

Universidad Internacional Del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz.

**Tesis de Grado para la Obtención del Título de
Ingeniería en Mecánica Automotriz.**

Diseño y construcción de un dispositivo electrónico, para la ignición de vehículos mediante reconocimiento de huella dactilar, con opción de monitoreo GPS e inmovilización vehicular, programado en Arduino, con visualización en dispositivos móviles.

Diego Jair Bonifaz Rosero.
Andrés Oswaldo Vásquez Godoy.

Director: Ing. Cristian Oña.

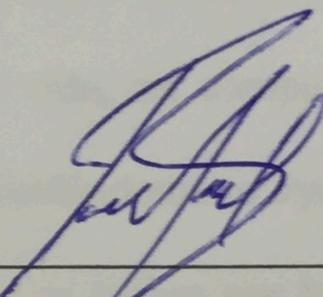
Quito, Enero 2017.

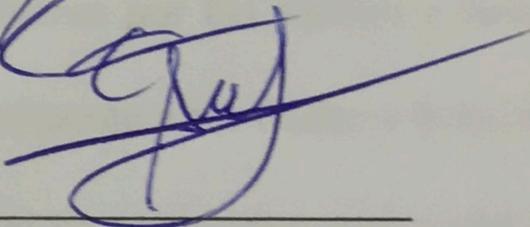
CERTIFICACIÓN

Nosotros, Diego Jair Bonifaz Rosero y Andrés Oswaldo Vásconez Godoy, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o certificación y; que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad intelectual

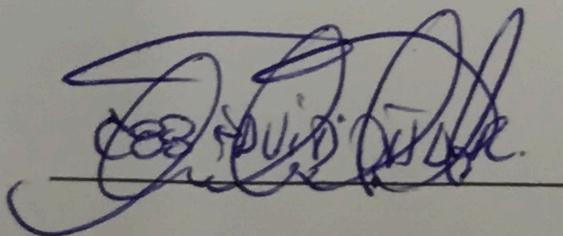
Bonifaz Rosero Diego Jair





Vásconez Godoy Andrés Oswaldo

Yo, Ing. Cristian Oña, declaro que conozco a los autores del presente trabajo siendo los responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, de su contenido.



Ing. Cristian Oña

Director de Tesis

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado para la persona más importante en vida, y mi gran amor Mi madre. Pues es el motor en mi vida, la persona que he hecho que mi vida sea más simple y llena de momentos alegres, hace que cada día sea mejor con el simple hecho de recibir sus palabras de amor y apoyo, además, por estar siempre cuando más la he necesitado y darme su amor incondicional. A mi Tía Maggi, quien me ayudo a ser profesional y siempre me brindó su apoyo desinteresado, en todos los momentos de mi vida. Espero que con cada logro que obtenga en mi vida tú estés presente y siempre junto a mí como siempre lo has hecho. Tu apoyo en mi vida ha sido de esas cosas que jamás olvidarás y las llevaras por siempre en el corazón. A mi enamorada Karla, por ser una parte muy importante en mi vida, mi compañera ya por muchos años, te dedico este trabajo por siempre estar a mi lado brindándome tu ayuda cuando lo he necesitado y por recordarme a cada instante lo importante que es luchar por los sueños y metas que uno se propone y traza en la vida. A mi familia entera especialmente a mi Padre y hermanos, por hacer el camino universitario más llevadero llenando mi vida de momentos gratos que perduraran en mi memoria para siempre. Finalmente, dedico este trabajo a mis maestros, por formarme profesionalmente con sus conocimientos demostrando siempre el amor a la docencia y su gran potencial académico. (Bonifaz J., 2017)

Dedico el presente proyecto a mi madre la Sra. Hilda Godoy, quien ha apoyado a lo largo de la vida para poder conseguir mis objetivos, quien ha sido base fundamental para lograr esta meta, una persona quien ha sido un ejemplo de vida por todo lo que ha conseguido. Lo dedico a mi padre el Sr. Jorge Vásconez, a pesar de que no pueda estar presente físicamente, sé que desde donde sea que esté el me apoyará siempre. Lo dedico a mi abuela la Sra. Rosa Paredes, quien siempre me apoyado y ha brindado su cariño a lo largo de mi vida. Lo dedico a toda mi familia en especial a mi hermano Jorge y mi sobrino Jeremy por quienes tengo un gran cariño y respeto. (Vásconez A., 2017)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi Madre, Yolanda Rosero, por haberme dado la vida, y las enseñanzas para hacer de mi la persona que soy, gracias por siempre estar cuando más te he necesitado siendo siempre mi gran apoyo en todos los momentos de mi vida. Gracias por cada esfuerzo que has tenido que hacer para lograr formarme tanto como persona como profesional. Gracias por todo. También agradezco a mi tía Magdalena Rosero, y por siempre ayudarme a sobresalir en la vida. Gracias por siempre brindarme una mano en todos los proyectos que me he planteado en la vida y ser siempre una gran amiga incondicional. Te quiero Mucho. A mi enamorada, Karla, por ser un gran apoyo en mi vida y no dejarme vencer por ningún obstáculo que se me ha presentado. Gracias por siempre creer en mí y en mis capacidades y demostrarme que cuando uno quiere puede. Te amo. Agradezco a mi familia, Padre, Hermanos, tíos y amigos por hacer de mi vida algo muy especial pues el simple hecho de saber que existen hacen de mi mundo un lugar mejor. De manera muy especial y significativa agradezco a la Universidad Internacional del Ecuador, pues es la institución que ahora me permite ser profesional y poder así servir a mi patria de la mejor manera posible. Finalmente, agradezco a mis amigos, Félix Andrade y Patricio Pereira por brindarme su apoyo incondicional en el desarrollo del presente trabajo. (Bonifaz J., 2017)

Agradezco a Dios, mi madre Hilda Godoy y mi madre Dolorosa, quienes han sido el eje de mi vida, quienes me han dado la oportunidad de vivir y compartir momentos hermosos. A mis compañeros y profesores a lo largo de mi vida estudiantil, con los cuales he compartido momentos gratos y a quienes han sido parte de esta mi formación académica y profesional. Agradezco también a mi tutor el Ing. Cristian Oña, quien ha sido importante para la realización de este proyecto. (Vásconez A., 2017)

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Introducción	1
1.2. Tema De Investigación	2
1.3. Planteamiento, Formulación Y Sistematización Del Problema	3
1.3.1. Planteamiento del Problema	3
1.3.2. Formulación del Problema	3
1.3.3. Sistematización del Problema	3
1.4. Objetivos De La Investigación	
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Justificación Y Delimitación De La Investigación	5
1.5.1. Justificación Teórica	5
1.5.2. Justificación Metodológica	5
1.5.3. Justificación Práctica	6
1.5.4. Delimitación Geográfica	6
1.5.5. Delimitación del Contenido	6
1.6. Alcances	6

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS BÁSICOS ELECTRÓNICOS

2.1. Circuito Eléctrico	9
2.1.1. Definición	9
2.1.2. Elementos Del Circuito Eléctrico	10
2.2. Corriente Eléctrica	11
2.2.1. Tipos De Corriente Eléctrica	11
2.2.1.1. Corriente Continua	11
2.2.1.2. Corriente Alterna	12
2.2.1.3. Corriente En Serie	13
2.2.1.4. Corriente En Paralelo	13
2.3. Generación De Corriente	14
2.3.1. Batería	15
2.3.1.1. Definición	15
2.3.1.2. Constitución De La Batería	15
2.3.1.3. Características Eléctricas De Las Baterías	16
2.3.1.4. Problemas Con La Corriente	17
2.3.1.5. Acoplamiento De Baterías	19
2.4. Ley De Ohm	20
2.5. Potencia Eléctrica Y Efecto Joule	21
2.6. Elementos Eléctricos Y Electrónicos	23
2.6.1. Consumidores	23

2.6.2. Elementos De Control	25
2.6.3. Elementos De Protección	27
2.6.3.1. Resistencias	27
2.6.3.2. Condensadores.....	29
2.6.3.3. Diodos.....	30
2.6.3.4. Transistores.....	31
2.6.3.5. Fusibles.....	34
2.6.3.6. Conectores Y Terminales	36
2.7. Elaboración De Fuentes	36
2.7.1. Fuentes.....	36
2.7.2. Transformadores.....	38
2.7.2.1. Proceso De Rectificación De Corriente.....	39
2.7.3. Reguladores De Voltaje	40
2.7.3.1. Circuito Estabilizador.....	40
2.7.3.2. Reguladores Integrados	41
2.7.4. Sistema De Carga En El Vehículo	43
2.7.4.1. Alternador.....	43
2.7.4.2. Regulador De Voltaje.....	45
2.7.4.3. Batería.....	45
2.7.5. Baterías LiPo	47
2.7.5.1. Seguridad.....	47
2.7.5.2. Comparación Con Otras Baterías	48
2.8. Arduino.....	49

2.8.1. Definición	49
2.8.2. Aplicaciones	49
2.8.3. Métodos De Programación	51
2.8.4. Tipos De Lenguaje.....	52
2.8.5. Esquema Interno	53
2.8.6. Comparación Con Otras Placas.....	54
2.9. Tecnología De Control GPS, GSM Y GPRS	56
2.9.1. Características GSM Y GPRS	56
2.9.1.1. Tarjeta Sim	57
2.9.2. SIM908	59
2.9.2.1. Características.....	59
2.9.2.2. Aplicaciones	59
2.9.2.3. Sistema GPS	60
2.9.2.4. Comparación Con Módulo Sim900.....	61
2.10. Dispositivos De Seguridad	63
2.10.1. Módulo De Reconocimiento Dactilar.....	63
2.10.1.1. Funcionamiento	63
2.10.1.2. Tipos De Falla	65
2.10.1.3. Aplicaciones Con Arduino	66
2.11. Métodos De Control De La Ignición En El	
Vehículo	66
2.11.1. Inmovilizadores	66
2.11.1.1. Por Reconocimiento De Llave.....	67

2.11.1.2.	Por Mando Infrarrojo.....	68
2.11.1.3.	Con Tarjeta Transponder.....	69
2.12.	Placas Electrónicas.....	70
2.12.1.	Elaboración De Placas Electrónicas.....	70
2.12.1.1.	Materiales.....	71
2.12.1.2.	Proceso De Elaboración.....	72
2.12.1.3.	Ataque Químico.....	72
2.12.1.4.	Perforado Y Transferencia Del Top Silk.....	73
2.12.1.5.	Montaje Y Soldado.....	74
2.12.2.	Tecnologías Actuales De Fabricación.....	74
2.13.	Tipos De Comunicación Con Tecnología GSM.....	76
2.13.1.	Comunicación Arduino-Sim908.....	76
2.13.2.	Comunicación Sim908-Teléfono Inteligente.....	77

CAPÍTULO III

3. DISEÑO ELECTRÓNICO DEL DISPOSITIVO

3.1.	Fases Del Diseño.....	80
3.2.	Identificación De Necesidades Y	
Definición De Problemas.....		83
3.2.1.	Reconocimiento De Las Necesidades.....	83
3.2.2.	Definición Del Problema.....	85
3.2.3.	Síntesis.....	85

3.3. Evaluación Y Presentación	86
3.4. Códigos Y Normas	88
3.4.1. Constitución Del Ecuador	88
3.4.2. Instituto Ecuatoriana De Propiedad Intelectual	88
3.4.3. Elementos Del Dispositivo	90
3.4.3.1. Arduino	90
3.4.3.2. Módulo SIM908	91
3.4.3.3. Módulo Lector De Huellas Digitales Zfm-208	91
3.4.4. Aplicación Móvil Y Uso De Google Maps	92
3.5. Consideraciones Del Diseño	94
3.5.1. Alimentación Del Dispositivo	94
3.5.2. Conexiones Eléctricas Y Comunicación Serial	97
3.5.2.1. Arduino	98
3.5.2.2. Circuitos Eléctricos	100
3.5.2.3. Procesos De Encendido, Inmovilización Y Rastreo	105
3.6. Confiabilidad	108
3.7. Factor Económico	110
3.7.1. Costo Del Dispositivo	110
3.7.2. Tiempo De Desarrollo Del Proyecto	112
3.7.2.1. Metodología Mediante Calculo De Puntos De Función	112
3.7.3. Presupuesto Total Del Proyecto	116
3.7.4. Presentación Gerencial	116

CAPÍTULO IV

4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DEL DISPOSITIVO

4.1. Diagrama De Conexión	120
4.1.1. Conexiones Del Dispositivo En El Vehículo	120
4.2. Software Utilizado	124
4.2.1. Uso De SFGDEMO V2.0.....	124
4.2.1.1. Registro De Un Nuevo Usuario.....	125
4.2.2. Uso De IDE.....	126
4.2.2.1. Aplicación IDE	127
4.3. Normas De Seguridad Eléctrica Para La	
Instalación Del Dispositivo Electrónico	128
4.3.1. Calculo Para El Dimensionamiento Del Cable Conductor.....	128
4.3.2. Proceso Para La Instalación Del Dispositivo	131

CAPÍTULO V

5. VISUALIZACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES

5.1. Introducción Al Capítulo	132
5.2. Uso De App Inventor 2	133
5.2.1. Ingreso A La Página De App Inventor 2.....	133
5.2.2. Desarrollo De La Aplicación Móvil	134
5.3. Aplicación Móvil Para El Dispositivo	135

5.4. Pruebas De Funcionamiento	137
5.5. Consideraciones Para El Uso Del Dispositivo	141
5.6. Amenazas Con El Funcionamiento Del Dispositivo	142
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
GLOSARIO DE TÉRMINOS	149
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	151
ANEXOS	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Cálculo y Parámetros de Cables.	25
Tabla 2.2. Colores e Intensidad Máxima Permitida.....	35
Tabla 2.3. Carga y Tensión de la Batería.....	46
Tabla 2.4. Características Placas Arduino.	55
Tabla 2.5. Características Módulos SIM.....	62
Tabla 2.6. Parámetros Sensor de Huellas Dactilares ZFM-20.....	64
Tabla 2.7. Parámetros Eléctricos Sensor de Huellas Dactilares ZFM-20.....	65
Tabla 3.1. Consumo de los Elementos del Dispositivo.	95
Tabla 3.2. Consumo Final del Dispositivo.	96
Tabla 3.3. Costos Elementos del Dispositivo Electrónico.....	111
Tabla 3.4. Funciones Según Tipo y Complejidad.....	113
Tabla 3.5. Puntos de Función Sin Ajustar.....	114
Tabla 3.6. Factor Ajustado.....	114
Tabla 3.7. Estimación según lenguaje de programación.....	115
Tabla 4.1. Datos de Consumo del Dispositivo y sus Elementos.....	128
Tabla 4.2. Parámetros de Cables.....	129
Tabla 4.3. Parámetros Selección de Cables.	130
Tabla 5.1. Referencia de Conexiones de Anexo 1.....	157
Tabla 5.2. Comandos AT para GSM.	160
Tabla 5.3. Comandos AT para GPRS.....	160
Tabla 5.4. Comandos AT para GPS.....	161
Tabla 5.5. Datos de Consumo del Dispositivo y sus Elementos.....	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Circuito Eléctrico Básico.....	10
Figura 2.2. Corriente Continua, variación de la tensión a lo largo del tiempo.	12
Figura 2.3. Corriente Alterna, variación de la tensión a lo largo del tiempo.....	12
Figura 2.4. Resistencia Total Circuito en Serie.	13
Figura 2.5. Resistencia Total Circuito en Paralelo.	14
Figura 2.6. Componentes De La Batería.....	16
Figura 2.7. Conexión en Serie.....	19
Figura 2.8. Conexión en Paralelo.....	20
Figura 2.9. Ley de Ohm.	21
Figura 2.10. Conexión Batería-Chasis.	24
Figura 2.11. Accionamiento del Relé.	27
Figura 2.12. Constitución del Condensador.....	29
Figura 2.13. Diodo Unión P-N.....	31
Figura 2.14. Transistores.....	32
Figura 2.15. Transistor Montaje Darlington,	33
Figura 2.16. Tiristor Tipo P Parte Superior y Tipo N Parte Inferior.	34
Figura 2.17. Fusible de Vidrio.	34
Figura 2.18. Fusible de Cuchillas.	35
Figura 2.19. Conectores y Terminales.	36
Figura 2.20. Onda tensión Corriente Alterna Izquierda, Onda tensión Corriente Continua rectificada Derecha.	39

Figura 2.21. Rectificador de Onda Completa tipo puente.	40
Figura 2.22. Regulador Integrado para valores fijos.....	42
Figura 2.23. Regulador Integrado para valores variables.	43
Figura 2.24. Partes del Alternador.	44
Figura 2.25. Regulador de Voltaje.....	45
Figura 2.26. Batería tipo LiPo.....	47
Figura 2.27. Bot BLE 9000.....	50
Figura 2.28. Control del Sistema de Luz con la Voz.....	50
Figura 2.29. Osciloscopio en Arduino.	51
Figura 2.30. Entorno Processing.	52
Figura 2.31. Entorno Wiring.	53
Figura 2.32. Constitución del Arduino Mega2560.	54
Figura 2.33. Servicio SMS Mediante Tecnología GSM.	56
Figura 2.34. Comunicación GPRS.....	57
Figura 2.35. Módulo de Identificación de Abonado.	58
Figura 2.36. Módulo SIM908, Antena-Receptor GPS.....	60
Figura 2.37. Detalles de un mensaje de un módulo GPS en protocolo NMEA-0183.....	61
Figura 2.38. Sensor Biométrico.	63
Figura 2.39. Sistema de Inmovilización Automotriz.	67
Figura 2.40. Esquema de Bloques de un Inmovilizador.	68
Figura 2.41. Inmovilizador Por Mando Infrarrojo.	69
Figura 2.42. Inmovilizador Por Tarjeta Transponder.	70
Figura 2.43. Diseño de circuito impreso de adquisición de voltaje.	71

Figura 2.44. Ataque químico sobre la placa.	73
Figura 2.45. Placa perforada con impresión de componentes en su parte superior.	73
Figura 2.46. Procedimiento de soldado de elementos en circuitos impresos.....	74
Figura 2.47. Procedimiento de Perforación en CNC.	75
Figura 2.48. Arquitectura GSM.	78
Figura 3.1. Fases del Proceso de Diseño.....	80
Figura 3.2. Fases de diseño del Dispositivo.....	81
Figura 3.3. Dispositivo Montado en el Vehículo.	87
Figura 3.4. Conexión de la Alimentación del Dispositivo.....	94
Figura 3.5. Proceso de Alimentación del Dispositivo.....	97
Figura 3.6. Diagrama de Bloques, <i>Comunicación Serial Dispositivo</i>	98
Figura 3.7. Conexión Eléctrica Arduino.	99
Figura 3.8. Conexión Eléctrica Lector de Huellas.	100
Figura 3.9. Conexión Eléctrica SIM908.	102
Figura 3.10. Conexión Relés Encendido e Inmovilización.....	103
Figura 3.11. Circuito de Encendido e Inmovilización.	104
Figura 3.12. Proceso de Encendido del Vehículo.	105
Figura 3.13. Proceso de Rastreo Satelital.	106
Figura 3.14. Proceso de Inmovilización.	107
Figura 3.15. Proceso de Habilitación.	108
Figura 3.16. Aplicación Móvil.....	109
Figura 3.17. Diagrama de Flujo Presentación del Dispositivo en el Vehículo.....	117
Figura 4.1. Diagrama de Conexión Dispositivo en el Vehículo.	120

Figura 4.2.	Corte C1, Proceso de Alimentación.	121
Figura 4.3.	Placa Electrónica de Alimentación.....	121
Figura 4.4.	Corte C2 y C3, Proceso de Encendido e Inmovilización.	123
Figura 4.5.	Accionamiento Relés de Encendido e Inmovilización.....	123
Figura 4.6.	Comunicación Serial, <i>Sensor-SFGDemo</i>	124
Figura 4.7.	Proceso de Selección Complementos IDE (Entorno de Desarrollo Integrado).....	126
Figura 4.8.	Proceso de Instalación IDE (Entorno de Desarrollo Integrado).....	126
Figura 4.9.	Aplicación IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), <i>Proceso de Programación</i> . .	127
Figura 5.1.	Diseño de Aplicación, <i>App Inventor</i>	134
Figura 5.2.	Diagrama de Bloques, <i>App Inventor</i>	134
Figura 5.3.	Configuración de la Aplicación Móvil.....	135
Figura 5.4.	Visualización en Google Maps.....	136
Figura 5.5.	Activación del Sensor de Huella Dactilar.	137
Figura 5.6.	Activación del Encendido.....	138
Figura 5.7.	Envío de Mensaje Rastrear.....	139
Figura 5.8.	Visualización en el dispositivo móvil.....	139
Figura 5.9.	Envío de Mensaje Inmovilizar.....	140
Figura 5.10.	Envío de Mensaje Habilitar.	140
Figura 5.11.	Diseño de Circuitos elaborado por los Desarrolladores.	142
Figura 5.12.	Conexión Arduino.	156
Figura 5.13.	Diagrama De Flujo, <i>Funcionamiento del Dispositivo</i>	159
Figura 5.14.	Diagrama de Conexión Dispositivo en el Vehículo.	163
Figura 5.15.	Activación del Sensor de Huella Dactilar.	164

Figura 5.16. Activación del Encendido.....	164
Figura 5.17. Visualización en Google Maps.....	165
Figura 5.18. Elementos de la Aplicación Móvil.	167

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1 Potencia Eléctrica.....	22
Ecuación 2.2 Energía Eléctrica O Trabajo	23
Ecuación 2.3 Capacidad De Condensadores.....	29
Ecuación 2.4 Relación Intensidad y Tensión Transistores.....	32
Ecuación 3.1 Intensidad Dispositivo.....	95
Ecuación 3.2 Factor de Seguridad.....	95
Ecuación 3.3 Consumo Requerido.....	96
Ecuación 3.4 Puntos de Función Ajustado.....	115
Ecuación 3.5 Horas/Hombre Calculo Puntos De Función.....	115
Ecuación 3.6 Presupuesto Total Del Proyecto	116
Ecuación 4.1 Calculo Dimensionamiento De Cables Arduino.....	129
Ecuación 4.2 Calculo Dimensionamiento De Cables SIM 908.....	129
Ecuación 4.3 Calculo Dimensionamiento De Cables Relés.....	130
Ecuación 4.4 Calculo Dimensionamiento De Cables Lector de Huellas Dactilares.....	130

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada para la realización del diseño, construcción e implementación de un prototipo de sistema de seguridad para un vehículo Volkswagen Gol, tipo hatchback, de 1780 CC, año de fabricación 2004. Su función es llevar a cabo la geolocalización del automóvil, con opción de inmovilización y control para el encendido mediante el reconocimiento de la huella dactilar. Este dispositivo fue creado con la tecnología actualmente disponible en el mercado, para el diseño se requiere de: Sensor biométrico ZFM-20 para el reconocimiento de huellas dactilares, que es el elemento que registra y lee las huellas dactilares, para poder arrancar el vehículo, autorizando solamente a personas que se registren en la biblioteca del módulo. SIM 908, que es el elemento responsable de obtener los datos de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y GSM (Sistema Global para la Comunicación Móvil). Arduino Mega 2560, que es el módulo de control, este módulo autoriza o no, los comandos requeridos por parte del usuario. Para llevar a cabo los procesos de inmovilización y geolocalización, el usuario debe registrar un número de teléfono en el dispositivo, debido a que únicamente, el teléfono inteligente que contenga este número puede ser autorizado para realizar los procesos de rastreo, inmovilización y habilitación, por lo que el teléfono inteligente vinculado con el dispositivo podrá detener o encender el vehículo.

Palabras Claves: Rastreo, Encendido, Inmovilización, Habilitación, Arduino.

ABSTRACT

The present investigation was developed for the design, construction and implementation of a prototype by a safety system for a Volkswagen Gol, 1780 CC, 2004 as year of manufacture. Its function is to carry out the geolocation of the automotive, with option to immobilize and option to control the ignition by the fingerprint recognition. This dispositive was created with technology currently available in the market, the design requires: Biometric Sensor ZFM-20 for fingerprint recognition, which is the element that records the fingerprint and read the footprint to enable the start up the vehicle, only authorizing to people who was registered in the library of the module. SIM 908 module, which is the element responsible for obtaining de GPS (Global Position System) data and GSM (Global System for Mobile Communication) data. Arduino Mega 2560, which is the control module, this module authorizes or not, the requirements by the user. To perform the engine start up process, the user must be previously registered and only the user will be able to start the engine. To carry out the processes of immobilization and tracking, the user must registered a phone number in the dispositive, and only the smartphone with this number can be the process of tracking, immobilization and qualification to start or stop the vehicle.

Keywords: Tracking, Start up, Immobilization, Qualification, Arduino.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

En la actualidad, la industria automotriz a nivel mundial ha realizado grandes avances tecnológicos, que llevan a tener vehículos más eficientes, con mayor seguridad y confort, tanto para el conductor como para los pasajeros.

Uno de los problemas que se ha encontrado en el estudio previo al desarrollo de este proyecto, es la falta de elementos de seguridad en vehículos, en donde el propietario del vehículo requiere contratar un servicio privado para el bloqueo, inmovilización y rastreo de su vehículo. Con lo cual hemos de desarrollar un dispositivo el cual permita al usuario de cualquier vehículo garantizar la seguridad del mismo, mediante la utilización de una placa Arduino. El dispositivo va a estar alimentado mediante la batería propia del vehículo, al igual que va a contar con un conjunto de baterías, las cuales van a permitir que el dispositivo tenga su propia autonomía, en caso que la alimentación del vehículo sea suspendida.

Por otra parte, mediante el uso de este dispositivo se va a poder realizar la ignición del vehículo mediante la utilización de un lector biométrico de huellas digitales, el cual permitirá realizar el encendido del vehículo solamente a los usuarios que tengan sus huellas registradas y programadas en el dispositivo, dando con esto la posibilidad de restringir a cualquier persona la utilización del vehículo, puesto que la huella digital es una identificación única de cada persona.

Para la configuración de las funciones de rastreo se cuenta con el módulo SIM908 compatible con Arduino, para esto el usuario deberá contar con un dispositivo móvil con sistema operativo

Android, ya que se desarrolla una aplicación en este sistema operativo para controlar el dispositivo, a través del SIM908 el cual va a necesitar que el usuario envíe desde su dispositivo móvil los comandos que permitan autorizar las distintas aplicaciones para el vehículo, además el número del teléfono debe estar registrado y programado en el dispositivo, para que este número sea el único medio con el cual se autorice la localización o a su vez la inmovilización del vehículo.

En cuanto a la confiabilidad del dispositivo, este cuenta con un sistema de rastreo satelital y en cada instante de rastreo triangula su posición con respecto a satélites internacionales de libre acceso; al estar conectado a la red GSM de cualquier operadora, se garantiza su comunicación entre el dispositivo móvil y el prototipo instalado en el auto. El sistema posee muchas ventajas en cuanto a que es una red que está presente en todo el país, dependiendo de la cobertura de red de la operadora móvil de la cual se adquiriera los servicios, sin embargo el sistema posee una deficiencia cuando este se encuentre en lugares subterráneos, al igual que inconvenientes en lugares donde llegase a existir gran cantidad de frecuencias radiales, como es el caso de aeropuertos, hospitales y otros lugares en donde existiesen una interferencia con la señal del dispositivo con la red móvil, sin embargo fuera de estos inconvenientes el sistema es una ayuda para garantizar la tranquilidad del usuario, de que su vehículo va estar siempre localizado.

1.2. Tema de Investigación

Diseño y construcción de un dispositivo electrónico para la ignición de vehículos mediante reconocimiento de huella dactilar, con opción de monitoreo GPS e inmovilización vehicular, programado en Arduino, con visualización en dispositivos móviles.

1.3. Planteamiento, Formulación y Sistematización Del Problema

1.3.1. Planteamiento Del Problema.

En la actualidad la mayoría de compañías de seguro que ofrecen servicios de geolocalización, no ofrecen un sistema de seguridad para el encendido o inmovilización de los vehículos, este tipo de servicios además son tarifados e imponen un contrato para poder obtener su servicio.

Debido a la falta de dispositivos tecnológicos de software libre en nuestro país, este proyecto tiene como finalidad la construcción de un prototipo que permita la ignición de vehículos mediante el reconocimiento de huella dactilar, al igual que el rastreo satelital e inmovilización del mismo, controlado mediante un teléfono inteligente. Además en caso de desconexión de la alimentación del dispositivo obtenida de la batería del vehículo, el dispositivo cuenta con una batería extra, que permitirá una autonomía por varias horas, permitiendo realizar el rastreo del automotor.

1.3.2. Formulación Del Problema.

¿Cómo realizar un sistema capaz de garantizar la seguridad al propietario de un vehículo, que permita realizar el control del encendido, monitoreo e inmovilización del mismo, y que permita ser controlado a través de un dispositivo inteligente?

1.3.3. Sistematización Del Problema.

El diseño y construcción de un dispositivo innovador, permitirá garantizar un sistema de seguridad para el propietario del vehículo, el cual podrá realizar el encendido del vehículo a

partir del uso de sus huellas dactilares, al igual el sistema ofrece el monitoreo e inmovilización del vehículo, creado en Arduino, el cual es un software libre, permitiendo el control mediante un teléfono inteligente, adquiriendo los datos a través de una red móvil local, ya que el sistema requerirá de una tarjeta SIM independiente de la operadora, para su funcionamiento.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Diseñar y construir un dispositivo electrónico para la ignición de vehículos mediante reconocimiento de huella dactilar, con opción de monitoreo GPS, inmovilización vehicular y visualización en dispositivos móviles.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Investigar los dispositivos electrónicos que deben utilizarse para poder generar todas las características del prototipo final.
- Diseñar un prototipo electrónico que cumpla con el funcionamiento del dispositivo de reconocimiento de huella dactilar, con opción de monitoreo GPS e inmovilización del vehículo.
- Instalar las conexiones eléctricas y electrónicas necesarias para generar la ignición, y efectuar el monitoreo e inmovilización en el vehículo.
- Comprobar la visualización de los datos obtenidos del dispositivo, a través de teléfonos inteligentes en tiempo real.

1.5. Justificación y Delimitación de la Investigación

1.5.1. Justificación Teórica.

La industria automotriz se ha visto envuelta en un avance tecnológico sin precedentes, de modo que se plantea la realización, estudio y desarrollo de un dispositivo electrónico capaz de reconocer la huella dactilar del usuario, para que el vehículo se encienda. Y, adicionalmente con características de geo-localizador e inmovilizador, el mismo que será programado en Arduino y visualizada vía Android dada la facilidad de uso que posee este sistema operativo.

Logrando así una incursión tecnológica en nuestro ámbito a un bajo costo en cuanto a dispositivos innovadores que integran varias características.

1.5.2. Justificación Metodológica.

En la actualidad, en el mercado nacional se ofertan diversos sistemas de geolocalización vehicular. Cada uno de ellos con características que permiten al usuario conocer en tiempo real distintos tipos de información del mismo. Sin embargo, poseer un sistema de este tipo, genera que el usuario deba tener un contrato con una compañía que pueda ofrecer este servicio, en las cuales en muchos casos se deben realizar pagos mensuales o anuales. Lo que genera que los usuarios, prefieran no utilizar tecnología de este tipo. Es por esto, que el objetivo del proyecto es implementar un sistema que permita tener características similares, a un bajo costo y con acceso directo para el usuario. Permitiendo de esta manera que el dueño de cada vehículo monitoree el mismo, sin tener que depender de terceros.

1.5.3. Justificación Práctica.

El uso de tecnología en la actualidad, nos permite tener un sinnúmero de alternativas para poder realizar proyectos en el campo automotriz, únicamente teniendo como herramienta la investigación. Nuestro proyecto propone generar un sistema de monitoreo de posición del vehículo, en donde se tiene acceso a la información a través de un dispositivo inteligente, que en la actualidad son de uso común.

1.5.4. Delimitación Geográfica.

El proyecto se lo realiza en el Distrito Metropolitano de Quito, en la Provincia de Pichincha, Ecuador. Según la publicación del Diario el Comercio del día 30 de diciembre de 2015: “El 96% del parque automotor de Quito cumplió con la revisión vehicular”, la ciudad cuenta con un parque automotor de 470.000 vehículos aproximadamente, con lo que se incrementa la demanda de seguridad y monitoreo vehicular en el mercado.

1.5.5. Delimitación del Contenido.

El proyecto se orienta al diseño y construcción de un prototipo de geolocalización para vehículos programado en Arduino, mediante el uso de protocolo GSM con monitoreo en dispositivos inteligentes.

1.6. Alcances

Dentro de los alcances del dispositivo, está que el mismo entregue los datos en un teléfono inteligente, que recepte los datos en un tiempo óptimo, al igual que los datos obtenidos del

rastreo satelital sean los correctos, lo que permite garantizar un tiempo de reacción adecuado en caso de que el vehículo sea sustraído. El dispositivo también debe garantizar un sistema de seguridad tanto para el encendido, como para la inmovilización, a parte el sistema ofrece el ser autónomo ya que no solo requiere de una alimentación directa del vehículo, ya que cuenta con una batería extra que garantiza su funcionamiento. A parte este sistema solo requiere del uso de una tarjeta SIM, que recepte los datos de la red móvil, para el uso de localización e inmovilización, solo requiriendo que el usuario recargue el saldo de la misma, ya que esta tarjeta envía los datos por medio de SMS, al igual que recepta los comandos que el usuario requiera por el mismo mecanismo, siendo por lo tanto un sistema independiente de contratos, de bajo costo para su uso y que garantice un sistema de seguridad para el propietario del automotor.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS BÁSICOS ELECTRÓNICOS

En este capítulo se abordan los conceptos básicos de electricidad y electrónica, y de los elementos electrónicos utilizados para el desarrollo del proyecto, de los cuales se basa el desarrollo del trabajo de titulación.

Para realizar la consulta de los conceptos se proporciona la información de libros, consultas en páginas web, consultas en catálogos y manuales de los elementos electrónicos. De donde se adquieren las referencias y herramientas necesarias, que permitan desarrollar el marco teórico, para que en los capítulos siguientes poder desplegar esta información para realizar la descripción del diseño electrónico del dispositivo, y la implementación del mismo.

Con el desarrollo de este capítulo se fundamenta la implementación del proyecto, conociendo:

- Las fuentes requeridas para realizar el proceso para la alimentación del dispositivo.
- Elementos de protección y elementos de seguridad.
- Elementos de desarrollo, que servirán para la obtención de los datos necesarios, para lograr la geolocalización, realizar la comunicación a través de una red móvil local, para que el dispositivo sea controlado de manera remota, a través de un teléfono inteligente.

2.1. Circuito Eléctrico

2.1.1. Definición.

La electricidad permite la transferencia de energía de un punto a otro, pero no todos los cuerpos o elementos conductores se comportan de igual manera a la hora de efectuar esta transmisión. De esta forma los electrones que se mueven o circulan a través de un circuito eléctrico dependen del material en el que se encuentran. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

De esta forma aparecen:

- **Cuerpos conductores:** Estos oponen poca resistencia al paso de corriente. Los metales por lo general son buenos conductores como el cobre, plata, aluminio, etc.
- **Cuerpos aislantes:** Estos oponen una gran resistencia al paso de la corriente, como la madera, caucho o plástico.
- **Cuerpos semiconductores:** La conductibilidad de estos materiales depende de las condiciones del circuito como el campo eléctrico, magnetismo, presión, etc. Estos poseen propiedades tanto de los conductores como de los aislantes, entre los más conocidos están el silicio y el germanio, empleados en la fabricación de componentes electrónicos. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Para el automóvil, el circuito eléctrico es el camino por el cual recorre la corriente a través del cableado y el chasis o cuerpo del mismo, producido por un generador, regulado y entregado por la batería hacia los consumidores del automóvil (Vidal, Mas, & Gozález, 2006).

2.1.2. Elementos del Circuito Eléctrico.

Un circuito eléctrico básico está formado por una batería y una bombilla como un consumidor como se observa en la figura 1.

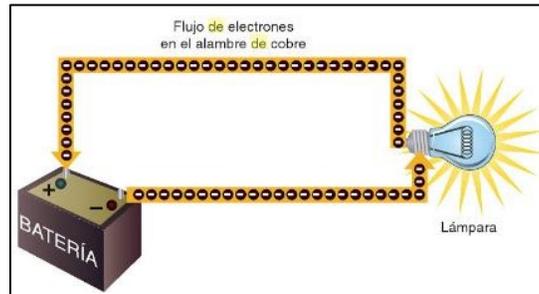


Figura 2.1. Circuito Eléctrico Básico.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg. 9.

En el automóvil los circuitos están formados por los siguientes elementos:

- **Consumidores:** Fusibles de protección, cableado eléctrico, lámparas, motores eléctricos, bobinados, resistencias, etc.
- **Elementos de control:** Interruptores, pulsadores, conmutadores, relés, sensores de presión, sensores de temperatura, entre otros.
- **Sistema de Encendido:** Se encarga de la producción y distribución de la corriente para la generación de chispa en las bujías, para iniciar la combustión en los motores de gasolina.
- **Sistema de Carga:** Se encarga de la generación de corriente para la recarga de la batería del vehículo. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006).
- **Sistema de Arranque:** Utilizado para la puesta en marcha del motor térmico, por medio de un motor eléctrico.

- **Alumbrado:** Son los diversos circuitos responsables de las luces de faros delanteros y traseros como luz de posición, luz direccional, intermitentes, luz de frenado, marcha atrás, entre otros.
- **Circuitos auxiliares:** Limpia parabrisas, alumbrado interior, funcionamiento de retrovisores eléctricos y térmicos, equipos de sonido y multimedia, sistema GPS, etc.
- **Circuitos de Panel de instrumentos:** Odómetro, cuenta revoluciones, indicador de temperatura del motor, indicador de carga de combustible, indicadores luminosos de averías, indicador de carga de batería, entre otros (Vidal, Mas, & Gozález, 2006).

2.2. Corriente Eléctrica

2.2.1. Tipos de Corriente Eléctrica.

Según la fuente que genera la corriente, esta puede manifestarse de dos formas distintas: corriente continua y corriente alterna.

2.2.1.1. Corriente Continua.

La corriente continua es utilizada en el automóvil y en aparatos electrónicos. Este tipo no varía en el tiempo tanto de valor como de sentido, es decir, el movimiento de los electrones se da en el mismo sentido y de forma continua. Esta corriente es producida por baterías, placas solares, pilas e igualmente puede almacenarse. Al realizar la conexión de corriente continua, hay que tener precaución con no equivocarse la polaridad (+ y -), puesto que los componentes electrónicos pueden sufrir daños severos si la conexión se realiza de forma incorrecta (Vidal, Mas, & Gozález, 2006).

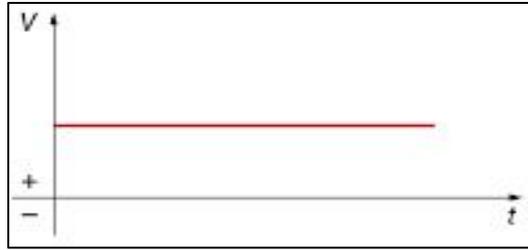


Figura 2.2. Corriente Continua, variación de la tensión a lo largo del tiempo.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg. 13.

2.2.1.2. Corriente Alterna.

La corriente alterna se utiliza para el uso doméstico e industrial, también utilizada en la industria automotriz para el funcionamiento de vehículos híbridos y eléctricos. Este tipo cambia continuamente su valor y sentido. Los electrones invierten su sentido de circulación con una frecuencia, expresada en Hertzios o ciclos por segundo, cada uno de estos ciclos se da en una igual porción de tiempo, por ejemplo en Europa por lo general la corriente varía con una frecuencia de 50 Hz, o 50 veces por segundo. Esta corriente es generada por alternadores, no se puede almacenar, pero es más fácil y económica de producir que la corriente continua (Vidal, Mas, & Gozález, 2006).

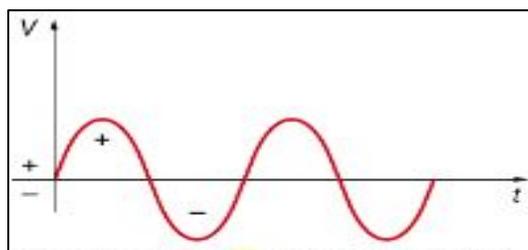


Figura 2.3. Corriente Alterna, variación de la tensión a lo largo del tiempo.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg. 13.

2.2.1.3. Circuito en Serie.

En este tipo de circuitos los consumidores se conectan uno a continuación de otro, permitiendo que la corriente tenga un solo camino para circular, atravesando cada uno de ellos. Utilizado para limitar o regular la corriente de un circuito, una aplicación de esto se da en la calefacción del vehículo, en la primera posición la corriente deberá recorrer todas las resistencias en serie, produciendo que el ventilador gire con menor velocidad, por lo contrario al utilizar la última posición, la corriente solo necesitara recorrer una resistencia, enviando el máximo caudal de aire, ya que el ventilador girara a su mayor potencia. En este circuito la intensidad va a ser la misma en cualquier punto, la tensión es la que varía dependiendo del consumidor, y la resistencia total equivale a la suma de todas ellas. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

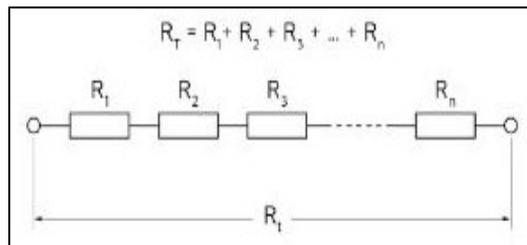


Figura 2.4. Resistencia Total Circuito en Serie.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg. 14.

2.2.1.4. Circuito en Paralelo.

Para estos circuitos la tensión recibida es la máxima sin limitaciones, esta conexión es muy utilizada en el automóvil, se da en la conexión de las luces de los faros, en donde cada lámpara recibe alimentación de forma independiente, de tal forma que si una llegara a fundirse, la otra seguiría funcionando. En este circuito la intensidad varía en cada elemento consumidor, dependiendo del valor de su resistencia, mientras la tensión es igual en todo el circuito. El valor

de la resistencia total, es igual a la inversa de la suma de las inversas de cada una de ellas. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

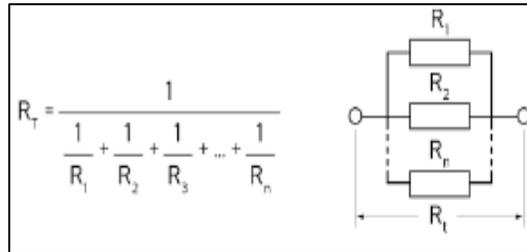


Figura 2.5. Resistencia Total Circuito en Paralelo.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg. 15.

2.3. Generación de Corriente

Existen diferentes métodos para generar corriente eléctrica en los cuales están:

- **Térmico:** Se produce al elevar la temperatura en la unión de dos metales, que poseen un diferente potencial termoeléctrico, produciendo de esta manera corriente.
- **Piezoeléctrico:** Se da a partir de la deformación física de un cristal de Cuarzo, lo cual genera corriente en los extremos. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006).
- **Fotoeléctrico:** En este proceso incurre la luz solar sobre algunos compuestos de silicio, de esta actividad se desprenden electrones, lo cual establece una corriente.
- **Magnético:** Este proceso se da cuando un campo magnético actúa sobre un conductor, lo cual induce una corriente. Este es el proceso que genera el alternador dentro del vehículo. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006).
- **Químico:** Se fundamenta en la reacción química de dos compuestos metálicos, lo cual desprende electrones y genera corriente.

En el automóvil se da a partir de un origen químico de la corriente, que se da en la batería del mismo. La batería almacena, regula y entrega la energía necesaria para poner en marcha al motor

térmico, también proporciona la corriente para alimentar los circuitos eléctricos del vehículo. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006).

2.3.1. Batería

2.3.1.1. Definición.

Es un acumulador de energía, es un dispositivo electroquímico el cual transforma la energía química en energía eléctrica y viceversa, lo que permite que la misma pueda ser cargada y descargada constantemente. La batería almacena energía eléctrica para cuando el vehículo lo necesite, esencialmente para arrancar el motor, también para el funcionamiento de consumidores, como la radio, sistemas de apertura de puertas, para elevar o descender las ventanas, etc. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

2.3.1.2. Constitución de la Batería.

Externamente, la batería está constituida por una caja fabricada en polipropileno, el cual es un material plástico resistente al ácido y soporta altas temperaturas, al igual que sobresalen los bornes positivo y negativo. En su interior poseen unos tabiques que dividen la caja en compartimientos denominados celdas o vasos. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Cada celda está compuesta de un bloque de placas positivas y negativas. El bloque de celdas está compuesto por placas de plomo y un material micro-poroso de aislamiento para su separación, entre las placas de polaridad opuesta (BOSCH, Manual de Baterías, 2014).

Las placas positivas están conectadas entre sí, igualmente las negativas, conformando un conjunto denominado elemento, cuya tensión nominal de 2 voltios. Los seis elementos se

conectan en serie, creando una batería de 12 voltios. Además, lleva seis orificios con tapones para la reposición de agua y para la ventilación de los gases internos. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Las baterías requieren del electrólito que está compuesto por ácido sulfúrico diluido (H_2SO_4) y agua destilada (H_2O), que penetra los poros de las placas y de los separadores, llenando con esto los espacios libres de las celdas. Los terminales, al igual que las conexiones de las celdas y placas, están hechos de plomo. En las baterías convencionales cada celda posee su bombona de llenado, usadas para el llenado de la batería y la evacuación de gas oxi-hidrógeno, en el proceso de recarga, para las baterías que no necesitan mantenimiento poseen agujeros de ventilación (BOSCH, Manual de Baterías, 2014).

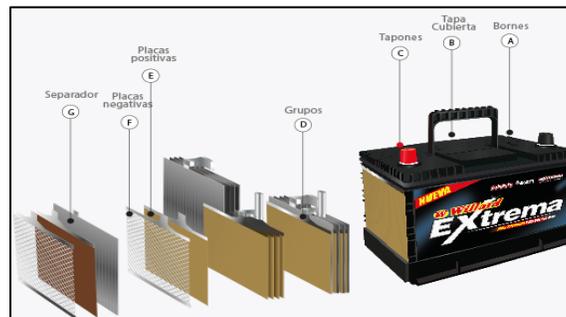


Figura 2.6. Componentes De La Batería.
Fuente: Willard, *Baterías Willard*, (2015).

2.3.1.3. Características Eléctricas de las Baterías.

Cualquier batería contiene una placa o adhesivo explicativo con los datos que la definen como lo son:

- **Tensión Nominal:** Depende del número de vasos que contenga la batería, la convencional es la de 12 voltios. posee seis celdas separadas y conectadas en serie, otro

tipo para vehículos de transporte utilizan una tensión de 24 voltios; o pueden llegar a conectar dos baterías de 12 voltios. en serie para llegar a la misma tensión nominal. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

- **Capacidad:** Es la cantidad de corriente que suministra estando totalmente cargada hasta su descarga absoluta. Esta medida es expresada en amperios/hora. Por ejemplo una batería de 90 A/h (Amperios/hora), podría entregar 90 amperios al menos por una hora o entregar 1 amperio alrededor de 90 horas. La capacidad que posee una batería no es de un valor fijo, ya que depende del número de placas que posee, el material del cual está fabricada, también es afectada por la temperatura ambiental, puesto que el frío reduce notablemente la capacidad de la misma, en especial en el periodo de arranque, momento en el cual existe una mayor demanda de la batería. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- **Intensidad de arranque:** Esta es la intensidad máxima la cual puede proveer una batería en el instante de arranque, esta tensión en una batería de 12 voltios. no debe ser menor a 10.5 voltios. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

2.3.1.4. Problemas con la Corriente

La corriente que genera el sistema de carga del vehículo no siempre es el óptimo, pueden ocurrir distintos problemas en la entrega de la misma entre las posibles causas están:

- **Caídas de Tensión:** Es la merma natural de voltaje, producida al momento que la corriente atraviesa por un consumidor. Al momento que la corriente pasa por una serie de resistencias, la caída de tensión no será la misma en cada una de ellas, dependiendo del valor de cada una de ellas. Sin embargo, en ciertas ocasiones estas caídas se dan por

elementos no deseados como cables o conexiones, con lo que la tensión que llega al consumidor será menor a la debida y el funcionamiento del mismo será anómalo. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

- **Masas Defectuosas:** La masa de la batería puede ser conectada a la carrocería, motor o caja de cambios. En ciertas ocasiones las conexiones de masa defectuosas, producen caídas de tensión, si esta caída ocurre en el motor de arranque, esto producirá que el motor gire más despacio. Se debe comprobar el estado de los cables, terminales, uniones, en especial los cables chasis-motor y batería-chasis. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- **Fugas de Corriente:** Es una pérdida de corriente en forma descontrolada, lo cual descargará la batería y llegaría al punto de inutilizarla, pueden ocurrir fugas por:
 - Tapa de la batería: Debido a suciedad entre los bornes y salida del electrolito, la corriente en este caso circulara del borne positivo al negativo, lo cual descarga de la batería. Para evitar esto se debe mantener limpia a batería. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
 - Instalación eléctrica: Cuando un componente eléctrico consume de forma indebida estando desconectado, con lo que produce descarga de la batería. Para detectar este tipo de fuga, se debe desconectar todos los sistemas del vehículo, se desconecta el terminal negativo y se conecta un amperímetro entre el borne y el terminal, si el consumo es mayor de 0.05 A. se deberá rastrear que circuito o sistema eléctrico está afectado y repararlo. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

2.3.1.5. Acoplamiento de Baterías

Las baterías pueden ser conectadas en serie o paralelo, resultando de esta acción diferentes tensiones nominales y capacidades.

- **Conexión En Serie:** Se requiere la conexión del borne positivo de una de las baterías con el negativo de la otra, y así sucesivamente. Es importante que las baterías sean de la misma capacidad, ya que la batería de menor capacidad se descargaría constantemente. Dando de esto la suma de las tensiones de las baterías y una capacidad igual a la de las baterías. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

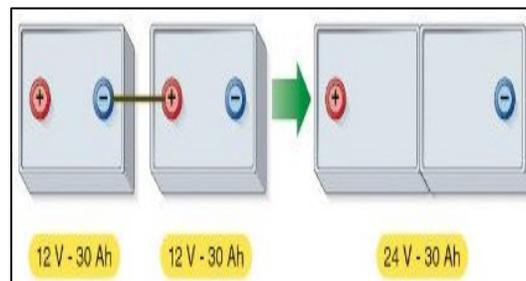


Figura 2.7. Conexión en Serie.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.18.

- **Conexión en Paralelo:** Para esto los bornes positivos de las baterías se conectan entre sí, a lo mismo que los negativos. Es importante conectar baterías que tengan la misma tensión nominal. Produciendo que la tensión obtenida sea la misma de las baterías y una capacidad correspondiente a la suma de todas. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

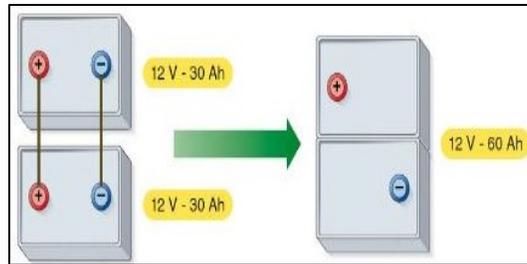


Figura 2.8. Conexión en Paralelo.

Fuente: Vidal, Mas y González, Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort, 2006, Pg.19.

2.4. Ley de Ohm

Una vez definido el circuito eléctrico básico, se puede detallar las tres magnitudes fundamentales de la electricidad y sus correspondientes unidades de medida:

- a) **Tensión, voltaje o diferencia de potencial.** A la tensión se la puede definir como la atracción existente entre dos puntos al existir una diferencia en su número de electrones, por lo que se puede concluir como una fuerza que ejerce presión sobre los electrones a través de un conductor. La unidad de medida que lo define es el voltio-V. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- b) **Intensidad de corriente.** La intensidad de corriente se la define como la magnitud de carga eléctrica que circula a través de un conductor por unidad de tiempo. La unidad de medida correspondiente es el amperio-A. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- c) **Resistencia eléctrica.** Se define como la oposición que presenta un cuerpo a ser atravesado por la corriente eléctrica, es importante establecer que esta resistencia estará en función del material del cuerpo. La unidad de medida se lo conoce como ohmio (Ω).

Partiendo de esto, se puede definir la resistividad que viene definida en $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$, lo cual se entiende como la resistencia que ofrece un cuerpo de 1mm^2 de sección en un 1m de longitud. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Además, estas tres magnitudes eléctricas tienen una relación matemática que permite calcularla. El autor de esta relación es el físico y matemático alemán Georg Simon Ohm, quien en 1827 estableció la teoría que la intensidad de corriente que circula por un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del mismo, la cual se la conoce como la ley de Ohm. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

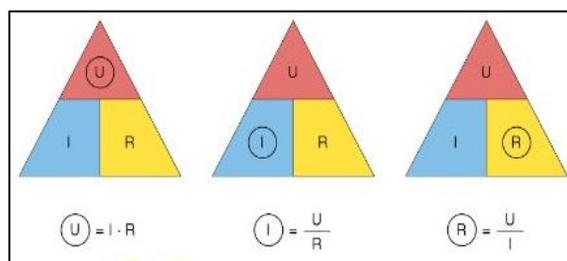


Figura 2.9. Ley de Ohm.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.11.

Estableciendo la teoría en función de las unidades, se define que 1 amperio es la cantidad de corriente que circula por un conductor de 1 ohmio de resistencia cuando se aplica una tensión del voltio ($1 \text{ A} = 1 \text{ V} / 1 \Omega$). (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

2.5. Potencia Eléctrica y Efecto Joule

Se define como potencia eléctrica a la cantidad de energía producida o consumida por un elemento en una unidad de tiempo. La unidad de medida dentro del Sistema Internacional es el vatio (W), que en un circuito tiene relación con la tensión aplicada y con la intensidad de corriente que circula. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

La expresión que lo define es:

$$P = V \cdot I$$

Ec. [2.1]

- **P** = Potencia (W, vatio),
- **V** = Tensión (V, voltio),
- **I** = Intensidad (A, amperio).

Se puede decir también que 1 vatio es la energía o trabajo liberado por un amperio en un circuito eléctrico donde se aplica una tensión de voltio, y se expresarse como $1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$. Al igual que en la ley de Ohm, en estas ecuaciones matemáticas, al conocer dos de los valores puede deducirse el tercero, al circular una corriente eléctrica por un circuito, esta puede realizar una transferencia de energía al realizar un trabajo mecánico o termodinámico. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Cuando un objeto recibe energía eléctrica es para convertirla en luz, movimiento, calor, sonido o procesos químicos, por ejemplo, una bombilla de 100 vatios genera mayor potencia lumínica que una de 40 vatios y a su vez produce mayor consumo eléctrico, Todo aparato o motor eléctrico debe incorporar una placa metálica o adhesiva en la que figure la tensión de alimentación y la potencia en vatios o kilovatios. En el caso de las bombillas, dicha información suele ir grabada en el cristal. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Cuando la corriente eléctrica circula por un conductor, produce, en mayor o menor medida cantidad de calor gracias al rozamiento de los electrones con los átomos del material conductor, lo cual fue descubierto por el físico inglés James Joule en 1840, estableciendo así la ley que lleva su nombre y que proclama, “El calor originado en un conductor por el paso de la corriente

eléctrica es proporcional o producto de la resistencia del conductor por el cuadrado de la intensidad de corriente y por el tiempo” (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Y se lo define con la siguiente expresión:

$$E = I^2 * R * t$$

Ec. [2.2]

- **E** = Energía Eléctrica o Trabajo (J, Joules),
- **I** = Intensidad (A, amperio),
- **R** = Resistencia Óhmica (Ω , ohmio),
- **t** = Tiempo (s, segundos).

Cuando la intensidad de corriente que circula o la resistencia del conductor son pequeñas, el calor generado y disipado será imperceptible. Por esta razón, en una instalación eléctrica siempre se deberá utilizar un cableado eléctrico con la suficiente sección como para no ocasionar problemas de sobrecalentamiento. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Este concepto se utiliza en la fabricación de un sin número de aparatos de uso diario y común como por ejemplo, estufas eléctricas, secadores de cabello, lunetas térmicas de los automóviles, instalaciones eléctricas domiciliarias, duchas eléctricas, etc. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

2.6. Elementos Eléctricos y Electrónicos

2.6.1. Consumidores.

Elementos que reciben la energía eléctrica para transformarla en otro tipo como:

- **Movimiento:** Motores limpia parabrisas, eleva vidrios, cierrapuertas, electro válvulas.

- **Calor:** Encendedor eléctrico y otras resistencias.
- **Sonido:** Claxon, bocinas y notificadores acústicos.
- **Luz:** Bombillas, lámparas, diodos LED.
- **Magnetismo:** Activación de relés y bobinas.

Para que un circuito funcione, requiere de una fuente de energía, al igual que elementos de control y protección y la presencia de consumidores para que realicen su trabajo. Para que esta corriente circule se necesita de varios metros de cable eléctrico de diferentes colores, longitudes y grosores, al igual que la propia carrocería metálica, que forma parte de la instalación eléctrica de los vehículos, ya que el borne negativo de la batería se conecta a ella, para que los circuitos se cierre a masa a través del chasis. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)



Figura 2.10. Conexión Batería-Chasis.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.31.

- **Cable eléctrico**

Está constituido por un núcleo de hilos de cobre como elemento conductor y recubierto por un aislante flexible. Los distintos cables poseen un código de color que ayuda a su localización para montajes y reparaciones, tanto en el vehículo como en la visualización de los esquemas eléctricos. Por lo general, el color rojo se identifica como positivo y el negro como negativo, lo

cual suele respetarse en el cableado de batería, alternador y motor de arranque. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Independientemente del color, un aspecto esencial del cable es su sección, que debe ser calculada en función a la intensidad que va a circular por él, a continuación se presenta una tabla de la intensidad y potencia permisible para cada cable. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

A continuación se expone una tabla para realizar la elección del cable de acuerdo a la intensidad y potencia máxima que soportan.

Tabla 2.1. Cálculo y Parámetros de Cables.

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Intensidad máxima (A)	Potencia máxima (W)
1,5	1,4	11	132
2,5	1,8	15	180
4	2,3	20	240
6	2,8	25	300
10	3,6	34	408
16	4,5	45	540
25	5,6	59	708

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.32

2.6.2. Elementos de Control.

Permiten controlar el funcionamiento del circuito y sus consumidores. Lo más habitual es abrir y cerrar un circuito, tanto de forma manual o en función de factores como pueden ser la presión o la temperatura. Los elementos más utilizados en el automóvil son:

- **Interruptor mecánico:** Permite el paso de la corriente eléctrica, en función de las necesidades del conductor, como pueden ser el encendido de luces, activación de limpia parabrisas. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

- **Conmutador:** Permite la apertura de un circuito al mismo tiempo que otro se cierra. En ciertas ocasiones, actúa como un repartidor de corriente, como en el accionamiento del ventilador de calefacción con sus diferentes velocidades. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- **Pulsador:** Posee la misma función que un interruptor, pero actúa mientras se mantiene presionado, como la activación del Claxon, eleva vidrios, entre otros. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- **Interruptores térmicos, prostáticos y lumínicos:** Abren o Cierran los circuitos, en función de la temperatura, presión o cantidad de luz que incide sobre un punto. Ejemplo de estos se dan en el encendido de luces automáticas al ingresar a un túnel, activación del electro ventilador del radiador, etc. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- **Relé:** Es un dispositivo electromecánico, que por medio de la excitación de un electroimán alimentado con electricidad produce el accionamiento de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos sin la que exista la necesidad de una intervención humana. Esta operación produce que exista conexión o no, entre dos o más terminales. Esto se logra mediante la atracción o repulsión de un pequeño brazo llamado armadura, por el electroimán. La gran ventaja de los relés es la completa separación eléctrica entre la corriente, que circula por la bobina del electroimán y los circuitos controlados por los contactos, haciendo posible que puede controlar una potencia mayor a la potencia de control. (Castela, 2014)
 - **Funcionamiento:** Un electroimán está formado por una barra de hierro dulce, conocido como núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre. Al pasar una corriente eléctrica por la bobina el núcleo se magnetiza por efecto del campo magnético producido por la bobina, convirtiéndose en un imán tanto más potente

dependiendo de la intensidad de la corriente y el número de vueltas de la bobina. Al abrir nuevamente el interruptor y dejar de pasar corriente por la bobina, desaparece el campo magnético y el núcleo deja de ser un imán. (Castela, 2014)

El relé más sencillo está formado por un electroimán como el descrito anteriormente y un interruptor de contactos. Al pasar una pequeña corriente por la bobina, el núcleo se imanta y atrae al inducido por uno de sus extremos, empujando a uno de los contactos hasta que se unan, permitiendo el paso de la corriente a través de ellos. Esta corriente es, generalmente mayor que la que pasa por la bobina. (Castela, 2014)

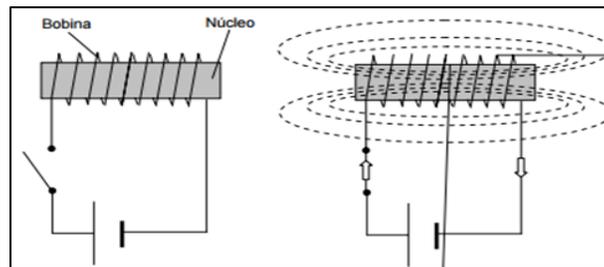


Figura 2.11. Accionamiento del Relé.
Fuente: Castela, *Plataea-Relé*, (2014).

2.6.3. Elementos de Protección.

2.6.3.1. Resistencias.

Las resistencias tienen la función de oponerse al paso de la corriente. Son compuestas a base de gránulos de carbón, película metálica o hilo bobinado. Tienen como principales usos los siguientes: conseguir una caída de tensión en un circuito, limitador de corriente, disipar calor, y divisor de tensión y corriente. Su unidad de medida es en ohmios, sin embargo, se puede encontrar resistencias expresadas en kilo ohmios o mega ohmios. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Al fabricar una resistencia es muy difícil darle el valor óhmico exacto, sin embargo, debe encontrarse dentro de un límite llamado tolerancia. A este valor se lo identifica mediante unas franjas de colores serigrafiadas sobre la propia resistencia, así pues, las dos primeras franjas corresponden a las dos primeras cifras, la tercera franja a un factor multiplicador y la cuarta a la tolerancia. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Existen otros tipos que varían su valor en función de diferentes parámetros. Algunos de los más comunes son los siguientes:

- **Fotorresistencia:** El valor expresado en ohmios varía según la cantidad de luz que incide sobre ella, por consiguiente, en ausencia de luz tiene un valor elevado y, al recibir más luz, su valor disminuye. Es usado para el encendido automático de luces, alarmas, etc. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- **Termistor:** este tiene una relación directa con la temperatura. Tiene dos variantes: la NTC, que a mayor temperatura menos resistencia opone, y la PTC, que funciona de manera opuesta. Sirven para medir temperaturas en los automóviles. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- **Varistor:** Su valor varía con respecto a las tensiones aplicadas a sus extremos. A mayor tensión, menor resistencia. Sirve como estabilizador de tensión.
- **Potenciómetros:** Poseen tres terminales, dos fijos y uno móvil las cuales se deslizan por una pista de grafito haciendo que su valor varíe. Sirven para regular la intensidad de corriente (intensidad luminosa, volumen de audio). (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

2.6.3.2. Condensadores.

Están formados por dos placas conductoras contrapuestas entre si y separadas por un material aislante o dieléctrico que puede ser plástico, papel, cerámica, o aire. Estas placas se van llenando de cargas positivas y negativas hasta alcanzar la tensión del circuito al que están conectadas. Si la tensión disminuye, el condensador confiere su carga hasta igualar la de la tensión. Si al condensador se le aplica Corriente Continua, actúa como un circuito abierto, más si se conecta a corriente alterna, se comporta como un circuito cerrado generando así el paso de la corriente filtrándola. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

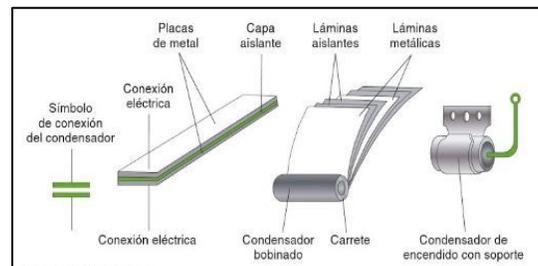


Figura 2.12. Constitución del Condensador.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.42

La cantidad de carga eléctrica que puede almacenar un condensador es proporcional a la tensión aplicada. Es decir, la capacidad de un condensador es la razón entre la carga acumulada y la tensión aplicada.

$$C = \frac{Q}{V}$$

Ec. [2.3]

- **C** = Capacidad (F, faradios),
- **Q** = Carga Eléctrica Almacenada (C, culombios),
- **V** = Tensión (V, voltios).

La capacidad viene expresada en faradios, la cual está definida por las unidades de la carga y de la tensión, obteniendo así la siguiente relación: 1 faradio = 1 culombio / 1 voltio.

El faradio es una unidad grande para los condensadores de uso común, por lo que se utilizan submúltiplos como el microfaradio, el nanofaradio y el picofaradio, cuyas equivalencias son 10^{-6} , 10^{-9} y 10^{-12} F. (faradios), respectivamente. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

La capacidad del condensador está en función de la distancia entre las placas, la superficie de las mismas, el número de placas y la temperatura a la que trabaja. Un condensador variable es el aquel en el que se pueda modificar la posición del dieléctrico o la distancia entre placas. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

2.6.3.3. **Diodos.**

Los Diodos son semiconductores que tienen la capacidad de permitir el paso de la corriente en un solo sentido. Este se forma por la unión de dos semiconductores, uno tipo P y otro tipo N. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Los electrones de la parte N se desplazan hacia la parte P, así pues, los huecos que quedan en P se trasladan hacia la zona N, formándose una zona neutra que funciona como barrera. Cuando se conecta la parte positiva de la batería a la zona P y la parte negativa en la zona N, el diodo acciona el paso de la corriente denominándose a esta acción como polarización directa. Es importante conocer que, al invertir la polaridad, la zona neutra se ensancha cerrando el paso de electrones en sentido contrario. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Existen diversas clases de diodos, los más comunes son los siguientes:

- a) **Diodo Zener:** Es aquel que trabaja como uno normal cuando se polariza directamente el cual deja pasar la corriente en sentido contrario si la tensión aplicada alcanza un valor determinado. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- b) **Fotodiodo:** Se lo conoce como diodo Zener cuyo valor varía según la intensidad luminosa, es decir, que entre más luz recibe, más disminuye su valor Zener, generando así el paso de corriente. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- c) **Diodo LED:** Es un diodo que emite luz al estar polarizado directamente. Este fenómeno se produce cuando los electrones pasan de la parte N a la parte P, generando una pérdida de energía que es compensada por el electrón emitiendo un fotón que emite una pequeña luz al ser visible la misma. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- d) **Varicap:** Es aquel que tiene una capacidad variable, por lo que trabaja como un condensador que tiende a variar según la tensión aplicada. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

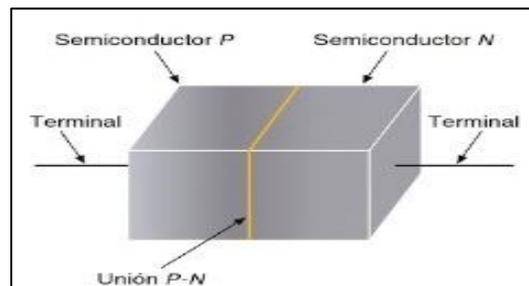


Figura 2.13. Diodo Unión P-N.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.43.

2.6.3.4. Transistores

El Transistor al utilizarse para conmutación, amplificación y rectificación es un semiconductor de silicio o germanio que se encuentra conformado por tres zonas N y P, pudiendo ser NPN o

PNP. Estas tres zonas se denominan emisor (E), base (B) y colector (C). (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

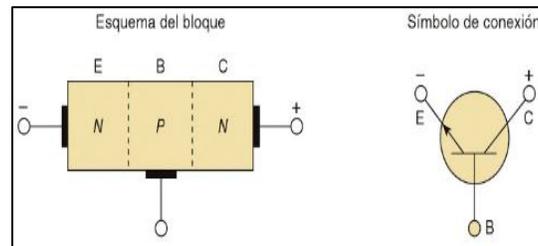


Figura 2.14. Transistores.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.43.

El funcionamiento del transistor se asemeja a dos diodos en serie donde la base del transistor es el punto donde se unen ambos diodos. Se garantiza el funcionamiento de un transistor al polarizarlo correctamente, además cuando la unión emisor-base esté polarizada directamente y la unión colector-base lo esté inversamente. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

En un circuito transistorizado en cuanto a la relación de la intensidad y a la tensión, en cualquier circuito transistorizado se cumple lo siguiente:

$$V_{CE} = V_{CB} + V_{BE}$$

$$I_E = I_B + I_C$$

Ec. [2.4]

- **VCE** = Voltaje emitido entre el Colector y Emisor (V, voltio),
- **VCB** = Voltaje emitido entre el Colector y la Base (V, voltio),
- **VBE** = Voltaje emitido la Base y el Colector (V, voltio),
- **IE** = Intensidad del Emisor (A, amperio),
- **IB** = Intensidad de la Base (A, amperio),
- **IC** = Intensidad del Colector (A, amperio).

Los tipos más comunes de constituidas a partir de transistores son:

- a) **Montaje Darlington:** Se lo conoce también como conexión en cascada el cual consiste en conectar dos transistores entre sí, disponiéndose de manera que el terminal de salida de corriente del primero se conecte con la base del segundo. Es decir, la amplificación de corriente al usarse este tipo de montaje se obtiene una ganancia total que se da por las ganancias de los dos transistores. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

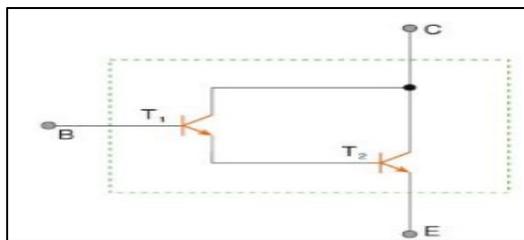


Figura 2.15. Transistor Montaje Darlington,

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.44

- b) **Fototransistor:** Este tipo de conexión es utilizada en la industria automotriz principalmente en el funcionamiento de las luces o de los limpiaparabrisas cuando se detecta oscuridad o lluvia respectivamente. De existir luminosidad sobre su base, el transistor tiende a polarizarse logrando así el paso de corriente. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- c) **Tiristor:** El Tiristor es un semiconductor que se encuentra formado al unirse cuatro cristales PNP y tres conexiones eléctricas: ánodo (A), cátodo (K) y puerta (G) o terminal de disparo. Cuando no recibe tensión el terminal de disparo, el tiristor se convierte en aislante en ambos sentidos, más cuando el terminal de disparo recibe corriente positiva, permite el paso en un solo sentido, hasta cuando el terminal de disparo no recibe tensión. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

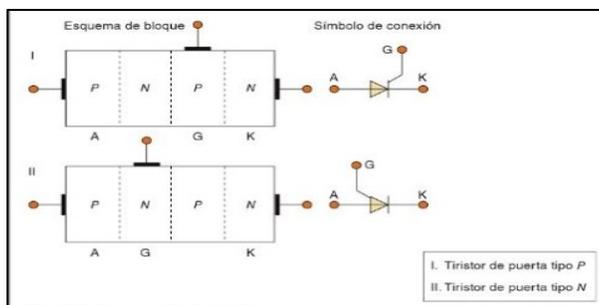


Figura 2.16. Tiristor Tipo P Parte Superior y Tipo N Parte Inferior.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.44.

2.6.3.5. Fusibles.

Un fusible es un dispositivo de seguridad, formado por un soporte aislante de vidrio cerámico o plástico, incorpora en su interior un filamento o lámina de aleación de bajo punto de fusión, que soporta una cierta cantidad de intensidad. En caso que se exponga a una mayor intensidad el filamento se recalientará hasta llegar a su rotura por fusión, los vehículos están dotados de fusibles instalados en serie para su protección, en caso de que exista un aumento de intensidad o un cortocircuito. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

- Tipos de Fusibles:
 - **Fusibles de vidrio:** cerrado en ambos extremos por dos casquillos metálicos que se unen internamente por el filamento o lámina. Utilizado en aparatos electrónicos, fuentes de sonido, etc. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)



Figura 2.17. Fusible de Vidrio.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.33.

- **Fusible de láminas o cuchillas:** consta de un cuerpo de plástico y dos conectores tipo faston macho. Este modelo se fabrica de tamaño: normal, mini fusible y maxi fusible. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

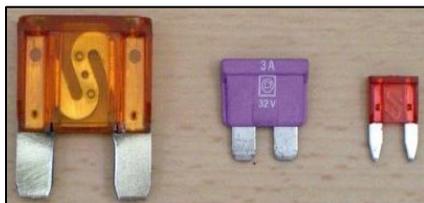


Figura 2.18. Fusible de Cuchillas.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.34.

- **Disyuntor:** es un limitador de intensidad, se trata de un bimetálico en forma de lámina que soporta cierta intensidad, si se supera la misma, el exceso de calor produce que la lámina se curve, separando los dos contactos y cortando así el circuito. Cuando se enfría vuelve a su posición normal y los contactos vuelven a conectarse. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

El color de su cuerpo se corresponde con el amperaje que normalmente lleva grabado, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 2.2. Colores e Intensidad Máxima Permitida.

Color	Intensidad máxima (A)
Negro	1
Gris	2
Violeta	3
Rosa	4
Naranja	5
Marrón	7,5
Rojo	10
Azul	15
Amarillo	20
Transparente	25
Verde	30

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.34.

2.6.3.6. Conectores y Terminales.

Los conectores son dispositivos que ayudan a unir cables o circuitos, es una pieza metálica que se coloca al final de un componente o cable eléctrico, que permite la conexión a otro punto. Su fabricación es normalmente de latón, aluminio, cobre u otro metal. Existen de distintas formas como: Horquilla, tipo faston, redondos, etc. Al tratarse de un conjunto de cables de una misma conexión, los terminales son pines tipo aguja o espadín, que se agrupan en un conector común. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

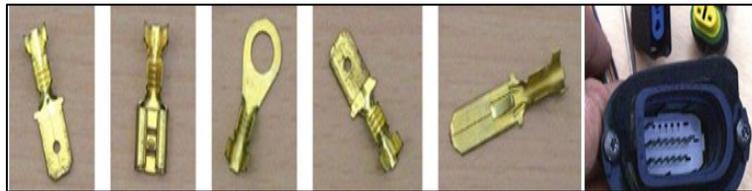


Figura 2.19. Conectores y Terminales.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.35.

2.7. Elaboración de Fuentes

2.7.1. Fuentes.

Existen distintas formas de generación, como lo son: Térmico, piezoeléctrico, fotoeléctrico, magnético y químico.

Para que los equipos y sistemas electrónicos funcionen de forma correcta, se debe suministrar energía eléctrica, ósea, corriente, tensión, potencia necesaria y frecuencia específica. Los circuitos que generan la alimentación con una tensión continua debe ser estable, los equipos necesitan de fuentes de alimentación estabilizadas, para recibir las características eléctricas para su adecuado funcionamiento. Las fuentes deben tener las características y parámetros necesarios

para realizar la carga de un sistema, para que este funcione de forma estable y segura, la fuente puede ofrecer una tensión alterna o continua, al igual que la carga puede requerir una tensión alterna o continua. (Pallas Areny, 2006)

Existen cuatro tipos genéricos de fuentes de alimentación, que son:

- Si la entrada y salida son de tensiones alternas, este sistema posee un estabilizador o convertidor de corriente alterna.
- Si la entrada y salida son de tensiones continuas, se requiere de un convertidor de corriente continua
- Si la entrada es de tensión continua y la salida es alterna, se requiere de un inversor u ondulator.
- Si la entrada es de tensión alterna y la salida es continua, se requiere de una fuente de alimentación por antonomasia, convertidor de corriente alterna a continua. (Pallas Areny, 2006)

La fuente tiene como función el generar una alimentación regular, dentro de los requerimientos se debe tener una tensión de entrada adecuada, una carga constante y la temperatura no debe ser una variable despreciable, ya que el comportamiento de ciertos circuitos se modifica. Las fuentes primarias habituales son la red eléctrica, baterías, pilas, acumuladores recargables. (Pallas Areny, 2006)

- La red eléctrica ofrece una tensión Alterna (sinusoidal) de frecuencia y amplitud constante: en Europa continental de 230 voltios y 50 hercios, en América 127 voltios y 60 hercios.

- Las baterías recargables generan una tensión Continua, siempre y cuando no se someta a cargas y descargas en forma brusca. Ciertos buses de comunicación de tipo Ethernet o Bus, pueden alimentar equipos conectados a ellos, pero requiere la regulación de tensión para la carga de los dispositivos. (Pallas Areny, 2006)

2.7.2. Transformadores.

Son dispositivos electromagnéticos formados por dos o más devanados, acoplados inductivamente para permitir la transferencia de la corriente eléctrica desde un devanado primario, a otros devanados secundarios. El transformador forma parte de casi todas las fuentes de alimentación de corriente alterna para permitir:

- Elevar o reducir la tensión de corriente alterna desde una red eléctrica a los niveles operativos que lo requieran.
- Aislar de forma eléctrica el aparato o sistema alimentado de una red de corriente alterna. Reduciendo o eliminando la posibilidad de una arriesgada sacudida por contacto accidental con la red. (Laster, 1985)

Los transformadores generalmente se especifican por las tensiones de entrada y salida que manejan, también por la capacidad de corriente del devanado secundario. Los transformadores se alimentan por red de 125/220 voltios de 50/60 hercios. Teniendo tensiones eficaces generadas por el secundario de 6,3; 12,6 y 24 voltios de Corriente Alterna. La tensión de salida rectificadora será de 1,414 veces al valor eficaz, por ejemplo de una tensión de 12,6 voltios corriente alterna se producirá al menos una tensión pico de 18 voltios corriente continua al ser rectificada. La tensión de salida está determinada por la variación de corriente alterna en la red, la caída de

tensión de la fuente y la carga unida a la salida, mientras que la caída de intensidad del secundario se da por cualquier consumo interno de la fuente y la intensidad máxima que se asume consumirá la carga que se conecte a la fuente. Para compensar la caída de tensión y corriente se recomienda elegir un transformador que genere al menos un cincuenta por ciento más a la corriente que se requiera, con esto también se evita problemas de sobrecalentamiento y se incrementa la vida útil de la fuente. A continuación se observa cómo se transforma la onda de una tensión alterna a una tensión corriente rectificada, con su valor de tensión pico. (Laster, 1985)

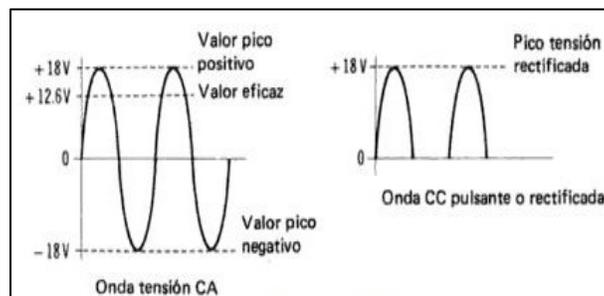


Figura 2.20. Onda tensión Corriente Alterna Izquierda, Onda tensión Corriente Continua rectificada Derecha.

Fuente: Laster Clay, (1985), *Guía del Radioaficionado Principiante*. Pg. 213.

2.7.2.1. Proceso de Rectificación de Corriente.

Rectificación, es el proceso que convierte la corriente alterna en corriente continua. Esencialmente los rectificadores son realizados por circuitos diodo, sean éstos válvulas de vacío o semiconductores. Este circuito de filtro suprime el rizo o remanente de Corriente Alterna en una corriente rectificada, lo que permite disponer de una tensión de corriente continua constante entre los extremos de carga. (Laster, 1985)

- **Puente Rectificador:** Permite superar los inconvenientes que se generan al rectificar una onda completa, se fundamenta en que: Los diodos D y D, conducen la alternancia

positiva del ciclo de Corriente Alterna, esto se da cuando en el punto A es positivo, mientras el punto B es negativo, Las líneas de trazo continuo señalan el sentido de la corriente. (Laster, 1985)

Al generarse la alternancia negativa, la tensión de Corriente Alterna se invierte entre los puntos A y B, los diodos D_2 y D_3 la conducen, mientras los Diodos D_1 y D_4 acogen una polarización inversa que cierra la conducción. Esta corriente resultante posee el sentido indicado por las líneas de trazo interrumpido, la ventaja del puente rectificador es que genera la rectificación de onda completa, donde la tensión continua de salida se acerca a la tensión del devanado secundario y con una frecuencia de onda residual de 100/120 hercios. (Laster, 1985)

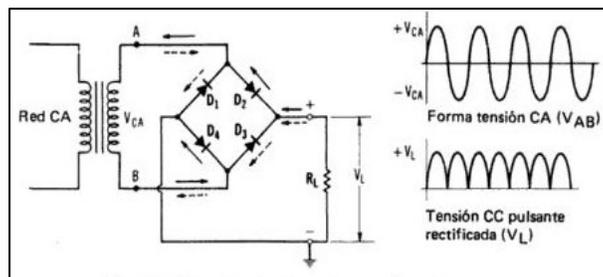


Figura 2.21. Rectificador de Onda Completa tipo puente.

Fuente: Laster Clay, *Guía del Radioaficionado Principiante*. Pg. 215.

2.7.3. Reguladores de Voltaje.

2.7.3.1. Circuito Estabilizador.

La misión es el mantener en las fuentes de alimentación, una tensión de salida con un valor constante, indistintamente si varía la tensión de entrada de red, o varíe el valor de la resistencia de la carga unida a la salida de la fuente. (Laster, 1985)

- En su forma más básica, el circuito puede constar de un resistor permanente conectado en paralelo a la salida de la fuente, de esta manera actúa como una carga parcial de forma permanente que reduce las alteraciones de la tensión de salida.
- Los estabilizadores electrónicos utilizan semiconductores o válvulas que mantienen la tensión de salida de forma constante, dependiendo de las variaciones en la tensión de red y la carga suministrada por la fuente.
- Los estabilizadores de estado sólido incorporan diodos zener, transistores y determinados circuitos integrados, diseñados para esta tarea. (Laster, 1985)

2.7.3.2. **Reguladores Integrados.**

Un regulador integrado puede constar de tres o más terminales, siendo el más común el de tres patillas, es un dispositivo que ofrece una referencia estable de voltaje y un amplificador de error, que permite que la tensión de salida sea constante, también limita la corriente y ofrece protección para altas temperaturas. (Carretero, Ferrero, Sánchez, Sánchez, & Valero, 2009)

Se deben tomar en cuenta varios parámetros que son:

- **Voltaje de entrada máximo y mínimo:** Por lo general se establece un mínimo de 2 voltios por encima de la tensión de salida requerida, para el valor máximo estos elementos soportan es de 30 voltios. (Carretero, Ferrero, Sánchez, Sánchez, & Valero, 2009)
- **Máxima corriente de salida:** Suele estar entre los 0,5 amperios hasta los 10 amperios.
- **Tensión de salida:** Tensión requerida para que funcione el circuito.

- **Intensidad de reposo:** Esta intensidad fluye por el terminal común de masa, se debe al consumo de componentes internos.
- **Máxima potencia disipable:** Suele estar entre los 0,5 vatios para reguladores tipo TC-92, hasta 25 vatios para tipo TC-3. (Carretero, Ferrero, Sánchez, Sánchez, & Valero, 2009)

➤ Aplicaciones

- **Para Valores Fijos**

Para obtener una tensión estable en el mercado existen reguladores denominados 78XX, ideales para aplicaciones electrónicas, no requiere ningún elemento adicional, a excepción del uso de condensadores de pequeño valor, siempre que el filtro previo a la etapa de estabilización esté alejado del regulador. Los valores van desde los 5 voltios hasta los 24 voltios de salida, con diferentes valores en la intensidad de salida, protección contra sobrecargas, cortocircuitos, limitación de temperatura. Para realizar la regulación de Voltajes Negativos se Utiliza la serie 79XX, que poseen las mismas características que la otra versión, poseen tres patillas, para la tensión de entrada, tensión de salida y masa común. (Carretero, Ferrero, Sánchez, Sánchez, & Valero, 2009)

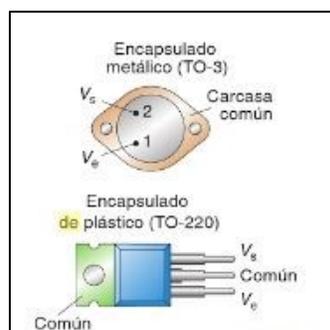


Figura 2.22. Regulador Integrado para valores fijos.

Fuente: Carretero; Ferrero; Sánchez; Valero, (2009), Electrónica. Pg. 154.

Para la utilización de un regulador integrado, se debe tomar en cuenta los parámetros de voltaje e intensidad requeridos para el funcionamiento del circuito, además conocer la tensión proporcionada a la entrada del regulador, para que este funcione de manera correcta. (Carretero, Ferrero, Sánchez, Sánchez, & Valero, 2009)

- **Para Valores Variables**

En el mercado existen reguladores de tensión variable, el más requerido es el LM 137, que es un elemento de tres patillas, que permite la regulación desde los 1,2 voltios, hasta los 37 voltios, y para una intensidad de 1,5 amperios. Si se requiere un elemento que soporte una mayor intensidad está el LM-138 que permite el trabajo hasta los 5 amperios. (Carretero, Ferrero, Sánchez, Sánchez, & Valero, 2009)

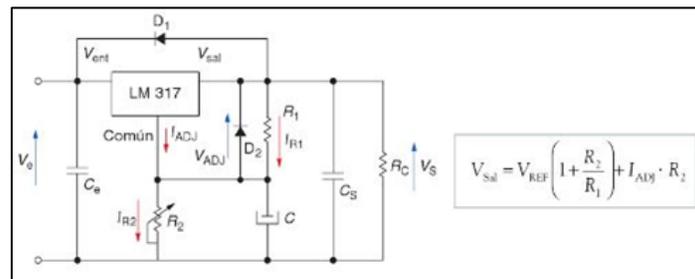


Figura 2.23. Regulador Integrado para valores variables.

Fuente: Laster Clay, (1985), *Guía del Radioaficionado Principiante*. Pg. 155.

2.7.4. Sistema de Carga en el Vehículo.

2.7.4.1. Alternador.

El alternador es un generador de energía, que transforma la energía mecánica en energía eléctrica, es el encargado de suministrar energía al sistema eléctrico y recarga la cuando el motor funciona a altas velocidades de rotación y cuando más energía requieran los consumidores del

sistema eléctrico, si el alternador se encuentra en mal estado, no abastecerá a todos los consumidores con la suficiente energía, produciendo una descarga en la batería y provocando daños en la misma (BOSCH, Sistemas de Encendido, 2000)

El alternador esta anexado por medio de una polea y una correa al motor del vehículo, posee un rotor (inductor) y un estator (inducido), produce corriente eléctrica a partir del principio que un imán que esta sobre un conductor que se induce, produce un flujo de electrones. En lugar de un imán permanente, el estator posee un embobinado el cual se induce al momento que el rotor gira para generar una corriente eléctrica, convirtiendo al alternador en un electroimán. Dicha corriente fluye dentro y fuera del rotor a través de un par de escobillas que trabajan sobre un anillo, los cuales están conectados al terminal del embobinado, al rotar el alternador el estator genera un campo magnético, que en la medida en que se varié la velocidad del estator genera un flujo alterno de electrones, o corriente alterna. (BOSCH, Sistemas de Encendido, 2000)

Para poder corregir y regular la corriente alterna que se genera el alternador posee un puente rectificador de diodos, que permite que el alternador entregue una corriente continua al sistema eléctrico y la batería, si está corriente es lo suficientemente fuerte, el flujo podrá alimentar los accesorios. Pueden producirse posibles problemas relacionados al alternador, al tener una correa demasiado floja que conecte el motor con el alternador, carbones internos gastados, rodamientos o bujes gastados, diodos de rectificación y excitación en malas condiciones, cables de conexión en mal estado. (BOSCH, Manual de Baterías, 2014)

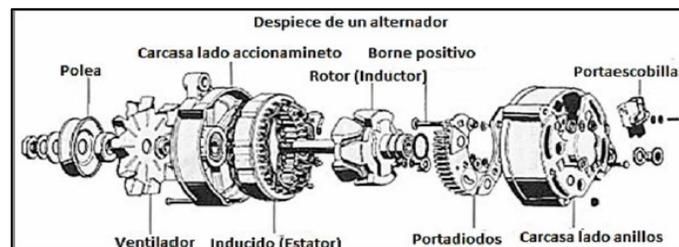


Figura 2.24. Partes del Alternador.

Fuente: Meganeboy D., *Aficionados a la Mecánica*, (2014).

2.7.4.2. **Regulador de Voltaje.**

El regulador de voltaje se encarga de alimentar la batería y el sistema eléctrico del vehículo con el voltaje correcto, este voltaje es estabilizado entre:

- 13,5 voltios y 14,5 voltios para vehículos con sistemas eléctricos de 12 voltios.
- 27 voltios y 29 voltios para sistemas eléctricos de 24 voltios.

Para los valores superiores o inferiores no se consideran aceptables, si la salida de voltaje es muy baja, la batería no será cargada con eficiencia, produciendo daños en la misma, que en muchos casos son irreversibles y llevando a que la vida útil de la misma se reduzca considerablemente, caso contrario si se suministra un voltaje mayor, la batería será sobrecargada y su vida útil será reducida (BOSCH, Manual de Baterías, 2014).



Figura 2.25. Regulador de Voltaje.

Fuente: Bosch, (2014), *Manual de Baterías*, Pg. 15.

2.7.4.3. **Batería.**

La batería debe absorber los picos de voltaje del sistema eléctrico, evitando que los componentes electrónicos del vehículo sufran daños, es un elemento esencial, el cual realiza un equilibrio y un sistema de protección para el sistema electrónico del automotor, evitando que existan daños al existir variaciones muy grandes de corriente en el sistema eléctrico,

suministrado por parte del alternador a los componentes eléctricos y electrónicos del vehículo. (BOSCH, Manual de Baterías, 2014)

- **Proceso de descarga:** La batería empieza su proceso de descarga cuando el circuito queda cerrado, circulando la corriente desde las placas positivas a las negativas. Al pasar la corriente por el electrolito, el ácido sulfúrico se descompone, produciendo que el sulfato se combine con las placas, esto produce que el agua destilada se transforme en el electrolito y generándose sulfato de plomo, dañando de esta forma las capacidades de la batería. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- **Proceso de carga:** Este proceso se realiza por medio del alternador del vehículo o conectándola a un cargador externo, en donde la corriente circula de negativo a positivo, donde el sulfato de plomo de las placas se transforma en peróxido de plomo y plomo esponjoso, generando ácido sulfúrico aumentando la densidad del electrolito. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)
- **Comprobación de Tensión:** Al realizar la conexión en paralelo de un voltímetro a los bornes, en la siguiente tabla se puede apreciar los valores aproximados para constatar el estado de carga de la batería. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

Tabla 2.3. Carga y Tensión de la Batería

CARGA	TENSIÓN (V)
100%	>12,60
75%	12,50
50%	12,30
25%	12,10

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.19.

2.7.5. Baterías LiPo.

Las baterías LiPo su nombre proviene de la abreviatura Litio-polímero, son un tipo de baterías recargables, que suelen ser utilizados para los sistemas eléctricos de radiocontrol o pequeños proyectos electrónicos. Las baterías LiPo tienen celdas de 3,7 voltios y 4.2 voltios cuando están totalmente cargadas, posee como beneficio que requiere de menos celdas para crear una batería (Friendcode, 2014). A continuación se encuentra una lista con voltajes de carga de las baterías LiPo de acuerdo al número de celdas:

- 3.7 voltaje de batería = 1 celda x 3.7 voltaje.
- 7.4 voltaje de batería = 2 celdas x 3.7 voltaje.
- 11.1 voltaje de batería = 3 celdas x 3.7 voltaje.
- 14.8 voltaje de batería = 4 celdas x 3.7 voltaje.



Figura 2.26. Batería tipo LiPo.
Fuente: Friendcode, *Erle Robotics*, (2014).

2.7.5.1. Seguridad

Las baterías LiPo, suelen presentar riesgos de sobrecalentamiento, al momento de su carga, que puede llegar a producir que las mismas se consuman por fuego, para esto es necesario estar pendiente de su carga y pendiente de la temperatura de la batería, para evitar una posible explosión de la misma se recomienda:

- Carga una batería múlticelda (7,4 voltios en adelante) con resistencia al fuego. Colocar la batería en una bolsa a prueba de incendios para transportarla y almacenarla. (Friendcode, 2014)
- Dejar reposar la batería por al menos 15 minutos antes de recargarla después de su uso. Esto prolonga la vida útil de la batería y previene posibles sobrecalentamientos y daños de la misma. Nunca dejar la batería desatendida durante su carga. (Friendcode, 2014)
- Una sobrecarga puede destruir las celdas de la batería. El utilizar un cargador inteligente se detendrá cuando la batería alcanza los 4.2 voltios por celda, equilibrando la carga por cada celda. (Friendcode, 2014)

2.7.5.2. Comparación con Otras Baterías

Cuando se comparan las baterías LiPo con las baterías de NiCd/NiHm, existen varias características importantes que hacen a estas baterías la elección perfecta, a diferencia de las baterías NiCd níquel-cadmio o NiHm níquel-metalhidruro que contienen celdas de 1.2 voltios, las baterías LiPo tienen celdas de 3.7 voltios y alcanzan los 4.2 voltios cuando están totalmente cargadas, a parte posee características como:

- Las baterías LiPo son ligeras y existen de diferentes formas y tamaños, para cualquier necesidad del usuario. Las baterías LiPo tienen gran capacidad, producen una gran cantidad de energía en un tamaño reducido. (Friendcode, 2014)
- Las baterías LiPo tiene una tasa de descarga alta, lo que permite alimentar a los sistemas eléctricos más exigentes. Por otra parte, las baterías LiPo requieren un cuidado único y

adecuado, lo que permite una durabilidad mayor a que cualquier otra tecnología. La carga, descarga y almacenamiento afecta a la vida útil de la batería. (Friendcode, 2014)

2.8. Arduino

2.8.1. Definición.

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto, constituida en una placa con entradas y salidas analógicas y digitales, la cual requiere ser sistematizada con un lenguaje de programación, donde se requiere obtener información de distintos sensores o módulos, para la activación y funcionamiento de distintos actuadores para la creación de proyectos interactivos. (Herrador, 2009)

Arduino se basa en el uso de un hardware y software simple, desarrollado para profesionales, estudiantes, aficionados, artistas, etc. Arduino nació en el Instituto de Diseño de Interacción Ivream como una herramienta para el desarrollo de prototipos de forma ágil, la oferta de aplicaciones consisten desde una simple tabla o placa para el desarrollo de proyectos, hasta dispositivos complejos como impresoras en tercera dimensión. . (Arduino, Arduino, 2016)

2.8.2. Aplicaciones.

La principal característica que tiene el Arduino es la capacidad de adaptabilidad a cualquier proyecto electrónico que se desee crear, y de igual manera tiene como gran ventaja la facilidad y disponibilidad de adquisición de distintos elementos como sensores o módulos.

Entre los proyectos que Arduino ofrece se encuentran:

- Bot BLE 9000: Es un proyecto construido con el chip BLE, que controla un robot 4x4 desde un ordenador personal. (Kronberg, 2016)



Figura 2.27. Bot BLE 9000.

Fuente: Kronberg, *Arduino Project Hub*, (2016).

- Control del Sistema de Luz con la voz: Es un proyecto construido para controlar el sistema de luz del hogar usando solo la voz, por medio de un teléfono móvil. (Raafat, 2016)

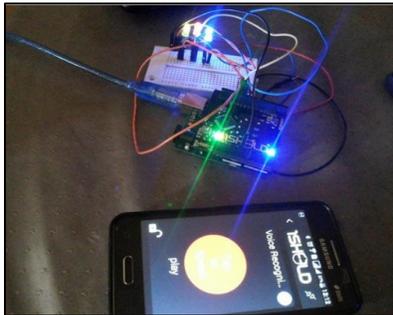


Figura 2.28. Control del Sistema de Luz con la Voz.

Fuente: Raafat M., *Arduino Project Hub*, (2016).

- SmartGPU 2: Es un proyecto desarrollado para la creación de un osciloscopio, para el hogar, y con pantalla táctil. (Vizic, 2016)

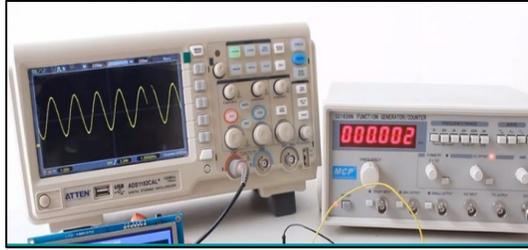


Figura 2.29. Osciloscopio en Arduino.
Fuente: Vizic T. Arduino Project Hub, (2016).

Entre otras aplicaciones que crea Arduino para poder ser creados y adaptados para cualquier usuario, que requiera usar la imaginación y poder ayudar a las personas a crear proyectos necesarios para su vida, pero con un costo bajo para su creación.

2.8.3. Métodos De Programación.

Para poder ingresar los datos de este lenguaje y los requerimientos que se necesitan para desarrollar el proyecto, por lo que se requiere la utilización de distintos softwares como: Flash, MaxMSP, MatLab, LabView, etc. Que se ejecuten a través de un ordenador indistintamente del sistema operativo, para el desarrollo y programación del proyecto (Herrador, 2009).

Para que exista esta comunicación entre el Arduino y el ordenador se puede utilizar IDE (Integrated Development Environment o Entorno de Desarrollo Integrado), que es el programa utilizado para escribir los códigos desde el ordenador hacia el Arduino, desarrollado y programa base para la programación en Arduino. (Arduino, Arduino, 2016).

El monitor serial es herramienta muy útil, especialmente al momento de refinar el código. El monitor expone los datos en serie que se envían desde la placa Arduino, en donde se puede monitorear e identificar problemas que puedan estar ocurriendo en la placa.

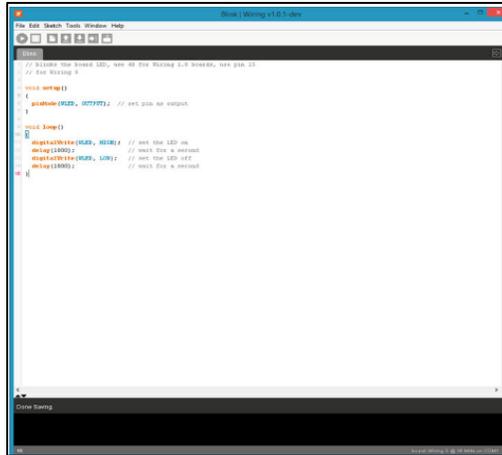


Figura 2.31. Entorno Wiring.
Fuente: Del Valle L., Programar Fácil, (2016).

2.8.5. Esquema Interno.

La placa Arduino puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. El Arduino Mega 2560 contiene:

- Pines digitales: 54 operando a 5 voltios, cada uno de los pines permiten proporcionar o recibir 20 miliamperios, recomendado para su funcionamiento al igual incorpora una resistencia de pull-up de 20 a 50 kilo ohmios, que permite evitar daños en el microcontrolador al superar los 40 miliamperios.
- Entradas analógicas: 16 con una tensión de referencia de 5 voltios, aunque esta tensión puede ser modificada en el pin AREF, además contiene un pin de RESET utilizada esencialmente para añadir un actuador para poder reiniciar el microcontrolador. (Arduino, ArduinoMega, 2016)

El Arduino Mega 2560, contiene un microcontrolador Atmega 2560 de 256 kilobytes de memoria flash para poder almacenar los comandos, de los cuales:

- 8 kilobytes son utilizados para el cargador de arranque.
- 8 kilobytes para la SRAM.
- 4 kilobytes para la EEPROM. . (Arduino, ArduinoMega, 2016)

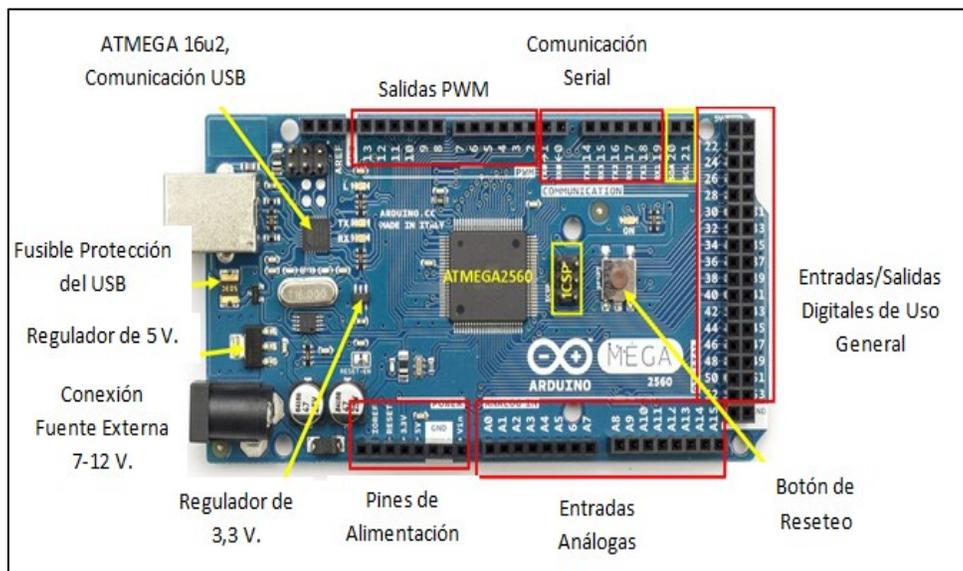


Figura 2.32. Constitución del Arduino Mega2560.
Fuente: Souza F., *Embarcados*, (2014).

2.8.6. Comparación con Otras Placas.

A continuación se expone en la tabla 2.4, los principales parámetros de cada una de las placas Arduino, analizando las características de cada placa, y estableciendo las diferencias entre las placas, para finalmente seleccionar la mejor opción para el desarrollo del proyecto.

Tabla 2.4. Características Placas Arduino.

	<u>Arduino Mega2560</u>	<u>Arduino Due</u>	<u>Arduino Uno</u>
Microcontrolador	ATmega2560	AT91SAM3X8E	ATmega328P
Tensión de Funcionamiento	5V	3.3V	5V
Voltaje de Entrada (recomendado)	7-12V	7-12V	7-12V
Voltaje de Entrada (límite)	6-20V	6-16V	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)	54 (of which 12 provide PWM output)	14 (of which 6 provide PWM output)
Pines de entrada analógica	16	12	6
Corriente continua para 3.3V Pin	50 mA	800 mA	50 mA
Flash Memory	256 KB	512 KB all available for the user applications	32 KB (ATmega328P)
EEPROM	4 KB	6KB	1 KB (ATmega328P)
SRAM	8 KB	96 KB (two banks: 64KB and 32KB)	2 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz	84 MHz	16 MHz
Longitud	101.52 mm	101.52 mm	68.6 mm
Anchura	53.3 mm	53.3 mm	53.4 mm
Peso	37 g	36 g	25 g

Fuente: (Arduino, Arduino, 2016).

2.9. Tecnología de Control GPS, GSM Y GPRS

2.9.1. Características GSM (Sistema Global Para Las Comunicaciones Móviles), Y GPRS (Servicio General De Paquetes Vía Radio).

La tecnología GSM (Global System For Mobile Communications o Sistema Global Para Las Comunicaciones Móviles), es una tecnología de segunda generación (2G), es un sistema de telecomunicaciones digitales para telefonía celular normalizado por el Instituto Europeo para la Normalización en Telecomunicaciones (ETSI). (España, 2003). La red GSM (Sistema Global Para Las Comunicaciones Móviles) suministra enlaces de comunicación entre los usuarios, inclusive si se encuentran en el dominio de distintos operadores, así como se puede realizar la conexión entre los usuarios del servicio de comunicaciones móviles y los usuarios de redes fijas. (España, 2003). Para realizar estas operaciones la red necesita dos propiedades elementales:

- Traspaso (Handover): Que es la facultad que tiene para mantener una conexión del usuario que se desplaza de una célula u operador a otro.
- Itinerancia (Roaming): Que es la capacidad que mantiene la red para permitir que el usuario transite por varios operadores, incluso dentro de otros países, también es una propiedad que permite al usuario ser comunicado cuando este se desplaza entre distintas zonas de localización de la misma red de comunicación móvil terrestre (España, 2003).

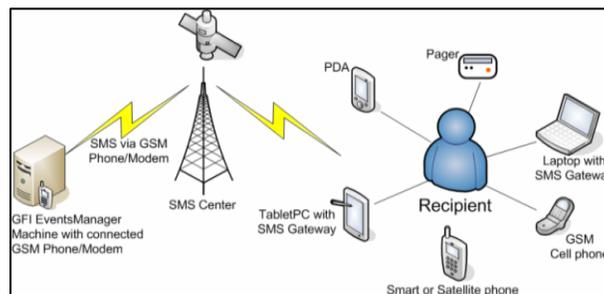


Figura 2.33. Servicio SMS Mediante Tecnología GSM.

Fuente: Mauro1232, *EMAZE*, (2014).

El GPRS (General Packet Radio Service o Servicio General De Paquetes Vía Radio) es la transmisión de datos mediante la conmutación de paquetes desde las terminales móviles, el GPRS (Servicio General De Paquetes Vía Radio), comparte una fracción de la arquitectura e infraestructura del GSM (Sistema Global Para Las Comunicaciones Móviles), utiliza las mismas bandas de frecuencia. (España, 2003)

Para realizar el enlace de los paquetes de datos desde y hacia las estaciones móviles, se incorporan dos elementos lógicos a la estructura básica de GSM (Sistema Global Para Las Comunicaciones Móviles):

- Nodo del Soporte Servidor de GPRS (SGSN): Es el elemento encargado de entregar los paquetes de datos a las estaciones móviles dentro de su área de servicio.
- Nodo del Soporte Pasarela de GPRS (GGSN): Este nodo actúa como un puente hacia las redes de conmutación de paquetes externas, que usualmente son redes IP (Protocolo de Internet) o redes públicas de conmutación de paquetes (España, 2003).

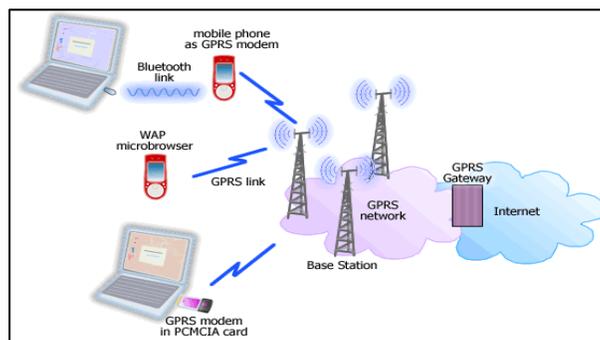


Figura 2.34. Comunicación GPRS.
Fuente: Díaz J., *Tecnología Educativa*, (2016).

2.9.1.1. Tarjeta SIM (Módulo De Identificación De Abonado).

La red GSM (Sistema Global Para Las Comunicaciones Móviles) concede una capacidad de movilidad personal, debido al uso de una pequeña tarjeta inteligente o módulo de identidad del

abonado, SIM (Subscriber Identity Module o Módulo De Identificación De Abonado), que contiene el número personal asignado del abonado y faculta al mismo para poder acceder a servicios que han establecido con la red GSM (Sistema Global Para Las Comunicaciones Móviles). (Huidobro & Conesa, 2006)

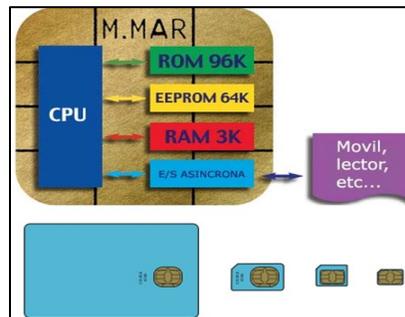


Figura 2.35. Módulo de Identificación de Abonado.
Fuente: Grupo Pasión Móvil, *Pasión Móvil*, (2016).

La tarjeta SIM, que posee un número de identificación personal, clave personal, marcación abreviada de números, lista de redes preferentes por el usuario, almacenamiento de mensajes cortos, entre otros datos personales del abonado. La SIM (Subscriber Identity Module) está dotada de un microprocesador y memoria ROM con varios kilobytes, que pueden existir en dos versiones, una estándar ISO (Organización Internacional de Normalización), con las dimensiones de una cedula de identidad y, otra conocida como micro tarjeta o plug-in de aproximadamente 25x15 mm, que cuenta con un código de identificación personal o PIN que puede ser asegurado con una contraseña de cuatro cifras. (Huidobro & Conesa, 2006)

El terminal GSM posee un código IMEI (International Mobile Station Equipment Identity o Identidad Internacional De Equipo Móvil) que es la identificación del dispositivo, que permite ser registrado en el operador del servicio, y en caso de robo del dispositivo este pueda ser inhabilitado. (Huidobro & Conesa, 2006)

2.9.2. SIM908.

2.9.2.1. Características.

Al SIM908 se lo puede definir como un módulo completo / GPRS, Quad- Band GSM que logra mezclar la tecnología GPS (Global Positioning System o Sistema de Posicionamiento Global) logrando una navegación mediante satélite. Cuenta con un diseño compacto en un paquete SMT (Surface Mounting Technology o Dispositivos de Montaje Superficial) obteniendo grandes ahorros tanto en tiempo como en recursos económicos en los usuarios creando nuevas aplicaciones de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) habilitado.

Gracias a la función de interfaz y el GPS (Sistema de Posicionamiento Global) estándar, logra dar un seguimiento perfecto en cualquier lugar y momento con la cobertura de la señal usando cualquier tipo de activo variable. Cuenta con un diseño para el mercado mundial, SIM908, compuesto de un motor GPRS/GSM de alto rendimiento y un GPS motor. El motor de GSM / GPRS es un módulo / GPRS cuatribanda GSM que funciona en las frecuencias GSM 850MHz, EGSM 900MHz, 1800MHz DCS y PCS 1900MHz. (Landoni, 2012)

2.9.2.2. Aplicaciones.

La aplicación del SIM908 dentro del proyecto la más usada será la función de rastreo satelital ya que cuenta con la tecnología GPRS (Servicio General De Paquetes Vía Radio).

Además el SIM908, cuenta con un módulo de expansión que puede llegar a tener compatibilidad con casi todas las clases de las placas Arduino, por lo que nos permite transferir la ubicación del sistema mediante HTTP (Hypertext Transfer Protocol O Protocolo De Transferencia De Hipertexto) y recopilar esta información dentro de un servidor web. También

se puede utilizar Google Maps para ver su localización sobre el mapa en todo momento. (Landoni, 2012)

Se conoce que SIM908 cuenta con GPS (Sistema de Posicionamiento Global), más en ocasiones es preciso requerir una localización próxima, ya que al contar con una antena externa pueden existir errores de localización, o porque la cobertura GPS (Sistema de Posicionamiento Global) no es adecuada. (Landoni, 2012)

2.9.2.3. Sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Para esta aplicación es necesaria la implementación de una antena, que junto con la señal GPRS (Servicio General De Paquetes Vía Radio), de la red móvil del SIM, permitirá la localización y monitoreo del módulo. Que trabaja bajo los protocolos NMEA (Asociación Electrónica Marítima Nacional), que establecen el orden de los datos enviados y recibidos por un equipo de navegación o geolocalización. Para los receptores GPS (Global Positioning System o Sistema de Posicionamiento Global), es necesario el número completo de las coordenadas, mientras que los mapas solo requieren las abreviaciones. (Correia, 2000)



Figura 2.36. Módulo SIM908, Antena-Receptor GPS.
Fuente: Landoni B., *Source Electronic Projects*, (2012).

El estándar NMEA-0183, fue desarrollado para establecer comunicación de todo tipo de instrumentos y equipos marítimos entre sí. Así mismo fue adoptado por los fabricantes de receptores GPS (Sistema de Posicionamiento Global), con el fin de poder conectarles otros instrumentos de navegación. Está constituido por diferentes frases que se transmiten de manera que sean leídas como texto. La mayoría de equipos GPS (Sistema de Posicionamiento Global), o sistemas de posicionamiento global, entregan la información de posición, fecha y hora empleando el protocolo NMEA-0183, esta información es texto, con un formato simple y fácil de procesar, como se observa (Correia, 2000)

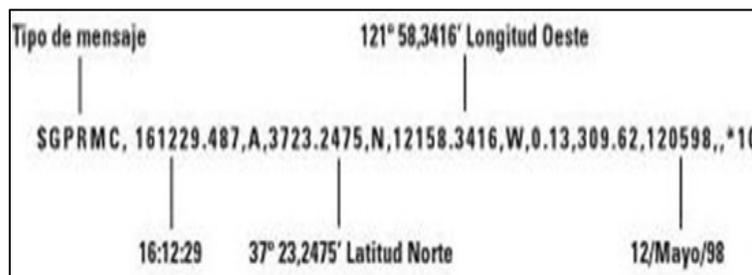


Figura 2.37. Detalles de un mensaje de un módulo GPS en protocolo NMEA-0183.
Fuente: Correia, (2000), *Guía Práctica del GPS*. Pg.138.

2.9.2.4. Comparación con Módulo SIM900.

A continuación se expone una tabla con los principales parámetros y diferencias entre los módulos SIM900 y Sim908, la utilidad aplicable para el desarrollo del proyecto, la conexión y opción de rastreo satelital, las frecuencias en las cuales trabajan y la adaptación a los requerimientos del proyecto.

Tabla 2.5. Características Módulos SIM.

	SIM 908		SIM 900	
Quad-Band	850/900/1800/1900 MHz		850/900/1800/1900 MHz	
GPRS	multi-slot clase 10		multi-slot clase 10	
	estación móvil de clase B		estación móvil de clase B	
Cumple con la norma GSM fase 2/2 +	Clase 4 (2 W @ 850/900 MHz)		Clase 4 (2 W @ 850/900 MHz)	
	Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)		Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)	
Dimensiones	30 x 30 x 3,2 mm		24 x 24 x 3 mm	
kit de herramientas de aplicación SIM	SI		SI	
Peso:	5,2 g		3,3 g	
rango de tensión de alimentación:	GPRS: 3.2 ~ 4.8 V		3,2 ... 4,8 V	
	GPS: 3.0 ~ 4.5V			
Temperatura de funcionamiento	-40 ° C a +85 ° C		-40 ° C a +85 ° C	
Control a través de comandos AT	(GSM 07.07, 07.05 y SIMCOM mejorada Comandos AT)		(GSM 07.07, 07.05 y SIMCOM mejorada Comandos AT)	
GPS	SI		NO	
	Dos conectores de antena independientes para GSM / GPRS y GPS		SAIC (Antena Simple de Cancelación de Interferencia) de apoyo	
Especificación para GPS	Exactitud	Posición horizontal: <2,5 m CEP		
	Consumo de energía	adquisición		77mA
		seguimiento		76mA
Especificaciones para la voz	la operación de manos libres (supresión del eco)		la operación de manos libres (supresión del eco)	

Fuente: (Micro Electronics, 2016).

2.10. Dispositivos de Seguridad

2.10.1. Módulo de Reconocimiento Dactilar.

El módulo ZFM-20 Series (Fingerprint Identification Module), son módulos que identifican huellas digitales diseñados por Hangzhou Zhian Technologies Co., Ltd. El módulo realiza una serie de funciones como: Registro de huellas dactilares, procesamiento de imágenes, comparación de huellas dactilares, búsqueda y almacenamiento de plantillas. (ZhianTec, 2008)

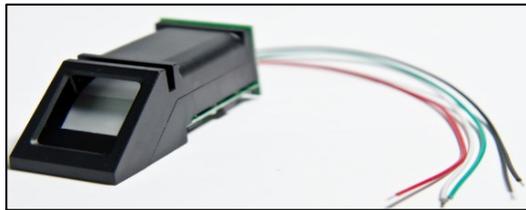


Figura 2.38. Sensor Biométrico.

Fuente: ZFM-20 Series Fingerprint Identification Module, (2008), *Manual de Usuario*. Pg.2.

2.10.1.1. Funcionamiento.

Para el procesamiento de huellas dactilares, se debe obtener el registro de la huella, para esto el usuario necesita introducir el dedo por dos oportunidades, para realizar la comparación de la huella, creando de esta manera una plantilla del dedo. Cuando se genera esta plantilla, esta se guarda en la biblioteca o memoria del sensor, el sensor con esto tendrá el registro para realizar la autorización o no del usuario. (ZhianTec, 2008)

El módulo se conecta con el ordenador mediante una interfaz serie UART o USB, el módulo se comunica con el programa SFGDemo V2.0, para el registro de las huellas dactilares, el módulo tarda 500 milisegundos para la inicialización, durante este periodo el módulo no acepta ningún comando enviado del computador. El módulo posee un buffer, que contiene una memoria

de 512 bytes, en donde el usuario puede escribir cualquier instrucción para que el módulo lo realice. (ZhianTec, 2008)

El sistema transfiere solo 4 bits del píxel, es decir 16 grados de gris, dos píxeles de una misma fila generan un byte de transferencia. Una vez cargada la imagen de la huella, se transfiere un total de 256 grados de color gris para el registro de la huella. El sistema reserva un espacio dentro de Flash para el almacenamiento de las huellas, el contenido de la biblioteca se mantiene en el suministro de energía, en la biblioteca se guardan las huellas en forma de plantillas y en forma secuencial que pueden ser 0, 1, 2, 3,..., N. que sirve para que el ordenador genere el comando para configurar las instrucciones que son SetSysPara y ReadSysPara. Ambas instrucciones toman Número de parámetro por parámetro, que sirven para el registro de configuración en Flash, que permite la verificación de las huellas registradas por el usuario para discernir y ejecutar las acciones requeridas para su correcto funcionamiento, a continuación se visualiza los parámetros de funcionamiento del módulo ZFM-20. (ZhianTec, 2008)

Tabla 2.6. Parámetros Sensor de Huellas Dactilares ZFM-20.

Alimentación	DC 3.6V-6.0V	Interfaz	UART (TTL logical level) USB1.1
Corriente de Trabajo	Típico: 100 mA Pico: 150 mA		
Velocidad de Transmisión	9600 bps	Tamaño de Archivo	256 bytes
Tiempo de adquisición de imagen	<1s	Tamaño de Módulo	512 bytes
Capacidad de Almacenamiento	120/ 375/ 880	Nivel de Seguridad	5 (1, 2, 3, 4, 5(highest))
Ambiente de trabajo	Temp: -10°C-+40°C	Ambiente de Almacenamiento	Temp: -40°C-+85°C

Fuente: ZFM-20 Series Fingerprint Identification Module., (2008), Manual de Usuario. Pg.2.

2.10.1.2. Tipos de Falla.

- La pantalla del sensor puede tener suciedad, por lo que se requiere limpieza para comparar correctamente las huellas.
- Es probable que el lector de huellas pierda el registro de las huellas dactilares, debido a la exposición a altas temperaturas ambientales, ya que impide su correcto funcionamiento, y puede resetear la memoria del módulo de huella dactilar. (HETPRO, 2014)
- Es probable que el usuario no coloque correctamente la yema del dedo, por lo que se requiere que el dedo no se exponga solo la punta o se coloque de lado, se debe colocar en el centro de la pantalla y aplicar una presión constante.
- El usuario no debe mover el dedo, no realizar una presión excesiva ya que la lectura de la huella se distorsionaría, ni tampoco ejercer poca presión, ya que la huella no se expondrá correctamente, y el sensor no obtendrá la correcta información.
- Problemas por mala alimentación, como se expone en la siguiente tabla.

Tabla 2.7. Parámetros Eléctricos Sensor de Huellas Dactilares ZFM-20.

<u>Fuente de Alimentación</u>					
	Parámetro			Unidad	Nota
	Min	Típico	Max		
Tensión de Alimentación	3.6		6.0	V	Valor normal de trabajo
Voltaje Máximo	-0,3		7.0	V	Exceso a los valores máximo puede causar daño permanente al módulo.
Corriente de Trabajo	90	100	110	mA	
Corriente Pico			150	mA	

Fuente: Manual de Usuario, (2008), ZFM-20 Series Fingerprint Identification Module, Pg.4.

2.10.1.3. **Aplicaciones con Arduino.**

Debido a su tamaño, es propicio para la elaboración de proyectos, para el registro e identificación de huellas dactilares, este módulo permite:

- Obtener una imagen de la huella digital, es decir, digitalizarla.
- Almacenar patrones de huellas digitales.
- Comparar el patrón de valles y crestas, con los patrones de las huellas almacenadas en el módulo, permitiendo la autorización o no para su uso. (ZhianTec, 2008)

Este sistema es ideal para realizar un sistema capaz de proteger cualquier dispositivo, mediante el análisis de la huella dactilar, este dispositivo funciona con un protocolo serial, lo que permite el vínculo con un microcontrolador, tarjeta de desarrollo, es decir poder adaptarse a un sistema libre como lo es Arduino, mediante la conexión con un ordenador, para poder generar el registro, actualización de las huellas y la secuencia en la que se puede registrar las mismas para realizar el trabajo, utilizado en elementos prácticos como teléfonos celulares, ordenadores portátiles, entre otros. (HETPRO, 2014)

2.11. Métodos de Control de la Ignición en el Vehículo

2.11.1. Inmovilizadores.

Con el fin de impedir el uso no autorizado del vehículo, se implementa un sistema que permite arrancar el motor siempre y cuando el sistema inmovilizador autorice la liberación de la unidad de control del motor. Este sistema puede ser implementado mediante un reconocimiento

de llave de contacto o mando a distancia. Existen distintos tipos de inmovilizadores que son los siguientes. (Pardiñas, 2007)

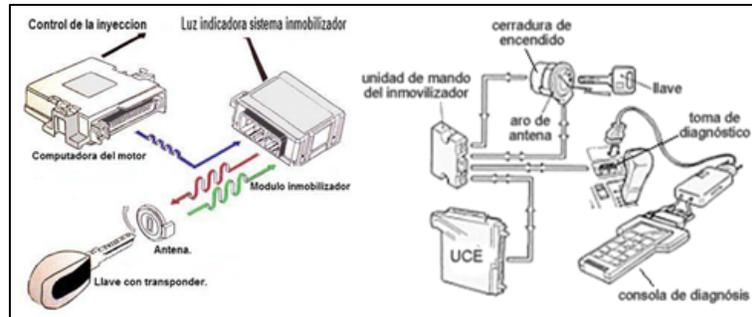


Figura 2.39. Sistema de Inmovilización Automotriz.
Fuente: Bloqueo, *Sistemas de Bloqueo*, (2010).

2.11.1.1. Por Reconocimiento de Llave.

Este sistema está basado en una central de inmovilización conectada a una antena que se coloca en el antirrobo del vehículo. Todas las llaves del vehículo disponen en su interior de un pequeño circuito electrónico integrado en una pastilla. En este circuito se encuentran otra antena, un circuito de alimentación, un circuito de recepción y emisión de radiofrecuencia y un microcontrolador con una pequeña memoria. (Pardiñas, 2007)

Dentro del vehículo se instala la UEC (Unidad Electrónica de Control) que gestiona el funcionamiento del motor, este sistema necesita la coordinación con el sistema de inmovilización para el control de la ignición. (Pardiñas, 2007)

Pasos para realizar el arranque del motor:

- La llave emite por radiofrecuencia un código al dispositivo de lectura que lo reenvía al módulo inmovilizador. Este lo compara con los de su memoria.

- La UEC (Unidad Electrónica de Control) envía un código, que el módulo inmovilizador compara con los de su memoria.
- Al reconocer ambos códigos, el módulo inmovilizador envía una señal de aceptación a la UEC (Unidad Electrónica de Control) y permite salir a las señales eléctricas de alimentación de inyectores y sistema de encendido.
- Caso contrario, si no se confirma el reconocimiento de los códigos, el vehículo podrá arrancar, pero se detendrá completamente en unos instantes. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

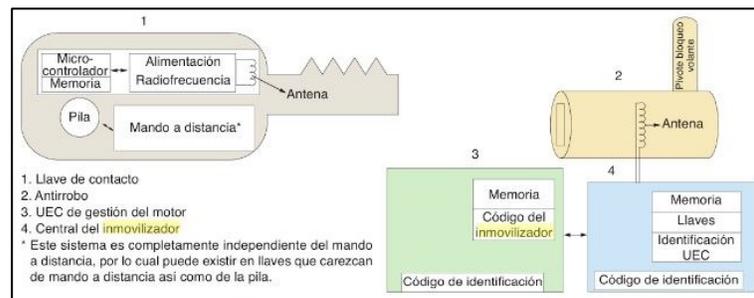


Figura 2.40. Esquema de Bloques de un Inmovilizador.

Fuente: Pardiñas José, (2007), *Sistemas Auxiliares del Motor*, 2007, Pg. 152.

2.11.1.2. Por Mando Infrarrojo.

Este sistema posee un receptor localizado dentro del vehículo, generalmente junto al retrovisor interno, que capta la señal y envía a un módulo electrónico, para que este lo envíe a la UCE (Unidad de Control Electrónico), para que autorice la puesta en marcha. Dentro del cuadro de instrumentos un testigo informa el estado del sistema, activo o inactivo. Para evitar que el código emitido pueda ser adulterado externamente, este código se cambia cada vez que el mando emita su señal. Para evitar una posible falla del mando a distancia, se instala un pulsador de emergencia

dentro del habitáculo y unos códigos para realizar la autorización, designados por la marca del vehículo. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)

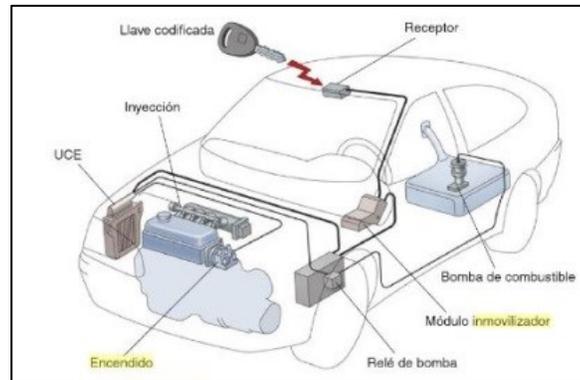


Figura 2.41. Inmovilizador Por Mando Infrarrojo.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort, Pg. 213.

2.11.1.3. Con Tarjeta Transponder.

Estos sistemas prescinden de una cerradura mecánica, no requieren de una llave para su encendido, optan por la utilización de un pulsador eléctrico, que envía una señal a la unidad de control para que autorice su encendido. Los transponder se pueden encontrar en forma de tarjetas, que necesitan estar dentro de un área de influencia para su funcionamiento, este sistema aparte de realizar la inmovilización a partir que la tarjeta se aleja del vehículo, permite la apertura de cerraduras de las puertas a distancia, al igual que los anteriores sistemas emiten una señal al módulo de inmovilización para que coordine el arranque del motor, posee un comando a distancia integrado o chip, el cual se aloja dentro de la llave pasiva, que activa el funcionamiento de los sistemas del vehículo al acercarse a los sensores, localizados tanto fuera como dentro del vehículo, estos sensores detectan la presencia del usuario al acercarse al área de influencia. La memoria de este módulo permite almacenar hasta veinte llaves o tarjetas, para esto se debe programar mediante el equipo de diagnóstico del sistema. (Vidal, Mas, & Gozález, 2006)



Figura 2.42. Inmovilizador Por Tarjeta Transponder.

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort, Pg. 102.

2.12. Placas Electrónicas

2.12.1. Elaboración de Placas Electrónicas.

Se debe realizar la manufacturación de placas electrónicas o PCB (Printed Circuit Board o Plaqueta de Circuito Impreso), para la alimentación y sistema de protección del sistema. La cual es una placa de fibra con recubrimiento de cobre en la parte inferior, sobre la cual se monta los componentes electrónicos. Estos componentes se interconectan a través de pistas o rutas localizadas en la parte de cobre.

Para el diseño de la placa electrónica se debe realizar el reconocimiento de las rutas o pistas que deben quedar de cobre sobre la fibra, y las posiciones en las cuales se van a estar los elementos electrónicos sobre la placa. Para realizar esto se debe utilizar:

- ISIS (Intelligent Schematic Input System o Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente), que sirve para el desarrollo de planos electrónicos de circuitos, sistema que puede ser simulado en tiempo real mediante el módulo VSM (Virtual System Modeling o

- Agua.
- Envase plástico.
- Tijera, alcohol, pinzas.
- Taladro eléctrico de mano, con una broca de diámetro menos a 1 mm.

2.12.1.2. **Proceso de Elaboración.**

Al realizar el diseño de la placa junto con sus pistas, se realiza la impresión de las rutas en papel termotransferible en una impresora láser que se encuentre en buen estado, para realizar la transferencia de las mismas a la placa. Se debe realizar la impresión tanto de las pistas como del top silk (imágenes de los componentes que se van a disponer en la parte superior de la placa). Las placas deben incluir un plano de tierra, la cual ayuda para obtener una referencia con respecto a cualquier otro punto de la placa e incluso para prevenir ruidos.

Al realizar la impresión de los componentes se debe realizar en modo espejo, lo cual garantiza que al momento de ubicar el papel termotransferible en la placa, para aplicar calor sobre la misma se ubique en la posición correcta e indicada para leer la información que se quiera visualizar. Para transferir la impresión de las pistas y el top silk sobre la placa, se necesita la utilización de una plancha común, para que toda la superficie que cubre el papel termotransferible sobre la placa aumente su temperatura, para que las impresiones se adhieran al cobre.

2.12.1.3. **Ataque Químico.**

Para realizar este proceso se necesita realizar un baño químico de la placa, con el fin de eliminar los sobrantes del cobre de la placa, a esto se lo conoce como ataque químico, en donde

se coloca la placa una vez impregnada las impresiones del papel termotransferible sobre agua en un recipiente plástico, para después utilizar cloruro férrico, en donde se genera una reacción química, el líquido se calienta por ser una reacción exotérmica, se debe remover suavemente el recipiente hasta poder retirar el exceso de cobre sobre la placa.



Figura 2.44. Ataque químico sobre la placa.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

2.12.1.4. Perforado y Transferencia del Top Silk.

Para realizar este procedimiento se necesita un taladro eléctrico de mano, con una broca de diámetro menos a 1 mm. Teniendo precaución, para no dañar las rutas ya transferidas al cobre de la placa, finalizando este proceso se debe transferir las imágenes de los componentes, utilizando nuevamente una plancha. Finalmente se obtiene una placa lista para poder colocar los elementos eléctricos y electrónicos sobre la placa.



Figura 2.45. Placa perforada con impresión de componentes en su parte superior.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

2.12.1.5. Montaje y Soldado.

Para realizar el proceso de soldadura se debe tener en la parte superior de la placa las imágenes de los elementos, en donde se deben colocar de la misma manera los elementos en la placa, para poder soldar las patas de cada elemento sobre las rutas asociadas, que se encuentran en la parte inferior de la placa. Para realizar el soldado de los elementos es recomendable utilizar un cautín de punta delgada, al igual que estaño de 0,5 milímetros, el proceso correcto para el soldado de los elementos.

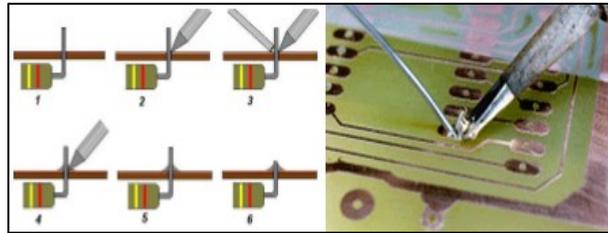


Figura 2.46. Procedimiento de soldado de elementos en circuitos impresos.

Fuente: Taringa, *Tutorial de soldadura en electrónica* (2012).

Una vez realizado el proceso de montaje y soldado, se debe realizar una limpieza de la placa por los excesos de estaño o suciedades que se puedan obtener del proceso de soldadura. Para esto se puede contar con un limpiador de contactos y la placa podrá ser utilizada para el trabajo que haya sido creada.

2.12.2. Tecnologías Actuales de Fabricación.

Para la generación de placas electrónicas en la actualidad se realiza el proceso, mediante el uso de una fresadora tipo CNC (Control Numérico Por Computadora), que es el elemento encargado de realizar los cortes, construcción de las pistas sobre la placa de circuitos impresos, para realizar este proceso se debe: (Valentín, 2016)

- Generar el diseño de la placa: Mediante un software de diseño de placas, como lo es Proteus, Eagle, o cualquier programa para el diseño de circuitos impresos.
- Generar los códigos G-Code: Estos son los códigos requeridos por la fresadora para realizar el trabajo de fresado y corte de la placa, para esto se requiere de ingresar los datos de los movimientos en los ejes x-y-z, para esto se debe utilizar software de diseño compatible con la fresadora, como lo es Mach3. (Valentín, 2016)
- Se necesita de elementos especiales, debido a las tolerancias y tamaño del diseño, se requiere del acoplamiento de un porta-brocas que soporte:
 - Brocas de 2 milímetros de diámetro para realizar el proceso de fresado para la creación de las pistas, brocas en “V” con un ángulo de 60°, 90° en sus puntas
 - Brocas de 3 milímetros de diámetro o mayores, para la perforación de la placa. (Valentín, 2016)
- Al finalizar este proceso se obtiene un circuito diseñado, con márgenes de error muy bajo y un diseño final impecable, debido a que no se requiere la intervención humana en el proceso de creación.

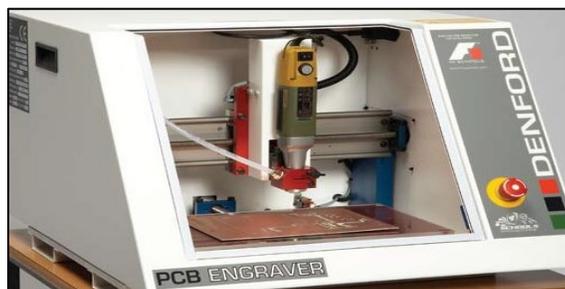


Figura 2.47. Procedimiento de Perforación en CNC.
Fuente: Díaz J., Tecnología Educativa, (2016).

2.13. Tipos de Comunicación con Tecnología GSM

2.13.1. Comunicación Arduino - SIM908.

Para lograr la comunicación de la placa Arduino con el SIM908, se necesita fundamentalmente el uso de los comandos AT (Attention o Atención), que son comando base de los comandos Hayes, estos ayudan a comprobar la disponibilidad del dispositivo, es una manera de conseguir comprobar que todo vaya bien. (Landoni, 2012)

El módulo de comunicación cuenta con una junta celular que posee un conector macho de 20 pines, que nos permite insertar una tarjeta SIM, entre las principales conexiones activas están: (Landoni, 2012)

- Líneas de comunicación en serie, desde y hacia el módulo GSM (TxD transmisión y RxD recepción), en los pines 12 y 14. El puerto serie para la conexión GPS, los pines 4 y 5.
- La línea IR, en el pin 8, encargada de entregar información acerca de las llamadas entrantes. Posee un Indicador de llamada, información de la batería y de estado de la placa en los pines 2, 3 y 16.
- Posee cuatro líneas de audio, para el micrófono MIC1P y MIC1N en los pines 13-15 y para el altavoz SPK1N y SPK1P los pines 9-11. (Landoni, 2012)

El módulo de comunicación contiene una conexión para la entrada de la tarjeta SIM, la cual entregará los datos necesarios de la red al dispositivo, como lo realiza en los teléfonos móviles datos de la red móvil, geolocalización, envío y recepción de llamadas y mensajería instantánea. (Landoni, 2012)

2.13.2. Comunicación SIM908 -Teléfono Inteligente.

La arquitectura básica de un sistema GSM, consta de:

- **MSC:** Es el centro de conmutación de servicios móviles, interconecta los usuarios de la red fija con los móviles o de éstos entre sí. Mantiene las bases de datos para tratar las peticiones de llamada de los abonados.
- **HLR:** Es el registro de localización local, almacena los datos estáticos referentes al abonado móvil, cuando éste se registra en ella, así como datos variables asociados a su movilidad. (Huidobro & Conesa, 2006).
- **VLR:** Es el registro de posiciones de visitantes, almacena toda la información sobre el abonado móvil, que entra en su zona de cobertura temporalmente, lo que permite al MSC establecer llamadas tanto salientes como entrantes.
- **OMC:** Es el centro de operación y mantenimiento, realiza funciones de operación y mantenimiento propias del sistema, estableciendo de forma correcta los parámetros que controlan los procedimientos de comunicación. (Huidobro & Conesa, 2006).
- **MS:** Es la estación móvil, es el terminal de usuario/teléfono móvil, que permite la comunicación con la red a través de una interfaz radio.
- **BSC:** Es el controlador de estación base, coordina la transferencia de llamadas entre distintas BTS, con objeto de mantener la continuidad, y la potencia con que éstas emiten, evitando interferencias y ahorrando el consumo de las baterías.
- **BTS:** Es la estación transceptora base, contiene los transmisores y receptores radio, que cubre una determinada área geográfica. (Huidobro & Conesa, 2006).

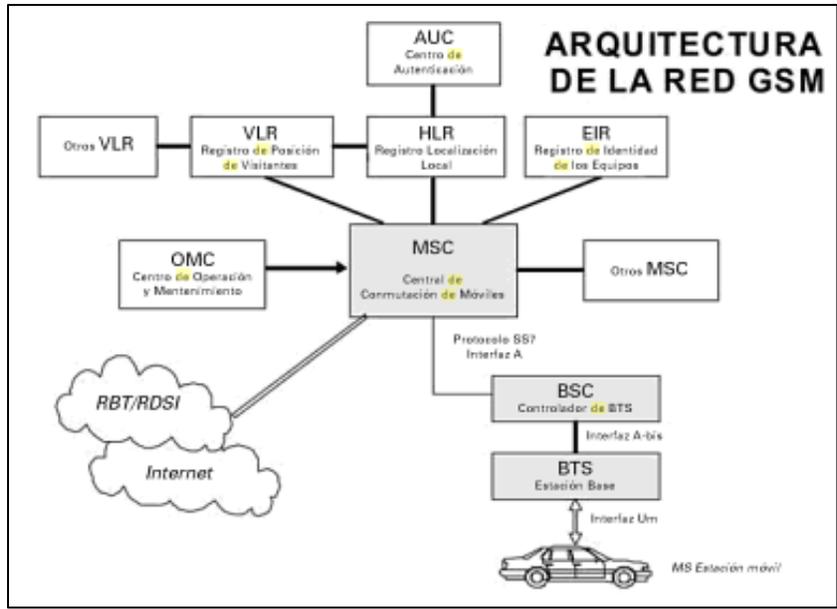


Figura 2.48. Arquitectura GSM.

Fuente: Huidobro & Conesa, (2006), *Sistemas de Telefonía*, Pg.177.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO ELECTRÓNICO DEL DISPOSITIVO

En este capítulo se expone todas las condiciones de diseño del dispositivo, para lo cual se analizó en primera instancia las necesidades que tiene la comunidad en cuanto a los sistemas de seguridad para los vehículos, que se ofrecen en el mercado.

Para la creación del dispositivo se verificó aspectos de seguridad, confiabilidad e innovación, una vez analizados los elementos requeridos para el desarrollo del proyecto, se verificó las condiciones eléctricas para la alimentación del dispositivo y las condiciones eléctricas para el control del vehículo. Se analiza en este capítulo las normativas legales, tanto normativa local como la Constitución, como las normativas que requieren los elementos para poder ser desarrollados.

Se exhibe las condiciones de funcionamiento del dispositivo, en donde se muestra los procesos para el control del encendido del vehículo, proceso de geolocalización, inmovilización y habilitación del vehículo para su uso. Expuestos todos los resultados para garantizar el correcto funcionamiento del dispositivo con un parámetro de seguridad del veinticinco por ciento, se muestran los parámetros de confiabilidad y de precaución para su uso, al igual que el costo para el desarrollo del producto final, en donde se expone el estimado del valor del desarrollo del software y los costos de los elementos utilizados para realizar el dispositivo y la conexión al automóvil.

3.1. Fases del Diseño

Para realizar las fases del diseño del proyecto, se requiere el reconocimiento y definición de los problemas, identificación de las necesidades, establecer consideraciones acerca del diseño como lo son: factibilidad del diseño, diseño estructural, diseño electrónico, diseño del hardware y software, responsabilidad en el desarrollo del prototipo, confiabilidad, factores de seguridad y económico para el desarrollo del mismo. Para el uso de personas ajenas al desarrollo del proyecto, se determinan las reglas, consideraciones y responsabilidades para garantizar un producto de calidad. (Budynas & Nisbett, 2008)

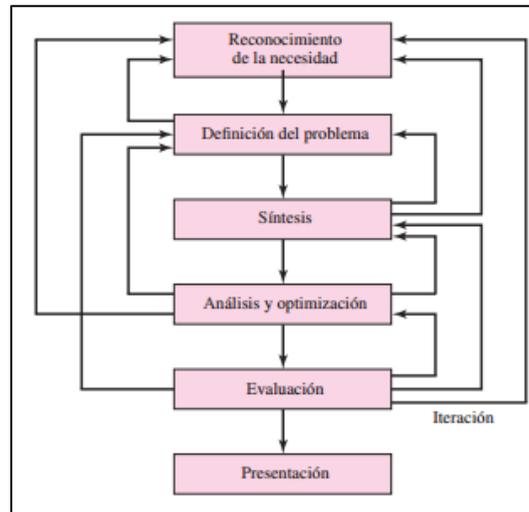


Figura 3.1. Fases del Proceso de Diseño.

Fuente: Budynas & Keith, (2008), *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Pg.6.

Para la elaboración del diseño del dispositivo, se han tomado parámetros de seguridad, innovación y fácil uso. Incluyendo personas, cuyo conocimiento de herramientas tecnológicas como teléfonos inteligentes sea el básico, las herramientas utilizadas para el desarrollo del dispositivo, van a ser de tecnología libre.

Para el desarrollo del prototipo se requiere de la adquisición de elementos disponibles en el mercado para poder ser desarrollados, garantizando la ejecución del mismo. Para esto se requerirá del uso de elementos que contengan respaldo de una marca comercial reconocida, dispositivos y módulos que contengan cierto nivel de seguridad y complejidad para su funcionamiento. Permitiendo garantizar un correcto funcionamiento y generando un nivel de confiabilidad y garantía alto para su futuro uso y producción.

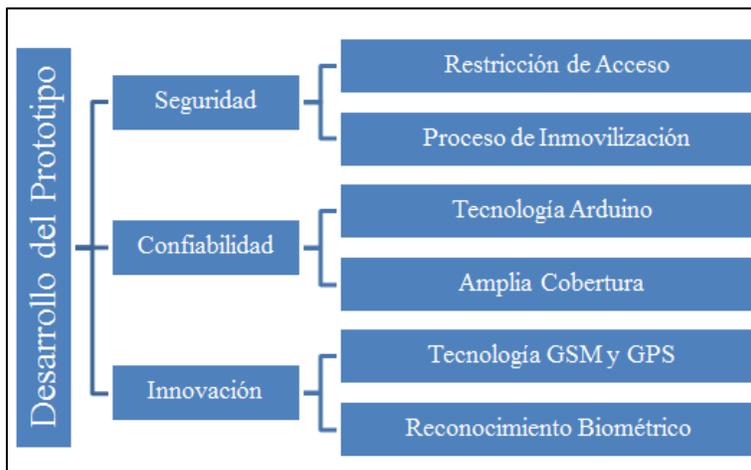


Figura 3.2. Fases de diseño del Dispositivo.

Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

El proyecto se basa en estos tres puntos de desarrollo, para garantizar la seguridad, confiabilidad e innovación, el dispositivo ofrece:

- **Tecnología Arduino:** Arduino es una plataforma, desarrollado para la creación de proyectos, posee un acceso y control libre a cualquier persona, esta tecnología es utilizado a nivel mundial. Arduino es una marca en la cual se han podido desarrollar un sin número de proyectos innovadores, debido a esto se optó para el desarrollo de este sistema. Arduino ofrece una amplia gama de productos, de los cuales se optó por un Arduino Mega2560, el cual ofrecía una comunicación multiseri, proceso por el cual

varios elementos pueden ser conectados, y permanecer en contacto con la placa Arduino, lo cual permitía el desarrollo del proyecto, ya que se requiere de la conexión de distintos módulos para realizar el proceso de ignición del vehículo, geolocalización del dispositivo y opción a inmovilización del vehículo.

- **Acceso restringido:** Únicamente permitido a usuarios registrados por los desarrolladores del mismo, el registro de los usuarios, se da por medio de software propio de los módulos utilizados para el desarrollo del proyecto. Para permitir el acceso al dispositivo, el software registrará la huella dactilar, un proceso de seguridad único, que no puede ser adulterado, ya que es imposible que dos personas compartan un patrón similar de huella dactilar. Una vez realizado el registro de la huella dactilar, se permitirá a los usuarios registrados, el uso del vehículo, ya que el sistema controlará la ignición del mismo, proporcionando un elemento de seguridad único e inalterable al vehículo.
- **Tecnología GSM y GPS:** Gracias a la ayuda del módulo SIM908, que es un sistema que permite la conexión con una red local móvil, el sistema puede realizar el proceso de geolocalización. Este módulo requiere de la utilización de un módulo de identificación del abonado o chip móvil, que es un elemento utilizado en los teléfonos inteligentes, elemento encargado de poseer la información para permitir el acceso a la red móvil. El módulo SIM, permite la conexión a cualquier banda o frecuencia, por lo tanto no importa la operadora de la cual se obtenga el servicio.
- **Proceso de Inmovilización:** Para realizar el proceso de inmovilización en el vehículo, se da por medio de la SIM908, que recepta el comando enviado desde el teléfono inteligente, e impide que el vehículo siga su marcha. Para poner en marcha nuevamente al vehículo se requiere de un nuevo comando para habilitar el encendido del motor.

3.2. Identificación de Necesidades y Definición de Problemas

3.2.1. Reconocimiento de las Necesidades.

- El Diario el Universo en su edición del lunes, 19 de enero del 2015, menciona en su artículo: “4,8 autos por día robaron en Quito en 2014”, que según cifras de la Comandancia del Distrito Metropolitano de Quito, que en el año 2014 se originaron 1753 robos a vehículos en la capital, 94 vehículos más que en el año 2013, generando un promedio de 4,8 vehículos sustraídos diarios en Quito. El artículo indica que el jefe de la Policía Judicial, señaló que la mayoría de automotores fueron sustraídos en la vía pública, un estudio del Observatorio de Seguridad Ciudadana del Distrito Metropolitana de Quito indica que es un valor cercano al 80%.
- El Diario el Telégrafo en su edición del día martes, 23 Junio 2015, indica en su artículo: “1.884 carros robados en 4 primeros meses de 2015”, según datos de la policía dice que un delincuente no le toma más de 12 segundos para vulnerar las seguridades del vehículo, prenderlo y ponerlo en marcha. De enero a abril se registró denuncias de 1884 vehículos a nivel nacional, de los cuales 597 fueron realizados en Quito, reduciendo un 8% al año 2014.
- El Diario el Comercio en su edición del día 27 de Junio del 2016, señala que en el primer semestre del 2016, en su artículo: “El robo de vehículos deja fuertes secuelas en las víctimas”, se registró una disminución de robo de vehículos en comparación con el año 2015, se registró 1.755 robos de vehículos según registros del Ministerio del Interior, el artículo también señala que la problemática no solo se basa en la pérdida del vehículo, sino genera consecuencias emocionales, expone ejemplos donde

los efectos fueron: que a partir de la pérdida del vehículo, se registraron aumento en la cantidad de las deudas, problemas físicos, inconformidad por uso de transporte público.

Como se observa en las publicaciones realizadas por el periodismo escrito en el país se generan cientos de robos de vehículos al año en la ciudad de Quito, la inseguridad para los propietarios de vehículos es inevitable, debido a que los actuales sistemas de seguridad como alarmas, no son suficientes para garantizar la seguridad al propietario de un vehículo. No solo es el hecho del robo del vehículo, debido a que los propietarios sufren daños emocionales, ya que es una pérdida de miles de dólares, lo cual genera deudas debido a que si una persona adquiere un vehículo es para su movilización o incluso es un elemento de trabajo.

Actualmente solo cierta gama de vehículos ofrecen un sistema sofisticado de seguridad, como lo es los inmovilizadores, donde solo llaves específicas de cada vehículo permiten poner en marcha al mismo. Y son pocas las marcas de vehículos que ofrecen su propio sistema de seguridad mediante rastreo satelital, uno de ellos es Chevrolet, que es una de las marcas más comercializadas en el país, que ofrece actualmente un sistema de rastreo satelital, sistema de alarma, incluyendo dispositivos de inmovilización a través de su sistema Chevestar.

Es importante acotar, además, que la situación económica del país no permite el acceso a todo tipo de dispositivos de seguridad, pues en el mercado, la mayoría de estos tienen un costo elevado, debido a que muchas empresas ofertan su sistema, mediante la imposición de un contrato anual, por lo que adquirirlos resulta difícil para los propietarios de un vehículo.

En el mercado no existe un sistema que ofrezca un mecanismo de seguridad mediante reconocimiento biométrico, por lo que el dispositivo va a ser único e innovador. Debido a que no todos los vehículos cuentan con un sistema de seguridad o los propietarios no tienen una

capacidad económica, para la adquisición de un seguro para sus vehículos, este dispositivo pretende ser un elemento que garantice un nivel alto de seguridad, y la disponibilidad para realizar el rastreo satelital e inmovilizar el vehículo, a través de un teléfono móvil, mediante el uso de una aplicación fácil de manejar o simplemente mediante el envío y recepción de mensajería instantánea, por lo que es un dispositivo fácil de usar y que garantiza un grado de seguridad alto para el propietario de un vehículo.

3.2.2. Definición Del Problema.

Para poder definir el problema, se va a aplicar una pregunta directriz, la cual llevará a determinar las conclusiones a demostrar.

- Pregunta Directriz: ¿Cómo realizar un sistema capaz de garantizar la seguridad al propietario de un vehículo, que permita realizar el control del encendido, monitoreo e inmovilización del mismo, y que permita ser controlado a través de un dispositivo inteligente?

3.2.3. Síntesis.

Se puede decir que diseñar, crear y construir un dispositivo que otorgue mejoras en el campo automotriz ayudara a garantizar la seguridad de los vehículos y de los usuarios. Gracias a los avances que existen en la tecnología se puede usar esta gran herramienta y lograr que este dispositivo sea de fácil manejo, económico y de fácil acceso.

Los dispositivos a usarse son como principal elemento la placa Arduino, además como complementos se utiliza el SIM908, sensor de Huella Dactilar, y la creación de una placa electrónica, estos elementos son los fundamentales dentro de la fabricación del dispositivo.

Una vez adquiridos y verificados los materiales necesarios para la fabricación del dispositivo se proceda a su ensamblaje, mediante la programación en los programas propios de cada elemento, como lo son IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) que es el programa de Arduino para su desarrollo, el uso SFGDemo V2.0 que sirve para el registro de la huella, programa que viene incluido por la adquisición del módulo de reconocimiento dactilar y el programa de APP Inventor, que es el programa desarrollado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, que sirve para la creación de la aplicación.

En cuanto a lo económico, se puede conseguir comercializar dicho dispositivo, gestionando la patente del mismo en el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual. Este dispositivo puede traer consigo ganancias económicas, pues es un invento llamativo e innovador, que utiliza herramientas que están a la vanguardia como es el uso de una aplicación móvil, sistema de geolocalización e inmovilización y que contenga un sistema de seguridad mediante reconocimiento biométrico, sistemas que no todas empresas de seguridad ofertan en el mercado.

3.3. Evaluación y Presentación

El dispositivo fue desarrollado e implementado en un vehículo de Marca: Volkswagen, Modelo Gol 1.8lt., Año: 2004, Tipo: hatchback, El diseño está expuesto dentro de una caja de acrílico para su visualización, el dispositivo cuenta con:

- Una alimentación obtenida de 2 fuentes, la primera fuente es la batería del vehículo, la segunda es una batería tipo LiPo.

- Una placa Arduino, que va a ser el sistema de control del dispositivo, este es un sistema multiseria, que permite la comunicación con varios sistemas o módulos, que va a ser el óptimo para los parámetros requeridos.
- Módulo SIM908, elemento que va a entregar los comandos y datos, tanto al usuario mediante el dispositivo móvil, como a la placa Arduino que va a autorizar el encendido, rastreo e inmovilización del vehículo
- Detector de Huellas Digitales, es el sistema de seguridad encargado de reconocer al usuario para el encendido del vehículo.
- Elementos de Placa Electrónica, va a contener los elementos de seguridad para la alimentación del dispositivo.

Una vez ensamblado todo el prototipo con los materiales óptimos y necesarios para darle un correcto funcionamiento, se debe someter a evaluaciones y pruebas en las que se verifique los elementos, y el dispositivo cumpla con todas las funciones asignadas al mismo. Que los resultados de estas pruebas sean visualizados mediante el uso de una aplicación móvil, la cual va a ser el medio por el cual el usuario vinculado al dispositivo va a ser autorizado para el uso del vehículo.



Figura 3.3. Dispositivo Montado en el Vehículo.

Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

3.4. Códigos y Normas

3.4.1. Constitución del Ecuador.

En la constitución ecuatoriana, se expone la responsabilidad por la mala práctica profesional. La Constitución de la República Nacional del Ecuador redactada en Montecristi en el año 2008, determina Artículo 54 que “...Las personas serán responsables por la mala práctica en el ejercicio de su profesión, arte u oficio, en especial aquella que ponga en riesgo la integridad o la vida de las personas”. Donde la instancia legal juzgará, de forma penal o civil, fijándose en el grado de formación profesional, condiciones objetivas, la previsibilidad y evitabilidad del hecho. (Nacional, 2016)

También expone en el Artículo 146.- “Homicidio culposo por mala práctica profesional.- La persona que al infringir un deber objetivo de cuidado, en el ejercicio o práctica de su profesión, ocasione la muerte de otra, será sancionada con pena privativa de la libertad de uno a tres años”. Para el proceso de habilitación profesional, posterior a cumplir la pena, será determinado por la Ley. (Nacional, 2016)

3.4.2. Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual.

El instituto Ecuatoriano de Propiedad intelectual expone que: “La propiedad intelectual es un mecanismo para el desarrollo de los pueblos”. La generación de obras creadas en Software libre, sin la necesidad de pago de regalías, será difundida por el Instituto. (IEPI, 2016)

La Ley de Propiedad Intelectual vigente expresa que: “el reconocimiento de los derechos de autor y los derechos conexos, no está sometido a registro, depósito, ni al cumplimiento de

formalidad alguna”. El derecho de autor protege las obras creadas, el instituto se basa para el registro de obras en la potestad de autorizar o prohibir el uso de una obra. (IEPI, 2016)

- El autor podrá autorizar o prohibir: la reproducción de la obra por cualquier medio, la comunicación pública de la obra, distribución, traducción, adaptación o arreglo de la misma. (IEPI, 2016)
- En el artículo 9 expone que: “En el Registro Nacional de Derechos de Autor y Derechos Conexos podrán facultativamente inscribirse”:
 - a) Las obras y creaciones protegidas por los derechos de autor o derechos conexos;
 - b) Los actos y contratos relacionados con los derechos de autor y derechos conexos; y,
 - c) La transmisión de los derechos a herederos y legatarios. (IEPI, 2016)
- En el artículo 10 expone que: “Las inscripciones a que se refiere el artículo 9 del presente Reglamento tienen únicamente valor declarativo y no constitutivo de derechos; y, por consiguiente, no se las exigirá para el ejercicio de los derechos previstos en la Ley”.
- En el artículo 13 expone que: “La solicitud de inscripción de una obra contendrá”:
 - a) Título de la obra;
 - b) Naturaleza y forma de representación de la obra; y,
 - c) Identificación y domicilio del autor o autores. (IEPI, 2016)
- En el artículo 14 expone que: “A la solicitud de inscripción de una obra se acompañará, según el caso, dos ejemplares de la obra o de los medios que permitan apreciarla y el comprobante de pago de la tasa respectiva”. (IEPI, 2016)

3.4.3. Elementos del Dispositivo.

3.4.3.1. Arduino.

Arduino es un sistema con hardware de código abierto, es un software libre al igual que su código o lenguaje de programación, es un sistema que permite realizar proyectos personales o comerciales bajo la licencia de Arduino. Toda reproducción y nombre de Arduino se encuentra bajo la licencia de Arduino y Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0. Para realizar una copia total o parcial de Arduino tiene que adoptar la misma licencia de Arduino. (Arduino, Arduino, 2016)

- Acerca de la ejecución pública: Se puede realizar pública una obra, mediante cualquier medio, público. Se pone a disposición las obras para que cualquier medio o procedimiento de comunicación al público pueda realizarlo, bajo cualquier transmisión incluyendo signos, sonidos o imágenes. (Arduino, Arduino, 2016)
- Acerca de la limitación de responsabilidad: Exceptuando requerimientos por ley, Arduino o Creative Commons no se hacen responsables, por ninguna teoría legal por daños especiales, incidental, punitivo o ejemplar, derivado de la licencia de uso. (Arduino, Arduino, 2016)

Arduino garantiza la fabricación de las placas, para que sea compatible con el software de Arduino, los productos que no sean de uso oficial o no dispongan la marca Arduino en sus placas, no garantiza su uso aun así se exponga que es un sistema Arduino compatible. (Arduino, Arduino, 2016)

3.4.3.2. **Módulo SIM908.**

El módulo SIM 908, tiene una tecnología abierta, es compatible con Arduino, es un elemento que provee de datos GPS y GSM, a partir de una Red Móvil, posee también dos antenas para la recepción de estos datos, necesita para esto la utilización de una tarjeta SIM (Subscriber Identity Module o Módulo de Identificación del Abonado). Debido a que recibe los datos de una red móvil, al igual que un teléfono inteligente, es legal la adquisición de estos datos. El módulo posee certificados CE RoHS (Restriction of Hazardous Substances o Restricción de Sustancias Peligrosas), es una norma adoptada por la Unión Europea adoptada en 2013, que restringe el uso de ciertas sustancias en la fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos. Cuenta con la garantía y especificaciones de la marca SIMCOM Wireless Solutions, una filial de SIM Technology Group Ltd., que es el líder en módulos inalámbricos de alta calidad para plataformas tecnológicas en GSM / GPRS / EDGE, WCDMA / HSPA y TD-SCDMA.

3.4.3.3. **Módulo De Lector De Huellas Digitales ZFM-20.**

Para el desarrollo del proyecto, se necesitó de un módulo lector de huellas digitales. La empresa es la proveedora del módulo Hangzhou Co. Ltd., la empresa posee como principio un hardware adaptado al reconocimiento de huella digital, que permite un rendimiento extremo en seguridad e innovación para el desarrollo de proyectos o sistemas de seguridad. El dispositivo usa un código abierto, programado en el programa SFGDemo V2.0, el módulo de reconocimiento dactilar ZFM-20, es un sistema desarrollado para el control y seguridad de dispositivos, sistema compatible con Arduino.

3.4.4. Aplicación Móvil y Uso de Google Maps.

- **Aplicación Móvil Android:**

Para el desarrollo de la aplicación móvil, es desarrollado en APP Inventor, un software de código libre desarrollado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, que sirve para crear aplicaciones de software para dispositivos móviles con sistemas operativos Android, las aplicaciones Android, al ser un sistema desarrollado por Google, es de acceso y código libre, por lo que no requiere ningún tipo de licencia para su desarrollo.

- Google: Cuando un software es descargable, Google proporciona licencia personal sin regalías, internacional, no cesible ni exclusiva, para utilizar el software que Google proporcionada como parte de los Servicios. (Google, Google Privacidad y Condiciones, 2016)
- El usuario no debe copiar, modificar, distribuir ni vender u otorgar licencia por parte de Google, no debe realizar ingeniería inversa o extraer código de fuente del software, salvo restricciones prohibidas por ley o adquisición de permiso realizado a Google (Google, Google Privacidad y Condiciones, 2016)
- Algunos Servicios de Google permiten subir, almacenar, enviar o recibir contenido. El autor de la obra conservará los derechos de propiedad intelectual que posea sobre dicho contenido. (Google, Google Privacidad y Condiciones, 2016)

- **Google Maps:**

Para Garantizar la geolocalización del Sistema se requiere el uso de la aplicación de la propiedad de Google, Google Maps.

Un sistema como todos los ofrecidos por Google de acceso libre, una aplicación que existe en cualquier dispositivo Android, o simplemente ingresando en un servidor de internet. Accediendo con un buscador, el sistema ofrece al usuario acceso a la red global, que permite localizar su ubicación con la latitud y longitud, siempre y cuando el usuario lo autorice. También ofrece el sistema de localizar una ubicación el cualquier punto del globo terráqueo, ingresando los datos de latitud y longitud. (Google, Google Maps Support, 2016)

Google Maps no guarda ningún record de la ubicación de sus usuarios, por lo que puede utilizar la función de geolocalización cuando el usuario estime conveniente. Si no desea compartir su geolocalización, el mapa estará centrado en un punto GPS predeterminado, (Google, Google Maps Support, 2016)

- Modificación 17 de diciembre de 2015, Google Maps/Google Earth permiten al usuario: Ver, utilizar contenido de mapas y relieves, imágenes, estado de tráfico y otros datos proporcionados por Google. (Google, Google Maps Support, 2016)
- Condiciones reales: Al utilizar los datos de mapas, tráfico e indicaciones, las condiciones reales pueden diferir de los resultados reflejados en los mapas, por lo que el usuario deberá aplicar su criterio y utilizar Google Maps/Google Earth bajo su responsabilidad. El usuario debe ser responsable en todo momento de su conducta y futuras consecuencias. (Google, Google Maps Support, 2016)

- ALIM-SIM: Línea de alimentación al módulo SIM908.

➤ CÁLCULOS

Para la alimentación de los elementos como Arduino y SIM908, se requiere una alimentación de 5 voltios para su funcionamiento, pero poseen un voltaje de entrada recomendado de hasta 12 voltios y un voltaje límite de hasta 20 voltios. Voltaje límite para que el elemento no tenga ningún daño por sobrealimentación. Para realizar el cálculo de la corriente requerida para su correcto funcionamiento, por lo tanto se obtiene el siguiente cálculo:

Tabla 3.1. Consumo de los Elementos del Dispositivo.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO
Intencidad del Arduino	500 mA
Intensidad del Módulo SIM908	<ul style="list-style-type: none"> • 77 mA, adquisición de datos GSM • 76 mA, rastreo GPS
Sensor de Huella Digital	150 mA
Reles	90 mA (180mA)

Elaborado Por: Bonifaz & Vásquez, (2017).

La intensidad total va a ser la suma de la sumatoria del consumo de todos los elementos que contiene el dispositivo:

$$I_{total} = I_{control} + I_{sim908} + I_{sensor} + I_{relés} \quad \text{Ec. [3.1]}$$

$$I_{total} = 983 \text{ mA}$$

Para garantizar la corriente de los elementos del dispositivo, se dispone de un 25% de consumo de corriente, para esto se realiza el cálculo:

$$I_{factor \ de \ seguridad-consumo} = 1.25 * I_{total} [\text{mA}] \quad \text{Ec. [3.2]}$$

$$I_{total-garantizado} = 1228,75 \text{ mA} = 1229 \text{ mA}$$

Para conocer la capacidad requerida para el funcionamiento del dispositivo se calcula:

$$Q_{requerida} = \frac{\text{Capacidad de la batería}}{\text{Consumo Esperado}} [\text{h}]$$

Ec. [3.3]

Despejando se obtiene que:

$$\text{Capacidad de la batería} = \text{Consumo Esperado} * Q_{requerida}$$

$$\text{Capacidad de la batería} = 1229 [\text{mA}] * 1[\text{h}] = 1229 [\text{mAh}]$$

Tabla 3.2. Consumo Final del Dispositivo.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO	CAPACIDAD	TENSIÓN
Dispositivo	983 mA		Requerida T < 20 V CC.
Dispositivo + Factor de Seguridad	1229 mA		
Consumo en 1 hora	1229 mAh		
Batería del Automovil		50 Ah	11-14 V CC.
Batería LiPo		2266 mAh	11.1 V CC.

Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

Por lo tanto en una hora el dispositivo requiere de una capacidad de consumo de 1229 mAh, la batería del vehículo genera 12 V. y 50 Ah. Además la batería en proceso de carga no sobrepasa los 14 V. con lo que es factible su uso, mientras que las baterías LiPo genera 11,1 V y 2266 mAh, de generación de corriente continua, estos datos son entregados por los fabricantes de las baterías.

Esto quiere decir que mientras se mantenga una alimentación correcta de la batería del automovil, el dispositivo se mantendrá en funcionamiento. Si por algún motivo se desconecta la alimentación de la batería del vehículo, gracias a las características de la batería LiPo, se va a

tener una autonomía de al menos una hora y cincuenta minutos, suficiente tiempo, para realizar el rastreo del dispositivo.

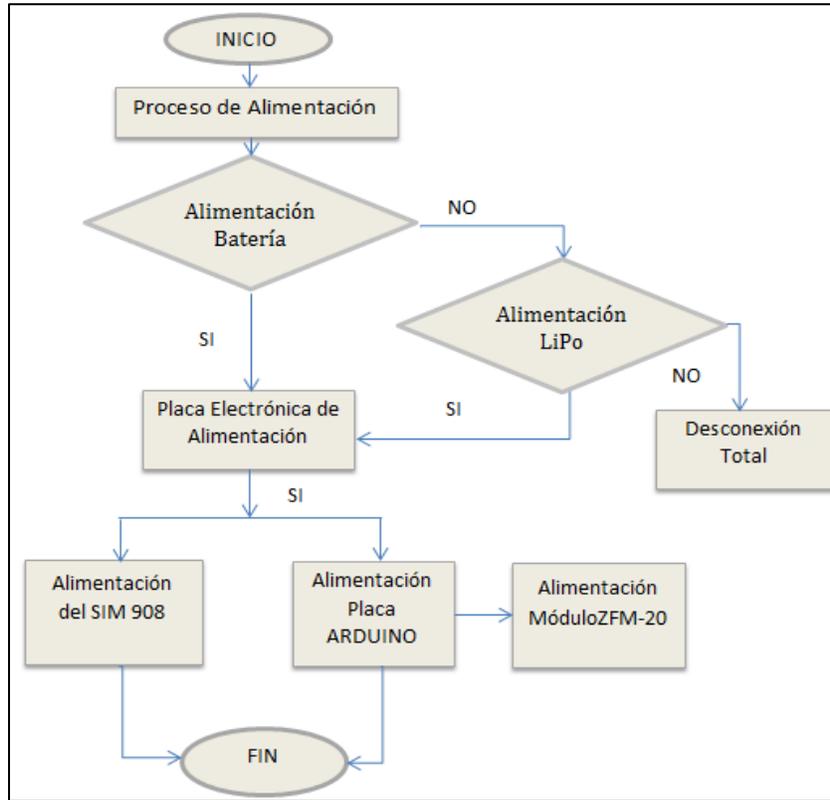


Figura 3.5. Proceso de Alimentación del Dispositivo.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

3.5.2. Conexiones Eléctricas y Comunicación Serial.

La placa Arduino mega, es un dispositivo multiseria, esto quiere decir que la placa puede mantener comunicación entre varios módulos o sensores, es un dispositivo desarrollado para la creación de proyectos. Para el dispositivo se requiere de una comunicación permanente de los módulos, ya que esto garantizará una conexión permanente con el usuario del dispositivo. El módulo SIM908, es el encargado de recibir los datos GSM y GPS, por medio de la Red Móvil y mediante la utilización de sus antenas, también es el encargado de recibir los comandos y transferirlos al Arduino para realizar la geolocalización e inmovilización del automóvil. El

módulo ZFM-20, se encarga de la seguridad del vehículo, ya que autoriza a los usuarios previamente registrados por los diseñadores del dispositivo para el encendido del mismo. La placa Arduino es el medio o dispositivo de control, que se encarga de controlar la activación de los relés de Encendido e Inmovilización, al igual que la autorización para entregar la información de la localización del dispositivo, a continuación se expone un diagrama explicativo de la comunicación serial. Para una mejor explicación del diagrama de bloques, revisar los Anexos 1 y 2.

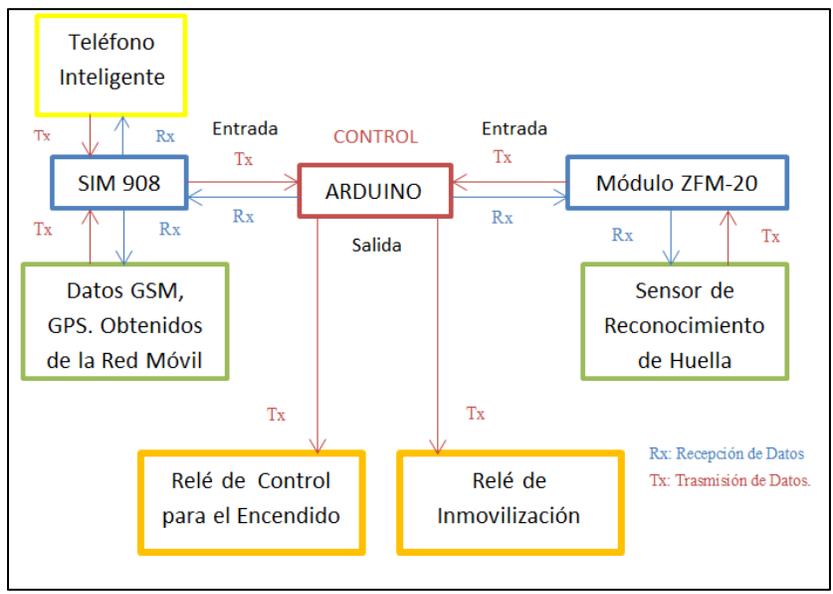


Figura 3.6. Diagrama de Bloques, *Comunicación Serial Dispositivo*.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

3.5.2.1. **Arduino.**

Es el elemento de control, la placa Arduino va a ser la encargada de autorizar el encendido del vehículo, enviar la posición del vehículo y permitir o no la inmovilización, la placa va obtener alimentación de la batería del vehículo, y de una batería LiPo. La placa al ser multiseriale, puede mantener conexión y comunicación con varios módulos al mismo tiempo, por lo cual se optó para el desarrollo del dispositivo. La placa va a tener comunicación permanente con el SIM 908

y el módulo Lector de Huella Digital, también va a ser la encargada de la activación de los relés para el control del encendido e inmovilización. A continuación se presenta los puntos o pines de conexión, de la alimentación y comunicación de los distintos elementos del dispositivo.

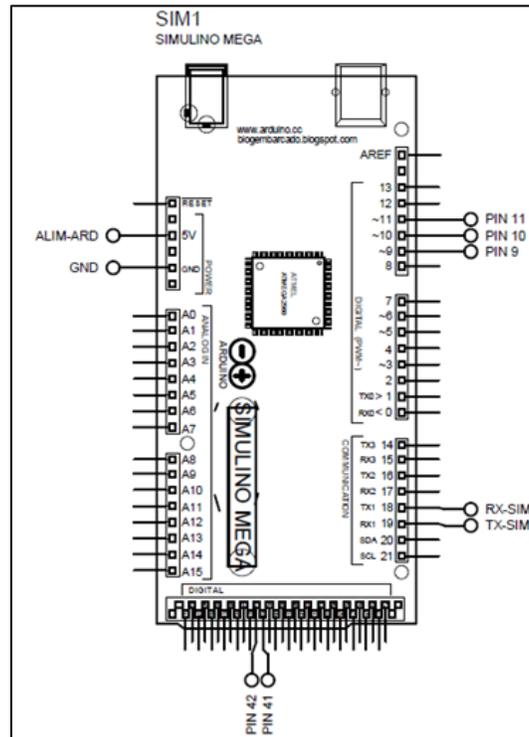


Figura 3.7. Conexión Eléctrica Arduino.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

En la gráfica de Arduino se expone:

- ALIM-ARD: Línea de alimentación que proviene de las baterías.
- GND: Masa común, proviene de la placa electrónica del dispositivo.
- PIN 9: Conexión a botón pulsador, elemento encargado de la activación del módulo lector de huellas digitales.
- PIN10, PIN11: Líneas de control para el Encendido, comunicación entre la placa Arduino y el módulo lector de huellas digitales.

- PIN 18 RX-SIM: Línea de recepción de datos provenientes del módulo SIM908.
- PIN 19 TX-SIM: Línea de transmisión de datos derivado del módulo SIM908.
- PIN 41: Línea de control del relé de Contacto para el Encendido del vehículo.
- PIN 42: Línea de control del rele de Inmovilización para la detención del vehículo.

3.5.2.2. Circuitos Eléctricos.

- **Sensor de Huella Dactilar:**

El sensor de huella dactilar va a obtener su alimentación de la placa Arduino, va a tener comunicación permanente a través de los pines 10 y 11. Debido a que va a mantener una alimentación permanente, se ha requerido de la utilización de un botón pulsador, que al accionarse va a permitir la activación del sensor, evitando que este permanezca siempre activo, incluso si ha dejado de utilizarse el vehículo. El botón pulsador está conectado a la placa Arduino, programado para que al momento de su activación permita el paso de corriente del Arduino, hacia el módulo de control de huella dactilar, a continuación se expone las conexiones eléctricas y las referencias de conexión para su funcionamiento.

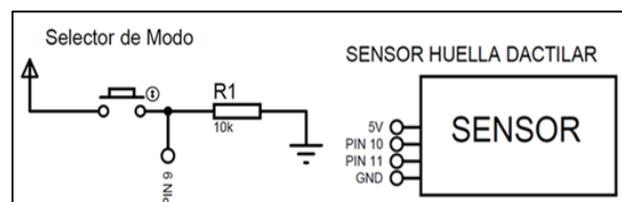


Figura 3.8. Conexión Eléctrica Lector de Huellas.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

En la gráfica de Conexión Eléctrica Lector de Huellas, se expone:

- 5V: Línea de alimentación que proviene de la placa Arduino

- GND: Masa común, proviene de la placa Arduino.
- PIN 9: Selector de Modo. Conexión de botón pulsador, elemento encargado de la activación del módulo lector de huellas digitales, es una conexión entre el módulo y la placa Arduino, posee un botón pulsador de dos posiciones, al activar el botón permite la alimentación del módulo de lector de huellas digitales, impide que el módulo permanezca siempre encendido.
- PIN10, PIN11: Líneas de control para el Encendido, comunicación entre la placa Arduino y el módulo lector de huellas digitales.
- R1: resistencia de 10 K ohm, instalada para que exista un consumidor y la línea no haga corto circuito.

- **SIM 908:**

Es el elemento encargado de la recepción de datos GSM (Sistema global para las comunicaciones móviles) y GPS (Sistema De Posicionamiento Global), estos datos los va a obtener mediante:

- Antena GPS: Es el medio por el cual se van a adquirir los datos de navegación satelital, es el elemento encargado de comunicar los datos de posicionamiento al dispositivo, para posteriormente ser comunicado al usuario, para registrar el posicionamiento global del vehículo.
- Antena GSM: Para que la antena adquiera datos de una red móvil, se requiere de la conexión a una red móvil local, mediante la utilización de un módulo de identificación, o chip para telefonía móvil. Mediante este elemento se van a receptor

los comandos a través del teléfono inteligente, a la vez que va a enviar lo requerido por el usuario mediante mensajería instantánea.

La alimentación para el módulo se va a dar del mismo modo que para la placa Arduino, mediante la conexión a la batería del vehículo y la batería tipo LiPo. Para la comunicación se generan dos líneas dedicadas para la transmisión y recepción de datos provenientes de la placa Arduino, que es el elemento que va a autorizar que el módulo envíe algún comando al usuario.

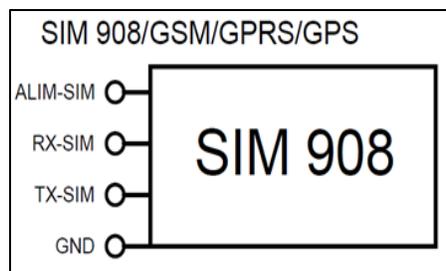


Figura 3.9. Conexión Eléctrica SIM908.

Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

En la gráfica SIM908/GSM/GPRS/GPS se expone:

- ALIM-SIM: Línea de alimentación que proviene de las baterías.
- GND: Masa común, proviene de la placa electrónica del dispositivo.
- RX-.SIM: Comunicación con la placa Arduino, línea de recepción de datos.
- TX-SIM: Comunicación con la placa Arduino, línea de trasmisión de datos.

- **Control de Encendido e Inmovilización:**

Para realizar el proceso de encendido se requirió de la utilización de un relé, que esta normalmente abierto, cierra la línea de accesorios del vehículo, para poder realizar el encendido

de l vehículo, siempre y cuando la lectura de la huella dactilar sea la correcta, caso contrario el vehículo no será autorizado para arrancar el motor.

En el caso de la inmovilización se instaló un relé normalmente cerrado, que permite al momento de su activación realizar el corte de la alimentación de la bobina de encendido del vehículo, esto se realiza siempre y cuando el Arduino lo autorice, para esto el usuario deberá entregar mediante mensajería instantánea el comando correcto y sea el número del usuario el registrado para realizar esta operación. Para realizar el proceso de reanudación del sistema se debe realizar el proceso anteriormente mencionado, enviando el comando correcto para que el relé se coloque en su posición normal y la alimentación de la bobina se restablezca y poner en marcha el motor. A continuación se expone la conexión eléctrica necesaria para el proceso de Encendido e Inmovilización.

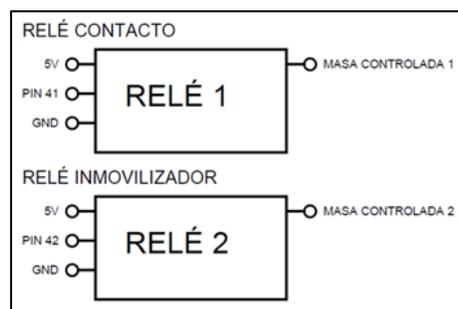


Figura 3.10. Conexión Relés Encendido e Inmovilización.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

En el diagrama de Relé Contacto y Relé Inmovilizador se expone:

- 5 V: Línea de alimentación que proviene de la placa Arduino.
- GND: Masa común, proviene de la placa Arduino.
- PIN 41, PIN42: Control proveniente de la placa Arduino.
- MASA CONTROLADA 1: Línea de control del relé de Encendido.

- MASA CONTROLADA 2: Línea de control del relé de Inmovilización.

A continuación se expone la conexión de los relés de Contacto e Inmovilizador, para poder realizar el trabajo del encendido e inmovilización del automovil.

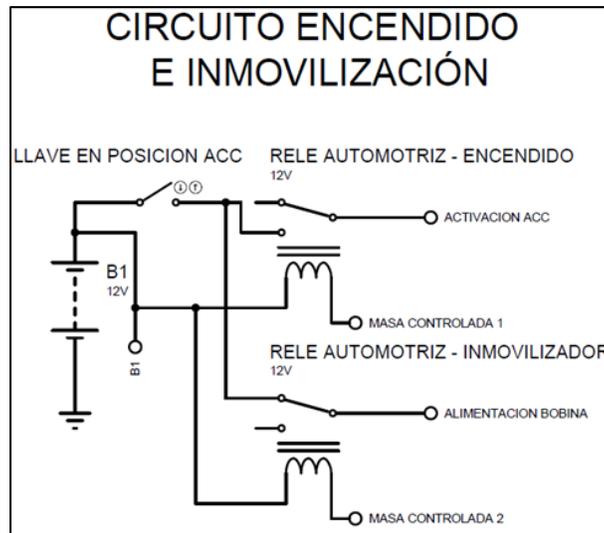


Figura 3.11. Circuito de Encendido e Inmovilización.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

En el diagrama Circuito Encendido e Inmovilización se expone:

- B1: Línea de alimentación que proviene de las baterías.
- ACTIVACIÓN ACC: Línea de alimentación de la llave de contacto en posición de accesorios.
- ALIMENTACIÓN BOBINA: Línea de alimentación de la bobina de encendido del vehículo
- MASA CONTROLADA 1: Línea de control del relé de Encendido.
- MASA CONTROLADA 2: Línea de control del relé de Inmovilización.

3.5.2.3. Procesos de Encendido, Inmovilización y Rastreo.

- ENCENDIDO: Para realizar el encendido del vehículo se requiere de la verificación de la huella dactilar caso contrario no se realiza la activación del relé para poder poner en marcha al vehículo. El usuario debe ser registrado previamente, mediante el reconocimiento de su huella dactilar.

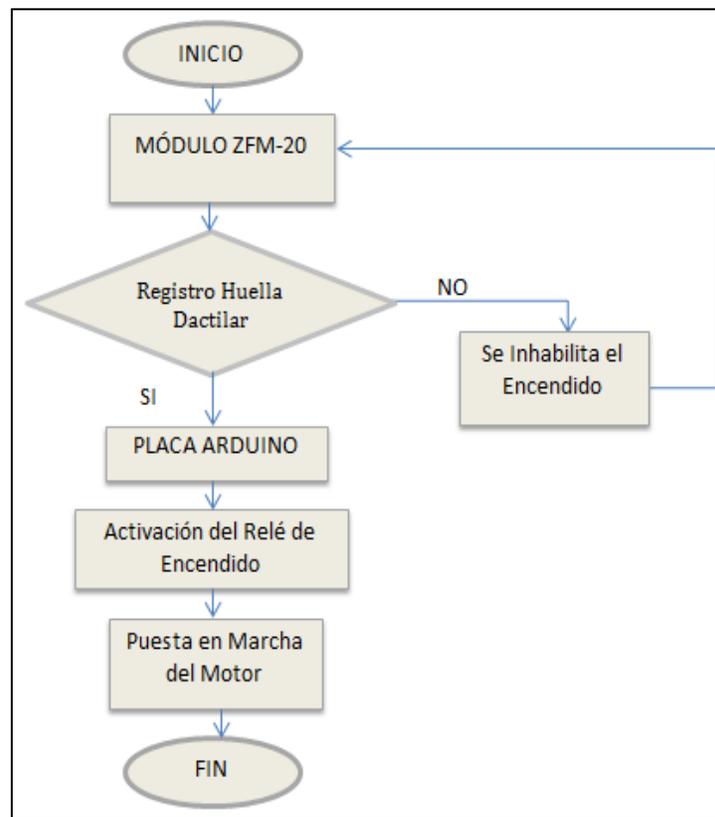


Figura 3.12. Proceso de Encendido del Vehículo.

Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- RASTREO: Para realizar el rastreo del vehículo, se necesita realizar el comando a través de un teléfono inteligente, el número debe ser registrado en la placa Arduino, para su autorización. El usuario debe enviar mediante mensajería instantánea la palabra RASTREAR, lo que permitirá al módulo SIM908, enviar mediante un mensaje los datos

obtenidos hacia el teléfono inteligente, para realizar la visualización del lugar se requiere de Google Maps, que es la aplicación móvil disponible de Google para dispositivos móviles.

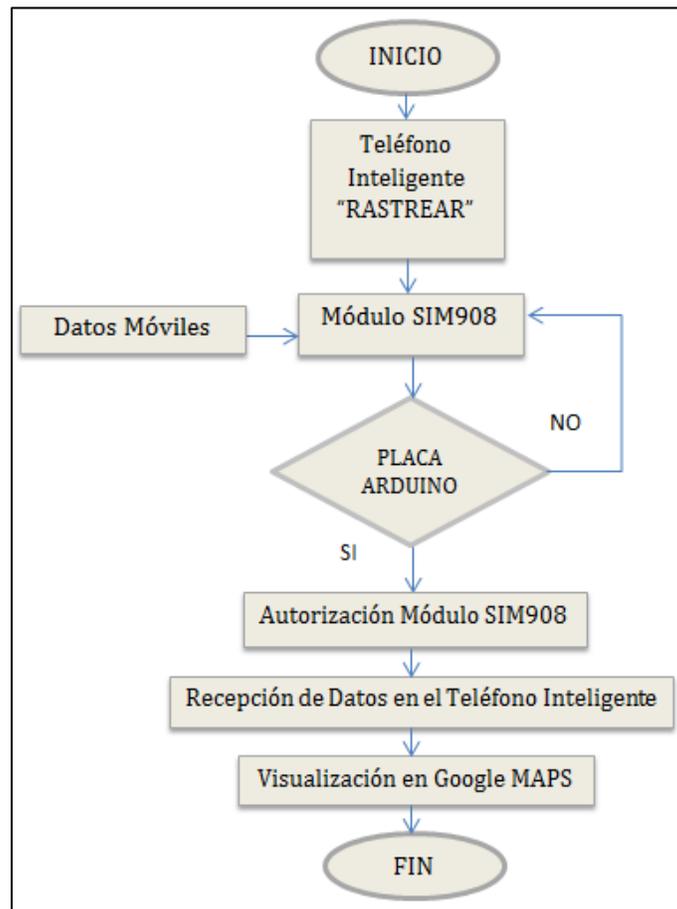


Figura 3.13. Proceso de Rastreo Satelital.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- **INMOVILIZAR:** Para realizar el rastreo del vehículo, se necesita realizar el comando a través de un teléfono inteligente, el número debe ser registrado en la placa Arduino, para su autorización. El usuario debe enviar mediante mensajería instantánea la palabra INMOVILIZAR, que verificado Arduino procede a la activación del relé para que el vehículo se detenga.

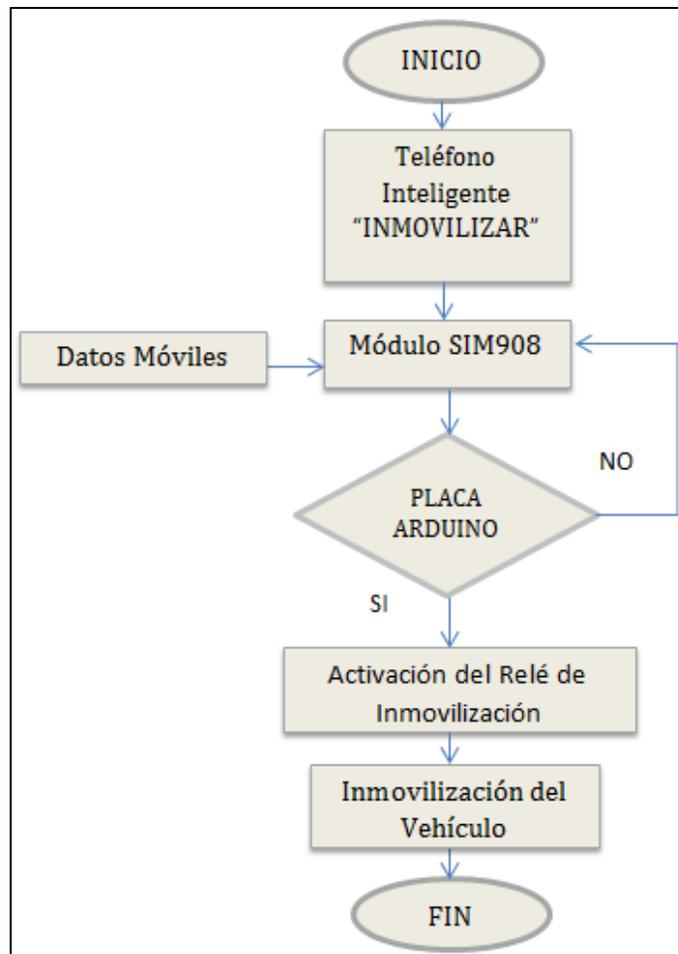


Figura 3.14. Proceso de Inmovilización.

Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- **HABILITAR:** Para realizar el rastreo del vehículo, se necesita realizar el comando a través de un teléfono inteligente, el número debe ser registrado en la placa Arduino, para su autorización. El usuario debe enviar mediante mensajería instantánea la palabra HABILITARR, que verificado Arduino procede a la desactivación del relé para que el vehículo proceda al encendido nuevamente, procediendo a realizar el proceso de encendido para su funcionamiento.

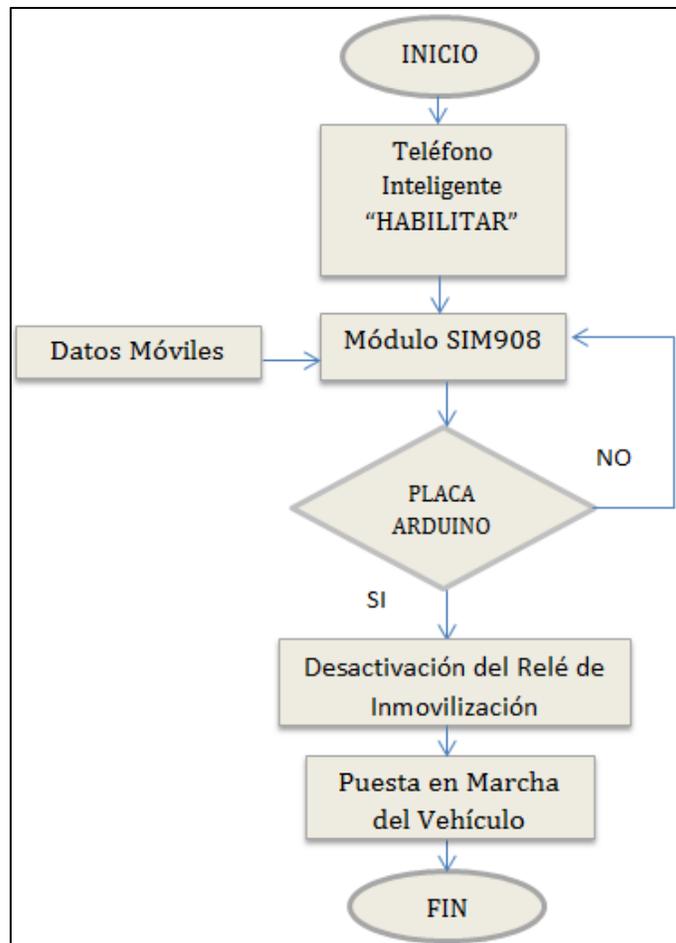


Figura 3.15. Proceso de Habilitación.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

3.6. Confiabilidad

Considerando los datos obtenidos anteriormente, el dispositivo va a contar con una autonomía de una hora y cincuenta minutos, conectado a la batería LiPo, mientras permanezca conectada a la batería del vehículo y esta no presente fallas, el dispositivo va a trabajar sin ningún inconvenientes. Debido a que el dispositivo cuenta con una comunicación serial entre los elementos del mismo, garantizará la adquisición de datos, ejecución de comandos.

El módulo garantiza un nivel de seguridad alto, debido a que el sensor de huellas dactilar, autoriza o no el funcionamiento del vehículo, esto evita que cualquier persona que no esté registrada o vinculada con el módulo de reconocimiento dactilar, sea impedida del uso del vehículo. Para realizar el rastreo e inmovilización del vehículo, el dispositivo requiere la vinculación con un teléfono inteligente, para evitar que cualquier otro usuario pretenda realizar los comandos, el sistema solo se vincula con un número de teléfono, registrado y autorizado para enviar y recibir información del dispositivo, para esto se desarrolló una aplicación en un teléfono móvil en un sistema Arduino, como se observa en la siguiente imagen.



Figura 3.16. Aplicación Móvil.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

Debido a que el módulo SIM908 adquiere los datos de una red móvil local, el dispositivo depende del nivel de señal o conexión de la red, por lo que existe inconvenientes en lugares que tengan problemas para una conexión estable, como lo son túneles, lugares subterráneos, espesa vegetación como bosques, lugares donde exista alta congestión de radiofrecuencia, como hospitales o aeropuertos, ya que el dispositivo puede tener interferencias con las frecuencias de dichos lugares. Para que el dispositivo realice la localización correcta del dispositivo se debe ingresar los datos como lo requiere Google Maps, para esto se recomienda:

- **Ingresar los datos con el formato admisible:**
 - Grados, minutos y segundos (DMS): 41°24'12.2"N 2°10'26.5"E
 - Grados y minutos decimales (DMM): 41 24.2028, 2 10.4418
 - Grados decimales (DD): 41.40338, 2.17403
- Al terminar la búsqueda se despliega un marcador en las coordenadas sobre el mapa virtual de la app de Google Maps.
- Escribir primero las coordenadas de latitud y, a continuación, las coordenadas de longitud.
- Verificar que el primer número de las coordenadas de latitud esté entre -90 y 90, y que el primer número de las coordenadas de longitud esté entre -180 y 180.
- Utilizar puntos como decimales, en lugar de comas. (Google, Google Maps Support, 2016)
 - Correcto: 41.40338; 2.17403.

3.7. Factor Económico

3.7.1. Costo del Dispositivo.

Para el desarrollo del dispositivo electrónico se requirió de los siguientes componentes:

- Placa Arduino Mega 2560.
- Módulo SIM 908.
- Módulo de reconocimiento dactilar ZFM-20 Series.
- Placa Electrónica
 - Plaqueta de Circuito Impreso

- Cloruro Férrico
- Estaño y Pasta para Soldar
- Componentes de Protección:
 - Borneras, Portafusibles y Fusibles, Resistencias, Cableado.
- Brocas para taladros eléctricos
- Conexiones Eléctricas en el Vehículo
 - Dos relés automotrices
 - Porta Relés
 - Cableado
 - Pulsador Selector 2 posiciones
- Batería tipo LiPo de 11.1V

Placa electrónica que permite la alimentación del prototipo desde la batería del vehículo. Los costos aproximados del prototipo realizado para el año 2016 en el Ecuador son.

Tabla 3.3. Costos Elementos del Dispositivo Electrónico.

Arduino	\$ 60,00
Sim 908	\$ 90,00
Sensor biométrico	\$ 75,00
Placa Electrónica	\$ 20,00
Conexiones Eléctricas	\$ 30,00
Batería Auxiliar	\$ 30,00
Materiales varios	\$ 45,00
TOTAL	\$ 350,00

Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

NOTA: Los costos referidos en la tabla 3.3 son aproximados, debido a que los materiales utilizados son importados, el costo de los elementos electrónicos pueden variar a los de la fecha de la adquisición de los mismos, en materiales varios se encuentran costos de movilidad y costos de montaje del dispositivo en la caja de acrílico.

3.7.2. Tiempo de Desarrollo del Proyecto.

3.7.2.1. Metodología Mediante Calculo De Puntos De Función.

Es un método para el dimensionamiento de proyectos de Software. (Giménez, 2002)

Iteración de (Usuarios)

- **Entrada externa (EI):**

- Registro Huella Dactilar
- Inmovilización
- Rehabilitación del Sistema

Pantalla donde el usuario ingresa los datos.

- **Salida externa (EO):**

- Rastreo Satelital

Informe, gráficos, listado de datos, mensaje de error.

- **Consulta externa (EQ)**

- Encendido del Vehículo
- Detención del Vehículo

Recuperar datos y mostrar al usuario (Buscar).

Almacenamiento (Datos)

- **Archivo lógico interno (ILF)**
 - Verificación de la Información del Módulo: Una vez verificada la información el módulo procede a validar con los registros guardados en la memoria del mismo, para autenticar al usuario.

- **Archivo Interfaz externo (EIF)**
 - No Utilizado, no existe otro aplicativo o dispositivo utilizado para el funcionamiento del sistema.

➤ CÁLCULO

La metodología a utilizar es IFPUG FPA y se genera la estimación en base a las historias de usuario obtenidas en el desarrollo del aplicativo. (Giménez, 2002)

- Horas hombre
- Software en meses
- Gastos de proyecto informático

Tabla 3.4. Funciones Según Tipo y Complejidad.

Tipo/Complejidad	Baja	Media	Alta
EI	3 PF	4 PF	6 PF
EO	4 PF	5 PF	7 PF
EQ	3 PF	4 PF	6 PF
ILF	7 PF	10 PF	15 PF
EIF	5 PF	7 PF	10 PF

Fuente, Giménez, (2002), *Puntos de Función, COCOMO y Estimación.*

A continuación se expone los puntos de función sin ajustar, entre la Iteración de (Usuarios), el Almacenamiento (Datos) y la complejidad de las mismas. (Giménez, 2002)

Tabla 3.5. Puntos de Función Sin Ajustar.

	REQUERIMIENTOS	VALOR SEGÚN COMPLEJIDAD	Total de Complejidad
Entrada Externa	3	6	18
Salida Externa	1	7	7
Consulta Externa	2	4	8
Archivo Lógico Interno	1	15	15
SUMATORIA TOTAL			48

Elaborado Por: Bonifaz & Vásconez (2017).

Fuente: Giménez, (2002), *Puntos de Función, COCOMO y Estimación*

A continuación se expone los puntos de función ajustados, mediante el cálculo de las características generales del sistema desarrollado. (Giménez, 2002)

Tabla 3.6. Factor Ajustado.

PUNTOS DE FUNCIÓN AJUSTADOS (PFA)	
Características Generales del Sistema	Nivel de Influencia
1.- Comunicación de datos	5
2.- Procesamiento distribuido	2
3.- Performance	0
4.- Configuración del equipamiento	5
5.- Volumen de transacciones	4
6.- Entrada de datos on-line	5
7.- Interface con el usuario	2
8.- Actualización on-line	0
9.- Procesamiento complejo	4
10.- Reusabilidad	5
11.- Facilidad de implementación	5
12.- Facilidad de operación	1
13.- Múltiples locales	0
14.- Facilidad de cambios	3
<i>Nivel Total de Influencia (Factor Ajustado)</i>	41

Elaborado Por: Bonifaz & Vásconez (2017).

Fuente: Giménez, (2002), *Puntos de Función, COCOMO y Estimación*.

PUNTOS DE FUSIÓN AJUSTADOS (PFA)

$$PFA = PFSA * (0,65 + (0,01 * \text{Factos Ajustado}))$$

Ec. [3.4]

$$PFA = 48 * (0,65 + (0,01 * 41))$$

$$PFA = 48 * (0,65 + (0,41))$$

$$PFA = 48 * (1,06)$$

$$PFA = 50,88$$

$$PFA = 51$$

Tabla 3.7. Estimación según lenguaje de programación.

TIEMPO ESTIMADO DE PROGRAMACIÓN HORAS/HOMBRE	
Lenguaje	Horas de punto de función Promedio
2da generación	25
3ra Generación	15
4ta Generación (Orientado A Objetos)	8

Elaborado Por: Bonifaz & Vásconez (2017).

Fuente: Giménez, (2002), *Puntos de Función, COCOMO y Estimación*.

HORAS/HOMBRE (H/h)

- H/h (Horas/hombre) = $PFA * \text{horas PF Promedio}$
- H/h (Horas/hombre) = $51 * 8$
- H/h (Horas/hombre) = **408** (tiempo estimado de programación)

Ec. [3.5]

Si se considera lo siguiente:

- Mes/h (Mes/hombre) = 8 horas de trabajo normal
- Mes/h (Mes/hombre) = 6 horas de trabajo productivo
- En 1 mes = 22 días

Entonces se llega al siguiente cálculo:

- Mes/h (Mes/hombre)= 408/6
- Mes/h (Mes/hombre)= 68 días de trabajo
- Mes/h (Mes/hombre)= 68/22 días
- Mes/h (Mes/hombre)= **3,1** meses de trabajo considerando 6 horas de trabajo productivo y programando dos personas.

3.7.3. Presupuesto Total del Proyecto.

Para realizar el cálculo del presupuesto para el dispositivo creado, se debe aplicar un estimado de sueldo mensual, en donde el costo total, depende del número de trabajadores, los meses empleados para crear el trabajo e incluir por último los gastos realizados para la creación del trabajo de titulación.

- **Sueldo Mensual Promedio Trabajador** = \$1800 sueldo promedio
- **Gastos varios**= \$750 (Gastos incluyen los costos para la realización del trabajo de titulación y Costo del Dispositivo)
- **Costos**= (Trabajadores*meses de trabajo*suelo desarrollador)+Gastos varios
Ec. [3.6]
- Costos= (2*1,55*1800)+750
- Costos= (5580)+750
- **Costos= \$6.330 valor estimado de desarrollo del dispositivo.**

3.8. Presentación Gerencial

La presentación del dispositivo se realizará con el montaje dentro del vehículo, Volkswagen Gol, tipo hatchback, del año 2004, en donde se demostrará las funciones del dispositivo, el nivel de seguridad y el control de manera remota a través del teléfono inteligente. Comprobando la

validez de los comandos y controlando que solo el usuario registrado, al igual que el teléfono vinculado, sean capaces de controlar el dispositivo.

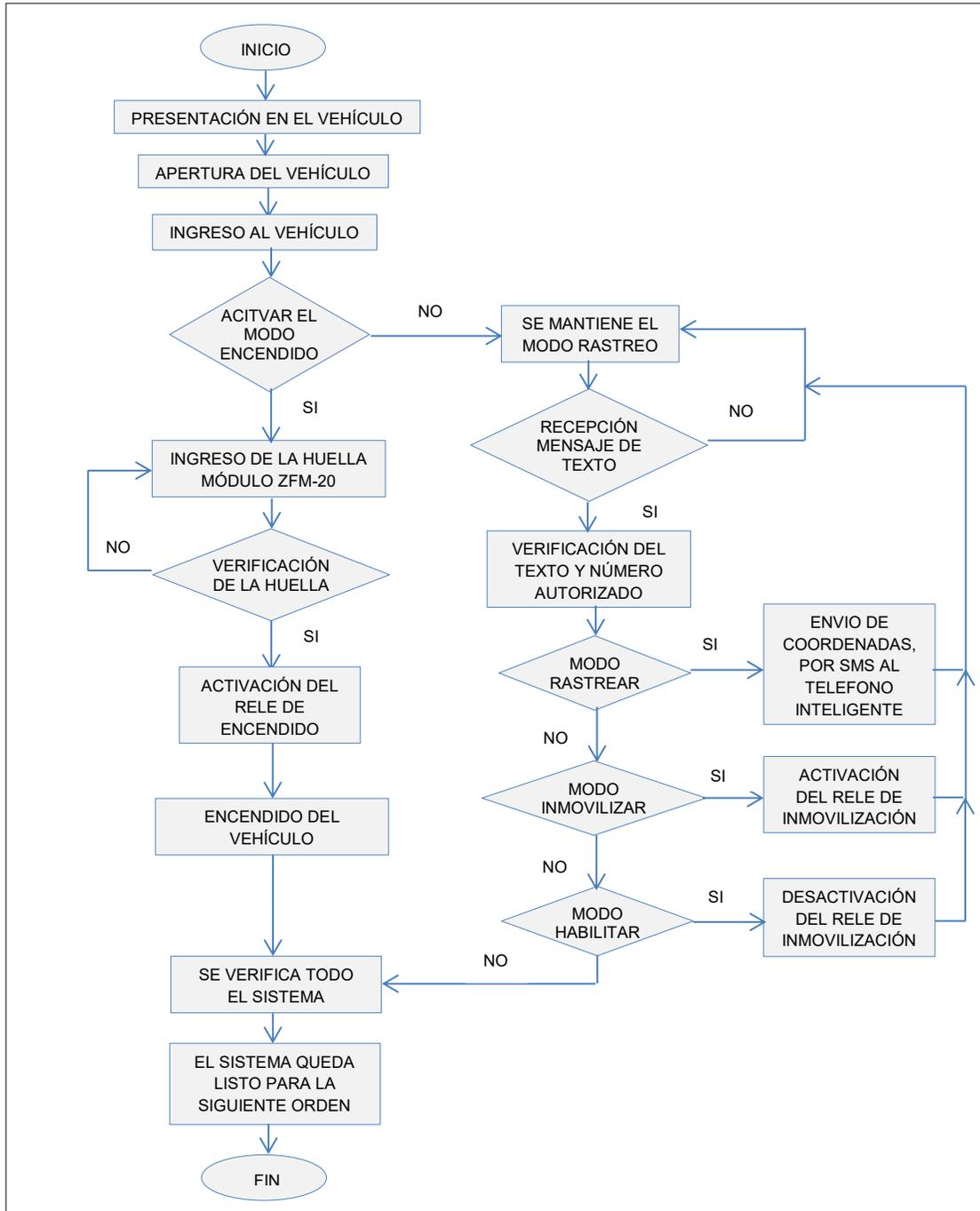


Figura 3.17. Diagrama de Flujo Presentación del Dispositivo en el Vehículo.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- Presentación del Dispositivo:
 - Se lo realiza en el vehículo, primero se requiere la apertura del vehículo, mediante la desactivación de la alarma del vehículo, para poder ingresar al mismo para realizar la presentación del dispositivo, visualizando los elementos utilizados, las conexiones eléctricas y electrónicas del dispositivo, y comprobando la activación de las distintas opciones que ofrece el dispositivo.

- Proceso de Encendido:
 - Ingreso y verificación de la Huella Dactilar, para esto se debe registrar las huellas digitales, en el módulo de reconocimiento dactilar, que permita la activación del relé de encendido, conectando la línea de accesorios del vehículo, para iniciar el arranque del motor y el vehículo se ponga en movimiento.

- Envío de mensajería instantánea desde el teléfono inteligente, mediante el envío de mensajes claros y previamente registrados como lo son: RASTREAR, INMOVILIZAR Y HABILITAR, que son los comandos para el proceso de rastreo e inmovilización. Para esto el número de teléfono de donde se envía debe estar registrado en el módulo SIM908, para que autorice los siguientes procesos:
 - Proceso de rastreo, el dispositivo entrega las coordenadas al teléfono inteligente, el cual deberá vincularse a Google Maps, para poder visualizar en un mapa de la ciudad la localización del dispositivo.
 - Proceso de inmovilización y habilitación, el dispositivo activa o desactiva el relé de inmovilización, que interrumpe la alimentación de la bobina de encendido del vehículo, produciendo que el vehículo se detenga. De la misma manera el dispositivo producirá el paso de corriente cuando el usuario lo requiera.

CAPÍTULO IV

4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DEL DISPOSITIVO

En este capítulo se expone los diagramas para las conexiones requeridas en el automóvil, para poder controlar el encendido, la inmovilización y habilitación del automóvil. Se muestran los puntos de conexiones entre el dispositivo y el automóvil, los elementos requeridos para realizar el empalme de las conexiones, y la explicación para poder desarrollar los procesos de control del Encendido y los procesos de inmovilización y habilitación del vehículo.

Se dispone de los programas usados para la realización del proyecto, su proceso de adquisición, en donde se va a recomendar los lugares o puntos para poder descargar en caso de ser necesario, los programas incluyen SFGDemo v2.0, usado para el registro de la huella digital, en el módulo de reconocimiento de huella dactilar, y el programa IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), que es el programa desarrollado por Arduino para la programación de proyectos realizados en sus productos, en donde se va a programar los comandos requeridos para el funcionamiento del dispositivo, para esto se va a requerir vincular la placa Arduino con el módulo lector de huellas digitales y el módulo SIM908, que permiten o no realizar los procedimientos necesarios para realizar la geolocalización, proceso de inmovilización y habilitación del vehículo y el medio para ser vinculado el teléfono inteligente con el dispositivo.

la línea de accesorios, y C3 que es la línea del relé de inmovilización, que se conecta a la línea de alimentación de la bobina de encendido del vehículo.

- C1: Corte 1, Conexión de Alimentación.

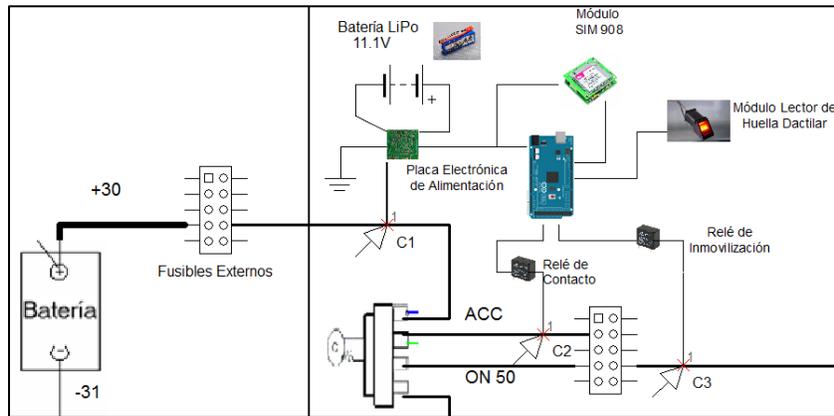


Figura 4.2. Corte C1, Proceso de Alimentación.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

Para lograr la alimentación del dispositivo se requiere de la alimentación de la batería del automovil, al igual que una batería tipo LiPo, la conexión de batería se visualiza en el punto C1, para realizar la conexión de estas alimentaciones se diseño una placa electrónica, con cuatro fusibles.

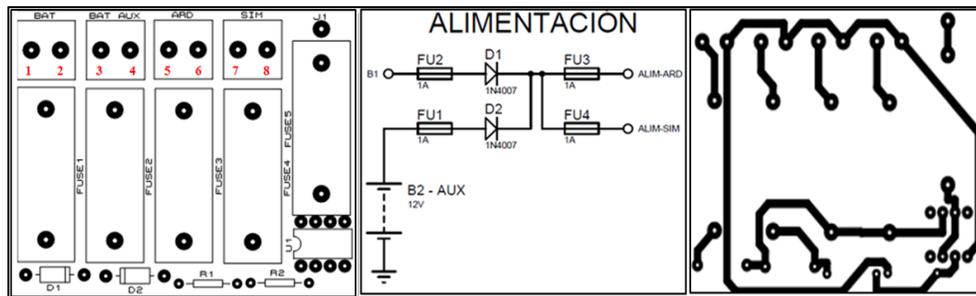


Figura 4.3. Placa Electrónica de Alimentación.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- La placa electrónica cuenta con cinco fusibles de protección, que permiten garantizar el control de la alimentación del dispositivo, evitando sobrecargas o fallas por mala manipulación al momento de conectar las baterías.
 - 1,2: Es una bornera con dos entradas que sirve para conectar la alimentación proveniente de la batería, al igual que la masa del vehículo, para que exista corriente para el funcionamiento del dispositivo.
 - 3,4: Es una bornera de dos entradas para la alimentación de la batería tipo LiPo, las conexiones negativas van a estar conectadas en la placa, resultando una conexión en paralelo de las baterías, generando de esta forma una masa común para el dispositivo.
 - 5,6: Es una bornera con dos salidas para la alimentación de la Placa Arduino, de este punto se desprenderá las líneas positivas y negativas para el módulo de control del dispositivo, que a su vez alimenta al módulo de reconocimiento dactilar y los relés que van a controlar el encendido e inmovilización del dispositivo.
 - 7,8: Es na bornera con dos salidas para la alimentación del módulo SIM908, este módulo va a estar alimentado independiente de la placa Arduino, pero para el control del mismo requiere de una conexión a la placa, para que cumpla con su función, de recepción y entrega de datos de geolocalización, y para el control del dispositivo de forma remota desde un teléfono inteligente.
 - D1, D2: La placa posee dos diodos que impiden la conexión entre las baterías, evitando que se alimenten una a otra, en especial la batería tipo LiPo, caso

contrario la batería dejaría de alimentar solo al dispositivo, y la corriente sería absorbida por la batería del vehículo.

- C2 y C3: Corte 2 y Corte 3. Conexión para el Encendido e Inmovilización del vehículo.

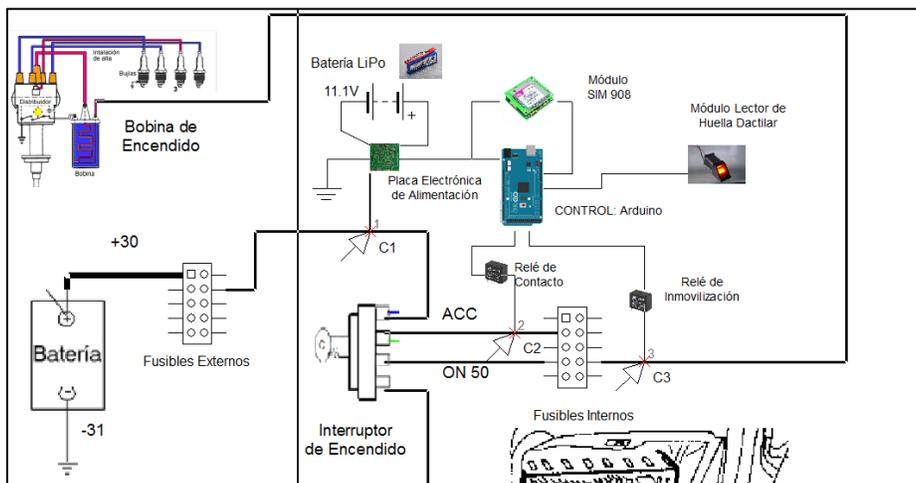


Figura 4.4. Corte C2 y C3, Proceso de Encendido e Inmovilización.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- El corte C2, es la conexión del relé de contacto, que interrumpe la línea de accesorios del vehículo, el relé se conecta a la placa Arduino para obtener su alimentación y proceso de activación. Para realizar la activación la placa Arduino.

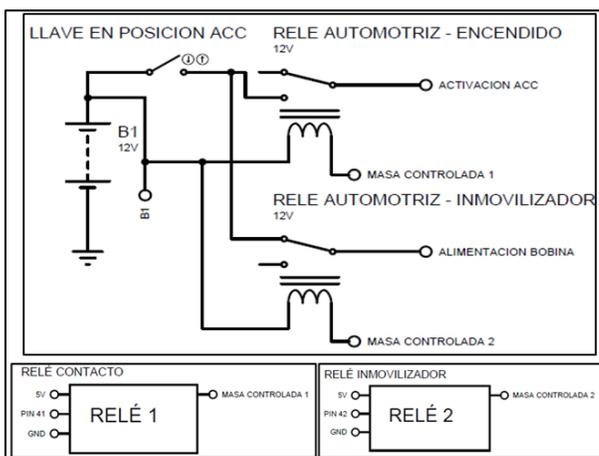


Figura 4.5. Accionamiento Relés de Encendido e Inmovilización.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

4.2.1.1. **Registro de un Nuevo Usuario.**

Para realizar el registro de los usuarios para realizar el encendido del vehículo, se deben generar los patrones para la creación de plantillas, para realizar este registro, se debe realizar los siguientes pasos:

1. Cargar el programa blank.info
2. Conectar el sensor en el Arduino mediante el siguiente cableado (cable rojo a 5v, cable negro a tierra, cable blanco a pin digital 0 de Arduino, cable verde a pin digital 1 de Arduino).
3. Abrir el programa SFGDemo V2.0 para grabar una nueva huella dactilar.
4. Dar click en open device para generar comunicación con el sensor seleccionar puerto del Arduino
5. Al reconocer el sensor da una alerta de que el proceso se produjo de forma satisfactoria
6. Para grabar una imagen de un nuevo usuario se debe dar click en enroll, y seleccionar la dirección en la que se quiere guardar la captura del dedo
7. Después de seleccionar se debe ubicar el dedo en el sensor para que se guarde la imagen.
8. Verificar que la huella ha sido guardada de forma correcta
9. Finalmente las huellas dactilares se guardan en la memoria del sensor

4.2.2. **Uso de Entorno de Desarrollo Integrado (IDE).**

- a) Para poder instalar el programa es necesaria su descarga en la página:
<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- b) Una vez descargado se necesita ejecutar el programa, para proceder con la instalación

c) Se abre una ventana donde se escoge los componentes que se desean instalar

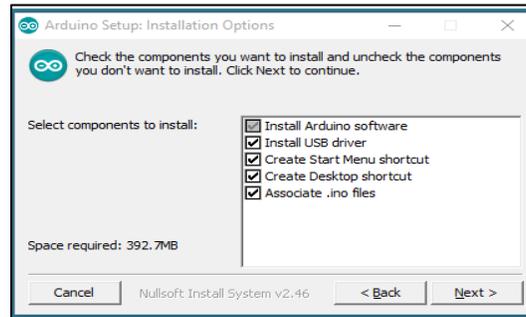


Figura 4.7. Proceso de Selección Complementos IDE (Entorno de Desarrollo Integrado).
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

d) Se aplasta en el botón siguiente o next, para poder continuar con la instalación.

e) Finalmente el programa se carga junto con sus complementos y está listo para su uso.

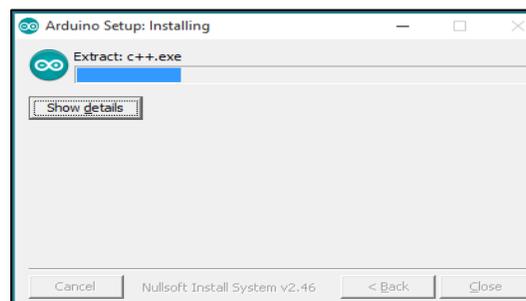


Figura 4.8. Proceso de Instalación IDE (Entorno de Desarrollo Integrado).
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

4.2.2.1. Aplicación en Entorno de Desarrollo Integrado IDE

Al abrir el programa se desplegará un cuadro de programación, o el entorno de Arduino donde se procederá a escribir los códigos para el desarrollo de la aplicación.

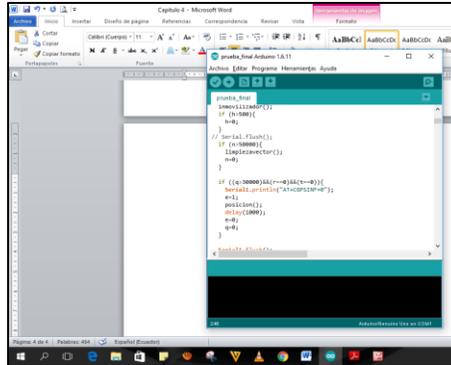


Figura 4.9. Aplicación IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), *Proceso de Programación*.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

Al desarrollar nuestra aplicación, se debe introducir la vinculación con Adafruit, que es el software del lector de huellas dactilar, vamos a acceder a la librería del sensor para autorizar el control del relé del Encendido, para esto se debe realizar el proceso para el ingreso de huellas en el módulo lector de huella dactilar, realizado en el programa SFGDemo V2.0.

Para controlar el SIM 908 se va a tener que conocer y escribir los códigos AT del módulo, en donde vamos a tener que registrar el número del chip del teléfono celular para autorizar al usuario dentro de la placa Arduino, algunos de los comandos utilizados para este proceso son:

- AT+CGPSINF: Entrega al día la información de ubicación GPS, entrega datos actuales del lugar en donde se encuentra el módulo.
- AT+CGPSSTATUS?: Da información acerca del estado del GPS.
- AT+CGPSPWR: Es el control de potencia del GPS, control para el encendido del GPS.
- AT+CGPSRST: Herramienta para resetear el GPS, sistema de protección del módulo.
- AT+CMGF: Seleccionar Formato De Mensajes SMS (Servicio de Mensajes Simples).
- AT+CMGS=""+5939870XXXXX\ : Enviar Mensaje SMS (Servicio de Mensajes Simples), al número indicado.
- Para conocer más códigos AT, ingresar en Anexos 3.

Con estos códigos vamos a poder adquirir los datos provenientes de los receptores GPS y GSM del módulo, vamos a poder enviar y recibir los comandos enviados de manera remota desde el teléfono inteligente, para poder controlar el dispositivo, que controlará el encendido, el rastreo e inmovilización del vehículo.

4.3. Normas de Seguridad Eléctrica para la Instalación del Dispositivo Electrónico

4.3.1. Cálculo para el Dimensionamiento del Cable Conductor

Tabla 4.1. Datos de Consumo del Dispositivo y sus Elementos.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO	CAPACIDAD	TENSIÓN
Arduino	500 mA		Requerida T < 20 V CC.
SIM 908	153 mA		
Sensor Huella Dactilar	150 mA		
Relés	90 mA (180 mA)		
Dispositivo	983 mA		
Dispositivo + Factor de Seguridad	1229 mA		
Consumo en 1 hora	1229 mAh		
Batería del Automovil		50 Ah	11-14 V
Batería LiPo		2266 mAh	11.1 V

Fuente: Bonifaz & Vásquez

Potencia Requerida, $P: I \cdot V$, se analiza la potencia requerida para los elementos de control y el módulo SIM908, debido a que la alimentación del lector de huellas digitales y los relés se va a adquirir de la placa Arduino.

- Placa Arduino:
 - Consumo Arduino: 500 mA., Consumo Sensor Lector de Huella: 150 mA., Relés: 180 mA.
 - Voltaje máximo de las Baterías: 13.8 V entregada por la batería del vehículo
- P: $I \cdot V = 830 \text{ (mA)} \cdot 13.8 \text{ (V)} = 0.83 \text{ (A)} \cdot 13.8 \text{ (V)} = 11.45 \text{ W}$.**
- Ec. [4.1]

- SIM 908:
 - Consumo SIM908: 153 mA.
 - Voltaje máximo de las Baterías: 13.8 V entregada por la batería del vehículo
- P: $I \cdot V = 153 \text{ (mA)} \cdot 13.8 \text{ (V)} = 0.153 \text{ (A)} \cdot 13.8 \text{ (V)} = 2.11 \text{ W}$.**
- Ec. [4.2]

Tabla 4.2. Parámetros de Cables.

Sección (mm ²)	Diámetro (mm ²)	Intensidad máxima (A)	Potencia máxima (W)
1.5	1.4	11	132
2.5	1.8	15	180
4	2.3	20	240
6	2.8	25	300
10	3.6	34	408
16	4.5	45	540
25	5.6	59	708

Fuente: Vidal, Mas y González, (2006), *Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confort*, Pg.32.

De acuerdo a la tabla 4.2, para la selección del cable se requiere de un cable sección de 1.5 milímetros cuadrados, que soporta hasta 11 amperios y 152 vatios de potencia. Este tipo de cable va a servir para conectar la alimentación de la batería del vehículo a la placa electrónica del dispositivo y va a servir para realizar la unión en los cortes de las líneas de los relés que controlan el paso de corriente para realizar el proceso de encendido e inmovilización.

- Relés:
 - Consumo Relés: 90 mA.
 - Voltaje: 5 V entregada por la placa Arduino.
- P: $I \cdot V = 90 \text{ (mA)} \cdot 5 \text{ (V)} = 0.9 \text{ (A)} \cdot 5 \text{ (V)} = 4.5 \text{ W}$.**

Ec. [4.3]

- Lector de Huellas Dactilares:
 - Consumo SIM908: 150 mA.
 - Voltaje: 5 V entregada por la placa Arduino
- P: $I \cdot V = 150 \text{ (mA)} \cdot 5 \text{ (V)} = 0.15 \text{ (A)} \cdot 5 \text{ (V)} = 0.75 \text{ W}$.**

Ec. [4.4]

Tabla 4.3. Parámetros Selección de Cables.

Calibre	Mils circulares	Diámetro mm	Amperaje
7	20,818	3.67	44.2
8	16,509	3.26	33.3
9	13,090	2.91	26.5
10	10,383	2.59	21.2
11	8,234	2.30	16.6
12	6,530	2.05	13.5
13	5,178	1.83	10.5
14	4,107	1.63	8.3
15	3,257	1.45	6.6
16	2,583	1.29	5.2
17	2,048	1.15	4.1
18	1,624	1.02	3.2
19	1,288	0.91	2.6
20	1,022	0.81	2.0
21	810.1	0.72	1.6
22	642.4	0.65	1.2
23	509	0.57	1.0

Fuente: Taringa, *Como Calcular Transformador*, (2011).

Para la conexión de los relés y el proceso de comunicación de los módulos con la placa Arduino, tanto la comunicación del SIM908, como el lector de huellas dactilares. Este cable requerido es un cable para protoboard, servible para insertar en las entradas de las placas, ya que sus terminales son finos, un cable utilizado por el módulo de lector de huellas digitales, un cable estandarizado 22 AWG, de sección 0.33 milímetros cuadrados, un cable que soporta 1.2

amperios para distancias cortas, que es suficiente para realizar la alimentación y control del módulo lector de huellas dactilares, la alimentación y control de los relés y la comunicación del SIM908 con la placa Arduino.

4.3.2. Proceso para la Instalación del Dispositivo

- **Conexiones en la Placa Arduino:** Se requiere que todos los elementos estén conectados, esto quiere decir las conexiones de alimentación y control del lector de Huellas Digitales, líneas de comunicación con el Sim908 y las líneas de alimentación y comunicación con los relés.
- **Instalación Eléctrica en el Vehículo:** Para realizar la instalación en el vehículo, se debe encontrar la línea de alimentación de la batería, una unión para generar la masa con el dispositivo. Reconocer cuales son las línea de alimentación de la bobina y la línea de control de accesorios, realizar los cortes respectivos de estas líneas y para realizar la unión con una cinta o espagueti térmico, evitando que estas juntas se desprendan, y conectándolas en las líneas de control de los relés.
- **Proceso de Alimentación:** Se recomienda para realizar la conexión de las baterías al dispositivo la conexión en primera instancia de la línea negativa y luego la línea positiva, posterior a esto conectar la batería auxiliar. Evitando que la batería tipo LiPo se consuma en vano y por un simple hecho de seguridad debido a que la tensión nominal y la capacidad de la batería del vehículo es mayor. Si se requiere el cambio de la batería del vehículo, se necesita realizar el proceso inverso, esto quiere decir desconectar la batería tipo LiPo, luego desconectar la línea positiva y por último la línea negativa. Realizar el cambio y seguir el procedimiento de alimentación del dispositivo.

CAPÍTULO V

5. VISUALIZACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES

En este capítulo se va a analizar el desarrollo de la aplicación móvil, creada para comandar el dispositivo a distancia, a través de un teléfono inteligente, mediante el uso de esta aplicación el usuario del dispositivo, va a poder visualizar la localización del vehículo, y realizar el proceso de inmovilización y habilitación del vehículo para su uso. La plataforma App Inventor, permite desarrollar aplicaciones de forma didáctica mediante enlace de bloques, una aplicación intuitiva, en donde el desarrollador va a tener que escoger el camino adecuado para poder crear su aplicación. Pese a que tiene una forma básica para la realización de los proyectos, es una aplicación adecuada para satisfacer las necesidades de crear aplicaciones móviles.

Para realizar los comandos el usuario debe ingresar a la aplicación, la cual va a estar instalada en el dispositivo, y solo deberá pulsar la pantalla táctil del teléfono, pulsando de esta forma los botones, que van a estar programados para el envío y recepción de mensajes, los cuales van a ser enviados al módulo SIM908, que va a ser el encargado de comunicar estos comandos a la placa Arduino, para realizar la verificación del número del usuario y realizar la autorización para poder realizar los comandos que requiera realizar el usuario. El aplicativo va a ser vinculados con la aplicación Google Maps para poder visualizar la localización del vehículo cada vez que el usuario disponga de este comando, para realizar todo el proceso el número del SIM908, para su verificación se realizaron las pruebas pertinentes para constatar la confiabilidad del dispositivo, que se exponen en este capítulo.

5.1. Uso de APPINVENTOR 2

Es una plataforma o aplicación virtual, desarrollada por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, para conocer acerca de la aplicación se puede ingresar a: <http://www.appinventor.org/about>, que es un sitio para aprender y enseñar cómo programar aplicaciones para móviles con la aplicación Inventor del MIT. (Technology, 2016)

5.1.1. Ingreso A La Página De APPINVENTOR 2.

La aplicación se encuentra en la red, se necesita ingresar a cualquier buscador para poder ingresar a la página web del App Inventor, para poder desarrollar una aplicación móvil:

- a) Ingresar en un buscador de internet, ingresar a App Inventor 2.
- b) Se re direcciona a la página web de App Inventor 2, del Instituto Tecnológico de Massachusetts.
- c) Al ingresar en la página de la aplicación, te permite ingresar a través de una cuenta de Gmail.
- d) Te direcciona a la página: http://ai2.appinventor.mit.edu/Ya_tos_form.html, para aceptar las condiciones.
- e) Posterior a la aceptación de las condiciones, se direcciona a la página <http://ai2.appinventor.mit.edu/>, para poder desarrollar una aplicación móvil para dispositivos con sistema Android.

5.1.2. Desarrollo de la Aplicación.

- a) Para realizar una nueva aplicación se pulsa en el botón: Start New Project, se ingresa el nombre para la creación de un nuevo proyecto

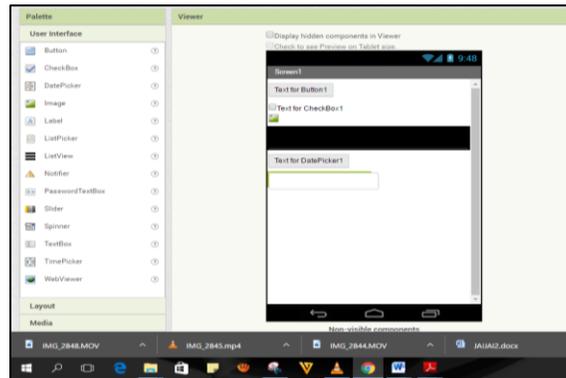


Figura 5.1. Diseño de Aplicación, *App Inventor*.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- b) Se abre una página en donde se muestra una pantalla similar a la de los teléfonos inteligentes, donde se puede desarrollar e ingresar los elementos que se requieren para la aplicación del proyecto. Esto se realiza en la parte de diseño.
- c) En la parte de bloques se realiza la programación de bloques, para que el software sepa comprender los comandos que se requieren realizar.

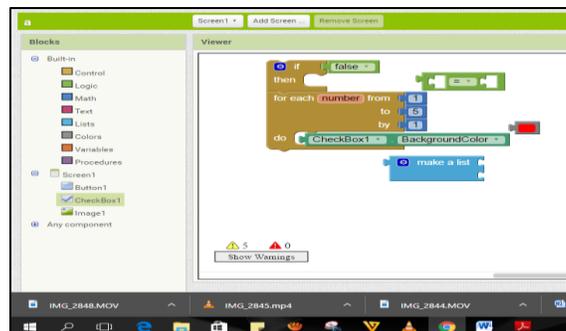


Figura 5.2. Diagrama de Bloques, *App Inventor*.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

5.2. Aplicación Móvil para el Dispositivo

A continuación se visualiza la aplicación creada para el dispositivo, una aplicación de fácil uso para poder ser utilizada por cualquier persona, que tenga un grado mínimo de conocimiento en la utilización de teléfonos inteligentes. Esta aplicación va a estar ensamblada con una imagen, un mensaje de texto para visualizar los datos del rastreo satelital, botones para poder realizar los comandos del dispositivo, que son: Rastreo, Inmovilización y Habilidad del Sistema. La aplicación va a estar configurada para ser vinculada con el número de teléfono que contiene el dispositivo, y vinculada con la aplicación de Google Maps para poder visualizar la localización del vehículo.

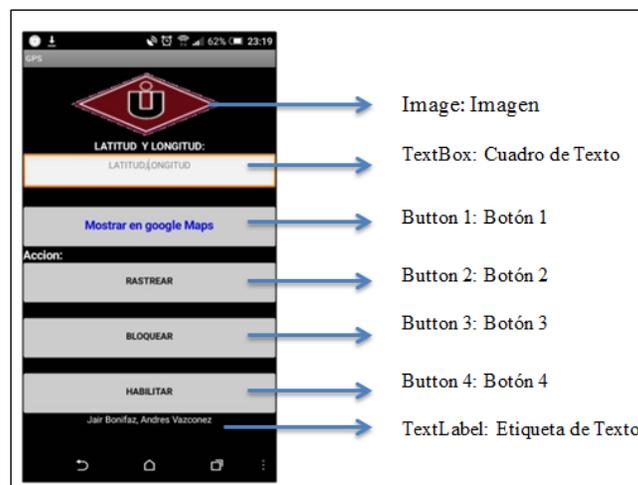


Figura 5.3. Configuración de la Aplicación Móvil.

Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- **Image:** La imagen puede ser subida desde el ordenador, seleccionando Upload File, se rastrea la imagen y se coloca en la aplicación, dentro del desarrollo de la aplicación se puede modificar la imagen, el tamaño, la posición e incluso realizar animaciones de la misma.

- **Text Box:** Este elemento sirve para la visualización de los mensajes que se receipten desde el dispositivo, se va a visualizar la localización, exponiendo la latitud y longitud para poder ser visualizados en Google Maps.
- **Button 1:** Mostrar en Google Maps, este botón re direcciona los datos obtenidos a la aplicación de Google Maps, para poder ser visualizado la localización del vehículo.



Figura 5.4. Visualización en Google Maps.

Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- **Button 2:** Rastrear, este botón envía un mensaje al dispositivo con la palabra RASTREAR, para que este una vez autorizado por la placa Arduino, envíe los datos de geolocalización.
- **Button 3:** Bloquear, este botón envía un mensaje al dispositivo con la palabra INMOVILIZAR, para que una vez autorizada por la placa Arduino, se realice la activación del relé de inmovilización y el vehículo se detenga.
- **Button 4:** Habilitar, este botón envía un mensaje al dispositivo con la palabra HABILITAR, para que una vez autorizada por la placa Arduino, se realice la desactivación del relé de inmovilización y el vehículo pueda ponerse en marcha.

- **TextLabel:** Se expone el nombre de los desarrolladores del proyecto, tanto del dispositivo como de la aplicación.

5.3. Pruebas de Funcionamiento

Hay que tener claro antes que nada que el prototipo tiene tres mecanismos, que son: Geolocalización, Inmovilización y restricción para el Encendido que se los obtiene con el sensor de huella dactilar y el módulo SIM908, controlado a través de la placa Arduino. Controlado de manera remota a través de un teléfono inteligente, las pruebas realizadas se detallan a continuación.

MODO 1: PERMISO PARA EL ENCENDIDO DEL VEHÍCULO

Se coloca la llave del vehículo hasta la posición de contacto, pero el tablero de instrumentos no se enciende, ya que hasta no activar el modo dos que enciende el lector de huellas digitales, que es por medio del botó pulsador de dos posiciones, no se puede ingresar la huella para que el relé de encendido se active y permita el arranque del motor. El procedimiento es el siguiente:

1. Activación del sensor de huellas dactilares, activar el botón pulsador



Figura 5.5. Activación del Sensor de Huella Dactilar.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

2. Ingreso de la huella dactilar registrada



Figura 5.6. Activación del Encendido.

Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

3. Activación del relé de encendido del vehículo, que permite el arranque del motor.

MODO 2: RASTREAR-GEOLocalIZACIÓN

En este modo se permite conocer la localización del vehículo con la ayuda del Arduino y el SIM908, el prototipo debe estar montado en un vehículo y necesitamos la utilización de un celular con sistema operativo Android, todo esto se logra con el envío de un mensaje con la palabra RASTREAR al número del chip del prototipo. El dispositivo sí reconoce el número celular del usuario, previamente registrado, autoriza el envío o no de la información de las coordenadas, con la ayuda de la aplicación Google Maps se visualiza las coordenadas y esta proporciona el lugar exacto de donde se encuentra el vehículo.

1. Se envía la palabra RASTREAR

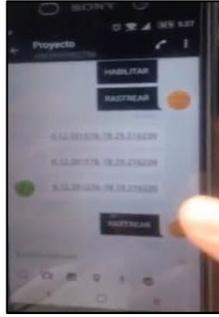


Figura 5.7. Envío de Mensaje Rastrear.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

2. Se coloca las coordenadas de respuesta en GOOGLE MAPS



Figura 5.8. Visualización en el dispositivo móvil.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

3. Una vez realizado este proceso, se coteja la ubicación del automotor, con la visualizada en el teléfono móvil.

MODO 3: INMOVILIZACIÓN

El modo tres se lo conoce como inmovilización pues por medio de un mensaje con la palabra INMOVILIZAR bloqueando el vehículo siempre y cuando el vehículo este en modo geolocalización, haciendo que se desactive la bobina, por lo tanto el vehículo se apaga, para lograr el encendido se debe enviar otro mensaje con la palabra HABILITAR al prototipo

haciendo que el relé se inactive haciendo posible el paso de corriente y por ende permitiendo que el vehículo se encienda.

1. Envío del mensaje INMOVILIZAR, que activa el relé de inmovilización.

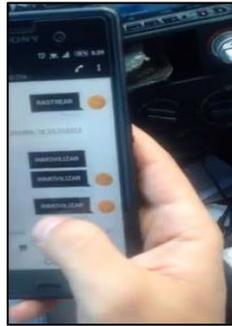


Figura 5.9. Envío de Mensaje Inmovilizar.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

2. Envío del mensaje HABILITAR, que inactiva el relé de inmovilización.

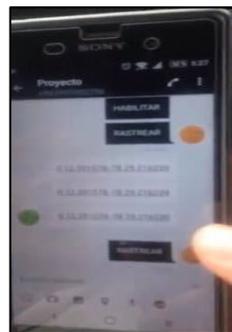


Figura 5.10. Envío de Mensaje Habilitar.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

3. Realizar el Proceso de Encendido, mediante el registro de la huella dactilar, repitiendo el proceso del Modo 1: Permiso Para El Encendido Del Vehículo.

5.4. Consideraciones para el Uso del Dispositivo

El prototipo debe tener ciertas consideraciones para su funcionamiento, entre las cuales están:

- Debido a que el dispositivo cuenta con tecnología GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), y toma los datos de una red móvil, la exposición del mismo debe ser en un área de cobertura de la red.
- Las antenas de GSM y GPS del módulo SIM908, deben colocarse en una correcta posición y adecuada localización, para la recepción de los datos.
- Se debe mantener con saldo la línea telefónica, para que se adquiera los datos de la red y se recpte los datos al teléfono móvil, mediante mensajería instantánea.
- Se recomienda el registro de varias huellas digitales de un usuario, por problemas en el reconocimiento de las mimas.

Para que se garantice el correcto funcionamiento del dispositivo, el usuario debe:

- No manipular el dispositivo por personas ajenas al diseño del proyecto.
- No intentar ingresar nuevos usuarios al módulo de reconocimiento de huella dactilar. Previo acuerdo al registro de usuarios por parte del usuario y los diseñadores del dispositivo.
- Consultar posibles fallas por desconexión de la batería del vehículo, en caso de errores en la ejecución de los comandos del sistema, posteriores a esta acción.
- No verter ninguna clase de líquidos sobre el dispositivo.
- No exponer el dispositivo directamente a los rayos solares, la exposición prolongada al calor, puede causar daños e inconvenientes en el funcionamiento del dispositivo.

Dentro de la garantía del dispositivo, se acuerda que:

- Los diseñadores del dispositivo garantizan el diseño, la efectividad de la placa Electrónica, se hacen cargo por inconvenientes de la misma.
- Los elementos electrónicos como la placa Arduino, el módulo SIM908, el módulo de reconocimiento dactilar ZFM-20 Series, poseen una garantía de un año por parte del proveedor a partir de su adquisición, los diseñadores del dispositivo no pueden garantizar los elementos por futuro daños de los mismos.
 - Exceptuando en: Daños por mala conexión de los componentes electrónicos, fallas en el vehículo por la instalación del dispositivo.

Advertencia: El dispositivo es un elemento ajeno a los componentes electrónicos del vehículo, por lo cual afecta a la garantía del fabricante del automotor en la instalación del dispositivo.

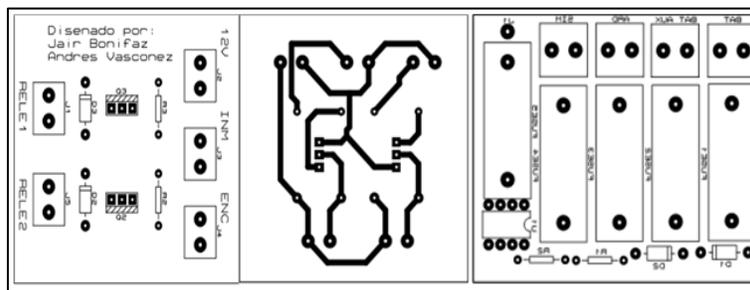


Figura 5.11. Diseño de Circuitos elaborado por los Desarrolladores.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

5.5. Amenazas con el Funcionamiento del Dispositivo

El dispositivo es controlado de forma remota por medio de un teléfono inteligente, para dispositivos Android está disponible la aplicación, para dispositivos que se manejen con un sistema operativo diferente, se puede manipular a través de mensajería instantánea, enviando los

comandos RASTREAR, INMOVILIZAR y HABILITAR. Pero esta comunicación entre el usuario y el dispositivo puede tener varios inconvenientes debido a factores como:

- Desconexión Total del dispositivo:
 - Debido a la falta de una corriente adecuada de alimentación para el dispositivo, la comunicación será inexistente con el usuario.

- Falta de una buena señal de las antenas del dispositivo:
 - Las antenas receptoras de red GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) y rastreo GPS (Sistema De Posicionamiento Global), deben ser colocadas en un lugar accesible para que exista una buena recepción de los datos GPS (Sistema De Posicionamiento Global) y GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) de la red móvil.

- Falla en el reconocimiento de la huella dactilar:
 - Debido a que la pantalla del sensor puede estar contaminada, requiere limpieza de la misma.
 - Mala colocación del dedo, la huella dactilar no se puede leer correctamente.
 - Mala lectura de la huella, debido a cortes o problemas en la piel del usuario, se recomienda el registro de dos o más huellas, para prevenir inconvenientes.

- Mala conexión con la red móvil, debido a una pobre recepción de la señal de la red móvil, los factores a considerar son:

- Lugares donde existe una mala recepción, debido a que la frecuencia utilizada por la red móvil no es la adecuada, para la conexión con el dispositivo o el teléfono inteligente, en especial en lugares perimetrales de la ciudad.
 - Lugares con mala transmisión de la señal u obstáculos, debido a que en el área de servicio, puede existir una gran cantidad de edificios o maleza que impide que las señales de la red móvil, sea obtenida con claridad para el envío de los datos requeridos por el usuario.
 - Lugares como estacionamientos subterráneos o túneles el dispositivo no va a obtener la señal de la red móvil adecuada para su comunicación.
 - Modelo del teléfono inteligente, el teléfono puede tener fallas de conexión con la red móvil local, se recomienda conocer la adaptabilidad del dispositivo con la misma.
- Utilización de una red saturada debido a:
 - Actualmente la red GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), se ha disminuido su uso debido a que las aplicaciones de comunicación utilizan la red GPRS (Servicio General De Paquetes Vía Radio), que es la red encargada de la transmisión de datos móviles o uso de internet, por lo que la mensajería instantánea de la red GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) se ha visto liberada para su uso. No obstante el uso de llamadas no deja de ser un inconveniente ya que la red puede colapsar en ocasiones de alto flujo de llamadas por medio de un dispositivo móvil, en especial en fechas claves, como lo son festividades por Navidad y Año nuevo, y en casos fortuitos de eventos catastróficos que pueden surgir en el país como terremotos o procesos eruptivos

de un volcán, en donde la comunicación por medio de la red móvil se vería saturada.

- Falta de cupo en el chip del dispositivo:
 - El dispositivo funciona a través del envío de mensajería instantánea, los datos que recibe el usuario en su teléfono son enviados en forma de mensajes cortos, por lo tanto el dispositivo debe contar con cupo para poder enviar los datos al teléfono inteligente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Los elementos utilizados para el desarrollo del proyecto, son fácilmente programables por medio de un ordenador personal, a través de programas disponibles por los marcas. Elementos creados para el desarrollo de proyectos, diseñados para personas que sean profesionales o simplemente aficionados a la tecnología.
- El prototipo cuenta con todas las características electrónicas y físicas necesarias para ser adaptado de manera óptima dentro de un vehículo, brindando un sistema seguridad exclusivo como lo es el módulo de reconocimiento dactilar, y que brinda la posibilidad de realizar los procesos de rastreo e inmovilización del vehículo, de forma remota a través de un teléfono inteligente.
- El prototipo es adaptable a cualquier vehículo, debido a que obtiene la alimentación para su funcionamiento de la batería propia del vehículo, además incluye una batería de seguridad en caso de una desconexión de la batería del vehículo. Y debido a que los elementos usados son de bajo consumo de corriente, y que para el desarrollo del dispositivo se dispuso de un factor de seguridad del veinticinco por ciento, el mismo va a contar con una autonomía de una hora y cincuenta minutos, a partir de la conexión con la batería auxiliar.
- Para realizar el proceso de encendido e inmovilización, se tuvo que realizar cortes en el circuito eléctrico del automóvil, los cuales no afectaron al sistema eléctrico y electrónico

del mismo, debido a que solo se va a restringir el paso de corriente, aplicando el uso de relés para el control de esas líneas de alimentación.

- Se requirió elaborar el diseño e implementación de una aplicación móvil, que facilite la comunicación inalámbrica entre el usuario y el dispositivo que controla el automóvil. Para que se visualice la ubicación en el teléfono inteligente, y se realice el comando de inmovilización y habilitación del automóvil.
- Se debió realizar la vinculación con la aplicación Google Maps, que permite realizar la visualización del dispositivo en un mapa virtual de la ciudad, aplicación que permite reconocer la dirección en coordenadas latitudinales y longitudinales, que exponen además el nombre y número de las calles para localizar el dispositivo.

Recomendaciones:

- Para el desarrollo de un nuevo proyecto, se requieren de elementos más económicos, debido a que existen elementos más baratos como Genuino que son productos autorizados por Arduino distribuidos fuera de Estados Unidos, mientras para la elección del módulo de rastreo GPS y tecnología GSM, se puede adquirir productos similares con un costo menor como lo es SIM808, que adquiere los mismos datos que el módulo SIM908 utilizado en el dispositivo.
- Tener en cuenta el avance tecnológico presente, observando la posibilidad de reducción de espacios en cuanto a la estructura del prototipo, pues a pesar de ser muy cómoda y de fácil acople podría ser mejorada y a su vez ser más versátil, para su inserción dentro de la cabina del vehículo.

- A pesar, de la gran preparación profesional que ofrece la Universidad Internacional del Ecuador a sus estudiantes, es de suma importancia añadir al plan de estudios de la carrera de Ingeniera Automotriz las materias de Programación y diseño de placas, debido a que la Carrera está en constante transformación y evolución por lo que gracias a estas asignaturas se podrá estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías.
- Realizar estudios futuros sobre las posibles oportunidades para realizar una aplicación que sea compatible con IOS, que es el sistema operativo de los productos Macintosh.
- Poder integrar más componentes de seguridad al sistema, como cámaras de seguridad internas y externas, debido a que tiene acceso a internet, estas podrían ser visualizadas en tiempo real a través del teléfono, e incluso realizar video llamadas ya que el SIM908 posee puertos para integrar micrófono y parlante.
- Analizar la posibilidad de comercializar el prototipo de reconociendo de huellas y geolocalización, partiendo de que es un prototipo económico, versátil y de fácil instalación, pudiendo generar así grandes avances dentro del campo automotriz.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 2G: Segunda Generación.
- A: Amperaje, amperios.
- ARES: Advanced Routing and Editing Software o Software de Edición y Ruteo Avanzado.
- AT: Attention o Atención.
- CA: Corriente Alterna.
- CC: Corriente Continua.
- CNC: Control Numérico Por Computadora.
- ETSI: Instituto Europeo para la Normalización en Telecomunicaciones.
- GSM: Global System For Mobile Communications o Sistema Global para las Comunicaciones Móviles.
- GPRS: General Packet Radio Service o Servicio General De Paquetes Vía Radio.
- GPS: Global Positioning System o Sistema De Posicionamiento Global.
- HTTP: Hypertext Transfer Protocol O Protocolo De Transferencia De Hipertexto
- IDE: Integrated Development Environment o Entorno de Desarrollo Integrado.
- IMEI: International Mobile Station Equipment Identity o Identidad Internacional De Equipo Móvil.
- ISIS: Intelligent Schematic Input System o Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente.
- ISO: Organización Internacional de Normalización.
- Ohm: Ohmios.
- RoHS: Restriction of Hazardous Substances o Restricción de Sustancias Peligrosas.

- Rx: Recepción.
- SIM: Subscriber Identity Module o Módulo de Identificación del Abonado.
- Tx: Transmisión.
- UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, o Transmisor-Receptor Asíncrono Universal.
- USART: Universal Synchronous/Asynchronous Receiver-Transmitter o Transmisor - Receptor Síncrono/Asíncrono Universal.
- UEC: Unidad Electrónica de Control.
- USB: Universal Serial Bus o Bus Universal en Serie.
- V: Voltaje, Voltios.
- VSM: Virtual System Modeling o Sistema Virtual de Modelado.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Laster, C. (1985). Guía del Radioaficionado. Barcelona, España: Marcombo Boixareu Editores.
- Correia, P. (2000). Guía Práctica del GPS. En P. Correia, Guía Práctica del GPS. Barcelona: Marcombo.
- España, M. C. (2003). Servicios Avanzados de Telecomunicación. Madrid: Díaz de Santos S.A.
- Huidobro, J. M., & Conesa, R. (2006). Sistemas de Telefonía (Quinta ed.). Madrid: Thomson.
- Pallas Areny, R. (2006). Instrumentos Electrónicos Básicos. Barcelona, España: Marcombo S.A.
- Vidal, F., Mas, J., & González, M. (2006). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad, Transporte y mantenimiento de Vehículos. Madrid, España: Editex.
- Pardiñas, J. (2007). Sistemas Auxiliares del Motor. Madrid, España: Editex.
- Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley (Octava ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Carretero, A., Ferrero, F., Sánchez, P., Sánchez, J., & Valero, F. (2009). Electrónica. Madrid, España: Editex.
- Herrador, R. (2009). Guía de Usuario de Arduino. San Francisco: Creative Commons.
- BOSCH. (2000). Sistemas de Encendido. Stuttgart, Alemania.
- ZhianTec. (2008). Manual de Usuario, ZFM-20 Series Fingerprint Identification Module. China: Hangzhou Zhian Technologies Co., Ltd.

- SIMCOM. (2011). SIM908 AT Command Manual. Shanghai, China: SIM Tech.
- BOSCH. (2014). Manual de Baterías (Tercera ed.). Buenos Aires, Argentina.
- Giménez, J. A. (1 de Junio de 2002). Puntos de Función, COCOMO y Estimaciones. Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de Scribd: <https://es.scribd.com/document/72882792/Puntos-de-funcion-COCOMO-y-Estimaciones>
- Bloqueo, S. d. (14 de Junio de 2010). Sistemas de Bloqueo. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <http://sistemasdebloqueopeugeotbb1.blogspot.com/>
- Taringa. (03 de Noviembre de 2011). Como Calular Transformador. Recuperado el 10 de Septiembre de 2016, de <https://www.taringa.net/post/hazlo-tu-mismo/13054809/Como-calculiar-Trasformador.html>
- Taringa. (08 de Mayo de 2012). Tutorial de soldadura en electrónica. Recuperado el 8 de Junio de 2016, de <http://www.taringa.net/post/ciencia-educacion/14746438/Tutorial-de-soldadura-en-electronica.html>
- Landoni, B. (06 de Junio de 2012). OpenElectronics, Source Electronic Projects. Recuperado el 03 de Marzo de 2016, de <http://www.open-electronics.org/localizer-with-sim908-module/>
- HETPRO. (24 de Abril de 2014). HetPro. Recuperado el 24 de Marzo de 2016, de Herramientas Tecnológicas Profesionales: <http://hetpro-store.com/TUTORIALES/lector-de-huella-digital/>
- Souza, F. (28 de Abril de 2014). Embarcados. Recuperado el 20 de Febrero de 2016, de <http://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>
- MAURO1232. (7 de Noviembre de 2014). EMAZE. Recuperado el 5 de Mayo de 2016, de <https://www.emaze.com/@AORZCTTO/GSM.pptx>

- Castela. (2014). Platea-Relé. Recuperado el 18 de Marzo de 2016, de <http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>
- Torres, H. (24 de Abril de 2014). HetPro. Recuperado el 24 de Marzo de 2016, de Herramientas Tecnológicas Profesionales: <http://hetpro-store.com/TUTORIALES/lector-de-huella-digital/>
- Friendcode, I. (2014). Erle Robotics. Recuperado el 06 de Mayo de 2016, de <https://erlerobotics.gitbooks.io/erle-robotics-erle-copter/content/es/safety/lipo.html>
- Meganeboy, D. (2014). Aficionados A La Mecánica. Recuperado el 23 de Mayo de 2016, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-funcionam.htm>
- Universo. (19 de Enero de 2015). El Universo. Recuperado el 9 de Agosto de 2016, de Noticias del Ecuador y el Mundo: <http://www.eluniverso.com/noticias/2015/01/19/nota/4456696/48-autos-dia-robaron-quito>
- Telégrafo. (23 de Junio de 2015). El Telégrafo. Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/judicial/13/1-884-carros-robados-en-4-primeros-meses-de-2015>
- López, S. (11 de Noviembre de 2015). Comunicaciones Móviles. Recuperado el 16 de Mayo de 2016, de <http://comunicamovil.blogspot.com/2015/11/cuantos-sistemas-de-comunicaciones-que.html>
- Willard. (26 de Noviembre de 2015). *Baterías Willard*. Recuperado el 01 de Marzo de 2016, de <http://www.bateriaswillard.com/esp/index.php/aca>
- PasiónMóvil. (2015). Recuperado el 16 de Mayo de 2016, de Grupo Pasión Móvil S.A.: <http://www.poderpda.com/editorial/sim-card-conocela-a-detalle/>

- Comercio. (27 de Junio de 2016). Grupo El Comercio. Recuperado el 12 de Agosto de 2016, de <http://www.elcomercio.com/actualidad/robo-vehiculos-autos-secuelas-victimas.html>
- Arduino. (2016). Arduino. Recuperado el 15 de Febrero de 2016, de Arduino: <https://www.arduino.cc>
- Arduino. (2016). ArduinoMega. Recuperado el 15 de Febrero de 2016, de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- Del Valle, L. (2016). Programa Fácil. Recuperado el 20 de Febrero de 2016, de <http://programarfácil.com/blog/arduino-blog/processing-wiring-arduino/>
- Micro Electronics, T. O. (2016). SIMCOM. Recuperado el 22 de Febrero de 2016, de SIMCOM, smart machines, smart decision: <http://simcom.ee/modules/gsm-gprs-gps/sim908/>
- Technology, M. I. (2016). Massachusetts Institute of Technology App Inventor 2. Recuperado el 04 de Marzo de 2016, de <http://www.appinventor.org/about>
- Labcenter. (2016). Proteus. Recuperado el 24 de Abril de 2016, de Labcenter Electronic Ltd.: <https://www.labcenter.com/>
- Díaz, J. (2016). Tecnología Educativa. Recuperado el 04 de Julio de 2016, de <https://tecnoedu.com/Denford/PCBEngraverFull.php>
- Valentín, C. O. (2016). Control Of Machines. Recuperado el 25 de Julio de 2016, de <https://sites.google.com/site/controlofmachines/fabricacion-de-placas-de-circuito-impreso-con-una-fresadora-cnc>

- Kronberg, M. (2016). Arduino Project Hub. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de https://create.arduino.cc/projecthub/martinkronberg/ble-bot-9000-c150b8?ref=platform&ref_id=424_trending___&offset=0
- Raafat, M. (2016). Arduino Project Hub. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de https://create.arduino.cc/projecthub/maharaafat93/control-your-light-system-by-your-voice-bbabff?ref=platform&ref_id=424_trending___&offset=106
- Vizic, T. (2016). Arduino Project Hub. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de https://create.arduino.cc/projecthub/VizicTech/smartgpu2-arduino-oscilloscope-a7fa9d?ref=search&ref_id=%E2%80%A2Xoscillo&offset=0
- Google. (2016). Google Maps Support. Recuperado el 17 de Agosto de 2016, de <https://support.google.com/maps/answer/18539?co=GENIE.Platform%3DDesktop&hl=es-419>
- Google. (2016). Google Privacidad y Condiciones. Recuperado el 04 de Septiembre de 2016, de <https://www.google.com/intl/es-419/policies/terms/>
- IEPI. (2016). Instituto Ecuatoriano de la Propiedad Intelectual. Recuperado el 10 de Septiembre de 2016, de <http://www.propiedadintelectual.gob.ec/derechos-de-autor-y-derechos-conexos/>
- Nacional, A. (2016). Asamblea Nacional del Ecuador. Recuperado el 10 de Septiembre de 2016, de http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/la_mala_practica_profesional_en_el_codigo_penal

ANEXOS

ANEXO 1: Diagrama Eléctrico Dispositivo (Conexión Arduino)

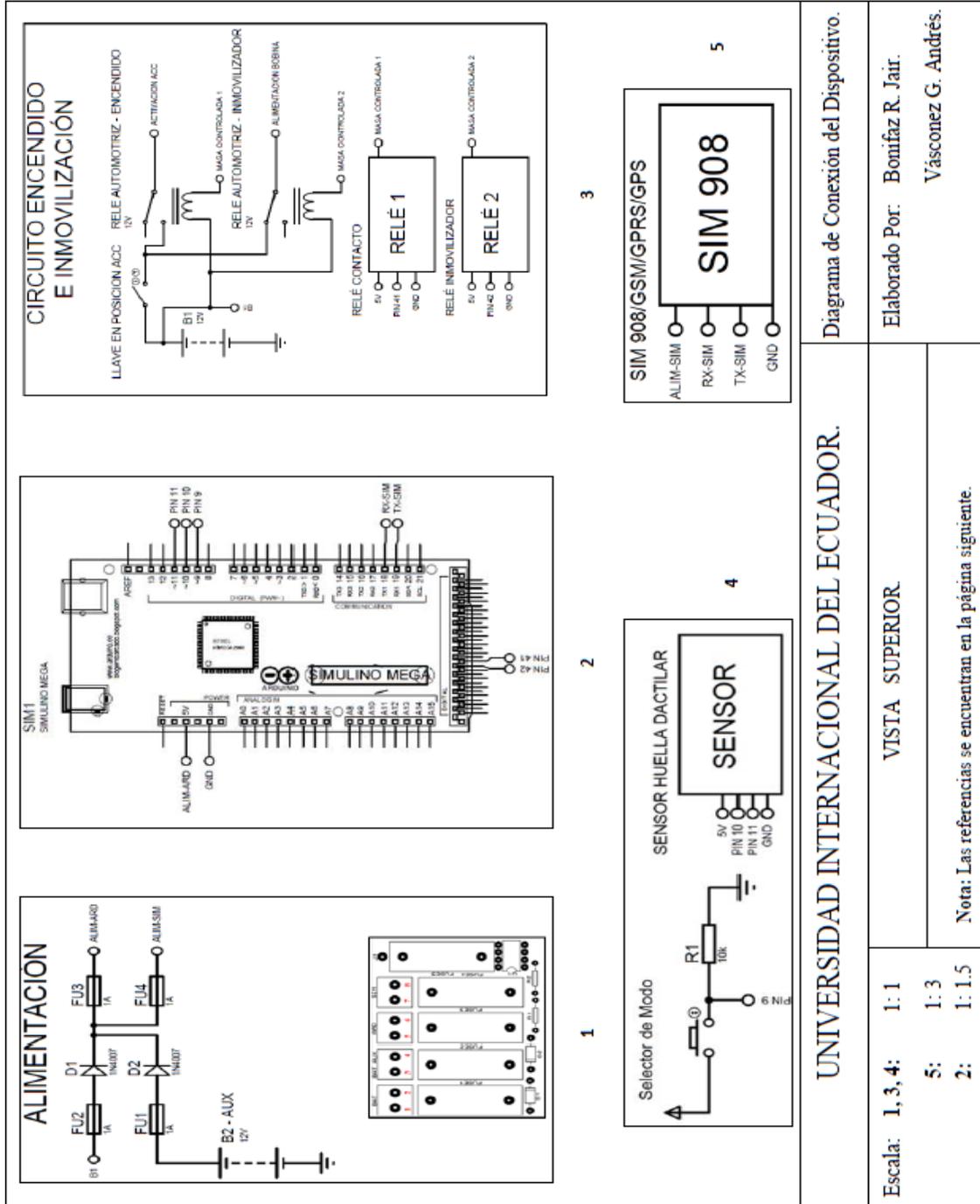


Figura 5.12. Conexión Arduino.
Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

Tabla 5.1. Referencia de Conexiones de Anexo 1.

	CÓDIGOS	REFERENCIAS
A R D U I N O	ALIM-ARD	Alimentación Placa Electrónica/Baterías
	GND	Masa Común Placa Electrónica
	PIN 9	Conexión Selector Modo, encendido del sensor de huella dactilar
	PIN10 PIN 11	Líneas de comunicación con el módulo lector de huella dactilar
	PIN 18 RX-SIM	Recepción de Datos, proveniente de la SIM908, comunicación SIM-Arduino
	PIN 19 TX-SIM	Transmisión de Datos, proveniente de la SIM908, comunicación SIM-Arduino
	PIN 41	Control del Relé de Contacto
	PIN 42	Control del Relé de Inmovilización
A L I M E N T A C I Ó N	B1	Batería del Vehículo
	B2	Batería Tipo LiPo
	FU 1,2,3,4	Fusibles de protección de 1 amperio
	D 1,2	Diodos Tipo 1N4007
	ALIM-ARD	Alimentación de Arduino
	ALIM-SIM	Alimentación SIM 908
E N C E N D I D O E I N M O V I L I	B1	Alimentación Placa Electrónica/Baterías
	ACTIVACIÓN ACC	Línea de alimentación, proveniente del switch de la llave posición Accesorios
	ALIMENTACIÓN BOBINA	Línea de alimentación de la bobina de Encendido
	MASA CONTROLADA 1	Conexión del relé de contacto, Proceso de corte para el control del Encendido
	MASA CONTROLADA 2	Conexión del relé de inmovilización, Proceso de corte para la Inmovilización
	5V	Alimentación Proveniente de la Placa Arduino
	GND	Masa Común Proveniente de la Placa Arduino
	PIN 41	Línea de Control del Relé de Contacto
	PIN42	Línea de Control del Relé de Inmovilización

Z A C I Ó N		
L E C T O R	PIN 9	Selector de Modo. Línea de botón pulsador, Permite el paso de la alimentación para el sensor de huella dactilar
	PIN 10 PIN 11	Líneas de control para el Encendido, Comunicación entre la placa Arduino y el módulo lector de huellas digitales
		Botón Pulsador
H U E L L A S	R1	Resistencia de 10 K ohm, Impide que la línea del botón pulsador haga corto circuito
	5V	Alimentación, proviene de la Placa Arduino
	GND, ≡	Masa Común, provista de la Placa Arduino
S I M	ALIM-SIM	Alimentación de la Placa Electrónica/Baterías
	RX-SIM	Recepción de Datos, Comunicación Placa Arduino-SIM908
	TX-SIM	Transmisión de Datos, Comunicación Placa Arduino-SIM908
9 0 8	GND	Masa Común de la Placa Electrónica/Baterías

Fuente: Bonifaz & Vásconez (2017).

ANEXO 2: Diagrama de Flujo Funcionamiento del Dispositivo

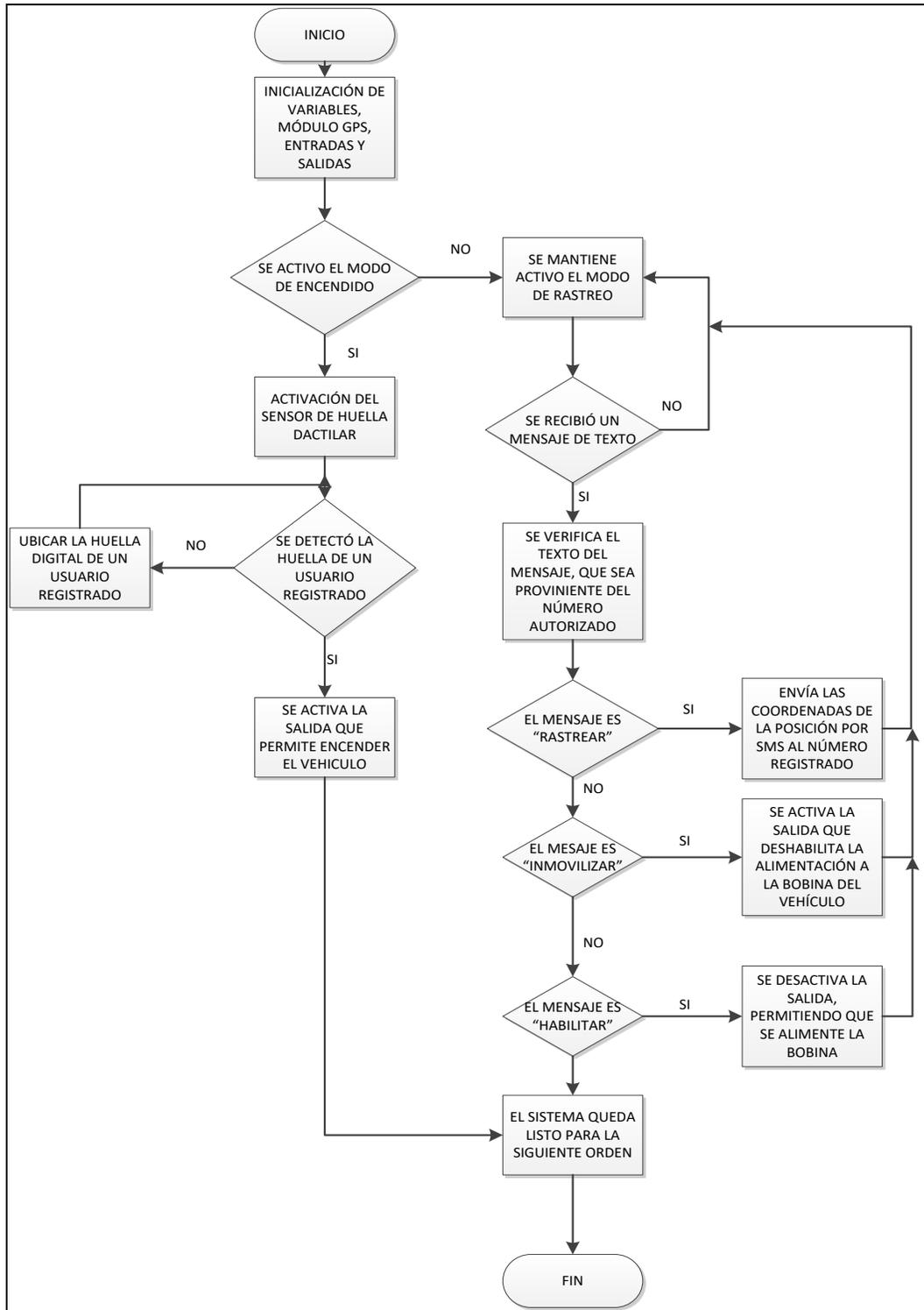


Figura 5.13. Diagrama De Flujo, *Funcionamiento del Dispositivo.*

Fuente: Bonifaz & Vásconez (2017).

ANEXO 3: COMANDOS AT MODULO SIM908

Tabla 5.2. Comandos AT para GSM.

Command	Description
AT+CMGD	DELETE SMS MESSAGE
AT+CMGF	SELECT SMS MESSAGE FORMAT
AT+CMGL	LIST SMS MESSAGES FROM PREFERRED STORE
AT+CMGR	READ SMS MESSAGE
AT+CMGS	SEND SMS MESSAGE
AT+CMGW	WRITE SMS MESSAGE TO MEMORY
AT+CMSS	SEND SMS MESSAGE FROM STORAGE
AT+CNMI	NEW SMS MESSAGE INDICATIONS
AT+CPMS	PREFERRED SMS MESSAGE STORAGE
AT+CRES	RESTORE SMS SETTINGS
AT+CSAS	SAVE SMS SETTINGS
AT+CSCA	SMS SERVICE CENTER ADDRESS
AT+CSCB	SELECT CELL BROADCAST SMS MESSAGES
AT+CSDH	SHOW SMS TEXT MODE PARAMETERS
AT+CSMP	SET SMS TEXT MODE PARAMETERS
AT+CSMS	SELECT MESSAGE SERVICE

Fuente: SIMCOM, (2011), *SIM908 AT Command Manual_v1.01*, Pg.98.

Tabla 5.3. Comandos AT para GPRS.

Command	Description
AT+CGATT	ATTACH OR DETACH FROM GPRS SERVICE
AT+CGDCONT	DEFINE PDP CONTEXT
AT+CGQMIN	QUALITY OF SERVICE PROFILE (MINIMUM ACCEPTABLE)
AT+CGQREQ	QUALITY OF SERVICE PROFILE (REQUESTED)
AT+CGACT	PDP CONTEXT ACTIVATE OR DEACTIVATE
AT+CGDATA	ENTER DATA STATE
AT+CGPADDR	SHOW PDP ADDRESS
AT+CGCLASS	GPRS MOBILE STATION CLASS
AT+CGEREP	CONTROL UNSOLICITED GPRS EVENT REPORTING
AT+CGREG	NETWORK REGISTRATION STATUS
AT+CGSMS	SELECT SERVICE FOR MO SMS MESSAGES

Fuente: SIMCOM, (2011), *SIM908 AT Command Manual_v1.01*, Pg.160.

Tabla 5.4. Comandos AT para GPS.

Command	Description
AT+CGPSPWR	GPS POWER CONTROL
AT+CGPSRST	GPS RESET MODE (HOT/WARM/COLD)
AT+CGPSINF	GET CURRENT GPS LOCATION INFO
AT+CGPSOUT	GPS NMEA DATA OUTPUT CONTROL
AT+CGPSSTATUS	GPS STATUS
AT+CGPSIPR	SET TE-TA FIXED LOCAL RATE

Fuente: SIMCOM, (2011), *SIM908 AT Command Manual_v1.01*, Pg.221.

ANEXO 4: MANUAL DE USUARIO



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Facultad de Ingeniería Automotriz

TEMA

MANUAL DE USUARIO:

DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA IGNICIÓN DE VEHÍCULOS MEDIANTE RECONOCIMIENTO DE HUELLA DACTILAR, CON OPCIÓN DE MONITOREO GPS E INMOVILIZACIÓN VEHICULAR, PROGRAMADO EN ARDUINO, CON VISUALIZACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES

Diego Jair Bonifaz Rosero
Andrés Oswaldo Vásquez Godoy

2017

Quito – Ecuador

➤ **DISPOSICIÓN DEL DISPOSITIVO EN EL VEHÍCULO**

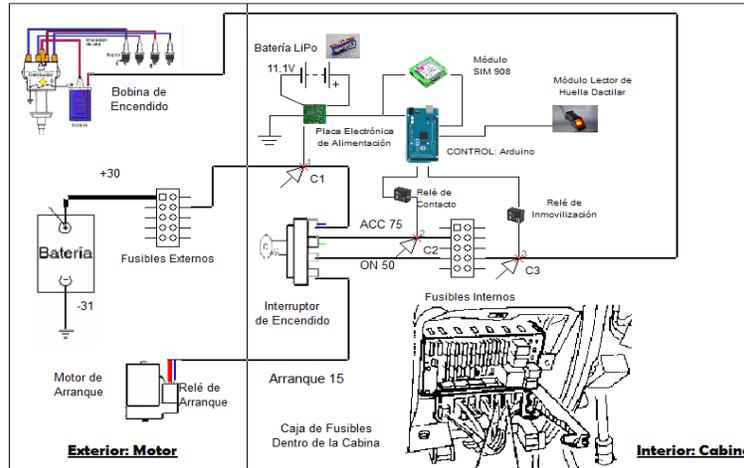


Figura 5.14. Diagrama de Conexión Dispositivo en el Vehículo.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

➤ **DATOS TÉCNICOS**

Tabla 5.5. Datos de Consumo del Dispositivo y sus Elementos.

DESCRIPCIÓN	CONSUMO	CAPACIDAD	TENSIÓN
Arduino	500 mA		
SIM 908	153 mA		
Sensor Huella Dactilar	150 mA		
Relés	90 mA (180 mA)		
Dispositivo	TOTAL: 983 mA		Requerida T < 20 V CC.
Dispositivo + Factor de Seguridad	1229 mA		
Consumo en 1 hora	1229 mAh		
Batería del Automovil		50 Ah	11-14 V
Batería LiPo		2266 mAh	11.2 V

Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

➤ PROCESO PARA EL ENCENDIDO

1. Activación del sensor de huellas dactilares, activar el botón pulsador



Figura 5.15. Activación del Sensor de Huella Dactilar.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

2. Ingreso de la huella dactilar registrada



Figura 5.16. Activación del Encendido.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

3. Activación del relé de encendido del vehículo, que permite el arranque del motor.

➤ CONTROL DEL DISPOSITIVO A DISTANCIA

El dispositivo posee tres mecanismos, que son: Geolocalización, Inmovilización y restricción para el Encendido que se los obtiene con el sensor de huella dactilar y el módulo SIM908, controlado a través de la placa Arduino. Controlado de manera remota a través de un teléfono inteligente, las pruebas realizadas se detallan a continuación.

- **Mediante Mensajes Cortos/Mensajería Instantánea**

MODO 1: RASTREAR-GEOLocalIZACIÓN

El modo 1 permite conocer la localización del vehículo con la ayuda del Arduino y el SIM908, el prototipo debe estar montado en un vehículo y necesitamos la utilización de un celular con sistema operativo Android, todo esto se logra con el envío de un mensaje con la palabra RASTREAR al número del chip del prototipo. El dispositivo sí reconoce el número celular del usuario, previamente registrado, autoriza el envío o no de la información de las coordenadas, con la ayuda de la aplicación Google Maps se visualiza las coordenadas y esta nos dará como resultado el lugar exacto de donde se encuentra el vehículo.

1. Se envía la palabra RASTREAR
2. Se coloca las coordenadas de respuesta en GOOGLE MAPS
3. Una vez realizado este proceso, se coteja la ubicación del automotor, con la visualizada en el teléfono móvil.



Figura 5.17. Visualización en Google Maps.
Fuente: Bonifaz & Vásquez, (2017).

MODO 2: INMOVILIZACIÓN

El modo dos se lo conoce como inmovilización pues por medio de un mensaje con la palabra INMOVILIZAR se bloquea el vehículo siempre y cuando el vehículo este en modo geolocalización, haciendo que se desactive la bobina por lo tanto el vehículo se apague, para lograr el encendido se debe enviar otro mensaje con la palabra HABILITAR al prototipo haciendo que el relé se inactive haciendo posible el paso de corriente y por ende permitiendo que el vehículo se encienda.

1. Envío del mensaje INMOVILIZAR, que activa el relé de inmovilización.
2. Envío del mensaje HABILITAR, que inactiva el relé de inmovilización.
3. Realizar el Proceso de Encendido, mediante el registro de la huella dactilar, repitiendo el Proceso de Encendido.

- **Por Medio de la Aplicación Móvil**

La aplicación está configurada para ser vinculada con el número de teléfono que contiene el dispositivo, y vinculada con la aplicación de Google Maps para poder visualizar la localización del vehículo. Posee 3 botones para poder realizar los comandos del dispositivo, que son: Rastreo, Inmovilización y Habilitación del Sistema. Y un botón para la visualización en Google Maps.

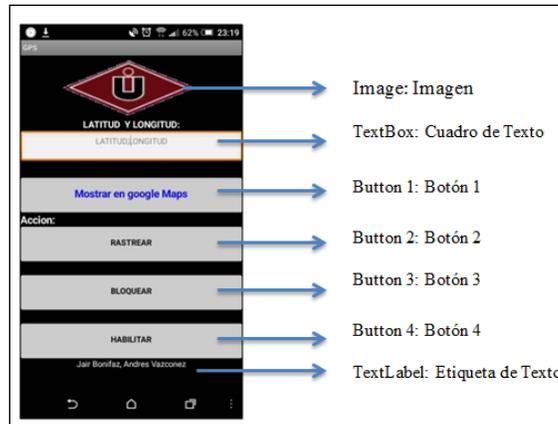


Figura 5.18. Elementos de la Aplicación Móvil.

Fuente: Bonifaz & Vásconez, (2017).

- **Text Box o Cuadro de Texto:** Se visualiza las coordenadas de donde se encuentra el dispositivo.
- **Button 1 (Mostrar en Google Maps):** Este botón re direcciona los datos obtenidos a la aplicación de Google Maps, para poder ser visualizado la localización del vehículo.
- **Button 2 (Rastrear):** Este botón envía un mensaje al dispositivo con la palabra RASTREAR, para que este una vez autorizado por la placa Arduino, envíe los datos de geolocalización.
- **Button 3:** Bloquear, este botón envía un mensaje al dispositivo con la palabra INMOVILIZAR, para que una vez autorizada por la placa Arduino, se realice la activación del relé de inmovilización y el vehículo se detenga.
- **Button 4:** Habilitar, este botón envía un mensaje al dispositivo con la palabra HABILITAR, para que una vez autorizada por la placa Arduino, se realice la desactivación del relé de inmovilización y el vehículo pueda ponerse en marcha, repitiendo el Proceso de Encendido.

➤ Consideraciones para el Uso del Dispositivo

El prototipo debe tener ciertas consideraciones para su funcionamiento, entre las cuales están:

- Debido a que el dispositivo cuenta con tecnología GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), y toma los datos de una red móvil, la exposición del mismo debe ser en un área de cobertura de la red.
- Las antenas de GSM y GPS del módulo SIM908, deben colocarse en una correcta posición y adecuada localización, para la recepción de los datos.
- Se debe mantener con saldo la línea telefónica, para que se adquiera los datos de la red y se recpte los datos al teléfono móvil, mediante mensajería instantánea.
- Se recomienda el registro de varias huellas digitales de un usuario, por problemas en el reconocimiento de las mimas.

Para que se garantice el correcto funcionamiento del dispositivo, el usuario debe:

- No manipular el dispositivo por personas ajenas al diseño del proyecto.
- No intentar ingresar nuevos usuarios al módulo de reconocimiento de huella dactilar. Previo acuerdo al registro de usuarios por parte del usuario y los diseñadores del dispositivo.
- Consultar posibles fallas por desconexión de la batería del vehículo, en caso de errores en la ejecución de los comandos del sistema, posteriores a esta acción.
- No verter ninguna clase de líquidos sobre el dispositivo.
- No exponer el dispositivo directamente a los rayos solares, la exposición prolongada al calor, puede causar daños e inconvenientes en el funcionamiento del dispositivo.

Dentro de la garantía del dispositivo, se acuerda que:

- Los diseñadores del dispositivo garantizan el diseño, la efectividad de la placa Electrónica, se hacen cargo por inconvenientes de la misma.
- Los elementos electrónicos como la placa Arduino, el módulo SIM908, el módulo de reconocimiento dactilar ZFM-20 Series, poseen una garantía de un año por parte del proveedor a partir de su adquisición, los diseñadores del dispositivo no pueden garantizar los elementos por futuro daños de los mismos.
- Exceptuando en: Daños por mala conexión de los componentes electrónicos, fallas en el vehículo por la instalación del dispositivo.

Advertencia: El dispositivo es un elemento ajeno a los componentes electrónicos del vehículo, por lo cual afecta la garantía del fabricante del automotor en la instalación del dispositivo.