosas (Alvarado, 2008). Al ser un sistema automático hace que su margen de error sea mínimo, incrementando así la confiabilidad y eficacia de quien lo usa como se observa en la Ilustración 2-8.



Ilustración 2-8: Sistemas de Autoidentificación

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

2.9.1. Códigos QR

Son barras bidimensionales cuadradas donde se almacena los datos codificados, todos estos datos están conectados a un sitio web (URL). Un código QR obtiene un acceso directo a su contenido en el cual realiza una acción como por ejemplo acceder a un navegador web específico; también se puede realizar una visualización de una lista de contactos almacenados o pueden conectarse a una red inalámbrica como se muestra en la Ilustración 2-9. Los códigos QR tienen vida ilimitada, el cual no puede ser hackeados debido a que se organizan los pequeños módulos cuadrados; y si hay como cambiarlo sin crear un nuevo código (2018).



Ilustración 2-9: Accesos de Códigos QR

Realizado por: Ambo, Marco, 2023.

2.9.2. Tarjetas Inteligentes

Es una tarjeta plástica con un tamaño definido (Estándar ISO 7816), con un microchip capaz de hacer diferentes cálculos, guardar información y manejar programas, protegidos a través de mecanismos avanzados de seguridad. Tiene una clasificación de acuerdo con el tipo de circuito que tiene implantando; las dos categorías principales son: tarjetas de memoria y tarjetas de microprocesador. Las tarjetas de memoria no realizan procesamientos de información y su tecnología de almacenamiento es EEPROM (memoria borrable y programable) o Flash. No necesitan de energía eléctrica para resguardar los datos, cuenta con capacidades promedio de 24KB (Alvarado, 2008 pág. 8).

Las tarjetas de microprocesador tienen la capacidad de alterar los datos, esta contiene un procesador de 8 bits con una velocidad máxima de 5Mhz el cual organiza la información mediante el sistema operativo de tarjeta (COS), en el cual contiene un acceso a secciones específicas de la

tarjeta mediante un código de instrucciones reducido y encriptado (Alvarado, 2008 pág. 8). En la Tabla 2-6 se visualiza los tipos de tarjeta.

Tabla 2-6: Tipos de tarjetas inteligentes.

TIPOS DE TARJETA INTELIGENTES	CARACTERISTICAS
SEGÚN SUS CAPACIDADES	Memoria Microprocesadores Criptografía
SEGÚN LA ESTRUCTURA DE SU SISTEMA OPERATIVO	Tarjetas de memoria Basadas en sistema de ficheros Java Cards
SEGÚN LA INTERFAZ	ID 000 ID 00 ID 1
SEGÚN EL FORMATO	Tarjetas inteligentes de contacto Tarjetas inteligentes sin contacto Tarjetas híbridas y duales

Fuente: (Smartcard systems, 2019)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Son similares a una tarjeta de crédito, se observa en la Ilustración 2-10. Se caracterizan por ser de bajo costo, fácil manejo y de tamaño reducido y poco peso para guardar información, tiene una agilidad para el acceso de la información que guarda la fricción continua al momento en leer dicha tarjeta se desgasta físicamente (Alvarado, 2008 pág. 8).

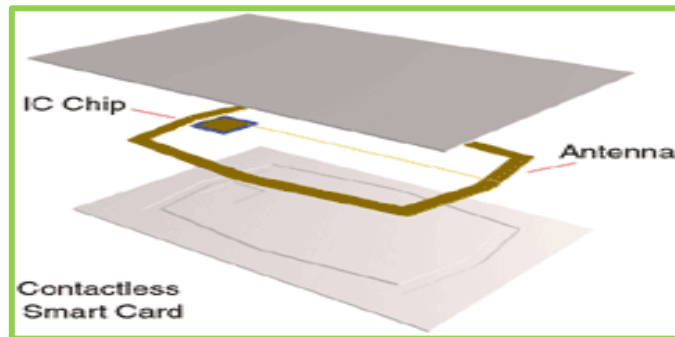


Ilustración 2-10: Arquitectura de las tarjetas inteligente

Fuente: (Smartcard systems, 2019)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

2.9.3. Sistema de Código de Barras

Este sistema de identificación automática es de los más usados alrededor del mundo, este modelo es muy identificable debido a su estructura que está conformada por un conjunto de barras negras con espacios en blanco ubicados en forma paralela, esto con la finalidad de representar números y otros caracteres respectivamente, la lectura de los códigos de barras son leídos por equipos ópticos que utilizan tanto la reflexión como la refracción (Almonacid, 2007 pág. 2). La secuencia

que emplea este código de barras es leída por un escáner óptico laser, en el cual se basa en la reflexión de luz que sufre sobre las barras negras y blancas, el código más usado actualmente es el código EAN (por sus siglas en ingles Europ Article Number), se diseñó especialmente para el sector alimenticio, evolucionó del código UPC (por sus siglas en ingles Universal Product Code) estadounidense. Actualmente estos códigos son compatibles y son muy efectivos para cualquier producto (Monsó, 1994 pág. 56). En la Ilustración 2-11 se muestra el código de barras que se utiliza desde hace mucho tiempo hasta la actualidad.



Ilustración 2-11: Código de barras

Realizado por: Ambo, Marco; 2023

2.9.4. Sistemas Biométricos

Su funcionamiento se basa en el reconocimiento y/o medición de atributos físicos, los cuales no permiten margen de error, en donde se identifica tan solo una parte del cuerpo de la persona no una tarjeta o credencial, debido a esto y por la complejidad del equipo su costo es muy elevado, los métodos más utilizados para el sistema biométrico son: huella dactilar, reconocimiento por iris y facial se puede observar en la Ilustración 2-12.

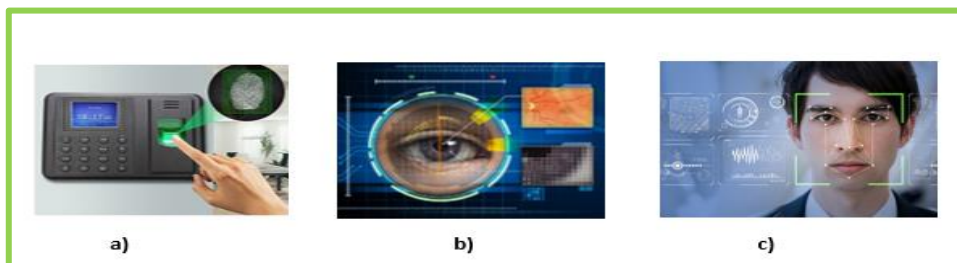


Ilustración 2-12: Tipos de Sistemas de identificación

a) Huella dactilar b) Reconocimiento por Iris c) Facial

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

2.9.4.1. Sistemas de identificación por huella dactilar

Una de las características únicas y particulares de cada ser humano es la huella dactilar, en la cual está compuesta por rugosidades denominadas crestas papilares que contienen glándulas sudoríparas que al contacto con la superficie el dedo deja un residuo aceitoso el cual produce un “facsimil o negativo”. Las particularidades de este tipo de sistemas son los siguientes: no es invasivo ni vulnerables puesto que la probabilidad de que exista dos personas con la misma huella

digital es de 1 a 64000, la principal desventaja es que las personas usan sus manos para realizar trabajos duros en cual la huella dactilar puede sufrir deformaciones (Tolosa Borja, 2008 pág. 17). Se puede observar en la Ilustración 2-12 a.

2.9.4.2. Sistemas de identificación por el Iris

En el ojo humano el iris tiene más de 400 características, está compuesto con un número de puntos distintivos 6 veces más que una huella dactilar, tomando en cuenta la particularidad es usada para identificar a las personas, para el diseño de este tipo de sistemas se tiene presente que el iris es el mismo durante toda la vida. En una persona el ojo derecho y el izquierdo son diferentes, el reconocimiento de iris es 20 veces más confiable a diferencia de otros sistemas biométricos (Tolosa Borja, 2008 pág. 21). Se puede observar en la Ilustración 2-12 b.

2.9.4.3. Sistemas de identificación facial

El funcionamiento es mediante la comparación de una imagen real del individuo con una imagen guardada en la base de datos del sistema, este sistema precisa la alineación del rostro y va comparando cada una de las características del rostro identificado en ese momento, logrando así identificar automáticamente a una persona. Es un sistema no invasivo permite la identificación de personas en movimiento, sistema con posibilidad de camuflaje, también es un sistema vulnerable pues es susceptible a problemas con el contraste de luz y no detecta a una persona que haya cambiado por una cirugía plástica (Tolosa Borja, 2008 pág. 22). Se puede observar en la Ilustración 2-12 c.

2.9.5. Sistemas RFID

RFID (por sus siglas en ingles Radio Frequency Identification) es un sistema de autoidentificación inalámbrica, el cual consta de etiquetas que almacena información y lectores que pueden leer etiquetas a distancia utilizando una frecuencia de onda electromagnética para realizar dicha tarea. Su funcionamiento es almacenar información en sus etiquetas mediante comunicaciones de radiofrecuencias. Se equipa a todos los objetos a identificar, controlar o seguir con una etiqueta RFID; luego la antena del lector o interrogador emite un campo de radiofrecuencia que activa las etiquetas, después se encarga de leer dicha información y la pasa en formato digital a la aplicación específica (Telectrónica, 2018). El sistema RFID tienen las siguientes componentes que se puede visualizar en la siguiente Ilustración 2-13:

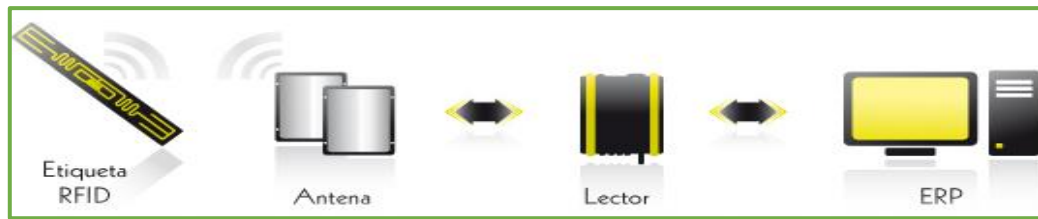


Ilustración 2-13: Componentes de una RFID

Fuente: (2018)

Etiqueta RFID. – la etiqueta RFID tiene tres elementos los cuales son: una antena, un circuito integrado (chip) y un encapsulado, la antena de la etiqueta RFID es la que permite realizar la comunicación entre la etiqueta y el lector. El tamaño limita la distancia máxima a la que puede realizarse la lectura; el circuito integrado es la mezcla de un circuito analógico-digital. En la parte analógica es la que se encarga de controlar la alimentación, la comunicación por radiofrecuencia; la parte digital gestiona la información almacenada en las etiquetas que pueden ser activas y pasivas (Fernández, 2009 pág. 46).

Las etiquetas activas utilizan una batería para alimentar al circuito, la principal ventaja está en un mayor rango de lectura para poder emitir la información con una mayor potencia. En cambio, las etiquetas pasivas, el elemento que almacena la energía es un condensador, el cual se carga con la energía emitida por el lector y luego utiliza esta energía para poder responder. Para ello la distancia es corta entre el lector y la etiqueta, son las más utilizadas aplicándose en campos diversos como es la identificación de animales, llaves de contactos de automóviles, identificación de productos en cadena de montaje, control de accesos, cronometrajes de carreras, entre otras aplicaciones (Fernández, 2009 págs. 47-48).

Lector RFID. – La estructura del equipo de lectura es muy similar a la de las etiquetas: es necesaria una antena para poder comunicarse con la etiqueta y un circuito para gestionar la comunicación. Este circuito dispone de una interfaz estándar, como por ejemplo RS-232 o Compact Flash, para conectarse a un ordenador. Además, existen en el mercado una serie de equipos lectores con la antena integrada y equipos que admiten antenas eternas, las cuales puede seleccionarse en función de la aplicación (Fernández, 2009 pág. 49).

Software. - Es un sistema de proceso de datos las etiquetas solo de lectura son las que devuelven un código único grabado al fabricar el chip. Las etiquetas de lectura/escritura, describen una mayor capacidad de almacenamiento que van de 32, 256 o 2048 bits, así se observa en la Ilustración 2-13 un resumen del funcionamiento en forma gráfica del sistema RFID (Fernández, 2009 pág. 49).

2.9.5.1. Tipos de lectores de frecuencia

Las etiquetas RFID utilizan una base de frecuencias de operación, debido a esto depende la distancia de la lectura entre la etiqueta y el lector, estos lectores trabajan en tres bandas principales de frecuencias que se puede observar y resumir en la Tabla 2-7:

Tabla 2-7: Bandas de frecuencias y usos en etiquetas RFID.

Banda de Frecuencia	Características	Aplicaciones
Baja 100 – 500 KHz	Lectura para una corta y media distancia Sus sistemas con tags económicos Velocidad de lectura baja	Control de acceso Identificación de animales Control de existencias Inmovilizadores de automóviles
Media 10 – 15 MHz	Lectura para una corta y media distancia Potencialmente barato Velocidad de lectura media	Control de acceso Tarjetas inteligentes
Alta 850 – 950 MHz 2.4 – 5.8 GHz	Lectura para corta y media distancia Velocidad de lectura alta Línea de vista requerida Es una tecnología cara	Supervisión en sistemas ferroviarios y automotriz Acceso y control de peaje

Fuente: (Fernández, 2009 pág. 50)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Realizando el análisis en la tabla 2-7 se tiene las principales características de las bandas de frecuencia de las RFID del cual se seleccionará la tarjeta de banda media para el prototipo debido a su transferencia de datos, frecuencia de operación, la tasa de transmisión entre otros.

2.9.6. Sistemas NFC

Esta tecnología se deriva de la tecnología RFID, estos sistemas son de comunicación inalámbrica de corto alcance, actualmente los dispositivos móviles están adaptando en su arquitectura lectores NFC que fueron creados con ese fin (Chavarría Chavarría, 2011 pág. 25). Esta tecnología se puede adaptar en tarjetas, pulseras, llaveros, entre otros.

Definición de los sistemas NFC. - Por sus siglas en ingles Near Field Communication o Comunicación de Campo Cercano, esta tecnología se deriva de la norma ISO/ICE 14443 en el cual su funcionamiento es por proximidad y solo puede ser iniciado cuando existe el contacto entre emisor y receptor, existen dos tipos de modo de operación: activo y pasivo (Tapia, 2007 pág. 7).

Etiqueta NFC. – está conformada por dos elementos muy importantes que son una antena y un pequeño chip de memoria, el cual este elemento puede ser independiente o puede estar incorporado en un teléfono móvil. La antena se encarga de realizar la comunicación entre el lector y la etiqueta, la limitación de su distancia de funcionamiento está dada por su tamaño. Las

etiquetas son de lectura/escritura y la capacidad de almacenamiento puede ir entre 32 y 2048 bits (Cacuango Guachalá, 2015 pág. 22). En la siguiente Ilustración 2-14 se puede visualizar como está conformado una etiqueta NFC.

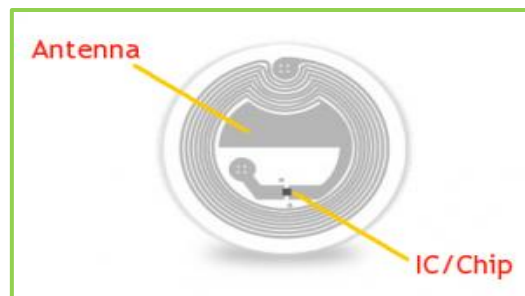


Ilustración 2-14: Arquitectura etiquetas NFC

Fuente: (Ramos Justicia, 2016)

Lector NFC. – los componentes de los lectores son similares a los de las etiquetas NFC, debido a que está compuesto por NFC Contactless Front-End (NFC CFL), una antena RFID y un controlador NFC para transferencias NFC, cuando se establece una comunicación se puede intercambiar pequeñas cantidades de información, por ejemplo: una dirección web, información de texto, número telefónico y muchas aplicaciones (Cacuango Guachalá, 2015 pág. 25).

2.9.6.1. Establecimiento de la comunicación

Para que exista una comunicación se sigue una línea de operación la misma que consta de ciertos pasos a seguir: hallar los dispositivos NFC, autenticación, negociación, transferencia de la información y confirmación. NFC tiene un protocolo de funcionamiento un procedimiento que sirve para una autenticación segura e implementando mecanismos anticolidión, evitando así que se produzca una bifurcación del canal en donde se está estableciendo dicha conexión (Cacuango Guachalá, 2015).

2.9.6.2 Compatibilidad con los diferentes sistemas operativos de móviles

En la Tabla 2-8 se muestra las principales funcionalidades de NFC y su gran disponibilidad de aplicación en los diferentes tipos de sistemas operativos móviles.

Tabla 2-8: Funcionalidades de las etiquetas NFC en los sistemas operativos móviles

	BlackBerry	Android	Windows Mobile	iOS (iPhone)
Leer etiquetas NFC	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible
Escribir etiquetas NFC	Disponible	Disponible	Disponible	No Disponible
Iniciar inmediatamente después de escanear	Disponible	Disponible	Disponible	No Disponible
Cambiar configuración después de escanear	Disponible	Disponible	Disponible	No Disponible

Fuente: (Cacuango Guachalá, 2015)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023.

2.9.7. Radiofrecuencia

La radiofrecuencia se define como la tasa de oscilación del espectro de radiación electromagnética u ondas de radio electromagnéticas, con frecuencias que van desde los 300 gigahercios (GHz) hasta los 3 kilohercios (KHz). A través del uso de distintos tipos de antenas y transmisores, un espectro de radiofrecuencia se puede utilizar para diversos tipos de telecomunicaciones inalámbricas. La diferencia de frecuencia está directamente relacionada con el alcance y la calidad de la señal, por ejemplo: la radio AM tiene un mayor alcance que la radio FM, pero la calidad de la radio AM es menor que la FM (2021).

2.9.7.1. Antenas de Radiofrecuencia

La antena es una parte importante de un sistema de comunicación por radio que transmite energía desde la salida del transmisor al espacio libre o desde el espacio libre al receptor, por lo que se le llama dispositivo de retroalimentación porque es el único que mantiene sus propiedades tanto en la transmisión como en la recepción. Puede entenderse como un dispositivo que convierte señales eléctricas (voltaje y corriente de líneas de transmisión) en ondas electromagnéticas (campos eléctricos y magnéticos) o viceversa (2021). En la Ilustración 2-17 se observa las Antenas de Radiofrecuencia que existe en el mundo.

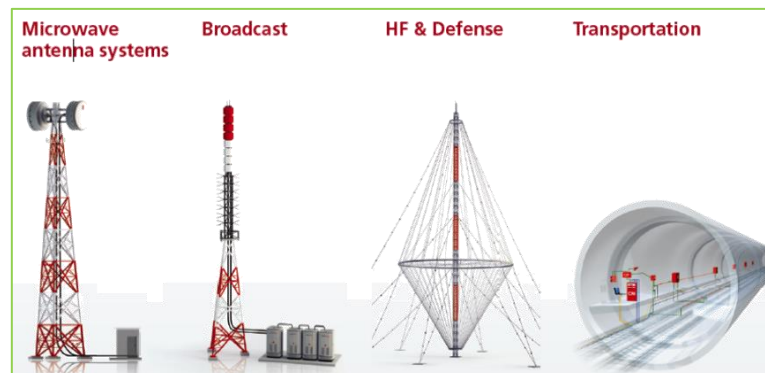


Ilustración 2-15: Antenas de Radiofrecuencia

Fuente: (2011)

2.9.7.2. Tipos de antenas de radiofrecuencia

Según el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), una antena de radiofrecuencia es un dispositivo que se encuentra en un sistema de transmisión (Tx) o recepción (Rx) y especialmente diseñado para transmitir o recibir ondas electromagnéticas (OEM). Aunque las antenas tienen diferentes formas, todas se caracterizan por una región de transición de ondas direccionales a ondas radiadas en el espacio libre. Además de recibir o transmitir energía electromagnética, a veces se requiere una antena para optimizar o amplificar la energía emitida o recibida desde ciertas direcciones en el espacio y suprimirla desde otras direcciones. Existen los siguientes tipos de antenas de radiofrecuencia (Europa, 2021):

Antena isotrópica: es una antena ficticia que irradia con la misma intensidad en todas las direcciones del espacio. Esta es la antena de referencia.

Antena direccional: esta es una antena que enfoca la mayor parte de la radiación en una dirección particular. Ejemplos de este tipo de antenas son las antenas zumbador, reflectora, periódica logarítmica y Yagi.

Antena Omnidireccional: Este tipo de antena irradia uniformemente en un solo plano. Esto se aplica a unipolar y dipolo.

En la Ilustración 2-18 se observa los tipos de antena que existe con base a lo mencionado anteriormente:



Ilustración 2-16: Tipos de Antenas de Radiofrecuencia

Fuente: (2011)

2.9.8. Comparación entre los diferentes sistemas de identificación automática

Realizado el análisis de manera individual de los sistemas de identificación, los sistemas operativos y los dispositivos móviles; existe la comparativa entre cada una de las características más representativas de cada sistema de identificación en la Tabla 2-9.

Tabla 2-9: Comparación de características de los sistemas de identificación.

CARACTERÍSTICAS	Tarjetas Inteligentes	Código de barras /Código QR	Sistemas Biométricos	Sistemas RFID Activo	Sistemas RFID Pasivo	Tags NFC	Radiofrecuencia
Modificación de la información	Modificable	No Modificable	No Modificable	Modificable	Modificable	Modificable	Modificable
Seguridad de los Datos	Alta	Mínima	Alta	Alta	Variable (baja a alta)	Alta	Alta
Capacidad de almacenamiento de Datos	Hasta 8MB	Lineales (8 – 30 caracteres) 2D hasta 7200 caracteres	No aplica	Hasta 8MB	Hasta 64KB	Varía según modelo	Varía según el modelo
Ciclo de vida	Largo	Corto	Indefinido	Depende de la batería (3 – 5 años)	Indefinido	Indefinido	Indefinido
Distancia de lectura	Requiere contacto	Línea de vista (hasta 15 – 20cm)	Depende del biométrico	No requiere línea de vista ni contacto hasta 10 m	No requiere línea de vista ni contacto de 0 a 15 m.	No requiere línea de vista ni contacto hasta 10 cm	No requiere línea de vista ni contacto hasta 30 m
Interferencia Potencial	Bloqueo del contacto	Cualquier modificación en las barras y objetos entre el código y el lector	Puede ser bloqueo del contacto, o bloqueo de línea de vista e inclusive el ruido	La interferencia es muy limitada, debido a la potencia de transmisión	Ambientes o campos que afecten la transmisión de radio frecuencia.	Ambientes o campos que afecten la transmisión de radio frecuencia	Ambientes o campos que afecten la transmisión de radio frecuencia
Estándares	Estables	Estable	No estándar	Propietario y evolución hacia el estándar	Evolucionando hacia el estándar	Evolucionando hacia el estándar	Evolucionando hacia el estándar
Costo	Medio-bajo	Bajo	Alto	Muy Alto (\$10 a \$100 por tag)	Medio (menos de \$1 por tag)	Medio (menos de \$1 por tag)	Medio (\$3-\$5 por antena)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

En la Tabla 2-9 se seleccionó el sistema de Radiofrecuencia, debido a que cuenta con una distancia de lectura corta y larga a la vez, evoluciona según el estándar, proporciona facilidad de configuración, escalabilidad, tiene un ciclo de vida ilimitado y su costo es bajo, cumpliendo así con las necesidades del prototipo que se implementó.

2.10. Sistemas de localización

Ayudan a la determinación de una posición geográfica en cualquier punto del globo terráqueo esto se debe al sistema mundial de coordenadas, la cual obtiene una precisión absoluta hasta precisiones relativas. La localización por satélite permite que exista dos tipos de sistemas GPS que pertenece a EE. UU. y GLONASS a Rusia. Estos sistemas de localización fueron creados

para el servicio militar, actualmente estos dos sistemas son usados por personas civiles y según la necesidad que nosotros la tengamos (Pozo-Ruz, 2010).

2.10.1. Sistema GPS

GPS (por sus siglas Global Navigation Satellite System) es un sistema de localización, diseñado para fines militares por el departamento de los Estados Unidos con el fin de proporcionar una estimación precisa acerca de una posición que se desea encontrar. GPS está basado en la constelación NAVSTAR (por sus siglas Navigation System with Time and Ranging), la cual está compuesta por 24 satélites activos en órbita y por cuatro satélites de reserva que rodean a la Tierra que envían señales de radio a la superficie (Letham, 2001 pág. 5). La función principal es determinar por una triangulación longitud, latitud y altitud de cualquier elemento, dispositivo o persona que se encuentre en la superficie terrestre.

2.10.1.1. Características del sistema GPS

En la Tabla 2-10 se observa las características más representativas del sistema de posicionamiento global, la cual nos servirán para determinar el sistema GPS es válido para el presente trabajo.

Tabla 2-10: Características del sistema GPS

CARACTERÍSTICAS	DATOS
Satélites en órbita	24
Planos orbitales	6 de 4 satélites cada uno
Accesos al sistema	Es fácil acceso a los usuarios
Costo	Accesible
Compatibilidad	Compatible con módulos como GPRS y como tarjetas de desarrollo
Metros de precisión	2.5 a 3 m. (95% del tiempo)
Alcance de cobertura	Cobertura Mundial
Sistema a cargo	Departamento de Defensa EE. UU.

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Fuente: (Letham, 2001 pág. 5)

Una vez mostrada todas las características del sistema GPS en la Tabla 2–10, se estableció que este sistema es el ideal para la implementación, debido a su cobertura y acceso a la información de sus coordenadas, el rango de margen error que presenta en la precisión de la ubicación es bajo, pero cumple así con las necesidades del prototipo.

2.11. Tarjetas de desarrollo

Son conocidas como placas electrónicas, desde su aparición son de gran utilidad y hace que sea más sencilla la creación de aplicaciones, implementaciones o desarrollo de prototipos, brinda a la sociedad la capacidad de crear o recrear todo tipo de ideas, esto se creó con la finalidad de que

sea de uso de fabricantes, educadores, innovadores y estudiantes, actualmente se puede encontrar en el mercado una gran variedad de estos dispositivos que son compatibles con sensores, módulos y una infinidad de aparatos electrónicos. En la actualidad las tarjetas de desarrollo más destacadas son Arduino, Lebelium-Waspote, Raspberry Pi, Galileo.

2.11.1. Raspberry

Es similar a una placa de computador SBC, pero de bajo costo, es considerado como una pequeña computadora, se creó con el fin de fomentar la enseñanza de la programación y computación, esta tarjeta este compuesto por un microprocesador ARM incluso las placas en la actualidad poseen puertos USB para conectar el mouse, teclado entre otro, los sistemas que utiliza esta tarjeta son Rapsbia, Pidora, RaspBMC, Arch Linux y también Windows 10. Son tarjetas más potentes y eficientes que sus antecesores, con 1 GB de RAM, Salida de video 1080p, un socket microSD, 4 puertos USB 2.0 GPIO de 40 pines, el voltaje que utiliza es de 5V a 2, sus dimensiones son 86 x 56 x 20 mm (2019). Se puede observar en la Ilustración 2-17 la Placa Raspberry.



Ilustración 2-17: Placa Raspberry

Fuente: (2019)

2.11.2. Galileo

Estas tarjetas de desarrollo trabajan bajo una arquitectura Intel, es una herramienta muy interesante en el campo de la Domótica, esta tarjeta presenta las siguientes características: tiene un procesador de bajo costo y bajo consumo; ejecuta un sistema operativo Linux, contiene las librerías de Arduino, gracias a eso es escalable y con un software que se puede volver a utilizar. Los sistemas operativos en los cuales se pueden programar son Mac OS, Windows y Linux (2019). Se puede observar en la Ilustración 2-18 la placa de la tarjeta de desarrollo Galileo.

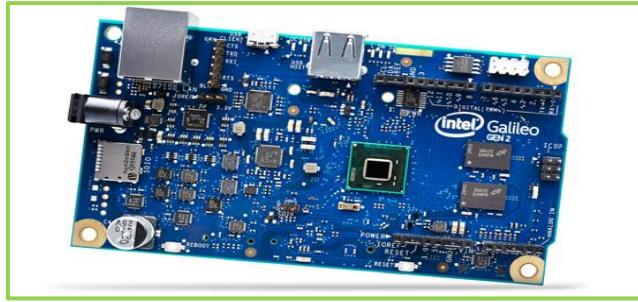


Ilustración 2-18: Placa Intel Galileo
Fuente: (2019)

2.11.3. Arduino

Estas tarjetas son dispositivos que facilitan la conexión entre la parte analógica con la digital, permitiendo controlar todos los tipos de sensores que existen. Simplifican el proceso de trabajo con los microcontroladores y posee una plataforma de hardware con código abierto (Manzano, 2013 pág. 25). Su *software* es muy amigable, el cual requiere de un nivel mínimo de conocimientos en programación, es similar a C/C++, estas tarjetas son compatibles con los sistemas operativos Windows, Linux y Mac OS, su circuito interno está compuesto por un microcontrolador ATMEL (Aranda, 2014 pág. 65). Su compatibilidad con actuadores, sensores, módulos de comunicación y motores entre otros es factible (2019). En la Ilustración 2-21 se observa cómo es un modelo de la placa del Arduino Mega.

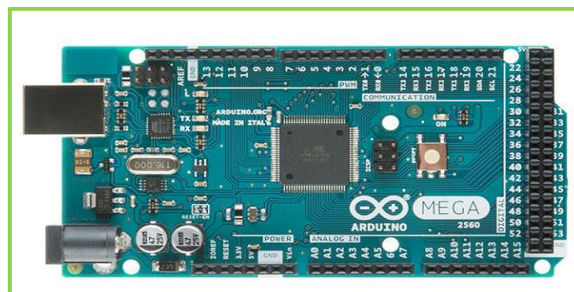


Ilustración 2-19: Placa Arduino Mega 2560
Fuente: (2019)

2.11.4. Comparación entre las diferentes tarjetas de desarrollo

Realizando un análisis de cada una de las tarjetas de desarrollo y conociendo las características de cada una de estas, en la Tabla 2-11 se realiza una comparativa de los datos que presenta las tarjetas.

Tabla 2–11: Comparación de características de los sistemas de identificación.

DESCRIPCIÓN	Intel Galileo	Raspberry	Arduino
Memoria RAM	512 KB – 1 GB	8 – 128 GB	64 – 96 KB
Entorno de desarrollo	IDE Arduino	Windows, Linux, Eclipse, IDLE	IDE Arduino
Procesador	SoC Quark X100	Broadcom BCM2836 Broadcom BCM2837 Broadcom BCM2711 ARM Cortex-A7	ATMega
Memoria Flash	1 - 32 GB	8 – 32 GB	1 - 32 KB
Puerto USB	1 – 3 de 2.0	2 de 2.0 - 2 de 3.0	1 – 2 de 2.0
Voltaje de operación	3.3V - 5 V	3.3V - 5 V	3.3 V - 5 V
Voltaje de entrada	100 – 240 V	100 – 240 V	7 – 12V
E/S digitales	14 fijas	26 – 40	14 – 54
E/S analógicas	6 fijas	26 – 40	6 - 16
Velocidad de reloj	400 MHz fijos	900 MHz – 1.5 GHz	16 MHz fijos
Sistema operativo	Linux, Windows	Distribuciones de Linux, Windows 10	Ninguno
Precio	\$90 - \$300	\$60 - \$200	\$3 - \$35

Fuente: (Aranda, 2014)

Realizado por: Ambo, Marco;2022.

Para el presente prototipo se utilizó la tarjeta de desarrollo Arduino debido a su prioridad en el mercado, la amplia información que posee, tiene un amigable entorno en comparación a las otras tarjetas analizadas, es de bajo consumo de energía, tiene buena memoria y el bajo costo, debido a estas ventajas es ideal para el prototipo.

2.12. Baterías

Una batería eléctrica es un componente formado por celdas electroquímicas que pueden transformar la energía química que contienen en energía eléctrica. También se le conoce como batería o acumulador eléctrico. De acuerdo con su tamaño y capacidad, las baterías generan corriente continua que se utiliza para alimentar varios circuitos (Álvarez, 2022). Se puede observar en la Ilustración 2-20 el modelo de las baterías:

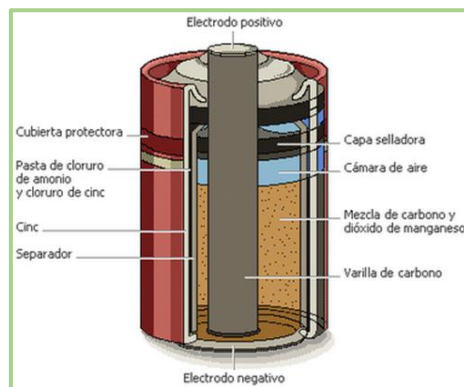


Ilustración 2-20: Partes de una batería

Fuente: (Landín, 2012)

2.12.1. Comparación entre los diferentes tipos de baterías

Realizando un análisis de la batería y conociendo las características de esta, en la Tabla 2–12 se realiza una comparativa de los datos que presenta las baterías que se podrá utilizar en el prototipo.

Tabla 2–12: Comparación de características de los sistemas de baterías.

DESCRIPCIÓN	Batería Lipo	Batería Li - Ion	Batería Litio (Power bank)
Corriente	1-25 A	1-3A	1-3A
Capacidad de corriente	400-10000mh	40-3500mh	1000-30000 mAh
Voltaje de entrada	3-4.2V	3.6-3.7V	3.7 - 12V
Voltaje de Salida	3-4.2V	3.6-3.7V	5-9V
Vida útil	2-3 años	8-10 años	8-10 años
Dimensiones	60x30x15 mm	10x44 mm	156 x 70 x 26,2 mm
Peso	50 g	25 g	203 g
Precio	10-70\$	2,50-10 \$	10-30\$

Fuente: (Aranda, 2014)

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

Para el presente prototipo se utilizó la batería de Litio (Power bank) debido a su prioridad en el mercado, su capacidad de corriente ayuda a que funcione todo el prototipo tiene buena velocidad de carga y descarga lenta, debido a estas ventajas es ideal para el prototipo.

2.13. Análisis de los entornos

2.13.1. Zonas externas

Para determinar las zonas externas en la ciudad en Riobamba se tomó en cuenta los lugares turísticos más visitados por día en la ciudad según datos del diario la Prensa son: Rutas de las iglesias, Ruta de los museos, Rutas de recreación nocturna en Riobamba, Rutas histórico-patrimoniales de Riobamba, Rutas de las huecas de Riobamba, Parques y plazas Patrimoniales, Paseo Shopping; de estas se puede determinar que la Estación del Tren que es el lugar más visitado por la mayoría de las turistas (2022). Basadas en encuestas realizadas por el municipio de Riobamba en la siguiente Tabla 2-13 se puede observar el mayor atractivo turístico de la ciudad.

Tabla 2-13: Lugares Turísticos más visitados en Riobamba

Lugares turísticos más visitados en Riobamba	Frecuencia de visita (personas/día)	Porcentaje de visita(personas/día)
Parque Infantil	100	17.85%
Parque Sucre	90	16.07%
Parque Maldonado	70	12.51%
Estación Ferrocarril	100	17.85%
Paseo Shopping	100	17.85%
Teatro León	40	7.15%
Edificio Palacio Municipal	10	1.78%

Consejo Provincial	20	3.58%
Plaza de Toros Raúl Dávalos	30	5.36%
Total	560	100%

Fuente: (2022)

Realizado por: Ambo, Marco;2023.

Realizando un análisis de cada uno de los lugares turísticos más visitados en la ciudad de Riobamba de personas por día en la Tabla 2-13 se llega a determinar que el lugar más visitado por turistas es la Estación del Ferrocarril seguido por el Parque Sucre, Parque Maldonado, el Paseo Shopping.

2.13.2. Zonas internas

Para determinar las zonas internas en la ciudad en Riobamba se determinó que los lugares más visitados son los museos arqueológicos tanto por estudiantes como turistas, seguido por los centros comerciales ubicados dentro del paseo shopping; además a las iglesias en donde se observa pinturas arqueológicas sobre todo un lugar visitado es el Señor de la Justicia donde las personas tanto locales como turistas oran por sus familias (2022). En la Tabla 2–14 se observa el lugar más visitado por los turistas:

Tabla 2–14 : Lugares turísticos internos más visitados en Riobamba

Lugares turísticos más visitados en Riobamba	Frecuencia de visita (personas/día)	Porcentaje de visita(personas/día)
Museo de la Casa de la Cultura	40	28%
Museo de Piedra Riobamba	30	20%
Casa de Museo Riobamba	20	14%
Museo y Centro Cultural de Riobamba	15	10%
Museo Militar de la Caballería Blindada	20	14%
Museo de Ciencias Naturales Colegio Pedro Vicente Maldonado	20	14%
TOTAL	145	100%

Fuente: (2022)

Realizado por: Ambo, Marco;2023.

Realizando un análisis de cada uno de los lugares internos más visitados en la ciudad de Riobamba en la Tabla 2-14 se determina que el lugar más visitado por turistas y estudiantes es el Museo de la Casa de Cultura debido a que cuenta con más de 580 piezas arqueológicas.

2.13.3 Comparación de sitios turísticos para la aplicación del prototipo

Realizando un análisis de cada uno de los sitios turísticos tanto de la parte externa como interna se conoce las características de cada uno de los lugares donde se implementa el prototipo, en la Tabla 2–15 se realiza una comparativa de los datos más representativos de cada zona en estudio:

Tabla 2-15: Características de las zonas internas y externas

Características de las zonas turísticas	Externas	Internas
Temperatura	Varía según el clima	Estable
Energía	Utilizar una batería o buscar una fuente de energía	Estable No se necesita batería debido a que dentro del lugar se cuenta con energía todo el tiempo
Cableado	Extenso para poder conectar equipos de conexión inalámbrica	Corto debido a que se tiene una red interna propia
Comunicación	Alámbrica Observar si existe en el lugar una red Wi-fi.	Alámbrica e inalámbrica pero más fácil de conectar
Precio	Muy alto	Bajo costo.

Realizado por: Ambo, Marco;2023.

De la Tabla 2-15 se determinó que las zonas donde se puede aplicar el prototipo son las zonas externas debido cuenta con un despeje del cielo para receptar la señal del GPS, además los nodos se colocarán dentro de cada zona interna debido a que tiene energía estable, cableado, dentro del lugar es más factible poder realizar la conexión de cada nodo; así también poder construir la red dentro del lugar para poder implementar el prototipo; se podrá realizar de manera inalámbrica la comunicación debido a que el prototipo será móvil y se podrá tener facilidad de manejo.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se especifica los requerimientos que debe cumplir el prototipo, al igual que las funcionalidades de cada uno de los módulos y el respectivo diagrama de flujo. Se seleccionan las herramientas tanto *hardware* y *software* necesarias para el sistema. Se detalla el diseño del prototipo de una red de comunicación para la ubicación y acceso de los distintos lugares dentro de las zonas urbanas externas e internas. Durante el proceso se inicia con una etapa de levantamiento de información para determinar los requerimientos técnicos que debe cumplir la red, selección de la tecnología a utilizar, diseño físico de la red, arquitectura general del sistema justificando de esta manera la selección de los dispositivos que lo integran.

3.1. Requisitos de *hardware* del prototipo

Luego de la revisión bibliográfica teórica y afines al tema, se definen los requisitos necesarios para el diseño del prototipo de red inalámbrica para la identificación, localización y conexión en tiempo real, aplicado en zonas internas o externas, además se mantuvo una conversación con la Rectora de la Escuela de Invidentes quién manifestó que necesitan el prototipo para sus alumnos donde cumplan con los siguientes requisitos:

- Generación y envío de datos en tiempo real, definidas por el servidor en la zona externa o interna en este caso dependiendo de la necesidad del invidente.
- Delimitación del proyecto para la zona donde se encuentra la escuela y que sea fácil manejo para los alumnos.
- Administración y actualización de datos de la zona.
- Proporcionar información detallada acerca de la composición del lugar, ya sea dentro o fuera de la zona de una manera didáctica para la comprensión del usuario.
- Contabilizar el número de nodos a ser descritos.
- Comunicar los módulos inalámbricamente en tiempo real.
- Enviar los datos de manera segura hacia el dispositivo de recepción en el prototipo.
- El sistema debe ser fácil de instalar, adaptable, escalable y de bajo costo.

3.2. Concepción general del sistema

En la Ilustración 3–1 se muestra el sistema construido por tres nodos los cuales son: *nodo transmisor* se compone por una antena de radiofrecuencia que estará dentro de la red y por el

servidor de base de datos el cual permite enviar los datos al prototipo en este caso es lo que está dentro del *nodo receptor* el cual está constituido para recibir los datos y cuando la persona llegue al lugar empieza la descripción del lugar, el *nodo de almacenamiento* el cual está conformado por una pequeña base de datos que se puede modificar los lugares y su descripción, además cuenta con una página web donde se actualiza y visualiza la ubicación del prototipo en tiempo real; esto se realiza con la ayuda de su conexión GSM y activado con datos móviles envía una señal a la página para saber dónde se encuentra el dispositivo.

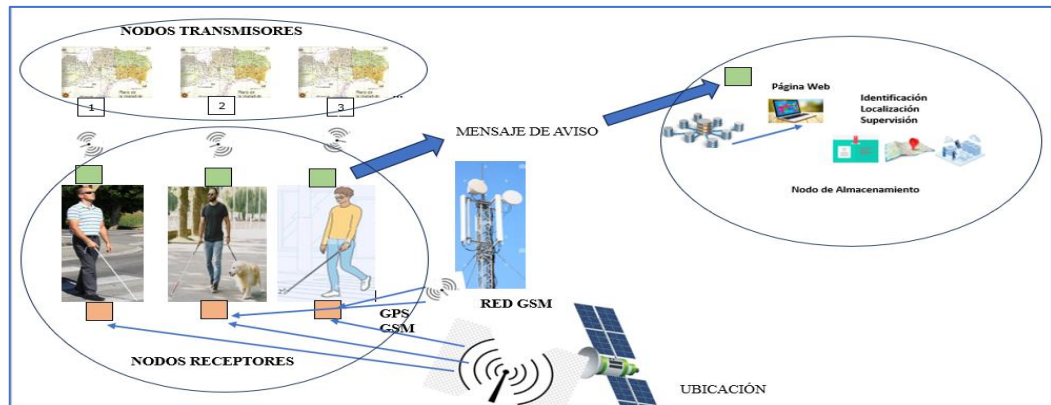


Ilustración 3-1: Concepción general del sistema

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

3.3. Diseño de la Arquitectura del prototipo

En la Ilustración 3-2 se visualiza el diagrama de bloques conformado por lo siguiente: el bloque de codificación se encarga de actualizar y generar los registros ya ingresados en la base de datos, el bloque de obtención de datos está encargado de enviar y recibir la información, activa el prototipo para empezar a describir cuando pase por cada nodo. El bloque de procesamiento está compuesto por un Arduino Mega que se encarga de que exista conexión entre los demás bloques. El bloque de transmisión de datos será el encargado de que transmita señal donde se encuentre cada uno de los nodos. El bloque de alimentación el cual se encarga de que el prototipo tenga la energía suficiente para que funcione satisfactoriamente.

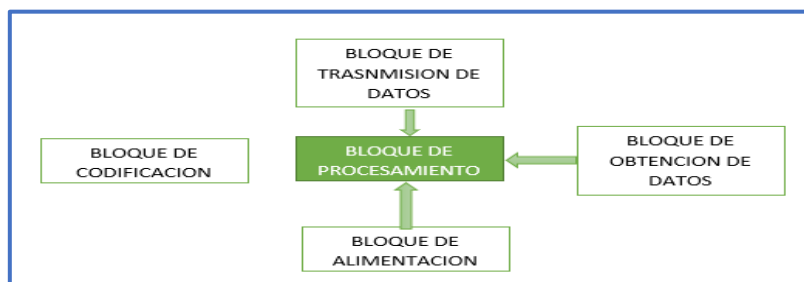


Ilustración 3-2: Diagrama de bloques del prototipo implementado

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.3.1. Nodo de transmisión

La Ilustración 3-3 muestra el diagrama de bloques del nodo transmisor del sistema MANETRIC, indica la forma de conexión de los cinco bloques que lo conforman. La información enviada del nodo de transmisión es enviada al nodo de recepción el cual se dirige al bloque de procesamiento en el dispositivo en el que permite procesar los datos y enviar al módulo de descripción de la información. El bloque de alimentación genera la energía necesaria para su funcionamiento.

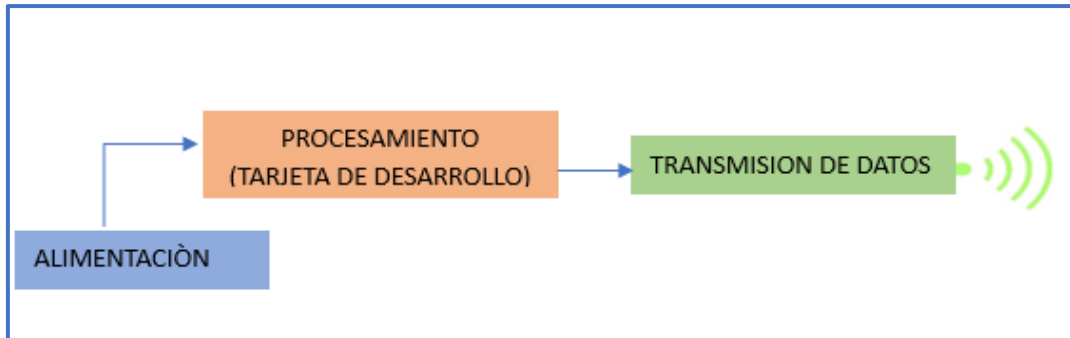


Ilustración 3-3: Diagrama de bloques del nodo de transmisión del sistema MANETRIC

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

3.3.2. Nodo de recepción

En la Ilustración 3-4 muestra el diagrama de bloques del nodo de recepción del sistema que está constituido por seis bloques. El bloque de procesamiento toma la información del bloque de transmisión que son los datos emitidos desde el nodo transmisor previamente guardados en el bloque de almacenamiento. Esta información es transmitida mediante señales de radiofrecuencia y almacenada por la memoria del Arduino para que cuando llegue al lugar y pase por el nodo; identifique, procese la información y empiece a describir el lugar deseado. El bloque de alimentación se encarga de proporcionar la energía necesaria para el funcionamiento de este módulo.

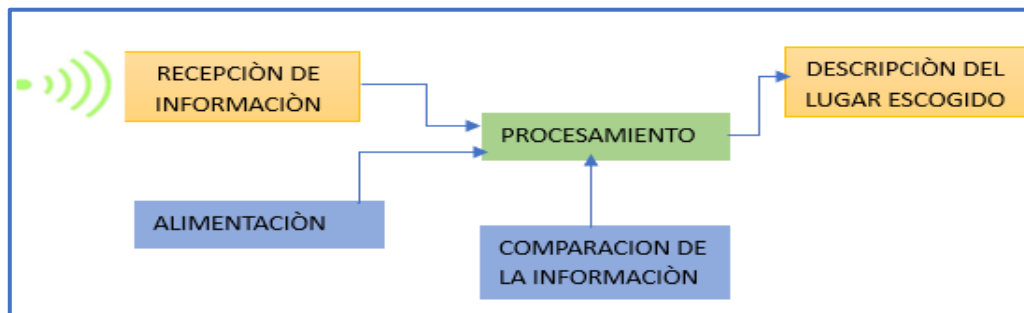


Ilustración 3-4: Diagrama de bloques del nodo de recepción del sistema MANETRIC

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

3.4. Diseño de las etapas del sistema MANELECTRIC

3.4.1. Etapa de almacenamiento

La Ilustración 3–5 muestra el diagrama de bloques de la etapa de almacenamiento del sistema MANELECTRIC, está constituido por cinco bloques. El bloque de procesamiento recibe la información generada por el nodo de transmisión, recepta y compara mediante el bloque de recepción de datos, envía una señal para indicar que ha llegado al destino y luego empieza a describir el lugar. El bloque de alimentación otorga la energía para el funcionamiento de este módulo.

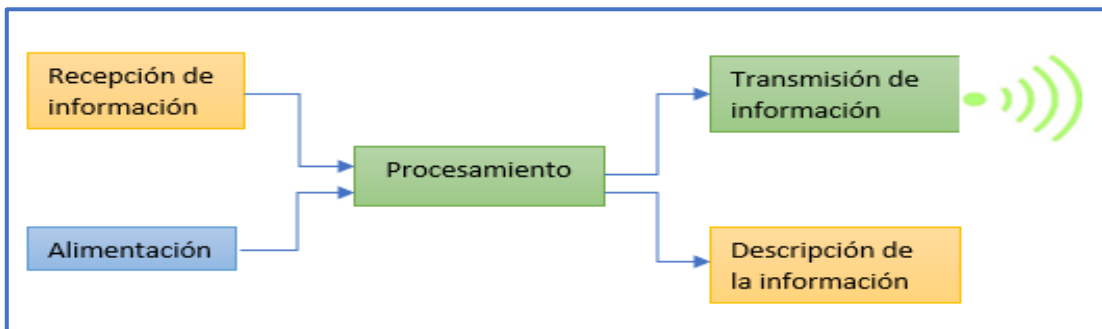


Ilustración 3–5: Diagrama de bloques del nodo de almacenamiento del sistema MANELECTRIC

Realizado por: Ambo, Marco: 2023.

3.4.2. Etapa de visualización

En la Ilustración 3–6 se observa la etapa de visualización de datos, la tarjeta de desarrollo envía los datos procesados a través de una comunicación serial hacia el módulo de almacenamiento en la cual se puede verificar los lugares hacia donde desea ir, además utiliza una comunicación GSM para enviar datos hacia una herramienta informática online para poder ser visualizados y analizados por el administrador y verificar el lugar donde se encuentra la persona invidente y poderla regresar a su camino cuando se haya salido del rango del mapa.

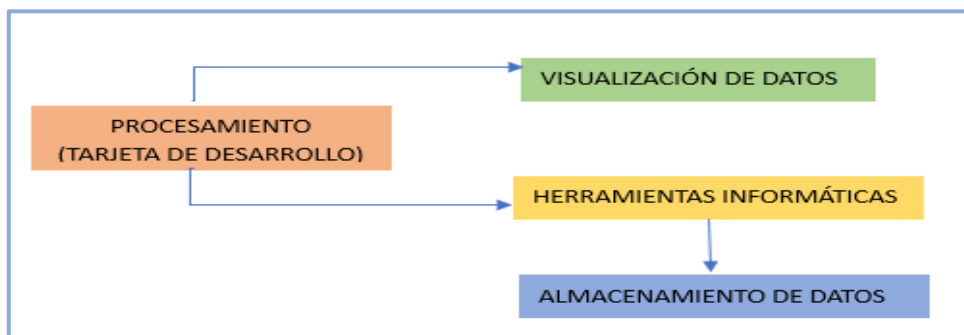


Ilustración 3–6: Diagrama de bloques de la etapa de visualización MANELECTRIC

Realizado por: Ambo, Marco: 2023.

3.4.3. Etapa de aviso

En la Ilustración 3–7 se observa los bloques que conforman la etapa de aviso. La tarjeta de desarrollo al obtener la ubicación de cada persona invidente; al momento que se encuentre fuera de rango envía un aviso con la ubicación de este, y además es encargado de emitir el mensaje de aviso hacia el administrador.

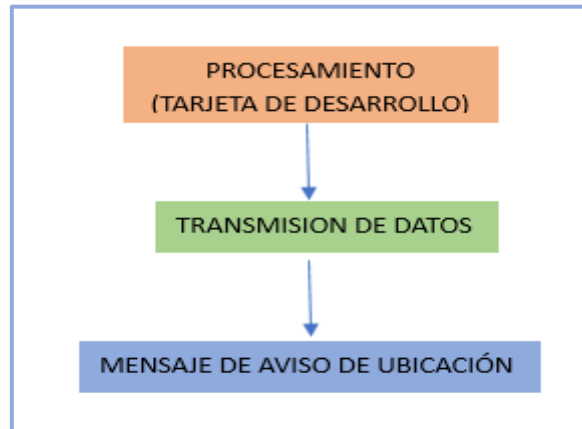


Ilustración 3–7: Etapa de aviso MANETRIC

Realizado por: Ambo, Marco: 2023.

3.5. Selección de la tecnología de comunicación

En el presente apartado se indica las características más relevantes de cada dispositivo electrónico seleccionado en la implementación del prototipo de acuerdo con los requerimientos expuestos en el apartado 3.1. Los datos técnicos de los elementos detallados en anexos.

En la tabla 3–1, se presenta las principales diferencias entre la tecnología inalámbrica y cableada, donde la interferencia de señales afecta bastante en la tecnología inalámbrica, por lo tanto, si se implementa una red de este tipo, esta parte debe ser muy considerada, para evitar pérdida de datos.

Tabla 3–1: Comparación entre tecnología inalámbrica y cableada

Característica/Tecnología	Cableada	Inalámbrica
Movilidad	No	Si
Tasa de envío	Gbps	Mbps
Interferencia	Poca	Muy susceptible
Complejidad y costo de implementación	Alta	Baja
Acceso al medio	No	Si
Facilidad de reconfiguración	Baja	Alta






Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Analizando en la tabla 3–1 se escoge la red inalámbrica obteniendo una óptima transmisión de los datos y eficiencia. Los datos desde la zona en donde se encuentra cada nodo hasta el dispositivo de recepción son de manera inalámbrica. Para la selección de la tecnología, se hizo una comparación entre ellas, la cual se mostró en la tabla 2–9 se escogió la tecnología Radiofrecuencia debido a su alcance, frecuencias de trabajo, velocidad, duración de la tecnología, seguridad para la transmisión y recepción de datos.

3.5.1. Selección de las tarjetas de desarrollo Arduino

Existen una gran variedad de modelos y características de cada uno de sus tipos dependiendo el requerimiento del usuario, se encuentra algunos modelos de tarjetas Arduino que se pueden observar en la tabla 3–2.

Tabla 3–2: Modelos de tarjetas de desarrollo Arduino.

Modelo	UNO	NANO	MEGA 2560	PRO-MINI	NODE MCU
Microcontrolador	ATMega 328P	ATmega168 o ATmega328	ATmega2560	ATmega328P	ESP8266
Corriente	20 mA	40 mA	93 mA	40 mA	240 mA
Alimentación	7 – 12 VDC	7 – 12 VDC	7 – 12 VDC	5VDC	4,5 – 5.5 VDC
Pines digitales	14	14	54	14	15
Pines Analógicos	6	8	16	8	1
Memoria	32 KB	16,32 KB	256 KB	32 KB	64KB
Dimensiones	66,8 x 53,4 mm	45 x18 mm	101,52 x 53,3 mm	30 x 18 mm	47*21 mm
Pines PWM	6	0	15	6	3
Conector	Conector USB Power Jack ICSP Botón de Reset	Conector mini B USB, Botón de Reset	Conector USB, Power Jack ICSP botón de Reset	Por medio de una tarjeta o cable FTDI	Por medio de USB (CH340 driver)
Imagen					

Fuente: (2022)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Analizando la Tabla 3–2 de cada uno de los Arduino y sus respectivas características, se va utilizó en el prototipo el Arduino Mega debido a su tamaño, es de bajo consumo de energía, su número de terminales abastece a las necesidades del prototipo y su costo es medio; adicionalmente a esto se realizó la conexión de los demás dispositivos y convirtió el texto en código serial para enviar

al módulo EMIC-2 para que convierta en audio y escuchar la descripción de cada uno de los nodos.

3.5.2. Arduino MEGA 2560

Está basada en el microcontrolador ATmega2560, posee más poder de cómputo, más capacidad de memoria y más líneas de expansión comparada con la Arduino UNO R3, se puede observar en la Ilustración 3-8, pues el dispositivo debe ser cómodo y de tamaño amigable con la persona que va a usarlo, cabe mencionar que el número de pines de entrada y salida de dicha tarjeta son suficientes para llevar a cabo el trabajo, además las tarjetas antes mencionadas tienen la misma frecuencia de trabajo que los anteriores Arduino igual a 16 MHz es por esto que esta característica no influye en la elección del microcontrolador (2020). Las especificaciones técnicas completas se pueden observar en el Anexo A.

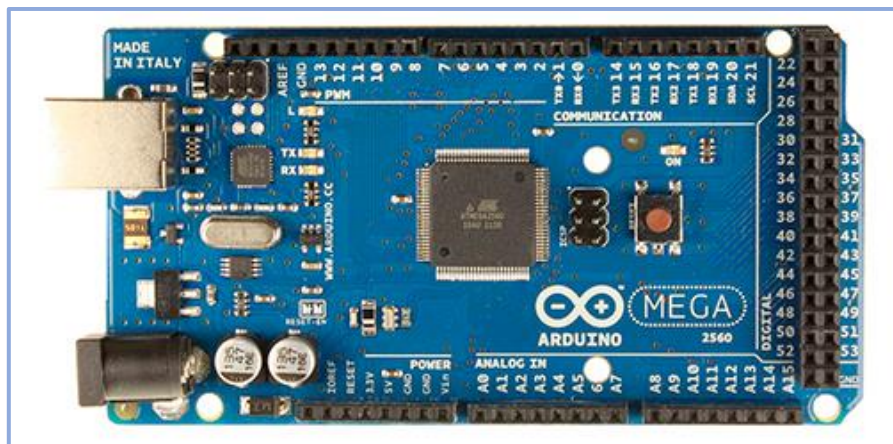


Ilustración 3–8: Arduino ATMega 2560

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Tabla 3–3: Especificaciones técnicas del Arduino ATMega2560

Descripción	Detalle
Microcontrolador	ATMega2560
Voltaje de operación	5V
Consumo de energía	93 mA
Frecuencia de trabajo	16 MHz
Pines I/O digitales	54 (15 PWM)
Tamaño	101.52*53.3mm
Peso	37g

Fuente: (2021)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.5.3. Sintetizador de voz EMIC 2

Es un módulo que tiene la finalidad de cambiar el texto a voz en varios idiomas. En la Ilustración 3–9 se muestra su aspecto físico del módulo el cual tiene un puerto serial con comandos para hacer hablar a cualquier tipo de robot utilizando un microcontrolador como: Arduino, Basic Stamp, Flyport etc., es muy sencillo de utilizar tiene voces predefinidas y configurables: hombre, mujer y niño; tiene un motor de procesamiento DECTal (TTS, 2020 pág. 1). En la Tabla 3–4 se observan los datos técnicos del Sintetizador EMIC 2, mientras que en el Anexo B se puede apreciar sus especificaciones técnicas completas.

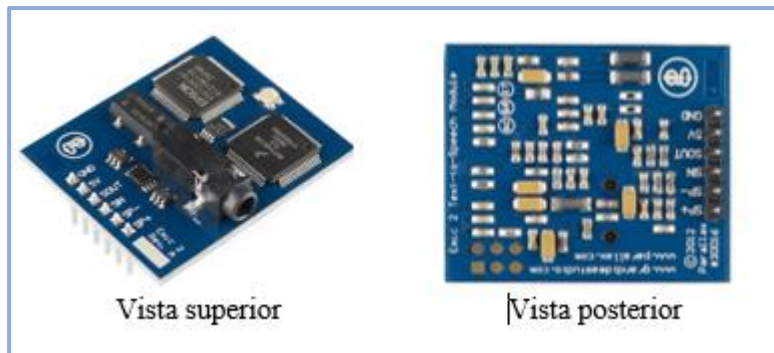


Ilustración 3–9: Aspecto físico de Sintetizador de voz EMIC 2

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Tabla 3–4: Especificaciones técnicas del EMIC 2

Descripción	Detalle
Voltaje de operación	5V
Consumo de energía	40-220 mA
Consumo de energía en reposo	30mA
Comunicación	Asíncrona (9600bps)
Temperatura	-20°C-70°C
Pines	6
Tamaño	3,81*3,17 cm
Peso	6.97g

Fuente: (2022)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

El control mediante comandos ASCII son los que se utilizan en el módulo de texto a voz Emic 2 el cual no diferencia mayúsculas de minúsculas, así que este dispositivo no tiene inconvenientes si se aplica de las dos formas lo que dará el mismo resultado en su funcionamiento. Utiliza un grupo de comandos para su correcto funcionamiento; para que pueda leer cada una de las líneas de descripción se añadió un Arduino nano pro-mini debido a que ayuda a enviar los datos en forma serial.

3.5.4. Ublox NEO-6M GPS

Basado en el receptor de la marca Ublox modelo NEO 6M, el módulo incluye su antena cerámica para colocarse directamente sobre el PCB, por lo que ya viene listo para operar sin requerir más accesorios; se visualiza en la Ilustración 3–10 su aspecto físico el cual se puede diferenciar la parte superior y la parte trasera de este dispositivo para su respectiva aplicación que se llevara a cabo inalámbricamente (2022). En la Tabla 3–5 se observan los datos técnicos del módulo GPS, mientras que en el Anexo C se puede apreciar sus especificaciones técnicas completas.



Ilustración 3–10: Modulo Ublox Neo-6M GPS

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Tabla 3–5: Especificaciones técnicas del módulo GPS

Descripción	Detalle
Voltaje de operación	3-5V
Voltaje pines de comunicación	3.3V
Consumo en búsqueda	67mA
Consumo en tracking	11mA
Tamaño de Antena	22*22mm
Comunicación	Serial
Sistemas de coordenadas	WGS-84
Sensibilidad de captura	-148dBm
Sensibilidad de rastreo	-161dBm
Tamaño	25*35mm
Peso	18g

Fuente: (2022)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.5.5. Modulo SIM 800GSM

Es un módulo de comunicación que permite enviar mensajes de texto, voz y datos, en este caso el dispositivo envía mensajes de aviso al administrador cuando algún dato sale del rango establecido, y se conecta a internet para subir los datos obtenidos por el nodo de recepción (2023). Se visualiza en la Ilustración 3–11 su aspecto físico el cual se puede diferenciar la parte superior

y la parte trasera de este dispositivo para su respectiva aplicación. En la Tabla 3–6 se observan los datos técnicos del módulo SIM 800GSM, mientras que en el Anexo D se puede apreciar sus especificaciones técnicas completas.

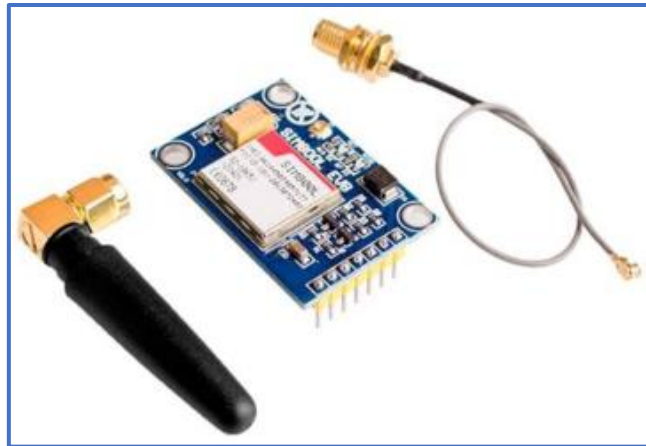


Ilustración 3–11: Módulo SIM 800GSM

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

Tabla 3–6: Especificaciones técnicas del Módulo SIM 800GSM

Descripción	Detalle
Voltaje de operación	5V
Consumo	1A
Envía y Recibe datos	GPRS (TCP / IP, http, etc.)
Comunicación	Serial
Banda Cuádruple	850/900/1800/1900 MHz
Interfaz	Serial UART
Controlado por	Comandos AT
Tamaño	40*28 mm
Peso	1.35 g

Fuente: (2023)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.5.6. Antena Radiofrecuencia RF433

Es una antena especialmente diseñada para un sistema de comunicación inalámbrico (433MHz). Tiene un buen VSWR, de tamaño pequeño, estructura ingeniosa, fácil instalación, rendimiento estable y buena capacidad antivibración (2023), se visualiza en la Ilustración 3–12 su aspecto físico el cual se puede diferenciar la parte superior para su respectiva aplicación. En la Tabla 3–7 se observan los datos técnicos del módulo de la Antena RF433, mientras que en el Anexo E se puede apreciar sus especificaciones técnicas completas.

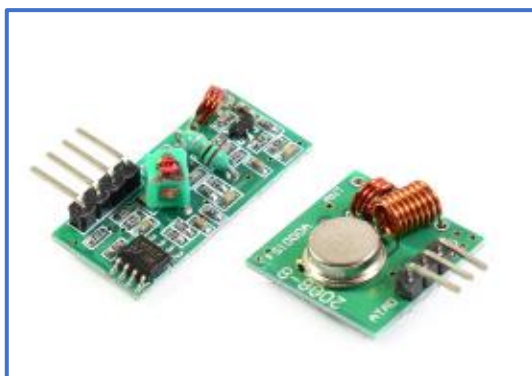


Ilustración 3–12: Módulo RF 433

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

Tabla 3–7: Especificaciones técnicas del Módulo RF 433

Descripción	Detalle	
	Tx	Rx
Voltaje de operación	3.5-12V	5V
Consumo	9 – 40 mA	4mA
Alcance	20 m – 200 m mayor voltaje mayor potencia de transmisión.	-
Potencia de transmisión	10mW	-
Frecuencia	433MHz	433 MHz
Tasa de transferencia	4Kb/s	-
Modulación	ASK/OOK	ASK/OOK
Sensibilidad de recepción	-	-105dB
Tamaño	19*19 mm	30x14x7mm
Peso	13g	7g

Fuente: (2023)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.5.7. Brújula Magnética con Arduino

Es un sensor que mide el valor del campo magnético en tres ejes. Con esta medición, es posible estimar la orientación del dispositivo respecto al campo magnético de la tierra. El chip Honeywell HMC5883 es un chip de superficie que incorpora tres sensores de magnetorresistencia, cancelación de desfases, y conversores de 12 bits, lo que le proporciona una precisión de $\pm 2^\circ\text{C}$ (2023). Es de tamaño pequeño, estructura ingeniosa, fácil instalación, rendimiento estable se visualiza en la Ilustración 3–13 su aspecto físico el cual se puede diferenciar la parte superior y posterior de este dispositivo para su respectiva aplicación. En la Tabla 3–8 se observan los datos

técnicos del módulo de la brújula, mientras que en el Anexo F se puede apreciar sus especificaciones técnicas completas.

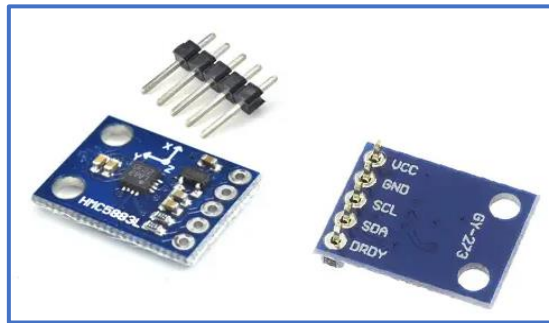


Ilustración 3-13: Brújula Digital con Arduino

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

Tabla 3-8: Especificaciones técnicas de la brújula Digital con Arduino

Descripción	Detalle
Voltaje de operación	2.7-5.2V
Consumo	1mA
Precisión de medida	$\pm 2^{\circ}\text{C}$
Chip	HMC58831
Tasa de Refresco	1-20Hz
Tamaño	15*15 mm
Peso	10g

Fuente: (2023)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.5.8. Módulo Lector MicroSD Arduino

Es un dispositivo diseñado para acceder a la memoria microSD en modo SPI, por lo que las señales de control se etiquetan claramente con los nombres de las señales en dicho bus de comunicaciones. Soporta tarjetas microSD y micro SDHC. Incluye el chip MC74VHCT125A (2023). Se visualiza en la Ilustración 3-14 su aspecto físico donde se visualiza la parte frontal del dispositivo para su respectiva aplicación. En la Tabla 3-9 se observan los datos técnicos del módulo lector MicroSD, mientras que en el Anexo G se puede apreciar sus especificaciones técnicas completas.

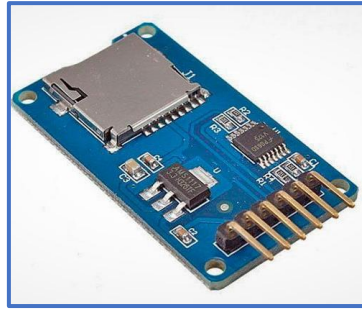


Ilustración 3–14: Módulo Lector MicroSD Arduino

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

Tabla 3–9: Especificaciones técnicas del Módulo Lector MicroSD

Descripción	Detalle
Voltaje de operación	3.3 – 5V
Consumo	200mA
Interfaz	ISP
Chip	HMC58831
Tarjetas soporte	MicroSD - MicroSDHC
Tamaño	24*42*12 mm
Peso	10g

Fuente: (2023)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.5.9. Power Bank

Cargador portátil y duradero con 3 cables de salida integrados para iPhone, dispositivos USB-C y dispositivos Micro USB. Admite la carga de casi todos los tipos de dispositivos populares con 3 cables, sin necesidad de llevar cables de carga adicionales. Además, el cargador de batería portátil viene con un cable USB adicional para cargar su banco de energía (2022). En la Ilustración 3–15 se visualiza su aspecto físico para poder alimentar al prototipo y en la Tabla 3–10 se observan los datos técnicos de la Power bank.



Ilustración 3–15: Power bank

Realizado por: Ambo, Marco; 2023.

Tabla 3–10: Especificaciones técnicas de la Power bank

Descripción	Detalle
Capacidad	20000 mAh
Color	Negro
Conexión	Micro USB y Tipo C
Potencia	12 W
Numero de Puertos	3
Tamaño	100*50*20 mm
Peso	100g

Fuente: (2023)

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.5.10. Consumo de energía total del prototipo

En la Tabla 3-11 detalla los valores voltaje, corriente y potencia de cada uno de los elementos que se usa en el prototipo con el objetivo de encontrar la autonomía que tuvo el mismo.

Tabla 3–11: Valores de consumo en voltaje, corriente y potencia

Elementos	Voltaje(V)	Corriente(A)	Potencia(W)
Arduino Mega	5	0,093	0,465
Sintetizador EMIC-2	5	0,03	0,15
Módulo GPS	5	0,067	0,335
Módulo SIM 800GSM	5	1,00	5
Antena RF433 Tx/Rx	5	0,004	0,02
Módulo Brújula Digital	5	0,001	0,005
Módulo lector microSD	5	0,200	1
Total		1,395	6,975

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

Según los valores calculados de la Tabla 3–11 el prototipo consume un total de 0.984 A por lo que se eligió una Power Bank se visualiza en la Ilustración 3–15 que tiene una capacidad de 10000mAh. Aplicando la Ecuación 3–1 se encontró el tiempo de autonomía que brinda la Power bank para el prototipo.

Ecuación 3–1: Ecuación de autonomía de la batería

$$Aut = \frac{\text{capacidad_power_bank}}{\text{corriente a controlar}}$$

$$Aut = \frac{20Ah}{1,395A}$$

$$Aut = 14,33h$$

$$Aut = 14 \text{ horas } 20 \text{ minutos}$$

3.6. Esquema de conexión electrónica

3.6.1. Nodo transmisor

El esquema de conexión electrónica se puede observar en la Figura 3–16, cada nodo va a emitir señales de frecuencia de cada lugar y en sus terminales están conectados los dispositivos que conforma el nodo transmisor de información; de la siguiente manera:

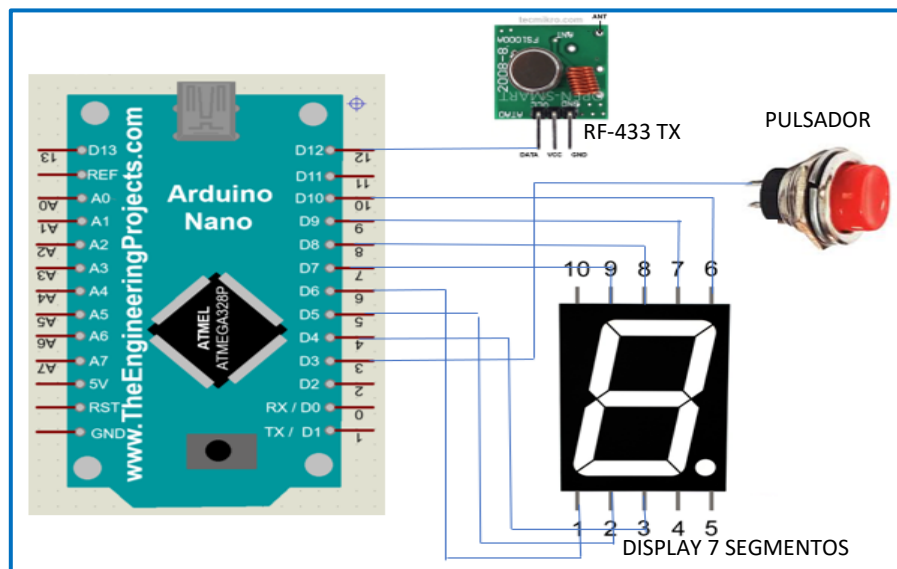


Ilustración 3–16: Diagrama de conexión nodo transmisor

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.6.2. Nodo receptor

El esquema de conexión electrónica se puede observar en la Figura 3–17 como elemento central del proceso tiene a la tarjeta Arduino Mega. Los datos de recepción de coordenadas se hacen a través de una comunicación serial I2C (A5 SCL-A4 SDA) lo cual permite tener conectado el GPS con el Arduino para la creación del mapa, además conectar el SIM800 para saber dónde se encuentra ubicado y avisar mediante un mensaje la ubicación de donde se encuentra, también se tiene un módulo lector en el cual se encuentra la base de datos de los lugares a escoger y al cual desea que le describa, se cuenta con una brújula para que cuando empiece a guiarle por el mapa no se pierda y no salga de la ruta y pueda llegar al lugar que escogió al inicio, y por último se cuenta con un sintetizador de texto a audio para que al momento de llegar al lugar este empiece a describir todo lo referente al lugar.

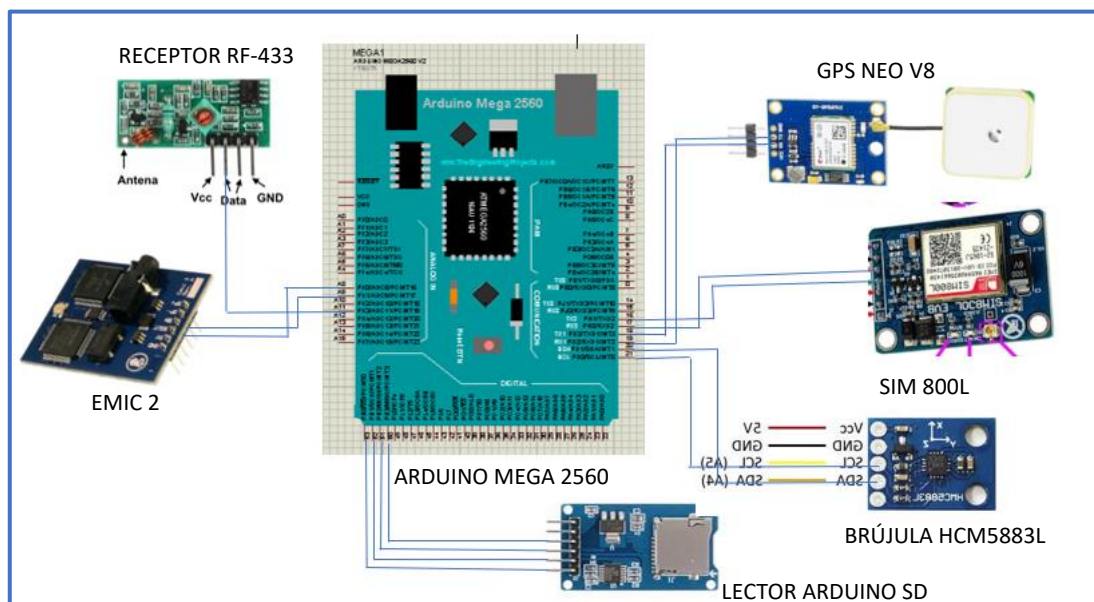


Ilustración 3–17: Diagrama de conexión nodo receptor

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.7. Diseño de *software* del sistema MANETRIC

En el desarrollo de software, se vio la necesidad de trabajar con una plataforma de código abierto mediante la plataforma IDE de Arduino, el cual basa en su programación en lenguaje C, permitiendo a los usuarios utilizar herramientas que facilitan el uso de elementos fabricados por empresas como Sparkfun y Adafruit; considerando que varios de los elementos utilizados en este trabajo de integración curricular son de estas compañías.

3.7.1. Requerimientos de diseño para el software.

Los requisitos que debe tener el software son los siguientes:

- Toma de datos de precisión del GPS, sistema móvil GSM y radiofrecuencia.
- Debe tener una comunicación a través de los datos móviles del GSM para mostrarlos en la página web.
- Realiza un acondicionamiento externo de señales tomadas del GPS para que puedan ser enviadas a través de la comunicación del internet.
- Muestra en una herramienta informática los datos procesados a través de credenciales de ingreso destinadas para el monitoreo parcial o continuo del prototipo.
- Envía mensajes de aviso cuando los valores de las señales obtenidas estén fuera de los rangos de normalidad.

3.7.2. Diseño de funcionamiento del software del dispositivo

En la Ilustración 3–17 se puede observar el diagrama de flujo del funcionamiento de la programación en Arduino, se empieza declarando las librerías: `#include <SoftwareSerial.h>` para activar la comunicación serial, `#include <LiquidCrystal.h>` para activar la LCD, `#include <TinyGPSPlus.h>` para activar el GPS, `#include <Adafruit_Sensor.h>` para activar el Arduino Mega, `#include <Adafruit_HMC5883_U.h>` para activar la brújula, `#include <RH_ASK.h>` para activar el driver del Arduino, `#include <EMIC2.h>` para activar el sintetizador de voz, `#include <SPI.h>` para activar la comunicación entre un maestro y sus esclavos en el Arduino, `#include <SD.h>` para activar el SD. En el Anexo H se aprecia el código de Arduino que cumple con los diagramas de flujo de las Ilustraciones 3–18, 3–19 y 3–20.

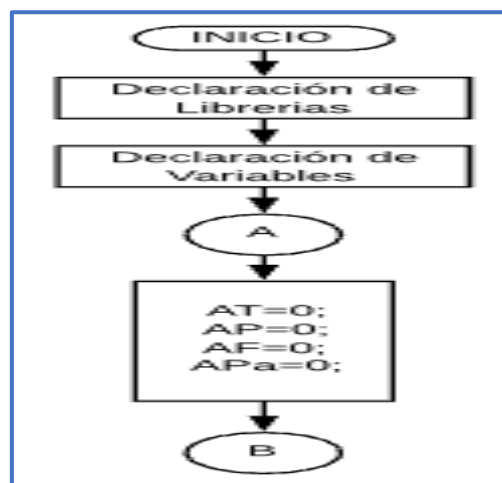


Ilustración 3–18: Diagrama de flujo
Declaración de librerías

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

En la Ilustración 3–19 se observa el diagrama de flujo necesario para comparar cada uno de los datos obtenidos con los valores normales que debe presentar en el mapa, además de cada uno de los nodos, si uno de estos valores se encuentra fuera de los rangos normales el estado de la variable de control cambia, caso contrario el estado se mantiene y continua con la programación.

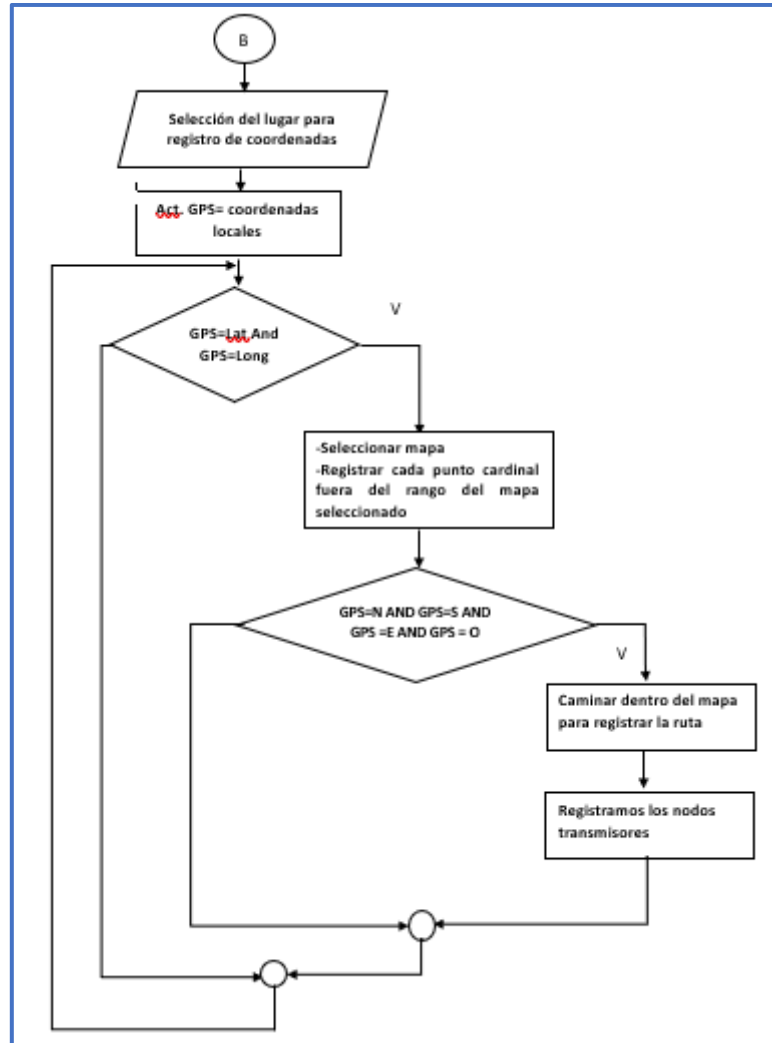


Ilustración 3–19: Diagrama de flujo para comparación de datos obtenidos

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

En la Ilustración 3–20 se observa el diagrama de flujo necesario para verificar los datos de las variables de control, si uno o más de ellos presentan un cambio de estado se envía un mensaje de aviso mediante GSM al administrador encargado para tomar acciones necesarias, si la conexión serial se encuentra activa se envía la información de los datos obtenidos hacia un dispositivo inteligente mediante comunicación móvil, verifica la conexión a la red móvil para poder enviar los datos hacia la página web para ser observados y almacenados con ayuda de la plataforma

ThingSpeak, al terminal del ciclo la programación regresa al punto de conexión A mostrado en la Ilustración 3-16 para obtener nuevos datos de coordenadas y volver a realizar el proceso mencionado.

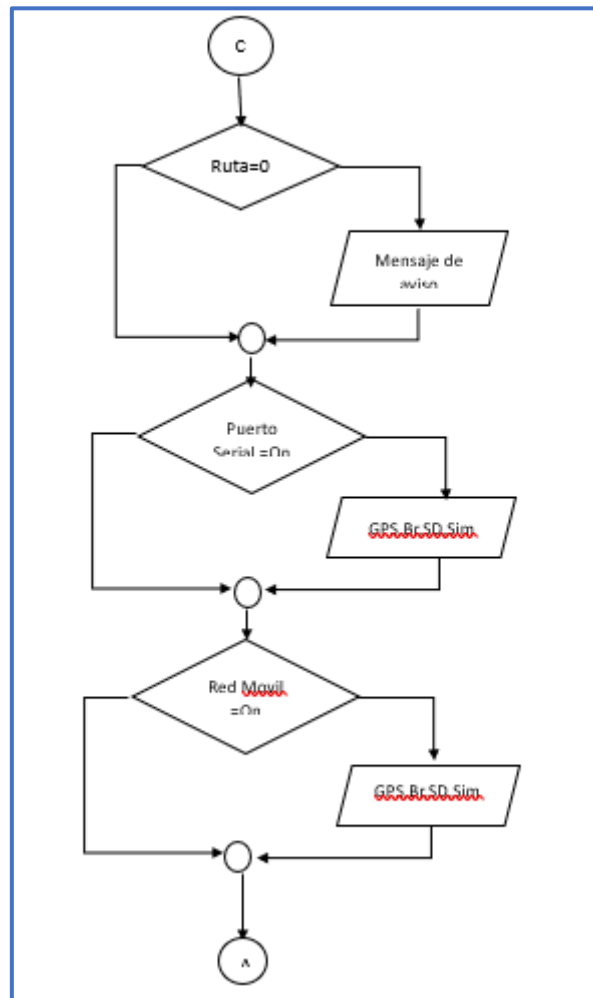


Ilustración 3–20: Diagrama de flujo para el estado de la variable

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.7.3. Software Arduino 1.8.2

Es un entorno de desarrollo libre, gratuito y de código abierto, está disponible para las plataformas Windows, Mac y Linux, tiene herramientas para cargar la programación en las tarjetas de desarrollo, este entorno está basado en java. La plataforma se puede escribir, ejecutar y descargar la aplicación que se desea que cumpla el Arduino seleccionado, así como también cada una de las librerías con las que va a funcionar el mismo, permitiendo así que exista intercomunicación entre el *software* y *hardware* (2022). Parte del código del módulo recolector se muestra en la Ilustración 3–21.

Además, también se tiene el diseño de la placa del nodo transmisor que esta creada en el mismo programa, en la Ilustración 3–23 se muestra la conexión de los elementos del nodo y asegura su correcto funcionamiento.

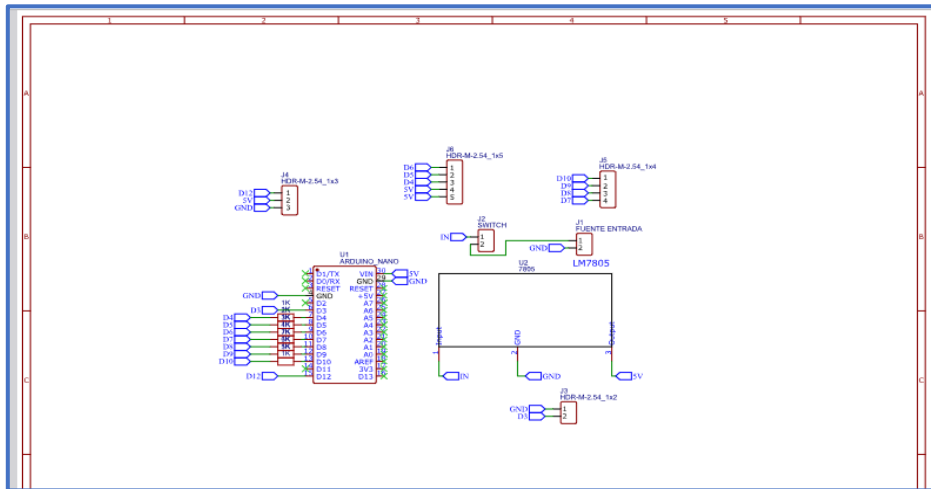


Ilustración 3-23: Diseño del nodo transmisor

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.8.2. Impresión del circuito en la placa PCB

En la Ilustración 3–24 se observa la placa PCB impresa y lista para continuar con su implementación en la parte izquierda se tiene las pistas de cobre encargadas de conectar todos los semiconductores utilizados en el diseño del dispositivo, a la derecha está la parte superior de la placa señalando el lugar y posición de cada uno de los elementos.

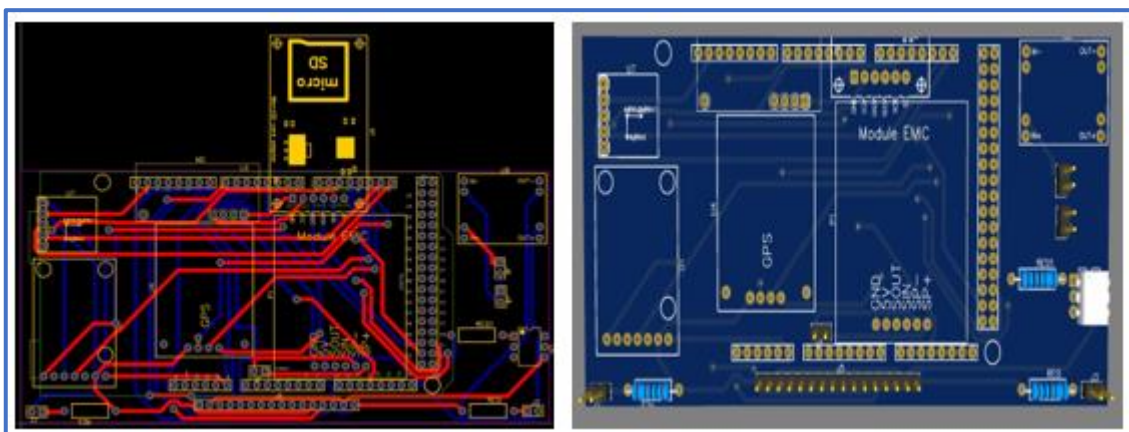


Ilustración 3-24: Placa PCB impresa nodo receptor

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.8.3. Implementación del circuito impreso en la PCB

En la Ilustración 3–25 se observa la colocación y soldadura en el circuito impreso de cada uno de los elementos especificados en el diseño del nodo receptor.

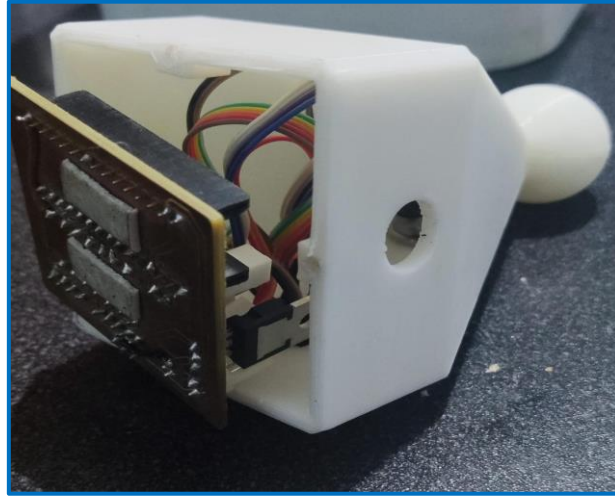


Ilustración 3-25: Soldadura del nodo Transmisor

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.8.4. Diseño del chasis del dispositivo

Al obtener las dimensiones finales del circuito impreso, de cada uno de los elementos y módulos utilizados en la implementación, se procede a diseñar un chasis para colocar todo en una forma ordenada y amigable para el usuario. En la Ilustración 3–26 se observa el diseño completo del chasis del nodo receptor en 3D utilizando el *software* SolidWork,

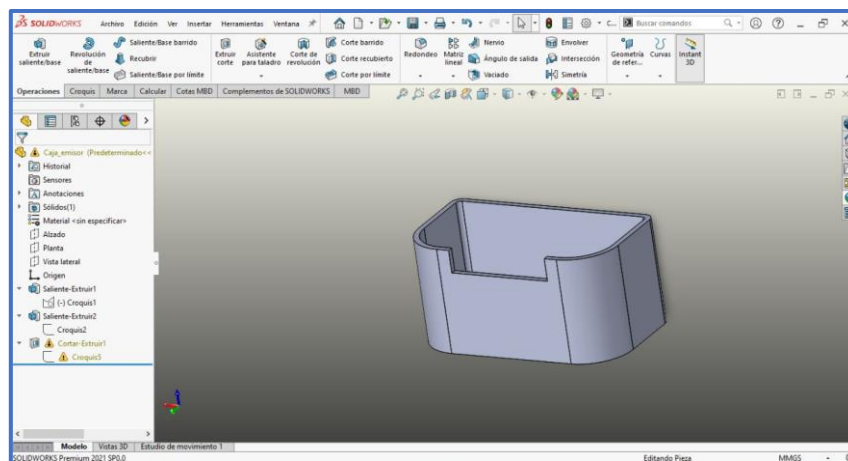


Ilustración 3-26: Chasis del nodo Receptor

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

En la Ilustración 3–27 se observa el diseño completo del chasis del nodo transmisor en 3D utilizando el *software* SolidWork,

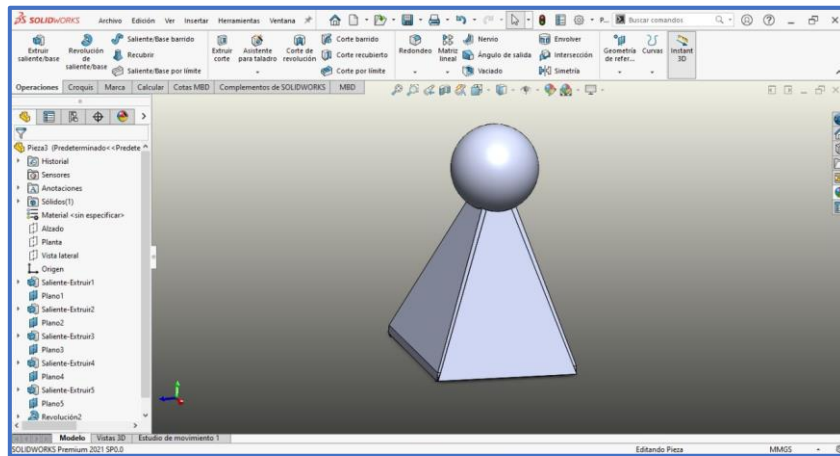


Ilustración 3-27: Chasis del nodo Transmisor

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.8.5. *Ensamblaje final del dispositivo MANELECTRIC*

En la Ilustración 3–28 se observa el dispositivo final colocado todos los elementos dentro del chasis y la colocación de cada uno de los sensores necesarios para su correcto funcionamiento.



Ilustración 3-28: Ensamblaje del nodo Transmisor y Receptor

Realizado por: Ambo, Marco, 2023

3.8.6. *Herramientas informáticas para visualizar y almacenar datos*

3.8.6.1. *ThingSpeak*

Es una plataforma que te ayudará ahorrar tiempo, como todo en la nube. En 2015, había 7 y ahora hay 700. Ahorrar código es ganar tiempo, lo que tiene mucho valor porque el tiempo es oro. Un ejemplo de esas plataformas que se han hecho un hueco en esta industria es ThingSpeak. Trasladar

la responsabilidad del tratamiento de datos es una forma de concentrarse en lo que te gusta hacer, como programar Arduino y ESPs (Programar fácil con Arduino, s.f.). En la Ilustración 3–29 se observa la plataforma en la que se puede colocar las variables que se desea visualizar, en el caso actual se tiene cada mapa con su respectivo dispositivo móvil MANELECTRIC.

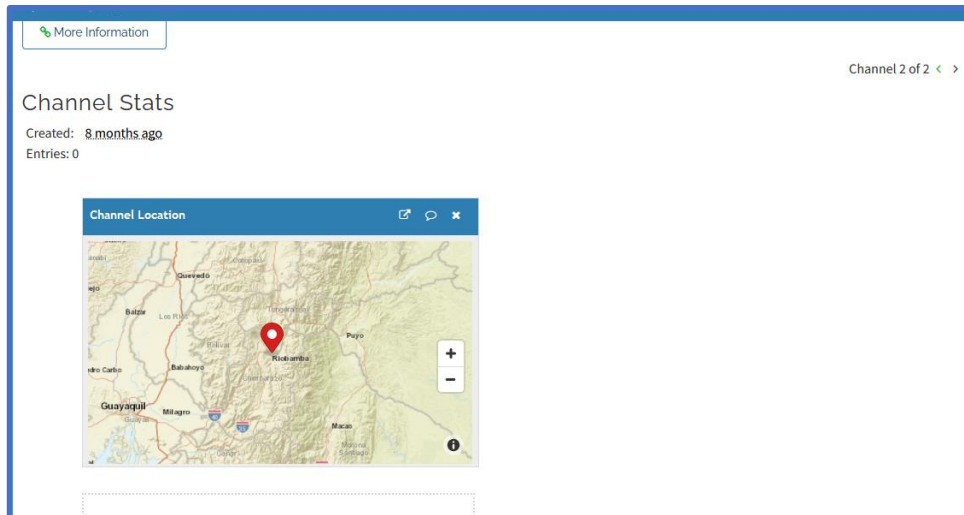


Ilustración 3-29: Pagina Web para visualizar datos

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

ThingSpeak permite crear un ID mediante una dirección electrónica para tener un control interno de datos, además se crea un mapa en el cual permite exportar los datos obtenidos para almacenarlos en un dispositivo electrónico como se muestra en la Ilustración 3–30.

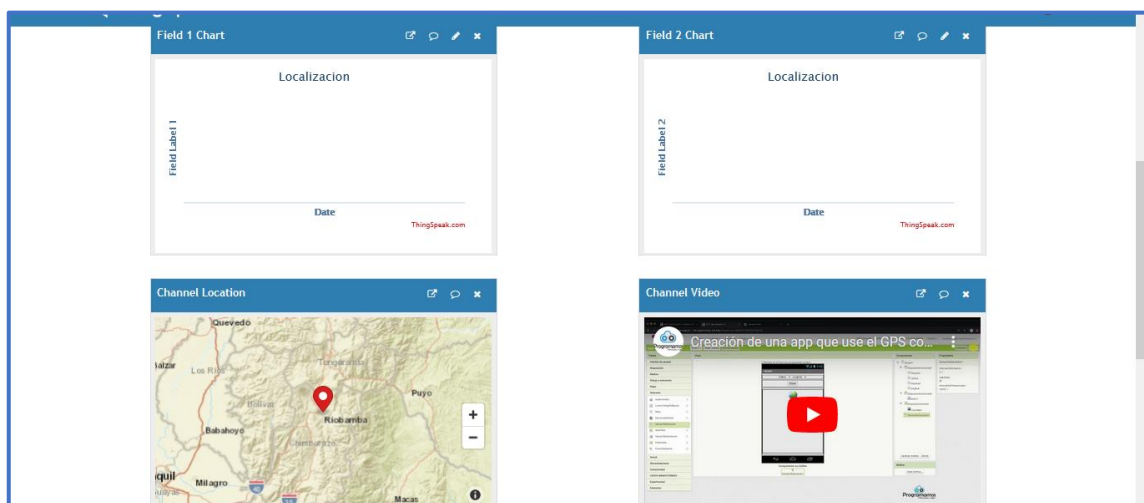


Ilustración 3-30: Creación de mapas para el prototipo

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

CAPITULO IV

4. PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se especifica los resultados obtenidos al realizar las pruebas en cada uno de los nodos que constituyen el prototipo, en donde se evaluó el desempeño del *hardware* y *software* del sistema MANECTRIC y el análisis económico del prototipo. Se realizaron pruebas para verificar el almacenamiento e integridad de datos en la transmisión, el alcance de la comunicación inalámbrica, el monitoreo de la red en la implementación del prototipo y su escalabilidad.

4.1. Comprobación de funcionamiento del sistema MANECTRIC

Estas pruebas se llevaron a cabo con el objetivo de verificar que la información de los lugares registrados en la base de datos se registra sin errores por el módulo de transmisión de datos que se envían correctamente al módulo de recepción sin ser corrompidas. Se realizaron otras pruebas, las cuales consisten en el registro de algunos lugares, la visualización de los sitios registrados en la página web que se encuentran dentro de la ciudad o del lugar, la creación del mapa y la duración de la batería.

a) Registro de Lugares y Objetos

Esta prueba se realizó con la finalidad de comprobar que los lugares registrados son correctos, sin la presencia de errores en todos sus campos de detalle. En la tabla 4-1 se aprecia la información de algunos lugares u objetos registrados para esa prueba y en la Ilustración 4-1 su almacenamiento en la base de datos.

Tabla 4-1: Lugares registrados en la base de datos.

id	Nombre Lugar	Dirección	Descripción	Latitud	Longitud
40	Flamenco	Monumento a Neptuno, Juan Larrea, 060104, Riobamba, Ecuador	Lugar donde realizan gigantografías y rotulos.	-1.6718817615854817	-78.65043021585635

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

idLugar	nombreLugar	direccion	descripcion	latitud	longitud
35	Escuela Superior Politecnica de Chimborazo	FIE, Puerta Posterior Espoch, 060155, Riobamba, Ec...	Bienvenido a la Facultad de Informatica y Electron...	-1.656183776667816	-78.6759094590706
38	Parque La Libertad	Padre Juan de Velasco, José Veloz, 060102, Riobamba...	Se encuentra en el parque el cual tiene muchos arb...	-1.674638900608571	-78.6461520804865
39	Parque Maldonado	Pedro Vicente Maldonado, Primera Constituyente, 06...	Se encuentra en el parque el cual tiene muchos arb...	-1.67275705010327	-78.6482907730000
40	Parque Sucre	Monumento a Neptuno, Juan Larrea, 060104, Riobamba	Se encuentra en el parque el cual tiene muchos arb...	-1.67188176158548	-78.6504302158563

Ilustración 4-1: Evidencia del almacenamiento de información en la base de datos.

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

b) Visualización del lugar en la página web

El objetivo de esta prueba fue verificar que la información registrada fue proyectada satisfactoriamente en la aplicación de la página web y no presenta inconvenientes o alteraciones durante su utilización. Esta prueba consistió en la generación de un lugar seleccionado que fueron registrados en la prueba anterior. En la Ilustración 4-2 se observa la información recogida por la aplicación.

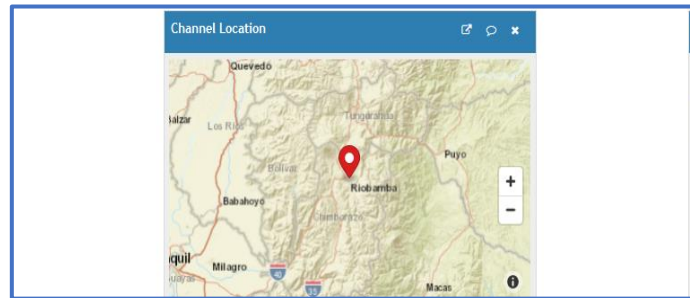


Ilustración 4-2: Evidencia de la visualización de prototipo.

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

4.2. Lista de tareas

La tabla 4-2 presenta un desglose detallado de las distintas acciones emprendidas con el propósito de cumplir con el quinto objetivo establecido. Estas acciones fueron ejecutadas con el propósito de validar el rendimiento y operación del prototipo.

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-2: Evaluación de actividades para el desarrollo del prototipo en tiempo real

Actividad	Cumple	No cumple
La trama de geoposicionamiento y velocidad del receptor GPS.	X	
Los datos de posicionamiento del receptor son ingresados a la web.	X	
Toma de puntos fuera del mapa y creación de la geomalla	X	
La ubicación del usuario se muestra en el mapa.	X	
Trazado de la ruta por donde se va a desplazar el invidente	X	
Ubicación de cada uno de los nodos.	X	
La ubicación en tiempo real del prototipo mientras está activo.	X	

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

4.3. Pruebas de alcance de validación

Con el propósito de examinar la operatividad del prototipo del seguimiento en tiempo real, se llevaron a cabo pruebas de campo para establecer su rendimiento, confiabilidad y facilidad de

empleo. La ilustración 4-3 exhibe el trazado del mapa en la zona del Parque Sucre, con un intervalo temporal calculado de 10 minutos. Estos elementos están influenciados por la congestión dentro del parque y la velocidad en el instante indicado.

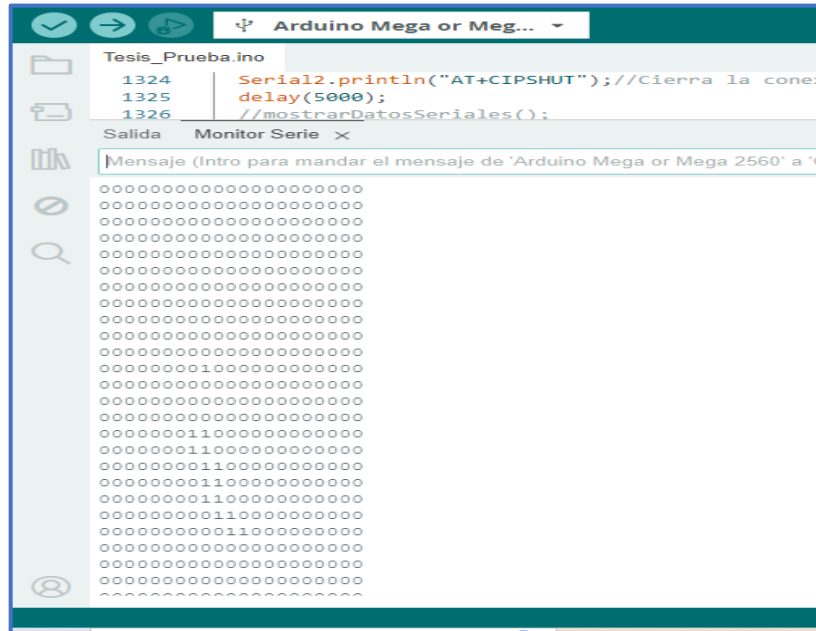


Ilustración 4-3: Prueba de trazo de mapa en la zona.

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

4.3.1. Prueba de fiabilidad

Para evaluar la confiabilidad del componente de adquisición del sistema, es necesario implementar un muestreo proporcional. Para lograr esto, se debe establecer la muestra representativa (n) de una población específica.

Ecuación 4-1: Ecuación de tamaño de muestra

$$n = \frac{z^2 * p * q}{E^2}$$

n = Tamaño de la muestra

z = Margen de confiabilidad

p = Proporción al índice de referencia menor e igual a 5 metros

q = Proporción al índice de referencia mayor a 5 metros

E = Error de estimación

En primera instancia, es necesario establecer el nivel de confianza deseado para el receptor GPS, el cual debe exceder el 95%. Al examinar la tabla de distribución normal que se presenta en la Ilustración 4-4, se determina que el valor del margen de confianza (z) es de 2.0. Además, se considera un error estimado (E) del 5%. Para valores de referencia iguales o menores a 5 metros (p), se establece un índice de 98%, mientras que para valores superiores a 5 metros se asigna un 2%.

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857

Ilustración ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-4: Tabla de distribución normal

Fuente: (Metodología de la investigación, 2006)

Entonces

$$n = \frac{2.0^2 * 0.98 * 0.02}{0.05^2} = 31.36$$

$$n \approx 31$$

Por consiguiente, se requieren un total de 31 muestras con el propósito de evaluar la precisión del receptor GPS. Para llevar a cabo este proceso, se registran tanto las coordenadas de latitud y longitud obtenidas a través de Google Maps como la información capturada por el receptor GPS, la cual se registra en la base de datos del prototipo. El objetivo es calcular el error en metros mediante la aplicación de la fórmula Haversine.

Ecuación 4-2: Calculo de error en metros.

$$d = 2r * \arcsen \left(\sqrt{\text{sen}^2 \left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \right) + \cos(\varphi_1) * \cos(\varphi_2) * \text{sen}^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right)$$

r = radio de la tierra (6378km)

φ_1 = latitud referencia

λ_1 = longitud referencia

φ_2 = latitud medida

λ_2 = longitud medida

Tabla 4-3: Evaluación de fiabilidad del receptor GPS

Dispositivos	Error mínimo	Error máximo	Error promedio
Neo Geo 8	0.89 metros	5.93 metros	3.65 metros

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

Con base en la información proporcionada en el anexo I, se ha elaborado la tabla 4-3, que detalla datos como: el error mínimo, el error máximo y el error del dispositivo. A partir de estos resultados, se puede inferir que el dispositivo exhibe un rendimiento superior. No obstante, es importante destacar que muestra un desempeño óptimo para llevar a cabo el seguimiento en tiempo real del prototipo.

4.3.2. Prueba de rendimiento

Las evaluaciones destinadas a examinar el rendimiento del sistema se enfocan en la determinación del porcentaje de paquetes que se logran ingresar con éxito en la base de datos, así como en la medición del tiempo de respuesta del componente de visualización a través de la página web. Con este propósito, se parte del conocimiento de que se transmiten 20 paquetes por minuto desde el módulo de adquisición hasta la base de datos.

Para ello, se desarrolló las pruebas durante 10 minutos para el receptor GPS. Los resultados detallados de estas mediciones se presentan en el anexo J. De acuerdo con la Ilustración 4-5, tanto el GPS como el de la brújula exhiben niveles de rendimiento comparables, con un porcentaje de ingreso de datos a la base de aproximadamente 86.7% y 86.5%, respectivamente.

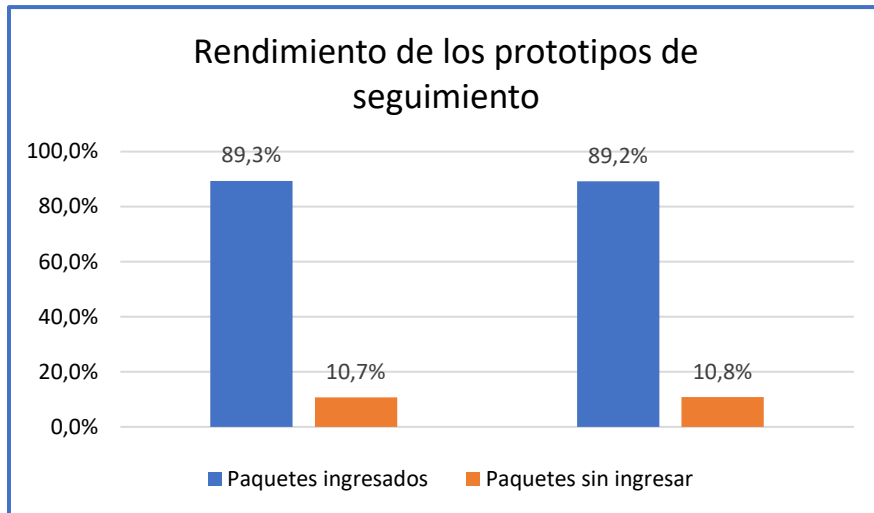


Ilustración 4-5: Resultados de la prueba de rendimiento del seguimiento del GPS y brújula del prototipo.

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

Para evaluar la eficacia del prototipo, se evaluó el tiempo de respuesta de esta, cuyos resultados están detallados en la tabla 4-4. Se puede observar un tiempo de respuesta medio de 5.01 segundos, destacándose en este aspecto.

Tabla 4-4: Tiempo de respuesta de recepción de aviso fuera del rango del mapa.

Escenario	Tiempo (segundos)
Respuesta del envío de aviso con red celular.	5,40
Respuesta de la brújula para que siga a guía del invidente.	5,23
Respuesta de las coordenadas geográficas hacia el prototipo.	5,97
Promedio	5,53

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

4.3.3. Prueba de usabilidad

De acuerdo con la norma ISO 9241-11, la usabilidad de un producto de software abarca su capacidad para ser comprendido, aprendido, operado de manera efectiva, resultar atractivo para el usuario y cumplir con los estándares establecidos. Siguiendo dicha normativa, se determina que se logra identificar el 100% de los problemas al evaluar el sistema con al menos 3 nodos transmisores. Por consiguiente, se ha optado considerar a 3 nodos como la muestra representativa. La evaluación de la usabilidad contempló aspectos tanto cualitativos como cuantitativos (Moreira Ponce, y otros, 2019).

En términos cuantitativos, se examinaron los resultados estadísticos y numéricos derivados de la medición de la usabilidad del prototipo aplicando la norma ISO 9241. Esto implicó considerar las tareas exitosas y la cantidad de errores por tarea.

4.3.3.1. Resultados de funcionalidad

En este apartado se detallan los aspectos para evaluar la funcionalidad de la aplicación en donde se destaca:

Toma de puntos fuera del área previa a la creación de mapa:

En el prototipo se toma las coordenadas fuera del área a ser escogida, siempre y cuando el dispositivo tenga acceso al GPS en un día descubierto.

Muestra de creación del mapa:

Se traza la geomalla luego, se realiza el recorrido para que el prototipo guíe al invidente cuando lo está utilizando, en el caso que el dispositivo se encuentre con acceso a las respectivas coordenadas.

El invidente puede interactuar con el nodo receptor utilizando un sistema amigable para escoger el lugar a donde desea ir y el que va a ser descrito.

Muestra los lugares donde desea ir el invidente:

Al presionar sobre el botón verde ingresa al menú de lugares luego, se escoge el lugar a donde desea ir y el que va a ser descrito.

Geolocalización del prototipo

El administrador puede visualizar la ubicación en tiempo real del prototipo, para ello debe tener activo el móvil y además le llega las coordenadas en las cuales se encuentre fuera de rango el invidente con el prototipo.

La página web muestra el prototipo activado más cercano en un radio de 300metros

4.3.3.2. Pruebas de funcionamiento prototipo

Para evaluar si el sistema alcanza los resultados esperados, se llevó a cabo un análisis de tres factores críticos: eficacia, eficiencia y satisfacción. Antes de realizar esto se puso a prueba el prototipo con un invidente realizando los pasos anteriores para su funcionalidad, todo esto se visualiza en los pasos que se muestran a continuación:

Encendido y acceso al menú de configuraciones por el administrador: En la Ilustración 4-6 se muestra el encendido y navegación por el menú de configuraciones para poder crear el mapa donde se desea que navegue el invidente.



Ilustración 4-6: Ingreso y navegación del menú del prototipo

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

Toma de puntos, creación del mapa y recorrido: En la Ilustración 4-7 a, se muestra la toma de puntos fuera del área del lugar escogido y luego en la Ilustración 4-7 b, se muestra el recorrido que se realiza dentro del mapa.

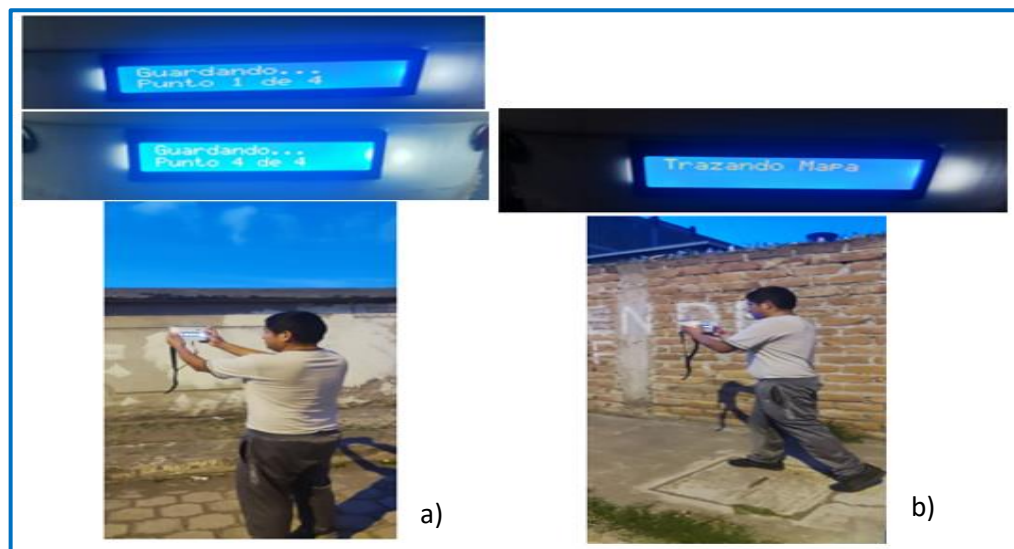


Ilustración 4-7: Creación y recorrido mapa.

a) Toma de puntos b) Realización del recorrido dentro del mapa

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

Ubicación de nodos dentro del mapa: En la Ilustración 4-8 se muestra donde se colocan los respectivos nodos dentro del mapa para que al momento de llegar se realice la conexión por radiofrecuencia y empiece a describir el lugar donde ha llegado el invidente.



Ilustración 4-8: Ubicación de nodos.

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

Prueba de utilización del prototipo con el invidente: En la Ilustración 4-9 se muestra la manipulación del invidente con el prototipo esto nos ayuda a verificar que el dispositivo funcione correctamente y el cual le ayuda a llegar al destino que escogió.

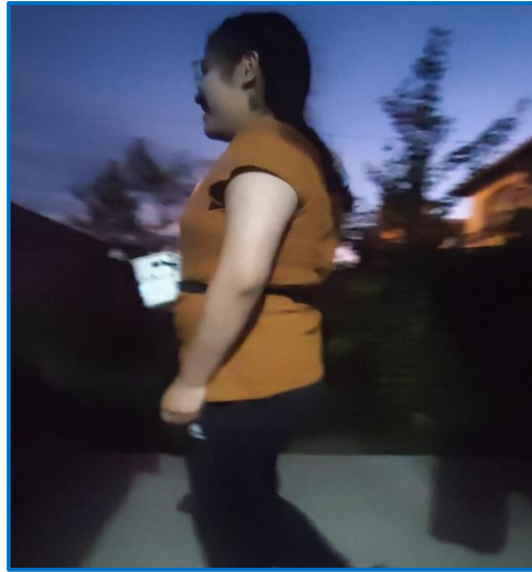


Ilustración 4-9: Manipulación del prototipo por parte del invidente.

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

Llegada del invidente al lugar escogido y verificación del nodo: En la Ilustración 4-10 a, se muestra la llegada del invidente con el prototipo al lugar de destino en donde le hará la respectiva descripción y en la Ilustración 4-10 b, se muestra en pantalla la descripción del lugar así verificamos que el dispositivo funciona correctamente y además con esto se verifica que es un dispositivo amigable para el usuario.



Ilustración 4-10: Llegada del invidente al lugar y verificación del nodo.

- a) Llegada del invidente al lugar de destino b) Verificación de la descripción de nodo en pantalla.

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

Una vez realizada las pruebas mencionadas anteriormente se realiza las pruebas de eficacia, eficiencia y satisfacción del dispositivo obteniendo los siguientes resultados:

Eficacia: se define como la capacidad del usuario para completar las tareas, es decir, si lograron o no llevar a cabo la actividad requerida. Esta métrica se representa mediante la siguiente escala:

0= no cumple

1= cumple.

Eficiencia: se calcula como el valor promedio del costo que el usuario incurrió para realizar una tarea de manera exitosa. En este contexto, la máxima eficiencia del prototipo se logra cuando el usuario tiende a gastar cero recursos para llevar a cabo las tareas.

Satisfacción: se refiere al nivel de satisfacción de los usuarios, medido en porcentaje. Esta métrica se evalúa con referencia a la tabla 4-5:

Tabla 4-5: Nivel de satisfacción

Cantidad de errores	%	Indicador de satisfacción
0	100%	Cumple satisfactoriamente
1	80%	Cumple muy bien
2	60%	Cumple bien
3	40%	Medianamente
4	20%	Casi no cumple
5	0%	No cumple

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

A través de la representación gráfica proporcionada en la ilustración 4-10, la cual aborda la eficiencia y eficacia del prototipo, se observa que el invidente participó en las pruebas de usabilidad en donde lograron ejecutar de manera exitosa las tareas establecidas, demostrando así un nivel de eficacia considerablemente elevado. En lo que respecta a la eficiencia, el usuario enfrentó inconvenientes, especialmente en lo que concierne a la estimación del tiempo de llegada al lugar.

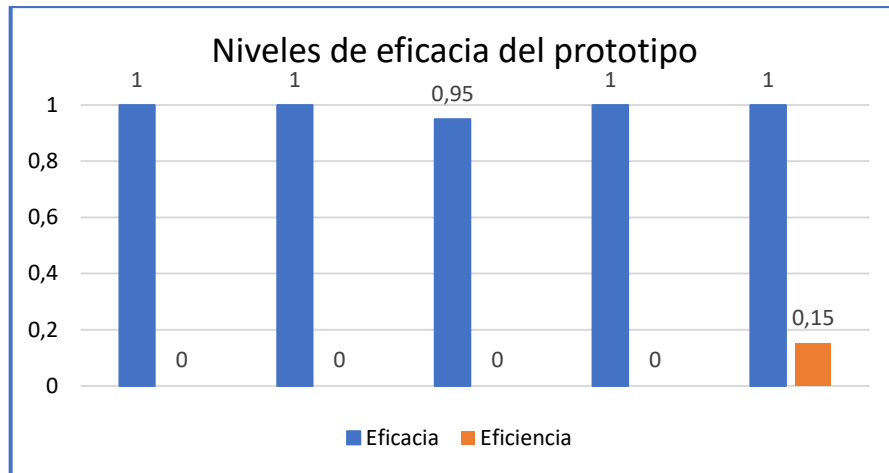


Ilustración 4-11: Eficacia y eficiencia del prototipo

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

Como se mencionó previamente, la evaluación del nivel de satisfacción de la aplicación se basó en el conteo de errores en cada actividad, arrojando valores del 88% y 84% para la geolocalización del incidente y la estimación del tiempo de llegada al nodo, respectivamente. A pesar de estos porcentajes, el prototipo ha demostrado tener un nivel de satisfacción muy favorable.

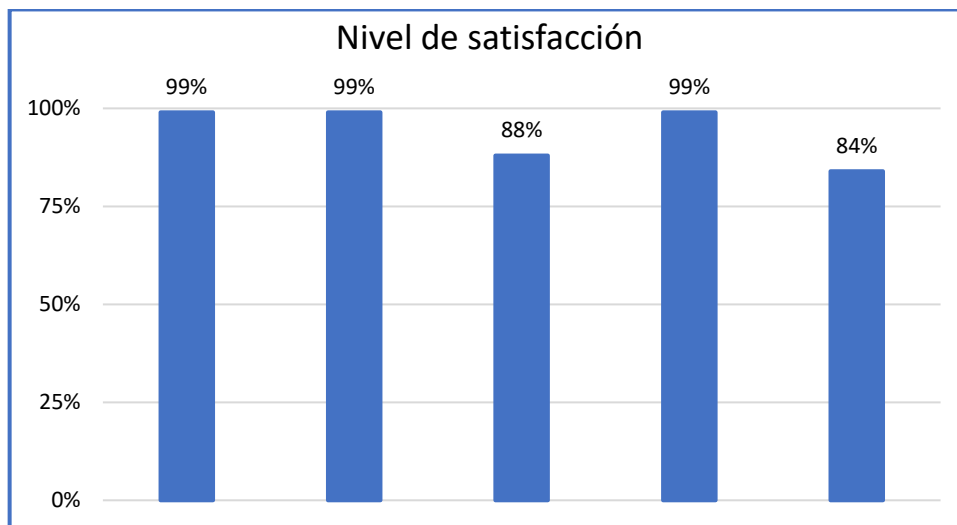


Ilustración 4-12: Nivel de satisfacción del prototipo

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

4.4. Análisis económico del prototipo

Se muestra el estudio de costo invertidos en el prototipo implementado refiriéndose al *hardware*. Se detalla el presupuesto en las tablas 4-5 y 4-6:

Tabla 4-5: Análisis económico de los tres nodos transmisores

Dispositivo	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Arduino Nanos	3	12,00	36,00
Antenas Transmisora RF433 TX	3	2,50	7,50
Display 7 segmentos	3	0,80	2,40
Fuentes de poder 9V-1A	3	4,50	13,50
Conectores hembras	3	0,50	1,50
Resistencias	21	0,10	2,10
Jampers medianos macho hembra	30	0,25	7,50
Placas PCB Nodos Transmisores	3	5,00	15,00
Pulsadores	3	0,50	1,50
TOTAL			87,00

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

De acuerdo con los valores obtenidos en la Tabla 4-5 de los costos de producción de cada uno de los 3 nodos implementados fue de 87 dólares americanos (USD), cada nodo tiene un costo de 29 dólares americanos; lo cual estimando la creación de más nodos el precio varía para poder implementarlo y dependerá de la necesidad del lugar en donde se colocarán el número de nodos.

Tabla 4-6: Análisis económico del nodo receptor

Dispositivo	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
Arduino Mega	1	24,00	24,00
Sintetizador EMIC-2	1	70,00	70,00
Módulo GPS 8M	1	35,00	35,00
Módulo SIM 900GSM	1	19,00	19,00
Antena RF433 Rx	1	2,50	2,50
Módulo Brújula Digital	1	4,00	4,00
Módulo lector microSD	1	6,00	6,00
Resistencias	10	0,10	1,00
Power bank	1	10,00	10,00
Pulsadores botón	2	0,50	1,00
Pulsador prende apaga	1	0,30	0,30
Filamento	1	20,00	20,00
Cables de conexión	1	2,20	2,20
Placa PCB Nodo Receptor	2	10,00	20,00
Consumo mensual de datos celular	1	10,00	10,00
Total			225,00

Realizado por: Ambo, Marco, 2024

De acuerdo con los valores obtenidos en la Tabla 4-6 de los costos de producción del nodo receptor fue de 225,00 dólares americanos (USD), distribuidos en \$215 destinados al hardware,

\$10.00 para otros gastos, y \$0.00 para el software, dado que se optó por la utilización de software de licencia libre. El análisis realizado indica que el costo asociado a la implementación del prototipo se considera bajo. Respecto al consumo de datos celular, se estima en aproximadamente 89Mb por día, generando un total mensual de alrededor de 3.67Gb y además de 2 SMS diarios para el envío de aviso al momento que se encuentre fuera de rango. En este contexto, se recomienda la contratación de un plan de datos básico con un costo mensual de \$10.00. Finalmente, el costo total del prototipo implementado es de 312 dólares americanos en el cual va incluido los 3 nodos transmisores y el nodo receptor para la respectiva manipulación puede variar en los nodos transmisores debido a las necesidades del lugar a implementarse; el prototipo es un costo menor a los dispositivos como el Lector Portatil Braille que tiene un costo de 750 dólares y el EyeSynth Anteojos que tiene un costo de 2430 dólares estos dispositivos ayudan a mejor la vida de un invidente pero son precios muy altos en comparación al prototipo creado. En cambio, con respecto al Finger Reader que tiene un costo de 150 dólares es un precio medianamente alto pero la diferencia está en sus características que brinda el prototipo como el dispositivo de menor precio.

CONCLUSIONES

- Al realizar la investigación se estudió las variables fisiológicas que posee una persona invidente como es el caso de algunas personas que nacieron con ese problema, otras tuvieron algún tipo de accidente en la cual perdieron el sentido de la vista, en otros casos cuando la persona es de la tercera edad tiende a perder poco a poco la visualización.
- En la implementación del sistema se utilizó elementos de tamaño y peso reducido, lo cual genera una fácil movilidad para ser llevado a lugares apartados y de difícil acceso cumpliendo con uno de los requerimientos especificados en el capítulo 3.
- La precisión y la repetitividad de la geolocalización brindada por el prototipo para la ubicación de las personas son adecuadas ya que no requiere que sean exactas como en casos críticos de navegación.
- Debido a que el formato de la información de la geolocalización del módulo GPS está dando en cifras concatenadas de grados con minutos se requirió realizar un algoritmo para separar esta información, con lo cual se pudo percibir que es necesario trabajar con la mayor cantidad de cifras decimales ya que estas pueden aumentar el grado de precisión al momento de proporcionar una ubicación.
- Realizando una comparación de costos entre el dispositivo EyeSynth anteojos de \$2430 y el sistema MANETRIC de 312,00; se obtiene como resultado que es 8 veces menor al dispositivo comercial, por lo que se considera al sistema MANELECTRIC de bajo costo.

RECOMENDACIONES

- Se incita a mantener la estructura arquitectónica vigente del sistema, la cual se compone de cuatro capas funcionales. Sin embargo, se sugiere la posibilidad de introducir mejoras en el hardware para utilizar de mejor manera el prototipo, dejando abierto el tema para investigaciones posteriores.
- Es aconsejable considerar otras alternativas para la implementación de protocolos de comunicación en especial para la interacción entre el prototipo situado en el invidente. El propósito de esta revisión radica en la optimización de la asignación de recursos, incluyendo elementos como el consumo de energía y el uso del ancho de banda. En cuanto a la comunicación entre los nodos, se sugiere mantener la utilización del protocolo HTTP. Esto se debe a que dicho protocolo resulta un requisito esencial para el aprovechamiento de la geolocalización de Google.
- Se recomienda proteger todos los dispositivos electrónicos de las ondas de frecuencia de las antenas GPS, GSM y brújula utilizando una jaula de Faraday ya que pueden hacer que el Arduino del prototipo no trabaje de forma adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACERCA DE LA DISCAPACIDAD VISUAL.** [En línea] 2016. [Consulta: 04 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://www.uncu.org.uy/acerca-de-la-discapacidad-visual/>.
2. **2019.** Adafruit.com. *Adafruit.com*. [En línea] 2019. [Consulta: 04 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://www.adafruit.com/product/2358?hidden>.
3. **AL CONOCIMIENTO, VENTANA.** OpenMind. *5 ejemplos de tecnología para invidentes: más allá del Braille*. [En línea] 2015. [Consulta: 16 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/tecnologia-para-invidentes-mas-alla-del-braille/>
4. **2021.** AlaiSecure - España. *Radiofrecuencia en telecomunicaciones ¿Qué es y cómo funciona? - AlaiSecure*. [En línea] 08 de septiembre de 2021. [Consulta: 02 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://alaisecure.es/glosario/radiofrecuencia-en-telecomunicaciones-que-es-y-como-funciona/>.
5. **Alejandro Cama-Pinto, Melisa Acosta-Coll.** SCiELO. *SCiELO*. [En línea] 2016 [Consulta: 02 octubre de 2016.]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052016000400005.
6. **Almonacid, Luis Antonio. 2007.** Estudio de factibilidad para Implementar Tecnología Rfid en Biblioteca Miraflores (Trabajo de titulación)(Ing.Electrónico)(Facultad de Ciencias de la Ingeniería). [En línea] 2007. [Consulta: 28 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcia452e/doc/bmfcia452e.pdf>.
7. **Alvarado, Jorge Alberto. 2008.** sistemas de Control de Acceso con RFID (Tesis)(Maestría). [En línea] 2008. [Consulta: 22 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.cs.cinvestav.mx/TesisGraduados/2008/tesisJorgeAlvarado.pdf>.
8. **Álvarez, Dianelys Ondarse. 2022.** Concepto. *Batería*. [En línea] 2022. [Consulta: 04 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://concepto.de/bateria/>.

9. **2018.** Amipem.net. *Amipem.net*. [En línea] 2018. [Consulta: 04 de mayo de 2023.] Disponible en: <http://amipem.net/548-2/>.
10. **Jaramillo, Mario et.** Aplicacion de Redes Sensores Inalambricos (Wsn) en un sistema de seguridad para os equipos moviles de la Universidad Eafit. (tesis)(Ing. Sistemas)(Departamento de Informatica y Sistemas). 2011, [En línea] 2018. [Consulta: 04 de mayo de 2023.]. Disponible en: Medellín: UNIVERSIDAD EAFIT, facultad y escuela , págs. 15-16; <https://core.ac.uk/works/7732127>
11. **Aranda, Diego. 2014.** Electrónica - Plataformas Arduino y Raspberry Pi. [En línea] 2014. [Consulta: 04 de mayo de 2023.] Disponible en: https://issuu.com/redusers/docs/electronica_-_plataformas_arduino_y
12. **Archilla Córdoba, Diana. 2013.** ESTADO DEL ARTE DE LAS REDES DE SENSORES INALAMBRICOS. [En línea] 2013. [Consulta: 10 de abril de 2023.]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/265380483_ESTADO_DEL_ARTE_DE_LAS_REDES_DE_SENTORES_INALAMBRICOS
13. **2020.** ARDUINO. *Blog de Tecnologías*. [En línea] 01 de junio de 2020. [Consulta: 15 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rsuaged/arduino/>.
14. **2023.** Arduino Spain. *[GUÍA] Arduino micro SD card leer y escribir + código, conexión*. [En línea] 01 de 01 de 2023. [Consulta: 11 de junio de 2023.]. Disponible en: <https://arduino-spain.site/tarjeta-sd/>.
15. **2022.** Arduino.cc. [En línea] 2022. [Consulta: 25 de junio de 2023.]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/software>.

16. **2019.** Ark.intel.com. *Ark.intel.com*. [En línea] 2019. [Consulta: 25 de junio de 2023.]. Disponible en: <https://ark.intel.com/content/www/es/es/ark/products/83137/intel-galileo-gen-2-board.html>.
17. **2023.** AV Electronics. *Mini Módulo SIM800L GPRS GSM*. [En línea] 2023. [Consulta: 25 de junio de 2023.]. Disponible en: <https://avelectronics.cc/producto/mini-modulo-sim800l-gprs-gsm/>.
18. **Bellido, Franciso, et al. 2004.** Tecnicaindustrial.es. *Tecnicaindustrial.es*. [En línea] 2004. [Consulta: 25 de junio de 2023.]. Disponible en: <http://www.tecnicaindustrial.es/tifrontal/a-1434-Comunicacion-inalambrica-Bluetooth.aspx>.
19. **2022.** Blitzwolfeurope.com. *Veger C20 power bank - 20000mAh - built-in, 4 cables, LED ch*. [En línea] 2022. [Consulta: 18 de junio de 2023.]. Disponible en: <https://www.blitzwolfeurope.com/Veger-C20-power-bank-20000mAh-built-in-4-cables-LE>.
20. **Buettrich, Sebastian y Escudero Pascual, Alberto. 2007.** Edu.pe. [En línea] 10 de 2007. [Consulta: 04 de abril de 2023.]. Disponible en: https://www.unac.edu.pe/images/inventario/documentos/manuales/topologia-e-infraestructura_guia_v02.pdf.
21. **Cacuango Guachalá, Darwin Segundo & Zapata Narvaez, Eduardo Javier. 2015.** Diseño e implementacion de un sistema de control de acceso multinivel en base de receptores Near Field Communication (NFC) (Tesis Pregrado). [En línea] 2015. [Consulta: 29 de abril de 2023.]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10160>.
22. **CAVELIER, Andrés. 2018.** AARP. *AARP*. [En línea] 19 de junio de 2018. [Consulta: 2 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.aarp.org/espanol/hogar-familia/tecnologia/info-2018/aplicaciones-apps-dispositivos-para-invidentes-andres-cavelier.html>.

23. Ceguera y discapacidad visual. [En línea] 2016. [Consulta: 2 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>.
24. **2013.** Centromipc. *Centromipc*. [En línea] 13 de marzo de 2013. [Consulta: 2 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://centromipc.com/blog/tecnologia-nfc-que-es-y-para-que-sirve/>.
25. **Chavarría Chavarría, Daniel Antonio. 2011.** Tecnología de comunicación cercano (NFC) y sus aplicaciones. [En línea] 2011. [Consulta: 29 de 04 de 2023.]. Disponible en: http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2011/pb2011_012.pdf.
26. **COCOM, AGENCIA. 2018.** Agenciacom.com.ar. *Agenciacom.com.ar*. [En línea] 2018. [Consulta: 29 de 04 de 2023.]. Disponible en: <https://www.agenciacom.com.ar/las-tics-y-discapacidad-la-herramienta-mas-potente-de-inclusion/>.
27. **Colomer, Joan, Meléndez, Joaquim y Ayza, Jordi. 2020.** Ceautomatica.es. [En línea] 2020.[Consulta 29 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://intranet.ceautomatica.es/sites/default/files/upload/10/files/sistemas%20de%20super%20vision.pdf>.
28. **CONADIS. 2019.** Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades – CONADIS. *Estadísticas de Discapacidad – Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades*. [En línea] [Consulta 02 de Marzo de 2019.]. Disponible en: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>.
29. **2018.** Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades – CONADIS. [En línea] 2018. [Consulta: 02 de Marzo de 2019.]. Disponible en: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>.
30. **2022.** Diario La Prensa Riobamba. [En línea] 11 de 02 de 2022. [Consulta: 04 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://www.laprensa.com.ec/lugares-turisticos-de-riobamba/>.

31. **Discapacidad, Consejo. 2019.** gob.mx. *gob.mx*. [En línea] 2019. [Consulta: 02 de Marzo de 2019.]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conadis/es/articulos/el-mundo-de-las-tic-s-y-la-discapacidad?idiom=es>.
32. **Ecuatorianos crean Eyeborg**, dispositivo que mejora la movilidad de personas invidentes – Senescyt – Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. *Gob.ec*. [En línea] 2020. [Consulta: 02 de Marzo de 2019.]. Disponible en: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/ecuatorianos-crean-eyeborg-dispositivo-que-mejora-la-movilidad-de-personas-invidentes/>.
33. **Edición Médica. 2020.** Edición. *Ecuador registra 476.360 personas con discapacidad*. [En línea] [Consulta: 03 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.edicionmedica.ec/secciones/salud-publica/ecuador-registra-476-360-personas-con-discapacidad--96819>.
34. **2020.** El Telégrafo. *5.000 alumnos con discapacidad visual están en planteles regulares*. [En línea] 2020. [Consulta: 02 de Marzo de 2020.]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/alumnos-discapacidad-visual-planteles-regulares#:~:text=En%20Ecuador%2C%20de%20acuerdo%20con,%2C47%25%20de%20la%20poblaci%C3%B3n>.
35. **Elherbolario. 2019.** Elherbolario NATUROPATÍA CADA DÍA. *Elherbolario NATUROPATÍA CADA DÍA*. [En línea] 2019. [Consulta: 02 de Marzo de 2020.]. Disponible en: <http://elherbolario.com/prevenir-y-curar/item/828-el-sentido-de-la-vista>.
36. **Elizabeth, Llerena Valle Sandra. 2016.** Apache HTTP Server Test Page powered by CentOS. *SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA MOVILIDAD DE PERSONAS INVIDENTES*. [En línea] 2016. [Consulta: 02 de Marzo de 2019.]. Disponible en: <https://divulgaciencia.uta.edu.ec/v4.0/index.php/ciencia-audios/204-sistema-electronico-para-la-movilidad-de-personas-invidentes>.

37. **ESP8266, NodeMcu. 2020.** Naylamp Mechatronics - Perú. *Naylamp Mechatronics - Perú*. [En línea] 2020. [Consulta: 02 de Marzo de 2020.]. Disponible en: <https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/153-nodemcu-esp8266.html>.
38. **2018.** Etilux.com. *Etilux.com*. [En línea] 2018. [Consulta: 28 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.etilux.com/es/consejo/RFID.php>.
39. **Europa, A T L. 2021.** Atl Europa. *¿Cuántos tipos de antenas de radiofrecuencia existen?* [En línea] 01 de 12 de 2021. [Consulta: 04 de mayo de 2023.] <https://www.atleuropa.es/tipos-de-antenas-de-radiofrecuencia/>.
40. *Evaluación de la Plataforma Arduino e Implementación de un Sistema de Control de Posición Horizontal.* **Manzano, Hector & Tapia, Carlos. 2013.** Guayaquil : s.n., 2013, Universidad. [Consulta: 04 de mayo de 2023.]. Politecnica Salesiana Sede Guayaquil, págs. 25-28. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5522/1/UPS-GT000511.pdf>
41. **Fernández, Roberto et al. 2009.** REDES INALAMBRICAS DE SENSORES: teoria y aplicacion practica... *REDES INALAMBRICAS DE SENSORES*. [En línea] 2009. [Consulta: 28 de 04 de 2023.]. Disponible en: <https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/monografias/mdi26.shtml>
42. **Ferreño, Esteban. 2021.** El Español. *WiFi Analyzer: una app open source para optimizar tu red WiFi*. [En línea] [Consulta: 20 de junio de 2021.]. Disponible en: https://www.elespanol.com/elandroidelibre/aplicaciones/20210620/wifi-analyzer-app-open-source-optimizar-red/587691715_0.html.
43. **Flores, Esther. 2012.** Redes de Sensores Inalambricas Aplicado a la Medicina. [En línea] 2012. [Consulta: 04 de 04 de 2023.]. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1288/349251.pdf>

44. **Geographic}, {National. 2018.** National Geographic en Español. [En línea] [Consulta: 08 de septiembre de 2018.]. Disponible en: <https://www.ngenespanol.com/traveler/navegadores-gps-para-ciegos-tecnologia-para-personas-con-discapacidad-visual/>.
45. —. **2018.** National Geographic en Español. [En línea] [Consulta: 08 de septiembre de 2018.]. Disponible en: <https://www.ngenespanol.com/traveler/navegadores-gps-para-ciegos-tecnologia-para-personas-con-discapacidad-visual/>.
46. **2010.** Gob.mx. [En línea] [Consulta: 2010.]. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/106810/discapacidad-visual.pdf>.
47. **Gómez, Carla. 2016.** Hablemos de Neurociencia. *Hablemos de Neurociencia*. [En línea] [Consulta: 7 de marzo de 2016.]. Disponible en: <http://www.hablemosdeneurociencia.com/que-es-la-percepcion-visual/>.
48. —. **2016.** Hablemos de Neurociencia. *Hablemos de Neurociencia*. [En línea] [Consulta: 7 de marzo de 2016.] Disponible en: <http://www.hablemosdeneurociencia.com/que-es-la-percepcion-visual/>.
49. **HETPRO. 2020.** HETPRO/TUTORIALES. *HETPRO/TUTORIALES*. [En línea] [Consulta: 7 de mayo de 2020.]. Disponible en: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/gps-ublox-neo-6m-modulo-con-matlab/>.
50. **2019.** Hpelectric. *Hpelectric*. [En línea] [Consulta: 04 de julio de 2019.]. Disponible en: <https://www.hpelectric.com.ar/z-wave-bluetooth-wifi-zigbee-diferencias/>.
51. **INEC. 2019.** Consejodiscapacidades.gob.ec. *Consejodiscapacidades.gob.ec*. [En línea] [Consulta: 2 de Marzo de 2019.]. Disponible en: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>.

52. **Información, Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la.** 2020. Telecomunicaciones.gob.ec. *Telecomunicaciones.gob.ec*. [En línea] [Consulta: 25 de agosto 2020.]. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/>.
53. **Infosalus.** 2013. StackPath. *infosalus.com*. [En línea] [Consulta: 10 de octubre de 2023.]. Disponible en: <https://www.infosalus.com/actualidad/noticia-oms-estima-hay-285-millones-personas-discapacidad-visual-mundo-20131010134206.html>.
54. **2011.** ingjeyd. *Antenas*. [En línea] 06 de 11 de 2011. [Consulta: 02 de 05 de 2023.]. Disponible en: <https://ingjeyd.wordpress.com/2011/06/01/antenas/>.
55. **2020.** La Agencia Internacional para la Prevención de la Ceguera. [En línea] [Consulta: 29 de septiembre de 2020.]. Disponible en: <https://www.iapb.org/es/learn/vision-atlas/magnitude-and-projections/countries/>.
56. **Landín, Pedro.** 2012. Blogspot.com. *Pilas y baterías: historia, funcionamiento, fabricación y reciclaje*. [En línea] [Consulta: 24 de junio de 2022.]. Disponible en: <https://pelandintecno.blogspot.com/2012/05/pilas-y-baterias-historia.html>.
57. **2023.** Leantec.ES. *MODULO MICRO SD LECTOR TARJETA ARDUINO*. [En línea] 2023. [Consulta: 05 de junio de 2023.]. Disponible en: <https://leantec.es/tienda/micro-sd-modulo-lector-tarjeta-micro-sd-card-arduino/>.
58. **Letham, Lawrence.** 2001. GPS fácil. Uso del sistema de posicionamiento global. [En línea] 2001. [Consulta: 04 de 05 de 2023.]. Disponible en: <https://www.agapea.com/libros/GPS-facil-Uso-del-sistema-de-posicionamiento-global-9788480195911-i.htm>
59. **2019.** Makerlab-electronics.com. *Makerlab-electronics.com*. [En línea] [Consulta: 25 de octubre de 2022.]. Disponible en: <https://www.makerlab-electronics.com/product/arduino-mega-2560-r3-italy/>.

60. **Maroto Cantillo, Sebastian. 2010.** DESARROLLO DE APLICACIONES BASADA EN WSN. [En línea] Septiembre de 2010. [Consulta: 16 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8592/PFC%20-%20DESARROLLO%20DE%20APLICACIONES%20BASADAS%20EN%20WSN.pdf>.
61. **Martínez, Roberto Fernandez. 2009.** Redes inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica. [En línea] 2009. [Consulta: 22 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1288/349251.pdf>
62. **Mente, Psicología y. 2016.** Psicologiyamente.com. *Psicologiyamente.com*. [En línea] 2016. [Consulta: 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://psicologiyamente.com/salud/ceguera>.
63. **Monsó, Julia. 1994.** Sistemas de identificación y control automáticos (II). [En línea] 1994. [Consulta: 28 de abril de 2023.]. Disponible en: https://books.google.es/books/about/Sistemas_de_identificaci%C3%B3n_y_control_au.html?id=TzDgDPH1PZUC&hl=es
64. **Morales, Aurelio. 2013.** MappingGIS. *Cómo crear un mapa con OpenLayers*. [En línea] 22 de 04 de 2013. [Consulta: 01 de julio de 2023.]. Disponible en: <https://mappinggis.com/2013/04/como-crear-un-mapa-con-openlayers-3/>.
65. **Moreira Ponce, Eddi , Sánchez Cedeño, Erema y Cabrera Cantos, Liliana . 2019.** Dialnet. [En línea] 2019. [Consulta: 23 de diciembre del 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9079983>.
66. **2022.** Museos en Riobamba. [En línea] 2022. [Consulta: 25 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://riobamba.com.ec/es-ec/chimborazo/riobamba/rutas-culturales/museos-riobamba-af8a3f73f>.
67. **2022.** Museos en Riobamba. [En línea] 2022. [Consulta: 23 de febrero del 2023]. Disponible en: <https://riobamba.com.ec/es-ec/chimborazo/riobamba/rutas-culturales/museos-riobamba-af8a3f73f>.

68. **Naylamp Mechatronics - Perú.** *Tutorial módulo Lector RFID RC522.* [En línea] [Consulta: 25 de septiembre de 2021]. Disponible en: https://naylampmechatronics.com/blog/22_tutorial-modulo-lector-rfid-rc522.html.
69. **OMS. 2014.** Organización Mundial de la Salud. *Organización Mundial de la Salud.* [En línea] [Consulta: 12 agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/features/factfiles/blindness/es/>.
70. —. **2018.** Who.int. *Who.int.* [En línea] [Consulta: 11 de octubre de 2018.]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>.
71. **2003.** OMS: El 80% de los casos de ceguera son prevenibles o curables. [En línea] [Consulta: 10 de septiembre de 2003.]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2003/10/1022481>.
72. **ORACLE. 2020.** Oracle.com. *Oracle.com.* [En línea] 2020 [Consulta:24 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.oracle.com/lad/>
73. **2022.** Parallax. *Emic 2 text-to-speech module.* [En línea] 2022. [Consulta: 25 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.parallax.com/product/emic-2-text-to-speech-module/>.
74. **PARALLAX. 2012.** Sparkfun.com. [En línea] [Consulta: 7 de febrero de 2022.] Disponible en: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Components/General/30016-Emic2TextToSpeech-v1.1.pdf>.
75. **Pozo-Ruz, A. 2010.** "Sistema de posicionamiento global (GPS): descripción, "análisis de errores aplicaciones y futuro". [En línea] 2010. [Consulta: 02 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=132125>.
76. **Programar fácil con Arduino.** *ThingSpeak y ESP8266.* [En línea] [Consulta: 26 de agosto de 2023.]. Disponible en: <https://programarfacil.com/esp8266/thingspeak/>.

77. **2021.** Proyecto Arduino. *Arduino Mega 2560*. [En línea] 23 de 08 de 2021. [Consulta: 17 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://proyectoarduino.com/arduino-mega-2560/>.
78. **Ramos Justicia, Ignacio. 2016.** Ignaciojusticia.es. *Ignaciojusticia.es*. [En línea] 29 de mayo de 2016. [Consulta: 30 de 04 de 2023.]. Disponible en: <http://ignaciojusticia.es/bluetoothnfc-tag-writer/>.
79. **Recalde, Andrea y Rodriguez, Manuel. 2020.** Redes Inalambricas. [En línea] 2020. [Consulta: 16 de 4 de 2023.]. Disponible en: https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/gr01-RedesInalambricas.pdf.
80. **RIVERO, Eduardo. 2014.** unocero. *unocero*. [En línea] 2014. [Consulta: 03 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.unocero.com/ciencia/fingerreader-el-anillo-lector-para-d discapacitados-visuales/>.
81. **2022.** Sabanalarga.org. *Radioaficionados- Frecuencias y Bandas para Radioaficionados*. [En línea] 01 de 02 de 2022. [Consulta: 14 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://www.radioaficionados.sabanalarga.org/id13.html>.
82. **Salazar, Jordi. 2016.** Upc.edu. [En línea] 2016. [Consulta: 17 de abril de 2023.]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf.
83. **Sampedro Castillo, Paola Marcela. 2017.** Diseño e implementación de un prototipo móvil de comunicación basado en tarjetas de desarrollo para personas no videntes. [En línea] [Consulta: 3 de mayo de 2021.] Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/6846>.

84. **SCHULKIN, Julieta. 2018.** Infobae. *Infobae*. [En línea] 2018. [Consulta: 03 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.infobae.com/tecno/2018/06/30/5-tecnologias-que-pueden-mejorar-la-vida-de-las-personas-con-discapacidad-visual/>.
85. **ScriptCase. 2020.** Scritpcase. *Scritpcase*. [En línea] 2020. [Consulta: 25 de junio de 2021]. Disponible en: https://www.scriptcase.net/?gclid=CjwKCAiA7t3yBRADEiwA4GFII42M20GKs4Wa5dZJoxf2A_rnvEtQIZwmF2n-UVz12jPWvqalRIojxoCf3AQAvD_BwE.
86. **2019.** Senescyt – Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación – Ser Bachiller, Becas, Investigación, Innovación Ecuador. *Ecuatorianos crean Eyeborg, dispositivo que mejora la movilidad de personas invidentes – Senescyt – Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación*. [En línea] [Consulta: 29 de marzo de 2019.]. Disponible en: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/ecuatorianos-crean-eyeborg-dispositivo-que-mejora-la-movilidad-de-personas-invidentes/>.
87. **Silva Aguacunchi, Glenda y Coello Mainato, Jonathan . 2021.** *Desarrollo y medición de usabilidad de una aplicación móvil de catálogos de productos de mercados en Riobamba utilizando React Native*. Riobamba : s.n., 2021. [Consulta: 22 enero de 2021]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8561>.
88. **Smartcard systems, S.A. 2019.** Scssa.com.ar. *Scssa.com.ar*. [En línea] 2019. [Consulta: 22 de abril de 2023.]. Disponible en: <http://www.scssa.com.ar/tarjetas-inteligentes.htm>.
89. **2022.** Sumador. *Módulo GPS UBLOX NEO-6M con antena*. [En línea] 2022. [Consulta: 17 de 05 de 2023.]. Disponible en: <https://sumador.com/collections/otros-modulos/products/modulo-gps-neo-6m>.
90. **2022.** Sumador. *Módulo GPS UBLOX NEO-6M con antena*. [En línea] 2022. [Consulta: 24 de 05 de 2023.]. Disponible en: <https://sumador.com/collections/otros-modulos/products/modulo-gps-neo-6m>.

91. **Tapia, Dante I. 2007.** Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones. [En línea] 2007. [Consulta: 28 de abril de 2023.] . Disponible en: https://bisite.usal.es/archivos/articulo_rfid_fundamentos.pdf.
92. *Tecnologías Inalámbricas.* **Cisneros B, Andrés Santiago. 2015.** [Consulta: 3 de marzo de 2021], ESPOCH, Riobamba: pág. 3. Disponible en: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12531/1/210-1359-1-PB.pdf>.
93. **2018.** Telectrónica. *Telectrónica.* [En línea] 2018. [Consulta: 26 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://telectronica.com/en-que-consiste-un-sistema-rfid/>.
94. **Tolosa Borja, Cesar & Giz Bueno, Alvaro. 2008.** Sistemas Biometricos. [En línea] 2008. [Consulta: 28 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-jose-faustino-sanchez-carrion/semiology/trabajo-biometria-sds/26712486>.
95. **TTS, Sintetizador. 2020.** Sintetizador de voz Emic 2 (TTS) Parallax DEV-11711 | BricoGeek.com. [En línea] 2020. [Consulta: 15 de mayo de 2023.]. Disponible en: <https://tienda.bricogeek.com/descatalogado/482-sintetizador-de-voz-emic-2-tts.html>.
96. **2018.** Unitag. *Unitag.* [En línea] 2018. [Consulta: 22 de abril de 2023.]. Disponible en: <https://www.unitag.io/es/qrcode/what-is-a-qr-code>.
97. **2023.** Usinainfo. *Receptor 433Mhz / Receptor RF com Antena.* [En línea] 2023. [Consulta: 05 de 06 de 2023.]. Disponible en: <https://www.usinainfo.com.br/transmissores-e-receptores/receptor-433mhz-receptor-rf-com-antena-2636.html>.
98. **2023.** Usinainfo. *Receptor 433Mhz / Receptor RF com Antena.* [En línea] 2023. [Consulta: 08 de 06 de 2023.]. Disponible en: <https://www.usinainfo.com.br/transmissores-e-receptores/receptor-433mhz-receptor-rf-com-antena-2636.html>.
99. **Usuario, Super.** Webmati.es. [En línea] [Consulta: 28 de abril de 2021]. Disponible en: http://www.webmati.es/index.php?option=com_content&view=article&id=23.

100. **VISUAL. 2018.** Tiflologia.blogspot.com. *Tiflologia.blogspot.com*. [En línea] 2018. [Consulta: 26 de junio de 2021]. Disponible en: <http://tiflologia.blogspot.com/2018/06/la-discapacidad-visual.html>.
101. **Vivir, Plan Nacional del Buen. 2017-2021.** Plan Nacional del Buen Vivir. [En línea] 2017-2021. [Consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>.
102. **WEB, Desarrollador. 2020.** Documentación web de MDN. *Documentación web de MDN*. [En línea] 2020. [Consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>.
103. **WEB, Paginas y Desarrollo y ESPACIALES, Lectores.** IONOS Digitalguide. *IONOS Digitalguide*. [En línea] [Consulta: 24 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/lectores-de-pantalla-software-para-necesidades-especiales/>.

ANEXOS

ANEXO A: DATASHEET ARDUINO MEGA

Product Reference Manual
SKU: A000067



Description

Arduino® Mega 2560 is an exemplary development board dedicated for building extensive applications as compared to other maker boards by Arduino. The board accommodates the ATmega2560 microcontroller, which operates at a frequency of 16 MHz. The board contains 54 digital input/output pins, 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button.

Features

- **ATmega2560 Processor**
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
 - 256k bytes (of which 8k is used for the bootloader)
 - 4k bytes EEPROM
 - 8k bytes Internal SRAM
 - 32 × 8 General Purpose Working Registers
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four 8-bit PWM Channels
 - Four Programmable Serial USART
 - Controller/Peripheral SPI Serial Interface
- **ATmega16U2**
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - 16k bytes ISP Flash Memory
 - 512 bytes EEPROM
 - 512 bytes SRAM
 - USART with SPI master only mode and hardware flow control (RTS/CTS)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
- **Sleep Modes**
 - Idle
 - ADC Noise Reduction
 - Power-save
 - Power-down
 - Standby
- **Power**
 - USB Connection
 - External AC/DC Adapter
- **I/O**
 - 54 Digital
 - 16 Analog
 - 15 PWM Output

ANEXO B: DATASHEET EMIC 2 TEXT-TO-SPEECH MODULE

Emic 2 Text-to-Speech Module (#30016)

Designed in conjunction with Grand Idea Studio (www.grandideastudio.com), the Emic 2 Text-to-Speech Module is an unconstrained, multi-language voice synthesizer that converts a stream of digital text into natural sounding speech output. Using the universally recognized DECTalk text-to-speech synthesizer engine, Emic 2 provides full speech synthesis capabilities for any embedded system via a simple command-based interface.

Features

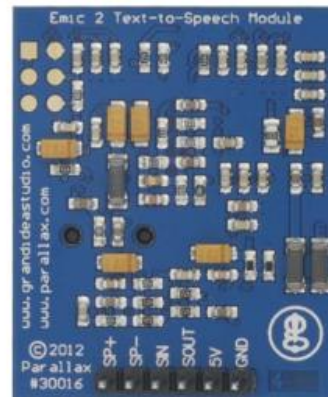
- High-quality speech synthesis for English and Spanish languages
- Nine pre-defined voice styles comprising male, female, and child
- Dynamic control of speech and voice characteristics, including pitch, speaking rate, and word emphasis
- Industry-standard DECTalk text-to-speech synthesizer engine (5.0.E1)
- On-board audio power amplifier and 1/8" (3.5 mm) audio jack
- Single row, 6-pin, 0.1" header for easy connection to a host system

Key Specifications

- Power requirements: +5 VDC, 30 mA idle, 46-220 mA active (depending on speech parameters and output load)
- Communication: asynchronous 9600 bps serial
- Operating temperature: -20 to +70 °C (-4 to +158 °F)
- Dimensions: 1.25" W x 1.5" L x 0.37" H (3.17 W x 3.81 L x 0.94 H cm)

Application Ideas

- Reading Internet-based data streams (such as e-mails or Twitter feeds)
- Conveying status or sensor results from robots, scientific equipment, or industrial machinery
- Language learning or speech aids for educational environments



ANEXO C: DATASHEET GPS NEO V8

Document information

Title	NEO-M8	
Subtitle	u-blox M8 concurrent GNSS modules	
Document type	Data sheet	
Document number	UBX-15031086	
Revision and date	R12	16-Dec-2022
Document status	Production information	
Disclosure restriction	C1-Public	

Product status	Corresponding content status	
In Development / Prototype	Objective Specification	Target values. Revised and supplementary data will be published later.
Engineering Sample	Advance Information	Data based on early testing. Revised and supplementary data will be published later.
Initial Production	Early Production Information	Data from product verification. Revised and supplementary data may be published later.
Mass Production / End of Life	Production Information	Document contains the final product specification.

This document applies to the following products:

Product name	Type number	Firmware version	PCN/IN reference
NEO-M8N	NEO-M8N-0-12	Flash FW SPG 3.01	UBX-21015025, UBX-22039049
NEO-M8Q	NEO-M8Q-0-12	ROM SPG 3.01	UBX-21015025, UBX-22039049
NEO-M8M	NEO-M8M-0-11	ROM SPG 3.01	UBX-21015022, UBX-22039049
NEO-M8J	NEO-M8J-0-11	Flash FW SPG 3.05	UBX-21015025, UBX-22039049

Parameter	Specification					
Receiver type	72-channel u-blox M8 engine GPS L1C/A, SBAS L1C/A, QZSS L1C/A, QZSS L1 SAIF, GLONASS L1OF, BeiDou B1I, Galileo E1B/C					
Accuracy of time pulse signal	RMS	30 ns				
	99%	60 ns				
Frequency of time pulse signal	0.25 Hz...10 MHz (configurable)					
Operational limits ¹	Dynamics	≤ 4 g				
	Altitude	50,000 m				
	Velocity	500 m/s				
Velocity accuracy ²	0.05 m/s					
Heading accuracy ²	0.3 degrees					
GNSS	GPS & GLONASS	GPS	GLONASS	BeiDou	Galileo	
Horizontal position accuracy ³		2.5 m	2.5 m	4 m	3 m	3 m
	With SBAS	2.0 m	2.0 m	-	-	-
NEO-M8N/Q						
Max navigation update rate	NEO-M8N	5 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz
	NEO-M8Q	10 Hz	18 Hz	18 Hz	18 Hz	18 Hz
Time-To-First-Fix ⁴	Cold start	26 s	29 s	30 s	34 s	45 s
	Hot start	1 s	1 s	1 s	1 s	1 s
	Aided starts ⁵	2 s	2 s	2 s	3 s	7 s
Sensitivity ⁶	Tracking & Navigation	-167 dBm	-166 dBm	-166 dBm	-160 dBm	-159 dBm
	Reacquisition	-160 dBm	-160 dBm	-156 dBm	-157 dBm	-153 dBm
	Cold start	-148 dBm	-148 dBm	-145 dBm	-143 dBm	-138 dBm
	Hot start	-157 dBm	-157 dBm	-156 dBm	-155 dBm	-151 dBm
NEO-M8J/M						
Max navigation update rate	NEO-M8J	5 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz
	NEO-M8M	10 Hz	18 Hz	18 Hz	18 Hz	18 Hz

ANEXO D: MODULO SIM 800L

MÓDULO GSM SIM800L

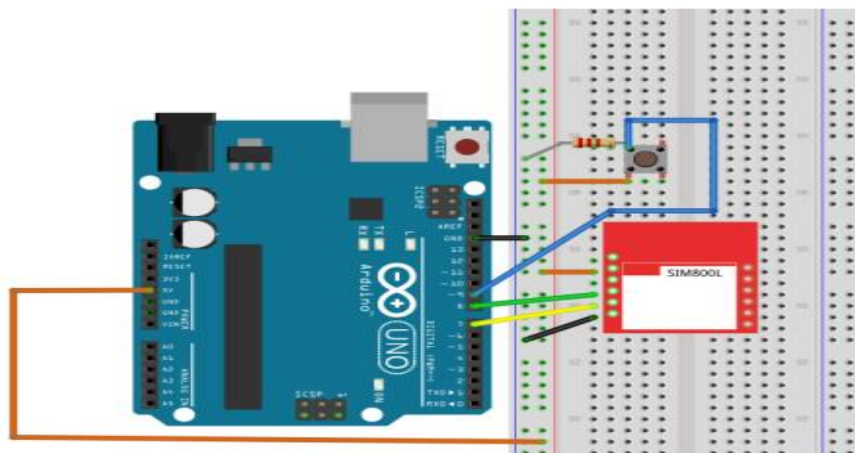
Este módulo de telefonía celular que te permite añadir voz, texto, datos y SMS a tu proyecto.

Se requiere un microcontrolador para controlarlo, usamos un Arduino pero cualquier microcontrolador 3-5V con una UART puede enviar y recibir comandos a través de los pines RX/TX.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 3.4V - 4.4V DC
- Nivel Lógico de 3V a 5V
- Consumo de corriente (máx): 500 mA
- Consumo de corriente (modo de reposo): 0.7 mA
- Interfaz: Serial UART
- Quad-band 850/900/1800/1900MHz – se conectan a cualquier red mundial GSM con cualquier SIM 2G
- Trabaja solo con tecnología 2G
- Hacer y recibir llamadas de voz usando un auricular o un altavoz de 8Ω externo + micrófono electret.
- Enviar y recibir mensajes SMS
- Enviar y recibir datos GPRS (TCP/IP, HTTP, etc)
- Escanear y recibir emisiones de radio FM
- Controlado por Comandos AT
- Interfaz de comandos AT con detección “automática” de velocidad de transmisión
- Soporta A-GPS
- Datos GPRS:
 - Velocidad máxima de transmisión 85.6 Kbps
 - Protocolo TCP/IP en chip
 - Codificación: CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4
 - Soporta USSD
- Soporta reloj en tiempo real (RTC)
- Velocidades de transmisión serial desde 1200bps hasta 115 200 bps
- Tamaño de la SIM: Micro SIM

DIAGRAMA DE CONEXIÓN CON ARDUINO PARA ENVIAR MENSAJES



Smart monitoring information system based on RF 433 Mhz (SMIS)

Hicham Ouldzira¹, Ahmed Mouhsen², Hajar Lagraini³, Abdelmoumen Tabyaoui⁴, Mostafa Chhiba⁵

^{1,2}Laboratory of Mechanical, Engineering, Industrial Management and Innovation,
The Faculty of Sciences and Technology, Hassan 1st University, Morocco

^{3,4,5}Radiation Materials and Instrumentations Laboratory, The Faculty of Sciences and Technology,
Hassan 1st University, Morocco

Article Info	ABSTRACT
<p>Article history:</p> <p>Received Apr 4, 2019 Revised Jul 18, 2016 Accepted Jul 26, 2016</p> <hr/> <p>Keywords:</p>	<p>Many research works are devoted to the design of remote control systems of objects. Remote monitoring is among the technologies of data acquisition on a remote object and its characteristics without physical contact with it. These data can be collected by acoustic waves, the distribution of forces and electromagnetic energy to process them to locate the object and its characteristics. This paper presents a smart monitoring information system based on RF 433MHz, Arduinonano and arduinouno named SMIS.</p>

4. A WIRELESS SENSOR AND ACTUATOR NETWORK

Wireless communications namely Zigbee, Wi-Fi, Bluetooth and 433 MHz, have been widely used in many applications recently. the following Table 1 gives a comparison between these wireless technologies in terms of band operated, energy consumption, range, debit and battery life [19]:

Table 1. Comparison between these wireless technologies

Wireless Technologies	Band perated	Energy consumption	Transmission distance	Battery life	debit
Zigbee	2.4GHz	high	Small to medium	few days	<1Mbps
Wi-Fi	2.4GHz	high	Small to medium	few days	1->54Mbps
RF	433MHz	low	medium to large	up to 10 years	9.6Kbps

433 MHz wireless communication is available worldwide and an open source alternative. It is ideal for wireless sensor network applications because it can transmit / receive over very long distances without requiring high power consumption on a battery. The low input current of typical label configurations can power button cell batteries or thin-film batteries up to 10 years.

The (1) is given by interpolation with the Newton method, and presents the following correlation performance reaches 99.94%, the following table gives a summary of these performances:

Table 2. Goodness of fit

SSE	R-square	Adjusted R-square	RMSE
0.166	0.9994	0.9991	0.1052

Where SSE is Sum squared error performance function, R-square is the square of the correlation between the response values and the predicted response values. It is also called the square of the multiple correlation coefficient and the coefficient of multiple determination, RMSE (Root Mean Squared Error) is known as the fit standard error and the standard error of the regression.

The measures that have been taken on a wire alloy copper 2mm diameter for the RF module depending on the transmission distance.

ANEXO F: DATASHEET BRUJULA ARDUINO

El modulo trabaja con 3.3V, pero tiene un regulador interno por lo que se puede alimentar con 5V o con 3.3V en sus pines respectivos.

Su dirección I2C es 0x1E, dirección que no podemos cambiar, por esta razón no se puede conectar otro HMC5883 en el buz I2C, pero si podemos conectar otros dispositivos que tengan dirección distinta.

Tiene dos modos de Funcionamiento, Modo **Continuous-Measurement** (continuo), en donde el magnetómetro está constantemente realizando mediciones y actualizando los registros x,y,z correspondientes a las lecturas. Y el modo **Single-Measurement**, aquí el magnetómetro solo realiza una medida cuando el Arduino le solicite.

Asimismo podemos configurar el rango de medición **desde $\pm 0.88\text{Ga}$ hasta $\pm 8.1\text{Ga}$** a las que se le aplica ganancias de 1370 a 230 respectivamente y de esta forma tener un rango de salida de 12bits.

Librería para el HMC5883L

En este tutorial trabajaremos con la librería desarrollada por Jeff Rowberg, la librería se descargar en:

<https://github.com/jrowberg/i2cdevlib/tree/master/Arduino/HMC5883L>

Esta librería trabaja con una librería adicional para la comunicación I2C, esta también lo pueden encontrar en el mismo github de la librería anterior:

<https://github.com/jrowberg/i2cdevlib/tree/master/Arduino/I2Cdev>

Estas librerías son del mismo desarrollador que las que usamos en el tutorial MPU6050, la librería I2Cdev es la misma que usamos en dicho tutorial.

Conexiones entre HMC5883L y Arduino

Las conexiones son como cualquier conexión I2C:

HMC5883L	Arduino Uno, Nano, Mini.	Arduino Mega , DUE	Arduino Leonardo
VCC	5V	5V	5V
GND	GND	GND	GND
SCL	A5	21	3
SDA	A4	20	2



Realizando lecturas del campo magnético:

En este ejemplo realizaremos las lecturas del HMC5883L, obtendremos los componentes en X,Y y Z del campo magnético.

El código para este ejemplo es el siguiente:

```
#include "Wire.h"
#include "I2Cdev.h"
#include "HMC5883L.h"
```

ANEXO G: DATASHEET ARDUINO MICRO SD

Micro SD Card Adapter Module

11 June 2021 - 0 Comments



Micro SD Card Adapter Module



Micro SD Card Adapter Module Pinout

SD cards or Micro SD cards are widely used in various applications, such as data logging, data visualization, and many more. Micro SD Card Adapter modules make it easier for us to access these SD cards with ease. The Micro SD Card Adapter module is an easy-to-use module with an SPI interface and an on-board 3.3V voltage regulator to provide proper supply to the SD card.

Features and Specifications of Micro SD Card Adapter Module

This section mentions some of the features and specifications of the Micro SD Card Adapter Module.

1. Operating Voltage: 4.5V - 5.5V DC
2. Current Requirement: 0.2-200 mA
3. 3.3 V on-board Voltage Regulator
4. Supports FAT file system
5. Supports micro SD up to 2GB
6. Supports Micro SDHC up to 32GB

Pin Configuration of Micro SD Card Adapter Module

The module contains 6 pins for power and communicating with the controller. The table below describes the pin type and role of each pin on the module.

Pin Type	Pin Description
GND	Ground
VCC	Voltage Input
MISO	Master In Slave Out(SPI)
MOSI	Master Out Slave In(SPI)
SCK	Serial Clock(SPI)
CS	Chip Select(SPI)

ANEXO H: CODIGO ARDUINO DEL PROTOTIPO

```
Tesis_Prueba_Q.ino
1 //Trabajo_de_Titulacion_Marco_Ambo
2
3 #include <SoftwareSerial.h>
4 #include <LiquidCrystal.h>
5 #include <TinyGPSPlus.h>
6 #include <Adafruit_Sensor.h>
7 // #include <Adafruit_HMC5883_U.h>
8 #include <MechaQMCS883.h>
9 #include <RH_ASK.h>
10 #include <EMIC2.h>
11 #include <SPI.h>
12 #include <SD.h>
13 #include <Wire.h>
14
15 #define siguiente A0
16 #define aceptar A1
17 #define SSpin 53
18 #define onlcd 3
19
20 /////////////////////////////////////////////////////////////////// Datos Variables ///////////////////////////////////////////////////////////////////
21 String num="0991467721"; // Numero de SMS de Emergencia //
22 float declinacion= -4.10; // Angulo de inclinacion //
23 boolean matriz[50][50]; // Dimensiones de la matriz //
24 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576
2577
2578
2579
2580
2581
2582
2583
2584
2585
2586
2587
2588
2589
2590
2591
2592
2593
2594
2595
2596
2597
2598
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2615
2616
2617
2618
2619
2620
2621
2622
2623
2624
2625
2626
2627
2628
2629
2630
2631
2632
2633
2634
2635
```

```

Tesis_Prueba_Q.ino
209 //ctrlGPS=LOW; ctrlRecep=LOW; ctrlOrigen=LOW; ctrlMapa=LOW; ctrlTray=LOW; ctrlPlay=LOW;
210 Serial.print("ESCAPE= ");
211 Serial.println(salida);
212 if (menu==1){
213   lcd.clear();
214   lcd.setCursor(0,0);
215   lcd.print("Lugares ");
216   lcd.setCursor(0,1);
217   lcd.print("Disponibles");
218   emic.speak("Lugares Disponibles");
219   emic.ready();
220   delay(1000);
221 }
222 if (menu==2){
223   Guardar();
224   lcd.clear();
225   lcd.setCursor(0,0);
226   lcd.print("Menu de");
227   lcd.setCursor(0,1);
228   lcd.print("Configuraciones");
229   emic.speak("Menu de configuraciones");
230   emic.ready();
231   delay(1000);
232 }
233 //Serial.println("salida");
234 ctrlReinicio=HIGH;
235 }
236 }

```

Salida

```

GPS();
if (dato_nodo==HIGH){
  xk = xi;
  yk = yi;
  matriz[xk][yk]=1;
  if(selec==1){/////
  SD.remove("GPS.txt");
  Serial.println("ELIMINADO GPS");}
  archivo=SD.open("GPS.txt", FILE_WRITE);
  Serial.println("ABRIR GPS");
  if (archivo){
  //archivo.seek(0);
  archivo.print("- ");
  archivo.print(xi);
  archivo.print(", ");
  archivo.println(yi);
  Serial.println("Ubicacion creada");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Guardado");
  emic.speak("Guardado");
  emic.ready();
  }
  archivo.close();
  dato_nodo=LOW;
  ctrlNodo=LOW;
  ctrlMenu=HIGH;/////
}
}

```

```

Tesis_Prueba_Q.ino
759   lcd.print(Bru);
760 }
761 void Recepcion (){
762   Serial.print("C_Recepcion");
763   uint8_t msg[tamMsg];
764   uint8_t msgLen = sizeof(msg);
765   // Comprobar si el mensaje recibido tiene el tamaño adecuado
766   //Serial.println("Esperando");
767   if (askRx.recv(msg, &msgLen)
768   {
769     // Mostrar mensaje por el monitor serie
770     Serial.print("Mensaje recibido: ");
771     String sos = msg;
772     int convertido = String(sos).toInt(); //string a entero
773     //Serial.println((char*)msg);
774     Serial.println(convertido);
775     if (convertido==selec){
776       Serial.println("ok");
777       lcd.clear();
778       lcd.setCursor(0,0);
779       lcd.print("Destino ");
780       lcd.setCursor(0,1);
781       lcd.print("Alcanzado");
782       emic.speak("A llegado a su destino");
783       emic.ready();
784       cadena="";
785       p=p-2;
786       hah1a=1

```



ANEXO I: EVALUACION DE FIABILIDAD DEL GPS NEO 8

Número de muestra	Coordenadas de referencia		Coordenadas medidas		Error(metros)
	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
1	-1,68497	-78,64792	-1,68493	-78,6479	4,28358
2	-1,68313	-78,64925	-1,68312	-78,6493	5,67373
3	-1,68128	-78,64815	-1,68128	-78,6482	5,56791
4	-1,67963	-78,64683	-1,67966	-78,6468	4,72177
5	-1,67800	-78,64542	-1,67802	-78,6454	3,85695
6	-1,67741	-78,64582	-1,6774	-78,6458	2,48827
7	-1,67640	-78,64887	-1,67641	-78,6489	3,51880
8	-1,67646	-78,64903	-1,67648	-78,649	4,01241
9	-1,67543	-78,65032	-1,67541	-78,6503	3,14785
10	-1,67373	-78,65218	-1,67373	-78,6522	2,22539
11	-1,67290	-78,65326	-1,6729	-78,6532	6,12894
12	-1,67221	-78,65395	-1,6722	-78,654	6,31515
13	-1,67175	-78,65456	-1,67175	-78,6545	6,57340
14	-1,67125	-78,65505	-1,67128	-78,655	6,87424
15	-1,66937	-78,65645	-1,66938	-78,6564	5,72161
16	-1,66909	-78,65625	-1,66909	-78,6562	5,59127
17	-1,66863	-78,65672	-1,66866	-78,6567	4,01307
18	-1,66820	-78,65822	-1,6682	-78,6582	2,34725
19	-1,66529	-78,65901	-1,66525	-78,659	4,58961
20	-1,66379	-78,66026	-1,66377	-78,6603	4,81491
21	-1,66229	-78,66191	-1,66229	-78,6619	1,34458
22	-1,66195	-78,66227	-1,66193	-78,6623	4,19938
23	-1,66263	-78,66350	-1,6626	-78,6635	3,33951
24	-1,66483	-78,66509	-1,66488	-78,6651	5,67599
25	-1,66547	-78,66681	-1,66547	-78,6668	1,48456
26	-1,66405	-78,66910	-1,66401	-78,6691	4,45268
27	-1,66259	-78,67265	-1,66258	-78,6726	5,60346
28	-1,66187	-78,67528	-1,66183	-78,6753	5,37981
29	-1,66114	-78,67763	-1,6611	-78,6776	5,56501
30	-1,66073	-78,67898	-1,66072	-78,679	2,58828
31	-1,66035	-78,68053	-1,660323	-78,6805	4,41810



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 04/06/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: MARCO VINICIO AMBO ESTRADA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Carrera: TELECOMUNICACIONES
Título a optar: Ingeniero en Telecomunicaciones
 WILSON OSWALDO BALDEÓN LÓPEZ Director del Trabajo de Integración Curricular  PAÚL DAVID MORENO AVILÉS Asesor del Trabajo de Integración Curricular