



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR
AVANZADO MEDIANTE EL USO DE UNA PLACA MICROCONTROLADORA
PARA MEJORAR LA SEGURIDAD EN VEHÍCULOS DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

AUTORES CRISTHIAN GANDHY URETA ESPINOZA

TUTOR: CARLOS ALBERTO CARRANCO QUIÑÓNEZ

Quito - Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Cristhian Gandhi Ureta Espinoza con documento de identificación N°
1727271635 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo que sin fines de lucro la
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total
o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 27 de febrero del año 2024

Atentamente,



Cristhian Gandhi Ureta Espinoza
1727271635

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo Cristhian Gandhi Ureta Espinoza, con documento de identificación No.1727271635, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Desarrollo de un sistema de seguridad vehicular avanzado mediante el uso de una placa microcontroladora para mejorar la seguridad en vehículos del Distrito Metropolitano de Quito”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 27 de febrero del año 2024

Atentamente,



Cristhian Gandhi Ureta Espinoza

1727271635

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Alberto Carranco Quiñónez con documento de identificación N°.1713629564, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR AVANZADO MEDIANTE EL USO DE UNA PLACA MICROCONTROLADORA PARA MEJORAR LA SEGURIDAD EN VEHÍCULOS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, realizado por Cristhian Gandhi Ureta Espinoza con documento de identificación N° 1727271635, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Carlos Alberto Carranco Quiñónez, MsC
1713629564

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mis padres, Erick, Angelica y Wladimir, la fuente inagotable de amor y sacrificio. Cada logro en mi vida lleva la impronta de su dedicación incansable. Gracias por ser mi guía, mi apoyo incondicional y mi inspiración constante. Este trabajo es un tributo a su arduo trabajo y a la fe que siempre han tenido en mí. A través de cada desafío, su amor ha sido mi ancla, y cada éxito, su triunfo compartido. Este logro es tanto suyo como mío. Les dedico esta tesis con gratitud y profundo amor.

Cristhian Gandhi Ureta Espinoza

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a todas las personas que han sido parte de este viaje, pero especialmente quiero expresar mi agradecimiento a la persona que más ha luchado en este proceso: yo mismo. Cada desafío superado, cada obstáculo vencido y cada sacrificio realizado son testigos de mi propia resistencia y determinación. Agradezco a esa parte de mí que nunca renunció, que persistió incluso cuando las cosas parecían difíciles. Este logro es el resultado de mi esfuerzo, dedicación y creencia constante en mis capacidades. A mí mismo, agradezco por la valentía de seguir adelante, por aprender en cada paso y por convertirme en una versión más fuerte y sabia de quien era al principio de este viaje. Este logro es un testimonio de mi propia capacidad de superación y crecimiento. ¡A mí mismo, gracias por no rendirme nunca

Cristhian Gandhi Ureta Espinoza

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMA	4
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.	5
1. CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO	6
1.1 Seguridad Vehicular	6
1.2 Sistema de alarma vehicular	6
1.3 Microcontroladores y Tecnología Arduino	7
1.4 Comunicación SMS	8
1.5 Sistemas de Rastreo GPS.....	9
1.6 Comunicación Bluetooth	9
1.7 Seguridad biométrica.....	9
2. CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL PROYECTO	10
2.1 Descripción de la metodología	10
2.2 Diseño conceptual.....	10
2.3 Selección de materiales y tecnologías	11
2.3.1 App Inventor.....	11
2.3.2 Arduino Mega.....	12
2.3.3 Arduino IDE	12
2.3.4 Modulo bluetooth HC-06	13
2.3.5 Modulo SIM808	13
2.3.6 Modulo RFID	15
2.3.7 Sensor de huella dactilar digital AS608	16

2.3.8	Modulo Relay 5V	17
2.4	Desarrollo de componentes	18
2.4.1	Conexión Arduino – Alarma	18
2.4.2	Conexión HC-06 – Arduino	20
2.4.3	Conexión SIM808 – Arduino	21
2.4.4	Conexión RFID – Arduino	24
2.4.5	Conexión AS608 - Arduino.....	26
2.4.6	Diseño y programación de la aplicación móvil.	28
2.5	Ensamblaje del prototipo	30
2.5.1	Unión de componentes	31
2.5.2	Ensamblaje en el vehículo	32
3.	CAPÍTULO 3: RESULTADOS	33
3.1	Pruebas de funcionamiento.....	33
3.1.1	Modulo Bluetooth.....	34
3.1.2	Modulo SIM808	35
3.1.3	Modulo RFID	37
3.2	Documentación.....	38
	CONCLUSIONES	41
	RECOMENDACIONES	42
	ANEXOS.....	3-1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Esquema de componentes y conexión	11
Figura 2.2:	Arduino Mega.....	12
Figura 2.3:	Modulo HC-06.....	13
Figura 2.4:	Modulo RFID RC522	15
Figura 2.5:	Sensor AS608	16

Figura 2.6: Modulo Relay 5V 8 canales.....	17
Figura 2.7: Conexión Arduino con relay.....	18
Figura 2.8: Conexión de señales de la alarma al Arduino.....	20
Figura 2.9: Conexión HC-06 con Arduino.....	21
Figura 2.10: Conexión SIM808 con Arduino.....	21
Figura 2.11: Conexión Lector RFID con Arduino	25
Figura 2.12: Conexión Arduino con AS608.....	27
Figura 2.13: Aplicación de control del prototipo, pantalla 1.....	29
Figura 2.14: Aplicación de control del prototipo, pantalla 2.....	30
Figura 2.15: Conexión de todos los componentes.....	32
Figura 3.1 Recepción de mensajes al Arduino	34
Figura 3.2 Recepción de mensajes al teléfono móvil.....	35
Figura 3.3 Monitor serie RFID.....	37
Figura 4.1 Programación por bloques App inventor (pantalla control bluetooth)	4-1
Figura 4.2 Programación por bloques App inventor (pantalla control SMS).....	4-1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Diferencias entre tipos de Arduino	8
Tabla 2.1: Especificaciones modulo HC-06.....	13
Tabla 2.2: Comparativa modulo sim 808 y sim 800L.....	14
Tabla 3.1: Prueba de conexión con el módulo HC-06	34
Tabla 3.2: Prueba de recepción de mensajes al Arduino.....	36
Tabla 3.3: Prueba de recepción de mensajes al teléfono móvil.....	37
Tabla 3.4: Error de medición GPS	37

RESUMEN

La seguridad vehicular, en la actualidad es un tema muy sensible que considerar, ya que se han registrado demasiados robos de vehículos, el propósito del presente proyecto es presentar un prototipo funcional que cumpla con características que disuadan a posibles delincuentes. Para el presente escrito, se detalla el desarrollo de componentes para fortalecer la seguridad del vehículo, incluyendo el uso de un módulo RFID RC522, un sensor de huella dactilar AS608, y distintos módulos relay para integrar Arduino con el sistema eléctrico del vehículo. Se establecen conexiones con la alarma, módulos Bluetooth (HC-06) y SIM (SIM808), así como la implementación de tecnologías RFID y biométrica para la apertura del vehículo. Además, se expone la creación y codificación de una aplicación móvil destinada al manejo a distancia del prototipo. En el tercer capítulo, se detallan los hallazgos, comenzando con evaluaciones preliminares y continuando con ciclos de revisión y perfeccionamiento en función de los problemas identificados. Se llevan a cabo pruebas exhaustivas, se contrastan los resultados con los criterios predefinidos, se evalúa el rendimiento y se identifican zonas susceptibles de mejoras.

Palabras Claves: Sensor de Huella Dactilar, Arduino, Alarma, HC-06, SIM808, Tecnología RFID, Biométrica, Aplicación Móvil, Pruebas de reconocimiento, Seguridad Vehicular.

ABSTRACT

Vehicle security is currently a highly sensitive issue to consider, as there have been numerous vehicle thefts. The purpose of this project is to present a functional prototype with features designed to deter potential criminals.

In this document, the development of components to enhance vehicle security is outlined, including the use of an RFID RC522 module, an AS608 fingerprint sensor, and various relay modules to integrate Arduino with the vehicle's electrical system. Connections are established with the alarm, Bluetooth modules (HC-06), and SIM (SIM808), along with the implementation of RFID and biometric technologies for vehicle access. Additionally, the creation and coding of a mobile application for remote control of the prototype are discussed. In Chapter 3, findings are detailed, starting with initial assessments, followed by iterative improvements in response to identified issues. Comprehensive tests are conducted, results are compared against predefined criteria, performance is analyzed, and areas for improvement are identified.

Keywords: Fingerprint Sensor, Arduino, Alarm, HC-06, SIM808, RFID Technology, Biometric, Mobile Application, Recognition Tests, Vehicle Security.

INTRODUCCIÓN

La constante preocupación por la seguridad de los vehículos ha impulsado una investigación exhaustiva y el desarrollo de sistemas avanzados destinados a salvaguardar los automóviles contra accesos no autorizados y robos vehiculares. En este contexto, el proyecto actual se centra en la concepción e implementación de un sistema de seguridad integral para vehículos, aprovechando tecnologías de seguridad como RFID, sensores de huella dactilar y tecnología Bluetooth. La integración de estos elementos, controlados por un microcontrolador Arduino, tiene como objetivo proporcionar un nivel adicional de protección y control sobre los vehículos. Este informe detalla de manera exhaustiva el proceso de desarrollo de cada componente, la interconexión meticulosa de los diversos módulos y la creación de una aplicación móvil que permite el control remoto del sistema. Además, se presentan y analizan en detalle los resultados obtenidos durante las pruebas iniciales, las iteraciones y mejoras realizadas en el sistema, así como las pruebas extensivas llevadas a cabo para evaluar la eficacia del sistema propuesto. Este enfoque no solo se posiciona como una contribución significativa al ámbito de la seguridad vehicular, sino que también proyecta tener aplicaciones prácticas tanto en la industria automotriz como en la prevención de robos de vehículos.

PROBLEMA

La ciudad de Quito, caracterizada por una diversidad de zonas urbanas y suburbanas, enfrenta desafíos notables en términos de seguridad, especialmente en áreas que no cuentan con una vigilancia adecuada. Esta situación ha dado lugar a problemas significativos relacionados con el robo de vehículos y autopartes, afectando tanto a los residentes locales como a los visitantes de diferentes sectores de la ciudad. Las consecuencias de esta situación van más allá de las pérdidas económicas para los propietarios, ya que también generan una palpable sensación de inseguridad en la comunidad.

A pesar de la implementación de medidas de seguridad existentes, los índices de robos y actos de vandalismo persisten como una preocupación crucial para los dueños de vehículos en la región. Los datos recopilados por la Policía Judicial del Distrito Metropolitano arrojan cifras alarmantes, indicando que, solo durante el primer semestre del año 2023, se han registrado un total de 770 robos a vehículos (Eluniverso, 2023).

Estos números subrayan la urgente necesidad de abordar la problemática de seguridad vehicular en Quito, destacando la importancia de explorar e implementar soluciones innovadoras que vayan más allá de las medidas convencionales para contrarrestar la creciente incidencia de este tipo de delitos. Se tiene en cuenta que por la crisis delincuencial es muy complicado desarrollar un sistema que evite completamente los robos y vandalismos, ya que lamentablemente la delincuencia se encuentra actualizada en temas de seguridad, lo que se ofrece es un producto que aumente los niveles de seguridad, presentando capas adicionales que disuadan a los delincuentes.

Delimitación del problema. –

La investigación se limitará a la ciudad de Quito y sus alrededores, ya que el prototipo será diseñado considerando las características y desafíos específicos de esta área geográfica, enfocándose en la situación actual de inseguridad vehicular, considerando datos y tendencias recientes para diseñar un prototipo relevante y efectivo.

Dado que se trata de un prototipo, la muestra se limitará a un solo vehículo que será utilizado como banco de pruebas para evaluar la eficacia del sistema de seguridad desarrollado.

La principal limitación será la validez externa del prototipo, ya que los resultados obtenidos pueden no ser generalizables a una escala más amplia dada la prueba en un solo vehículo. Esta delimitación se justifica por la naturaleza del proyecto, donde el enfoque en un único vehículo permitirá una evaluación detallada del prototipo antes de considerar su implementación a mayor escala. La elección de Quito responde a la necesidad de abordar un problema local específico.

Objetivo General.

Implementar un sistema de seguridad vehicular basado en una placa microcontroladora, que mejore la seguridad de vehículos en el Distrito Metropolitano de Quito, mediante el monitoreo y uso de sensores en el vehículo reduciendo la incidencia de robos y daños a los vehículos.

Objetivos Específicos.

- Investigar y analizar los componentes tecnológicos necesarios, como sensores de movimiento, sensores de impacto, cámaras, módulos GPS y microcontroladores.
- Desarrollar un prototipo de un sistema de seguridad vehicular avanzado que incorpore una placa microcontroladora, sensores de detección de intrusiones y software, con el objetivo de proporcionar funcionalidades avanzadas de monitoreo y seguimiento en vehículos, además de alertas en tiempo real para los conductores.
- Evaluar la efectividad y confiabilidad del sistema simulando diferentes escenarios de robos en vehículos, y garantizando su capacidad de respuesta y precisión

1. CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO

1.1 Seguridad Vehicular

La seguridad de los vehículos es una constante preocupación en la sociedad contemporánea, donde la movilidad en automóviles desempeña un papel crucial en la vida diaria. No solo es vital proteger un activo de considerable valor, sino también garantizar la seguridad de los ocupantes y prevenir delitos como robos en un entorno cada vez más complejo y desafiante. Durante períodos festivos y días feriados, el aumento de la circulación vehicular incrementa el riesgo de robos de vehículos y asaltos.

Diversas empresas automotrices ofrecen consejos valiosos para reforzar la protección de los vehículos. Estas recomendaciones incluyen la revisión y actualización de sistemas de seguros y alarmas. Asimismo, al planificar un viaje, se sugiere informar a familiares sobre la ruta y el itinerario, evitar viajar de noche, abstenerse de detenerse en áreas consideradas peligrosas y no recoger a desconocidos en el trayecto.

En este contexto, es crucial considerar la adopción de servicios de monitoreo y rastreo satelital del vehículo, contribuyendo significativamente a reforzar las medidas de seguridad. En situaciones de emergencia, se exhorta a los conductores a reportar al ECU 911 y presentar una denuncia formal en la Fiscalía. La seguridad vehicular se erige como un pilar fundamental para resguardar nuestro patrimonio, especialmente en un contexto donde los índices de robos y secuestros son motivo de preocupación (Cámara de Comercio de Quito, 2023).

1.2 Sistema de alarma vehicular

En la actualidad, la gran mayoría de los vehículos en el Distrito Metropolitano de Quito, si no todos, están equipados con sistemas de alarma diseñados para salvaguardar los automóviles contra robos y actos de vandalismo. Aunque estos sistemas incorporan varias características útiles en la protección contra situaciones indeseadas, también presentan ciertas debilidades que los vuelven susceptibles. La ubicuidad de este tipo de sistema en los vehículos implica que la mayoría de las alarmas comparten un diseño y funcionalidades similares, lo que facilita la integración del prototipo con diversas alarmas disponibles en el mercado.

Es esencial reconocer que, a pesar de la presencia generalizada de sistemas de alarma en los vehículos, su diseño convencional los expone a vulnerabilidades específicas. La estandarización de características y funciones en estas alarmas convencionales, como se detalla en (Henkel Ibérica, S.A., 2021), brinda una oportunidad para desarrollar un prototipo que pueda adaptarse de manera efectiva a este tipo de sistemas comunes, mejorando así la seguridad vehicular en el contexto del Distrito Metropolitano de Quito.

A continuación, se detallan las características.

- **Sensores de Impacto:** Detectan vibraciones o impactos en el vehículo, activándose si hay intentos de forzar puertas o simplemente movimientos o golpes.
- **Sensores de Apertura de Puertas y Maletero:** Detectan la apertura de puertas o la cajuela sin la desactivación adecuada de la alarma.
- **Sirena:** Emite un sonido fuerte y distintivo al activarse la alarma, alertando a los propietarios y a quienes están cerca. La sirena puede configurarse para sonar de diversas maneras.
- **Control Remoto:** Las alarmas para automóviles incluyen controles remotos que permiten activar y desactivar la alarma a distancia. Estos controles suelen ofrecer funciones adicionales como cerraduras automáticas y apertura del maletero.
- **Cortacorriente:** Una de las funcionalidades más importantes de las alarmas, es que tienen la capacidad de interrumpir el suministro de combustible o la corriente al motor, evitando que el vehículo sea arrancado.
- **Luz de señal:** Al activarse la alarma, las luces exteriores del vehículo pueden parpadear, funcionando como aviso de activación o desactivación y alertando de la existencia de una alarma a posibles delincuentes.
- **Botón de servicio:** También conocido como botón valet, es un botón el cual tiene la función de activar o desactivar funciones de la alarma.

1.3 Microcontroladores y Tecnología Arduino

Los progresos tecnológicos, impulsados por disciplinas como la electrónica, la ingeniería, las matemáticas y la informática, han experimentado una transformación significativa en nuestra vida cotidiana. En este contexto, Arduino, una plataforma de

código abierto, ha surgido como un facilitador clave al simplificar el proceso de programación de microcontroladores y microprocesadores. Este enfoque permite la creación ágil de prototipos y proyectos con capacidades de automatización, abriendo nuevas posibilidades para la innovación tecnológica, especialmente en el ámbito automotriz (Carrillo, 2021).

Arduino no solo ha democratizado el acceso a la programación de dispositivos electrónicos, sino que también ha impulsado la creación de soluciones tecnológicas más accesibles y flexibles. Este impacto se refleja en la diversidad de placas Arduino disponibles, cada una diseñada para adaptarse a necesidades específicas. La Tabla 1 proporciona una visión detallada de los distintos tipos de placas Arduino junto con sus características particulares, demostrando así la versatilidad y adaptabilidad de esta plataforma en el ámbito de la creación de prototipos y proyectos tecnológicos.

Tabla 1.1: Diferencias entre tipos de Arduino (Rodríguez, 2021)

Características	Arduino Nano	Arduino Uno	Arduino Mega
Microcontrolador	ATmega328P	ATmega328P	ATmega2560
Frecuencia	16 MHz	16 MHz	16 MHz
Memoria Flash	32 KB	32KB	256KB
Memoria RAM	2 KB	2 KB	8 KB
Memoria ROM	1 KB	1 KB	4 KB
Numero de pines	30	22	70
Pines PWM	6	6	15
Entradas analógicas	8	6	16
Entradas digitales	22	14	54
Puertos Serie (UART)	1	1	4
Conectividad	Mini USB	Tipo B USB	Tipo B USB
Dimensiones	45x18 mm	68.6x53.4 mm	101.6x53.4 mm
Alimentación	5V DC	5V DC	7-12V DC

1.4 Comunicación SMS

El servicio de mensajería de texto (SMS) es una herramienta común en dispositivos móviles, permitiendo el intercambio de mensajes breves entre ellos. En el ámbito de la seguridad

vehicular, se emplea la comunicación SMS para enviar comandos y recibir notificaciones del sistema de alarma del vehículo. Los dueños tienen la capacidad de activar o desactivar la alarma, recibir alertas de intrusiones y conocer la ubicación del vehículo mediante mensajes de texto. La fiabilidad y accesibilidad del SMS son destacadas, ya que casi todos los teléfonos móviles son compatibles con este servicio. Además, no requiere conexión de datos y puede operar en áreas con cobertura de red móvil. (al., 2016).

1.5 Sistemas de Rastreo GPS

El rastreo GPS desempeña un papel fundamental en la seguridad vehicular y en la prevención del robo y recuperación de vehículos. Este sistema permite conocer la ubicación precisa de vehículos, lo que se traduce en el aumento en la seguridad. El GPS facilita acciones que aumentan la seguridad de los conductores y sus cargas, lo que ayuda a prevenir robos. Además, se registra y analiza información valiosa de cada vehículo en su recorrido diario, lo que respalda la mejora continua en la planificación logística de la empresa. En resumen, el rastreo GPS contribuye de manera significativa a la seguridad vehicular y a la protección contra el robo de vehículos (Quadmind, 2022).

1.6 Comunicación Bluetooth

Bluetooth es una tecnología inalámbrica de corto alcance que facilita la transmisión de datos entre dispositivos electrónicos cercanos. Se utiliza comúnmente para vincular auriculares, altavoces, teclados y otros dispositivos a teléfonos y computadoras. Se caracteriza por su eficiencia en el uso de energía y ofrece una conexión segura y cifrada. (al., 2016).

1.7 Seguridad biométrica

La seguridad biométrica agrega una capa adicional de protección a los vehículos. Los sistemas biométricos pueden asegurar que solo los propietarios o personas autorizadas tengan acceso al vehículo, lo que disuade el robo. Durante un período considerable de tiempo, los sistemas de seguridad que emplean la biometría han demostrado ser un enfoque efectivo y ágil para la identificación de individuos (Hyundai Motor Company, 2019).

2. CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Descripción de la metodología

En el contexto de este proyecto, basándonos en las conclusiones derivadas de la investigación preliminar y considerando la perspectiva de desarrollo y culminación del prototipo, se ha optado por emplear la Metodología de Construcción de Prototipos. Esta elección se justifica debido a que esta metodología desempeña un papel fundamental en el proceso de desarrollo de diversos tipos de productos, ofreciendo una adaptabilidad destacada a los requisitos específicos del prototipo que se pretende presentar.

A lo largo de las distintas fases de esta metodología, se han examinado a fondo los objetivos y requisitos asociados a la construcción del prototipo. Este enfoque implica la ejecución de una fase de diseño inicial, seguida por la implementación de los componentes de manera individual y, posteriormente, la construcción del prototipo final. Este proceso incluirá la generación de documentación detallada que acompaña al prototipo y culminará con la realización de pruebas exhaustivas para garantizar su funcionamiento adecuado.

2.2 Diseño conceptual

En este proyecto, se han integrado diversas características destinadas a mejorar la seguridad de los vehículos, tanto aquellos que están equipados con sistemas de alarma convencionales como los que no lo poseen. La propuesta se centra en la incorporación de funcionalidades que automatizan el funcionamiento del sistema de seguridad existente, al tiempo que introducen niveles adicionales de protección.

El diseño de este proyecto no solo se limita a la adición de funciones automatizadas, sino que también aborda de manera integral la lógica y la justificación detrás de cada elemento incorporado. El diseño se fundamenta en la premisa de optimizar la seguridad vehicular, considerando aspectos como la prevención de robos, la respuesta rápida ante eventos sospechosos y la capacidad de adaptarse a distintos entornos.

La Figura 2.1 exhibe un diseño visual del prototipo, ofreciendo una representación gráfica de la estructura y conexiones entre los diversos componentes del sistema.

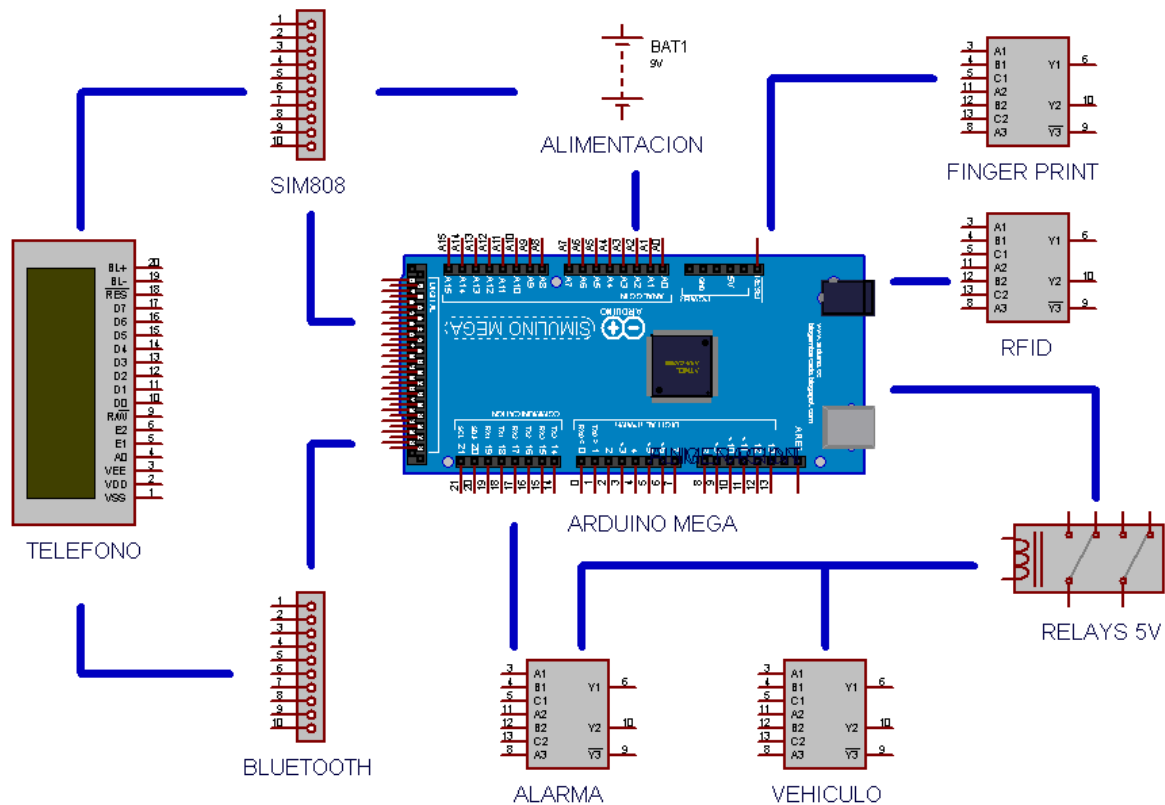


Figura 2.1 Esquema de componentes y conexión

2.3 Selección de materiales y tecnologías

2.3.1 App Inventor

App Inventor destaca como una plataforma de desarrollo visual que simplifica significativamente la creación de aplicaciones para dispositivos Android. Su enfoque permite a los usuarios diseñar interfaces gráficas de manera intuitiva, combinando bloques de lógica de control para configurar el comportamiento de sus aplicaciones (Massachusetts Institute of Technology, 2012-2022). Aunque está diseñado inicialmente para Android y no es directamente compatible con Arduino, se puede utilizar junto con módulos adicionales o para desarrollar una interfaz de control en un teléfono Android que interactúe con el proyecto en Arduino mediante Bluetooth y en este caso, SMS.

A pesar de su diseño inicial centrado en Android y su falta de compatibilidad directa con Arduino, la versatilidad de App Inventor se revela al ser utilizado en conjunto con módulos adicionales. Se destaca especialmente en la creación de interfaces de control en teléfonos Android, que pueden interactuar con proyectos Arduino a través de conexiones como Bluetooth y, en este caso particular, también mediante SMS.

Esta capacidad de extender su funcionalidad a través de módulos adicionales demuestra la adaptabilidad de App Inventor a diversas necesidades de desarrollo. Permitiendo el desarrollo de una aplicación efectiva y versátil que sirva de comunicación con el prototipo, tomando en cuenta que el módulo SIM se comunica mediante mensajes SMS.

2.3.2 Arduino Mega



Figura 2.2 Arduino Mega

Existen diversos tipos de microcontroladores, pero Arduino al ser de las opciones más populares, cuenta con una mayor base de datos lo que facilitara la elaboración del prototipo.

Ya que el prototipo cuenta con varios sensores para la recepción de datos se ha optado por el uso del Arduino Mega, el cual cumple con las características necesarias, las cuales se pueden observar en la Tabla 1.

2.3.3 Arduino IDE

Es una herramienta de desarrollo integrado diseñado para programar y subir software en microcontroladores Arduino a través de una interfaz gráfica intuitiva, además de esto incluye una gran cantidad de librerías integradas y otras las cuales pueden ser incluidas, simplificando así la programación y comunicación de los distintos componentes, complementando todo esto, también incluye un monitor serie, el cual permite la comunicación directa entre la computadora usada para la programación y el Arduino conectado a ésta. (Rodríguez, 2021)

2.3.4 Modulo bluetooth HC-06

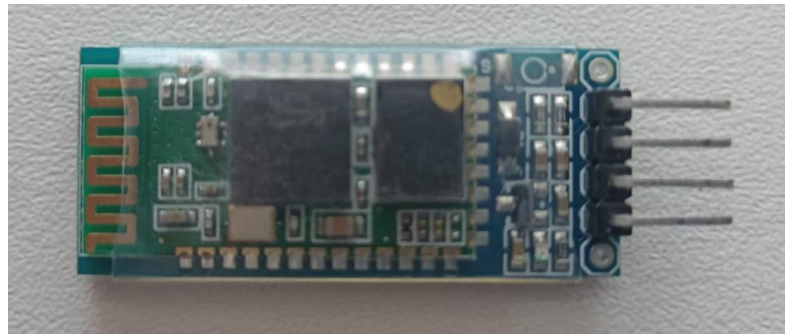


Figura 2.3 Modulo HC-06

La elección del módulo HC-06 se fundamenta en su papel esencial para optimizar la conectividad y la funcionalidad inalámbrica dentro del prototipo. Este módulo posibilita la comunicación sin cables hacia los dispositivos móviles, lo cual, con ayuda de una aplicación móvil facilitara y complementara el uso del sistema. Esta decisión se alinea con el objetivo de lograr una solución más eficaz y versátil en el ámbito de la seguridad vehicular.

Tabla 2.1: Especificaciones modulo HC-06 (MGSYSTEM ORG, 2023)

Versión de Bluetooth	V2.0 + EDR
Tensión de funcionamiento	3,3 V
Baud Rate por defecto	9600,8,1, n.
Cobertura de la señal	10 m
Tamaño del artículo	4.3 cm x 1.6 cm x 0.7 cm
Peso del artículo	8 gramos

2.3.5 Modulo SIM808

Para establecer una comunicación efectiva a larga distancia y rastrear la ubicación del vehículo, se ha llevado a cabo una exhaustiva búsqueda de diversos módulos que puedan complementar de manera óptima el proyecto final. Entre los numerosos dispositivos disponibles en el mercado, los módulos SIM800L y SIM808 han destacado como las opciones más reconocidas y ampliamente disponibles.

Estos módulos no solo se han ganado su reputación por su popularidad, sino también por su capacidad para ofrecer funcionalidades avanzadas en términos de comunicación

y localización. El SIM800L y el SIM808 son ampliamente utilizados en proyectos que requieren una conectividad robusta y confiable a través de redes móviles, y su presencia en el mercado se traduce en una mayor accesibilidad para los desarrolladores y diseñadores.

La Tabla 3 proporciona un detallado desglose de las características de estos módulos, permitiendo una evaluación precisa de sus capacidades y compatibilidad con los requisitos específicos del proyecto. La elección de estos módulos se fundamenta no solo en su reconocimiento y disponibilidad en el mercado, sino también en su capacidad para brindar las funcionalidades necesarias para la comunicación de larga distancia y el rastreo de la ubicación del vehículo, elementos cruciales para el éxito y la eficacia del prototipo en desarrollo.

Tabla 2.2: Comparativa modulo sim 808 y sim 800L
(Naylamp Mechatronics SAC, 2023)

	SIM 808	SIM 800L
Red	2G-3G	2G
Voltaje de operación	3.4-4.4 V	3.4-4.4 V
Consumo	2A <u>max</u> 500mA en transmisión 7mA en espera	2A <u>max</u> 500mA en transmisión 7mA en espera
Frecuencias	850/900/1800/1900M Hz (GSM/GPRS) / 850/900/1900/2100M Hz (UMTS/HSPA)	850/900/1800/1900M Hz (GSM/GPRS)
Conectividad	Enviar/recibir llamadas Enviar/recibir mensajes Enviar/recibir datos GPRS	Enviar/recibir llamadas Enviar/recibir mensajes Enviar/recibir datos GPRS
GPS	Compatible	No compatible

La minuciosa evaluación de los datos presentados en la Tabla 3 ha permitido determinar que el módulo que mejor se adapta a las necesidades específicas del prototipo es el módulo SIM808. Este componente no solo se destaca por su reconocimiento en el mercado, sino que también satisface de manera óptima los requisitos esenciales del proyecto.

Además de las características fundamentales que ambos módulos poseen, el módulo SIM808 destaca por incluir la funcionalidad de GPS. Esta característica se revela como indispensable para el correcto funcionamiento y la aplicación efectiva del proyecto, ya que permite rastrear la ubicación del vehículo de manera precisa. La combinación de estas características hace que el SIM808 no solo sea una elección práctica, sino también una contribución esencial para la implementación exitosa del prototipo, asegurando una comunicación confiable y una ubicación precisa en todo momento.

2.3.6 Modulo RFID

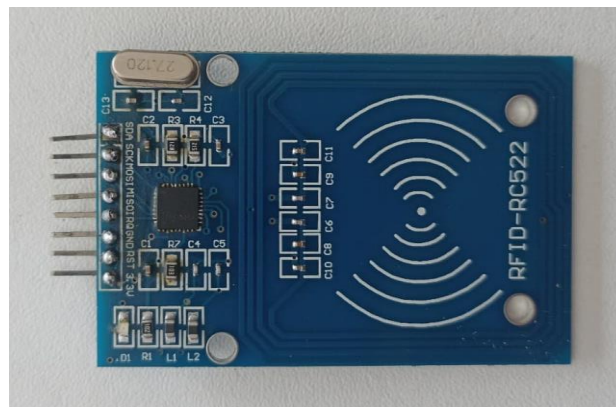


Figura 2.4 Modulo RFID RC522

El módulo RFID RC522 se configura como un dispositivo altamente funcional que permite la lectura de tarjetas de identificación mediante tecnología de radiofrecuencia. Su operación se basa en el protocolo de interfaz serial periférica (SPI), facilitando la conexión con microcontroladores de manera eficiente. Entre las destacadas características de este módulo se encuentra su capacidad para detectar tarjetas RFID, leer los identificadores únicos (UID) de estas y posibilitar la autenticación necesaria para acceder a la información almacenada en dichas tarjetas (Naylamp Mechatronics SAC, 2016).

La incorporación de este módulo RFID RC522 en el proyecto aporta un nivel adicional de seguridad al vehículo. Al permitir que solo las tarjetas autorizadas puedan acceder al

vehículo, este componente se convierte en un elemento esencial para fortalecer la protección del automóvil. Este método no solo complementa las medidas de seguridad convencionales, sino que también agrega una capa extra de autenticación, mejorando considerablemente la integridad del sistema y disminuyendo los riesgos vinculados a accesos no autorizados.

2.3.7 Sensor de huella dactilar digital AS608



Figura 2.5 Sensor AS608

El Sensor de Huella Dactilar Digital AS608 sobresale por su capacidad avanzada para capturar y verificar huellas dactilares a través de un escaneo óptico de alta precisión. Este dispositivo no solo permite la identificación biométrica de manera fiable, sino que también destaca por su capacidad de almacenamiento, con una placa integrada capaz de registrar hasta 300 huellas dactilares.

La versatilidad de este sensor no solo radica en su capacidad para almacenar múltiples huellas, sino también en su enfoque hacia la autenticación biométrica confiable. La personalización de acceso que ofrece este dispositivo se convierte en un recurso valioso para la seguridad del vehículo, ya que brinda la posibilidad de limitar el acceso únicamente a usuarios autorizados. La inclusión de este sensor en el proyecto abre la puerta a la implementación de un sistema que permite encender el vehículo exclusivamente mediante el acceso autorizado proporcionado por este sensor de huellas dactilares (Naylamp Mechatronics SAC, 2023).

2.3.8 Modulo Relay 5V

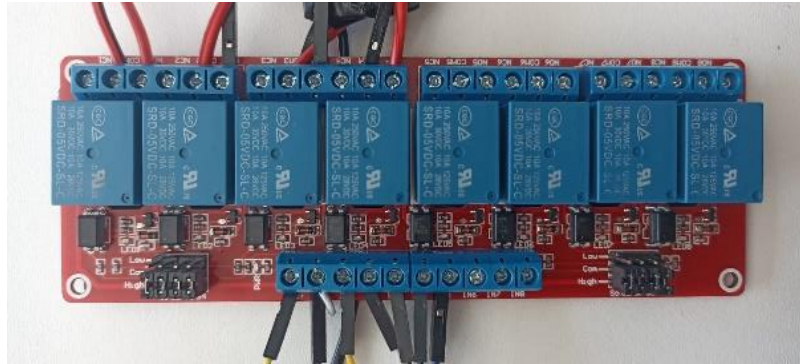


Figura 2.6 Modulo Relay 5V 8 canales

El módulo que se integra en nuestro proyecto juega un papel esencial al facilitar la conexión entre el microcontrolador Arduino y el sistema eléctrico del vehículo, incluyendo su sistema de alarma. Un aspecto fundamental por considerar es que el microcontrolador Arduino opera con señales de 3.3 y 5V, voltajes que resultan insuficientes para activar y desactivar funciones y componentes del vehículo, los cuales comúnmente funcionan con un sistema eléctrico de 12V.

La necesidad de traducir y adaptar los niveles de voltaje se convierte en una función crucial de este módulo, actuando como un puente efectivo entre el microcontrolador y el sistema eléctrico del vehículo. Al hacerlo, permite que el Arduino tenga la capacidad de controlar de manera efectiva las funciones asociadas con la alarma y otros componentes del vehículo que operan a un voltaje más alto.

Este componente no solo resuelve el desafío de incompatibilidad de voltajes, sino que también posibilita una integración más efectiva del sistema de control del vehículo, permitiendo al microcontrolador enviar señales precisas y adecuadas para activar o desactivar funciones específicas del automóvil. En consecuencia, el módulo no solo actúa como un convertidor de voltaje, sino que también contribuye significativamente a la funcionalidad global del proyecto, asegurando una comunicación efectiva y segura entre el microcontrolador y el sistema eléctrico del vehículo.

2.4 Desarrollo de componentes

2.4.1 Conexión Arduino – Alarma

El primer paso crucial en la implementación del proyecto implica la interconexión entre la alarma del vehículo y el prototipo. El objetivo es lograr que al activar o desactivar el prototipo, se realice de manera simultánea la activación o desactivación de la alarma. Además, se busca transferir ciertas funcionalidades de la alarma al prototipo para una gestión más integral de la seguridad del vehículo. Este proceso requiere la utilización del control remoto de la alarma, el cual está previamente codificado para operar con la misma.

En el control remoto de la alarma, se encuentran los botones de activación y desactivación, los cuales se activarán mediante relés dedicados para cada botón. Estos relés, a su vez, serán activados por señales emitidas por el microcontrolador Arduino, como se ilustra en la Figura 2.7. La codificación específica del control remoto asegura que el prototipo pueda controlar de manera efectiva las funciones de la alarma, estableciendo una sincronización precisa entre ambas unidades.

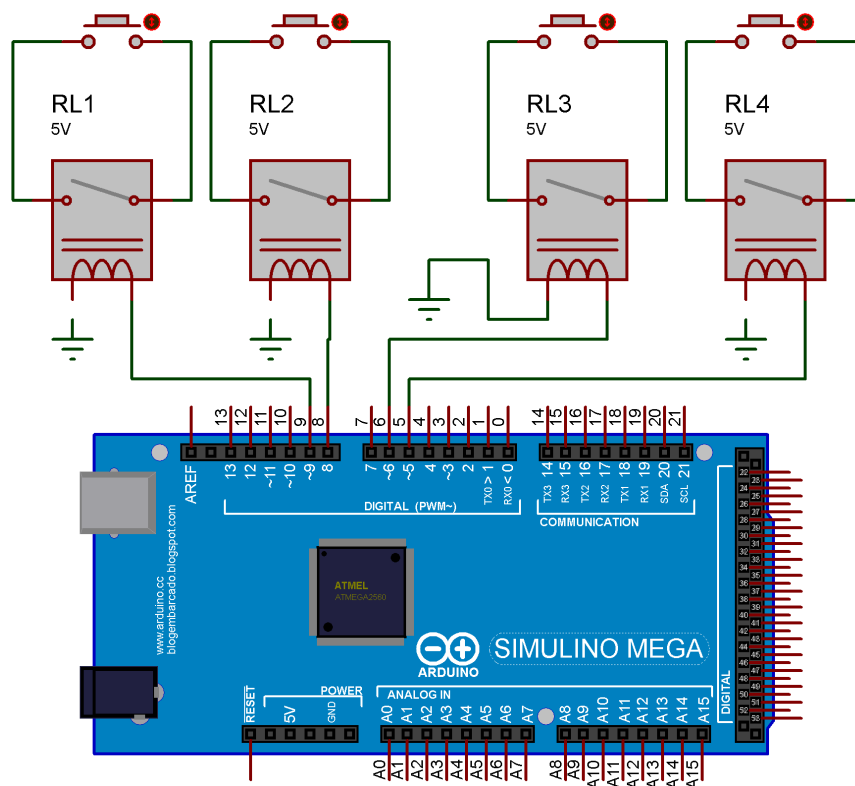


Figura 2.7 Conexión Arduino con relay

Con esta conexión se logra controlar la alarma del vehículo con el prototipo a través de lectura de comandos enviados por el monitor serial, a continuación, se muestra el código utilizado para el funcionamiento.

```
if (Serial.available() > 0) {
  estado = Serial.read();
  if (estado == 'A') {
    activarSalida(bloquear, 500);
    bloqueado = 1;
    Serial.println(bloqueado);
  } else if (estado == 'B') {
    activarSalida(desbloquear, 500);
    bloqueado = 0;
    Serial.println(bloqueado);
  } else if (estado == 'C')
    activarSalida(opcion, 500);
  else if (estado == 'D')
    activarSalida(cajuela, 3000);
  estado = 0;}

```

En el proceso de bloqueo y desbloqueo del prototipo, resulta imperativo obtener las señales necesarias de la alarma. Para lograr esto, se extraen estas señales del módulo de bloqueo de la alarma, identificando específicamente la señal de 5V que será utilizada como entrada para el microcontrolador Arduino. La señal de bloqueo y desbloqueo generada por la alarma se convierte en un factor determinante, activando un relé correspondiente. Este relé, a su vez, facilita el paso de la señal de 5V, devolviéndola de nuevo al Arduino a través de los pines de entrada designados, tal como se representa en la Figura 2.7.

Este proceso no solo permite la integración de las señales de bloqueo y desbloqueo de la alarma en el prototipo, sino que también garantiza una comunicación efectiva entre ambas unidades. El relay actúa como un interruptor controlado por la alarma, permitiendo que la señal de 5V sea direccionada de manera precisa hacia el Arduino. De esta manera, se establece una conexión directa y eficiente que posibilita la

coordinación entre el sistema de bloqueo de la alarma y las funciones de bloqueo y desbloqueo del prototipo.

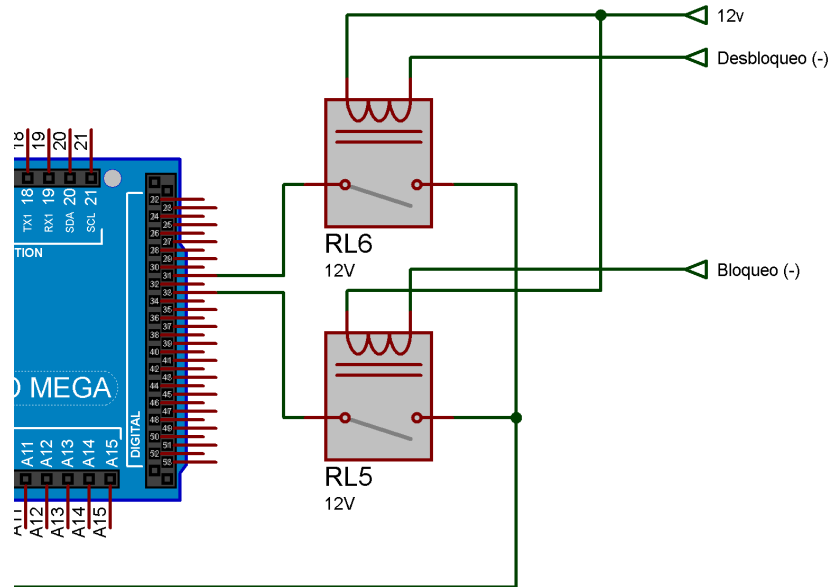


Figura 2.8 Conexión de señales de la alarma al Arduino

2.4.2 Conexión HC-06 – Arduino

Para establecer la conexión del módulo Bluetooth, se sigue un proceso cuidadoso siguiendo las indicaciones proporcionadas en las etiquetas del módulo HC-06, las cuales están marcadas junto a cada pin de conexión. La corriente de 3.3V y el pin GND se conectan directamente al Arduino para suministrar la alimentación necesaria al módulo. Además, los pines de transmisión de datos (TX y RX) se vinculan directamente con los pines TX y RX del Arduino.

Es esencial prestar atención a la orientación específica durante la conexión de los pines de transmisión de datos. Esto implica que el pin de transmisión del módulo HC-06 se conecta al pin de recepción del Arduino, mientras que el pin de recepción del HC-06 se conecta al pin de transmisión del Arduino. Esta disposición garantiza una comunicación efectiva entre el módulo Bluetooth y el Arduino, evitando conflictos en la transmisión y recepción de datos.

La Figura 2.9 proporciona una representación visual de esta conexión, facilitando la comprensión y la implementación precisa del proceso. La conexión directa de los pines y la consideración precisa de la orientación de los pines de transmisión aseguran una configuración adecuada, permitiendo que el módulo Bluetooth se comunique

eficientemente con el Arduino, lo cual es fundamental para las funciones de control y comunicación inalámbrica del proyecto.

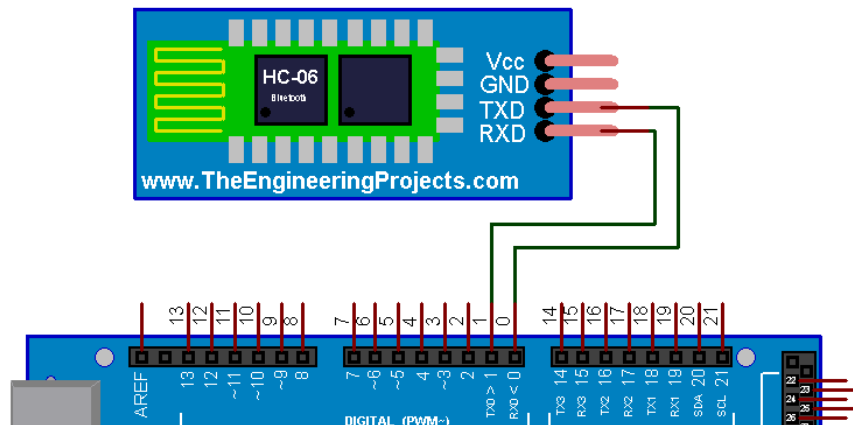


Figura 2.9 Conexión HC-06 con Arduino

2.4.3 Conexión SIM808 – Arduino

La conexión del módulo sim es muy similar a la conexión del módulo bluetooth, pero en esta ocasión para la transmisión de datos se usan los pines 12 y 13 del Arduino.

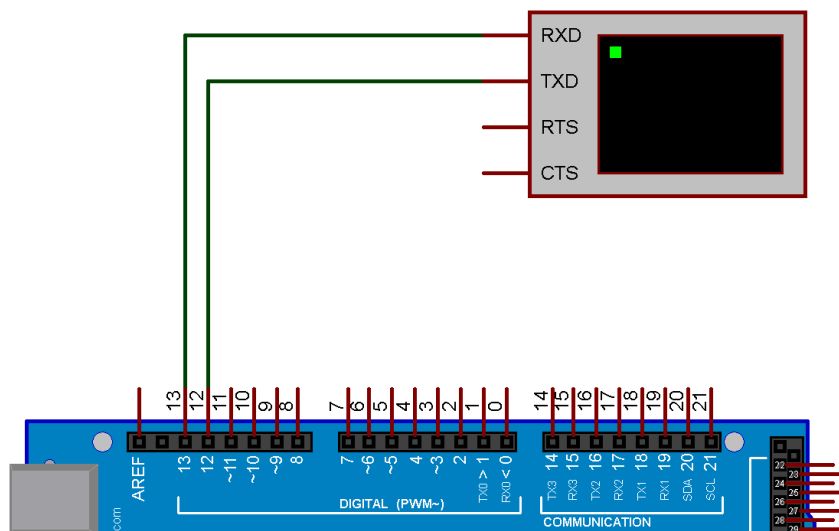


Figura 2.10 Conexión SIM808 con Arduino

Una vez realizada la conexión física se procede con el código, primeramente, estableciendo los vectores necesarios para las estructuras utilizadas, seguido de la definición los pines de datos.

```

#define cont_mensaje 160
char mensaje[cont_mensaje];
int sms = 0;
char MENSAJE[300];
char latitud[12];
char longitud[12];
char telefono[16];
char fechaHora[24];

#define sim808TX 12
#define sim808RX 13
SoftwareSerial simSerial(sim808TX, sim808RX);
DFRobot_SIM808 sim808(&simSerial);

```

Y se continua con la inicialización del modulo y espera de un mensaje recibido

```

sms = sim808.isSMSunread(); //Detectar si hay mensajes sin leer

if (sms > 0)
{
    leerSMS();
    sim808.detachGPS(); //Apagar GPS
    Serial.println("Listo para recibir mensajes");
}

```

Y finalmente se establecen las funciones que realizara el modulo

```

void leerSMS()
{
    sim808.readSMS(sms, mensaje, cont_mensaje, telefono,
fechaHora); //estructura del mensaje leido

    sim808.deleteSMS(sms); //se eliminan los mensajes para no almacenarlos
    Serial.print("Mensaje recibido: ");
    Serial.println(mensaje);
    Serial.print("Desde el número: ");
    Serial.println(telefono);
    Serial.print("Fecha y hora: ");
    Serial.println(fechaHora);
    if (strcmp(mensaje, "simbloquear") == 0)
    {
        digitalWrite(rele, LOW);
    }
}

```

```

if (strcmp(mensaje, "simdesbloquear") == 0)
{
    digitalWrite(rele, HIGH);
}
if (strcmp(mensaje, "simubicacion") == 0)
{
    obtenerGPS();
    enviarSMS();
}
else{
    Serial.println("Sin comandos\n");
}
}
}

```

```

void obtenerGPS()
{
    while (!sim808.attachGPS())
    {
        Serial.println("GPS no detectado");
        delay(1000);
    }
    delay(3000);

    Serial.println("GPS detectado");

    while (!sim808.getGPS())
    {
    }

    Serial.print(sim808.GPSdata.year);
    Serial.print("/");
    Serial.print(sim808.GPSdata.month);
    Serial.print("/");
    Serial.print(sim808.GPSdata.day);
    Serial.print("latitud :");
    Serial.println(sim808.GPSdata.lat);
    Serial.print("longitud :");
    Serial.println(sim808.GPSdata.lon);
    Serial.print("velocidad_kph :");
    Serial.println(sim808.GPSdata.speed_kph);
    Serial.println();

    float lat = sim808.GPSdata.lat;
    float lon = sim808.GPSdata.lon;
    float vel = sim808.GPSdata.speed_kph;

    dtostrf(lat, 4, 6, latitud);
}

```



```

dtostrf(lon, 4, 6, longitud);

    sprintf(MENSAJE, "Latitud : %s\nLongitud : %s
kph\nhttp://maps.google.com/maps?q=%s,%s\n", latitud, longitud, latitud,
longitud);
}

void enviarSMS()
{

    Serial.println("Enviando mensaje ...");

    Serial.println(MENSAJE);
    Serial.println(telefono);

    sim808.sendSMS(telefono, MENSAJE);
}

void enviarintrusionSMS()
{

    Serial.println("Enviando mensaje ...");

    Serial.println("Intrusion detectada");
    Serial.println(telefonoregistrado);

    sim808.sendSMS(telefonoregistrado, "Intrusion detectada");
}

```

Para el diseño del código se obtuvo la librería DFRobot_SIM808 de (mewanindula, 2017), y a partir de los ejemplos de la librería se procedió a la creación del mismo, tomando en cuenta las características buscadas para el proyecto.

2.4.4 Conexión RFID – Arduino

Para llevar a cabo la apertura del vehículo, se opta por la versatilidad que ofrece el lector de tarjetas RFID, mientras se descarta el uso del control convencional. La conexión entre el lector RFID y el sistema se realiza aprovechando la librería MFRC de Arduino IDE, utilizando el ejemplo ReadNUID. Este ejemplo, proporciona información detallada sobre cómo realizar la conexión con diversas versiones de Arduino y, utilizando el mismo código, se procede a la lectura de los tags RFID.

La elección del lector de tarjetas RFID se justifica por su capacidad para proporcionar una solución segura y flexible para la apertura del vehículo. Al prescindir del control

convencional y adoptar la tecnología RFID, se introduce un enfoque más avanzado y eficiente, permitiendo que la apertura se realice de manera rápida y sin necesidad de elementos físicos como llaves tradicionales. Esta elección de tecnología no solo mejora la seguridad del sistema de apertura, sino que también ofrece una mayor comodidad y flexibilidad en comparación con métodos convencionales. Con esta implementación, se establece una solución moderna y eficiente para la apertura del vehículo mediante la tecnología RFID.

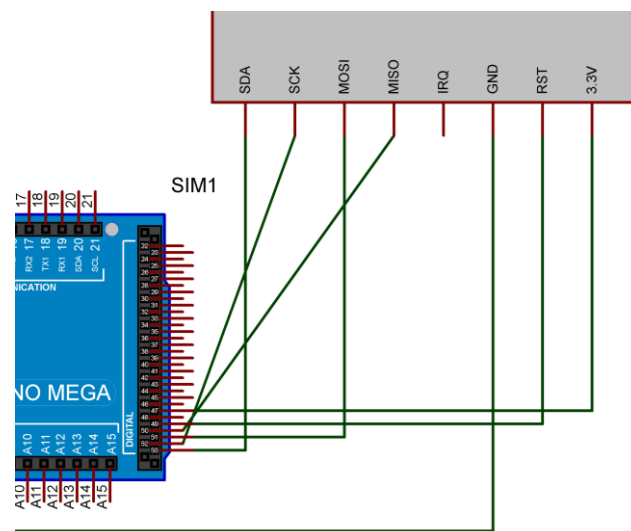


Figura 2.11 Conexión Lector RFID con Arduino

Una vez conectado y leídos los tags, se procede a acoplar el código para las necesidades del prototipo, registrando los tags autorizados para el desbloqueo del vehículo.

```
#define RST_PIN 47
#define SS_PIN 53
#define pindecorrienterfid 49 //Pin de V
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
byte tag1[4] = {0x00, 0xDF, 0x9B, 0x11}; //Tag Autorizado
byte tag2[4] = {0xC3, 0x84, 0xA5, 0xFC}; //Tag Autorizado
byte tagActual[4];
```

```

void loop() {

    if (mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() && mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
        Serial.println(F("Tarjeta UID:"));
        dump_byte_array(mfrc522.uid.uidByte, mfrc522.uid.size);

        if ((compararArray(tagActual, tag1) || compararArray(tagActual,
tag2))) {
            Serial.println(" Acceso Permitido...");
            activarSalida(desbloquear, 500);
            lectorHuellaEncendido = true;
            bloqueado = 0;
            Serial.println(bloqueado);
        } else {
            Serial.println(" Desconocido");
        }
        delay(1000);
    }
}

```

2.4.5 Conexión AS608 - Arduino

La integración del módulo biométrico es una pieza esencial para la funcionalidad de arranque del vehículo, convirtiéndose en un componente indispensable durante la fase de diseño del prototipo. El módulo seleccionado cuenta con su propio microcontrolador, el cual almacena toda la configuración necesaria. Por lo tanto, para conectar el módulo al Arduino, simplemente se requiere la transmisión de información, teniendo en cuenta los pines ya utilizados por los módulos previos en el sistema.

La Figura 2.12 proporciona una representación visual de la conexión del módulo biométrico, mostrando cómo se integra de manera efectiva con los componentes previamente instalados en el proyecto. La simplicidad en la transmisión de información entre el módulo biométrico y el Arduino destaca la eficiencia del diseño, aprovechando la capacidad de almacenamiento y procesamiento del microcontrolador interno del módulo biométrico.

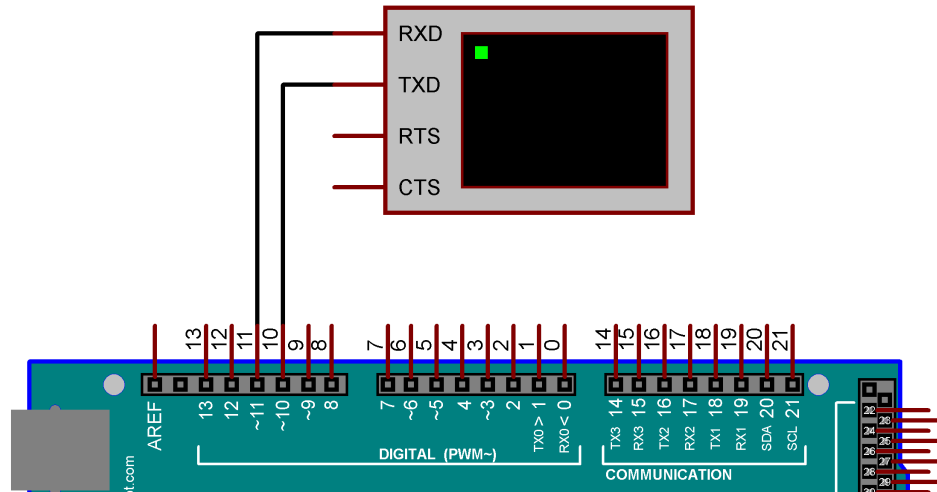


Figura 2.12 Conexión Arduino con AS608

El primer paso por realizar es la verificación de datos del módulo, para esto se hará uso de la librería Adafruit Fingerprint Sensor Library, continuando con establecer las huellas dactilares que tendrán acceso al vehículo. Una vez establecido, procedemos a crear un código propio, estableciendo la conexión e inicio del módulo.

```
Serial.println("\n\nIniciando...");
finger.begin(57600);

if (finger.verifyPassword()) {
  Serial.println("Sensor de huella encontrado");
} else {
  Serial.println("No se ha encontrado el sensor de huella");
  while (1) {
    delay(1);
  }
}
```

Y se procede a la verificación de la huella mediante la comparación con las huellas previamente registradas, para esto se usa la función `getFingerprintIDez` que incluye la librería utilizada.

```
// Leer huella digital si el lector está encendido
if (lectorHuellasEncendido) {
  int fingerprintID = getFingerprintIDez();

  // Si se detecta una huella válida, realizar acciones
  if (fingerprintID != -1) {
```

```
Serial.print("Huella detectada, ID: ");  
Serial.println(fingerprintID);  
  
}  
}
```

2.4.6 Diseño y programación de la aplicación móvil.

En el proceso de desarrollo de la aplicación móvil, se puso especial énfasis en la creación de un diseño simple e intuitivo que facilitara la experiencia del usuario, evitando complicaciones innecesarias en su uso. El objetivo principal fue integrar únicamente aquellas funciones esenciales para el control del prototipo y la activación de la alarma del vehículo.

La premisa detrás de esta decisión se basó en la consideración de que el código del prototipo, junto con la incorporación de la alarma del vehículo, ya está configurado para operar de manera autónoma, sin depender directamente de un control externo. En este contexto, la aplicación móvil se concibió como una herramienta destinada a situaciones particulares y especiales, más que como un componente esencial para el funcionamiento cotidiano del sistema.

La simplicidad del diseño de la aplicación móvil tiene la ventaja de minimizar la curva de aprendizaje para los usuarios, garantizando que las funciones necesarias para el control del prototipo y la alarma del vehículo sean fácilmente accesibles. Además, esta elección favorece la eficiencia en el uso de la aplicación, permitiendo una interacción rápida y directa en situaciones específicas en las que se requiera una intervención manual o remota.

Se optó por dos pantallas principales, la primera para establecer la conexión con el módulo Bluetooth, en la cual se presentan los botones de bloqueo y desbloqueo y en el caso de la alarma utilizada, dos botones adicionales que activan diferentes funciones de la alarma, así no perdemos funcionalidades de la alarma, de igual manera se colocó el logo de Bluetooth el cual funciona para establecer la conexión con el prototipo, y un botón para cambiar de pantalla.



Figura 2.13 Aplicación de control del prototipo, pantalla 1

En la segunda pantalla de la aplicación móvil, se han implementado funciones específicas para establecer conexión con el módulo SIM del prototipo. Esta pantalla brinda al usuario la posibilidad de realizar acciones remotas desde cualquier ubicación, mediante botones diseñados para bloquear y desbloquear el vehículo, así como otro botón destinado a recibir la ubicación de este.



Figura 2.14 Aplicación de control del prototipo, pantalla 2

Esta segunda pantalla cuenta con una sección de configuración, la cual permite establecer el número de teléfono al cual van a ser enviados los comandos.

2.5 Ensamblaje del prototipo

En esta fase del proyecto, se lleva a cabo la integración de todos los componentes para dar forma a un prototipo funcional. Este proceso comienza con la conexión física de cada elemento, asegurando que todas las interconexiones se realicen de manera adecuada y siguiendo las especificaciones previamente definidas en el diseño del sistema.

La conexión física implica la correcta disposición y enlace de módulos como el módulo SIM, el lector de huellas dactilares, el lector RFID, el módulo Bluetooth, entre otros. Es crucial garantizar que cada componente esté conectado a los pines correspondientes en el microcontrolador Arduino y que la alimentación eléctrica sea adecuada para todos los elementos.

Simultáneamente, se lleva a cabo una exhaustiva revisión del código Arduino para confirmar que cada componente es reconocido y operado correctamente por el

programa. Se verifican las configuraciones, se ajustan posibles parámetros, y se asegura la coherencia en la comunicación entre los diferentes módulos y el microcontrolador. Esta etapa es esencial para identificar posibles problemas de conexión, conflictos en el código o cualquier otro inconveniente que pudiera afectar el desempeño del prototipo. La revisión minuciosa del código y la validación de la conexión física sientan las bases para un prototipo funcional y confiable.

Además, durante este proceso, se pueden realizar pruebas preliminares para verificar la interacción entre los componentes, permitiendo detectar y corregir posibles errores antes de avanzar a las fases posteriores del proyecto. La integración exitosa de todos los elementos es un paso crucial para alcanzar un prototipo coherente y listo para su implementación y prueba en condiciones reales.

2.5.1 Unión de componentes

La conexión completa del prototipo sigue meticulosamente el esquema detallado en la figura 2.1, donde se establece la disposición precisa de cada componente y la correcta interconexión entre ellos. La sección de Desarrollo de Componentes actúa como una guía detallada que asegura que cada componente esté conectado a los pines correspondientes en el microcontrolador Arduino.

Durante este proceso, se realiza una verificación exhaustiva de los pines para prevenir posibles errores en el armado. Este paso es fundamental para evitar conexiones incorrectas que podrían generar mal funcionamiento o incluso daños en los componentes electrónicos. Se presta especial atención a la asignación correcta de pines de alimentación, pines de datos y pines de control, garantizando así la coherencia en la conexión física de todo el sistema.

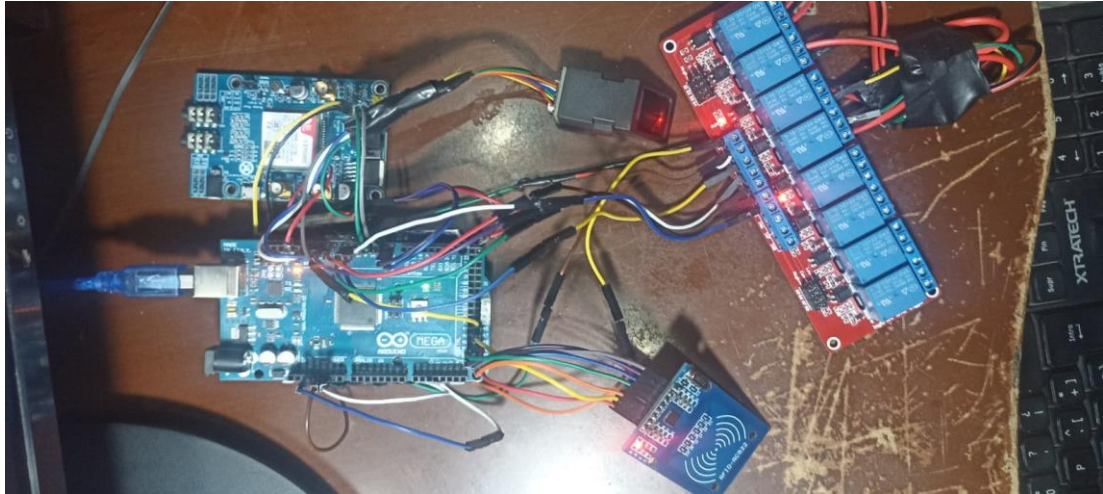


Figura 2.15 Conexión de todos los componentes

2.5.2 Ensamblaje en el vehículo

En el proceso de implementación del prototipo en el vehículo, se comienza por identificar y ubicar las conexiones necesarias para integrar los componentes del sistema. Se realiza un análisis detallado de la disposición física del vehículo, considerando factores como la accesibilidad a los componentes, la conveniencia para las interconexiones y la minimización de posibles interferencias con otros sistemas del vehículo.

Es crucial destacar que, en esta fase inicial, se implementa el sistema de alimentación del prototipo, para lo cual se ha requerido el uso de dos módulos reguladores de voltaje DC para fijar un voltaje constante en la entrada del Arduino y del módulo SIM.

Las especificaciones del Arduino que se muestran en la Tabla 1.1 nos guía sobre el voltaje que necesita este microcontrolador para funcionar, para este caso se ha fijado con el regulador un voltaje constante de 11.6V para el Arduino y 4V para el modulo SIM, pues en la placa de este modulo nos marca que puede tener una alimentación de 3.3 a 4 V.

La ubicación estratégica de las conexiones en el vehículo se planifica considerando la optimización de la eficiencia y la efectividad del sistema. Se busca minimizar la complejidad de la instalación y garantizar que las conexiones sean lo más directas y funcionales posible. Este enfoque inicial de planificación sienta las bases para una integración más fluida y exitosa del prototipo en el entorno del vehículo, teniendo en cuenta su naturaleza como un proyecto prototípico.

El sistema cuenta con un pin de activación el cual activa y desactiva un relay el cual se a decidido utilizar para el corte de corriente a la bomba de combustible del vehículo, siendo este el mas efectivo para la seguridad del vehículo. Una vez identificado el cable que proporciona energía a la bomba de combustible se procede a cortarlo y unirlo al relay establecido.

3. CAPÍTULO 3: RESULTADOS

3.1 Pruebas de funcionamiento

Para dar inicio al proceso de evaluación, se llevó a cabo una prueba visual preliminar. Esta etapa consistió en conectar la fuente de alimentación a la computadora y verificar minuciosamente que el Arduino, junto con todos sus módulos asociados, se encendiera correctamente. Este paso es crucial para garantizar el suministro de energía adecuado a todos los componentes del sistema.

Posteriormente, se procedió a la inicialización del entorno de desarrollo Arduino IDE. Durante este proceso, se ingresó al monitor serie, una herramienta esencial para la depuración y monitoreo en tiempo real. Al entrar en el monitor serie, se llevó a cabo una verificación detallada para asegurarse de que los módulos conectados estuvieran transmitiendo datos correctamente al Arduino. Acompañado de esto también se realizan las pruebas de la aplicación móvil. Este paso no solo implica confirmar la recepción de datos, sino también identificar y abordar cualquier anomalía que pudiera surgir durante esta fase.

Es importante destacar que se prestó especial atención a la detección de posibles errores durante la inicialización y operación de los módulos. La ausencia de errores es crucial para garantizar la estabilidad y fiabilidad del sistema. Cualquier inconveniente detectado durante esta fase fue abordado de inmediato para asegurar un funcionamiento óptimo del conjunto.

Estas pruebas iniciales no solo validaron la conexión física y eléctrica de los componentes, sino que también sirvieron como una fase crucial de verificación de la integridad de la comunicación entre el Arduino y sus módulos asociados. Este enfoque riguroso en las pruebas iniciales sienta las bases para un desarrollo y despliegue exitosos del proyecto, al asegurar un funcionamiento confiable desde el principio.

Una vez conectado y ubicado el prototipo se observa que los leds indicadores de cada módulo se encienden con éxito, a continuación, y con ayuda de una computadora conectada, en el monitor serie se probó cada módulo.

3.1.1 Modulo Bluetooth

La operación del módulo Bluetooth en colaboración con la aplicación móvil demuestra un rendimiento óptimo. Una vez que se ha establecido la conexión con el módulo, la respuesta al presionar cada botón es instantánea, indicando una interacción eficiente y sin demoras notables. Por lo tanto, el único período de espera se encuentra en el momento inicial de establecer la conexión con el módulo, siendo este el único intervalo que podría influir en la experiencia del usuario.

Tabla 3.1: Prueba de conexión con el módulo HC-06

Prueba	Distancia (m)	Tiempo de espera (s)
1	1	1.2
2	1	1.5
3	3	1.5
4	3	1.3
5	6	1.5
6	6	1.5
7	8	3.7
8	8	3.2
9	10	3.5
10	10	Sin conexión

La Tabla 3.1 proporciona un análisis detallado de los resultados obtenidos durante las pruebas de conexión al módulo HC-06 a diversas distancias, con el propósito de evaluar el tiempo de espera al establecer una conexión con el dispositivo. En distancias inferiores a los 6 metros, no se observaron discrepancias notables en el rendimiento de la conexión. No obstante, a partir de los 6 metros, especialmente a partir de los 8 metros, comenzaron a surgir dificultades para establecer una conexión con el módulo. Al llegar

a los 10 metros, se evidenciaron fallas en la conexión, indicando un deterioro significativo en la calidad de la comunicación a distancias más extensas.

3.1.2 Modulo SIM808

A pesar de que los indicadores LED del módulo SIM estaban encendidos, se detectaron problemas en la lectura para verificar su correcto funcionamiento. Como solución, se decidió aumentar el voltaje del regulador que suministra energía a este módulo, estableciéndolo en 7.5V.

A continuación, se detallan las pruebas realizadas para confirmar la efectividad del sistema, centrándose en la verificación del envío y recepción de mensajes y notificaciones a través de la aplicación móvil y el sistema de mensajería del teléfono móvil.

```
Monitor Serie x Salida
Mensaje (Intro para mandar el mensaje de 'Arduino Mega or Mega 2560' a 'COM5')
No se detecta sim808
Iniciación SIM808 exitosa
Listo para recibir mensajes
Mensaje recibido: simubicacion
Desde el número: +593997379866
Fecha y hora: 24/01/09,04:02:44-20
GPS detectado
2024/1/9latitud :-0.08
longitud :-78.48
velocidad_kph :0.33

Enviando mensaje ...
Latitud : -0.080887
Longitud : -78.478172 kph
http://maps.google.com/maps?q=-0.080887,-78.478172

+593997379866
Listo para recibir mensajes
```

Figura 3.1 Recepción de mensajes al Arduino

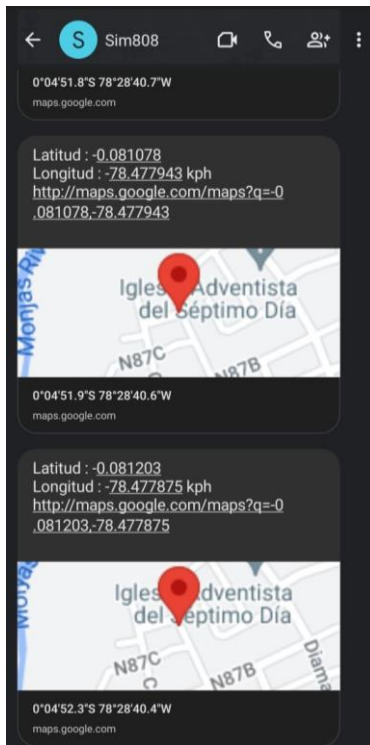


Figura 3.2 Recepción de mensajes al teléfono móvil

El proceso de envío y recepción de mensajes de texto es considerablemente más lento comparándolo con el método de conexión con bluetooth. Se realizaron pruebas de tiempo de espera de recepción de mensajes al Arduino y los datos obtenidos se muestran en la Tabla 3.2. Una vez el prototipo recibe los mensajes las acciones especificadas en el código se realizan de forma instantánea, el único tiempo de espera es el mostrado en las pruebas.

Tabla 3.2: Prueba de recepción de mensajes al Arduino

Prueba	Tiempo de espera (s)
1	4.5
2	5
3	4.5
4	4.5
5	5.2

Tabla 3.3: Prueba de recepción de mensajes al teléfono móvil

Prueba	Tiempo de espera (s)
1	21
2	19
3	20
4	20
5	21

Tabla 3.4: Error de medición GPS

Prueba	Error en distancia (m)
1	10
2	5
3	30
4	20
5	10

3.1.3 Modulo RFID

El código contiene una variable la cual se ha nombrado como bloqueado, siendo representado con 0 y 1 para el sistema desbloqueado y bloqueado respectivamente, para poder observar el estado en el monitor serie, con este dato podemos verificar que todos los módulos funcionen correctamente, además de las acciones físicas que realizan. En la Figura 3.1 se observan las acciones realizadas del sensor AS608, verificación de los tags autorizados por el módulo RFID y comprobación de recepción de datos por la aplicación y bluetooth.

```
Salida Monitor Serie x
Mensaje (Intro para mandar el mensaje de 'Arduino Mega or Mega 2560' a 'COM5')
Detección de lector de huellas
Sensor de huella encontrado
El sistema contiene 4 personas registradas
Esperando un dedo válido...
Huella detectada, ID: 1
0
Tarjeta UID:
00 DF 9B 11
Acceso Permitido...
0
Tarjeta UID:
C3 84 A5 FC
Acceso Permitido...
0
1
0
1
0
1
0
```

Figura 3.3 Monitor serie RFID

En esta sección se procedió a mejorar el código, permitiendo que los módulos interacciones de mejor manera entre sí, bloqueando y desbloqueando ciertas funciones, a partir de este punto, el sensor de huella únicamente se activara cuando se detecte un estado de desactivado de la alarma.

También se toma como mejor consideración colocar el lector RFID tras el parabrisas delantero en la parte inferior del mismo, tras las pruebas se verifico que es la mejor posición y no presenta fallas de detección con ninguno de los dos tags registrados.

El modulo Bluetooth funciona correctamente, tras varias pruebas realizadas el modulo funciona correctamente con el teléfono móvil hasta una distancia eficaz de 8.5 m desde la ubicación de este, a partir de esta distancia el modulo empieza a presentar fallas de lectura.

3.2 Documentación

El Sistema necesita 3 cables para funcionar correctamente

- 12V batería
- GND
- 12V al contacto

Módulo SIM808:

Antes de utilizar el sistema, asegúrate de haber insertado una tarjeta SIM válida en el módulo SIM808 y de haber establecido correctamente la conexión de la antena. Una vez establecida la conexión, presionar el botón de encendido ubicado en un lateral de la placa por 3 segundos hasta que quede encendido (esta acción deberá ser realizada por una única vez al momento de la primera instalación del sistema).

El sistema monitorea constantemente la llegada de mensajes SMS al módulo SIM808. Los comandos SMS permiten controlar el sistema de seguridad remotamente para realizar 3 distintas acciones.

- Cortar la corriente a la bomba de gasolina del vehículo
- Devolver la corriente a la bomba de gasolina del vehículo
- Pedir la ubicación del vehículo

Lector de huellas Digitales:

La inicialización del lector de huellas digitales verifica automáticamente, este sensor se enciende cuando el sistema se encuentre desbloqueado y se apaga cuando se encuentra bloqueado o encendido el vehículo.

Lector RFID:

Las tarjetas autorizadas están predefinidas con códigos específicos (tag1 y tag2). Estas dos únicas tarjetas o tags serán las autorizadas para desbloquear tanto la alarma como el sistema. Para desbloquear el vehículo se deberá acercar alguno de los tags autorizados a la parte baja izquierda del parabrisas y el sistema se desbloqueará.

Conexión bluetooth:

Una vez abierta la aplicación “Sseguridad” presionar el botón con el logotipo bluetooth y elegir el sensor “HC-06”, una vez se conecte, la aplicación estará lista para funcionar. (previamente el módulo deberá estar vinculado al dispositivo móvil).

La pantalla de la aplicación cuenta con 4 botones

- Bloquear: bloquea el sistema y alarma
- Desbloquear: desbloquea el sistema y alarma
- Opción: botón de acciones para la alarma

- Cajuela: botón de acciones para la alarma (apertura de cajuela)

Detección de Eventos:

El sistema verifica si el vehículo está en contacto y se activan acciones específicas cuando el vehículo está apagado. Automáticamente se desactivarán y activarán opciones dependiendo del estado del vehículo

Detección de intrusiones:

El sistema al detectar intrusiones enviara un mensaje al número de teléfono registrado informando de una alerta sobre el vehículo.

CONCLUSIONES

- Se llevó a cabo una investigación exhaustiva para identificar y analizar los componentes tecnológicos esenciales para el desarrollo del sistema de seguridad vehicular. Esta fase proporcionó la base necesaria para comprender y seleccionar los sensores, módulos y microcontroladores más adecuados.
- Se logró diseñar y construir un prototipo funcional del sistema de seguridad vehicular avanzado, incorporando una placa microcontroladora, sensores de detección de intrusiones y software especializado. Este prototipo no solo cumple con los requisitos técnicos, sino que también ofrece funcionalidades avanzadas de monitoreo y seguimiento, así como alertas en tiempo real, mejorando significativamente la seguridad de los vehículos.
- Se realizaron pruebas exhaustivas para evaluar la efectividad y confiabilidad del sistema. La simulación de robos en vehículos permitió comprobar la capacidad de respuesta y precisión del sistema ante situaciones de amenaza. Los resultados obtenidos respaldan la eficacia del sistema en la reducción de la incidencia de robos y daños a los vehículos, contribuyendo así a mejorar la seguridad vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable llevar a cabo una fase de optimización continua del sistema, incluso después de su implementación. La tecnología evoluciona rápidamente, y la actualización periódica del software y hardware del sistema garantizará que se mantenga al día con los avances tecnológicos y los posibles desafíos de seguridad emergentes.
- Dado que el sistema incorpora tecnología avanzada y conectividad, se debe prestar especial atención a la seguridad cibernética. No ofrecer el sistema como, un código abierto y realizar actualizaciones y configuraciones directamente la persona que ofrezca el servicio de instalación, así se evitara el conocimiento de los puntos débiles del proyecto.
- Se recomienda establecer vínculos y colaborar con las autoridades locales, como la policía y las agencias de seguridad, para mejorar la eficacia del sistema. Compartir información sobre incidentes, integrar el sistema con las operaciones de respuesta de emergencia y asegurar una comunicación fluida con las autoridades puede agilizar la respuesta ante situaciones de robo o intrusión, mejorando así la capacidad del sistema para cumplir su propósito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Naylamp Mechatronics SAC. (2023). *Naylamp Mechatronics* . Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/biometria/1019-lector-de-huella-digital-as608.html>
- al., H. e. (2016). *A Comparative Analysis of SMS and Smartphone-based Communication for Tactical Networks*. El Shafie et al.
- C.V., P. d. (26 de Abril de 2022). *Proserquisa*. Obtenido de <https://proserquisa.com/principal/inicio/articulo/91>
- Cámara de Comercio de Quito. (06 de Abril de 2023). *Cámara de Comercio de Quito*. Obtenido de <https://ccq.ec/como-evitar-un-robo-de-vehiculo-en-carreteras-o-sitios-vacacionales/>
- Carrillo, M. V. (2021). *Introducción de Arduino*. Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria.
- Editronikx. (7 de Noviembre de 2016). Obtenido de <https://www.editronikx.com.co/2016/11/comandos-at-gsm-sim-808.html>
- Electronica SIEC. (2023). *SIEC*. Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-516648533-modulo-sensor-de-movimiento-pir-para-arduino-_JM#position=6&search_layout=stack&type=item&tracking_id=92124dc4-9623-4f41-a063-617d85093dc5
- Eluniverso. (14 de Julio de 2023). 770 robos de vehículos se han reportado entre enero y junio de este año en Quito. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Esparza Echeverría, J. A. (2013). *Taxímetro digital Touch con seguridad antirrobo vehicular incorporada*.
- Expreso. (23 de 08 de 2023). *Expreso*. Obtenido de <https://www.expreso.ec/quito/marcar-partes-carros-estrategia-robos-170907.html>
- Fuela Echeverrya, J. G. (2022). *Diseño e implementacion de un sistema de seguridad biometrica con cobertura de red, usando mensajería programada con telegram asociada con raspberry PI3 y arduino para la empresa Phonix-cell*. Guayaquil.
- GARCIA DZUL, R. D. (2015). *Desarrollo de un sistema para seguridad vehicular*.

- Giraldo, Y. B. (2013). *Implementación, control y monitoreo de un sistema de Seguridad vehicular por redes GSM/GPRS*. Doctoral dissertation Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Ingeniería en Mecatrónica.
- Grijalva Campana, E. R. (2017). *Avances de la tecnología automotriz a través de integrados transistorizados inteligentes en los controladores electrónicos del vehículo*.
- Henkel Ibérica, S.A. (2021). *Loctite Teroson*. Obtenido de <https://blog.reparacion-vehiculos.es/alarmas-para-coches-tipos-y-funciones>
- Hyundai Motor Company. (2019). *Fidocar*. Obtenido de <https://www.hyundai.com.uy/noticias/90#:~:text=21%20Jan-,Hyundai%20presenta%20la%20primera%20tecnolog%C3%ADa%20mundial%20de%20huellas%20dactilares%20para,sus%20veh%C3%ADculos%20sin%20usar%20llaves.>
- López Cárdenas, J. P. (2011). *Diseño y construcción de un tablero didáctico de un sistema de luminarias inteligentes para direccionar de acuerdo a la trayectoria y velocidad del vehículo*. Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Malla Mora, F. O. (2014). *Diseño e implementación de un prototipo de un Sistema de monitoreo y bloqueo del motores de vehículos vía mensajes de texto usando las redes de telefonía celular GSM existentes en el país*. Quito: Bachelor's thesis.
- Martínez Gutiérrez, L. R. (2019). *Prototipo de sistema de seguridad vehicular*. .
- Massachusetts Institute of Technology. (2012-2022). *MIT App Inventor*. Obtenido de <https://appinventor.mit.edu/about-us>
- mewanindula. (2017). *github*. Obtenido de <https://github.com/mewanindula/GPS-Tracking-System>
- MGSYSTEM ORG. (2023). Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-517545878-mgssystem-modulo-bluetooth-hc-06-arduino-pic-avr-esclavo-hc06-JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=6ac8e4a2-b217-43e9-9a65-792c2450ffa3
- Miranda-Arce, R. (2018). *Diseño de un prototipo electrónico para el control automático de la luz alta de un vehículo mediante detección inteligente de otros automóviles*.
- Naylamp Mechatronics SAC. (7 de 2016). *Naylamp Mechatronics*. Obtenido de https://naylampmechatronics.com/blog/22_tutorial-modulo-lector-rfid-rc522.html

- Naylamp Mechatronics SAC. (2023). Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/inalambrico/115-modulo-gsm-sim8001-2g.html>
- Osorio, J. A. (2010). *Sistemas de seguridad basados en Biometría*. Scientia et technica.
- Pozo Burgos, E. J. (2004). *Diseño de una alarma vehicular a través de la cobertura celular existente en el Ecuador*. Quito: EPN.
- Quadminds. (19 de Julio de 2022). *Quadminds*. Obtenido de <https://www.quadminds.com/blog/rastreo-gps/#:~:text=El%20rastreo%20GPS%20permite%20principalmente,optimizaci%C3%B3n%20de%20los%20recursos%20utilizados.>
- Ramírez Bermeo, M. R., del Barco Pilozo, J. A., & Plúas Segura, J. D. (2018). “*Diseño de un dispositivo de control de asistencia inalámbrico para los profesores de la FIEC mediante un lector de huella digital*”. Guayaquil.
- Rodriguez, E. d. (22 de 09 de 2021). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/makers/empezar-arduino-que-placa-kits-iniciacion-comprar#:~:text=Las%20diferencias%20entre%20una%20placa,por%20ejemplo%20la%20memoria%20interna.>
- Tracklink. (22 de Febrero de 2023). Obtenido de <https://tracklink.com.ec/blog-post/como-proteger-tu-vehiculo-en-ecuador/>

ANEXOS.

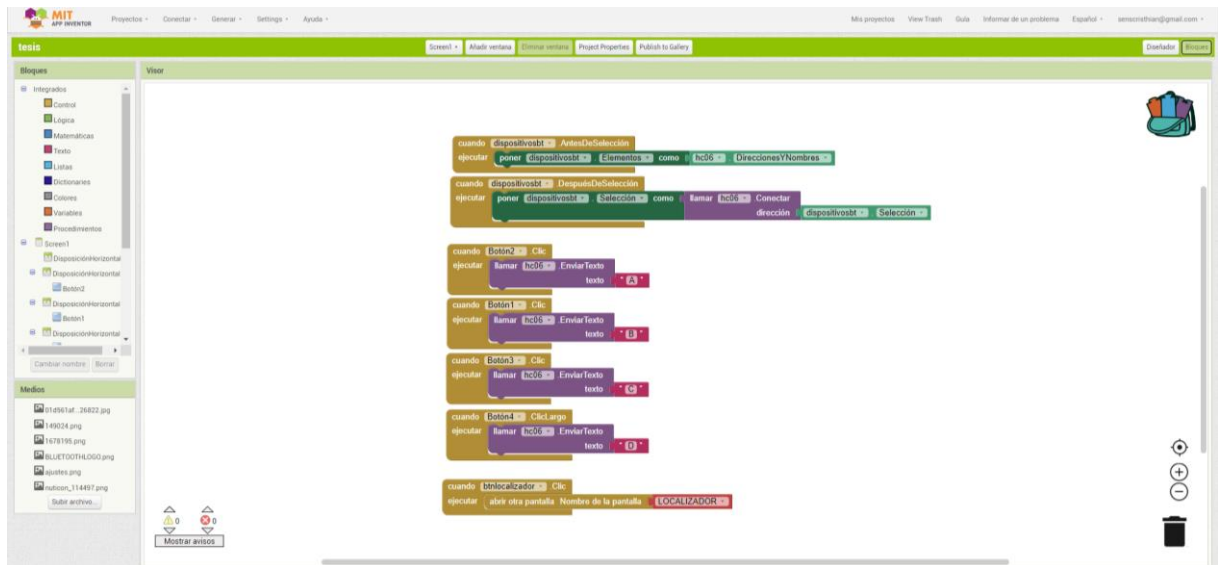


Figura 4.1 Programación por bloques App inventor (pantalla control bluetooth)

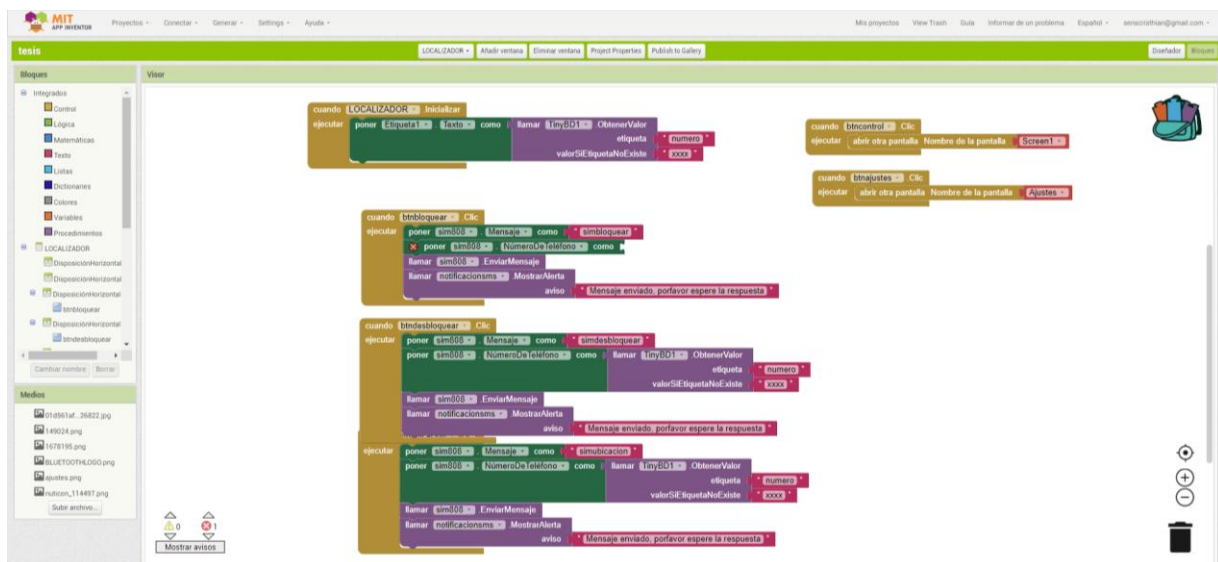


Figura 4.2 Programación por bloques App inventor (pantalla control sms)