

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz*

PROYECTO TÉCNICO:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD ANTIRROBO
POR INMOVILIZACIÓN DEL MOTOR MEDIANTE CORTE DE COMBUSTIBLE Y
SEÑAL DE ALERTA POR LLAMADA DE VOZ A DISPOSITIVO MÓVIL,
COMPLEMENTADO CON SEÑAL DE UBICACIÓN DEL VEHÍCULO POR GPS”**

AUTORES:

CRISTHIAN GUSTAVO CÁRDENAS PATIÑO
DIEGO FRANCISCO VILLACRÉS CAMPOVERDE

TUTOR:

ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, M.Sc

CUENCA - ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Cristhian Gustavo Cárdenas Patiño con documento de identificación N° 0302197058 y Diego Francisco Villacrés Campoverde con documento de identificación N° 0105627160, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD ANTIRROBO POR INMOVILIZACIÓN DEL MOTOR MEDIANTE CORTE DE COMBUSTIBLE Y SEÑAL DE ALERTA POR LLAMADA DE VOZ A DISPOSITIVO MÓVIL, COMPLEMENTADO CON SEÑAL DE UBICACIÓN DEL VEHÍCULO POR GPS”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz* en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento de que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre de 2021.

Cristhian Gustavo Cárdenas Patiño

C.I.0302197058

Diego Francisco Villacrés Campoverde

C.I. 0105627160

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD ANTIRROBO POR INMOVILIZACIÓN DEL MOTOR MEDIANTE CORTE DE COMBUSTIBLE Y SEÑAL DE ALERTA POR LLAMADA DE VOZ A DISPOSITIVO MÓVIL, COMPLEMENTADO CON SEÑAL DE UBICACIÓN DEL VEHÍCULO POR GPS”**, realizado por Cristhian Gustavo Cárdenas Patiño y Diego Francisco Villacrés Campoverde, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre de 2021.



Ing. Christian Omar Pulla Morocho, M.Sc.

C.I. 0103570602

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Cristhian Gustavo Cárdenas Patiño con documento de identificación N° 0302197058 y Diego Francisco Villacrés Campoverde con documento de identificación N° 0105627160, autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD ANTIRROBO POR INMOVILIZACIÓN DEL MOTOR MEDIANTE CORTE DE COMBUSTIBLE Y SEÑAL DE ALERTA POR LLAMADA DE VOZ A DISPOSITIVO MÓVIL, COMPLEMENTADO CON SEÑAL DE UBICACIÓN DEL VEHÍCULO POR GPS”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, octubre de 2021.



Cristhian Gustavo Cárdenas Patiño

C.I. 0302197058



Diego Francisco Villacrés Campoverde

C.I. 0105627160

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme a mis padres que me han dado la vida y que han sido el motor y pilar de apoyo para llegar hasta donde he llegado, porque gracias a sus esfuerzos se ha hecho realidad este sueño anhelado, de igual manera agradezco a mi hermosa familia que siempre han estado para brindarme su apoyo, también a una persona en especial gracias por confiar en mí y ser mi apoyo en todo momento. A la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. A mi director de tesis, Ing. Christian Pulla por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda culminar mi tesis con éxito. También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación gracias por sus consejos y sus enseñanzas.

Agradezco a esta carrera universitaria ya que me ha brindado la oportunidad de conocer nuevas personas, de los cuales he encontrado a grandes amigos, gracias por ser parte de mi vida y logros.

Gustavo Cárdenas

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios y la Virgen por darme la capacidad y la sabiduría necesaria para saber salir delante de buena manera, también a mis padres, amigos, familiares y a los profesores, los cuales de diferente manera me supieron apoyar y darme consejos para efectuar mis labores de manera clara y oportuna.

Agradezco también a mi compañero de tesis Cristhian Cardenas, que con su apoyo y trabajo conjunto logramos terminar con éxito este proyecto de titulación, obteniendo así una gran experiencia al nivel personal compartiendo y plasmando conocimientos en este proyecto.

De igual manera agradezco al Ing. Christian Pulla, por el apoyo brindado desde el principio con la realización del proyecto y por ayudarnos en cada una de las etapas del mismo, demostrándonos así su compromiso con nosotros.

Francisco Villacrés

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Mi madre que ha sido el motor de mi vida a ella le debo cada logro cada superación cada sueño, a mi padre que ha sabido ayudarme y brindarme su confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Gustavo Cárdenas

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mis padres: Diego y Lupe, ya que con los valores que ellos me inculcaron desde pequeño, me forjaron el carácter para asumir con responsabilidad y dedicación los retos que se planteron a lo largo de la vida, de igual manera a mis hermanas: Gabriela y Emilia que siempre me brindan su cariño y apoyo incondicional y al resto de mi familia que con sus oraciones y con sus palabras de apoyo me dieron aliento para salir adelante.

Francisco Villacrés

RESUMEN

Hoy en día el hurto de los vehículos y la ineficiencia de los sistemas de seguridad con los que cuentan los mismos, se han vuelto ineficientes u obsoletos ante la delincuencia, ya que por cada sistema de seguridad que existe los delincuentes han encontrado la manera de evadirlos; razón por la cual este proyecto técnico tiene como dirección principal la creación de un sistema que impide el robo de un vehículo mediante el diseño e implementación de un sistema de seguridad antirrobo por inmovilización del motor, mediante corte de combustible y señal de alerta por llamada de voz a dispositivo móvil, complementado con señal de ubicación del vehículo por GPS.

Este trabajo se origina por la necesidad de crear una solución ante esta problemática, misma que entre sus principales características a más de ser innovador, es eficiente y confiable puesto que este sistema puede ser adaptado a cualquier tipo de vehículo ya sea con motor a gasolina o diésel.

Principalmente nos hemos basado en el estudio bibliográfico acerca de las singularidades de cada uno de los sistemas de seguridad, sus beneficios y su credibilidad; obteniendo así un fundamento científico que avala las actividades durante la ejecución del proyecto que pretende devolver la tranquilidad a los propietarios de los vehículos.

Finalmente podemos decir, que la implementación de este sistema antirrobo ha sido logrado con éxito; ya que hemos llevado a cabalidad el diseño de cada circuito para formar un sistema de seguridad que cumple con todas las expectativas propuestas en este proyecto de carácter técnico e innovador.

ABSTRACT

Nowadays the theft of vehicles and the inefficiency of the security systems they have, have become inefficient or obsolete to crime, since for every security system that exists criminals have found a way to evade them. For this reason, this technical project has as its main direction the creation of a system that prevents the theft of a vehicle through the design and implementation of an anti-theft security system by immobilizing the engine, by cutting fuel and alert signal by voice call to a mobile device, complemented with a GPS vehicle location signal.

This work originates from the need to create a solution to this problem, which among its main characteristics, besides being innovative, is efficient and reliable since this system can be adapted to any type of vehicle, whether it is a gasoline or diesel engine.

We have mainly relied on the bibliographic study about the singularities of each of the security systems, their benefits and credibility; thus obtaining a scientific foundation that supports the activities during the implementation of the project that aims to restore peace of mind to the owners of the vehicles.

Finally, we can say that the implementation of this anti-theft system has been successfully achieved, since we have fully carried out the composition of each circuit to form a security system that meets all the expectations proposed in this technical and innovative project.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	I
CERTIFICACIÓN	II
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA	2
Antecedentes	2
Importancia y Alcances	3
Delimitación del problema	3
OBJETIVOS.....	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
ESTADO DEL ARTE	5
CAPÍTULO I.....	7
1. MARCO CONCEPTUAL.....	7
1.1. Sistemas de seguridad vehicular	7
1.1.1. Sistemas de seguridad antirrobo mecánicos	7
1.1.2. Sistemas de seguridad electrónicos	9
1.2. Sistema de seguridad antirrobo	10
1.3. Sistemas de seguridad mediante inmovilizadores.....	10
1.3.1. Tipos de inmovilizadores.....	11
1.3.2. Características de los inmovilizadores	12
1.3.3. Inmovilizadores o bloqueos electrónicos	13
1.3.4. Funcionamiento de los inmovilizadores	13
1.4. Sistemas de seguridad biométricos	14
1.4.1. Identificación mediante huella dactilar.....	14
1.4.2. Características del identificador biométrico	15
1.4.3. Rendimiento biométrico de sistemas de huella dactilar	16
1.5. Sistemas de seguridad GPS.....	20
1.5.1. Composición del sistema GPS.....	20

1.5.2.	Funcionamiento del sistema GPS	20
1.6.	Sistemas de seguridad GSM	21
CAPÍTULO II		21
2.	MARCO EXPLICATIVO.....	21
2.1.	Diseño del sistema	21
2.2.	Arquitectura del sistema de seguridad	25
2.3.	Selección de elementos para el sistema de seguridad	26
2.3.1.	Arduino MEGA 2560	29
2.3.1.1.	Ventajas arduino MEGA 2560	30
2.3.1.2.	Pines arduino MEGA 2560.....	31
2.3.2.	Módulo arduino SIM808 GSM, GPRS, GPS	31
2.3.2.1.	Características módulo arduino SIM808	32
2.3.2.2.	Ventajas módulo arduino SIM808.....	33
2.3.2.3.	Pines módulo arduino SIM808	33
2.3.3.	Relé automotriz 12V-30A	33
2.3.3.1.	Características del relé automotriz.....	34
2.3.4.	Display LCD 12X6.....	34
2.3.4.1.	Características display LCD 16x2	35
2.3.4.2.	Ventajas display LCD 16x2.....	35
2.3.4.3.	Pines display LCD 16x2	36
2.3.5.	Lector de huella dactilar AS608	36
2.3.5.1.	Características AS608.....	37
2.3.5.2.	Pines módulo AS608	37
2.3.6.	Teclado matricial de membrana 4X4.....	37
2.3.6.1.	Características teclado matricial	38
2.3.6.2.	Pines teclado matricial 4x4	38
2.3.7.	Tarjeta SIM operadora celular.....	39
2.3.8.	Diodo 1N4007	39
2.3.9.	Transistor 2N3055	40
2.3.9.1.	Características del transistor 2N3055	40
2.3.10.	Impresión 3D caja de aislamiento	40
2.4.	Costo de elementos a utilizar en el sistema	41
CAPÍTULO III		43
3.	MARCO APLICATIVO	43
3.1.	Introducción	43

3.2.	Generación del circuito de habilitación del vehículo.....	44
3.2.1	Armado del circuito.....	44
3.2.2	Programación arduino.....	45
3.2.3	Programación fase de habilitación del vehículo	46
3.2.4	Programación fase de robo del vehículo.....	48
3.2.5	Programación fase de asalto del vehículo.....	50
3.3.	Armado del prototipo.....	51
CAPÍTULO IV		54
4.	PRUEBAS Y RESULTADOS	54
4.1.	Pruebas de laboratorio.....	54
4.2.	Pruebas del sensor biométrico de huellas dactilares	54
4.2.1.	Nivel de reconocimiento de huella dactilar	54
4.3.	Pruebas SIM808 llamadas y mensaje GPS	56
4.3.1.	Tiempo de respuesta llamada de voz.....	56
4.4.	Tiempo de uso de baterías independientes.....	59
4.4.1.	Baterías de 9V y 7,3V.....	59
4.5.	Pruebas control paso de combustible mediante electroválvula 12V.....	61
4.6.	Efectividad de acceso con clave de usuario	62
4.7.	Prueba mensajes de localización mediante GPS.....	62
4.8.	Prueba de encendido de la electrobomba de combustible	63
4.9.	Prueba de funcionamiento total	64
CONCLUSIONES		65
RECOMENDACIONES		66
BIBLIOGRAFÍA.....		67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Barra antirrobo ubicada en el volante	7
Figura 1.2 Cepo Antirrobo para las Ruedas	8
Figura 1.3 Bloqueador de Freno de Mano y Palanca de Cambios	8
Figura 1.4 Bloqueador de Pedales.....	9
Figura 1.5 Localizador GPS	10
Figura 1.6 Partes del Sistema Transponder	11
Figura 1.7 Diagrama del Comando Remoto Infrarrojo	11
Figura 1.8 Teclado Numérico	12
Figura 1.9 Características de los inmovilizadores.....	12
Figura 1.10 Estructura de un Sistema Inmovilizador	13
Figura 1.11 Biometría	14
Figura 1.12 Proceso Biométrico.....	15
Figura 1.13 Proceso Biométrico.....	15
Figura 1.14 Huella Digital.....	16
Figura 1.15 Funcionamiento Sensor Óptico.....	17
Figura 1.16 Funcionamiento Sensor Capacitivo	17
Figura 1.17 Etapas del Proceso Biométrico	19
Figura 1.18 Identificación de Minucias	19
Figura 1.19 Arquitectura GPS.....	20
Figura 1.20 Triangulación de Satélites GPS	20
Figura 1.21 Servicio de Mensajería y Llamadas mediante Arduino	21
Figura 2.1 Diagrama de Flujo Habilidadación del Vehículo	22
Figura 2.2 Diagrama de Flujo Robo del Vehículo	23
Figura 2.3 Diagrama de Flujo Asalto del Vehículo	24
Figura 2.4 Resumen Fases del Sistema de Seguridad	25
Figura 2.5 Diagrama de Bloques del Sistema	25
Figura 2.6 Esquema Habilidadación Bomba de Combustible Eléctrica	26
Figura 2.7 Esquema Habilidadación Bobina de Encendido	27
Figura 2.8 Esquema de Circuito Robo del Vehículo.....	27
Figura 2.9 Esquema del Circuito Eléctrico Asalto de Vehículo	28
Figura 2.10 Esquema del circuito completo.....	29
Figura 2.11 Arduino Mega 2560.....	30

Figura 2.12 Diagrama de Pines del Arduino MEGA 2560	31
Figura 2.13 Módulo Arduino SIM808 GSM/GPRS/GPS	32
Figura 2.14 Diagrama de Pines Módulo SIM808	33
Figura 2.15 Relé Automotriz 12 V -30 A	34
Figura 2.16 Display LCD 16x2.....	35
Figura 2.17 Diagrama de Pines Display LCD 16x2.....	36
Figura 2.18 Sensor Huella Digital AS608.....	36
Figura 2.19 Pines de Sensor de Huella AS608	37
Figura 2.20 Teclado Matricial 4x4.....	38
Figura 2.21 Pines Teclado Matricial 4x4	39
Figura 2.22 Plan Telefonía Móvil	39
Figura 2.23 Diodo 1N4007	40
Figura 2.24 Transistor NPN 2N3055	40
Figura 2.25 Caja de Aislamiento.....	41
Figura 3.1 Flujograma de Etapas de Generación e Implementación del Sistema de Seguridad	43
Figura 3.2 Armado del Circuito Fase de Habilitación del Vehículo.....	44
Figura 3.3 Esquema de terminales del relé	44
Figura 3.4 Comprobación de Voltaje de salida del relé	45
Figura 3.5 Pantalla de Inicio del Programa Arduino.....	45
Figura 3.6 Librerías de los Elementos de Arduino	46
Figura 3.7 Inicialización de la Pantalla LCD y Huella Dactilar AS608	46
Figura 3.8 Configuración Teclado Matricial.....	47
Figura 3.9 Registro de Huellas Dactilares en el sistema	47
Figura 3.10 Proceso de Registro Huella Dactilar.....	48
Figura 3.11 Librerías del SIM808.....	49
Figura 3.12 Programación Batería, Switch desconectado.....	49
Figura 3.13 Programación puerta abierta y llamada de aviso	50
Figura 3.14 Activación del módulo GPS	51
Figura 3.15 Programación de envío de mensaje de texto.....	51
Figura 3.16 Caja de Comando.....	51
Figura 3.17 Módulos Arduino conectados	52
Figura 3.18 Ubicación del centro de mando	52
Figura 3.19 Ubicación switch de reinicio	53

Figura 3.20 Ubicación botones de pánico	53
Figura 4.1 Nivel de Reconocimiento de huella dactilar	55
Figura 4.2 Efectividad de reconocimiento de usuarios	56
Figura 4.3 Tiempos promedio de llamadas de voz	57
Figura 4.4 Tiempos promedios respuesta mensaje de texto.....	58
Figura 4.5 Batería desconectada de vehículo de pruebas.....	58
Figura 4.6 Llamada y tiempo de respuesta registrada en el celular	59
Figura 4.7 Mensaje de alerta y tiempo de respuesta registrado en celular.....	59
Figura 4.8 Batería 9V usada en el Sistema de Seguridad	60
Figura 4.9 Tiempo promedio de apertura y cierre de la electroválvula	61
Figura 4.10 Clave valida de habilitación del vehículo.....	62
Figura 4.11 Mensaje de alarma con coordenadas del vehículo.....	62
Figura 4.12 Ubicación del vehículo en Google Maps.....	63
Figura 4.13 Activación de la bomba de combustible	63
Figura 4.14 Habilitación del vehículo mediante huella dactilar	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Características Arduino Mega	30
Tabla 2.2 Características SIM808	32
Tabla 2.3 Características de Relé Automotriz	34
Tabla 2.4 Características Display LCD	35
Tabla 2.5 Características Módulo AS608.....	37
Tabla 2.6 Características de Teclado Matricial	38
Tabla 2.7 Características de Transistor 2N3055	40
Tabla 2.8. Precio de los Elementos a Utilizar en el Sistema	41
Tabla 4.1. Nivel de reconocimiento de huella dactilar.....	54
Tabla 4.2. Reconocimiento de propietario y de usuarios	55
Tabla 4.3. Tiempos de respuesta en segundos para llamada de voz.	56
Tabla 4.4. Tiempo de respuesta de mensaje de texto	57
Tabla 4.5. Tabla de duración de baterías independientes.....	60
Tabla 4.6. Tiempo de apertura y cierre electroválvula.....	61

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de seguridad vehicular antirrobo conforme al tiempo han ido mejorando sus prestaciones, siendo así, hoy en día las personas optan por poseer en sus vehículos dispositivos que les brinden la certeza y confianza de que sus automóviles están resguardados. El nivel de confianza de los usuarios ante estos tipos dispositivos de seguridad depende de la respuesta que tienen los mismos ante situaciones como robo y asalto.

Se puede observar que día tras día los robos de vehículos en el Ecuador son más frecuentes, lo que influye a que las personas opten por contratar servicios de alarmas, los cuales muchas de las veces son sumamente costosas y no cumplen las expectativas de los usuarios.

Sin embargo, se puede construir alarmas de iguales o mejores prestaciones, obteniendo así un sistema de seguridad sencillo, eficiente y de menor costo.

Por consiguiente, se busca que, con el diseño e implementación de este proyecto, se mejore las prestaciones de los sistemas de seguridad vehicular antirrobo, tanto en precio como en agilidad de respuesta, brindando así al usuario un alto nivel de confianza.

PROBLEMA

Debido al aumento de robo de vehículos y la ineficiencia de los sistemas de seguridad con los que cuentan, siendo estos: sistemas de seguridad mecánicos, eléctricos y un sinnúmero de elementos más; estos están perdiendo confiabilidad y credibilidad en los usuarios.

El problema radica en que los sistemas existentes en el mercado no dan aviso al usuario en el momento de que sucede el robo, por ende, no pueden actuar de manera inmediata; además los ladrones poseen artimañas para eludir los sistemas de seguridad convencionales o más usados, volviéndolos obsoletos.

Antecedentes

De acuerdo con estadísticas de la Fiscalía General del Estado en los primeros cinco meses del año 2020 se suscitaron 1510 robos de vehículos entre robos y asaltos, en lo que va del año 2021 hasta el 08 de junio se han registrado 2454, teniendo así un incremento del 62,52% con relación a los primeros meses del año 2020. (Fiscalía General del Estado, 2021).

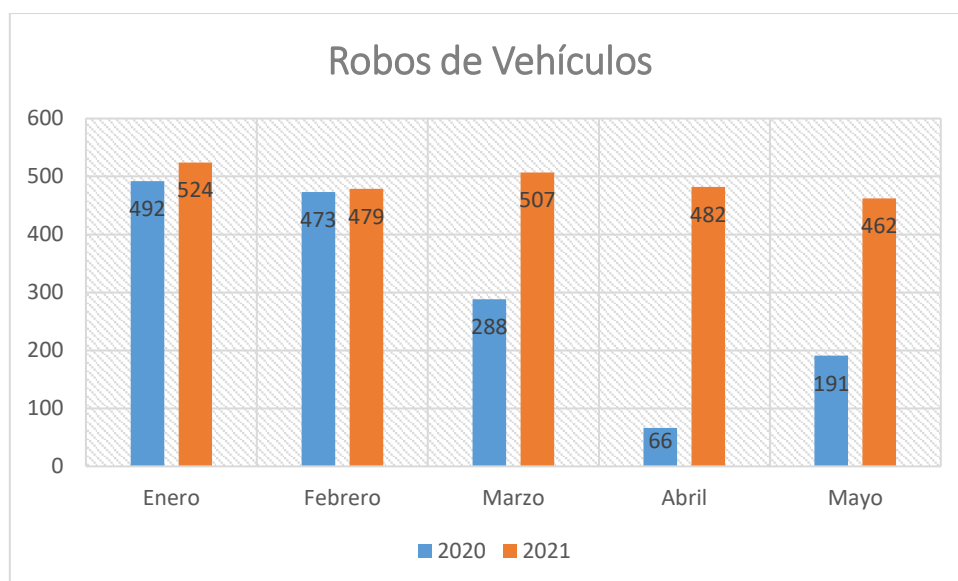


Ilustración a Robo de Vehículos entre 2020 y 2021

Fuente: Autores.

El propósito, de la implementación de este sistema de seguridad antirrobo, es que las estadísticas de robos de vehículos puedan disminuir y evitar pérdidas significativas al nivel económico en los usuarios.

Importancia y Alcances

El presente proyecto tiene una importancia relevante ya que, debido al diseño e implementación de un sistema de seguridad mediante corte de combustible, se pretende evitar y reducir el robo de vehículos para obtener así tranquilidad en los usuarios; sabiendo que sus vehículos no podrán ser ultrajados de sus domicilios o lugares donde se encuentren, ya que el 55,4% de los robos se dan por estuche que es el forzar puertas o seguridad de los autos, el 43,4% se da por asaltos y el 1,2% por otros motivos.



Ilustración b Robos de Vehículos según Modalidad

Fuente: (Fiscalía General del Estado, 2021)

Este sistema estará al alcance de todos los propietarios de vehículos, para garantizar la protección de estos, así como obtener la ubicación del vehículo mediante GPS, en caso de que el coche sea sustraído.

Delimitación del problema

El proyecto se encuentra íntimamente relacionado con la Ingeniería Mecánica Automotriz, dentro del área de formación profesional; ligado especialmente con las asignaturas de: Motores de Combustión Interna, Electricidad, Electrónica Automotriz ya que el corte de Combustible se lo podrá realizar de forma mecánica o electrónica.

El tiempo estimado para la realización de este proyecto es de seis meses a partir de la aprobación del Concejo de Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de seguridad antirrobo por inmovilización del motor mediante corte de combustible y señal de alerta por llamada de voz a dispositivo móvil, complementado con señal de ubicación del vehículo por GPS.

Objetivos Específicos

- Generar un marco conceptual por medio de los estudios relacionados para que el presente proyecto cumpla con los propósitos.
- Elegir los componentes electrónicos y mecánicos a través del diseño del esquema, a fin de que el sistema de seguridad funcione.
- Generar e implementar el prototipo del sistema de seguridad antirrobo, inmovilizando el motor y generando la señal de alerta al usuario para advertir sobre el robo del vehículo.
- Realizar correcciones del sistema de seguridad, mediante pruebas en maquetas para evitar posibles fallos el momento de la instalación en el vehículo.

ESTADO DEL ARTE

Según los fabricantes de los sistemas de alarmas, desde que se produjo el lanzamiento de los primeros vehículos, surgieron de la mano los primeros ladrones, por ello los propietarios de los coches han buscado la manera de proteger su preciado bien a cualquier costo, de tal manera que se pudiera impedir su sustracción. (Rodríguez, 2017)

En la actualidad los sistemas de seguridad son diversos, desde lo más simple hasta lo más novedoso e interesante, basados principalmente en la electrónica aplicada al automóvil para evitar así el robo del vehículo. (Báez Zambrano & Cabrera Maya, 2010)

Existen dos tipos de alarmas o sistemas de seguridad para vehículos, en los cuales encontramos: las **alarmas activas**, son aquellas que utilizan un control remoto o una serie de botones para permitir que el usuario active y desactive el sistema de seguridad, estas alarmas por lo general son ruidosas ya que activan una sirena, en cambio las **alarmas pasivas**, son aquellas que se activan de manera sigilosa sin que nadie alrededor del vehículo se entere, considerada también una alarma silenciosa. (Rodríguez, 2017)

Entre las alarmas más comunes se pueden encontrar un sin número de sensores de diferentes tipos, como: sensores de impacto, sensores de proximidad, sensores de movimientos brusco en caso de que se fueren las puertas del vehículo, también se encuentran sensores de corte de alimentación los cuales detectan si se desconecta la batería, entre otros, todos estos sensores pueden trabajar conjuntamente o por separado para brindar seguridad al propietario del automotor. (Toquica Ramírez & Guzmán Ruiz, 2016)

Por la necesidad de incrementar el nivel de seguridad para los propietarios de los vehículos, se ha buscado integrar algún tipo de bloqueo electrónico, al cual solo tenga acceso el propietario y usuarios registrados en una base de datos o en algún tipo de reconocimiento biométrico, este bloqueo servirá para tener un control para acceder a la habilitación del vehículo. (Cando Tite, 2011)

Los tipos de reconocimientos biométricos que pueden ser utilizados en sistemas de seguridad para automóviles son, las huellas dactilares, reconocimiento de retina, o reconocimiento de rostro mediante cámara de video, estas son comúnmente utilizadas por su universalidad y singularidad, ya que todas las personas lo poseen al ser características únicas e irrepetibles entre las estas. (Sanchez Martín, 2015)

Hay varios beneficios al implementar los sistemas de seguridad vehicular, mediante activación biométrica, complementado con geolocalización y servicios de llamada o mensajería móvil, uno de ellos y el más importante es evitar el robo del vehículo o de autopartes, teniendo en consideración también que se trata de un hardware de bajo costo y se lo puede implementar en cualquier tipo de vehículo, por otro caso la geolocalización GPS ayuda a la policía a mejorar su tiempo de respuesta en localizar vehículos robados. (Medina Arce, 2018)

En los últimos años estos tipos de alarmas ha incrementado demanda, esto se debe al incremento del parque automotor que se da cada año y también al aumento de los robos y hurtos de autopartes, mediante estos tipos de sistemas de seguridad lo que se quiere lograr es disminuir el robo de los vehículos en un porcentaje considerable, ya que dichos sistemas funcionan con alerta en tiempo real. (Amán Villacís, 2012)

En la actualidad existen vehículos que tienen incorporado ya de fábrica, un módulo inmovilizador electrónico, el cual bloquea o restringe la puesta en marcha de este al no poseer la llave codificada, el código de inicio o su reconocimiento biométrico correcto. (Sapia, 2002)

CAPÍTULO I

1. MARCO CONCEPTUAL.

1.1. Sistemas de seguridad vehicular

La seguridad vehicular está comprendida por elementos o sistemas capaces de elevar la seguridad y salvaguardar la integridad física de los conductores u ocupantes del vehículo, durante y después de robos o asaltos.

Los sistemas antirrobo se han convertido en elementos muy importantes en la actualidad, las empresas incluyen ya en sus vehículos diferentes sistemas, al igual que los propietarios que no cuentan con estos buscan en el mercado una alarma que satisfaga sus necesidades.

1.1.1. Sistemas de seguridad antirrobo mecánicos

Según (Dercocenter, 2018), los sistemas de seguridad mecánicos se refieren a los objetos físicos colocados en el interior de un vehículo, los cuales tienen la finalidad de hacer difícil su hurto entre los más frecuentes encontramos:

1.1.1.1. Barras antirrobo en el volante: es una barra de metal que enganchas con el volante y los pedales. Su función es impedir el giro de la dirección.



Figura 1.1 Barra antirrobo ubicada en el volante
Autor: (Alós, 2019)

1.1.1.2. Cepo o “Pitbull” para las ruedas: especialmente diseñado para bloquear la rueda del vehículo, impide su movimiento.



Figura 1.2 Cepo Antirrobo para las Ruedas
Autor: (Valdés, 2020)

1.1.1.3. Bloqueador del freno de mano y la barra de cambios: con este elemento inmovilizas el freno de mano o la palanca, para que el delincuente no pueda arrancar el vehículo.



Figura 1.3 Bloqueador de Freno de Mano y Palanca de Cambios
Autor: (Torres, 2021)

1.1.1.4. Bloqueador de los pedales: este sistema de seguridad antirrobo para autos les impide a los delincuentes accionar los pedales.



Figura 1.4 Bloqueador de Pedales
Autor: (Espinós, 2015)

Estos sistemas de seguridad citados son los más comunes por ser los más económicos, pero a su vez son fáciles para el hurto de los ladrones. Pero no podemos ignorar el hecho que son un buen elemento que podría ser implementado con otro elemento con mayor seguridad.

1.1.2. Sistemas de seguridad electrónicos

Según (Alós, 2019), los sistemas de seguridad electrónicos son los más sencillos y utilizados hoy en día, ya que cuentan con sensores que detectan movimientos bruscos para ingresar al vehículo, estos sistemas son propensos a fallos, por el hecho de que si está mal ajustado la más mínima vibración, como las que generan volquetas o un camión pesado puede activar su alarma. En estos tipos de sistemas de seguridad podemos encontrar:

1.1.2.1. Sistemas de localización GPS

Este sistema permite al propietario saber dónde está su vehículo, por medio de coordenadas de latitud y longitud, este sistema tal vez no evita el robo, pero si puede darnos la ubicación del coche.



Figura 1.5 Localizador GPS
Autor: (Vivas, 2018)

1.1.2.2. Interruptor de corriente

Este sistema utiliza un interruptor cuya ubicación solo conoce el propietario del vehículo ya que se encuentra oculto dentro del interior de este, esta alarma evita que el carro se encienda al vulnerar el switch de encendido.

1.2. Sistema de seguridad antirrobo

La ingeniería automotriz ha dado grandes avances en lo que concierne a sistemas eléctricos y electrónicos, permitiendo crear sistemas útiles al ser humano procurando su bienestar. Estos progresos han dado paso a una gran mejoría de seguridad, evitando los robos de manera oportuna, ya que gracias a los nuevos avances tecnológicos cada vez es más complejo el hurto de los vehículos, generando una mayor seguridad para sus propietarios.

Consecuentemente los fabricantes de sistemas de protección vehicular están creando varios sistemas y actualizándose en tanto a tecnología, pese a esto el índice de robo de autos no ha sido erradicado, pues para cada sistema antirrobo se crea otro sistema para alterarlo y falsearlo; por esta razón este proceso de sistemas que protegen al automóvil está en constante innovación. Toda precaución es poca ante especialistas que tardan menos tiempo en abrir la puerta de un coche; que su propietario con la llave.

1.3. Sistemas de seguridad mediante inmovilizadores

Los sistemas inmovilizadores impiden la copia de una llave al encender el vehículo, puede darse situaciones en las cuales uno de los códigos de identificación electrónicos incrustados en la llave corresponda al código de la unidad del vehículo. Algunos sistemas avanzados pueden generar códigos encriptados, mientras que algunos sistemas a modo de alarma encienden las luces delanteras o emiten un fuerte

sonido cuando se emplea una llave que no está autorizada, también existen otros sistemas que funcionan sin llave.

1.3.1. Tipos de inmovilizadores

Existen varios tipos de inmovilizadores tales como:

1.3.1.1. Llave transponder

- Posee un alto grado de inmovilización.
- Arranca solamente con la llave autorizada.

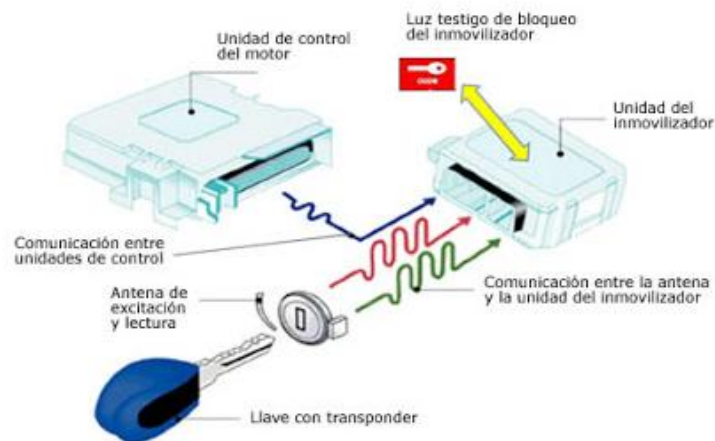


Figura 1.6 Partes del Sistema Transponder
Autor: (Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020)

1.3.1.2. Comando remoto infrarrojo

- Este es un sistema evolutivo que cambia con cada pulso de apertura y cuando se realiza el cierre del mando a distancia.
- Utiliza un transmisor de tipo infrarrojo.
- Actúa sobre el bloqueo de la unidad de control o solo con el relé que actúa en el motor de arranque.

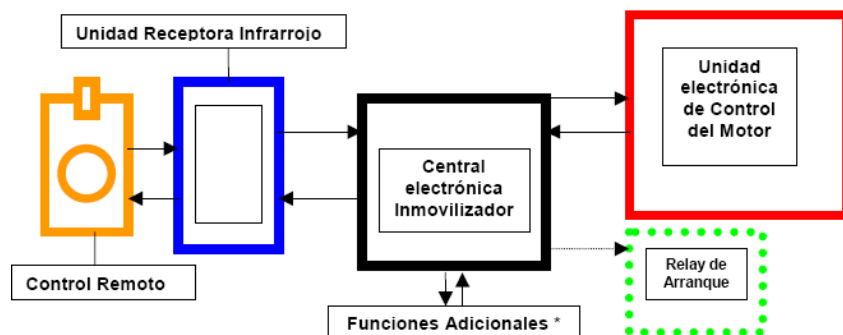


Figura 1.7 Diagrama del Comando Remoto Infrarrojo
Autor: (Electroeducar, 2013)

1.3.1.3. Teclado numérico

- Se enlazan directamente con la ECU.
- Recibe un número correcto de 4 o más dígitos que se ingresan a través de un teclado antes de que el motor encienda.

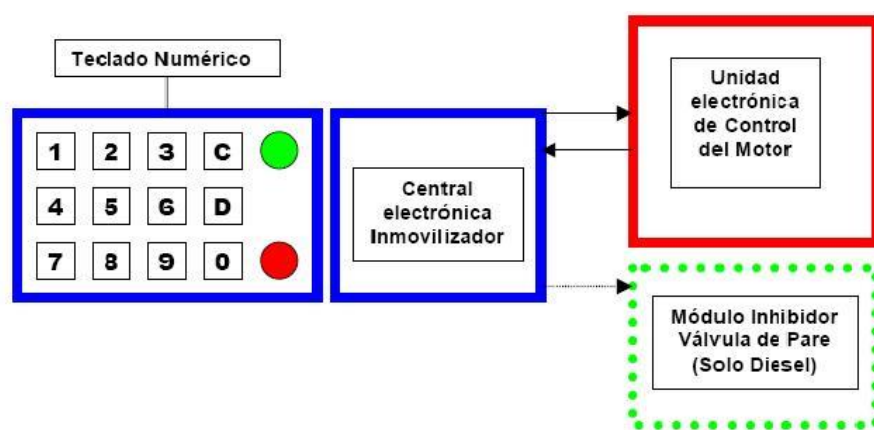


Figura 1.8 Teclado Numérico
Autor: (Electroeducar, 2013)

1.3.2. Características de los inmovilizadores

Las categorías de protección se dividen en cuatro:

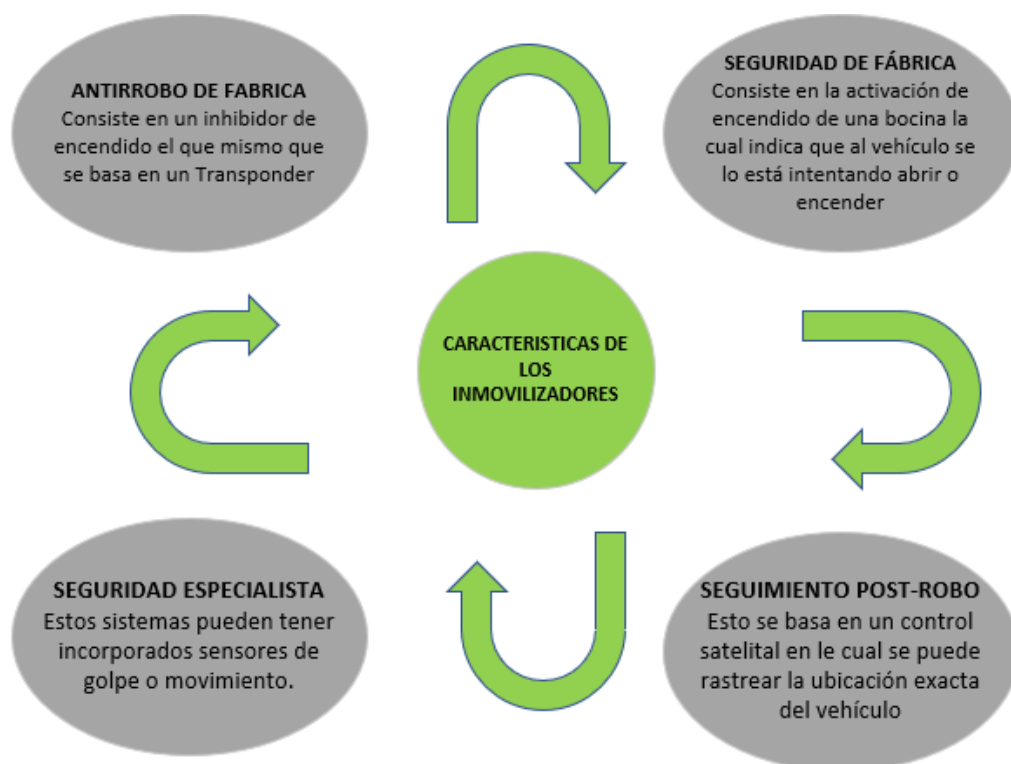


Figura 1.9 Características de los inmovilizadores
Fuente: Autores.

1.3.3. Inmovilizadores o bloqueos electrónicos

Este es un dispositivo electrónico de seguridad que evita robos al ser instalado en el automóvil, bloqueando de forma segura algunos de sus módulos u otra forma de transporte. El principal factor del inmovilizador es evitar que otras personas conduzcan el vehículo y al mismo tiempo intenten hurtarlo.

1.3.4. Funcionamiento de los inmovilizadores

Estos bloquean el arranque del vehículo a través de la unidad de mando del motor (UCE) cuando se utiliza una llave de contacto no autorizada, debido a que esta llave tiene un código único y puede leer a través del aro de antena.

La ECU pregunta al módulo inmovilizador cuál es su código secreto para dar paso al encendido del motor, activándose de esta manera una antena que envía una señal electromagnética y esta codifica el código secreto en el transponder de la llave.

Cuando se ingresa el código en la memoria inmovilizadora esta analiza si es correcto o no, al ser correcto el inmovilizador envía información a la ECU, de esta manera se enciende el motor.

Caso contrario si el código no es leído por la ECU en ese instante pasa la lámpara de verificación al estado de intermitente y se graba un código de falla y se corta el sistema de inyección de combustible.

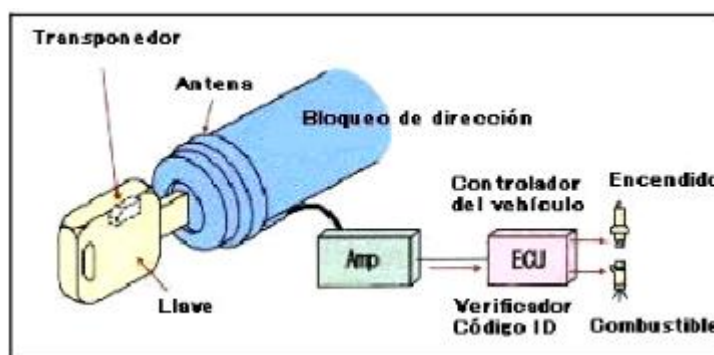


Figura 1.10 Estructura de un Sistema Inmovilizador
Autor: (Josefa Aguero Ortega, 2015)

1.4. Sistemas de seguridad biométricos

El sistema biométrico es el encargado en realizar labores biométricas, es decir se fundamenta en el reconocimiento mediante una característica personal que pueda ser verificada a través de un sistema automatizado.

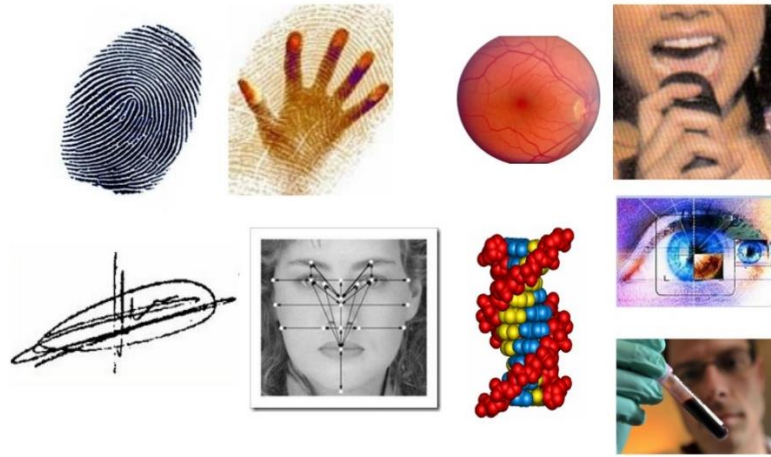


Figura 1.11 Biometría
Autor: (Saavedra, 2009)

1.4.1. Identificación mediante huella dactilar

Este es una de las técnicas más utilizadas a nivel global, se basa en el estudio de huellas dactilares, analizando cada una de sus características pues estas presentan una serie de líneas oscuras que representan las crestas y una serie de espacio en blanco que representan los valles según el estudio realizado por John Evangelist en los años 1980.

Este estudio sirvió para luego ser analizado en el sistema biométrico dando paso a un nuevo modo de registro único.

Según (Saavedra, 2009), el reconocimiento de la huella dactilar se basa en una extracción de las características de la huella de la persona la cual va a tener acceso a información o a cualquier elemento en este caso, la activación del sistema de seguridad.

Para asociar la huella de la persona con las huellas a identificar se debe seguir un proceso el cual incluye:

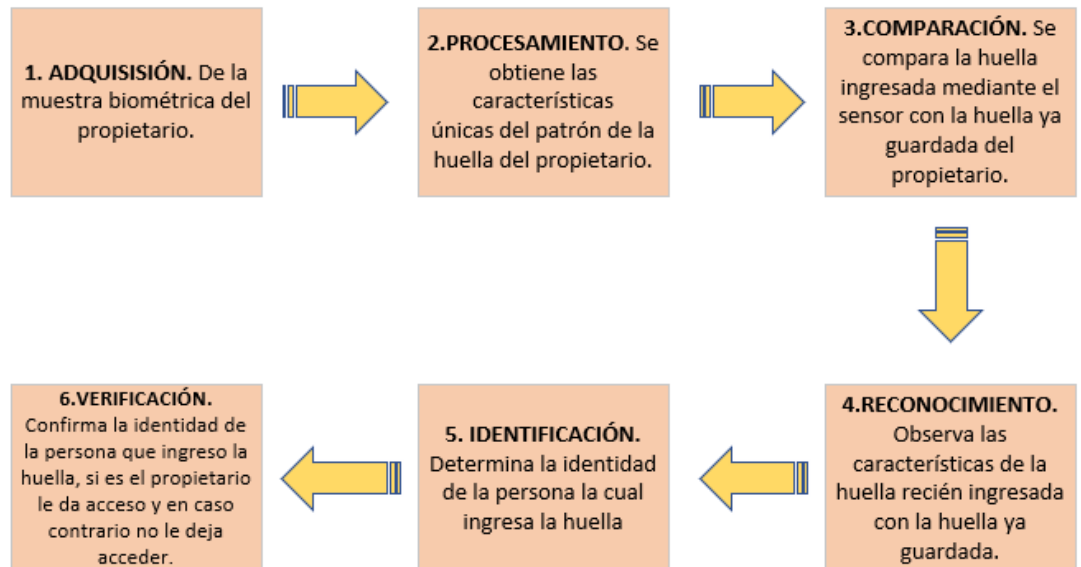


Figura 1.12 Proceso Biométrico
Fuente: Autores.

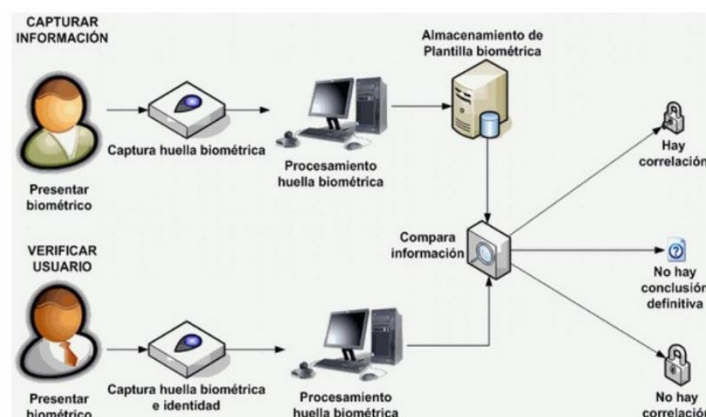


Figura 1.13 Proceso Biométrico
Autor: (Saavedra, 2009)

1.4.2. Características del identificador biométrico

- Diseñados especialmente para el monitoreo de perfiles únicos de cada persona.
- Existen identificadores no solo de huellas dactilares, sino también con registro de voz, retinas oculares, firmas e inclusive el ADN de cada persona.

- Estos sistemas de biometría se realizan a través de dispositivos de captura y un software para recopilar los datos.
- Crea imágenes digitales o analógicas de la persona interesada.
- El software del biométrico almacena y ordena la información de caracteres.
- Realiza intercambios de información con otras bases de datos de otros sistemas biométricos.

1.4.3. Rendimiento biométrico de sistemas de huella dactilar

Para hablar sobre el rendimiento de la huella dactilar primero se debe entender que es la huella dactilar y su proceso de reconocimiento mediante sensores.

1.4.3.1. Partes de la huella dactilar

Las diferencias que hay en las arrugas que forman las huellas dactilares son llamadas crestas y valles.(Sánchez, 2015).

Se las denomina crestas a los relieves que se encuentran por encima de la yema del dedo y de las manos, en cambio se los llama valles a las hendiduras que se encuentran en ellos.



Figura 1.14 Huella Digital
Autor: (Expansión ED, 2016)

Al realizar una impresión de la huella dactilar, se puede observar que las líneas negras corresponden a las crestas y los espacios en blanco representan los valles o surcos.

1.4.3.2. Sensores de huella dactilar

La obtención de información de las huellas dactilares se las obtiene mediante sensores o lectores biométricos, en la actualidad existen varios tipos, pero los más usados son:

1.4.3.2.1. Sensores ópticos: estos sensores captan la huella mediante los distintos rastros de luz que generan las crestas y los surcos al colocar el dedo sobre el sensor, dichos cambios de luz son recogidos por fotodiodos que determinan el color del píxel, siendo blanco para los valles y negros para las crestas.

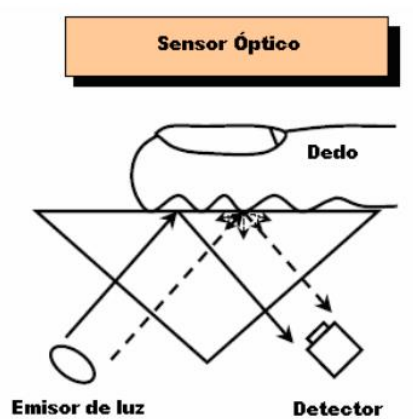


Figura 1.15 Funcionamiento Sensor Óptico
Autor: (Coomonte, 2006)

1.4.3.2.2. Sensores capacitivos: son aquellos que se basan en el cambio de corrientes eléctricas, tomando así a las crestas como las de mayor tensión eléctrica dentro del sensor y los de menor tensión eléctrica serán los valles o surcos.

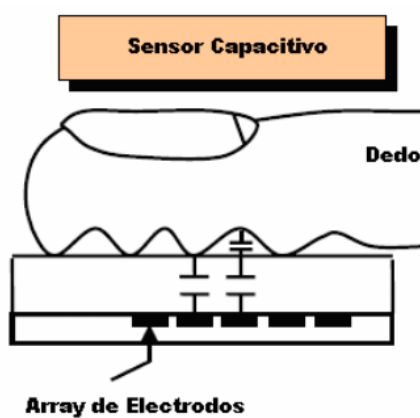


Figura 1.16 Funcionamiento Sensor Capacitivo
Autor: (Coomonte, 2006)

1.4.3.3. Métodos de analizadores de huellas dactilares

Según (Sánchez, 2015), existen dos formas de analizar huellas dactilares con el fin de reconocer de una manera adecuada las huellas que ingresen por los sensores.

Estas formas son: a) por detección de minucias y b) por comparación de huellas.

1.4.3.4. Sistema de detección de minucias

Las minucias son características que contienen las huellas dactilares, únicas e irrepetibles para cada ser humano, se las utiliza como referencia para marcar un patrón biométrico en la identificación de personas.

Consiste en comparar dos huellas a través de minucias que son puntos donde los bordes terminan o se dividen, las cuales podrán identificar si las huellas ingresadas pertenecen a la misma persona, cabe recalcar que en cada huella se encuentran alrededor de cien minucias.

Para que se pueda dar fe que la huella es de la misma persona, las minucias requieren de ocho pasos, los cuales se dividen en:

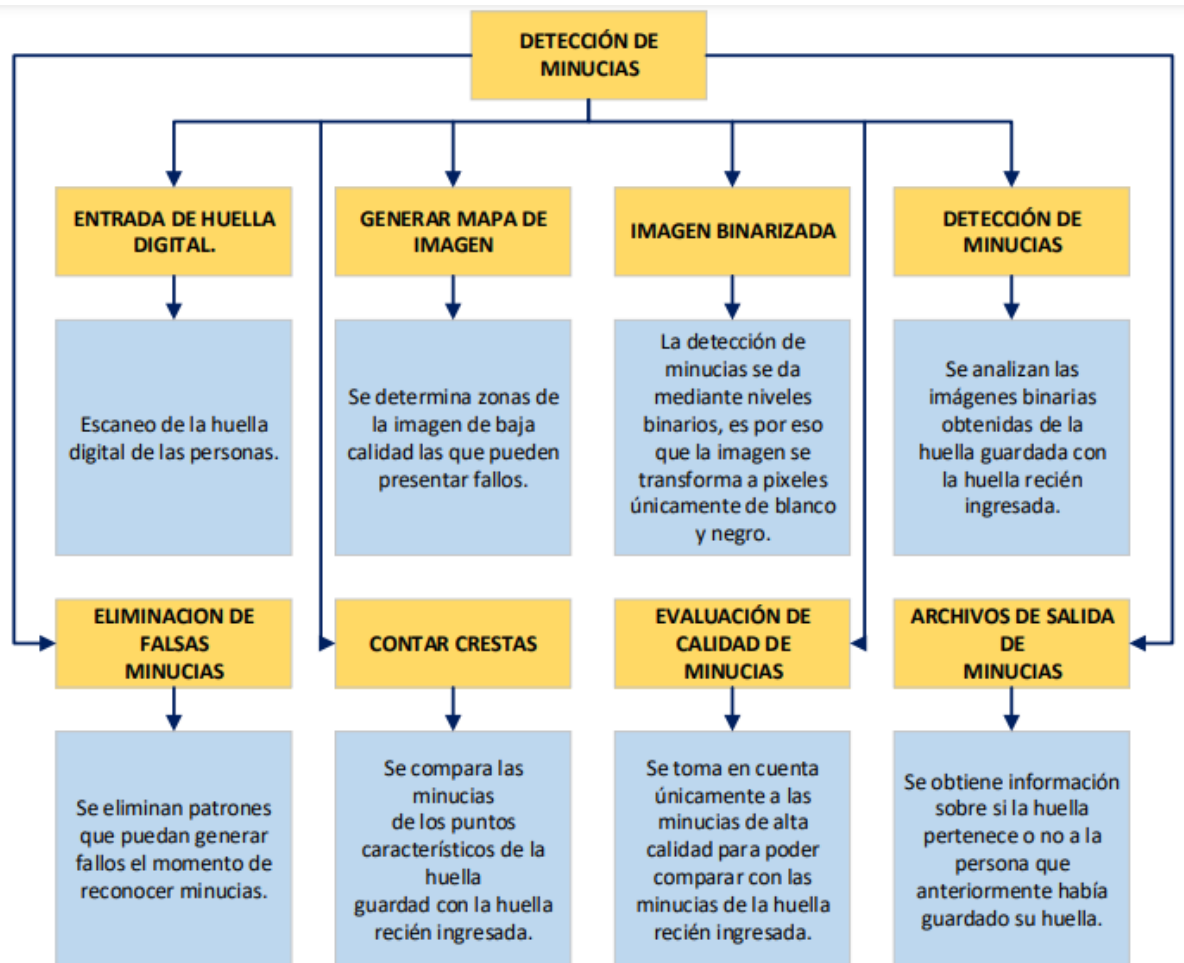


Figura 1.17 Etapas del Proceso Biométrico
Fuente: Autores.

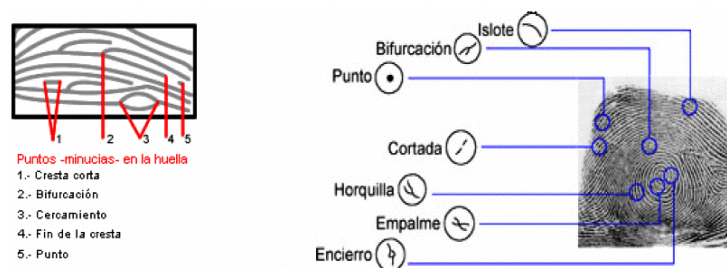


Figura 1.18 Identificación de Minucias
Autor: (Coomonte, 2006)

1.4.3.5. Sistema de comparación de huellas

Consiste en comparar dos minucias de huellas procesadas anteriormente obteniendo un valor entre 0 y 300, en cuanto mayor sea el valor obtenido, se podrá dar fe de que las huellas son de la misma persona.

1.5. Sistemas de seguridad GPS

El Global Positioning System por sus siglas en inglés (GPS) o llamado también Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema mundial de navegación por satélite, el cual permite determinar la ubicación de un objeto, brindándonos su longitud y latitud.

1.5.1. Composición del sistema GPS

La red del sistema GPS se compone de tres segmentos, de los cuales los dos primeros segmentos son de propiedad militar y se encuentran formados por 24 satélites con una órbita de 26560 Km; y un segmento de control que cuenta con 5 estaciones monitoras y 3 antenas terrestres las cuales envían las señales a los satélites, para poder ofrecer un correcto funcionamiento.



Figura 1.19 Arquitectura GPS
Autor: (Fénix, 2009)

1.5.2. Funcionamiento del sistema GPS

Los satélites GPS pasan por la tierra dos veces al día en una órbita exacta, emitiendo la información de una señal a la tierra, luego los receptores de dicha señal toman esta información y utilizan una triangulación para calcular el lugar exacto donde se encuentra el usuario. (Carvalza, 2020).

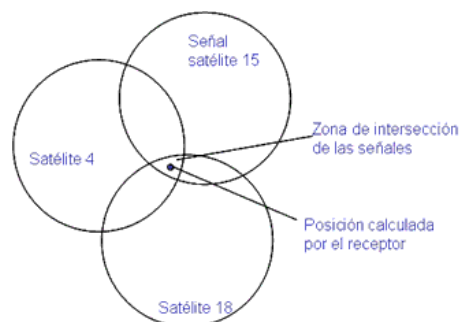


Figura 1.20 Triangulación de Satélites GPS
Autor: (Sur, 2014)

Se puede obtener un error grande o pequeño, dependiendo del diseño del receptor, es así como al tener un receptor de buena calidad el error en la lectura del posicionamiento es de 3 metros en la precisión horizontal y de 5 metros en la precisión vertical.

1.6. Sistemas de seguridad GSM

Los sistemas de seguridad GSM en la actualidad funcionan únicamente para la comandar elementos de seguridad, tales como alarmas, encendido de vehículo y posicionamiento GPS.

En nuestro proyecto se utilizará la red GSM para poder dar aviso al propietario del vehículo, cuando este sea robado o estén intentando la sustracción de este.

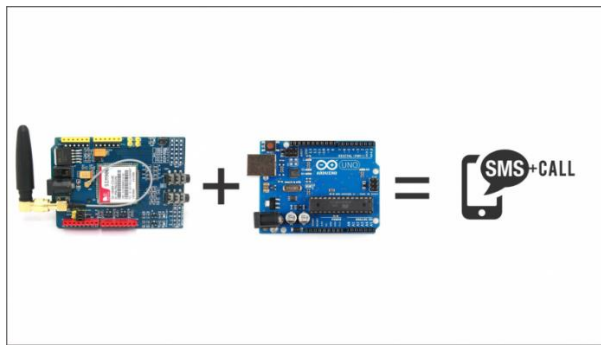


Figura 1.21 Servicio de Mensajería y Llamadas mediante Arduino
Autor: (RogerBit, 2018)

CAPÍTULO II

2. MARCO EXPLICATIVO

2.1. Diseño del sistema

En lo que se refiere al diseño del sistema, se conocerá los diagramas de flujo de los procesos que influirán en el funcionamiento de nuestro sistema de seguridad antirrobo, dividiendo al mismo en tres fases, las cuales serán: Fase de habilitación del vehículo, fase de robo y fase de asalto.

- **Fase de habilitación del vehículo:** esta fase consiste en la activación de la electrobomba de combustible, mediante el reconocimiento de la huella digital del o los usuarios previamente registrados o de la correcta introducción del código de activación del vehículo; en caso de que no se reconozca la huella o no se introduzca correctamente el código, luego de tres intentos, se activará la alarma, generando así la llamada de alerta al propietario del vehículo.

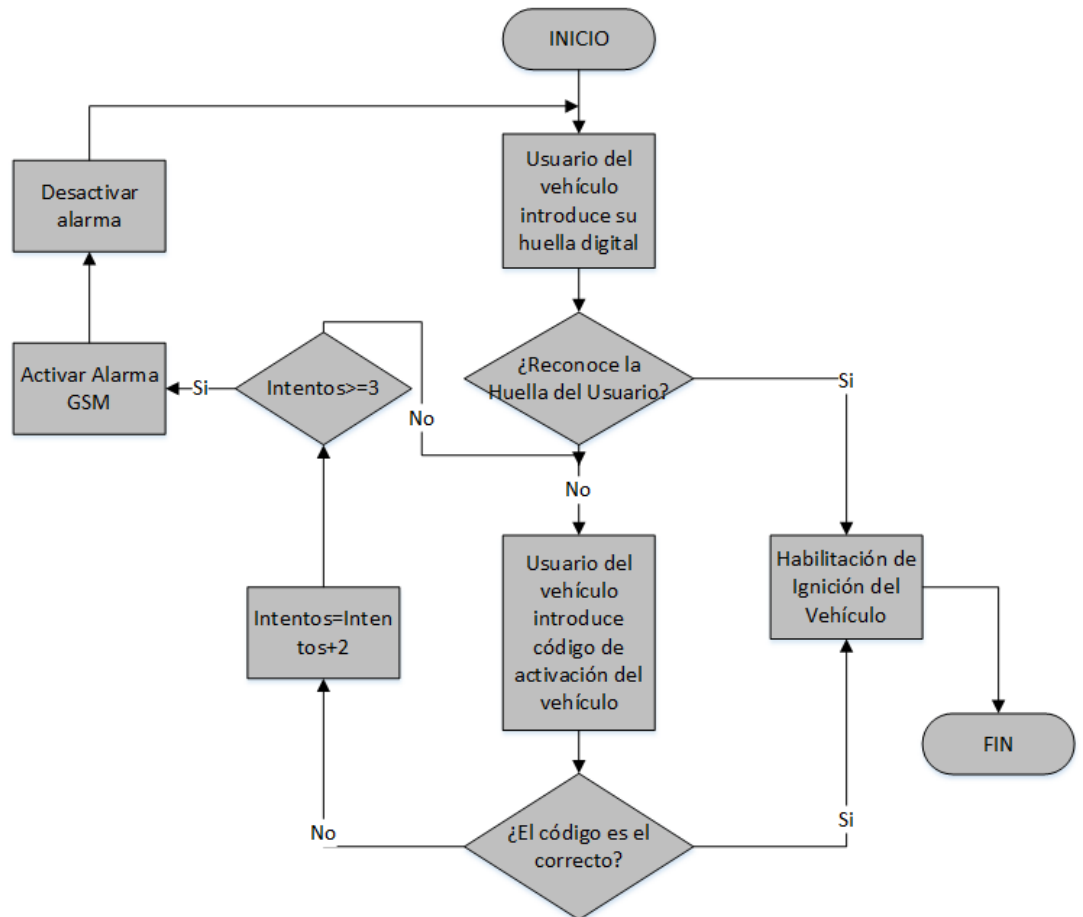


Figura 2.1 Diagrama de Flujo Habilitación del Vehículo

Fuente: Autores.

- **Fase de robo:** esta fase consiste cuando el vehículo está siendo robado, el asaltante por lo general procede a desconectar o cortar el cable negativo de la batería para desactivar cualquier tipo de alarma, también suelen proceder con los cortes del cableado del switch; para poder puentear el encendido del motor, así como suelen forzar las cerraduras de las puertas para proceder a la sustracción del vehículo o de alguna de sus partes.

En esta fase al desconectarse el cable de la batería del vehículo o a proceder con el corte del cable de ignición, se activa la señal de alerta al propietario mediante una llamada de voz.

La antes mencionada señal de alerta se logra activar gracias a que el sistema de seguridad cuenta con una batería independiente a la del vehículo.

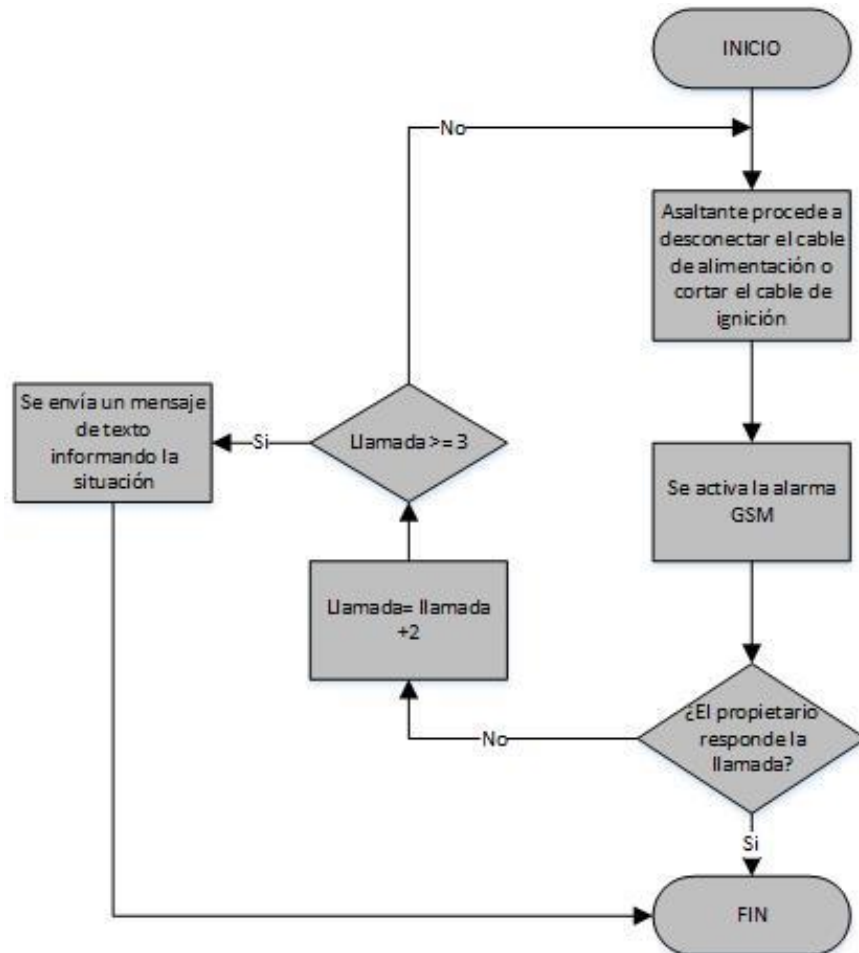


Figura 2.2 Diagrama de Flujo Robo del Vehículo
Fuente: Autores.

- **Fase de asalto:** en caso de asalto, el propietario del vehículo tendrá que oprimir un pulsante o interruptor el cual activará el módulo de alerta GPS, enviando la ubicación del vehículo cada 30 segundos a una persona de suma confianza del propietario, se podría dar el caso que este mismo mensaje se lo pueda enviar al número celular del UPC cercano a la zona donde resida el usuario, ante un aviso previo a los mismos.

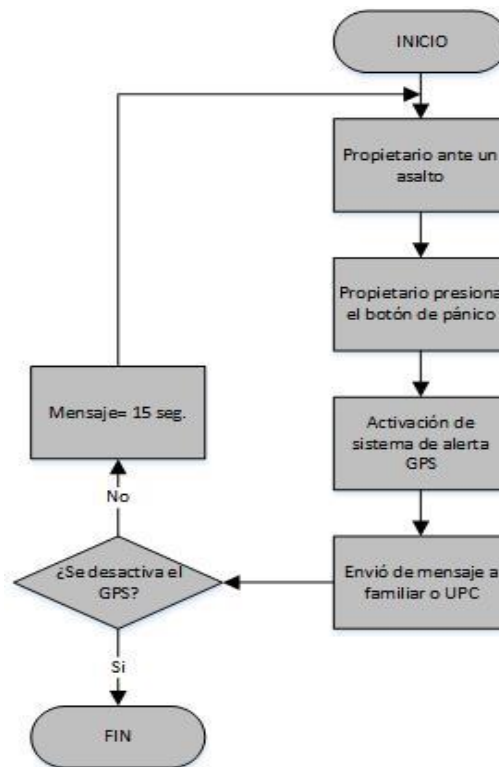


Figura 2.3 Diagrama de Flujo Asalto del Vehículo
Fuente: Autores.

Cabe recalcar, que al activar la alarma en la Fase 1, se retira el bloqueo al que se encuentra sometido la bomba eléctrica de combustible y una electroválvula de control situada en las mangueras o cañerías de alimentación.

Para la Fase 2 del sistema, en el momento de un robo inminente del vehículo, cuando el ladrón desconecte o corte el cable negativo de la batería o el cable de ignición del switch, se activará la alarma silenciosa, se la denomina así porque el delincuente no va a estar al tanto de su activación, ya que el único que sabrá del robo es el propietario del vehículo.

En cambio, para la Fase 3, cuando el usuario active o presione el botón de pánico el cual se encontrará situado en lugares estratégicos del habitáculo del vehículo, lo que hará es enviar su ubicación cada cierto tiempo a dos contactos de confianza del propietario.

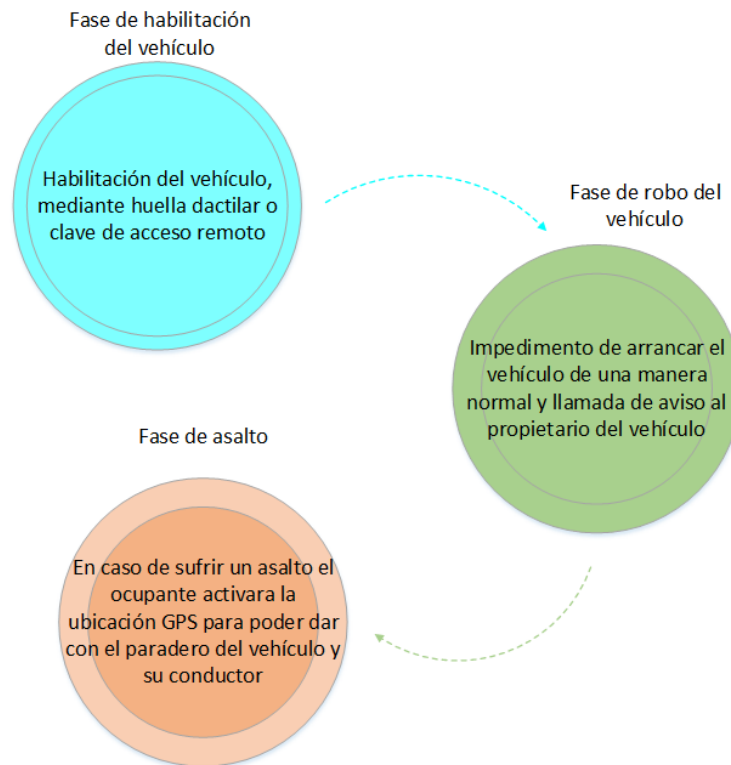


Figura 2.4 Resumen Fases del Sistema de Seguridad
Fuente: Autores.

2.2. Arquitectura del sistema de seguridad

La arquitectura del sistema se divide en 2 bloques como se podrá ver a continuación en la figura 2.5.

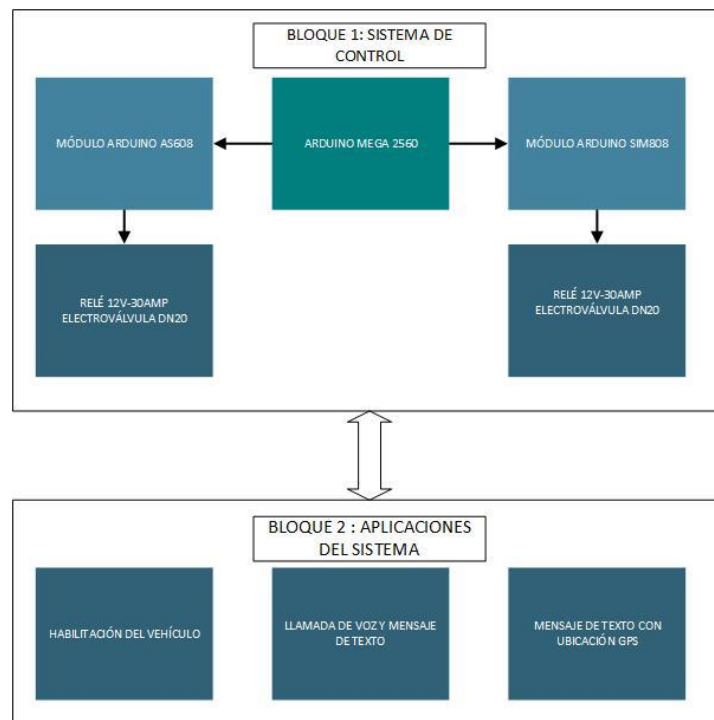


Figura 2.5 Diagrama de Bloques del Sistema
Fuente: Autores.

- **Bloque 1: Sistemas de control**

En este bloque se encuentra toda la parte de control del proyecto, el Arduino Mega 2560 es el encargado de la adquisición de datos, así como también es el que comanda las órdenes que deben realizar a su vez los módulos y sus actuadores.

- **Bloque 2: Aplicaciones del sistema**

En esta parte se encuentra todo lo que compete al software del sistema, se encontrarán las aplicaciones, tales como: Llamada de Voz y/o Mensaje de Texto, Reconocimiento de la Huella Dactilar para la habilitación del vehículo y la activación del GPS por medio de mensaje para conocer su ubicación.

2.3. Selección de elementos para el sistema de seguridad

Para conocer los elementos necesarios para que el sistema funcione correctamente, se debe tener claro los esquemas de los circuitos funcionales con los que van a contar la alarma.

- **Esquema de habilitación del vehículo**

En este apartado se podrá observar, los esquemas que se utilizarán para la habilitación del vehículo, mediante la activación de la bomba eléctrica de combustible, este esquema puede ser utilizado en los motores con un sistema de alimentación mediante carburador, inyección a gasolina y también en los vehículos con inyección diésel.

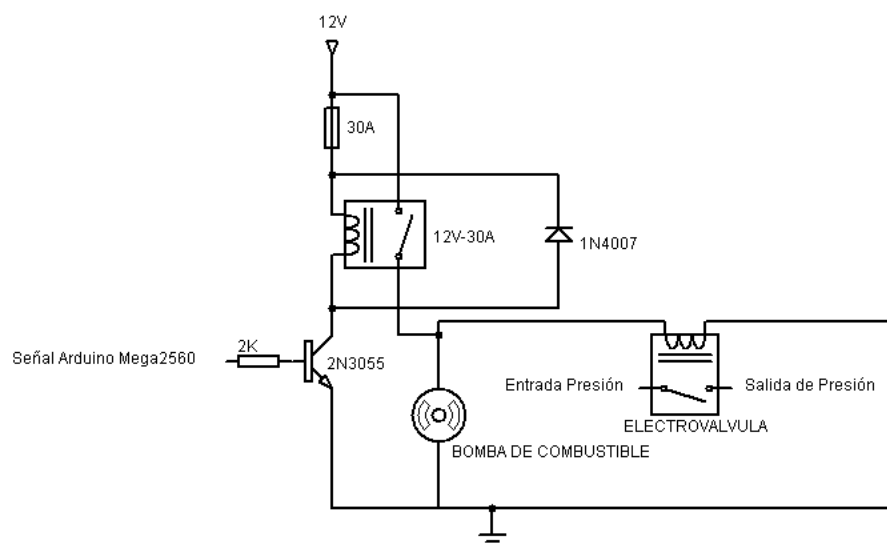


Figura 2.6 Esquema Habilitación Bomba de Combustible Eléctrica
Fuente: Autores.

En caso de que el motor cuente con una bomba de combustible mecánica, el corte de energía se podrá dar en la bobina de encendido.

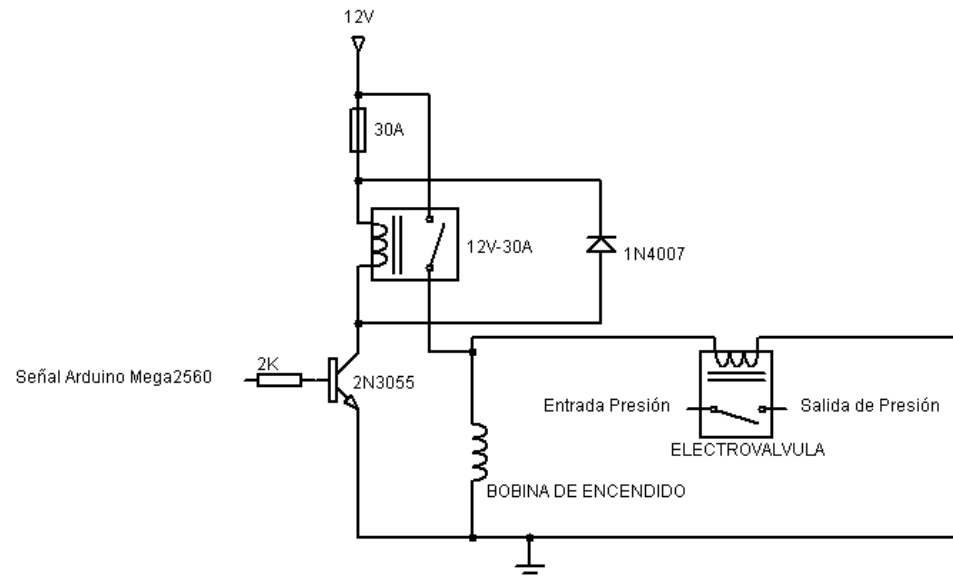


Figura 2.7 Esquema Habilitación Bobina de Encendido
Fuente: Autores

- **Esquema para la fase de robo del vehículo**

Para esta fase, se usan 2 reguladores de voltaje (7805) conectados al cable negativo de alimentación de la batería y al cable de ignición del switch respectivamente, estas transformarán el voltaje de 12V a 5V para así poder obtener una señal en los módulos Arduino para que posteriormente se realice la llamada al propietario del vehículo.

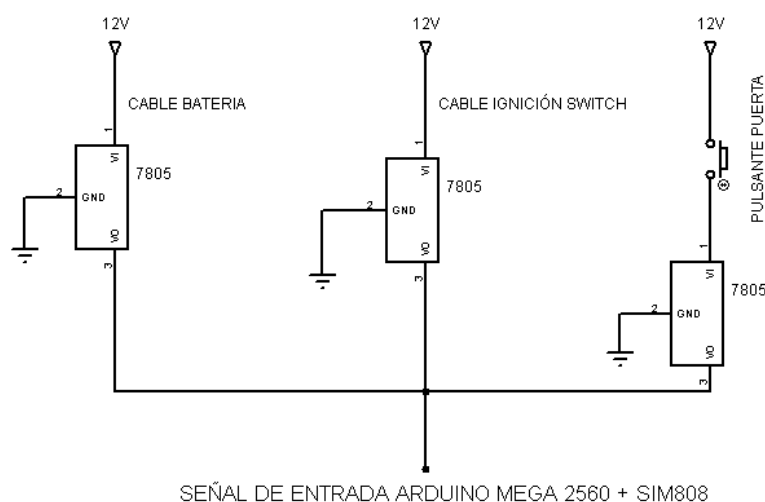


Figura 2.8 Esquema de Circuito Robo del Vehículo
Fuente: Autores.

- **Esquema fase de asalto de vehículo**

Este circuito tiene un funcionamiento muy sencillo ya que al pulsar uno de los 3 interruptores que estarán ubicados en zonas estratégicas del automotor, estas enviarán una señal al Arduino y a su vez al SIM808 para poder dar con el paradero del vehículo y a su vez del usuario.

El SIM808 es el módulo de control encargado de enviar señal de alerta mediante llamada de voz y las coordenadas GPS mediante un mensaje de texto.

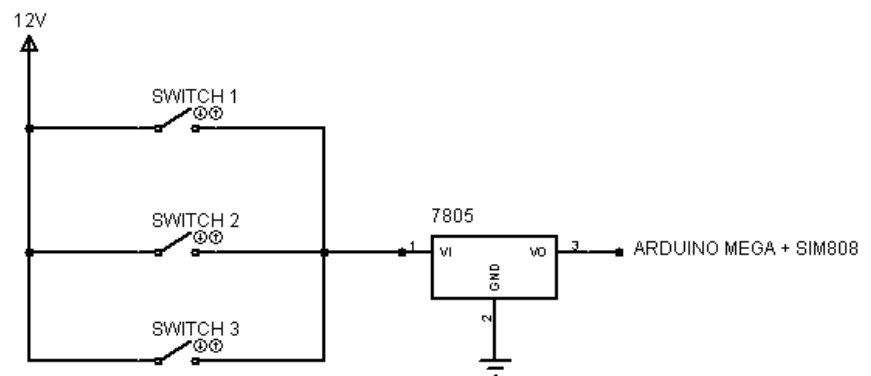


Figura 2.9 Esquema del Circuito Eléctrico Asalto de Vehículo
Fuente: Autores.

Al tener el planteamiento del proyecto definido, se procede a seleccionar los elementos fundamentales para el correcto armado y funcionamiento de los circuitos.

- **Circuito completo**

Observamos el circuito completo del prototipo del sistema de seguridad.

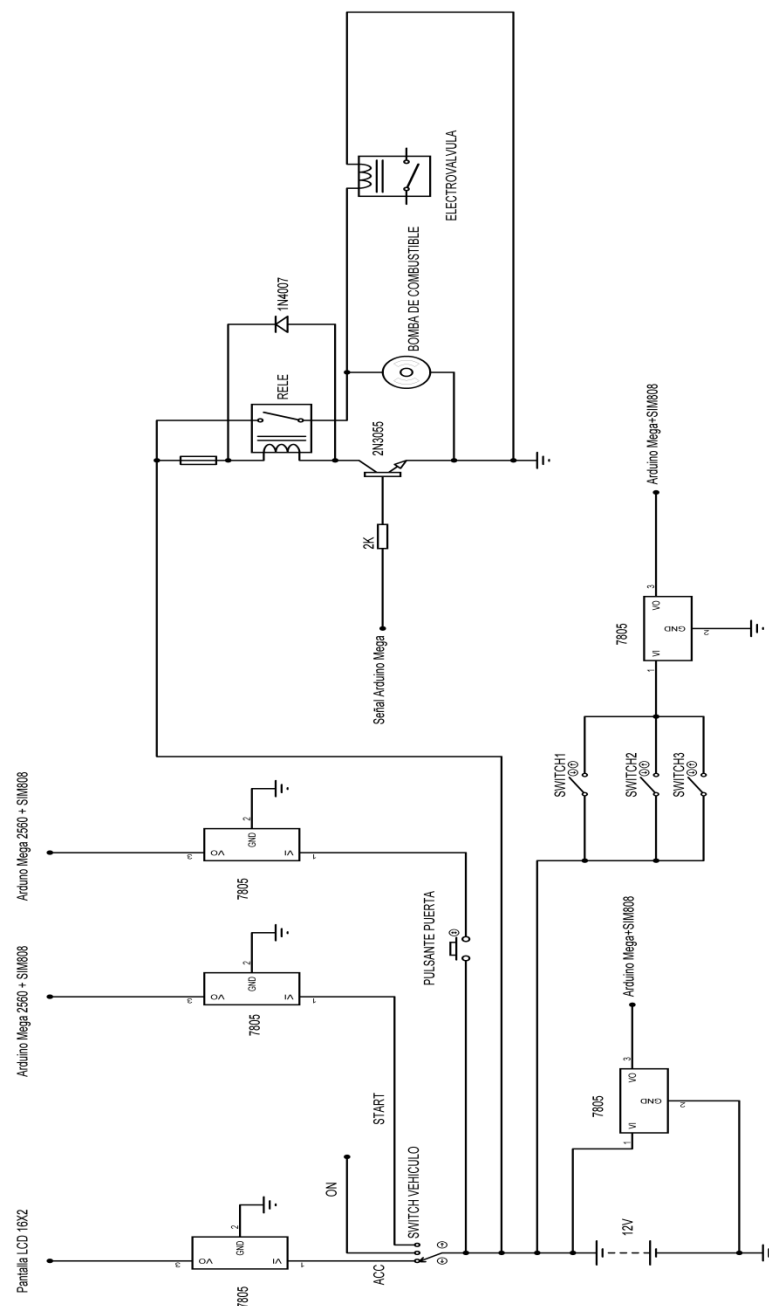


Figura 2.10 Esquema del circuito completo

Fuente: Autores.

2.3.1. Arduino MEGA 2560

El Arduino Mega es uno de los sistemas más complejos del área de la ingeniería pues probablemente es uno de los microcontroladores más capaces de la familia de los Arduino, cuyo objetivo es el de facilitar de una manera sencilla y didáctica la programación de microcontroladores. La

comunicación entre la computadora y el Arduino se da gracias a un puerto USB, y en ocasiones solo se necesita conectarlo como si fuese una impresora.



Figura 2.11 Arduino Mega 2560
Autor: (Electronics, s.f.)

Tabla 2.1. Características Arduino Mega

Características arduino MEGA 2560	
Microcontrolador	ATmega2560
Voltaje Operativo	5V
Voltaje de Entrada	7-12V
Límite de Voltaje de Entrada	6-20V
Pines digitales de entrada y salida	54
Pines analógicos de entrada	16
Frecuencia de reloj	16MHz
Longitud	101.52mm
Ancho	53,3mm
Peso	37Kg

Autor: (AG. Electronica, 2017)

2.3.1.1.Ventajas arduino MEGA 2560

- ❖ Dispone una placa de desarrollo robusta, integrada por un microcontrolador potente de 8 bits, siendo así el que más pines tiene.
- ❖ Integra un sistema de alta programación.
- ❖ Cuenta con 54 puertos digitales, 15 son PMW y 15 analógicos.

- ❖ Tiene una memoria de 256kb y un voltaje de 5Vdc.
- ❖ Este Arduino trabaja con proyectos grandes, los que requieren más espacio de memoria, por otro lado, tiene un costo más alto sin embargo es indicada para principiantes.
- ❖ Una gran ventaja por encima de la cantidad de puertos es su memoria extendida, que permite ahorrar tiempo optimizando el código para que quepa en memorias pequeñas.

2.3.1.2. Pines arduino MEGA 2560

Un Arduino MEGA 2560 cuenta con: 54 pines de entrada y salida, 16 entradas analógicas y 4 puertos de señal.

La velocidad del microcontrolador cuenta con un cristal de 16MHz y una memoria flash de 256K, su rango de voltaje de entra es de 7 a 12 volts para la cual es recomendable usar una entrada planchada de 9 volts. (Veloso, 2018)

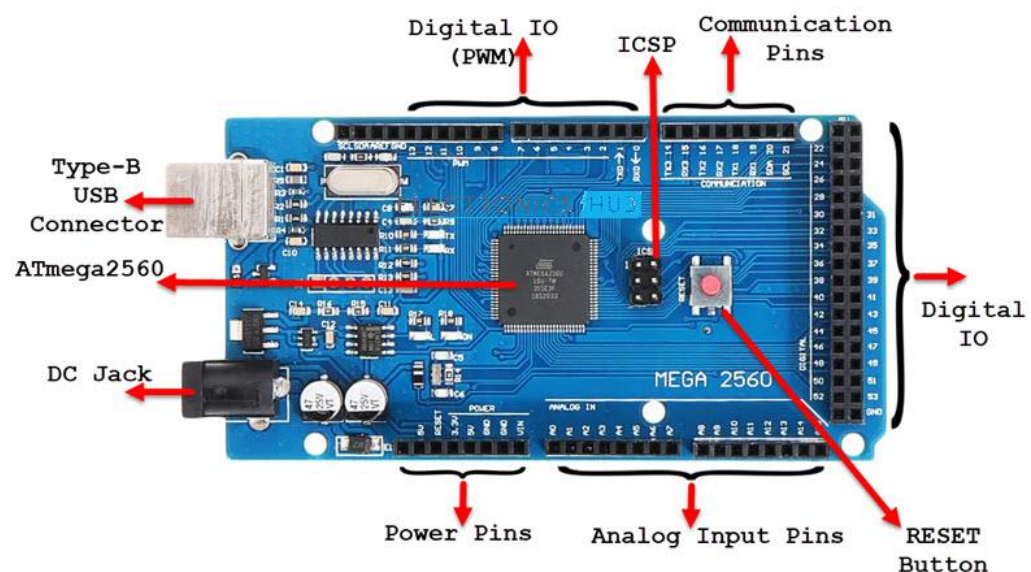


Figura 2.12 Diagrama de Pines del Arduino MEGA 2560
 Autor: (AG. Electronica, 2017)

2.3.2. Módulo arduino SIM808 GSM, GPRS, GPS

Este sistema GSM tiene sus indicios en el año de 1980 con un grupo especial móvil en la conferencia europea de Telecomunicaciones creando desde entonces múltiples modificaciones en el sistema para poder satisfacer la gran demanda de usuarios.

Permitiendo de esta manera conectarse a las redes GSM y GPRS, con la transferencia de datos dando paso a la realización de llamadas de voz, enviar y recibir mensajes cortos de texto.

Por otra parte, el Módulo GSM/GPRS/GPS SIM808, da la posibilidad de trabajar con cuatro bandas de frecuencia (850, 900, 1800 y 1900 MHz). Logrando comunicarse con el Arduino Mega 2560. Siendo entonces capaces de enviar, recibir llamada y SMS, conectarnos a internet y conocer nuestras coordenadas y el horario UTC.



*Figura 2.13 Módulo Arduino SIM808 GSM/GPRS/GPS
Autor: (Prometec, 2017)*

2.3.2.1. Características módulo arduino SIM808

Tabla 2.2 Características SIM808

Características arduino SIM808	
Dimensiones	77.64x50.13mm
Voltaje de alimentación	5-26VDC
Quad-Band	850/900/1800/1900 MHz
GPRS class	85.6 Kbps
Sensibilidad GPS	-165 dBm
Temperatura de operación	-40°C~85°C
Rango de tensión de alimentación	3.4 ~ 4.4V

Autor: (Escuela Superior Politecnica del Litoral, 2016)

2.3.2.2. Ventajas módulo arduino SIM808

- ❖ El GSM da paso a una transmisión de datos a una velocidad de 9.6 kbt/s.
- ❖ El GSM tiene acceso al roaming internacional, que permite el uso de un celular en cualquier parte del país.
- ❖ El GPRS permite que siempre haya conexiones entre dispositivos con tecnología GPRS.
- ❖ El GPS nos ayuda a llegar a un determinado sitio sin una ruta predeterminada.
- ❖ El GPS ayuda a localizar el vehículo en un caso de robo.
- ❖ El GPS cuenta con un sistema de voz que indica los cambios de dirección o ruta de manera precisa sin la necesidad de manipular el dispositivo.

2.3.2.3. Pines módulo arduino SIM808

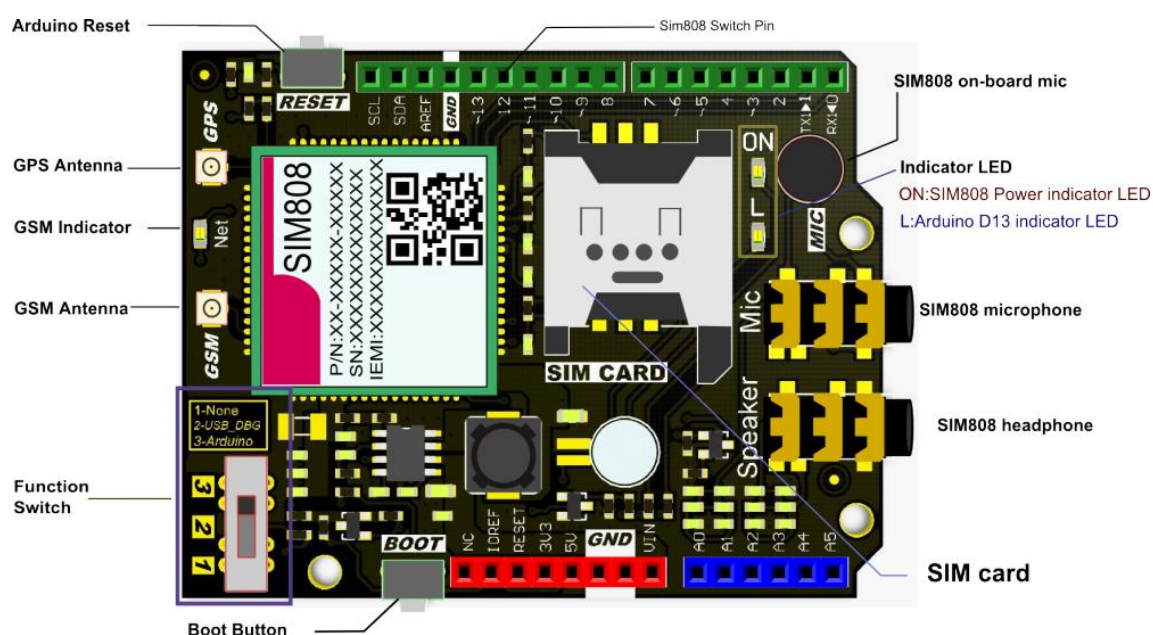


Figura 2.14 Diagrama de Pines Módulo SIM808
Autor: (RogerBit, 2018)

2.3.3. Relé automatiz 12V-30A

La comunicación de una línea eléctrica de media o alta potencia mediante un circuito electrónico de baja potencia se da gracias a un relé que es un dispositivo electromagnético cuya principal ventaja y la razón por la cual su uso es frecuente en la electrónica, es debido a que su línea eléctrica está completamente aislada de la parte electrónica que controla el relé, dicho esto podemos recalcar que podríamos construir un circuito electrónico (un temporizador, una fotocélula, etc.) mediante un relé.

El relé para utilizar es de 4 terminales de 12V – 30 Amperios, el voltaje y amperaje fue seleccionado en base a los parámetros de la batería y de funcionamiento del vehículo. (Idrovo, 2017)

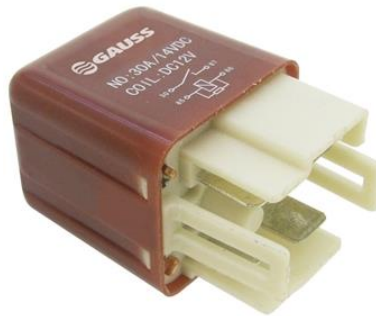


Figura 2.15 Relé Automotriz 12 V -30 A
Autor: (MYB Electronicos S.A , s.f.)

2.3.3.1.Características del relé automotriz

Tabla 2.3 Características de Relé Automotriz

Características de relé automotriz	
Numero de terminales	4
Voltaje de alimentación	12V
Amperaje de operación	30A
Longitud	53.1mm
Ancho	27.8mm
Alto	16.8mm

Autor: (MYB Electronicos S.A , s.f.)

2.3.4. Display LCD 12X6

Una de las formas más económicas y sencillas es un LCD que dota a nuestros proyectos de una pantalla que permite visualizar resultados que son importantes en un sistema automatizado. Estas tienen diversas características ya que son elaboradas en varios tamaños tales como el LCD 16X2 (2 filas y 16 caracteres), 20x4, 20x2 y 40x2.

Para que un LCD monocromático de hasta 80 caracteres alfanuméricos y símbolos. Poseen una luz de fondo la cual puede tener colores azules o

verdes que adicionalmente poseen un pin con el cual se puede variar los contrastes de la pantalla LCD con Arduino utilizando un potenciómetro.



Figura 2.16 Display LCD 16x2
Autor: (Física con Arduino, Sin Año)

2.3.4.1. Características display LCD 16x2

Tabla 2.4 Características Display LCD

Características display LCD 16x2	
Voltaje de alimentación	5V
Backlight	Azul
Tamaño de carácter	5.23 x 3mm
Numero de caracteres por línea	16 x 2
Color de carácter	Blanco

Autor: (Física con Arduino, Sin Año)

2.3.4.2. Ventajas display LCD 16x2

- ❖ Este tipo de artefactos consumen el mínimo de energía o corriente eléctrica, su programación es sencilla y por lo general es cargada por el fabricante.
- ❖ Están compuestas por tubos fluorescentes, se logran altos grados de contraste en los colores, creando así una imagen muy atractiva visualmente.
- ❖ Tienen un espesor muy delgado.
- ❖ Duran mucho más que las pantallas plasma.

2.3.4.3. Pines display LCD 16x2



Figura 2.17 Diagrama de Pines Display LCD 16x2
Autor: (Microcontrollerslab, 2020)

2.3.5. Lector de huella dactilar AS608

Es un sensor biométrico, que permite realizar sistemas de procesamiento digital de imágenes mediante un procesador de señales, también incluye la comparación de las imágenes procesadas con la base de datos. Este dispositivo funciona con un protocolo serial, por lo que se puede usar con cualquier microcontrolador o tarjeta de desarrollo. Cuenta con una capacidad de almacenar hasta 162 huellas en la memoria interna del dispositivo. (Unit Electronics, Sin Año)

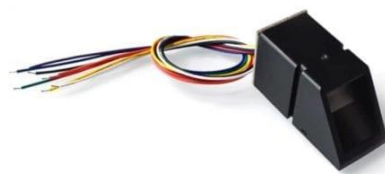


Figura 2.18 Sensor Huella Digital AS608
Autor: (Unit Electronics, Sin Año)

2.3.5.1. Características AS608

Tabla 2.5 Características Módulo AS608

Características sensor AS608	
Voltaje de alimentación	3.6 a 6 V
Corriente de funcionamiento	120mA
Tiempo de entrada imagen escaneada	<1seg
Temperatura de trabajo	-20°C a 50°C

Autor: (Unit Electronics, Sin Año)

2.3.5.2. Pines módulo AS608

El módulo cuenta con 8 pines en total, 2 de alimentación y 6 de entrada y de salida de datos, para el proyecto de guardar la huella y reconocerla solo debemos conectar 4 pines los cuales son:

- V+: alimentación 5v
- GND: tierra
- TX: transmite datos
- RX: recibe datos

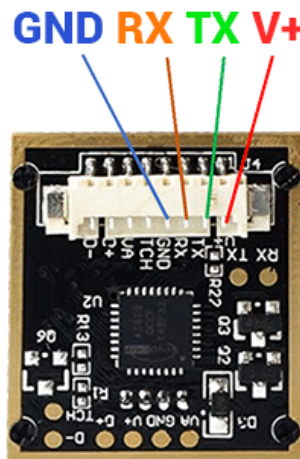


Figura 2.19 Pines de Sensor de Huella AS608
Autor: (Shojaei, 2021)

2.3.6. Teclado matricial de membrana 4X4

Teclado de botones plástico formado por 4 filas y 4 columnas, con un total de 16 teclas, permite agregar entradas de usuarios a diferentes proyectos, el

mismo puede ser conectado a cualquier microcontrolador o tarjeta de desarrollo. (AVElectronics, Sin Año)



Figura 2.20 Teclado Matricial 4x4
Autor: (Electrónicos CALDAS, 2020)

2.3.6.1. Características teclado matricial

Tabla 2.6 Características de Teclado Matricial

Características teclado matricial	
Voltaje máximo de operación	24 VDC
Corriente máxima de funcionamiento	30mA
Resistencia de aislamiento	100MOhm
Vida útil	1M de pulsaciones
Temperatura de operación	0°C a 50°C

Autor: (Electrónicos CALDAS, 2020)

2.3.6.2. Pines teclado matricial 4x4

El tipo de conexión de este teclado es sencillo ya que se conecta todos sus pines a las entradas digitales del Arduino.

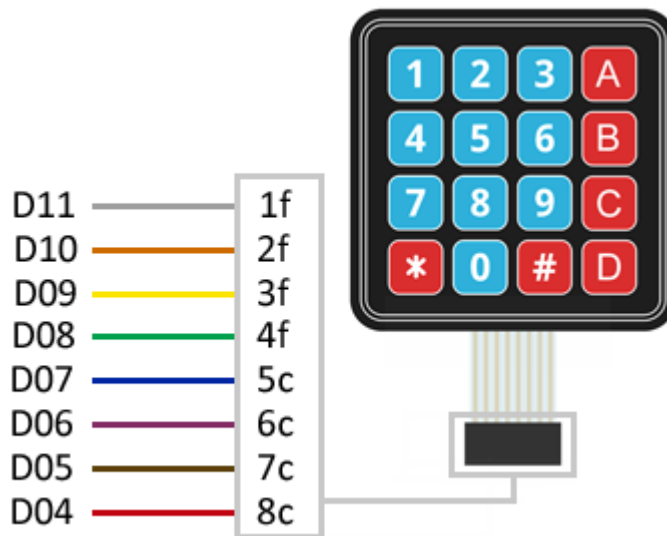


Figura 2.21 Pines Teclado Matricial 4x4
Autor: (Llamas, 2016)

2.3.7. Tarjeta SIM operadora celular

Se eligió la tarjeta SIM de la operadora celular Tuenti, ya que es la operadora que cuenta con los precios más baratos del mercado en el tema de llamadas de voz, mensajería e internet.



Figura 2.22 Plan Telefonía Móvil
Autor: (Tuenti, 2021)

2.3.8. Diodo 1N4007

Usado mayoritariamente en circuitos rectificadores de fuentes de alimentación y supresor de picos para relés, soporta un voltaje inverso de hasta 700V y su corriente máxima es de 30Amp.

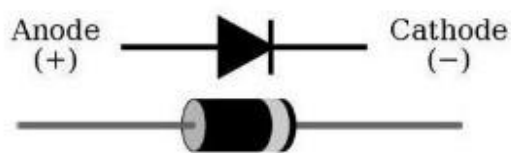


Figura 2.23 Diodo 1N4007
Autor: (Issac, 2020)

2.3.9. Transistor 2N3055

Comúnmente usado en circuitos de media potencia, ya que cuenta con una saturación baja entre el voltaje colector-emisor, también posee una ganancia de 70hFE y su voltaje máximo entre el colector y emisor es de 60 V, teniendo una corriente máxima en el colector de 15Amp.

2.3.9.1. Características del transistor 2N3055

Tabla 2.7 Características de Transistor 2N3055

Características transistor 2N3055	
Tipo	NPN
Voltaje colector emisor máximo	60V
Voltaje base-emisor máximo	7V
Corriente base	7Amp
Temperatura de operación	-65°C a 200°C
Potencia disipada	115 W

Autor: (Issac, 2020)

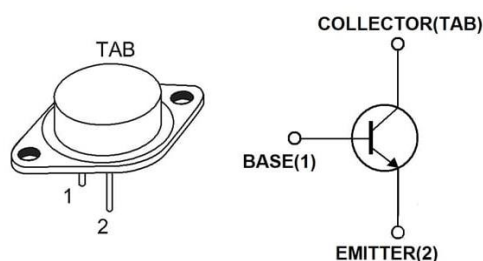


Figura 2.24 Transistor NPN 2N3055
Autor: (Issac, 2020)

2.3.10. Impresión 3D caja de aislamiento

La caja de aislamiento tiene la función de aislar las vibraciones y sonidos externos y ajenos al sistema de seguridad, se procederá hacerla en 3D ya que

el material con el que se le realiza es similar al material del tablero del interior del vehículo lugar donde se van a situar los módulos Arduino y sus respectivos circuitos.

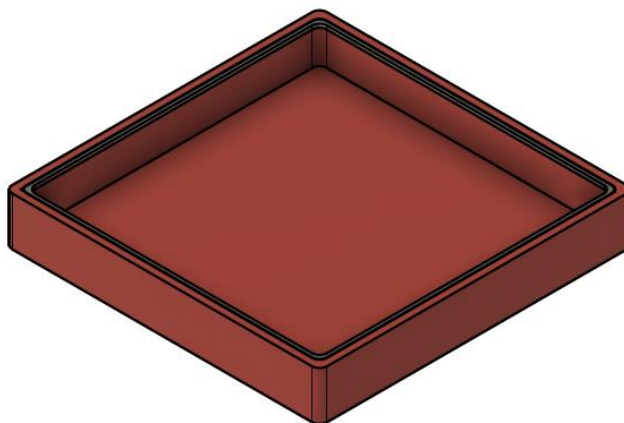


Figura 2.25 Caja de Aislamiento
Fuente: Autores.

2.4. Costo de elementos a utilizar en el sistema

Tabla 2.8. Precio de los Elementos a Utilizar en el Sistema

CANTIDAD	ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Arduino	Mega 2560	\$25,00	\$25,00
1	Módulo Arduino	SIM808	\$40,00	\$40,00
1	Módulo Arduino	AS608	\$30,00	\$30,00
3	Relé Automotriz	12V- 30Amp	\$2,50	\$7,50
1	Display LCD	16X2	\$6,00	\$6,00
1	Teclado Alfanumérico	4X4	\$5,00	\$5,00
3	Diodo	1N4007	\$0,10	\$0,30
1	Transistor	2N3055	\$2,60	\$2,60
1	Electroválvula	DN20	\$10,50	\$10,50
1	Cable de Alarma	5m	\$2,50	\$2,50

1	Cinta	Aislante	\$1,00	\$1,00
1	Cable Multípara	5m	\$2,00	\$2,00
2	Impresiones	3D	\$5,00	\$10,00
1	Chip	Tuenti	\$3,00	\$3,00
3	Switch	On/Off	\$0,25	\$0,75
TOTAL				\$146,15

Fuente: Autores.

De esta manera en la Tabla 2.8, se puede observar los elementos necesarios con cada uno de sus precios, para la construcción del sistema de seguridad mediante el corte de combustible en un vehículo.

CAPÍTULO III

3. MARCO APLICATIVO

3.1.Introducción

Se realizará el armado de los circuitos de cada una de las fases mencionadas en el capítulo anterior, los mismos contarán con los elementos seleccionados anteriormente, luego se procederá a implementar en motores de prueba, concluyendo así con la implementación en un vehículo. El flujograma del proceso indicado puede apreciarse en la Figura 3.1

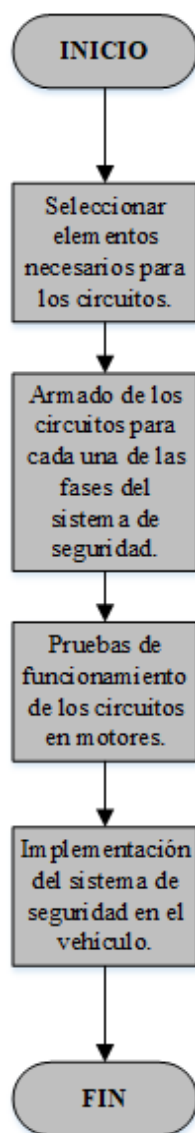


Figura 3.1 Flujograma de Etapas de Generación e Implementación del Sistema de Seguridad
Fuente: Autores.

3.2. Generación del circuito de habilitación del vehículo

3.2.1 Armado del circuito

Procedemos a armar el circuito en un protoboard, guiándonos en el esquema de la figura 17, mismo del circuito que al armarse se habilita.

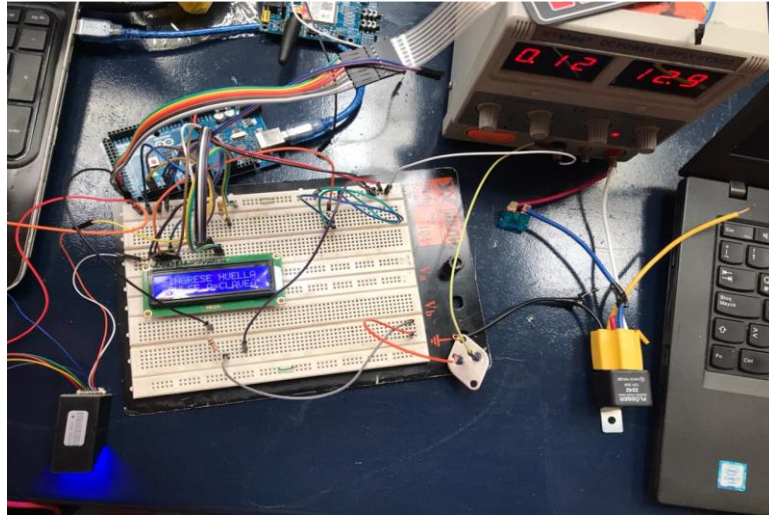


Figura 3.2 Armado del Circuito Fase de Habilitación del Vehículo
Fuente: Autores.

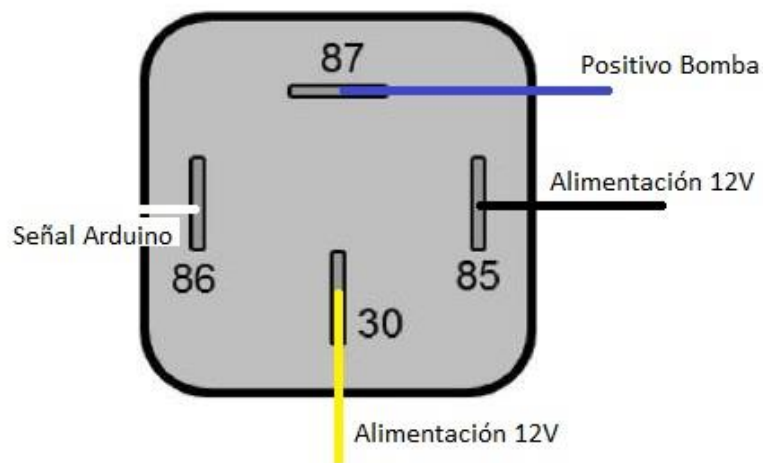


Figura 3.3 Esquema de terminales del relé
Fuente: Autores.

Para comprobar que el circuito funciona correctamente, se procede a medir el voltaje de salida del contacto 87 del relé, el cual debe ser 12V para poder accionar la bomba eléctrica de combustible o la bobina de encendido.

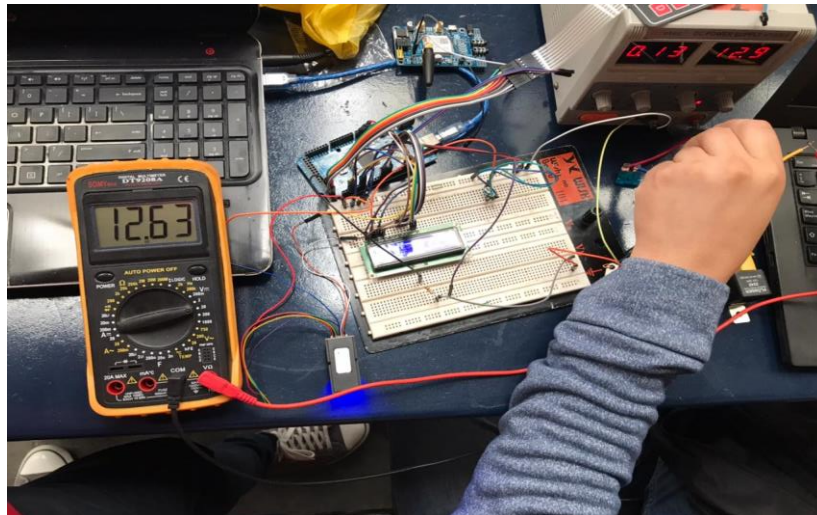


Figura 3.4 Comprobación de Voltaje de salida del relé
Fuente: Autores.

3.2.2 Programación arduino

El programa utilizado para el comando de los elementos que pertenecen a cada circuito según sus fases es el Arduino 1.8.13, ya que su lenguaje de programación en código es sencillo y de muy fácil interpretación para los usuarios.

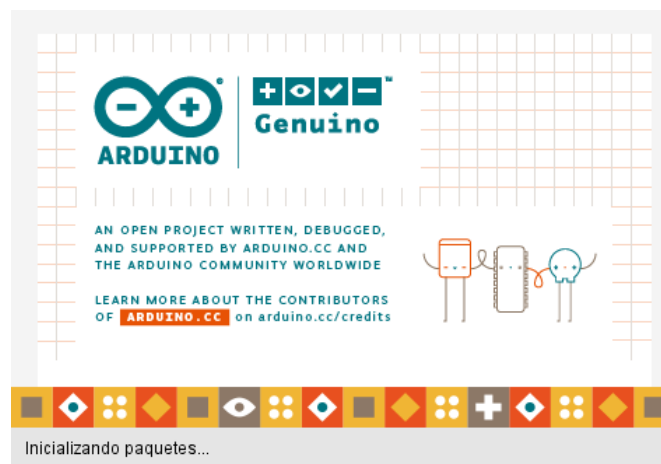


Figura 3.5 Pantalla de Inicio del Programa Arduino
Fuente: Autores.

Para la correcta programación, se necesitan las librerías de cada uno de los componentes que van a ser utilizados, para que al momento de la ejecución de los comandos estos sean reconocidos y puedan ejecutar cada una de sus funciones.

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Keypad.h>
#include <String.h>
```

Figura 3.6 Librerías de los Elementos de Arduino

Fuente: Autores.

3.2.3 Programación fase de habilitación del vehículo

En la fase de habilitación del vehículo contamos con la pantalla LCD, el teclado matricial 4X4, además del sensor de la huella dactilar AS608. Para que estos elementos trabajen en conjunto y de manera correcta, debemos inicializar la programación definiendo los puertos seriales que se van a usar.

```
#define COLUMNAS 16
#define FILAS 2
#define tiempo_lcd 3000
LiquidCrystal lcd(12, 11, 6, 5, 4, 3);
#if (defined(__AVR__) || defined(ESP8266)) && !defined(__AVR_ATmega2560__)
SoftwareSerial mySerial(18, 19);
#else
#define mySerial Serial1
#endif
void usuario_erroneo();
void comprueba_intentos();

Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
```

Figura 3.7 Inicialización de la Pantalla LCD y Huella Dactilar AS608

Fuente: Autores.

Para el teclado matricial 4X4, se deben definir las filas y las columnas de manera correcta para que el momento que se proceda a presionar algún número del teclado este no sea erróneo, también se procede a definir la clave para la habilitación del vehículo, que para la manera de ejemplo la clave de acceso es “1111”, pero esta puede cambiar al momento de que el usuario quiera poner su clave personal.

```

const byte rowCount = 4;
const byte columnCount = 4;

char teclas[rowCount][columnCount] = {
  { '1','2','3', 'A' },
  { '4','5','6', 'B' },
  { '7','8','9', 'C' },
  { '*', '0', '#', 'D' }
};

const byte rowPins[rowCount] = { 28, 26, 24, 22 };
const byte columnPins[columnCount] = { 29, 27, 25, 23 };

String clave = "0000";
char inicia_clave= 'A';
String clave_valida={"1111"};
void ingreso_clave ();
void peticion_huella_clave();
Keypad teclado = Keypad(makeKeymap(teclas), rowPins, columnPins, rowCount, columnCount);

```

Figura 3.8 Configuración Teclado Matricial
Fuente: Autores.

El regist

ro de las huellas dactilares, se lo realiza en el mismo programa de Arduino, mediante un ejemplo donde se comprueba el correcto funcionamiento del sensor y también se registran las huellas de los usuarios o del propietario del vehículo, cabe recalcar que este registro de las huellas dactilares ya viene cargado con la librería del sensor, dicho ejemplo tiene por nombre “enroll” que con su traducción al español significa “inscribirse”, dicho de otra manera este ejemplo inscribe o guarda las huellas que se usarán posteriormente para la habilitación del auto.



Figura 3.9 Registro de Huellas Dactilares en el sistema
Fuente: Autores.

Una vez grabadas las huellas dactilares de las personas, que utilizarán el vehículo, se procede a designar cada huella con el programa para el momento del funcionamiento.

El dedo que por lo general se recomienda colocar en el sensor es el índice, por mayor comodidad, pero puede ser cualquiera, a decisión del usuario, este a su vez activará el relé de comando de la electrobomba de combustible y el motor pueda funcionar de manera normal.

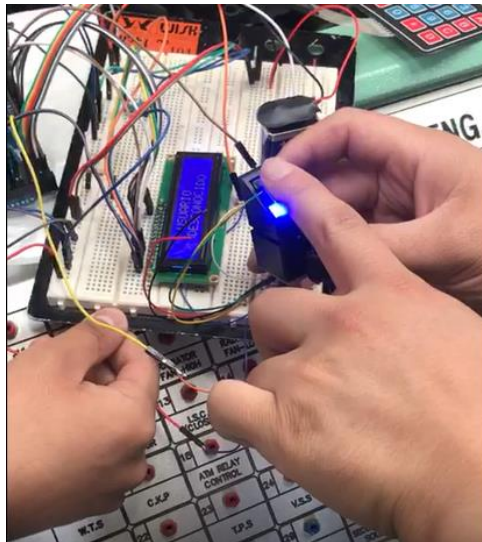


Figura 3.10 Proceso de Registro Huella Dactilar
Fuente: Autores.

3.2.4 Programación fase de robo del vehículo

En la fase de robo del vehículo, se utiliza el módulo SIM808, el que se encargará de realizar la llamada de alarma al usuario en caso de que el automóvil este siendo forzado o robado, aparte de eso en esta fase se utiliza el regulador de voltaje 7805, las cuales transformaran los 12V que suministra la batería del vehículo a los 5V que se necesita para las señales de los puertos en el módulo Arduino.

Como ya se había mencionado en el apartado anterior, para empezar con la programación se deben cargar los puertos seriales de los módulos Arduino, al igual que en este caso se deben cargar las librerías del módulo SIM808.

```

//SoftwareSerial sim808(10, 11);
#define sim808 Serial3
char incoming_char=0;
int salir = 0;
void llamar();
void activar_gps();
String dato="";
String msggps="";
String coordenada="";
int pruebaGPS = 13;

```

Figura 3.11 Librerías del SIM808

Fuente: Autores.

Para esta fase, se programó el módulo SIM808 para que al momento que se desconecte el cable negativo de la batería o se corte o desconecte el cable de ignición del switch, el módulo iniciará con el proceso de llamar y enviar un mensaje de texto al usuario; indicando que su vehículo está siendo robado.

```

if (val3 == 0 and y ==0) {
Serial.println("Switch Desconectado");
lcd.clear();
lcd.setCursor(5, 0);
lcd.print("SWITCH ");
lcd.setCursor(3, 1);
lcd.print("DESCONECTADO") ;
hacer_llamada();
delay (2000);
//envio_sms_switch();
}

```

Figura 3.12 Programación Batería, Switch desconectado

Fuente: Autores.

En caso de que se proceda abrir una puerta del vehículo de manera forzada o de manera voluntaria, suponiendo que el vehículo no cuenta con ningún sistema de alarma, se tendrá un tiempo determinado para poder introducir la clave para la habilitación del vehículo o su huella digital, si en ese tiempo no ha introducido la clave o el dedo correcto en el sensor, el módulo SIM808 procederá a realizar la llamada al usuario haciéndolo entender que se está procediendo al robo del auto.

```

while (val4==0 and d==0 ){
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("SWITCH DE PUERTA");
  lcd.setCursor(5, 1);
  lcd.print("ACTIVADO");
  delay (tiempo_lcd);
  lcd.clear();
  Serial.println("Switch de Puerta Abierto");
  for (int i = 0; i <= 15; i++) {
    comprueba_intentos();
    delay(1000);
    if (c==0){
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("CONTADOR:");
      lcd.print(i);
      Serial.println(i);
    }
  }
  if (c==1){
    d=1;
    loop();
  }
  if (c==0){
    d=0;
    hacer_llamada();
    delay (2000);
    //envio_sms_Puerta_Abierta();
  }
}

```

Figura 3.13 Programación puerta abierta y llamada de aviso
Fuente: Autores.

3.2.5 Programación fase de asalto del vehículo

Esta fase entra en funcionamiento, cuando el usuario del vehículo este siendo secuestrado y quiere dar a conocer la ubicación del auto y de sí mismo, para poder determinar su distancia se implementarán en el carro dos o tres interruptores de pánico dependiendo el tipo de automóvil, en zonas o lugares estratégicos dentro del mismo.

Al oprimir estos interruptores, se activará la tarjeta SIM808 en la parte de GPS, enviando las coordenadas del automóvil y del usuario por mensaje de texto a un contacto seguro que tenga el propietario en caso de que esto llegue a ocurrir.

```

if (val2 == 0 ) {
  Serial.println("Switch de Emergencia");
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(5, 0);
  lcd.print("SWITCH ");
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("ACTIVADO") ;
  activar_gps();
  delay (10000);
}

```

Figura 3.14 Activación del módulo GPS

Fuente: Autores.

Las coordenadas que enviará el módulo por mensaje de texto son: de longitud y de latitud, acompañadas de un mensaje de alerta, avisando así al contacto seguro lo que está ocurriendo. Este mensaje se repetirá cada 10 segundos.

```

void activar_gps()
{
  Serial.println(sim808.readString());
  sim808.println("AT+CGNSINF");
  smsgps=sim808.readString().substring(58,78);
  Serial.println(smsgps);
  delay(1000);
}

```

Figura 3.15 Programación de envío de mensaje de texto

Fuente: Autores.

3.3.Armado del prototipo

El prototipo cuenta con una caja de comando, la cual contiene el sensor de la huella dactilar, un teclado y la pantalla LCD, los mismos que sirven para cumplir con la habilitación del vehículo, es decir serán utilizados para activar la bomba de combustible y la electroválvula de paso de combustible.



Figura 3.16 Caja de Comando

Fuente: Autores.

En la parte interior de la caja de comando, se encuentran los módulos Arduino y las baterías que alimentan a todo el sistema de seguridad, así como la mayoría de las conexiones que hacen que la alarma funcione correctamente.

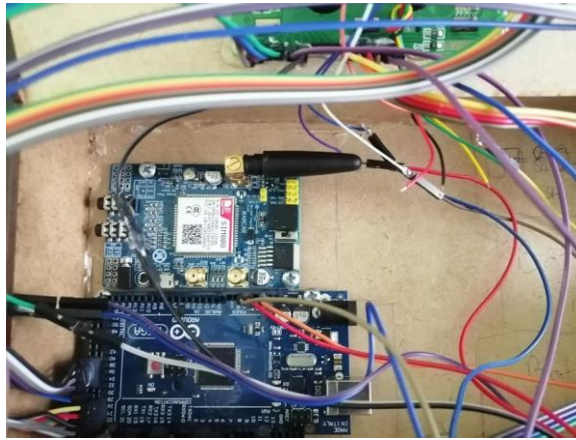


Figura 3.17 Módulos Arduino conectados
Fuente: Autores.

El módulo de comando se encuentra ubicado en la mitad del habitáculo entre el asiento del piloto y del copiloto, para mayor comodidad de los usuarios, el diseño y la ubicación del centro de mando del sistema de seguridad depende del vehículo en el cual se vaya a instalar.



Figura 3.18 Ubicación del centro de mando
Fuente: Autores.

El switch de reinicio del sistema de seguridad se encuentra ubicado bajo el volante del vehículo, el mismo sirve para reiniciar la alarma luego de haberse activado, mediante las distintas formas, tales como desconectar la batería, el switch o abrir las puertas del automotor.



Figura 3.19 Ubicación switch de reinicio

Fuente: Autores.

De igual manera dentro del habitáculo del auto se encuentran los botones o interruptores de pánico, que en caso de asalto el usuario podrá activarlos y se enviará un mensaje con su ubicación a un contacto de emergencia cada diez segundos.



Figura 3.20 Ubicación botones de pánico

Fuente: Autores.

En caso de tener un automóvil que posea maletero se incluirá un botón de pánico en el mismo, la ubicación de los botones de pánico puede variar según el diseño del automotor.

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1.Pruebas de laboratorio

Luego de identificar todos los elementos que se necesitan para que el sistema de seguridad funcione y de haber armado el prototipo de la alarma, se procede a realizar pruebas en cada uno de los sistemas, confirmando así su correcto funcionamiento.

4.2.Pruebas del sensor biométrico de huellas dactilares

4.2.1. Nivel de reconocimiento de huella dactilar

Las huellas dactilares son únicas y exclusivas por cada persona, el procedimiento en esta prueba es el nivel de aceptación que tienen las huellas de personas registradas en la base de datos del sensor.

El sensor al reconocer una huella válida emite números de aceptación entre 1 y 336, los cuales serán el nivel de reconocimiento de las huellas de las personas. Cuando el sensor no reconoce la huella emite valores de 0, o simplemente emite un mensaje con la leyenda “Usuario Desconocido”.

Tabla 4.9. Nivel de reconocimiento de huella dactilar

Usuario	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Propietario	95	261	118	158,0
Usuario 1	83	0	123	68,7
Usuario 2	0	57	237	98,0
Usuario 3	87	276	43	135,3
Usuario 4	0	135	0	45,0
Usuario 5	295	312	158	255,0
Usuario 6	31	0	212	81,0
Usuario 7	121	236	93	150,0
Usuario 8	261	0	0	87,0
Usuario 9	73	110	91	91,3

Fuente: Autores.

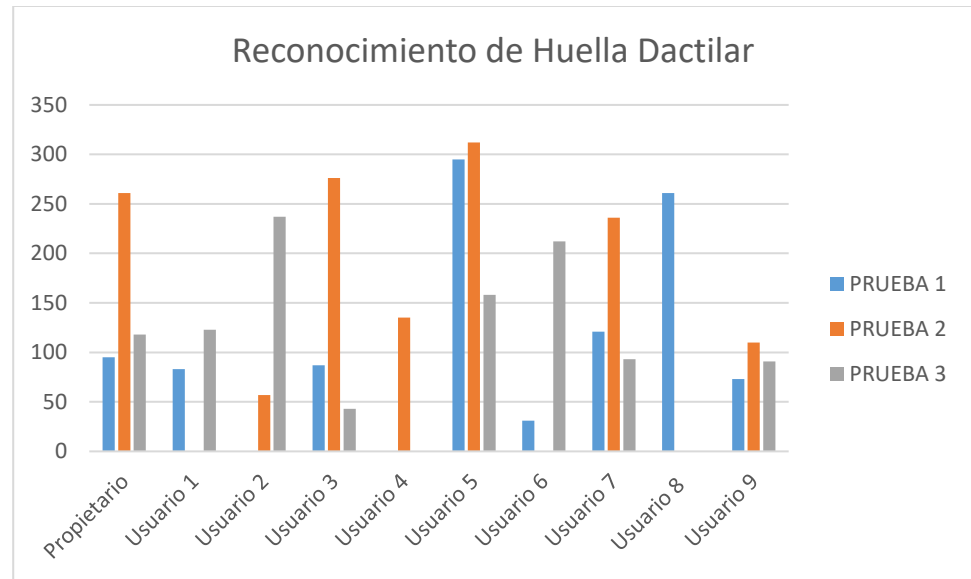


Figura 4.1 Nivel de Reconocimiento de huella dactilar

Fuente: Autores.

En el proceso de reconocimiento de la huella dactilar, podemos observar en la tabla 4.1 valores iguales a cero en las tres pruebas realizadas, esto indica que no se reconoció la huella del usuario o que no hubo una correcta colocación del dedo en el sensor, lo que impide que se genere un reconocimiento en la base de datos. Por otra parte, en la tabla 4.1 se puede apreciar valores superiores a cero, estos indican el nivel de confianza o el nivel de reconocimiento que se tiene entre las huellas guardadas en la base de datos y las huellas colocadas en el sensor.

Tabla 4.10. Reconocimiento de propietario y de usuarios

USUARIO	PRUEBA 1		PRUEBA 2		PRUEBA 3	
Reconocimiento	SI (*)	NO (*)	SI (*)	NO (*)	SI (*)	NO (*)
Propietario	*		*		*	
Usuario 1	*			*	*	
Usuario 2		*	*		*	
Usuario 3	*		*		*	
Usuario 4		*	*			*
Usuario 5	*		*		*	
Usuario 6	*			*	*	

Usuario 7	*	*	*
Usuario 8	*	*	*
Usuario 9	*	*	*

Fuente: Autores.

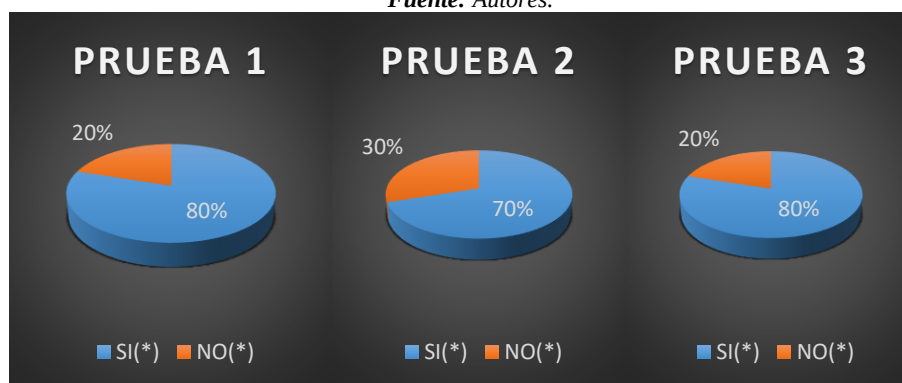


Figura 4.2 Efectividad de reconocimiento de usuarios

Fuente: Autores.

En la tabla 4.2 se aprecia el reconocimiento que se ha dado a cada uno de los usuarios mediante las tres pruebas que se realizaron, obteniendo así en la figura 4.2 el porcentaje de efectividad de reconocimiento en las tres pruebas, consiguiendo un porcentaje promedio de 76,66% de efectividad en las pruebas, lo cual lo hace sumamente eficiente a la hora de reconocer las huellas dactilares que se encuentran dentro de la base de datos.

4.3.Pruebas SIM808 llamadas y mensaje GPS

4.3.1. Tiempo de respuesta llamada de voz

Para obtener el tiempo de respuesta de llamada de voz cuando los cables de batería, switch o cuando la puerta del vehículo se abra y no se logre poner la clave correcta o la huella, se procede a tomar el tiempo mediante un cronometro obteniendo así tres valores aleatorios de los cuales se procederá a conseguir un tiempo de respuesta promedio; en el cual el sistema de seguridad tarda en realizar la llamada y enviar el mensaje de texto.

Tabla 4.11. Tiempos de respuesta en segundos para llamada de voz.

Estado	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	T. Promedio
Batería Desconectada	10.28s	8.43s	9.19s	9.3s

Switch				
Desconectado	10.07s	7.92s	9.77s	9.25s
Puerta Abierta	8.63s	6.84s	8,46s	7.97s

Fuente: Autores.

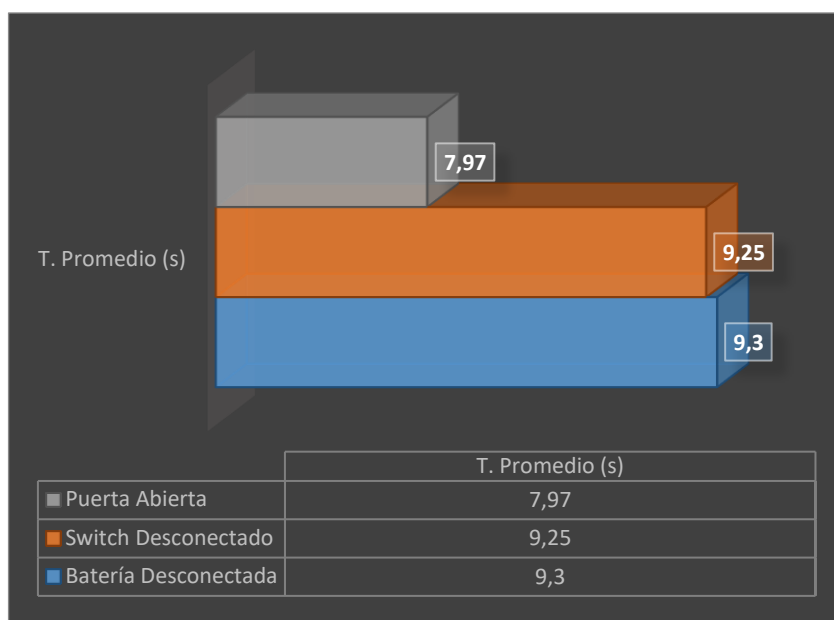


Figura 4.3 Tiempos promedio de llamadas de voz

Fuente: Autores.

Mediante la tabla 4.3 y la figura 4.3, podemos observar que los tiempos de respuesta en llamadas de voz es efectivo ya que se tiene un promedio de entre 7 y 10 segundos, luego de haber realizado las acciones ya mencionadas en la fase 2 del capítulo 2, las llamadas solo funcionarán como un sistema de alerta ya que no habrá ninguna voz que le informe lo que sucede en ese momento, pero lo que sí va a existir; es un mensaje que llegará luego de las 3 llamadas que se realizan.

Tabla 12.4. Tiempo de respuesta de mensaje de texto

Estado	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	T. Promedio
Batería	3.58s	2.93s	4.33s	3.61s
Desconectada				
Switch	2.62s	1.97s	2.82s	2.47s
Desconectado				
Puerta	2.66s	3.03s	2.23s	2.64s
Abierta				

Fuente: Autores.

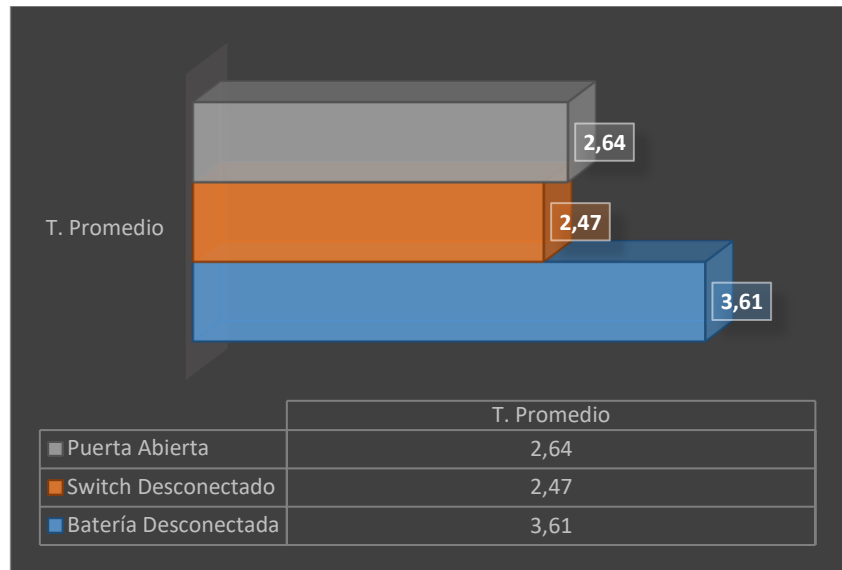
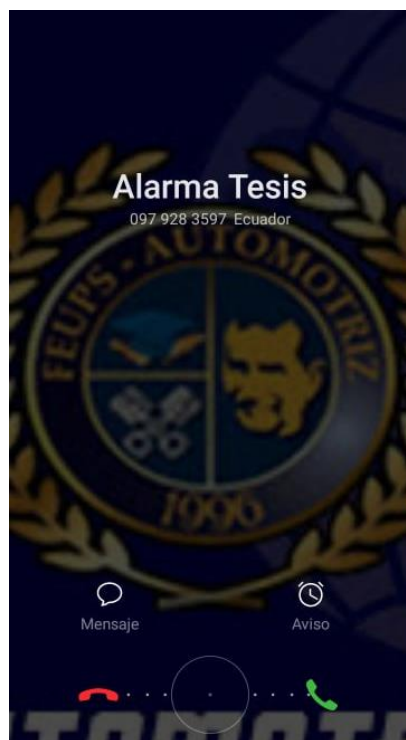


Figura 4.4 Tiempos promedios respuesta mensaje de texto
Fuente: Autores.

Los tiempos de respuesta en los mensajes son más rápidos que los tiempos de respuesta en llamadas, ya que los mensajes se procesan más rápido en la red, obteniendo así tiempos entre 2 y 4 segundos para obtener el mensaje luego de las llamadas.



Figura 4.5 Batería desconectada de vehículo de pruebas
Fuente: Autores.



Cronómetro



Figura 4.6 Llamada y tiempo de respuesta registrada en el celular
Fuente: Autores



Cronómetro

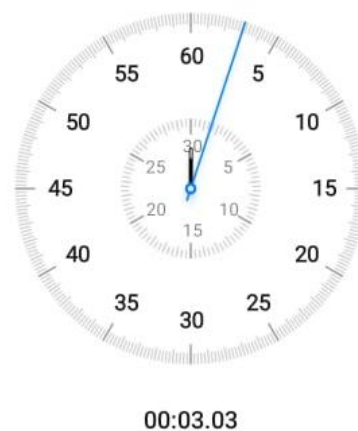


Figura 4.7 Mensaje de alerta y tiempo de respuesta registrado en celular
Fuente: Autores.

4.4. Tiempo de uso de baterías independientes

4.4.1. Baterías de 9V y 7,3V

Las baterías que utilizamos para que el sistema de seguridad sea independiente de la batería normal del vehículo son de 9V para el módulo Arduino Mega 2560 y de 7,3V para el módulo Arduino SIM808. La batería para el Arduino Mega pasa por un regulador de voltaje 7805 para poder alimentar el módulo con los 5V que se funciona, de la misma forma el SIM808 funciona con 5V, pero su amperaje es mayor por lo que

su batería entrega al menos 2 amperios que son necesarios para su correcto funcionamiento.

Tabla 4.13. Tabla de duración de baterías independientes

Baterías	Tipo	Capacidad típica (mA)	Tensión Nominal (Volt)	Tiempo de Duración	Tiempo de Recarga	Tiempo de Recambio
Un solo uso	Alcalina	565	9	Hasta 3 meses.	Un solo uso	3 meses
	Carbono Zinc	400				
	Litio	1200	9,6			
	Níquel-Cadmio	120	7,2 u 8,4			
Recargables	Níquel-Metal hidruro	175-300	7,2 (ciertas a 8,4 y 9,6)	2 a 3 meses.	500 cargas completas.	2 a 3 años de duración.
	Polímero-Litio	7,3				
	Ion de Litio	8,4				

Fuente: Autores.



Figura 4.8 Batería 9V usada en el Sistema de Seguridad

Fuente: Autores

4.5. Pruebas control paso de combustible mediante electroválvula 12V

Es la encargada de abrir y cerrar el flujo de combustible, mediante una válvula solenoide, la misma trabaja con presiones de hasta 8 Bar, sin tener complicación con los fluidos de baja viscosidad, como agua y combustible.

Esta electroválvula es ideal para el sistema de seguridad, ya que la bomba de combustible genera una presión máxima hasta 5,4Bar, la electroválvula soporta sin ningún inconveniente.

Dicho elemento funciona con tiempos de apertura y de cerrado, los cuales son <0,15s y <0,30s respectivamente, por lo que se procedió a realizar la siguiente tala de comparación de tiempo.

Tabla 4.14. Tiempo de apertura y cierre electroválvula

Tiempo	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Tiempo Promedio
<=0,15s	0.13	0.15	0.11	0,13s
<=0,30s	0.25	0.29	0.36	0.30s

Fuente: Autores.

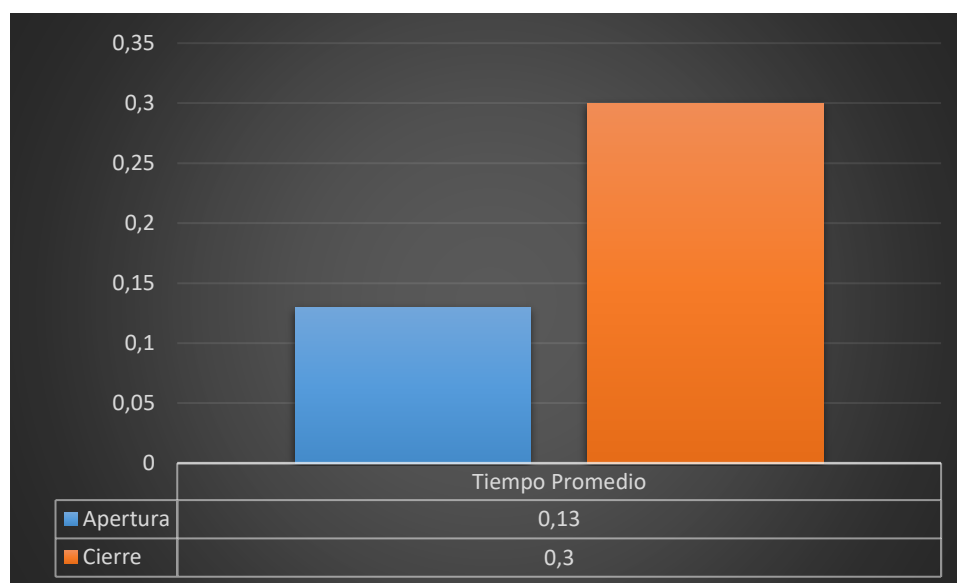


Figura 4.9 Tiempo promedio de apertura y cierre de la electroválvula

Fuente: Autores.

Debido a que la apertura y el cierre de la electroválvula ocurre de manera muy rápida, estos tiempos tomados por cronometro no son tan exactos, teniendo un margen de error de 0.05s en cada toma de tiempo.

4.6.Efectividad de acceso con clave de usuario

Para poder habilitar el vehículo, lo puede realizar mediante la huella dactilar ya sea por comodidad o porque la huella del usuario esta lastimada o algún otro contratiempo, se ha generado y habilitado una clave de acceso la cual dará paso a la activación del vehículo sin ningún contratiempo.

Esta clave de acceso es personal e intransferible, a no ser que el propietario la comparta con los demás usuarios del vehículo, como manera de ejemplo y para verificar su funcionamiento, la clave correcta es “1111”.



Figura 4.10 Clave valida de habilitación del vehículo

Fuente: Autores.

4.7.Prueba mensajes de localización mediante GPS

El momento de presionar los interruptores que se encuentran en lugares estratégicos del habitáculo del vehículo, el sistema enviará mensajes de alerta cada diez segundos a un contacto de confianza del usuario, el cual contará con las coordenadas de latitud y longitud de la ubicación del vehículo.



Figura 4.11 Mensaje de alarma con coordenadas del vehículo

Fuente: Autores.

Los números que se encuentran en el mensaje de la ubicación son las coordenadas de longitud y latitud respectivamente los cuales tendremos que insertar en la aplicación de Google Maps y así obtendremos la coordenada del automotor.

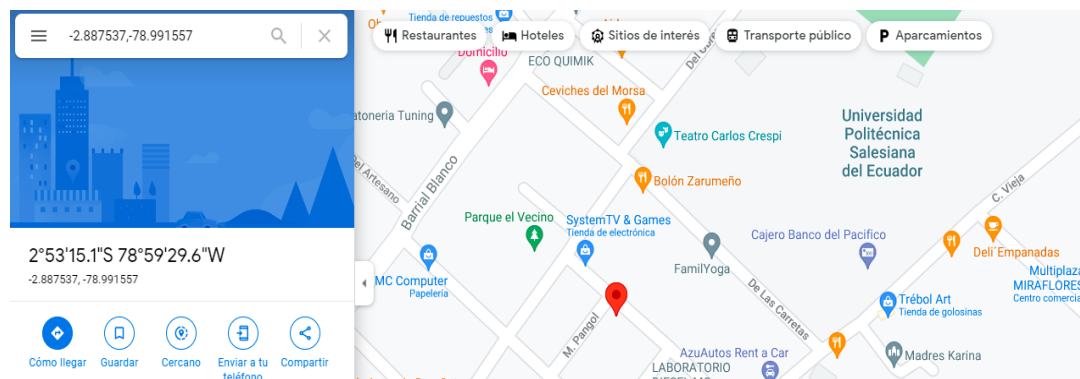


Figura 4.12 Ubicación del vehículo en Google Maps
Fuente: Autores.

4.8. Prueba de encendido de la electrobomba de combustible

Al reconocer al usuario mediante la base de datos de huella dactilar o mediante la digitación de la clave de acceso, el relé que comanda la electrobomba de combustible se cierra haciendo contacto y energizando a la bomba, para comprobación de esto se medirá el voltaje de salida del terminal 87 del relé, el cual debe tener un valor aproximado o sobrepasando los 12V.



Figura 4.13 Activación de la bomba de combustible
Fuente: Autores.

4.9.Prueba de funcionamiento total

En esta prueba se verifica que todas las fases mencionadas en el capítulo 2 funcionen correctamente.

El usuario al ingresar a su vehículo tendrá que habilitar el mismo mediante el reconocimiento de su huella dactilar o su clave de acceso, al ser verificada esta información, se habilita la electrobomba de gasolina y se abre la electroválvula dando libre paso de combustible y el motor puede funcionar normalmente.



Figura 4.14 *Habilitación del vehículo mediante huella dactilar*
Fuente: Autores.

Para la fase dos, esta se da cuando el vehículo se encuentra estacionado y los antisociales intentan forzar la apertura del vehículo, desconectando así su batería para inhabilitar la alarma externa si lo tuviera, puede también ser forzada la puerta para proceder al robo de autopartes o forzado el switch en caso de querer llevarse el automotor. En caso de desconectar la batería y desconectar los cables del switch para puentear y llevarse el auto, el sistema de alarma genera tres llamadas y un mensaje de texto en tiempo real en modo de alerta al propietario, en caso de forzar la puerta se tendrá que ingresar la contraseña en un tiempo mínimo de 15 segundos caso contrario generara la llamada de alerta al usuario.

Finalmente, la fase tres, para el caso de asalto o de secuestro, el vehículo contará con dos o tres, botones de pánico los cuales al activarlos enviarán las coordenadas de ubicación a un contacto de confianza del propietario, en un intervalo de tiempo de 10 segundos.

En tanto a la fase dos y tres, se reiniciará el sistema de alarma en caso de ser activado con un switch que estará ubicado bajo del volante del vehículo.

CONCLUSIONES

El presente trabajo se basa en la necesidad de encontrar una solución ante el aumento progresivo del robo de vehículos en el Ecuador, así también de sus autopartes; basándonos en los datos que proporciona la Fiscalía General del Estado los cuales muestran un aumento significativo de robos entre los años 2020 y 2021.

Los métodos que se usan hoy en día para evitar los robos de automotores y sus autopartes son métodos que mucho de los ladrones tienen ya estudiados, aparte de ser costosos no generan un 100% de confianza en los usuarios, por lo que este proyecto innova o modifica los sistemas de seguridad convencionales, brindando así al usuario más confiabilidad en cuanto a la seguridad de su auto.

El reconocimiento de huella dactilar es un método bastante utilizado por empresas para marcar la entrada y salida de sus empleados, pero de la misma forma es utilizado para la seguridad de cajas fuertes e incluso hasta de los celulares inteligentes, es bastante útil para reconocer la forma de las huellas, así como sus crestas y sus valles que son únicos e irrepetibles entre personas, lo que dificulta el acceso de personas que no son registradas en la base de datos.

El reconocimiento por huella dactilar no tiene problemas en el momento de comparar en la base de datos, ya que en otros métodos de reconocimiento como por ejemplo cámara web influye mucho la luz de fondo lo que le hace difícil reconocer de inmediato, en cambio el sensor de huella dactilar al tener su propia luz de fondo compara de inmediato las huellas con la base de datos.

En las pruebas realizadas, el reconocimiento de las huellas mediante el sensor nos da una efectividad del 76,66%, el tiempo de respuesta en llamada de voz es literalmente rápido tardándose entre 6 y 10 segundos, al igual que el mensaje de texto con una rapidez de entre 2 y 4 segundos.

De igual manera las baterías que se utilizan nos brindan una duración de tres meses en caso de ser un solo uso y las recargables que nos brindan una larga duración de 2 a 3 años, haciendo que el sistema de seguridad funcione de manera oportuna.

RECOMENDACIONES

Es importante contar con fuentes confiables y valederas para poder tomar en cuenta los datos estadísticos que dejan robos de vehículos y autopartes en el país.

Se debe elegir de manera oportuna los materiales con los que se van a trabajar ya que de estos depende el correcto funcionamiento del sistema de seguridad, de la misma manera se debe elegir un método secuencial para que el sistema de alarma realice lo que se necesita y lo haga en el menor tiempo posible.

Tener en cuenta siempre que se trabaja con elementos electrónicos que son elementos delicados al momento de trabajar con corrientes eléctricas, ya que un mínimo descuido podría ocasionar un corto circuito y dañar algunos de los elementos más importantes.

Recomendamos realizar las pruebas en un laboratorio con todo el cuidado del caso y una vez que en los laboratorios se obtengan resultados positivos, proceder con la implementación del dispositivo en el vehículo.

Una vez que el dispositivo de seguridad se encuentre instalado en el vehículo realizar pruebas periódicas para constatar que los sistemas estén funcionando correctamente.

BIBLIOGRAFÍA.

- AG. Electronica. (10 de Octubre de 2017). *AG. Electrónica*. Obtenido de <https://www.agelectronica.com/index.php>
- Alós, V. (22 de octubre de 2019). *HighMotor*. Obtenido de Qué Antirrobo es Mejor para mi Coche: <https://www.highmotor.com/que-antirrobo-mejor-mi-coche.html>
- Amán Villacís, H. C. (2012). Proyecto de Factibilidad para la Creación de una Empresa dedicada a la Comercialización de Dispositivos de Rastreo y Seguridad Vehicular Vía Red Celular Ubicada en el Norte de la Ciudad de Quito. *Proyecto de Factibilidad para la Creación de una Empresa dedicada a la Comercialización de Dispositivos de Rastreo y Seguridad Vehicular Vía Red Celular Ubicada en el Norte de la Ciudad de Quito*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito, Ecuador.
- AVElectronics. (Sin Año). *AVElectronics*. Obtenido de AVElectronics: <https://avelectronics.cc/producto/teclado-matrical-4x4-de-plastico/>
- Báez Zambrano, L. S., & Cabrera Maya, F. P. (2010). *Diseño e Implementación de un sistema Móvil Anti-Robo comandado por Voz a un Sistema de Seguridad Electrónica para Vehículo*. Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Cando Tite, L. E. (2011). Bloqueo Electrónico en el Encendido de un Vehículo, para Proporcionar un Sistema de Seguridad Contra Robos. *Bloqueo Electrónico en el Encendido de un Vehículo, para Proporcionar un Sistema de Seguridad Contra Robos*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Carvalza. (15 de diciembre de 2020). *Carvalza*. Obtenido de <https://www.carvalza.es/que-es-un-gps/#:~:text=Los%20sat%C3%A9lites%20del%20GPS%20circundan,la%20ubicaci%C3%B3n%20exacta%20del%20usuario.>
- Coomonte, R. (2006). Proyecto Fin de Carrera. *Sistema de reconocimiento de Personas Mediante su Patrón de Iris Basado en la Transformada de Wavelet*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Dercocenter. (Enero de 2018). *Conoce los Sistemas de Seguridad Antirrobo para Autos*. Obtenido de <https://www.dercocenter.cl/noticias/sistemas-seguridad-antirrobo-autos/>

- Electroeducar. (31 de mayo de 2013). *Electroautos Instituto Tecnológico del Automotor Online*.
Obtenido de INMOVILIZADOR CON COMANDO REMOTO INFRA ROJO:
<http://www.electroeducar.com.ar/electroeducar.htm>
- Electrónicos CALDAS. (23 de Septiembre de 2020). *Electrónicos CALDAS*. Obtenido de
Electrónicos CALDAS: <https://www.electronicoscaldas.com/es/switches-teclados/129-teclado-4x4-matrical-membrana-27899.html>
- Electronics, M. (s.f.). *Arduino. cl* . Obtenido de <https://arduino.cl/arduino-mega-2560/#:~:text=El%20Arduino%20Mega%202560%20es,y%20un%20bot%C3%B3n%20de%20reseteo.>
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2016). *Informe de materia integradora*. Guayaquil.
- Espinós, E. (24 de noviembre de 2015). *Autofácil*. Obtenido de Los Mejores Antirrobo para Coche: <https://www.autofacil.es/accesorios/2015/03/20/mejores-antirrobo-coche/24071.html>
- Expansión ED. (21 de septiembre de 2016). *Expansión*. Obtenido de ¿Qué s Sistema Biométrico es más Seguro, el Reconocimiento Ocular o la Autenticación por Huella Dactilar?: <https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2016/09/21/57e16b35268e3ec67f8b4657.html>
- Fénix, A. (24 de diciembre de 2009). *AvesNocturnas*. Obtenido de Conoce qué es el Sistema GPS Asistido: <https://www.avesnocturnas.es/2009/12/a-gps-conoce-que-es-el-sistema-gps-asistido/>
- Fiscalía General del Estado. (2021). Robos de Carros. *Las Cifras de Robos*, 3.
- Física con Arduino. (Sin Año). *Física con Arduino*. Obtenido de Pantalla LCD I2C: <https://fisica-arduino.gitbook.io/sensores/salida/pantalla-lcd-i2c>
- Idrovo, M. V. (2017). *dspace.ups.edu.ec*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13566/1/UPS-CT006920.pdf>
- Ingeniería y Mecánica Automotriz*. (10 de marzo de 2020). Obtenido de ¿Qué es un Chip Transponder, cómo funciona y cómo se clasifican?: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-un-chip-transponder-como-funcionan-y-como-se-clasifican/>

- Issac. (11 de Julio de 2020). *HardwareLibre*. Obtenido de 1N4007: Todo lo que Necesitas saber sobre este Diodo: <https://www.hwlibre.com/1n4007/>
- Josefa Agüero Ortega. (2015). *Docplayer*. Obtenido de <https://docplayer.es/765030-Sistemas-de-inmovilizacion.html>
- Llamas, L. (02 de Octubre de 2016). *Usar un Teclado Matricial con Arduino*. Obtenido de Usar un Teclado Matricial con Arduino: <https://www.luisllamas.es/arduino-teclado-matricial/>
- Logicbus. (16 de Abril de 2018). *Compuertas Lógicas*. Obtenido de Compuertas Lógicas: <https://www.logicbus.com.mx/compuertas-logicas.php>
- Medina Arce, A. K. (2018). Sistema de Seguridad Vehicular con Geo Localización en Dispositivos Mviles con Hardware y Software Libre. *Sistema de Seguridad Vehicular con Geo Localización en Dispositivos Mviles con Hardware y Software Libre*. Universidad Nacional José María Argüedas, Andahuaylas_Apurímac, Perú.
- Microcontrollerslab. (27 de Ebero de 2020). *Microcontrollerslab*. Obtenido de Pinout Diagram 16x2 LCD: <https://microcontrollerslab.com/16x2-lcd-pinout-working-examples-programming-applications/>
- MYB Electronicos S.A . (s.f.). *mybelectronicos.co*. Obtenido de <https://www.mybelectricosas.co/productos/rele-luces-4-patas-30amp-12v-toyota/>
- Prometec. (21 de Enero de 2017). *Prometec*. Obtenido de SIM808: GSM/GPRS+GPS: <https://www.prometec.net/sim808/>
- Rodríguez, M. M. (2017). Diseño e Implementación de un Sistema de Alarma para Coches. *Diseño e Implementación de un Sistema de Alarma para Coches*. Universidad Autonoma de Madrid, Madrid, España.
- RogerBit. (26 de Abril de 2018). *RogerBit*. Obtenido de Acerca del módulo sim808 de dfrobot: <https://rogerbit.com/wprb/2018/01/sistema-de-alerta-de-incendios-forestales-gps-con-sim808-y-arduino-uno/>
- Saavedra, E. (2009). Biometría. *Biometría y Patrones para la Identificación Humana*, 8.
- Sanchez Martín, S. (2015). Estudio del Rendimiento Biométrico de Sistema de Huella Dactilar. Análisis de Diferentes Sensores y Algoritmos. *Estudio del Rendimiento Biométrico de*

Sistema de Huella Dactilar. Análisis de Diferentes Sensores y Algoritmos. Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España.

Sánchez, S. (2015). Trabajo de Fin de Grado. *Estudio del Rendimiento Biométrico de Sistemas de Huella Dactilar. Análisis de Diferentes Sensores y Algoritmos.* Universidad Carlos III de Madrid, Madrid.

Sapia, J. L. (2002). Manual Técnico de Inmovilizadores. *Manual Técnico de Inmovilizadores.* Instituto Tecnológico Superior del Automotor, Buenos Aires, Argentina.

Shojaei, A. M. (02 de febrero de 2021). *ElectroPeak*. Obtenido de Interfaz Módulo del Sensor óptico de Huellas Dactilares AS608 con Arduino: <https://electropeak.com/learn/interfacing-fpm10a-as608-optical-fingerprint-reader-sensor-module-with-arduino/>

Sur, A. (28 de noviembre de 2014). *AristaSur*. Obtenido de Cómo Funciona el Sistema de Posicionamiento GPS: <https://www.aristasur.com/contenido/como-funciona-el-sistema-de-posicionamiento-gps>

Toquica Ramírez, L. M., & Guzmán Ruiz, M. L. (2016). Desarrollo de Sistema de Seguridad para Automóviles con IOT y Smartphone. *Desarrollo de Sistema de Seguridad para Automóviles con IOT y Smartphone.* Universidad Distrital Francisco José Caldas, Bogotá, Colombia.

Torres, M. (2021). *Motor 10*. Obtenido de Los 5 Mejor Antirrobo para Coche 2021: <https://motor10.top/los-mejores-antirrobo-para-coche/>

Tuenti. (31 de Mayo de 2021). *Tuenti*. Obtenido de Tuenti: https://www.tuenti.ec/?utm_source=google&utm_medium=search&utm_campaign=marcaycomunidad&ds_rl=1274189&ds_rl=1274189&gclid=Cj0KCQjwktKFBhCkARIsAJeDT0jYIuXKvbc8Wt4u_ix2jonP2PrC1zWYuUqB22nKbSytWW3cWvp18QaAhg_EALw_wcB&gclsrc=aw.ds

Tutoriales De Electronica Básica. (07 de Febrero de 2020). *Tutoriales De Electronica Básica*. Obtenido de Tutoriales De Electronica Básica: <http://tutorialesdeelectronica basica.blogspot.com/2019/12/puertas-logicas-universales-y-juegos.html>

Unit Electronics. (Sin Año). *Unit Electronics*. Obtenido de Unit Electronics:
<https://uelectronics.com/producto/lector-sensor-huella-dactilar-digital-as608/>

Valdés, C. (02 de mayo de 2020). *EMOL Autos*. Obtenido de Ocho Sistemas de Seguridad para Reducir las Posibilidades de un Robo a tu Vehículo:
<https://www.emol.com/noticias/Autos/2020/05/02/984759/seguridad-evitar-robos-autos.html>

Veloso, C. (19 de Junio de 2018). *ETOOLS*. Obtenido de Arduino MEGA 2560 Características:
<https://www.electrontools.com/Home/WP/arduino-mega-2560-caracteristicas/>

Vivas, J. (01 de junio de 2018). *Nitro*. Obtenido de Sistemas y Alarmas de Seguridad en los Autos: <https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/sistemas-y-alarmas-de-seguridad-en-los-autos.html>