



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

### **TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ALARMA VEHICULAR CON GEOLOCALIZACIÓN, MEDIANTE EL USO DE APLICACIONES MÓVILES**

**AUTOR: CABASCANGO POZO JOSÉ ESTEBAN**

**DIRECTOR: ING. ANDRES CEVALLOS, MSc.**

**Ibarra, junio, 2020.**

## **CERTIFICADO**

### **ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

### **CERTIFICO:**

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "diseño e implementación de alarma vehicular con geolocalización, mediante el uso de aplicaciones móviles", presentado por el señor: Cabascango Pozo José Esteban con número de cédula 040205620-4, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 10 días del mes junio del 2020.

Atentamente



Ing. Andrés Cevallos González, MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040205620-4		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cabascango Pozo José Esteban		
DIRECCIÓN:	Panamericana Norte Km1 – El Olivo - Ibarra		
EMAIL:	jecabascangop@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062212126	TELÉFONO MÓVIL:	0993360858

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño e implementación de alarma vehicular con geolocalización, mediante el uso de aplicaciones móviles.
AUTOR (ES):	Cabascango Pozo José Esteban
FECHA: DD/MM/AAAA	10 de junio del 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Adrés Cevallos González, Msc.

#### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de junio del 2020

EL AUTOR:

Cabascango Pozo José Esteban  
C.C. 040205620-4

## DEDICATORIA

El presente trabajo de grado es dedicado con mucho cariño y orgullo a mis padres Leonidas y Magdalena, quienes con gran esfuerzo han hecho hasta lo imposible para que nunca me falte nada, sus consejos, valores y ejemplo de superación diaria han marcado en mi vida un respeto y profundo amor hacia ellos. A mi amado hijo Jhordan y mi novia Daniela que son partícipes de este logro, porque gracias a su amor y palabras de aliento han permitido que mis sueños se cumplan, superando cualquier obstáculo que se nos ha presentado en el trayecto de mi carrera universitaria. A mis hermanas: Beatriz, Norma y Lizbeth, que siempre han estado ahí, apoyándome y motivándome a superarme día a día, finalmente agradezco a toda mi familia.

DIOS, ESTUDIO Y DISCIPLINA pequeñas palabras que han marcado mi vida.

***José Cabascango***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a mis padres, quienes han sido el eje fundamental de superación en mi vida, su estricta enseñanza de valores, trabajo y disciplina para formar un gran ser humano en mí. Como no agradecer a mi novia Daniela y su familia, ya que me dio el regalo más grande y preciado, nuestro amado hijo, quien con sus locuras y cariño a moldeado en mí, varios aspectos de mi vida, teniendo un propósito más para superarme.

Además, agradezco con orgullo y gratitud a la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y a mi querida carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, por haber sido el lugar donde me formé como profesional y gran ser humano. Finalizo agradeciendo de manera especial al Ing. Andres Cevallos, Msc., tutor del presente trabajo de grado y guía en el camino adecuado para la ejecución de este; y a los Ing. Rommel Imbaquingo, Msc., e Ing. Edwin Arroyo Msc., por contribuir y ser partícipes en el desarrollo de esta investigación.

***José Cabascango***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xvii</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>1</b>
<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos	1
1.1.1 Objetivo general	1
1.1.2 Objetivos específicos	1
1.2 Justificación	1
1.3 Alcance	2
1.4 Antecedentes	3
1.5 Sistemas de seguridad	4
1.5.1 Sistemas de seguridad preventiva	5
1.5.2 Sistemas de seguridad activa	5
1.5.3 Sistemas de seguridad pasiva	5
1.6 Sistemas antirrobo	6
1.6.1 Tipos de alarmas vehiculares – sistemas antirrobo	6
1.6.1.1 Cerraduras mecánicas	6
1.6.1.2 Cierre centralizado	7
a. Activación del cierre centralizado	7
b. Tipos de actuadores	8
c. Sistemas centralizados de cierre mediante circuito multiplexado	10
1.6.2 Sistemas de alarma	11
1.6.2.1 Componentes de un sistema de alarma	13
1.6.3 Inmovilizadores electrónicos	14
1.6.3.1 Componentes del sistema	14
1.6.3.2 Funcionamiento del sistema inmovilizador	15
1.7 Interfaz electrónica: arduino	15
1.7.1 La plataforma arduino	16
1.7.2 El hardware de arduino	16
1.7.3 El software ide	17
1.7.4 Arduino con bluetooth	18
1.7.4.1 Ventajas de la comunicación bluetooth	18
1.7.4.2 Módulo de bluetooth jy-mcu	18
1.7.5 Arduino con ethernet	19
1.7.5.1 Arduino ethernet shield	19
1.7.6 Arduino con wi-fi	20
1.7.6.1 Wi-Fi	20
1.7.6.2 Arduino wi-fi shield	21
1.7.7 Internet de las cosas (io t)	21
1.8 Sistema de posicionamiento global (gps)	22

1.8.1	Arquitectura del sistema gps	22
1.8.2	Manejo del gps	22
1.8.3	Geolocalización	23
1.8.4	Sistemas de rastreo vehicular	23
1.9	Diseño de aplicaciones móviles: mit app inventor	24
1.9.1	Interfaz de mit app inventor	24
<b>CAPÍTULO II</b>		<b>26</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>26</b>
2.1.	Materiales	26
2.2.	Metodología de la investigación	26
2.2.1.	Tipo de investigación	27
2.2.1.1.	Investigación tecnológica	27
2.2.1.2.	Investigación experimental	27
2.2.1.3.	Investigación bibliográfica	27
2.2.2.	Método	28
2.2.2.1.	Método científico	28
2.2.2.2.	Método lógico deductivo	28
2.3.	Desarrollo de la propuesta de estudio	28
2.4.	Control de seguridad del vehículo mediante la programación en arduino.	30
2.4.1.	Flujograma de programación de controles de seguridad del vehículo	30
2.4.2.	Arduino	31
2.4.2.1.	Plataforma de arduino	32
2.4.2.2.	Ide de arduino	32
2.4.2.3.	Comparación entre tarjetas arduino y arduino mega 2560	33
2.4.2.4.	Comunicación serial	35
2.4.2.5.	Módulo bluetooth hc-06	36
2.4.3.	Diseño del prototipo de seguridad en autodesk tinkercad circuit	37
2.4.3.1.	Autodesk tinkercad	37
2.4.3.2.	Tinkercad circuit	37
2.4.3.3.	Plataforma y herramientas	38
2.4.3.4.	Ide de programación	40
2.4.3.5.	Diseño prototipo de seguridad y simulación en tiempo real	41
2.4.4.	Diseño del circuito electrónico.	42
2.4.4.1.	Bloque de conectividad	43
2.4.4.2.	Actuadores de bloqueo central	44
2.4.4.3.	Alarma sonora	45
2.4.4.4.	Módulo relés para arduino	46
2.4.5.	Bloque de control	48
2.4.5.1.	Sensor de vibraciones sw-420	48
2.4.5.2.	Pantalla oled 0,96"	49
2.5.	Geolocalización en tiempo real	50
2.5.1.	Flujograma de la geolocalización utilizando el módulo sim808.	51
2.5.2.	Módulo sim808: gsm/gprs+gps	52
2.5.3.	Funcionalidad y aplicabilidad	52
2.5.3.1.	Sketch de programación entre módulo sim808 y tarjeta arduino uno	53
2.5.3.2.	Programación con comandos at para el gps	54
2.6.	Desarrollo de aplicaciones móviles	58
2.6.1.	Flujograma del desarrollo de aplicaciones móviles	58
2.6.2.	Mit app inventor	59
2.6.2.1.	Plataforma de desarrollo mit app inventor	59

2.6.2.2. Entorno de desarrollo mit app inventor	61
2.7. Implementación del prototipo en un vehículo y pruebas de campo	63
2.7.1. Diagrama de la alarma en el vehículo	63
2.7.2. Funcionamiento de la alarma y gps	65
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>66</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>66</b>
3.1. Descripción general del prototipo	66
3.2. Desarrollo de aplicación móvil	67
3.2.1. Flujograma de funcionamiento de la aplicación	68
3.2.2. Diseño de aplicación	69
3.2.3. Discusión referente a sistemas de seguros eléctricos	74
3.3. Diseño del circuito electrónico del prototipo	75
3.3.1. Sistema de alarma – control de seguros	76
3.3.1.1. Control de seguros mediante la aplicación	77
3.3.1.2. Pruebas prototipo en banco	80
a. Prueba prototipo en banco, campo abierto	80
b. Prueba prototipo en banco, campo con obstáculos	82
3.3.2. Discusión sistema de mando remoto	83
3.4. Geolocalización	84
3.4.1. Sistema de geolocalización	84
3.4.1.1. Envío de la palabra “hola”	88
3.4.1.2. Envío de la palabra “relé”	90
3.4.1.3. Envío de la palabra “libre”	92
3.4.1.4. Tomas realizadas en la provincia del carchi	93
3.4.2. Discusión sistema de geolocalización	97
3.5. Implementación y pruebas de funcionamiento	97
3.5.1. Implementación del prototipo en un vehículo	97
3.5.2. Pruebas de funcionamiento del prototipo	105
3.5.2.1. Control de seguros mediante la aplicación	105
3.5.2.2. Respuesta de la sirena con notificación vía sms	105
3.5.2.3. Control de geolocalización mediante gps y sms desde la aplicación	108
3.5.2.4. Control de corte de inyección mediante sms desde la aplicación	111
3.5.3. Discusión general del prototipo	114
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>116</b>
<b>4. CUNCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>116</b>
4.1. Conclusiones	116
4.2. Recomendaciones	118
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>119</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>124</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA NÚM.</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>2.1</b> Descripción de pines del módulo Bluetooth HC-06	37
<b>2.2</b> Módulo bluetooth HC-06	43
<b>2.3</b> Descripción de actuadores de bloqueo central	45
<b>2.4</b> Datos del GPS	57
<b>2.5</b> División de la pantalla principal	62
<b>3.1</b> Descripción de botones del menú principal	71
<b>3.2</b> Descripción de botones	74
<b>3.3</b> Descripción sistema de seguros eléctricos	77
<b>3.4</b> Tiempo de respuesta al accionar seguros “sin obstáculos”	81
<b>3.4</b> Tiempo de respuesta al accionar seguros “sin obstáculos” (Continuación)	82
<b>3.5</b> Tiempo de respuesta al accionar seguros “con obstáculos”	82
<b>3.5</b> Tiempo de respuesta al accionar seguros “con obstáculos” (Continuación)	83
<b>3.6</b> Tiempo de respuesta de bocina con señales distintas	106
<b>3.7</b> Tiempo de respuesta en corte de inyección	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA NÚM</b>	<b>PÁGINA</b>
1.1 Posición de trabajo del bombín	8
1.2 Esquema del funcionamiento mediante actuadores electromagnéticos	9
1.3 Esquema del funcionamiento mediante mando a distancia.	9
1.4 Esquema de componentes sistema centralizado, comunicación CAN	11
1.5 Placa Arduino Uno	16
1.6 Proceso de creación de una App con MIT App Inventor	25
2.1 Flujograma de la propuesta	29
2.2 Flujograma de Seguridad	31
2.3 El IDE de Arduino	32
2.4 Cuadro comparativo de tarjetas Arduino	34
2.5 Tarjeta Arduino Mega2560	34
2.6 Comunicación serial entre PC y Arduino UNO	35
2.7 Módulo Bluetooth HC-06	36
2.8 Página principal Tinkercad	38
2.9 Tablero de trabajo de circuitos	39
2.10 Entorno de trabajo	39
2.11 IDE de programación Tinkercad.	40
2.12 Simulación de la programación de seguridad	41
2.13 Simulación en proceso	42
2.14 Diagrama de boques del sistema de alarma	42
2.15 Conexión sistema de comunicación bluetooth	44
2.16 Actuadores de bloqueo central de 5 y 2 cables respectivamente	44
2.17 Bocina para vehículos	46
2.18 Módulo relé de 4 canales	47
2.19 Conexión Arduino y actuadores	47
2.20 Sensor de vibraciones Sw-420	48
2.21 Disposición de píxeles de pantalla OLED	49
2.22 Conexión de pantalla OLED	50
2.23 Flujograma de Geolocalización	51
2.24 Pines importantes del módulo SIM808	52
2.25 Instalación tarjeta SIM y colocación de las antenas GPS y GPRS	53
2.26 Instalación del módulo SIM808 con la tarjeta Arduino UNO	54
2.27 Código para comunicación mediante comandos AT con SIM808	54
2.28 Comprobando la comunicación	55
2.29 Activación del GPS del módulo SIM808	55
2.30 Puesta en marcha del GPS del módulo SIM808	56
2.31 Posición de respuesta de ubicación geográfica del módulo	56
2.32 Representación de la respuesta del módulo	57
2.33 Flujograma de desarrollo de aplicaciones móviles	58
2.34 Página principal MIT App Inventor	59
2.35 Registro de cuenta - MIT App Inventor	60
2.36 Términos del servicio - MIT App Inventor	60

<b>2.37</b>	Bienvenida - MIT App Inventor	61
<b>2.38</b>	Entorno de desarrollo - MIT App Inventor	61
<b>2.39</b>	Página principal - MIT App Inventor	62
<b>2.40</b>	Generación código QR - MIT App Inventor	63
<b>2.41</b>	Diagrama del sistema de alarma vehicular	64
<b>2.42</b>	Diagrama de sistema de alarma vehicular y GPS	65
<b>3.1</b>	Flujograma del funcionamiento de la aplicación	68
<b>3.2</b>	Logo y nombre de aplicación	69
<b>3.3</b>	Pantalla principal	70
<b>3.4</b>	Pantalla principal	70
<b>3.5</b>	Pantalla menú principal	71
<b>3.6</b>	Pantalla Sistema de Alarma	72
<b>3.7</b>	Conexión Bluetooth	72
<b>3.8</b>	Conexión Bluetooth errónea	73
<b>3.9</b>	Conexión Arduino y actuadores	75
<b>3.10</b>	Prototipo sistema de seguros eléctricos	76
<b>3.11</b>	Prototipo conectado	77
<b>3.12</b>	Prototipo conectado	78
<b>3.13</b>	Accionamiento seguro 1	78
<b>3.14</b>	Accionamiento seguro 2	79
<b>3.15</b>	Accionamiento seguro 3	79
<b>3.16</b>	Accionamiento de todos los seguros	80
<b>3.17</b>	Conexión SIM808 y Arduino	85
<b>3.18</b>	Inicio de programa en monitor serial	85
<b>3.19</b>	Recepción de mensaje	86
<b>3.20</b>	Envío del mensaje desde el dispositivo móvil	87
<b>3.21</b>	Coordenadas obtenidas por el GPS	87
<b>3.22</b>	Análisis de los bytes que contiene el mensaje	88
<b>3.23</b>	Contenido del mensaje de respuesta	89
<b>3.24</b>	Respuesta recibida desde el módulo SIM808	89
<b>3.25</b>	Ubicación en Google Maps redirigida por el enlace del mensaje	90
<b>3.26</b>	Funcionamiento puerto serial con palabra relé	91
<b>3.27</b>	Envío de mensaje hacia módulo SIM808	91
<b>3.28</b>	Pin13 Arduino estado HIGH	92
<b>3.29</b>	Funcionamiento puerto serial con palabra libre	92
<b>3.30</b>	Recepción de mensaje con palabra “hola”	93
<b>3.31</b>	Envío de mensaje con palabra “hola” hacia el módulo SIM808	93
<b>3.32</b>	Obtención de datos GPS y lectura de bytes	94
<b>3.33</b>	Contenido del mensaje que se envía al usuario	94
<b>3.34</b>	Mensaje que llega al usuario	95
<b>3.35</b>	Ubicación redirigida hacia Google Maps	95
<b>3.36</b>	Accionamiento de pin13 HIGH y puerto serial	96
<b>3.37</b>	Accionamiento de pin13 LOW y puerto serial	96
<b>3.38</b>	Vehículo Chevrolet Grand Vitara 3P año 2007	98
<b>3.39</b>	Tablero de instrumentos-espacio de ubicación del prototipo	98
<b>3.40</b>	Diseño de caja del prototipo	99
<b>3.41</b>	Caja del prototipo montada en vehículo	99

<b>3.42</b>	Antena del GPS montada en vehículo	100
<b>3.43</b>	Cable de alimentación de bomba de combustible	101
<b>3.44</b>	Cable de accesorios del Switch	102
<b>3.45</b>	Pulsador de las puertas	102
<b>3.46</b>	Circuito para lectura de señal (Diseño Proteus)	103
<b>3.47</b>	Circuito lectura de señal (Soldado en baquelita)	103
<b>3.48</b>	Bocina del sistema de alarma	104
<b>3.49</b>	Pantalla OLED, logo izquierda, pantalla principal derecha	106
<b>3.50</b>	Interrupción en pantalla OLED, “PUERTAS ABIERTAS”	107
<b>3.51</b>	Notificación automática SMS. Asunto: Puertas Abiertas	107
<b>3.52</b>	Interrupción en pantalla OLED, “MOVIMIENTO DETECTADO”	107
<b>3.53</b>	Notificación automática SMS. Asunto: Sensor de vibraciones activado	108
<b>3.54</b>	Pantalla de menú principal	109
<b>3.55</b>	Submenú de geolocalización	109
<b>3.56</b>	Mensaje de texto con palabra “hola” escrita automáticamente	110
<b>3.57</b>	Pantalla OLED, llegada del SMS de “hola” hacia módulo SIM808	110
<b>3.58</b>	Cuando llega el SMS de “hola” hacia el módulo SIM808	111
<b>3.59</b>	Submenú de geolocalización: corte de inyección y liberar inyección	112
<b>3.60</b>	Mensajes de texto, palabras “relé” y “libre” respectivamente	113
<b>3.61</b>	Pantalla OLED cuando se envía palabra “relé”	113
<b>3.62</b>	Pantalla OLED cuando se envía palabra “libre”	114

## ÍNDICE DE ANEXOS

		<b>Páginas</b>
<b>ANEXO I</b>	Programación sistema de alarma	125
<b>ANEXO II</b>	Datasheet SIM808	138
<b>ANEXO III</b>	Diagrama funcional del módulo SIM808	139
<b>ANEXO IV</b>	Datasheet optoacoplador 4N-25	140
<b>ANEXO V</b>	Datasheet integrado, sensor de vibraciones SW-420	141
<b>ANEXO VI</b>	Diseño de aplicación App Inventor ventana uno	142
<b>ANEXO VII</b>	Diseño de aplicación App Inventor ventana dos	143
<b>ANEXO VIII</b>	Diseño de aplicación App Inventor ventana tres	144

## RESUMEN

Por medio del trabajo de grado, diseño e implementación de un sistema de alarma vehicular con geolocalización, mediante el uso de aplicaciones móviles, se realizó la programación de una interfaz en Arduino que permite controlar funciones específicas del vehículo referentes a seguridad, se diseñó una interfaz electrónica que acceda a conocer la ubicación del vehículo en tiempo real mediante la comunicación GPS (Sistema de Posicionamiento Global), todo esto se controló con el desarrollo y diseño de una aplicación mediante software libre, que permita la comunicación entre la placa base Arduino y el dispositivo Android para tener acceso a diversas funciones del vehículo referentes a seguridad y geolocalización, se finalizó con la implementación del prototipo en un vehículo Chvrolet Grand Vitara 3P año 2007. Mediante el diseño e implementación del prototipo de alarma vehicular, se obtuvo un sistema de seguridad reforzado y de mandos cómodos ante situaciones de emergencia, ya que dicho dispositivo se interconecta con la aplicación creada e instalada en el celular del usuario vía Bluetooth y mensajes de texto (SMS), con la posibilidad de abrir sus puertas mediante la pulsación de un botón dentro de la App que se ha desarrollado; por otro lado, cuenta con varias señales que permiten al usuario le llegue una notificación (SMS) a su celular, si una de estas señales es irrumpida, con un tiempo menor a 5 segundos, especificando que ha ocurrido en el vehículo. El prototipo cuenta con un sistema de localización en tiempo real mediante un Módulo SIM808, que forma parte de este, el cual brinda la posibilidad de saber las coordenadas y velocidad del automotor, además posee un sistema de corte de inyección llegando a inmovilizar el vehículo, todo esto se encuentra disponible en la comodidad del diseño de una aplicación de bolsillo mediante el envío de SMS, finalmente dentro del vehículo se tiene un centro de notificaciones que permite al usuario visualizar mediante una pantalla OLED, si se ejecuta algún comando vía SMS.

## ABSTRACT

Through the degree work, design and implementation of a vehicle alarm system with geolocation, through the use of mobile applications, the programming of an interface in Arduino that allows to control specific functions of the vehicle relative to safety, was designed an electronic interface that accesses to know the location of the vehicle in real time through the communication GPS (Global Positioning System), all this was controlled with the development and design of an application using free software, which allows communication between the Arduino motherboard and the Android device to access various vehicle functions concerning security and geolocation, was completed with the implementation of the prototype in a vehicle Chevrolet Grand Vitara 3P year 2007. Through the design and implementation of the vehicle alarm prototype, a reinforced security system and comfortable controls for emergency situations were obtained, since this device is interconnected with the application created and installed on the user's cell phone via Bluetooth and text messages (SMS), with the possibility of opening its doors by pressing a button inside the app that has been developed; on the other hand, it has several signals that allow the user to get a notification (SMS) to his cell phone, if one of these signals is broken in, with a time less than 5 seconds, specifying that it has occurred in the vehicle. The prototype has a real-time positioning system using a SIM808 Module, which is part of it, which provides the possibility of knowing the coordinates and speed of the automotive, and also has an injection cutting system that immobilizes the vehicle, All this is available in the convenience of designing a pocket application by sending SMS, finally inside the vehicle you have a notification center that allows the user to visualize using an OLED screen, if you run some command via SMS.

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los trabajos de investigación relacionados con el sector automotriz se ha concentrado en el análisis de la naturaleza mecánica de los vehículos y, de una manera muy escasa, al estudio de su naturaleza electrónica (Lara Rivera, 2012, pág. 11). En el presente estudio, se toma el caso de los sistemas de seguridad antirrobo del vehículo, los mismos que hoy en día pueden ser controlados de forma remota mediante un mando (control), en cuestiones muy particulares como: sistema de inmovilización, sistemas de alerta en tiempo real con notificaciones, entre otras, a estos no se le ha hecho modificaciones que meriten un avance tecnológico significativo, hablando en vehículos de gama media y baja que frecuentan en el medio.

Se considera importante al encontrarse inmerso dentro del estudio e innovación del sistema de seguridad vehicular, debido a que la tecnología utilizada en el presente trabajo de grado permite al usuario tener un sistema antirrobo de buena calidad, desarrollado para ser compatible con una App que se instala en el celular del propietario del automotor (en sistemas operativos Android), brindando tener el control de su vehículo referente a seguridad y geolocalización desde su dispositivo móvil, siendo muy sustancial para salvaguardar las pertenencias que se encuentran en el vehículo como al vehículo en sí. La tecnología presenta un gran potencial que permitir una variedad de aplicaciones novedosas para la seguridad vial, el entretenimiento electrónico de pasajeros, los servicios de las constructoras de automóviles y la optimización del tráfico de vehículos (Abboud, Omar, & Zhuang, 2016, pág.1).

Por lo tanto, la presente investigación tiene como finalidad desarrollar un sistema de alarma vehicular con geolocalización mediante el uso de aplicaciones móviles, controlando funciones de seguridad antirrobo del vehículo en tiempo real, como también conocer la ubicación de este, ser alertado con un mensaje al dispositivo móvil del propietario en caso de que su seguridad haya sido violada o cualquier otro desperfecto.

# CAPÍTULO I

## 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e implementar una alarma vehicular con geolocalización, mediante el uso de aplicaciones móviles.

#### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Programar una interfaz en Arduino que permita controlar funciones específicas del vehículo referentes a seguridad.
2. Diseñar una interfaz electrónica que permita conocer la ubicación del vehículo en tiempo real mediante comunicación GPS.
3. Desarrollar una aplicación mediante software libre, que permita la comunicación entre la placa base Arduino y el dispositivo Android para tener acceso a diversas funciones del vehículo referentes a seguridad y geolocalización.
4. Implementar el dispositivo de alarma electrónica en un vehículo para analizar la funcionalidad ante situaciones emergentes.

### 1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la mayoría de los vehículos que se encuentran en Ecuador ostentan un sistema de seguridad básico, un sistema de seguridad antirrobo “estándar”, el cual no es lo adecuadamente eficaz para poder impedir diferentes tipos de eventualidades que la mayoría de los propietarios de un automotor desean evitar, por ejemplo: robos totales, robos parciales, robos de accesorios, entre otros.

En Ecuador, las personas que cuentan con un vehículo están expuestas a ser víctimas de algún incidente delincriminal, llegando a perder una alta inversión de su capital en la adquisición de un medio de transporte, todo esto causado por la deficiente seguridad que tienen los vehículos en este medio.

Por lo tanto, dichas deficiencias se pueden superar con la implementación de un sistema antirrobo sutil (eficiente, económico, hecho en Ecuador), que se encuentre interconectado mediante una aplicación al teléfono inteligente, permitiendo saber cualquier inconveniente que pueda suscitarse en el vehículo, teniendo así un monitoreo en tiempo real controlado mediante una aplicación de bolsillo.

Una de las funciones que cumple el prototipo es realizar el corte de inyección mediante comandos que se envía por mensaje de texto, imposibilitando el encendido del vehículo, o a su vez, si este se encuentra en circulación, se puede apagar el motor, utilizando esta alternativa en situación de emergencia, debido a que si el vehículo se encuentra en velocidades superiores a los 50km/h (velocidad máxima permitida de circulación en ciudad), enviar este comando al prototipo sería fatal para los ocupantes como al vehículo en sí.

**Justificación Tecnológica.-** Con respecto al Plan Nacional de Desarrollo Todo una Vida 2017-2021, el presente proyecto se enfoca en cambiar la matriz productiva, diseñando e innovando un sistema de alarma inteligente hecha en Ecuador, que puede ser controlada mediante un teléfono inteligente estableciendo una comunicación remota para tener el control de funciones básicas del automóvil y los sistemas de seguridad, ayudando con esto a generar un sistema antirrobo más sutil que las alarmas estándar que se encuentran implementadas en la mayoría de vehículos en el país; por otro lado, se busca reducir los costos de diseño e implantación de este nuevo sistema de alarma inteligente.

### **1.3 ALCANCE**

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad desarrollar un sistema de alarma vehicular, con geolocalización mediante el uso de aplicaciones móviles, el cual se desarrollará bajo una interfaz de Arduino, que permita controlar funciones básicas del vehículo, además tener la ubicación en tiempo real del mismo, de modo que cumpla con

las necesidades actuales de seguridad y geolocalización vehicular, utilizando nuevas tecnologías para solventar las falencias que presentan las alarmas estándar integradas en vehículos de gama media-baja, con un costo de implementación menor a los del mercado actual, garantizando la funcionabilidad de este dispositivo en situaciones emergentes.

En el actual proyecto, se llegará hasta el diseño e implementación del sistema de alarma vehicular con geolocalización mediante el uso de aplicaciones móviles, finalizando con el análisis del tiempo de respuesta ante situaciones de emergencia una vez montando el prototipo en un vehículo de gama baja; el estudio del efecto de la implementación en la reducción de la tasa de robos se propone para un trabajo futuro.

## **1.4 ANTECEDENTES**

“Los vehículos necesitan sistemas de seguridad que impidan, o al menos dificulten el acceso y manejo del mismo por parte de personas ajenas” (Martín Hernández & Pérez Belló, 2009, pág. 97). En esencia los sistemas de seguridad o sistemas antirrobo, tienen el fin de resguardar al vehículo, con todas las pertenencias que se encuentren dentro del mismo y permitir la entrada solo al dueño o portador de la llave o control remoto en caso de que lo tenga. Si se remonta a la historia y se verifica los antiguos sistemas de alarmas, la funcionabilidad por concepto no varía, lo que varía es el incremento de partes o componentes electrónicos que hacen mucho más sofisticada y por ende más segura la utilización de estos sistemas antirrobo.

Hace pocos años atrás en Ecuador, los vehículos de gama media y media-baja, constaban con los sistemas de seguridad de cerradura de puerta: dichas cerraduras controlan el acceso al interior del habitáculo de pasajeros, así como al compartimento de carga o maletero (Martín Hernández & Pérez Belló, 2009, pág. 97). Las cerraduras de llave, son un método de seguridad básico, que aún se tiene vehículos con este sistema, el cual mediante el uso de una llave, la misma que sirve para encender el vehículo, abrir el depósito de combustible, maletero, etc., tiene varias funciones que hacen que una llave de este tipo, no sea tan difícil realizar su réplica e intentar urtar el vehículo o las pertenencias dentro de este.

Este tipo de sistemas antirrobo, empleados en muchos vehículos del país hasta el año 2000 y anteriores, eran bastante vulnerables y representaban poca seguridad para los

vehículos. En este sentido, se vé que en el Ecuador a partir del año 2002 una vez instalada la dolarización existe un incremento importante de vehículos (Carrión & Tocornal, 2009, pág. 33). Al incrementar el parque automotor, incrementa el número de robos.

Otro de los tipos de alarmas empleadas en Ecuador es la alarma básica, cuya función: solo se basa en alertar al entorno del vehículo que está experimentando un intento de robo (Tixce, 2017, pág. 2). Este tipo de sistemas antirrobo por su costo, son más empleadas en vehículos de gama media y media-baja, debido a que tiene cierto tipo de funcionalidad como la de alertar mediante una sirena si su seguridad ha sido violada.

Para tener una idea del número de robos producidos por la utilización de este tipo de sistemas de alarmas vehiculares, en la capital del Ecuador, se presenta para el año 2014 un total de 931 robos reportados (Bravo, 2018, pág. 2).

Los robos de vehículos y pertenencias que se encuentren dentro de los mismos día a día tiende a ir en incremento, para lo cual se presenta la idea de suplantar el sistema de alarma básico (muy común en el medio), por un sistema antirrobo “TEG TRACKING”, el cual permite le llegue varias notificaciones al dispositivo móvil del usuario de los acontecimientos que sucitan en el vehículo, además cuenta con un sistema de rastreo GPS.

## **1.5 SISTEMAS DE SEGURIDAD**

Los sistemas de seguridad en el vehículo se encargan de evitar accidentes y, cuando se producen, minimizar sus repercusiones sobre las personas (Martín Hernandez & Pérez Belló, 2009, pág. 54).

Para el caso de sistemas de seguridad antirrobo, tiene el siguiente concepto: conjunto de dispositivos que se encuentran colocados estratégicamente en diferentes lugares, los mismos que se encargan de detectar la presencia, irrupción o invasión de una persona ajena o desconocida, la cual no sea la portadora del dispositivo de desbloqueo, impidiendo de tal forma el acceso al sitio u objeto manipulado.

Evitando de tal modo, que se logre minimizar el impacto de robo de vehículos y pertenencias que se encuentren dentro del mismo.

### **1.5.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD PREVENTIVA**

Los sistemas de seguridad preventiva tratan de disminuir los riesgos de accidente sin intervenir directamente en la conducción aunque sí en las circunstancias que rodean a la misma (Martín Hernandez & Pérez Belló, 2009, pág. 54). Este tipo de sistema de seguridad puede ser parte del vehículo, o también puede ser parte de la infraestructura vial en la que se encuentra circulando el mismo.

Los elementos que hacen parte de este sistema de seguridad preventiva son los encargados de contribuir a la mejora de las condiciones de habilidad y conducción del vehículo, un ejemplo es el sistema de confort, el cual forma parte directa de este sistema.

### **1.5.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD ACTIVA**

La seguridad activa, son todos los elementos que ayudan a proporcionar una mayor eficacia y estabilidad al vehículo estando en marcha, y reducir al mínimo el riesgo de un accidente (Guerra Mediavilla, 2016, pág. 84). En este tipo de sistemas se puede mencionar algunos elementos como son: sistemas ABS (antibloqueo de frenos), sistema ESP (control de estabilidad), entre otros.

### **1.5.3 SISTEMAS DE SEGURIDAD PASIVA**

Formarían parte de esta todos aquellos sistemas diseñados para que una vez se ha producido el accidente este tenga las menores consecuencias sobre los pasajeros (Parreño Ibáñez, 2012, pág. 7). Algunas de las partes de la carrocería del vehículo se diseñan y se fabrican bajo ciertos estándares de seguridad como por ejemplo el uso de materiales menos resistentes que los demás y de forma onduladas, con el propósito de que, si es sometido a una fuerza, este se deforme con facilidad absorbiendo y reduciendo la fuerza de golpeo.

Como ejemplos de estos sistemas destacan: deformación programada de la carrocería, airbag, cinturones con retención, columna de dirección retráctil, etc.

Usualmente se entiende como sistema de seguridad a los “Sistemas Antirrobo” propiamente dichos, es así como el sistema de alarma pertenece a un sistema estudiado

por aparte, no se encuentra dentro de los sistemas de seguridad activa ni pasiva del vehículo, lo mencionado anteriormente, es para dar una exhaustiva diferencia entre un tipo de sistema con otro completamente diferente, por ende en la presente investigación, dentro de la revisión bibliográfica se encuentra enfocada a sistemas antirrobo.

## **1.6 SISTEMAS ANTIRROBOS**

### **1.6.1 TIPOS DE ALARMAS VEHICULARES – SISTEMAS ANTIRROBOS**

Los sistemas de seguridad vehicular se definen como mecanismos de resguardo de un vehículo contra robos o daños mediante la disuasión, alertando al dueño o monitoreo constante (Villagómez Álvarez, 2019). En esencia los sistemas de seguridad o sistemas antirrobo, tienen el fin de resguardar al vehículo, con todas las pertenencias que se encuentren dentro del mismo y permitir la entrada solo al dueño o portador de la llave o control remoto en caso de que lo tenga. Si se remonta a la historia y se verifica los antiguos sistemas de alarmas, la funcionabilidad por concepto no varía, lo que varía es el incremento de partes o componentes electrónicos que hacen mucho más sofisticada y por ende más segura la utilización de estos sistemas.

#### **1.6.1.1 CERRADURAS MECÁNICAS**

Este tipo de cierres era muy común en vehículos utilitarios de la década de los 90 (extendido hasta principios de los años 90 y en ciertos modelos económicos) (Cabrero Armijo, 2012, pág. 10). Dando una seguridad muy débil, este tipo de cerradura mecánica tiene el fin de preservar el acceso hacia el interior del vehículo, la manipulación, entre otros; dando único acceso a la persona poseedora de la misma llave.

Una de las características en este tipo de sistemas es utilizar la llave tanto para abrir la puerta, el maletero, hacer las veces de llave de contacto y también usarla para abrir el tapón del depósito de combustible, dependiendo el modelo y la marca del vehículo estas funciones tienden a variar, como en otros casos en particular, la misma llave sigue funcionando para abrir la guantera del vehículo.

Componentes del sistema:

- Bombín o bloqueo exterior.
- Cerradura.
- Tirador exterior.
- Tirador interior.
- Bloqueo interior.
- Llave.

### **1.6.1.2 CIERRE CENTRALIZADO**

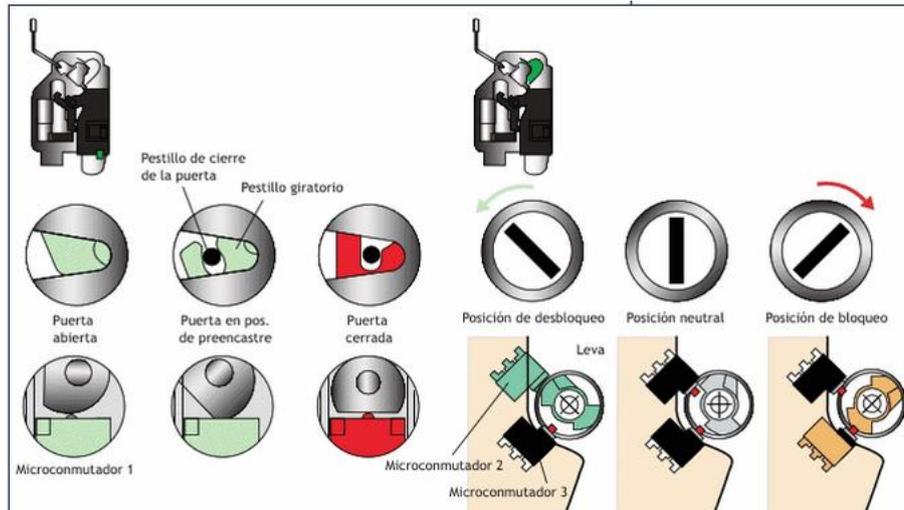
El cierre centralizado bloquea o desbloquea, de forma simultánea y a voluntad del usuario, el sistema de cierre de las puertas y del portón trasero (Martín Hernández & Pérez Belló, 2009, pág. 104). Este es uno de los sistemas más usuales que se encuentran en los modelos actuales, son del tipo electromagnético ya que su principio de funcionamiento es muy básico por lo tanto son los más usados debido a su sencillez y efectividad.

El sistema antirrobo centralizado cuenta con una unidad electromagnética o motorizada, existen conmutadores los cuales se encuentran ubicados en las puertas delanteras los mismos que sirven como actuadores dando el cierre o apertura de las puertas mediante un mando a distancia (control remoto), estos conmutadores se encuentran conectados en paralelo, es decir se accionan los dos al mismo tiempo. El moderno y exitoso cierre centralizado (cierre automático) se considera un elemento de dotación básica, por lo que es un elemento más, que se monta en origen y se considera a todos los efectos de serie (Cabrero Armijo, 2012, pág. 12).

#### **a. ACTIVACIÓN DEL CIERRE CENTRALIZADO**

En este caso, la activación del cierre se puede llevar a cabo desde los siguientes puntos:

- Mando del bloqueo exterior: en el momento en que se acciona el bombín, este procede a la activación del conmutador gobernante de todo el sistema, desbloqueándose la cerradura y permitiendo la apertura de las puertas.



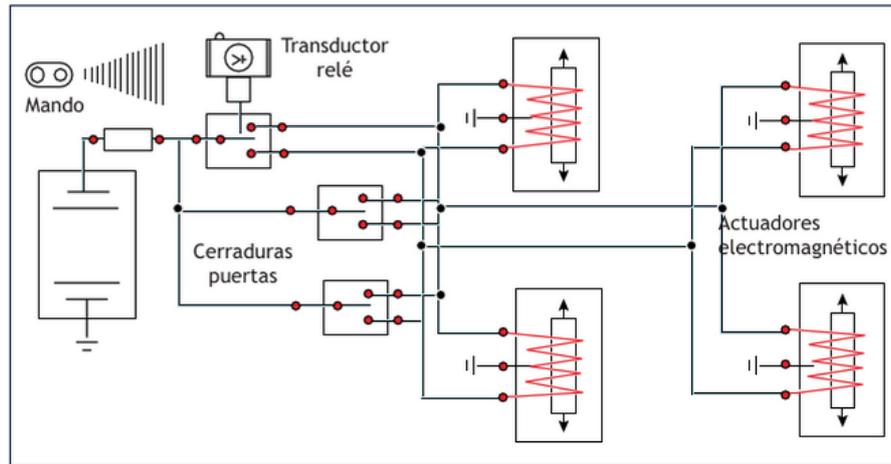
**Figura 1.1** Posición de trabajo del bombín  
(Sistemas de Seguridad y Confortabilidad, 2009, pág. 105)

- Caso contrario sucede en el cierre de las cerraduras, es decir: el bombín se gira en sentido opuesto de tal modo que el conmutador gira al mismo sentido logrando el bloqueo de la cerradura como se aprecia en la Figura 1.1.
- Mando interior: en este caso es mucho más sencillo, ya que puede contar con un interruptor-pulsador o en algunos casos simplemente se encuentra el propio seguro de la puerta.
- Modo automático, centralita de gestión del sistema: para este caso, se cuenta con la señal del sensor de velocidad, que detectan el movimiento del vehículo en el momento en que sobrepasa los 5km/h procede a bloquear las cerraduras. Son pocos los vehículos que cuentan con este cierre mediante gestión de centralita.
- Mando a distancia, mando mediante control remoto, otros: este es un sistema de mando mucho más cómodo y versátil para la persona portadora de un mando a distancia, la ventaja de este tipo de sistemas es que, en casos de impacto del vehículo por medio de señales del sensor de impacto, procede a dejar abiertas las cerraduras para que no haya inconveniente alguno en momento de sufrir un accidente.

## b. TIPOS DE ACTUADORES

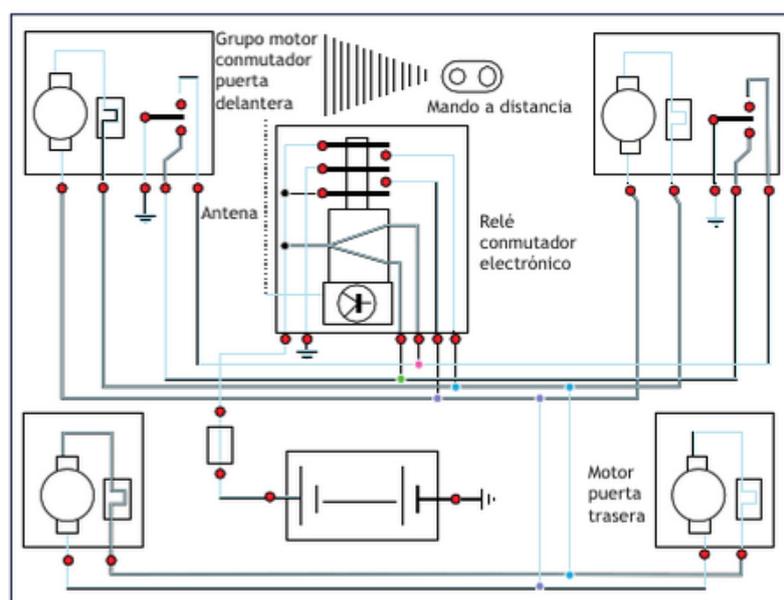
Los actuadores son los componentes mecánicos encargados de transformar un pulso o señal eléctrica en movimiento, para este caso en particular, permite transmitir el

movimiento entre el actuador, una varilla y la cerradura, admitiendo el movimiento en ambos sentidos.



**Figura 1.2** Esquema del funcionamiento mediante actuadores electromagnéticos (Sistemas de Seguridad y Confortabilidad, 2009, pág. 107)

En la Figura 1.2 se muestra el esquema del funcionamiento de los actuadores formados por electroimanes, dispositivos capaces de generar movimiento lineal directamente, sin necesidad de emplear mecanismos o engranajes (Llamas, 2016, pág. 87). Están conectados en uno de sus terminales a masa, y el otro al circuito de apertura, comandados por una señal eléctrica pasando por un relevador electrónico para la apertura del circuito, caso contrario sucede en el circuito de cierre, los cuales se conectan por un lado a masa, por el otro va conectado al circuito de cierre, partiendo de los conmutadores y el relé electrónico.



**Figura 1.3** Esquema del funcionamiento mediante mando a distancia. (Sistemas de Seguridad y Confortabilidad, 2009, pág. 109)

En la Figura 1.3 se observa el esquema de funcionamiento de los actuadores formados por servomotores, estos son motores pequeños que funcionan eléctricamente con corriente continua, este es uno de los sistemas mayormente empleados en la actualidad por diversas marcas y modelos de vehículos, debido a su efectividad, sencillez y suavidad de funcionamiento. Los motores eléctricos tienen la ventaja y posibilidad de giro hacia los dos lados, simplemente cambiando la polaridad en sus conectores, actúan moviendo la cerradura por intermedio de un varillaje, bloqueando o desbloqueando la misma. El traspaso de movimiento se lo realiza mediante un sistema de cremallera, la cual es la encargada de transformar el movimiento giratorio en movimiento lineal.

Se finaliza con los sistemas de control remoto, estos sistemas de cerradura mediante control remoto son sistemas comandados mediante mandos a distancia, hasta el momento se cuenta con tres subsistemas diferentes, que son:

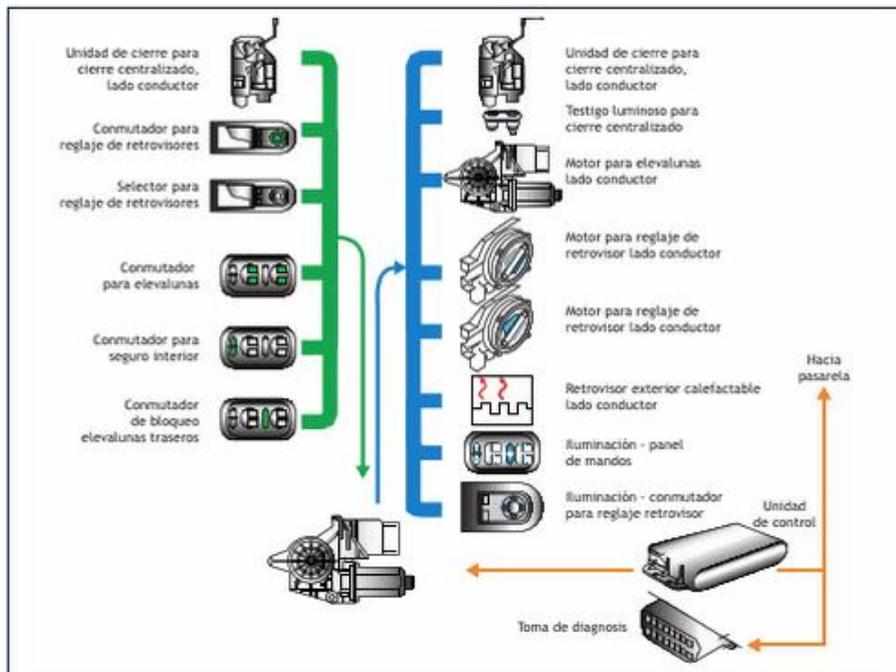
- Control remoto por infrarrojo.
- Control remoto por radiofrecuencia.
- Control remoto de apertura por proximidad.

Cada uno de estos sistemas tienen varios elementos en común como son:

- Elemento emisor, que emite las señales tanto de bloqueo como desbloqueo, que se puede encontrar situado en un mando a distancia (control remoto) o en la misma llave.
- Elemento receptor, encargado de recibir las señales emitidas por el emisor.
- Centralita de control, la encargada de gestionar las señales, que envía el receptor, procesándola y transformándola en un pulso eléctrico capaz de actuar sobre el relé electrónico del sistema.

### **c. SISTEMAS CENTRALIZADOS DE CIERRE MEDIANTE CIRCUITO MULTIPLEXADO**

Para vehículos actuales, debido al avance tecnológico y diversas investigaciones, se ha llegado a aplicar la técnica del multiplexado, tanto para control y accionamiento de diferentes sistemas eléctricos.



**Figura 1.4** Esquema de componentes sistema centralizado, comunicación CAN (Sistemas de Seguridad y Confortabilidad, 2009, pág. 113)

El cierre centralizado que se aprecia en la Figura 1.4, tiene la ventaja de simplificar el número de cables que se conectan entre circuitos, entre otras ventajas que se mencionan a continuación:

- Se cuenta con un único cable positivo, que envía tanto, señales, alimentación, para todos los elementos de la puerta.
- Existe otro cable que hace las veces de negativo, sin importar que haya masa en las puertas del vehículo.
- Se realiza el control del sistema mediante un protocolo de comunicación, el más usual para este tipo de trabajo es mediante bus CAN y bus VAN, ya que la comunicación que se va a generar entre los elementos sensores y actuadores es relativamente lenta en comparación con otros sistemas.

## 1.6.2 SISTEMAS DE ALARMA

Un sistema de alarma es un elemento fundamental en casi todas las interfaces modernas de las plantas industriales (refinerías, plantas energéticas, plantas químicas o centrales nucleares), asimismo, en el control del tráfico (aéreo, ferroviario, del suburbano), en la aviación civil o militar y en el ámbito de la medicina, entre otros (Martín, 2016, pág. 44).

Hoy en día, en los vehículos principalmente, los sistemas de alarma forman parte del equipamiento de este, las funciones principales de estos sistemas son las siguientes:

- Detección de acceso no permitido: el sistema encargado de monitorear todo el tiempo detecta cuando se accede al vehículo, sin previa utilización de los medios usuales (llave, control remoto, entre otros.).
- Detección de presencia interior no autorizada: los sistemas de alarmas funcionan por capas, es decir, si la detección de acceso tuvo un posible fallo o mal funcionamiento, actúa la segunda capa, detección de presencia interior no autorizada, la misma que radica su funcionamiento en la utilización de sensores volumétricos, encargados de detectar la presencia de movimiento en el interior del habitáculo, una vez detectado este desperfecto, el sistema emite una alarma. En este tipo de funciones, la sensibilidad juega un papel muy importante, la cual es ajustable a las exigencias del propietario, ya que puede detectar desde la presencia de movimiento de un insecto, dando de tal forma una falsa alarma.
- Emisión de alertas visuales o acústicas: cuando una de las capas ha sido violada o violentada, la alarma se activa dando señales acústicas (claxon, sirena o ambos), visuales (luces intermitentes, alumbrado interno, ráfagas con las luces del vehículo, otros).
- Función antiarranque: esta función, es la encargada de evitar la puesta en marcha del motor, actuando directamente en el sistema de encendido, cortando la corriente en el relé de la bomba de combustible en los Motores de Encendido Provocado (MEP), para el caso de los Motores de Encendido por Compresión (MEC), actúa directamente en la electroválvula controladora del suministro de combustible hacia la bomba de inyección, estas funciones están activas siempre y cuando la alarma no se haya desactivado.
- Aviso de emergencia (función antipánico): es una de las funciones que no se encuentra disponible en todos los sistemas de alarmas, su principio de funcionamiento es ayudar a dar una alerta visual y sonora mediante un mando a distancia, si se da el caso de que haya agresión al portador del mando, en las proximidades que se encuentre el vehículo, de tal forma que, con el ruido de la sirena, se logre ahuyentar a los agresores.

Existen vehículos que no cuentan con ninguna clase de estos dispositivos, facilitando de tal forma que irrumpan su seguridad básica de una manera más sencilla.

### 1.6.2.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALARMA

Cada uno de los componentes que forman parte de un sistema de alarma se los describe a continuación, cabe recalcar que dependiendo el modelo, marca, etc., estos sistemas varían.

- Dispositivos de alerta sonora: estos elementos permiten alertar acústicamente de alguna intrusión hacia el vehículo.
  - Sirena.
  - Claxon.
- Dispositivos de alerta visual: en situaciones de emergencia, se activan permitiendo tener una apreciación visual de que ocurre por personas que se encuentran en el medio. Sirven de complemento para los dispositivos de alerta sonora.
  - Intermitentes.
  - Faros.
  - Testigos interiores.
- Sensores: elementos encargados de enviar una señal eléctrica a la centralita cuando ocurra alguna incidencia en el vehículo, pueden controlar las siguientes acciones:
  - Apertura de puertas.
  - Apertura de capó.
  - Apertura de maletero.
  - Detección en el interior.
  - Detección de movimiento.
  - Detección de impacto.
  - Detección de rotura de cristales.
- Mando de control remoto: es un mando encargado de controlar funciones básicas del vehículo a distancia, hay diferentes tipos, diferenciándose por su principio de funcionamiento, entre ellos están: sistema de infrarrojo, radiofrecuencia, entre otros.
  - Mando a distancia (control)
- Centralita: es un microprocesador encargado de comandar el sistema, esta se la puede localizar en conjunto con la sirena, o de forma independiente.

### **1.6.3 INMOVILIZADORES ELECTRÓNICOS**

Los inmovilizadores impiden el desplazamiento del vehículo si no hay voluntad del propietario, anulando para ello el funcionamiento de la centralita de gestión del motor (Martín Hernández & Pérez Belló, 2009, pág. 121). Estos sistemas de inmovilización, actúa como una alarma, ya que tienen la función de bloquear la centralita, careciendo de dar una señal sonora o lumínica en caso de ser violada.

Este tipo de sistema funciona mediante una comunicación entre un emisor y un receptor los cuales vienen preparados desde fábrica, con un emparejamiento entre la centralita y el microchip que se encuentra situado en el interior de la llave, existen casos y modelos que utilizan una tarjeta en la cual está situado el microchip, esto depende del diseño del fabricante entre otras cosas. Existen tipos de inmovilizador basado en las funciones de la puerta de enlace que participan de manera efectiva en las comunicaciones de la red CAN / LIN del vehículo (Baolin, Tongmin, Shuai, & Jiangpeng, 2011, pág. 751). Finalmente, en estos tipos de inmovilizadores electrónicos, existe una alarma encargada simplemente de las funciones de vigilancia y alerta.

#### **1.6.3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA**

Este tipo de sistema cuenta con los siguientes elementos:

- Centralita de control: Dependiendo de la distribución aplicada al sistema y su arquitectura, las señales recibidas desde los sensores serán enviadas a uno o varios controladores, que a su vez, enviarán las órdenes de acción a los actuadores (Mora García, 2018, pág. 10).
- Lector de código: encargado de realizar una comunicación (diálogo) con el receptor, para este caso la llave de contacto se encuentra ubicado en el bombín del contacto.
- Receptor: componente que se encuentra ubicado en la propia llave de contacto, o en tarjetas dependiendo el modelo, permitiendo la comunicación para desbloquear la centralita de control y proceder a arrancar el vehículo.
- Sistema de reconocimiento de huella dactilar: con el avance tecnológico, se ha implementado el uso de reconocimiento mediante huella digital, que permite y autoriza el arranque del vehículo. Los métodos tradicionales de contraseña para la

protección de la información son propensos a ataques de fuerza bruta, a medida que aumenta el poder computacional (Duarte, Pimentão, Sousa, & Onofre, 2016, pág. 795). Este tipo de sistemas es empleado en vehículos de alta gama.

### **1.6.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INMOVILIZADOR**

La electrónica del vehículo permite realizar comunicaciones entre distintos sistemas de este, en el caso del sistema de inmovilizador logra comunicarse con el sistema de encendido, para motores MEP, existen casos que se aplica este tipo de inmovilizadores para vehículos con motor MEC, en los cuales se logra la comunicación con el sistema de alimentación de combustible. A continuación, se detalla el proceso de funcionamiento:

- En el momento en que se cierra el vehículo con el mando a distancia, automáticamente entra en funcionamiento el inmovilizador.
- Para el caso de encender el vehículo, este debe pasar por un proceso de reconocimiento, el cual efectúa la centralita de control, permitiendo o no el encendido del vehículo,
- Dependiendo la configuración del sistema, existen diferencias entre unos y otros, existen casos en que si se abre la puerta y no se ha arrancado el vehículo durante un periodo de tiempo (5 o 10 minutos), el sistema inmovilizador se bloquea, teniendo el propietario la obligación de cerrar las puertas y nuevamente volver a abrirlas para poder poner en funcionamiento el vehículo.
- Cuando se ha abierto las puertas y colocado la llave, tarjeta, huella dactilar, etc. Se procede a arrancar el vehículo, una vez detectada y realizada la comunicación respectiva entre emisor y receptor.

## **1.7 INTERFAZ ELECTRÓNICA: ARDUINO**

Inicialmente, se define Arduino como una placa programable con una serie de entradas y salidas analógicas y digitales cuyo reducido coste la hace ideal para poder adentrarse en el mundo de la electrónica y realizar proyectos en electrónica y robótica (Lozano Equizoain, 2016, pág. 20, pág.80). La placa de Arduino, para un rápido entendimiento, se la puede asimilar a pequeños ordenadores los cuales se encuentran compuestos de una

serie de entradas y salidas, las cuales se encuentran programadas para interactuar con el mundo exterior.

La comunidad de código abierto de Arduino también proporciona una plataforma para que los investigadores desarrollen aplicaciones de investigación innovadoras y productos listos para el mercado en términos de automatización del hogar, robótica, conectividad inalámbrica, drones y muchos otros (Nayyar & Puri, 2016, pág. 225).

### 1.7.1 LA PLATAFORMA ARDUINO

Arduino está compuesto por dos partes principales: la placa Arduino, componente de hardware que utilizamos para crear nuestros objetos, y el entorno de desarrollo integrado (IDE, *Integreted Development Enviroment*) de Arduino, el componente de software que se ejecuta en el equipo (Banzi & Shiloh, 2016, pág. 27). Dentro de la programación, el IDE de Arduino, es la caja de control por así llamarla, en la cual se crea un bosquejo de programa denominado *sketch* (pequeño programa), este se carga en la placa Arduino, manifestando la acción a llevarse a cabo.

### 1.7.2 EL HARDWARE DE ARDUINO

Arduino es una pequeña placa con un microcontrolador; un pequeño circuito (la placa) que contiene un ordenador completo en un pequeño chip (el microcontrolador) (Banzi & Shiloh, 2016, pág. 27). Un microcontrolador es un circuito integrado o “chip” (es decir, un dispositivo electrónico que integra dentro de un único encapsulado un gran número de componentes -resistencias, condensadores, transistores, etc. – conectados entre sí de forma muy específica) que tiene la característica de ser programable (Torrente Artero, 2017, pág. 84).



**Figura 1.5** Placa Arduino Uno  
Fuente: ("Amazon ", 2009)

La placa que se puede apreciar en la Figura 1.5, es una de las placas que mayor uso comercial ha tenido en los últimos años, según la página oficial de Arduino. Esta placa, para una fácil comprensión se divide por bloques. Los bloques principales son: alimentación, microcontrolador, el programador ICSP, USB y los conectores de pines (Lajara Vizcaíno & Pelegrí Sebastía, 2017, pág. 11).

Para entender mejor, a continuación, se describe los pines que se pueden observar en la imagen:

- 14 pines de E/S digital (pines 0 a 13): estos pueden ser tanto de entrada como de salida. Un pin digital de entrada leerá el nivel de tensión que está presente en su entrada (Lajara Vizcaíno & Pelegrí Sebastía, 2017, pág. 85). Estas entradas se utilizan para leer la información de cada uno de los sensores (HIGH y LOW), por otro lado, las salidas son utilizadas para comandar los actuadores.
- 6 pines de entrada analógicos (pines A0 a A5): en estos pines, se leen las entradas de voltaje de los sensores analógicos, al contrario que los digitales que solamente leen (HIGH y LOW), en estos pines se puede medir 1024 niveles de voltaje diferentes (Banzi & Shiloh, 2016, pág. 29).
- 6 pines de salida analógica (pines 3, 5, 6, 9, 10 y 11): estos pines se los encuentra en los mismos pines de salidas digitales de la placa Arduino, haciendo la función tanto de salidas digitales como analógicas. Para poder utilizarlos como salidas analógicas hay que especificarlo en el *sketch* que se está realizando en la IDE.

Los actuadores eléctricos, como hace referencia su nombre, transforman la energía eléctrica en energía mecánica (Germán Corona Ramírez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014, pág. 2). Permitiendo tener control sobre varias aplicaciones mediante un pulso eléctrico, comandado desde una placa base.

### **1.7.3 EL SOFTWARE IDE**

El IDE es un programa especial que se ejecuta en su equipo y que le permite escribir *sketches* para la placa Arduino en un lenguaje simple inspirado el lenguaje Processing (Banzi & Shiloh, 2016, pág. 29). Este lenguaje de escritura es menos complejo que los lenguajes de programación como los lenguajes C, C+, C++, entre otros, haciéndolo fácil

para un principiante. Fundamentalmente, el ciclo para la ejecución de un programa es el siguiente:

1. Se conecta la placa al puerto USB del equipo.
2. Crear un *sketch* para activar la placa.
3. Proceder a compilar el *sketch* a la placa mediante la conexión USB, la cual tarda unos segundos en que compile todo el programa.
4. La placa procede a la ejecución de lo descrito en el *sketch*.

#### **1.7.4 ARDUINO CON BLUETOOTH**

BLUETOOTH es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal (WPAN) que facilita la comunicación de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante enlaces por radiofrecuencia en la banda de 2.4 GHz (Reyes Cortés & Cid Monjaraz, 2015, pág. 335). La radiofrecuencia en la actualidad se encuentra sumamente difundida, para la transmisión de datos de manera inalámbrica, principalmente las compañías de telecomunicación.

##### **1.7.4.1 VENTAJAS DE LA COMUNICACIÓN BLUETOOTH**

Según (Amado, 2019, pág 95), las principales ventajas que se puede acreditar a este protocolo de transmisión de datos son las siguientes:

- No requiere ningún cable para su conexión.
- Permite y facilita la comunicación entre dispositivos móviles.
- Fácil intercomunicación entre redes inalámbricas y dispositivos personales.

##### **1.7.4.2 MÓDULO DE BLUETOOTH JY-MCU**

El módulo inalámbrico JY-MCU es un dispositivo para comunicación Bluetooth con la interfaz electrónica para conectarse directamente a las tarjetas Arduino, computadoras personales y en general a diversos microcontroladores y sistemas empotrados (Reyes Cortés & Cid Monjaraz, 2015, pág. 344). Este dispositivo en particular no requiere ningún

protocolo de emparejamiento para enlazar la comunicación, para su comunicación, este debe estar en un rango de no más de 10 metros. Este no es el único módulo Bluetooth que se puede encontrar en el mercado, hay una buena cantidad en el mercado, dependiendo la capacidad, especificaciones técnicas, etc.

### **1.7.5 ARDUINO CON ETHERNET**

Ethernet es una tecnología de red estandarizada que describe una forma de comunicación entre ordenadores y otros dispositivos de red para enviarse información de ida y vuelta a través de una red física cableada (Tojeiro Calaza, 2014, pág. 263). En la actualidad para sistemas de control específicamente, el sistema de comunicación bajo protocolos de Ethernet es muy utilizado.

Los protocolos Industrial Internet of Things (IIoT) basados en Ethernet son una solución de red de rápido crecimiento para sistemas de control en la última década debido a las ventajas sobre los estándares de bus de campo convencionales, por ejemplo, topología de alta velocidad, flexible, facilidad de integración y mantenimiento (Wu & Xie, 2019, pág. 208).

Desde sus inicios, el Ethernet ha tenido una facilidad de manipulación como la de transmisión de datos, sin presentar problemas ni interferencias en sus comunicaciones.

El estándar 10Base-T en 1990 estimuló la adopción de Ethernet en las LAN porque permitía el uso de un par de cables UTP ampliamente disponible con conector RJ45 utilizando concentradores, y dado que el uso de pares de cables proporcionaba rutas separadas para transmitir y recibir señales, no se detectó colisión debido a la elevada tensión en el medio (Kangovi, 2017, pág. 55).

#### **1.7.5.1 ARDUINO ETHERNET SHIELD**

Los microcontroladores como la placa Arduino, son de gran utilización en proyectos que demandan control, lo utilizan fabricantes a nivel mundial. La popularidad ha sido impulsada por la simplicidad de uso de Arduino y la gran cantidad de sensores y bibliotecas disponibles para ampliar las capacidades básicas de estos controladores (Barbon, Margolis, Palumbo, Raimondi, & Weldin, 2016, pág. 129).

Dentro de las características de los modelos de tarjetas Arduino, se encuentra la conexión a Ethernet, esto se logra usando una interface electrónica Arduino Ethernet Shield, la cual se basa en el chip W5100 de la compañía WIZnet; este chip permite implementar los protocolos Ethernet y TCP asegurando que los datos se transmitan o reciban correctamente (Reyes Cortés & Cid Monjaraz, 2015, pág. 391).

### **1.7.6 ARDUINO CON Wi-Fi**

La tecnología Wi-Fi es un protocolo de comunicación que se creó con el fin de realizar comunicaciones inalámbricas entre dispositivos, aumentando su velocidad de comunicación, desde su creación, en 1889 cuando se instaura un nuevo Comité en el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) para poner en marcha el esquema 802.11 (Reyes Cortés & Cid Monjaraz, 2015, pág. 3).

Con respecto a la tecnología automovilística, tiene un impacto positivo el uso de dispositivos que se encuentren interconectados. La red Wi-Fi en el camino ha sido ampliamente considerada para el acceso a Internet en automóvil (Xu et al., 2019, pág. 3980).

#### **1.7.6.1 Wi-Fi**

Dentro de las redes de área local inalámbrica (WLAN) sin lugar a dudas la de mayor renombre e importancia es el protocolo IEEE 802.11x el cual define a una serie de estándares y es mejor conocido como Wi-Fi (Reyes Cortés & Cid Monjaraz, 2015, pág. 4).

En el mundo actual, las tendencias modernas llevan a la creación de tecnologías que faciliten y ayuden a la vida humana, debido a la gran flexibilidad de la red Wi-Fi, presenta diversidad de ventajas, una de ellas puede ser la creación de aplicaciones capaces de comandar a distancias de hasta 100 metros alrededor del access point y ofrece la posibilidad de formar redes de área local hot spots adyacentes (Reyes Cortés & Cid Monjaraz, 2015, pág. 4).

Wi-Fi cada día se ha visto en constante evolución, llegando a tener una amplia gama de aplicaciones que ayudan y facilitan ciertos trabajos y aplicaciones.

### **1.7.6.2 ARDUINO Wi-Fi SHIELD**

La shield Ethernet necesita estar conectada físicamente al router para trabajar (Tojeiro Calaza, 2014, pág. 282). Esta es una de las limitaciones que presenta la placa de Ethernet de Arduino, en algunas aplicaciones que se vayan a llevar a cabo.

De tal modo que entra en juego la comunicación inalámbrica, presentando por Arduino, una placa que presenta mayor dependencia a la hora de ejecutar diversas aplicaciones. La shield Wi-Fi permitirá conectarte a cualquier red inalámbrica 802.11b/g (Tojeiro Calaza, 2014, pág. 282).

La placa Wi-Fi que presenta Arduino, por el momento no es tan comercializada por su precio elevado, la ventaja de esta es que presenta una ranura microSD, la cual permite y facilita la comunicación tanto con Arduino UNO, como Mega, trabajando bajo la librería SD.

### **1.7.7 INTERNET DE LAS COSAS (Io T)**

Internet of Things se refiere a una combinación de dispositivos físicos que tienen sensores y capacidades de conexión que les permiten interactuar entre sí (máquina a máquina) y se pueden controlar de forma remota a través del motor de nube (Saloni & Hegde, 2016, pág. 137). Esta es una de las tecnologías que hoy en día se encuentra en auge, permitiendo controlar y saber el estado actual de cualquier máquina, equipo, vehículo, servicio, etc., que se encuentre interconectado en la nube de datos.

El concepto de Internet de las cosas como una posibilidad de combinar diferentes dispositivos de diferentes áreas da como resultado el intercambio de diferentes tipos de datos a través de diferentes redes (Pašalić, Cvijić, Bundalo, Bundalo, & Stojanović, 2016, pág. 485).

Proporcionando un sinnúmero de aplicaciones en diferentes áreas, para el caso de la industria automotriz, se cuenta con diversas aplicaciones, se propone un Sistema de Monitoreo de Vida Inteligente para Vehículos basado en Internet de las Cosas (IoT), que combina el monitoreo del entorno interior del vehículo y el mecanismo de manejo de emergencias (Ni, Wei, & Shen, 2018, pág. 532).

## **1.8 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)**

El 14 de diciembre de 1973, el Departamento de Defensa americano (del inglés DoD, Department of Defense) y en concreto la Fuerza Aérea Americana (del inglés USAF, United States Air Force) aprobó el desarrollo del sistema GPS (Carles Olmedillas, 2013, pág. 36). Se menciona que el término GPS, proviene de la palabra NAVSTAR GPS, la cual traducida al español significa: sistema de posicionamiento global y sistema de navegación con sincronización de tiempo y medición de distancia (Carles Olmedillas, 2013, pág. 38). La ubicación es un servicio fundamental para la informática móvil (Liu et al., 2016, pág. 1).

### **1.8.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA GPS**

El GPS, consta de tres grandes segmentos que abarcan los siguientes apartados:

- Segmento espacial: este segmento es uno de los más importantes, ya que es el encargado de dar la forma base, se encuentra formado por los satélites que se encuentran en órbita, los mismos que se encuentran programados para brindar las señales de navegación.
- Segmento terreno: segmento que se encuentra formado por las diversas infraestructuras que se ubican en puntos geográficos específicos en la tierra, de tal modo que permite un punto de control para los mismos satélites en órbita, además, recolectan, preparan y suministran cada uno de los datos que son transmitidos hacia el satélite.
- Segmento usuario: segmento por el cual las señales de los satélites, es decir, son todos los equipos receptores que hay en la tierra, proporcionando la ubicación para lograr posicionarse y navegar.

### **1.8.2 MANEJO DEL GPS**

En cuanto al manejo de un GPS, lo primero que se debe determinar es si se quiere seguir una ruta ya definida (con mapas cargados) o tomar waypoints (López del Pino & Martín Calderón, 2017, pág. 76).

A continuación, se hace notar una de las diferencias más comunes que existen en el manejo de este tipo de dispositivos de orientación:

- Ruta definida: en este caso, se tiene preestablecido o precargado en el mapa interno del mismo GPS, lo cual facilita la ubicación e interacción con el mismo para poder tener datos precisos.
- Waypoints: se utiliza el GPS con la memoria vacía, es decir, el usuario va ubicando en la memoria el recorrido que vaya realizando y seleccionando los puntos de referencia que considere importantes dependiendo el caso.

### **1.8.3 GEOLOCALIZACIÓN**

Las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) vinculan el espacio donde se desarrolla la actividad con la información que se genera en el mismo (Beltrán López, 2016, pág. 16). Con respecto a la industria automotriz, en la actualidad se consta con vehículos que vienen incorporados de fábrica la opción de utilización del GPS.

El éxito de la navegación con un vehículo inteligente depende en gran medida de la capacidad de localizar con precisión el vehículo en el medio ambiente (Nguyen, Nashashibi, Nguyen, & Castelli, 2017, pág. 33). Debido a los avances tecnológicos, la navegación hoy en día es mucho más sencilla.

### **1.8.4 SISTEMAS DE RASTREO VEHICULAR**

Un sistema de rastreo de vehículos es muy útil para rastrear el movimiento de un vehículo desde cualquier ubicación en cualquier momento (Rahman, Mou, Tara, & Sarkar, 2016, pág. 3).

En la actualidad los sistemas de rastreo vehicular son muy variados y dentro de la industria del transporte han tomado una gran importancia.

La variedad de los sistemas depende la aplicación o uso que se le vaya a dar, a continuación, se menciona algunos casos:

- Asistencia vial en accidentes o siniestros.
- Localización del vehículo en caso de robos.
- Control logístico de flotillas.
- Cartografía.
- Diseño de rutas.

- Otras.

Finalmente, los sistemas satelitales de navegación global (GNSS) sufren un bloqueo de señal y una trayectoria múltiple severa en los cañones urbanos, lo que degrada la precisión y disponibilidad del posicionamiento (Mahmoud, Nouredin, & Hassanein, 2019, pág. 398).

Por lo tanto, se buscan nuevas alternativas que faciliten monitorear en tiempo real, todas las trayectorias por las que se desplace el vehículo, haciendo un sistema autodependiente, sin ninguna interferencia a la hora de encontrarse dentro de túneles, aparcamientos subterráneos, entre otros; dando así una mayor cobertura para los usuarios, sin tener ninguna clase de interferencias.

## **1.9 DISEÑO DE APLICACIONES MÓVILES: MIT APP INVENTOR**

El MIT App Inventor (AI) se basa en una metodología de programación de arrastrar y soltar basada en el uso de bloques de construcción (Oliveira, 2015, pág. 879). Permitiendo al usuario hacer uso de su plataforma de codificación de una manera más simplificada, fácil de interpretar, muy intuitiva, de manera que, con poco o ningún conocimiento de la programación, se puede desarrollar e implementar una aplicación de Android utilizando AI (Allison & Fuad, 2016, pág. 17).

La gran ventaja de crear aplicaciones con MIT App Inventor, es la facilidad de creación y la rapidez con la que se pone en funcionamiento la aplicación en el dispositivo móvil. MIT App Inventor es una de las plataformas de programación de visualización de aplicaciones móviles más populares (Li, Pan, Liu, & Zhang, 2018, pág. 549).

### **1.9.1 INTERFAZ DE MIT APP INVENTOR**

La interfaz que presenta AI al usuario se encuentra dividida en tres secciones, las cuales se mencionan a continuación:

- Diseñador: en esta parte, el sistema proporciona una lengüetilla, la cual cuenta con varias bibliotecas de bloques, permitiendo construir la interfaz de usuario de

la aplicación que se encuentra desarrollando, con la facilidad de poder visualizar en el mismo entorno de programación, una ventana de simulación de un dispositivo móvil

- Editor de bloques: en este apartado, se programa el comportamiento de la función que realiza cada bloque, es decir la acción que realiza al momento en que se pulsa el botón.
- Generador de App: entorno de compilación de la aplicación, en el cual cuenta con un generador del instalador llamado APK. Posterior a esto, se puede proceder a la descarga.

Todo esto se encuentra disponible en la web, debido a que es un software libre y gratuito.



**Figura 1.6** Proceso de creación de una App con MIT App Inventor  
(Posada Prieto, 2019)

En la Figura 1.6 muestra el proceso de creación de una aplicación con MIT App Inventor, formada por tres grandes bloques, los cuales ya fueron mencionados anteriormente. La herramienta se presenta on-line con unas características muy interesantes para utilizar en cualquier ámbito (Posada Prieto, 2019, pág. 13).

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. MATERIALES

El presente trabajo de grado tiene la finalidad de realizar un prototipo de seguridad automotriz, para lo cual, se ha visto en la necesidad de implementar el uso de los siguientes materiales; los mismos que se mencionan continuación, agrupados de acuerdo con su funcionamiento:

- Procesadores:
  - o Placa programable ARDUINO MEGA 2560.
  - o Módulo SIM808: GSM/GPRS+GPS.
- Sensores:
  - o Sensor de vibraciones Sw-420.
  - o Optoacoplador 4N25.
  - o Sensores de final de carrera.
- Actuadores:
  - o Set de actuadores de bloqueo central.
  - o Pulsadores de las puertas (Switchs de puertas).
  - o Módulos relés de 4 canales.
  - o Sirena de alarma sonora.
- Componentes de comunicación:
  - o Teléfono inteligente (Samsung Galaxy S9).
  - o Módulo bluetooth HC-06.
  - o Aplicación desarrollada en MIT App Inventor.
  - o Pantalla OLED 0,96"

#### 2.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación posee el rigor necesario para conceder validez científica a cada uno de los resultados que se vayan obteniendo en el proceso de estudio

y análisis del presente trabajo de grado; dando cumplimiento con los objetivos, tanto general como específicos, los mismos que se encuentran propuestos en un inicio.

### **2.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Los tipos de investigación se encuentran divididos de la siguiente forma:

- Según objeto de estudio: descriptivo, analítico, predictivo, tecnológico.
- Según el tiempo: longitudinal, transversal.
- Según la intervención: observación, experimental.

#### **2.2.1.1. INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA**

El presente trabajo de grado entra en el grupo de investigación tecnológica, debido a que existe el caso de tratar de solucionar un problema que afecta a la ciudadanía en Ecuador que un gran porcentaje ha sido víctima de algún atraco delincencial y más, específicamente en el delito de robo de vehículos; por lo tanto en este apartado se hace referencia al desarrollo tecnológico de un sistema electrónico de alarma, además, se analizan sistemas electrónicos de control, sistemas de seguridad automotrices, diseño de aplicaciones móviles, tecnología (GPS, GPRS, GSM), entre otros.

#### **2.2.1.2. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL**

A partir de lo mencionado anteriormente, se puede decir que el tipo de investigación a tratar será de tipo experimental, ya que se llevará a cabo el diseño y elaboración de un sistema de alarma electrónico con geolocalización, desde cero. Promoviendo la creación de prototipos fabricados por estudiantes de la región norte del país.

#### **2.2.1.3. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Se aplica este tipo de investigación, debido a que cada uno de los procesos que se van desarrollando y ejecutándose en el transcurso del proyecto, tienen el sustento científico para poder obtener información, la misma que se encuentra en libros, artículos científicos, revistas, tesis de pregrado, tesis de doctorado, internet, entre otros.

## **2.2.2. MÉTODO**

### **2.2.2.1. MÉTODO CIENTÍFICO**

En el proceso de investigación se utilizó este método, debido a que admite discrepar la realidad empírica del problema de inseguridad vehicular que se encuentra presente en Ecuador, empezando en la conceptualización, definición y aplicabilidad, para finalmente poder llegar a conclusiones fehacientes.

En el momento de la experimentación del dispositivo, el cual fue diseñado, construido y programado para generar seguridad vehicular, este pueda permitir al usuario percibir esa seguridad de un modo objetivo, eficiente y real.

### **2.2.2.2. MÉTODO LÓGICO DEDUCTIVO**

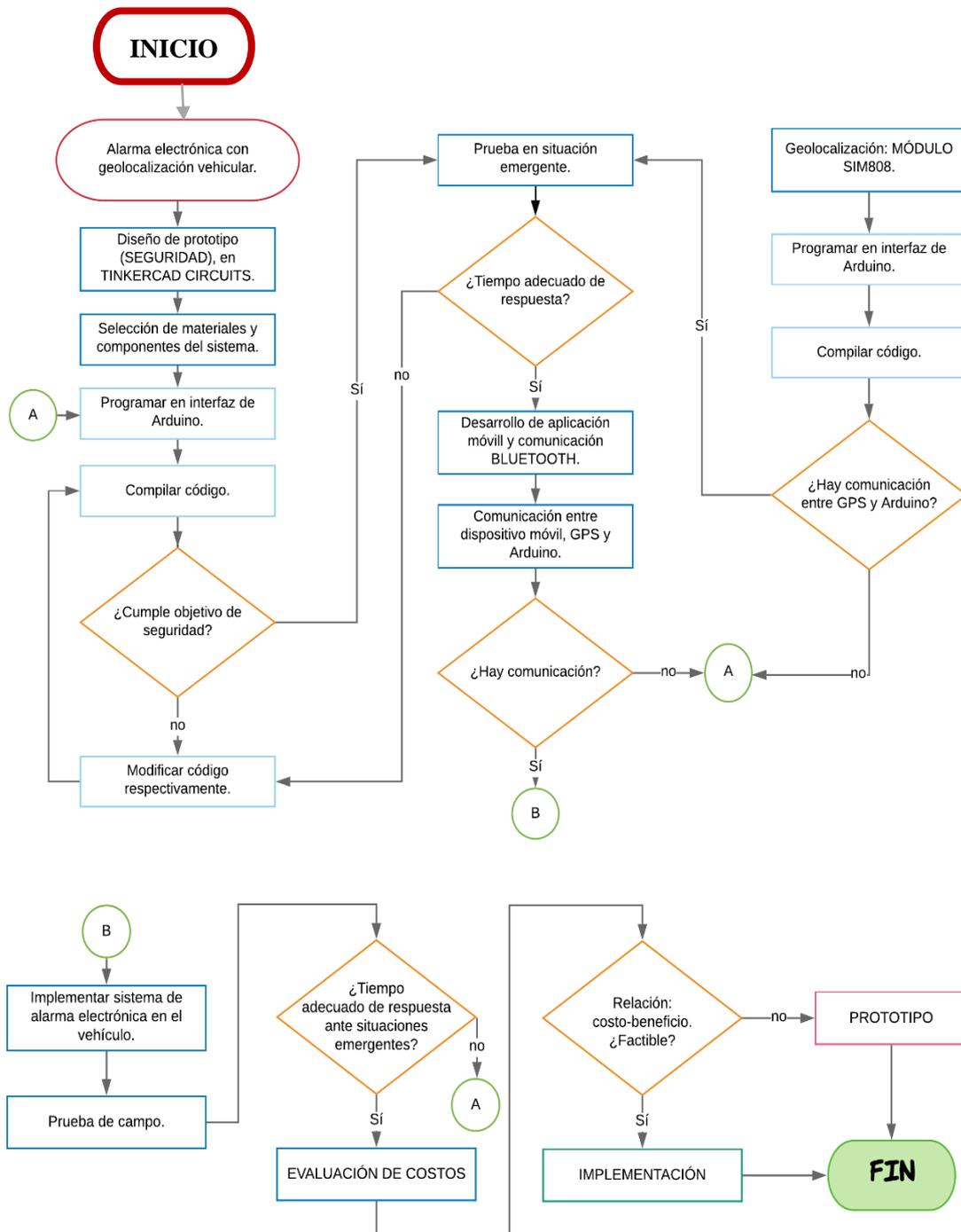
Con lo que respecta a este método de investigación, la aplicación en el presente trabajo de grado radica en encontrar la forma de emparejar distintos dispositivos electrónicos que conforman todo el circuito matriz del proyecto, tomando en cuenta principios de electricidad automotriz, electrónica y programación. Empleando de tal modo, cada uno de los conocimientos que se ha adquirido a lo largo del proceso universitario.

## **2.3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE ESTUDIO**

El prototipo, es un sistema de alarma electrónica, el cual se desarrolló utilizando un software libre en este caso “Arduino”, el mismo que presenta diversas aplicabilidades en el mundo de la electrónica y automatización, en este caso en específico, se lo manipuló para elaborar un proyecto aplicado a la seguridad del automóvil.

Este software fue controlado mediante un teléfono móvil, en el cual se instaló una aplicación previamente desarrollada en MIT App Inventor, con el propósito de tener un mando más cómodo y seguro del vehículo, creando una interfaz agradable y segura para su uso, su aplicación más destacada será realizar el bloqueo-desbloqueo tanto de puertas y baúl, todo esto se realizará mediante la comunicación bluetooth.

Mediante el envío de un mensaje de texto (comunicación por SMS) al software de la placa programable “SIM808”, funcionando esta como un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), la misma que entrará en aviso de las coordenadas en las cuales se encuentra el vehículo, más sin embargo, se enviará desde el módulo “SIM808” una dirección web, la cual se encuentra enlazada con Google Maps, para poder verificar en qué lugar del mundo se encuentra este vehículo.



**Figura 2.1** Flujograma de la propuesta

En la Figura 2.1, se detallan cada una de las etapas que conlleva la realización del proyecto de grado, con el propósito de tener una visión panorámica del campo de estudio y los procesos a ejecutarse, para dar cumplimiento con cada uno de los objetivos que se ha propuesto de una manera sistematizada y eficiente.

## **2.4. CONTROL DE SEGURIDAD DEL VEHÍCULO MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN EN ARDUINO.**

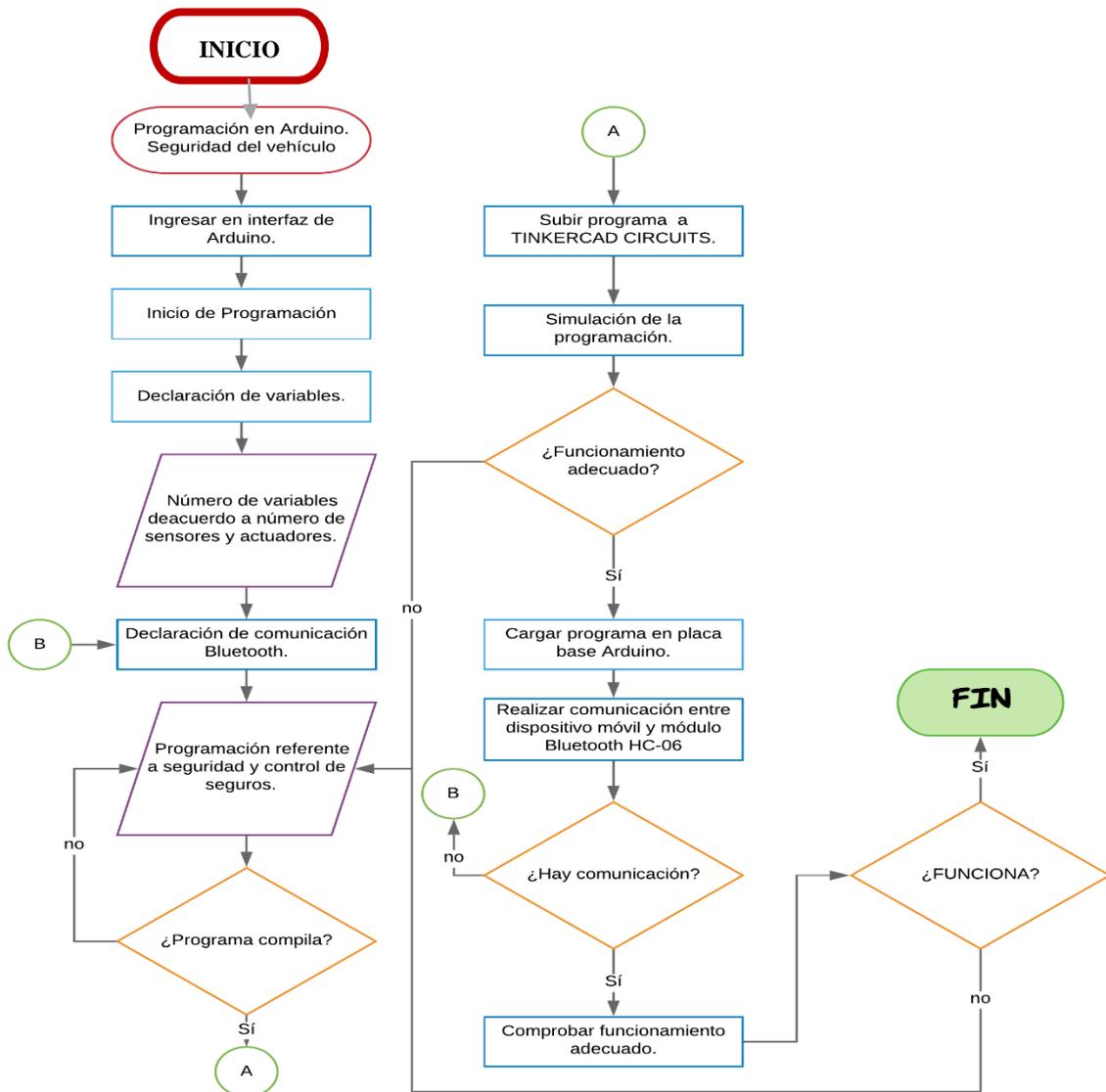
Inicialmente se empezó a realizar una programación en Arduino referente a seguridad, se decidió empezar programando en la interfaz de Arduino, programación en la cual hace referencia a cada uno de los comandos que se van a manejar tanto en el software como en hardware, controlando de tal modo las pistolas de bloqueo central.

Paso siguiente es verificar si el código previamente desarrollado cumple con las funciones planificadas, trabajando en el diseño del prototipo en una plataforma Web-Online que permite adaptar las necesidades y demandas del presente trabajo de grado en sus inicios, por lo tanto, se utilizó el simulador de tiempo real TINKERCAD el mismo que ya fue mencionado con anterioridad, mostrando los beneficios que este puede brindar en el desarrollo de la presente investigación.

Una vez el código funcionó adecuadamente en el programa de simulación, paso siguiente fue cargar el programa en la placa base de Arduino, verificando su funcionalidad en prototipo.

### **2.4.1. FLUJOGRAMA DE PROGRAMACIÓN DE CONTROLES DE SEGURIDAD DEL VEHÍCULO**

Los controles de seguridad del vehículo, en un inicio se pretendió únicamente poder comandar el accionamiento de las pistolas de bloqueo central, todo esto debido a que el programa de simulación permite únicamente utilizar una variedad de componentes finita, limitando así realizar una simulación más compleja. En el siguiente flujograma se muestra la puesta en marcha de la parte que comprende el control de los sistemas de seguridad del vehículo.



**Figura 2.2** Flujograma de Seguridad  
Fuente: Autor.

En la Figura 2.2 se aprecia el flujo de cómo se pone en marcha el proyecto, empezando por realizar la programación en el software Arduino, realizar una comunicación bluetooth, interconectar con un dispositivo móvil y finalmente verificar si todos y cada uno de los componentes se comunican de una forma adecuada y precisa.

#### 2.4.2. ARDUINO

Como ya se lo ha mencionado en el capítulo anterior, Arduino es una compañía de fuente abierta y software libre, que desarrolla prototipos basados en el lenguaje base de programación C y C++. Arduino desarrolla y manufactura placas (microcontroladores)

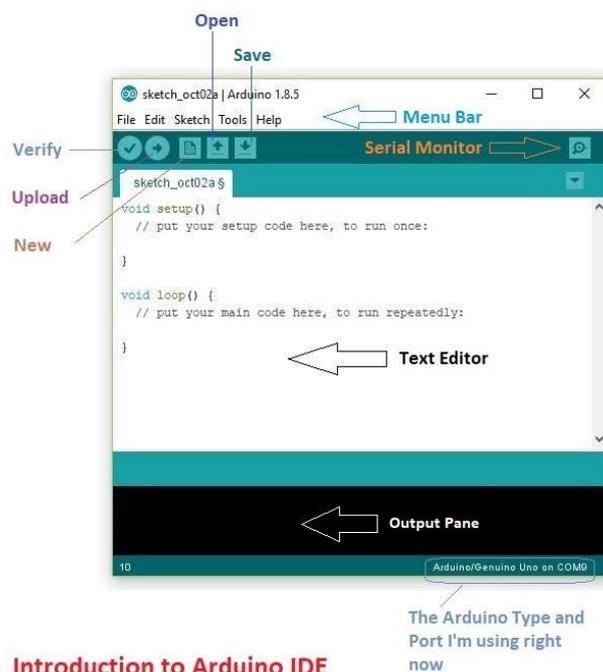
que son muy eficientes en el mundo de la electrónica, con una amplia variedad de modelos, desde los más básicos hasta placas con un microcontrolador que trabaja con una SRAM de 96 KB (Arduino DUE).

### 2.4.2.1. PLATAFORMA DE ARDUINO

Arduino es una plataforma abierta, la misma que facilita la programación de un microcontrolador, fue creada para desarrollar proyectos multidisciplinarios, capaz de interpretar variables en su entorno y transformarlas en señales o pulsos eléctricos comandando de tal forma a distintos dispositivos electrónicos que se encuentren conectados a sus terminales, es decir es una herramienta de control tanto de entrada como de salida de datos.

### 2.4.2.2. IDE DE ARDUINO

IDE, por sus siglas en inglés (Integrated Development Environment), o Entorno de Desarrollo Integrado. El IDE de Arduino es una forma de llamar al conjunto de herramientas software que permite a los programadores poder crear sus propios programas con mucha comodidad, en el mundo de Arduino se lo conoce como “sketch”.



**Introduction to Arduino IDE**

**Figura 2.3** El IDE de Arduino  
("TEP Technopreneur," 2018)

En la Figura 2.3 se puede observar cada uno de los componentes y herramientas que presenta el software Arduino, de arriba hacia abajo son: barra de menús, barra de botones, editor de código, la barra y consola de mensajes y finalmente la barra de estado, teniendo un entorno de fácil utilización, creado para personas que recién se inician en el mundo de la programación, como también para programadores con amplia experticia en este campo.

Dentro del IDE de Arduino, al tener ya escrito el programa, tiene la facilidad de poder comprobar que no haya error alguno dentro de las líneas de código y además permite, cuando ya se esté seguro de que el sketch es correcto, grabarlo en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino, en ese momento la placa se convierte en un ejecutor autónomo de dicho programa.

Arduino al ser una plataforma “open source” o de “código abierto”, muchas personas dedicadas a la programación crean librerías para facilitar la programación y también facilitan la comunicación con otros proveedores.

Dentro del presente proyecto, es esta la parte esencial para el buen funcionamiento y desempeño de este, debido a que en cada línea de programación que se vaya escribiendo dentro del IDE de Arduino llevará hacia el cumplimiento de los objetivos propuestos en el planteamiento del proyecto.

#### **2.4.2.3. COMPARACIÓN ENTRE TARJETAS ARDUINO Y ARDUINO MEGA 2560**

Al ser Arduino una plataforma “open source”, esta cuenta con una variedad muy extensa de tarjetas, dependiendo el uso que se le vaya a dar, también entra en juego a la hora de la selección de cualquiera de los modelos que dispone Arduino es el espacio que ocupa la tarjeta propiamente dicha, debido a que muchas veces se necesita sacrificar espacio para poder acceder a utilizar una tarjeta más potente o con mayor número de entradas y salidas digitales y análogas.

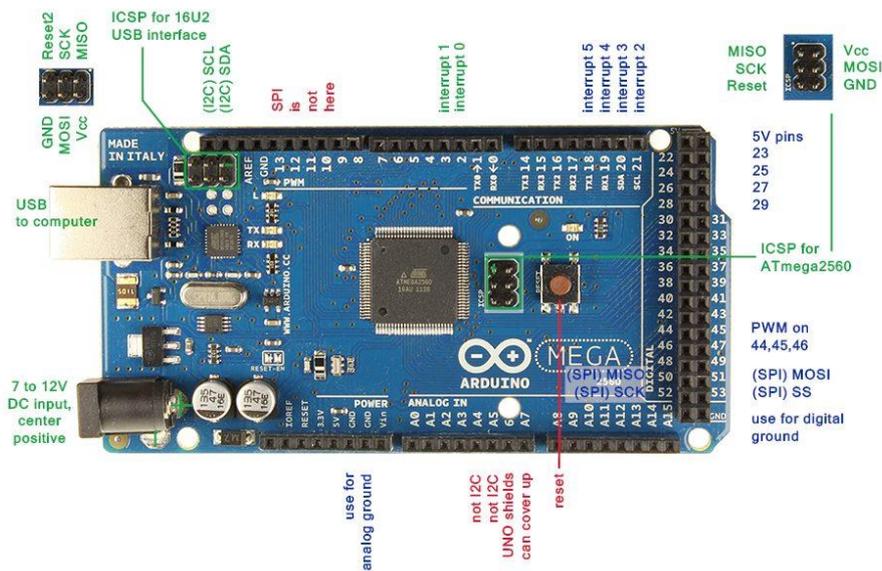
En el momento de seleccionar la tarjeta más adecuada a la función que vaya a desempeñar, se entra en discusión de cuáles son las características que puede brindar una en comparación con otra, entre las cuales se tienen las siguientes: pines de salida/entrada (análogos y digitales), memoria flash, memoria SRAM, velocidad de reloj, etc. A

continuación, se presenta algunas de las tarjetas más comerciales de Arduino, especificando características de estas.

Prestaciones	Arduino UNO	Lilipad Arduino	Arduino Mega 2560	Arduino Fio	Arduino ADK	Arduino PRO	Arduino Nano
Microcontroller	ATmega328V	ATmega168V ATmega328V	ATmega256	ATmega328P	ATmega2560	ATmega328V	ATmega168 ATmega328
Operating Voltage	5 V	2.7-5.5 V	5V	3.3V	5V	5 V	5 V
Input Voltage (recommended)	7-12V	2.7-5.5 V	7-12V	3.35 -12 V	7-12V	7-12V	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20V		6-20V		6-20V	6-20V	6-20 V
Input Voltage for Charge				3.7- 7 V			
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)	14 (of which 6 provide PWM output)	54 (of which 15 provide PWM output)	14 (of which 6 provide PWM output)	54 (of which 15 provide PWM output)	14 (of which 6 provide PWM output)	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6	6	16	8	16	6	8
DC Current per I/O Pin	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA		50 mA		50 mA	50 mA	
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader)	16 KB (of which 2 KB used by bootloader)	256 KB of which 8 KB used by bootloader	32 KB (of which 2 KB used by bootloader)	256 KB of which 8 KB used by bootloader	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader)	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	2 KB	1 KB	8 KB	2 KB	8 KB	2 KB	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB	512 bytes	4 KB	1 KB	4 KB	1 KB	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz	8 MHz	16 MHz	8 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz

**Figura 2.4** Cuadro comparativo de tarjetas Arduino ("TEP Technopreneur," 2018).

En la Figura 2.4, se observa las especificaciones técnicas más relevantes que diferencian una tarjeta de otra, llevando a escoger para la realización del presente proyecto la tarjeta Arduino Mega 2560.



**Figura 2.5** Tarjeta Arduino Mega2560 ("Amazon ", 2009)

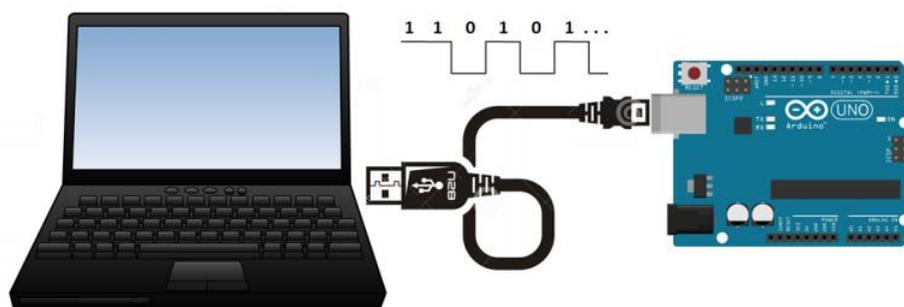
Para el desarrollo de este trabajo de grado se emplea la placa Arduino Mega 2560 la misma que se observa en la Figura 2.5, debido a que su microcontrolador ATmega2560, cuenta con características destacables como: 54 pines de entrada/salida digitales, los cuales 14 de estos pueden ser utilizados como salidas analógicas PWM, 16 entradas analógicas y 4 receptores/transmisores serie TTL-UART, tiene una memoria flash de 256 Kilobytes, su memoria SRAM de 8KB, la memoria EEPROM de 4KB, un voltaje de trabajo igual a la placa Arduino UNO y el límite máximo que pueden emitir sus pines cada uno es de 40mA.

#### 2.4.2.4. COMUNICACIÓN SERIAL

Cuando se desea transmitir un conjunto de datos desde un componente electrónico a otro, se puede realizarlo de varias formas, una de ellas es la comunicación en “serie”, la misma que se emplea en la creación de este proyecto, para interconectar entre el dispositivo Bluetooth HC-06 y el dispositivo móvil del usuario.

En este tipo de comunicación la información se trasmite de bit a bit uno tras de otro teniendo un único canal de trasmisión. Muchos dispositivos de comunicación inalámbrica, también se encuentran utilizando la comunicación serial para transmitir (recibir o enviar) información a Arduino, algunos de estos son los módulos Bluetooth y los módulos Xbee, para tener idea, de comunicación serial, es la comunicación que existe entre módulo Arduino y la computadora para cargar un sketch.

Cada una de las placas de la familia Arduino, cuentan con al menos un puerto serie (también se lo conoce como USART o UART). En el caso del módulo Arduino Uno, cuenta con los pines digitales 0 (RX) y el pin 1 (TX), para realizar una comunicación serial.



**Figura 2.6** Comunicación serial entre PC y Arduino UNO  
("ECUDINO", 2016)

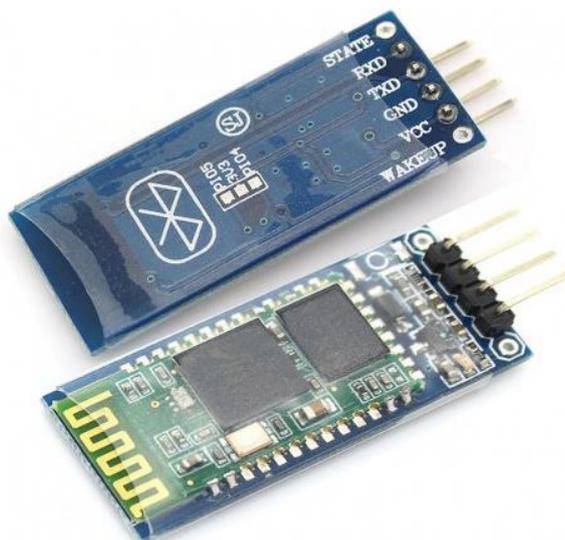
En la Figura 2.6 se muestra la conexión que existe entre la computadora y la tarjeta Arduino UNO, conectada mediante un cable de datos. Una recomendación muy importante al momento de utilizar estos dos pines de salida o entrada digital de Arduino, en el momento en que se encuentra subiendo un sketch al módulo de Arduino, se debe desconectar los pines RX y TX, para que no haya interrupciones de comunicación, hasta subir el sketch a Arduino, posterior a eso, se procede a conectar sin problema alguno.

#### 2.4.2.5. MÓDULO BLUETOOTH HC-06

Este módulo Bluetooth, permite ejecutar un enlace inalámbrico entre la PC y el proyecto que se encuentre en ejecución, con una gran facilidad de trabajo mediante un puerto serial. La transmisión de los datos se realiza de forma transparente, por lo cual su conexión es directamente hacia los pines seriales del microcontrolador preferido (respetando los niveles de tensión, ya que este se alimenta con 3.3V).

Los comandos AT son muy importante para la configuración de este módulo, ya que con estos se puede establecer la comunicación de este. Con respecto a la alimentación del módulo, esta cuenta en su integrado un regulador de voltaje, el cual permite realizar una alimentación continua entre 3,6 y 6 voltios.

Otra de las ventajas que se pone a consideración del usuario, es que este tipo de módulo HC-05, se puede modificar tanto como maestro o esclavo, es decir puede servir tanto para enviar información, como también para receptor la misma.



**Figura 2.7** Módulo Bluetooth HC-06  
("NAYLAMP MECHATRONICS", 2016)

En la Figura 2.7 se puede apreciar que el módulo cuenta con 4 terminales, los cuales se encuentran distribuidos como se muestra en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1** Descripción de pines del módulo Bluetooth HC-06

<b>Nombre del Pin</b>	<b>Descripción</b>
STATE	Pin de estado, utilizado para realizar un comentario y poder verificar si el Bluetooth se encuentra funcionando correctamente.
RXD	Recibe datos serial. Mediante comunicación Bluetooth.
TXD	Transmite datos en serial. Cada uno de los datos que reciba de Bluetooth serán entregados por este pin.
GND	Conexión a tierra del módulo, conexión a tierra del sistema.
VCC	Tensión de alimentación del módulo que va desde 3,6 V hasta 6 V.
EN (Enable/Key)	Este pin se usa para alternar entre el modo de datos (ajuste bajo) y el modo de comando AT (ajuste alto). Por defecto está en modo datos.

**Fuente:** Autor.

### **2.4.3. DISEÑO DEL PROTOTIPO DE SEGURIDAD EN AUTODESK TINKERCAD CIRCUIT**

#### **2.4.3.1. AUTODESK TINKERCAD**

Tinkercad es una colección gratuita en línea de herramientas de software que ayudan a las personas a pensar, crear y hacer, Autodesk, el líder en diseño 3D, ingeniería y software de entretenimiento ("AUTODESK TINKERCAD," 2013).

Cada una de las herramientas que presenta este software, son de uso común, de fácil manipulación, teniendo un ambiente muy intuitivo, ofreciendo la facilidad de realizar cualquier proyecto relacionado con el diseño e ingeniería.

#### **2.4.3.2. TINKERCAD CIRCUIT**

Tinkercad es una de las aplicaciones gratuitas que se encuentran en línea, la misma que permite realizar diseño e impresión 3D, desarrollada por Autodesk (compañía estadounidense que desarrolla prototipos en 2D y 3D), además permite realizar

simulaciones de prototipos en tiempo real, programación de dispositivos Arduino virtuales.

El sketch que se encuentra en su plataforma se puede elaborar mediante texto de programación como la IDE de Arduino, siendo una buena opción, para más facilidad presenta otra elección, programar mediante bloques (de forma análoga a la aplicación Scratch), otra herramienta que permite este software es enviar el circuito diseñado a imprimirlo en el diagrama de pistas PCB (Printed Circuit Board) siendo compatible con Eagle (propiedad de Autodesk).

Como ya se ha mencionado Tinkercad, brinda la facilidad de visualizar un prototipo antes de realizarlo en físico permitiendo programar un microcontrolador en este caso, el uso de Arduino, presentando un entorno de codificación similar a la estructura de Arduino.

### 2.4.3.3. PLATAFORMA Y HERRAMIENTAS

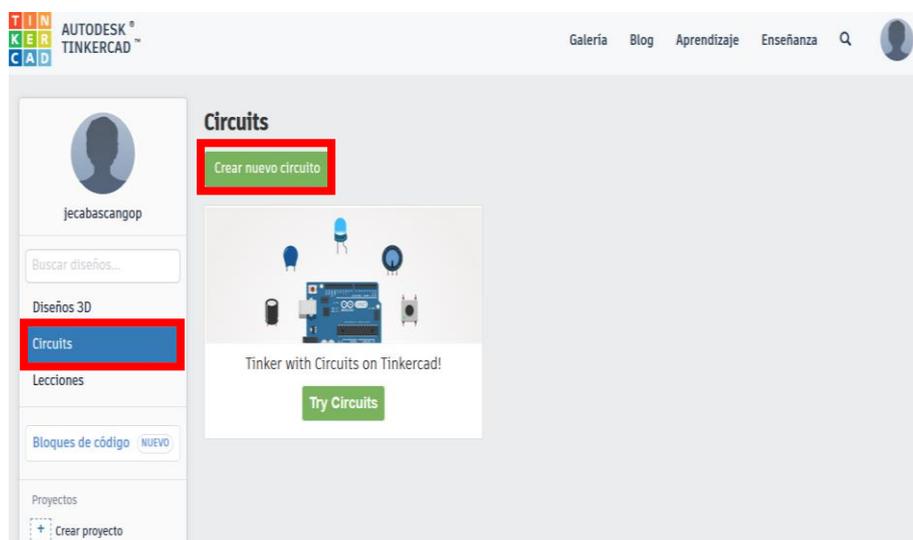
Muchos de los programas gratuitos que hoy por hoy existen en el mercado, se necesita, en un inicio registrarse, con un correo electrónico y una clave de seguridad para poder acceder al portal web del programa (<https://www.tinkercad.com>), paso siguiente es seleccionar la herramienta a utilizar es decir seleccionar “circuit”.



**Figura 2.8** Página principal Tinkercad  
("AUTODESK TINKERCAD", 2019)

Como se puede apreciar en la Figura 2.8 se indica en el recuadro color rojo la pestaña para poder realizar el registro como ya se lo ha mencionado anteriormente.

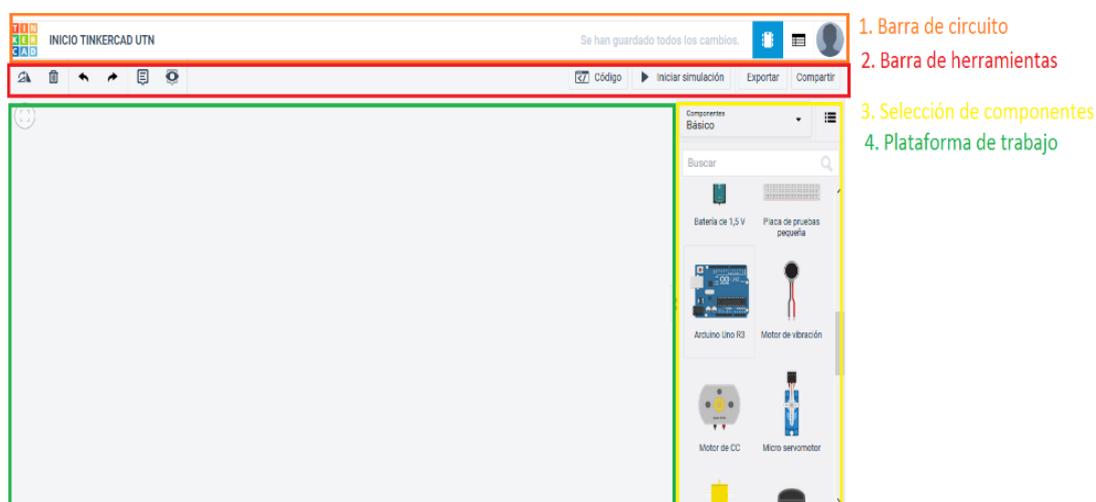
Una vez registrado, se procede a iniciar la sesión, por consiguiente, lleva a una nueva pestaña siendo este el tablero donde se selecciona el proceso a ejecutarse posteriormente, es decir, se muestra las opciones de: Diseños 3D, Circuits, Lecciones. Para el presente proyecto se seleccionó Circuit.



**Figura 2.9** Tablero de trabajo de circuitos ("AUTODESK TINKERCAD", 2019).

En la Figura 2.9 se aprecia los botones que se debe seleccionar para realizar el diseño del prototipo que se desee elaborar.

El entorno de trabajo que ofrece el software de Tinkercad es el siguiente:



**Figura 2.10** Entorno de trabajo ("AUTODESK TINKERCAD", 2019).

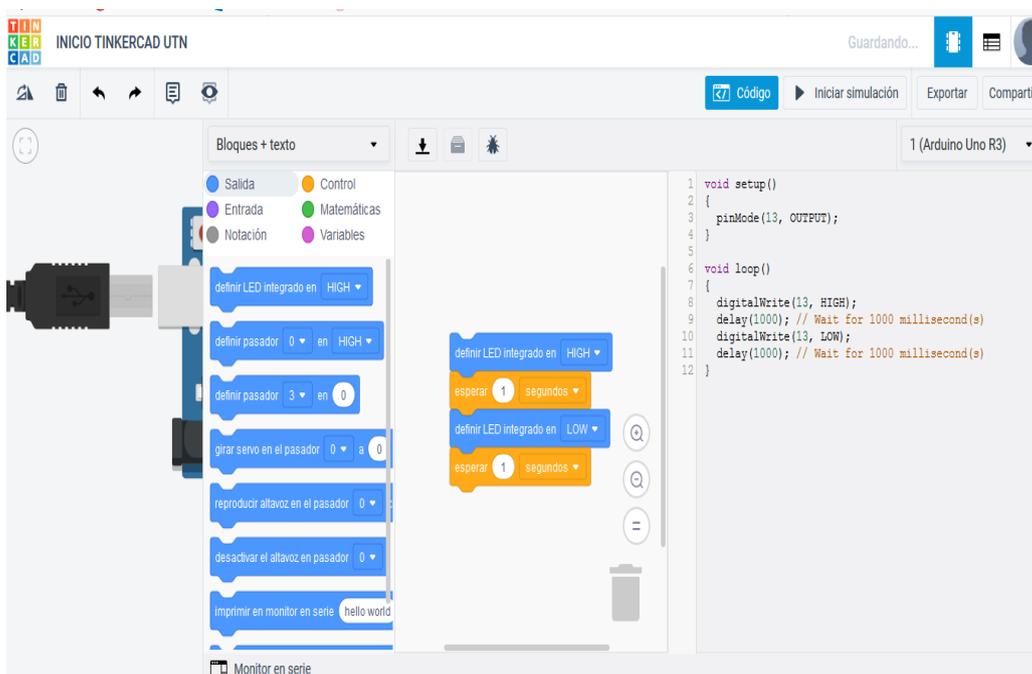
En la Figura 2.10 se detallan los componentes más básicos que se encuentran en la plataforma de trabajo del programa. Esta plataforma de trabajo es muy intuitiva

mostrando cada uno de los componentes electrónicos que dispone en su “librería”, hay componentes necesarios para realizar un prototipo básico en sus inicios, para este trabajo de grado.

#### 2.4.3.4. IDE DE PROGRAMACIÓN

El software que está en mención, permite seleccionar un solo microcontrolador como es el Arduino Uno en este caso, ya que esta es una de las tarjetas más comunes que se puede encontrar para realizar diversos proyectos, con la cual se puede trabajar sin ningún inconveniente, mostrando unas características muy estables a la hora de ponerla a prueba en el trabajo de campo, siempre y cuando no se vea saturado de información y codificación su procesador, para fines de diseño y verificación de códigos por separado dentro de la simulación tiene un desempeño aceptable.

Un microcontrolador es un sistema digital programable integrado en un chip encargado de ejecutar una secuencia de instrucciones logrando controlar y procesar eventos en el mundo real. Por lo tanto, la plataforma de Tinkercad, posee en su software dos posibilidades de realizar la programación, una es mediante bloques también conocido como Scratch, y la segunda opción es una IDE de programación como el IDE de Arduino mediante la ejecución de comandos textualmente.



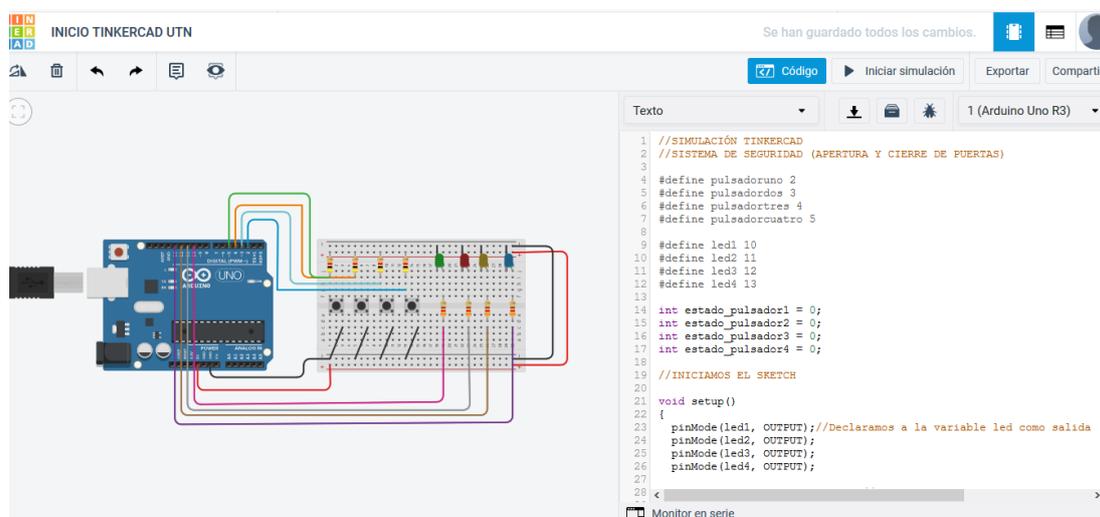
**Figura 2.11** IDE de programación Tinkercad.  
("AUTODESK TINKERCAD", 2019)

Como se puede apreciar en la Figura 2.11 se muestran las dos opciones de programación que brinda el programa, para el ejemplo, las líneas de programación que se encuentran en la Figura 2.11 son por defecto un ejemplo del mismo programa.

### 2.4.3.5. DISEÑO PROTOTIPO DE SEGURIDAD Y SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL

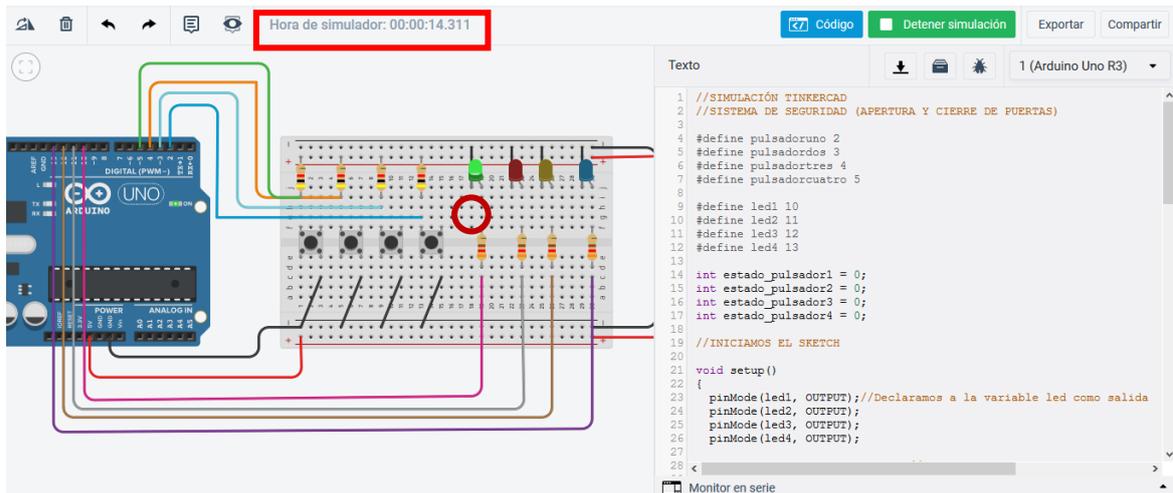
Tinkercad, es una herramienta muy útil al momento de realizar un prototipo, permitiendo simular en tiempo real las líneas de código que se van ejecutando, conocido como sketch.

A continuación se muestra una configuración muy simple de la simulación, se realizó una programación básica, por el motivo que no hay los componentes necesarios en ningún software de simulación, por lo tanto se hace la siguiente analogía: para poder comandar los seguros eléctricos de las puertas en este caso cuatro leds, se utiliza una aplicación móvil que envíe una señal al Bluetooth y este actúe como esclavo para ejecutar dicha acción ya programada, para lo cual se utilizó una configuración de cuatro pulsadores simulando los botones de apertura de las puertas, es decir, en el momento que se presiona el pulsador número uno, se debe encender el led número uno, simulando la apertura de la puerta número uno, para el caso de los siguientes leds hasta el número cuatro, sucede lo mismo.



**Figura 2.12** Simulación de la programación de seguridad ("AUTODESK TINKERCAD", 2019)

A continuación, se muestra el circuito ya en la etapa de ejecución, en la cual se mantiene presionado el pulsador número uno, correspondiendo al led color verde.

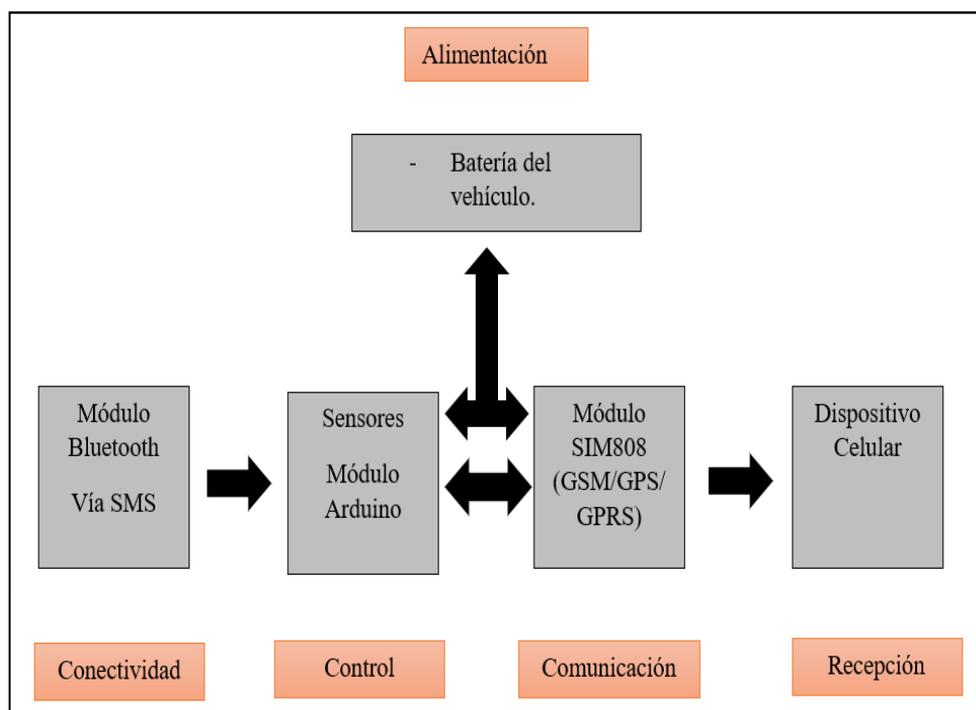


**Figura 2.13** Simulación en proceso  
("AUTODESK TINKERCAD", 2019)

En la Figura 2.13 se observa que el led color verde (encerrado en un círculo) se encuentra encendido, simulando la apertura de una de las puertas, el cuadro de color rojo, indica el tiempo transcurrido de la simulación en segundos.

#### 2.4.4. DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO.

Por medio de un diagrama de bloques, que se muestra a continuación, se puede explicar gráficamente el funcionamiento del circuito electrónico del prototipo:



**Figura 2.14** Diagrama de boques del sistema de alarma

En la Figura 2.14, se muestra cómo se encuentra compuesto el sistema de alarma vehicular, empezando por una fuente de alimentación, la cual puede ser la misma batería del vehículo u otra externa, una comunicación vía Bluetooth para el control de las puertas, para el posicionamiento global se realiza una comunicación mediante mensaje de texto entre el módulo y el celular.

#### 2.4.4.1. BLOQUE DE CONECTIVIDAD

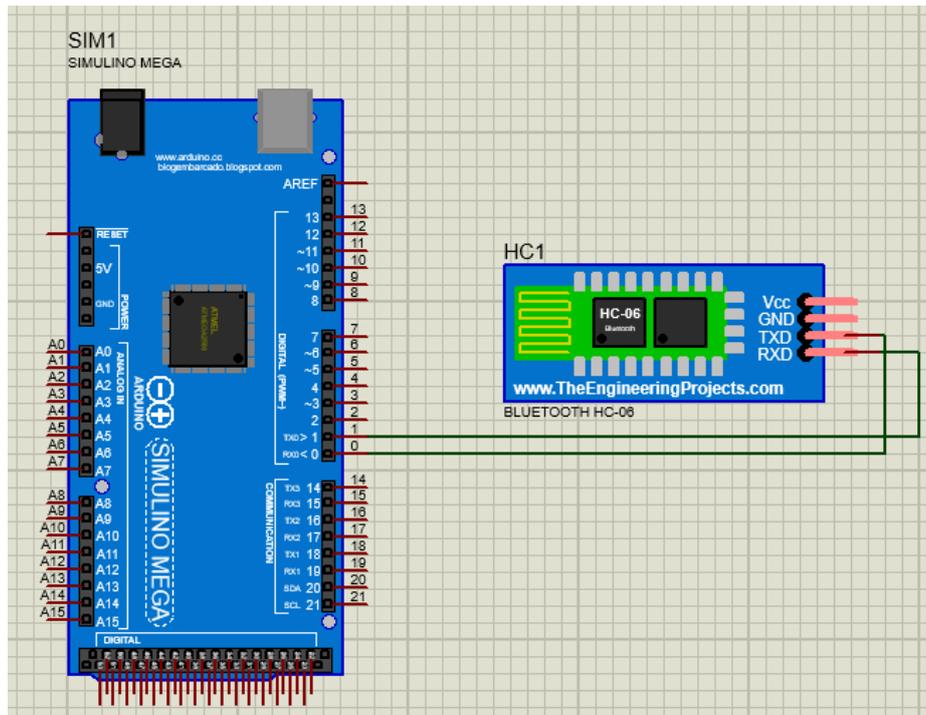
Esta es la primera parte en el bloque general del sistema de alarma vehicular, la cual se muestra en la Figura 2.15, viendo reflejado la conexión necesaria para poder establecer una comunicación, entre la placa base de Arduino con un dispositivo móvil, teniendo controles referentes a la manipulación remota de las pistolas de bloqueo central.

El módulo que permite enlazar los dos dispositivos es el Bluetooth HC-06, sus características se presentan en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2** Módulo bluetooth HC-06

<b>FUNCIONALIDAD</b>	<b>BLUETOOTH HC-06</b>
Modo de operación.	Esclavo.
Configuración.	Comandos AT sencillos.
Alimentación.	3.6V – 6V.
Conexión.	Bluetooth a PC o celular.
Control de pines.	Programación en pasivo.
Alcance.	5-10m.
Potencia de emisión.	≤ 6 dBm, Clase 2.
Velocidad.	Asincrónica: 2 Mbps (max.)/160 kbps, sincrónica: 1 Mbps/1 Mbps.
Consumo de corriente.	30 mA a 40 mA.
Dimensiones totales.	1.7 cm x 4 cm aprox.
Temperatura de operación.	-25 °C a +75 °C
Seguridad.	Autenticación y encriptación (Password por defecto: 1234)

Como ya se lo ha mencionado con anterioridad, el protocolo de comunicación que tiene el prototipo esencialmente funcionará con comunicación vía Bluetooth, por una parte, como también vía mensajes de texto (SMS).



**Figura 2.15** Conexión sistema de comunicación bluetooth

En la Figura 2.15 se muestra la conexión de los pines TX y RX del módulo Bluetooth hacia la placa base de Arduino Mega 2560.

#### 2.4.4.2. ACTUADORES DE BLOQUEO CENTRAL

Las pistolas de bloqueo central son uno de los actuadores, que van a ser comandados mediante una aplicación que se encuentra preinstalada en el dispositivo móvil del usuario, la misma que más adelante se va a explicar a detalle.



**Figura 2.16** Actuadores de bloqueo central de 5 y 2 cables respectivamente

En la Figura 2.16 se muestran los distintos tipos de actuadores de bloqueo central. Son accionados por motores de corriente directa, permitiendo abrir o cerrar todas las puertas del vehículo, estos motores funcionan con 12 V y consumen una corriente de 3,7 A, en el presente prototipo, estos actuadores son comandados mediante un módulo relé para activarlos o desactivarlos debido al gran consumo de corriente que estos presentan y de acuerdo con la programación que se le haya encomendado mediante el sistema de control de la alarma.

Los actuadores de bloqueo central, los hay de distintos tipos, diferenciándose principalmente por el número de cables que tienen, las hay de 2 cables y de 5 cables, Figura 2.16. La principal diferencia es que el motor de 5 cables utiliza 2 para conectar el motor, los 3 restantes son conectados a un sensor de contacto, la función de este es activar un estado de alarma en el vehículo, cuando no está pulsado, está en funcionamiento (cortocircuitando la línea común con una de las 2), si se pulsa esta cortocircuita la línea común con la otra.

En la Tabla 2.3, se muestra las especificaciones de las pistolas de bloqueo central.

**Tabla 2.3** Descripción de actuadores de bloqueo central

<b>FUNCIONABILIDAD</b>	<b>PISTOLA DE 5 CABLES</b>	<b>PISTOLA DE 2 CABLES</b>
Tipo	5 cables	2 cables
Voltaje de trabajo	12V CC	12V CC
Consumo de corriente	2,3 A – 3,7 A	2,3 A – 3,7 A
Distancia de recorrido	18mm	18mm
Torsión dinámica	4,5 kg – 5,5 kg	4,5 kg – 5,5 kg
Torsión estática	2,0 kg – 2,5 kg	2,0 kg – 2,5 kg
Tiempo de control	0,2s	0,2s
Temperatura de trabajo	30 °C – 60°C	30 °C – 60°C
Material	Metal y plástico	Metal y plástico

#### **2.4.4.3. ALARMA SONORA**

Una de las alertas que se tiene dentro del sistema de alarma vehicular, es mediante la alerta sonora, la encargada de reproducir un sonido audible para el usuario si este se encuentra dentro de un rango no mayor a 30m, esta se activará cuando el vehículo se encuentre en peligro, o uno de sus sensores se active sin previo permiso.



**Figura 2.17** Bocina para vehículos  
Fuente: ("AliExpress," 2010).

En la Figura 2.17 se muestra la bocina para vehículos, la cual cuenta con las siguientes especificaciones: voltaje de funcionamiento de 12V y 110dB, cuenta con 3 tonos diferentes, con un consumo aproximado de 30W.

#### **2.4.4.4. MÓDULO RELÉS PARA ARDUINO**

Como ya se lo ha mencionado, el consumo de corriente de los seguros y sirena es alto, en relación con las salidas de la tarjeta de Arduino (20 mA), por lo cual se opta en colocar un módulo de relés para el control de los seguros y sirena.

El diseño de los relés permite acoplarse de una manera fácil y rápida con la tarjeta Arduino, evitando realizar conexiones complicadas, el módulo se alimenta de la salida de 5V de Arduino y GND.

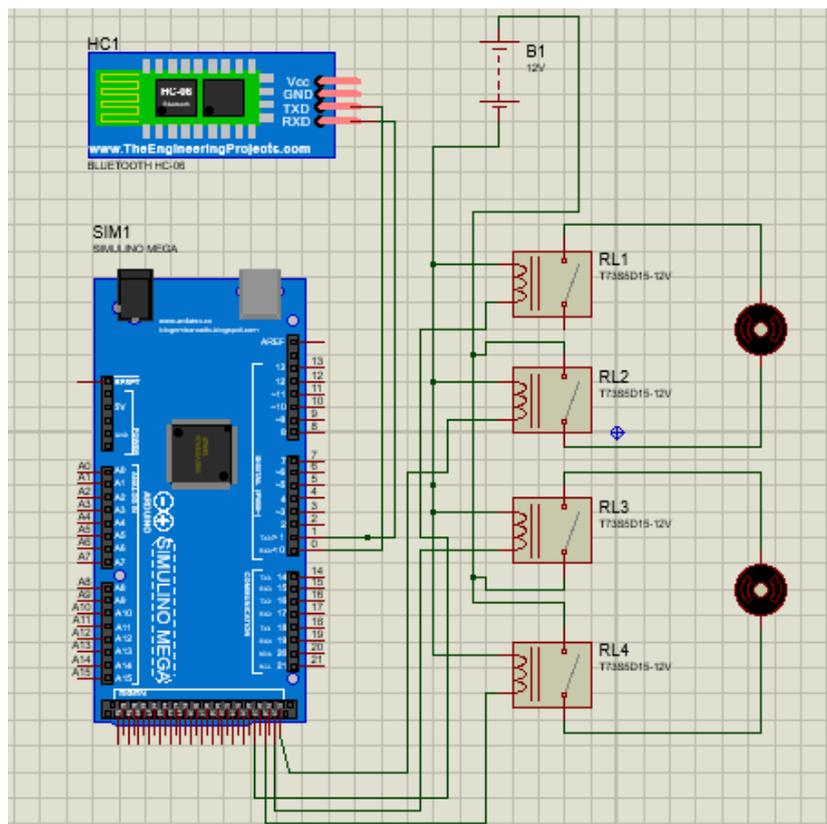
Las señales o pulsos son enviados para la activación de las pistolas de bloqueo central, transmitidas por los pines digitales D22, D23, D24, D25, D26, D27, D30, D40, respectivamente de la tarjeta Arduino Mega 2560 y son conectadas a las entradas IN1, IN2, IN3, IN4 del Módulo de Relés de 4 canales, para todas las salidas, se hace uso de otro Módulo de Relés más; estas señales activan las bobinas de los relés, con una configuración en la programación del cambio de estado que debe pasar de alto a bajo es decir con lógica invertida.

Las pistolas de bloqueo central son conectadas a los contactos normalmente abiertos de los relés, de esta forma logren activarse o desactivarse con las señales comandadas por la placa de ARDUINO.



**Figura 2.18** Módulo relé de 4 canales  
("Amazon ", 2009)

En la Figura 2.18, se puede apreciar el módulo relé de 4 canales, con los cuales se trabajan en el presente prototipo.



**Figura 2.19** Conexión Arduino y actuadores

En la Figura 2.19 se observa la conexión que se hace desde la placa base Arduino, dando un pulso a los relés respectivamente, los cuales se encargan de aumentar la cantidad de corriente, activando o desactivando el motor de corriente continua que comando a la pistola de bloqueo central.

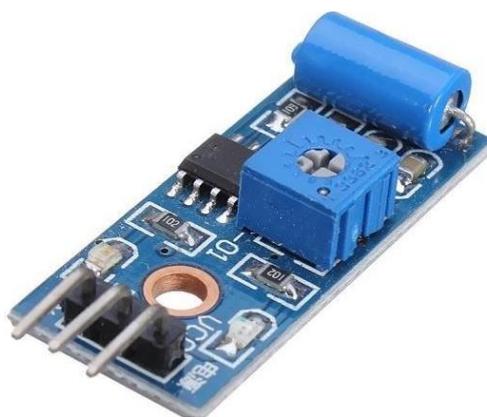
#### **2.4.5. BLOQUE DE CONTROL**

Dentro del bloque de control, se tienen los elementos que ayudan a censar cada una de las variables físicas que se pueden encontrar dentro del vehículo, para esto se optó por el acoplamiento de varios sensores (de vibraciones y finales de carrera), obteniendo la lectura de las señales, y con esto disparar una alerta sonora que ponga en estado de alerta al vehículo y al usuario.

En este bloque se tiene el cerebro que comanda y procesa cada una de las distintas señales que recibe, siendo este el Arduino Mega, el cual se lo ha seleccionado anteriormente, por tener una capacidad de memoria EEPROM y memoria RAM necesario para el rendimiento adecuado del prototipo, además, brinda la ventaja de ser un dispositivo que ocupa poco espacio físico y su costo es relativamente bajo, en relación con otras placas programables que se puede encontrar en el medio.

##### **2.4.5.1. SENSOR DE VIBRACIONES Sw-420**

Este módulo sensor de vibraciones funciona como un Switch, al detectar una vibración cierra un circuito lo que genera que el usuario pueda detectar los movimientos ("PROSERQUISA ", 2013, pág. 3).



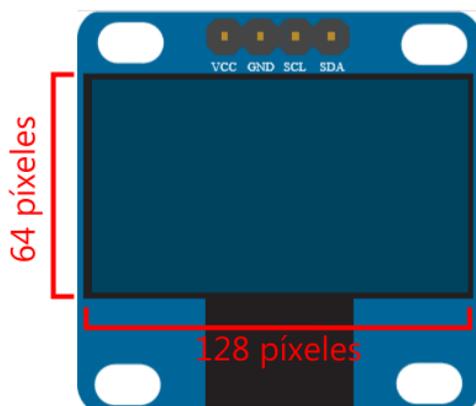
**Figura 2.20** Sensor de vibraciones Sw-420  
("ECUDINO", 2016)

En la Figura 2.20 se observa un sensor de vibraciones Sw-420, el mismo que cuenta con 3 salidas, 2 de ellas son para la alimentación a 3,3V – 5V, con un consumo de 15mA, y la otra pata es la salida de señal que va a censar y traducir Arduino, leyendo el voltaje que este envía. Además, cuenta con un potenciómetro para variar el alcance o sensibilidad del sensor, ampliando el umbral de detección del movimiento.

#### 2.4.5.2. PANTALLA OLED 0,96”

Para el presente proyecto, se implementó el uso de una pequeña pantalla OLED (Organic Light Emitting Diode) permitiendo tener un centro de notificaciones para el usuario y un margen estético del prototipo, la pantalla es un tipo de LED en el que la capa emisora de luz, se encuentra formada por un compuesto orgánico, el encargado de emitir la luz con respuesta a la electricidad.

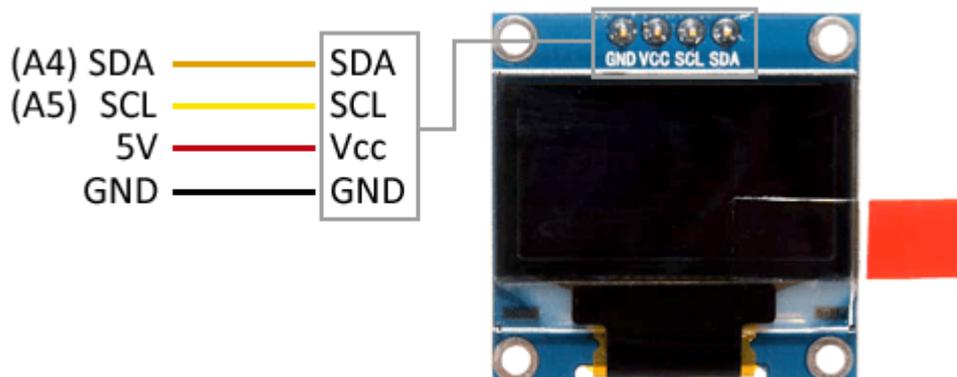
Como ya se ha mencionado, es una pequeña pantalla, cuyas dimensiones de pantalla son: 25mm de largo por 14mm de ancho, bicolor (amarillo y cyan), con una resolución de 128x64 píxeles.



**Figura 2.21** Disposición de píxeles de pantalla OLED ("ECUDINO", 2016).

Las pantallas OLED tienen la ventaja de tener un consumo muy bajo, en torno a 20 mA, dado que solo se enciende el píxel necesario y no requieren de backlight (Llamas, 2016, pág. 23). Teniendo una buena visibilidad en ambientes luminosos, pero por su tamaño, en ocasiones resulta dificultosa su correcta visualización. La comunicación de este tipo de módulos, dependiendo el modelo, se lo puede realizar por bus SPI (Serial Peripheral Interface), o por bus I2C (Inter Integrated Circuit) el cual se utiliza para este proyecto,

bajo este último tipo de comunicación, el cual requiere únicamente de dos cables para su funcionamiento, los cuales se encuentran diseñados para cumplir las funciones de SCL (señal del reloj) y SDA (para envío de datos).



**Figura 2.22** Conexión de pantalla OLED  
("ECUDINO", 2016)

En la Figura 2.22 se aprecia como realizar las conexiones a Arduino, para el presente proyecto se utiliza el Arduino Mega el cual ya cuenta con salidas de pines SCL y SDA siendo los pines 20 y 21 respectivamente.

## 2.5. GEOLOCALIZACIÓN EN TIEMPO REAL

La geolocalización, es uno de los conceptos que hace referencia al escenario que ocupa un objeto en el espacio y dicho objeto puede expresarse en coordenadas de latitud(x), longitud(y) y altura(z), la misma que utiliza una serie de datos obtenidos de la computadora, dispositivo móvil, etc. En el presente proyecto se utiliza esta herramienta con el fin de determinar la posición geográfica de un vehículo.

Según Beltrán López, (2016), menciona que la geolocalización se consolidó a partir del año 2012 con unos elementos estratégicos, encargados de atender diferentes aspectos como los que se menciona a continuación:

- Geolocalización social, con este elemento estratégico se ayuda a compartir información en plataformas sociales, como pueden ser: Facebook, Twitter, Google+, Foursquare (una de las plataformas de datos más confiables en la localización web), Openstreetmap (permite la creación de mapas editables y libres), Ikiemap (crear y compartir de forma fácil mapas y ubicaciones por medio de plataformas sociales), etc.

- Geoportales, es decir son las plataformas que se encargan de generar y obtener información geográfica, basada en el uso de herramientas como: Google Earth, Google Maps, Ikimap, Openstreetmap, etc.

### 2.5.1. FLUJOGRAMA DE LA GEOLOCALIZACIÓN UTILIZANDO EL MÓDULO SIM808.

Uno de los objetivos del presente trabajo de grado, es realizar una comunicación GPS, la misma que será controlada por una aplicación en el dispositivo móvil del usuario.

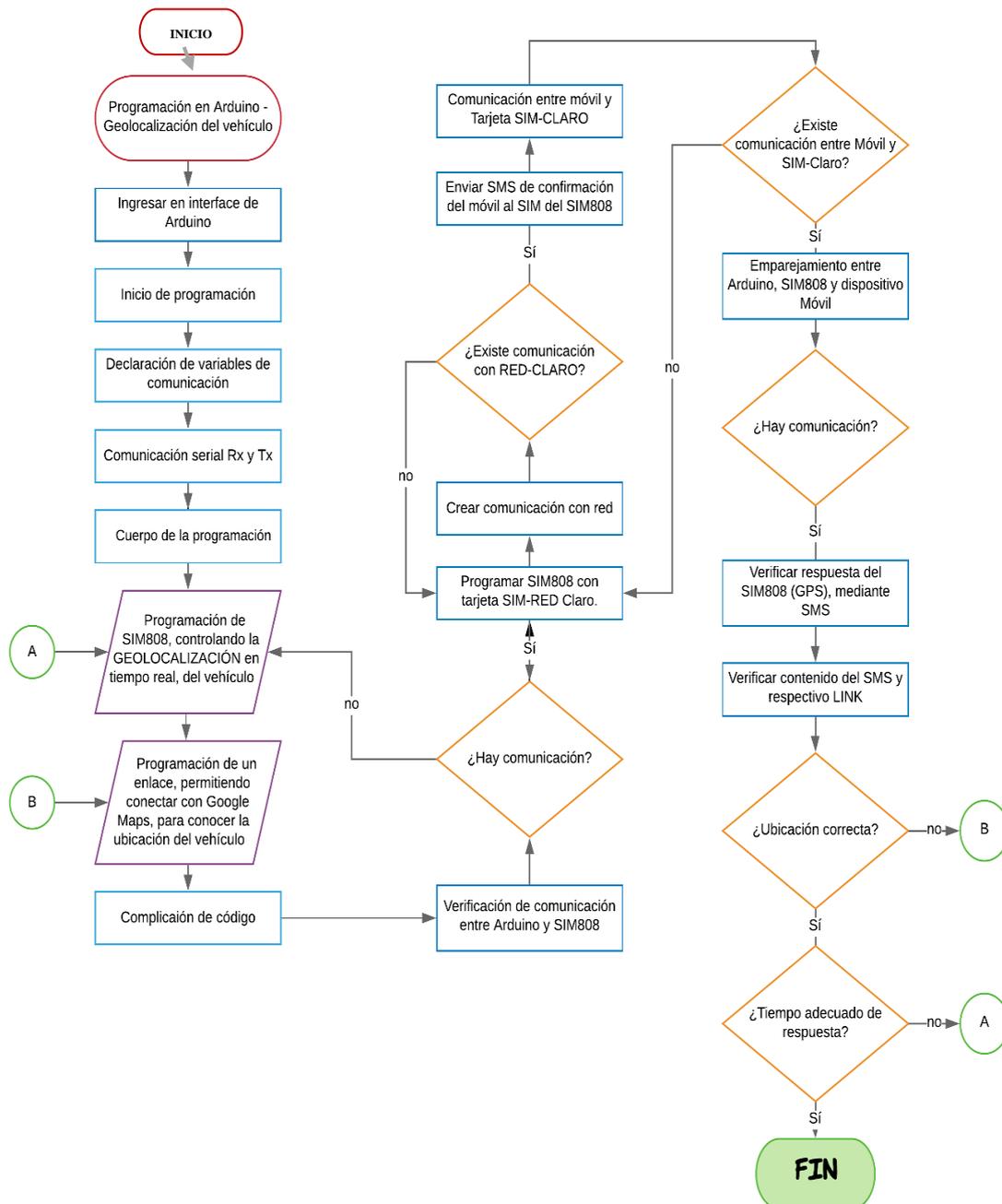
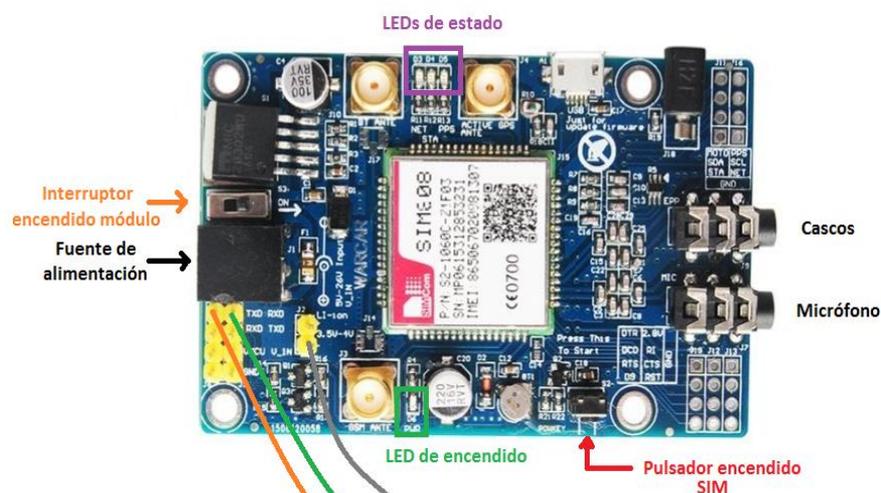


Figura 2.23 Flujoograma de Geolocalización

En la Figura 2.23 se observa la metodología de la programación de Geolocalización, en la cual comprende como interconectar varios dispositivos (SIM808, Arduino, Móvil-Celular), en uno solo, permitiendo generar una localización en tiempo real, del vehículo que se encuentre montado el prototipo.

### 2.5.2. MÓDULO SIM808: GSM/GPRS+GPS

El módulo Sim808: GSM/GPRS+GPS, está basado en el chip SIM808 desarrollado por la compañía SIMCOM, los cuales ofrecen varias funcionalidades como son: el envío y recepción de datos GSM/GPRS trabajando como un teléfono móvil, con la ventaja de tener un GPS para realizar navegación satelital.



**Figura 2.24** Pines importantes del módulo SIM808  
Fuente: (PROMETEC, 2018).

En la Figura 2.24 se observa cada una de las partes que tiene integrado el módulo SIM808, el cual se utiliza para realizar el presente trabajo de grado.

### 2.5.3. FUNCIONALIDAD Y APLICABILIDAD

Una de las muchas ventajas que presenta este módulo, con la ayuda de una tarjeta SIM, la misma que va montada en el módulo, es que tiene la capacidad de enviar, recibir llamadas y mensajes de texto (SMS), otra de las virtudes de este módulo es la capacidad de conectarse a internet y saber la posición en coordenadas geográficas y la hora en UTC (Tiempo Universal Controlado), y actualmente se encuentra aplicado a la Domótica y en

general en este proyecto se encuentra aplicado a lo que tiene que ver con tecnología de seguridad Automotriz.

### 2.5.3.1. SKETCH DE PROGRAMACIÓN ENTRE MÓDULO SIM808 Y TARJETA ARDUINO UNO

Para el presente proyecto, se recalca que: la comunicación que va a tener con el módulo SIM808 es mediante SMS, es decir, desde el celular se envía un mensaje hacia el módulo y este responderá con la ubicación geográfica en tiempo real de donde este se encuentre, con una ágil respuesta en un tiempo relativamente corto.

En primera instancia se empezó colocando en el módulo SIM808 la tarjeta SIM de cualquier operadora del país, en este caso en específico se utilizó una tarjeta de la compañía CLARO.

La SIM utilizada se colocó en la parte debajo de la placa, también se conectó las dos antenas, una en el pin de GPRS y la otra en el pin de GPS, todo este procedimiento se puede apreciar en la Figura 2.21.



**Figura 2.25** Instalación tarjeta SIM y colocación de las antenas GPS y GPRS

Posterior a esto, se empieza la conexión con la tarjeta Arduino, para poder utilizarlo, se hace conectan los pines de comunicación serial Rx y Tx respectivamente para la transmisión y recepción de datos, utilizando una fuente de alimentación externa para alimentar al módulo SIM808 ya que con la alimentación de la tarjeta Arduino no es soportado.



**EFigura 2.26** Instalación del módulo SIM808 con la tarjeta Arduino UNO

En la Figura 2.26 se puede apreciar la conexión desde el módulo SIM808 con el cable de color verde Tx hacia el pin número 7 del Arduino, y el cable color amarillo Rx hacia el pin número 8 del Arduino, finalmente el cable de color negro va conectado hacia el GND de Arduino.

### 2.5.3.2. PROGRAMACIÓN CON COMANDOS AT PARA EL GPS

Se realizó un sketch básico en el IDE de Arduino, para intercambiar comunicación y verificar el correcto funcionamiento del módulo mediante programación por Arduino. Se empezó colocando una comunicación serial, incluyendo la librería para este caso, en el void setup se colocó la velocidad de comunicación, para este caso se utiliza con 9600 Baudios con un retardo de 100 milisegundos y en el void loop se colocó el código para realizar la comunicación mediante comandos AT con el módulo SIM808.

```

SIM808-PRUEBA_DE_GPS Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
SIM808-PRUEBA_DE_GPS
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM808(7, 8); //Seleccionamos los pines 7 como Rx y 8 como Tx

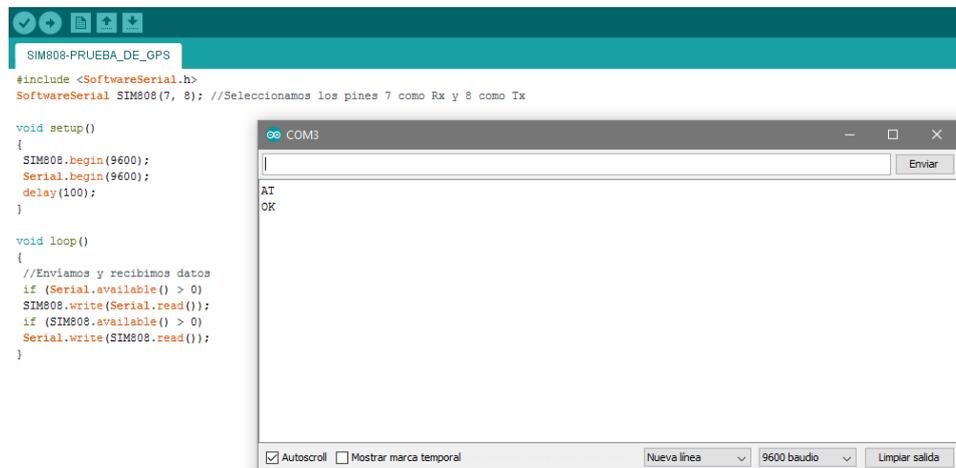
void setup()
{
  SIM808.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  delay(100);
}

void loop()
{
  //Enviamos y recibimos datos
  if (Serial.available() > 0)
    SIM808.write(Serial.read());
  if (SIM808.available() > 0)
    Serial.write(SIM808.read());
}

```

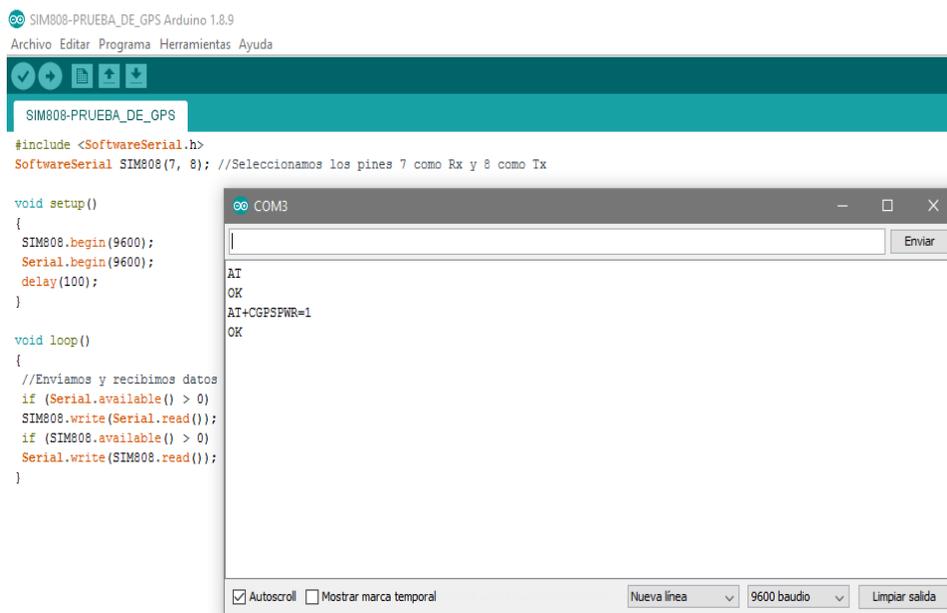
**Figura 2.27** Código para comunicación mediante comandos AT con SIM808

En la Figura 2.27 se observa el sketch final que se compila en la tarjeta Arduino, para poder entrelazar: Arduino, módulo SIM808 y la PC, verificando así si hay o no comunicación del GPS.



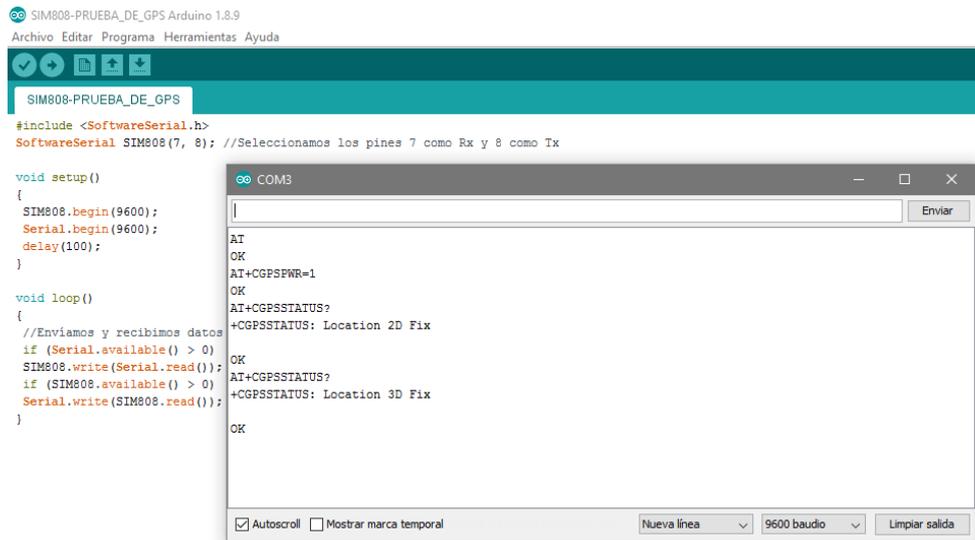
**Figura 2.28** Comprobando la comunicación

En la Figura 2.28 se procede a verificar si hay comunicación entre el Arduino y el módulo SIM808 enviando el comando AT, si hay comunicación correcta el módulo debe responder OK.



**Figura 2.29** Activación del GPS del módulo SIM808

La Figura 2.29 muestra el envío de otro comando AT, para realizar el control de GPS, utilizando la misma programación del Sketch anterior, se empezó activando el GPS mediante el comando AT+CGSPWR=1.



```

SIM808-PRUEBA_DE_GPS Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

SIM808-PRUEBA_DE_GPS
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM808(7, 8); //Seleccionamos los pines 7 como Rx y 8 como Tx

void setup()
{
  SIM808.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  delay(100);
}

void loop()
{
  //Enviamos y recibimos datos
  if (Serial.available() > 0)
  SIM808.write(Serial.read());
  if (SIM808.available() > 0)
  Serial.write(SIM808.read());
}

```

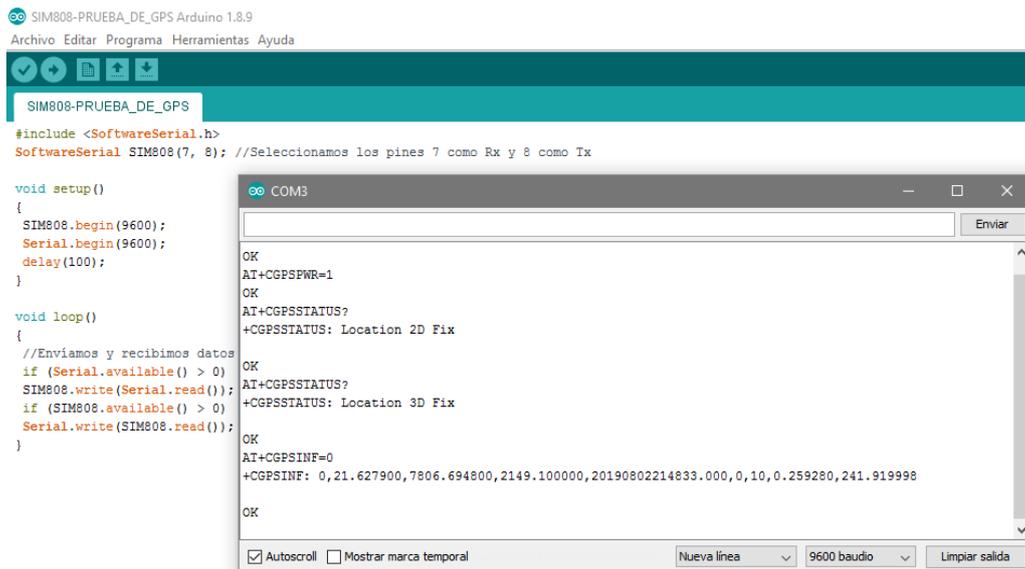
```

COM3
AT
OK
AT+CGPSPWR=1
OK
AT+CGPSSTATUS?
+CGPSSTATUS: Location 2D Fix
OK
AT+CGPSSTATUS?
+CGPSSTATUS: Location 3D Fix
OK
OK

```

**Figura 2.30** Puesta en marcha del GPS del módulo SIM808

Paso siguiente fue realizar una pregunta acerca del estado del GPS, para verificar que ya se encuentre posicionado, utilizando el siguiente comando AT+CGPSSTATUS?. Si su estado de posicionamiento se encuentra correcto, este debe responder con “Location 3D Fix”, esto puede tardar alrededor de 30 segundos si es la primera vez, ver en la Figura 2.30.



```

SIM808-PRUEBA_DE_GPS Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

SIM808-PRUEBA_DE_GPS
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM808(7, 8); //Seleccionamos los pines 7 como Rx y 8 como Tx

void setup()
{
  SIM808.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  delay(100);
}

void loop()
{
  //Enviamos y recibimos datos
  if (Serial.available() > 0)
  SIM808.write(Serial.read());
  if (SIM808.available() > 0)
  Serial.write(SIM808.read());
}

```

```

COM3
OK
AT+CGPSPWR=1
OK
AT+CGPSSTATUS?
+CGPSSTATUS: Location 2D Fix
OK
AT+CGPSSTATUS?
+CGPSSTATUS: Location 3D Fix
OK
AT+CGPSINF=0
+CGPSINF: 0,21.627900,7806.694800,2149.100000,20190802214833.000,0,10,0.259280,241.919998
OK

```

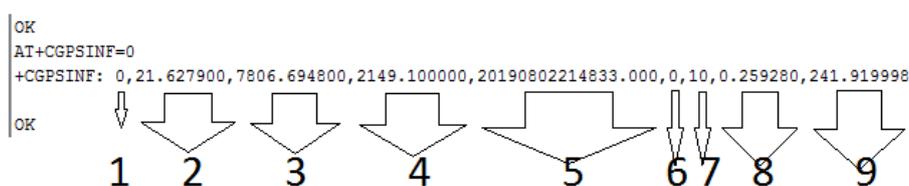
**Figura 2.31** Posición de respuesta de ubicación geográfica del módulo

**Fuente:** Autor.

En la Figura 2.31 se muestra el momento en que el GPS se encuentra en posición de brindar datos de las coordenadas geográficas del lugar donde se encuentra, para lo cual se utiliza el comando AT+CGPSINF=0, mediante la utilización de este comando AT, el módulo responde de la siguiente manera:

1. Modo.
2. Latitud.
3. Longitud.
4. Altitud.
5. Fecha: UTC.
6. Tiempo de respuesta.
7. Número de satélites.
8. Velocidad (en nudos).
9. Curso.

De acuerdo con la respuesta brindada por el módulo, se interpreta de la siguiente manera:



**Figura 2.32** Representación de la respuesta del módulo

Fuente: Autor.

Según la Figura 2.32 la respuesta anunciada por el GPS se puede entender de la siguiente manera, como se muestra en la Tabla 2.4.

**Tabla 2.4** Datos del GPS

Número	Descripción	Respuesta del módulo SIM808
1	Modo:	0
2	Latitud:	21° 6'27 9"
3	Longitud:	78°06'69 48"
4	Altitud (msnm):	2 149,1
5	Fecha (UTC):	2 019-08-02 a las 21:48:33
6	Tiempo de respuesta:	0
7	Número de satélites:	10
8	Velocidad (nudos):	0,259280
9	Curso:	241,919998

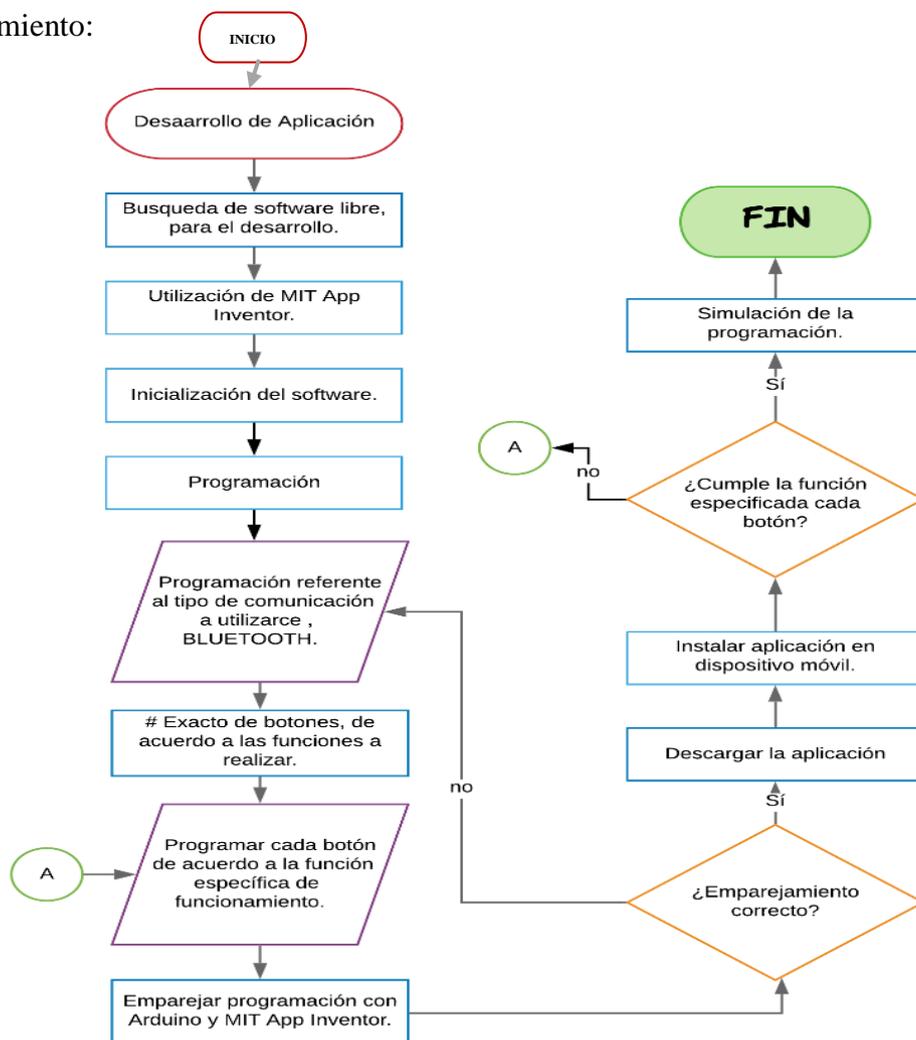
Mostrando así nueve parámetros, los mismos que ayudan a que el sistema sea seguro y eficiente, garantizando el buen funcionamiento del prototipo. Cada uno de los datos mostrados permiten la localización del vehículo con una gran exactitud.

## 2.6. DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

El desarrollo de aplicaciones móviles es el conjunto de procesos y procedimientos involucrados en la escritura de software para pequeños dispositivos inalámbricos de cómputo, como teléfonos inteligentes o tabletas (Rouse, 2017, pág. 93). El principio fundamental del desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles es aprovechar la interconexión que brindan los mismos, llegando a la automatización y control mediante una aplicación de bolsillo, facilitando la ejecución de varias tareas, brindando mayor comodidad para el usuario.

### 2.6.1. FLUJOGRAMA DEL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

El desarrollo de aplicaciones móviles es otro de los objetivos que se cumplió en el presente trabajo de grado, mostrando a continuación un flujograma para un mejor entendimiento:



**Figura 2.33** Flujograma de desarrollo de aplicaciones móviles

En la Figura 2.33, se puede apreciar la metodología que se utilizó para desarrollar una aplicación, la misma que permita controlar funciones específicas del vehículo, mediante una comunicación Bluetooth, dando una facilidad y comodidad para el usuario, teniendo un mando de bolsillo mucho más útil y agradable.

## 2.6.2. MIT APP INVENTOR

MIT App Inventor es un entorno de programación visual e intuitivo que permite a todos, incluso a los niños, crear aplicaciones totalmente funcionales para teléfonos inteligentes y tabletas ("MIT App Inventor," 2012).

Una de las grandes alternativas que se pueden encontrar de forma gratuita para crear aplicaciones móviles es, MIT App Inventor, la herramienta de creación basada en bloques, facilita instaurar aplicaciones complejas y de alto impacto en menos tiempo que en diferentes entornos de programación tradicionales.

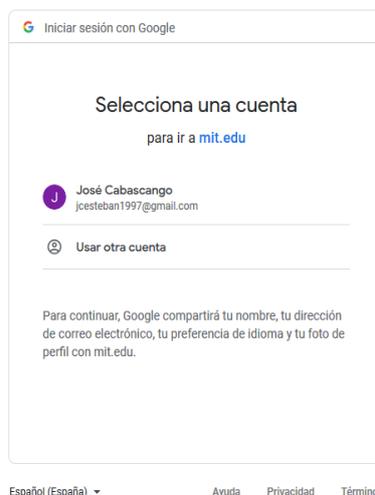
### 2.6.2.1. PLATAFORMA DE DESARROLLO MIT APP INVENTOR

Anteriormente se ha mencionado que MIT App Inventor, permite desarrollar aplicaciones, donde cada una de las personas puede ingresar de forma gratuita en la siguiente página: <https://appinventor.mit.edu/> ; para poder acceder, el usuario debe tener o crear un correo electrónico en Google, es decir con la extensión Gmail, para poder obtener una cuenta y seguir en el proceso de desarrollo de aplicaciones, siendo no solamente consumidores de contenido, sino más bien, creadores del mismo.



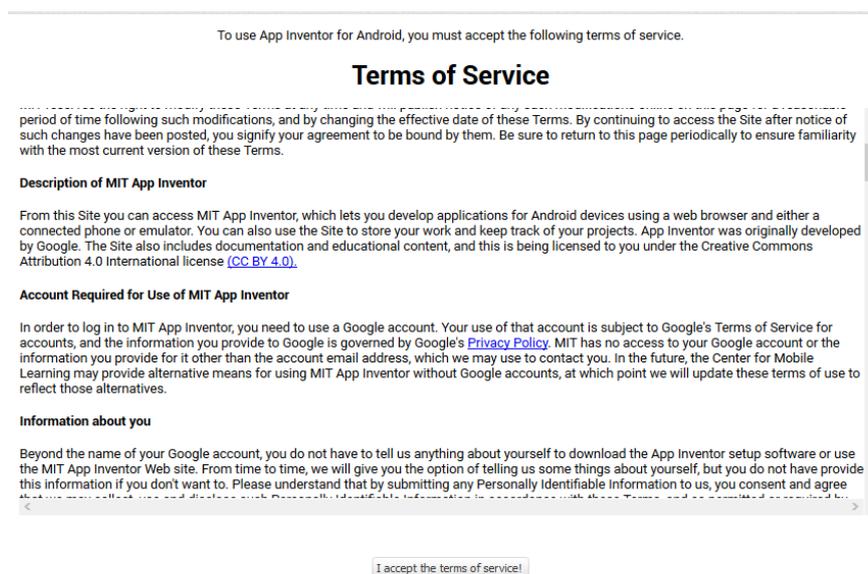
**Figura 2.34** Página principal MIT App Inventor (MIT App Inventor, 2019)

En la Figura 2.34 se observa un botón que dice: “Create Apps” (color tomate), se hace clic sobre este para autodirigirse a una nueva pestaña, en el que se solicita tener una cuenta para poder iniciar y registrarse, como se puede apreciar en la Figura 2.35.



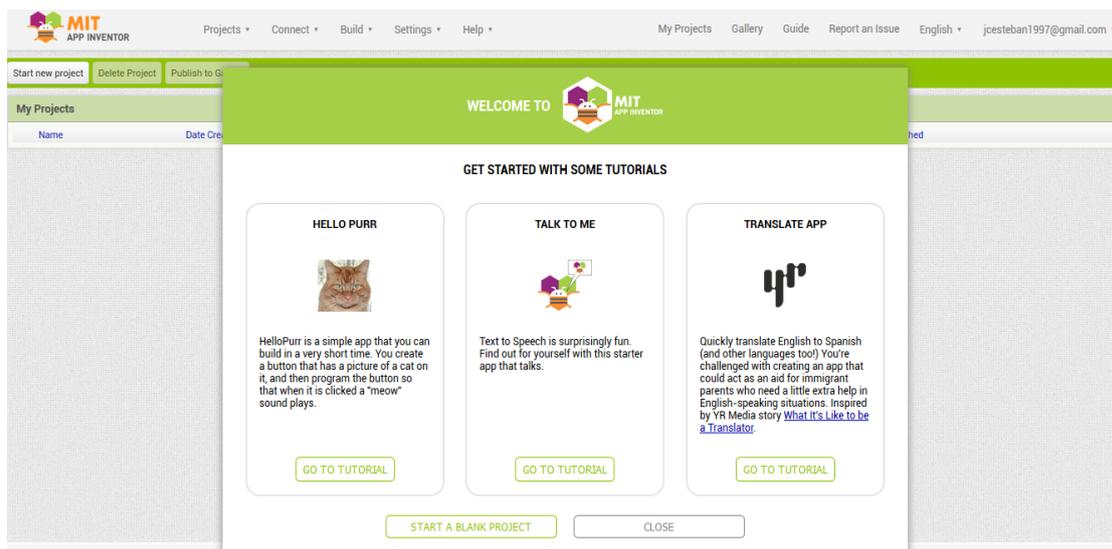
**Figura 2.35** Registro de cuenta - MIT App Inventor  
(MIT App Inventor, 2019)

Una vez iniciado la cuenta de Google, aparecen los términos y condiciones que presenta la utilización del Software, como se observa en la figura 2.36. En la cual se hace clic aceptando los términos y condiciones que se han leído.



**Figura 2.36** Términos del servicio - MIT App Inventor  
(MIT App Inventor, 2019)

Ya aceptado los términos y condiciones del Software, la página se redirige dando la bienvenida al nuevo usuario.

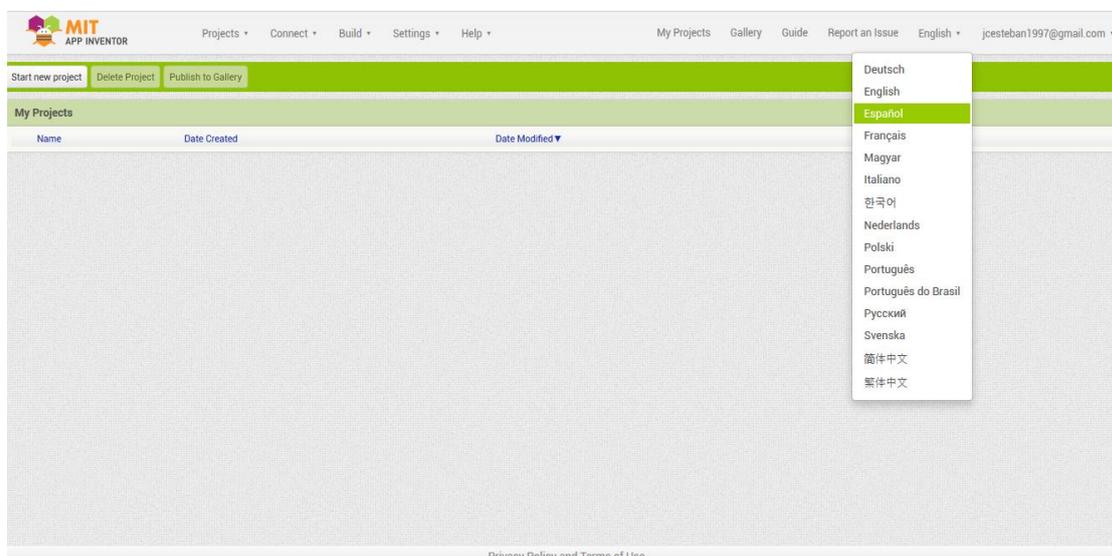


**Figura 2.37** Bienvenida - MIT App Inventor  
(MIT App Inventor, 2019)

En la Figura 2.37 se muestra la bienvenida que da el software al nuevo usuario, en la cual puede empezar a crear sus nuevas aplicaciones.

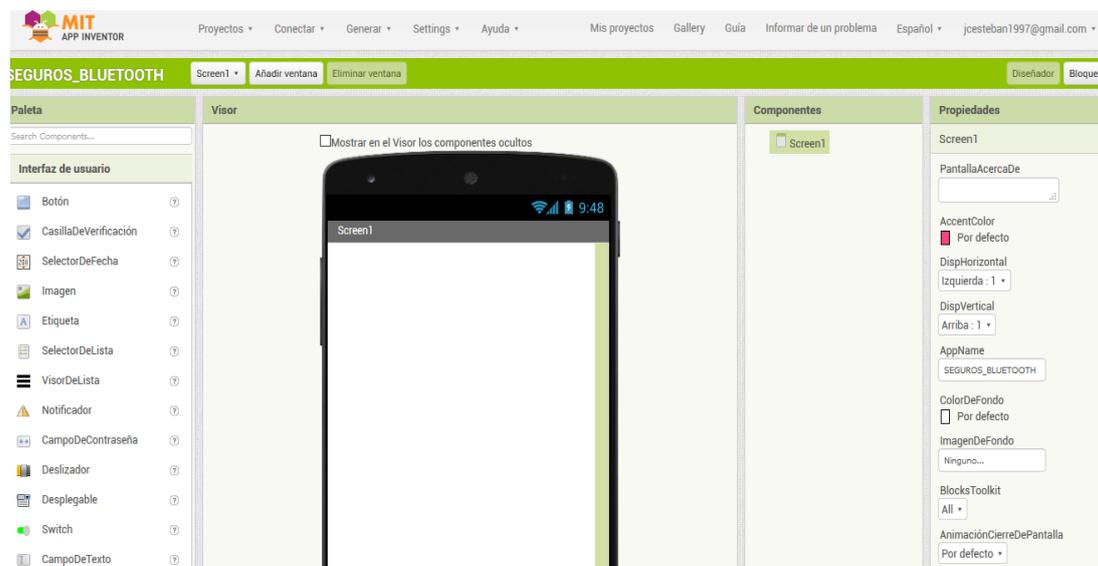
### 2.6.2.2. ENTORNO DE DESARROLLO MIT APP INVENTOR

El entorno de desarrollo de MIT App Inventor, es muy cómodo y agradable para el usuario novato, que empieza a caminar en este tipo de software, presentando una facilidad de métodos en los cuales se puede incurrir para el desarrollo de micro aplicaciones. Como también desarrollar aplicaciones a gran escala.



**Figura 2.38** Entorno de desarrollo - MIT App Inventor  
(MIT App Inventor, 2019)

En la Figura 2.38. se observa el entorno de desarrollo que presenta MIT App Inventor, inicialmente se muestra la interfaz en inglés, pero se la puede cambiar a castellano, situado en la esquina superior derecha de la página.



**Figura 2.39** Página principal - MIT App Inventor  
(MIT App Inventor, 2019)

Una vez configurado el idioma a español, se procede a dar clic en “comenzar un proyecto nuevo”, en el cual pide dar un nombre del proyecto, llevando a la ventana principal de App Inventor, como se observa en la figura 2.39.

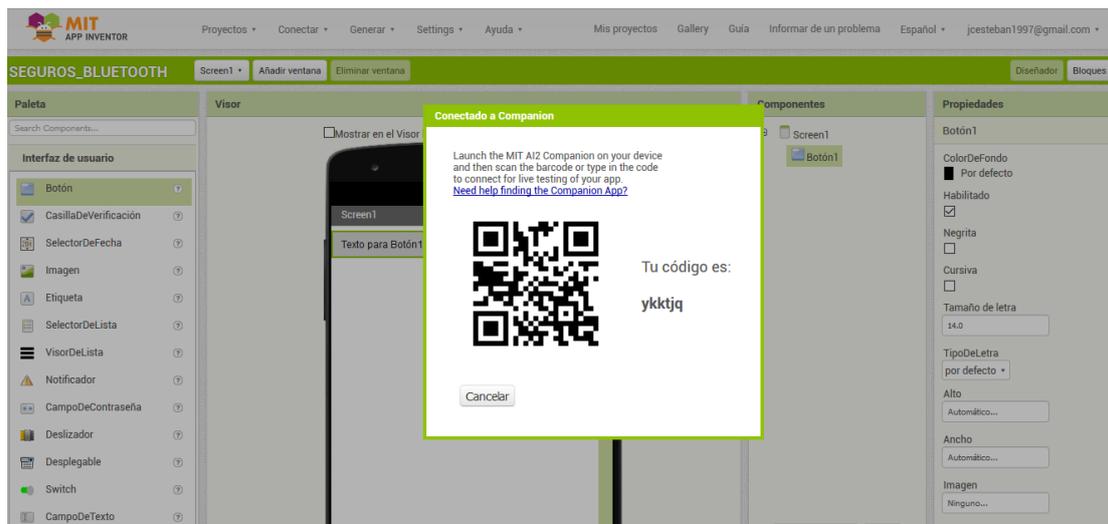
En la Tabla 2.5 se indica como se encuentra subdividida la pantalla principal del software MIT App Inventor, la cual se describe a continuación:

**Tabla 2.5** División de la pantalla principal

IZQUIERDA (PALETA DE HERRAMIENTAS)	Objetos que se utilizarán para diseñar la pantalla de la aplicación, las cuales la componen: botones, imágenes, dibujos, etc.
CENTRO (VISOR)	Representa la pantalla de un teléfono móvil, es decir, el cómo se verá en un futuro la aplicación dentro de un celular, sirve esto para ver el diseño de esta.
DERECHA (PROPIEDADES)	Son cada una de las propiedades que puede tener un botón, por ejemplo, en el que se selecciona tipo de letra, color, etc.

Una parte importante dentro de la pantalla principal es un botón llamado “CONECTAR”, el cual se encuentra en la parte superior izquierda, su función principal es poder ir comprobando lo que se está realizando, dando la opción de transferir al dispositivo móvil

mediante la creación de un código QR, vía USB, entre otras opciones (creando un emulador en la misma App, poco recomendado).



**Figura 2.40** Generación código QR - MIT App Inventor (MIT App Inventor, 2019)

En la Figura 2.40 se observa que MIT App Inventor genera un código QR, para poder descargar la aplicación mediante el dispositivo móvil, se da clic en la opción “CONECTAR”, como ya se lo ha mencionado, luego se elige la opción “AL COMPANION”.

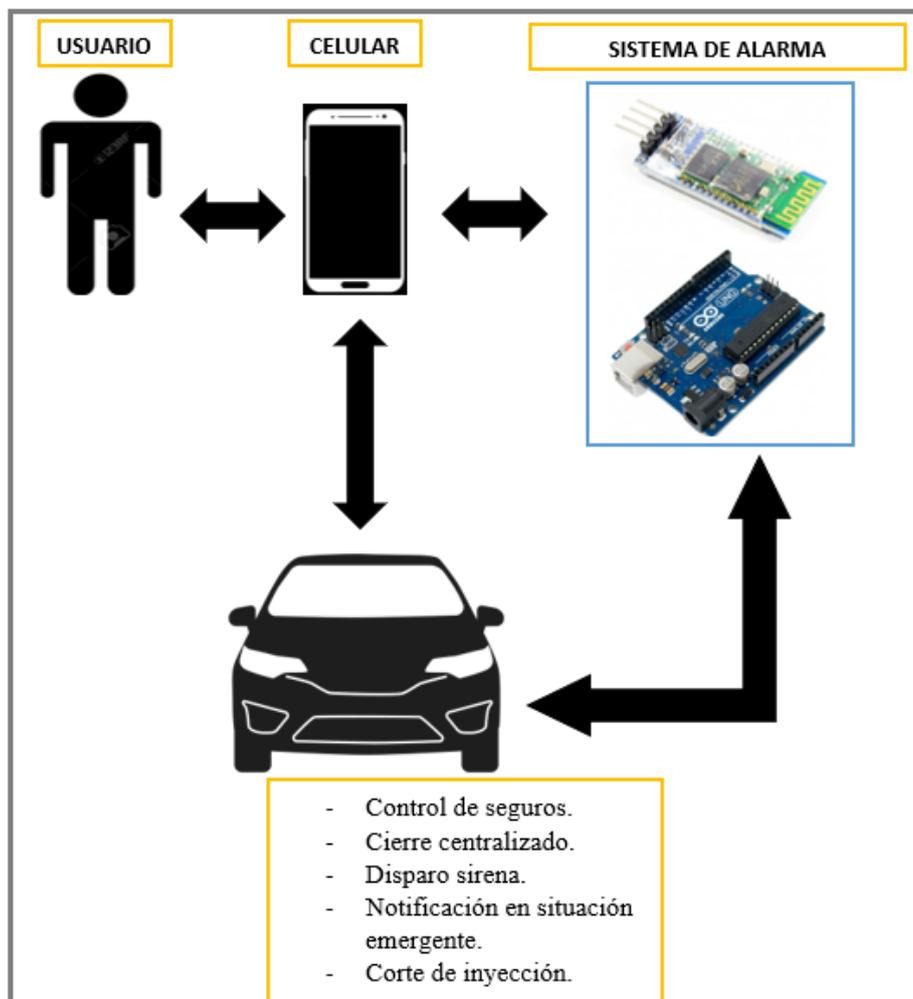
## 2.7. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO EN UN VEHÍCULO Y PRUEBAS DE CAMPO

Una vez finalizado cada uno de los procesos anteriormente mencionados, en este apartado, se muestra cómo implementar el prototipo dentro de un vehículo, verificando su funcionalidad y respuesta ante situaciones emergentes.

Todas las pruebas realizadas del prototipo en campo fueron cronometradas y verificadas respectivamente, para que no haya ninguna alteración en sus datos.

### 2.7.1. DIAGRAMA DE LA ALARMA EN EL VEHÍCULO

En el siguiente diagrama se muestra finalmente, la funcionalidad del sistema de alarma vehicular, con geolocalización, mediante el uso de aplicaciones móviles, interactuando con el usuario, mediante el uso de su dispositivo móvil.



**Figura 2.41** Diagrama del sistema de alarma vehicular

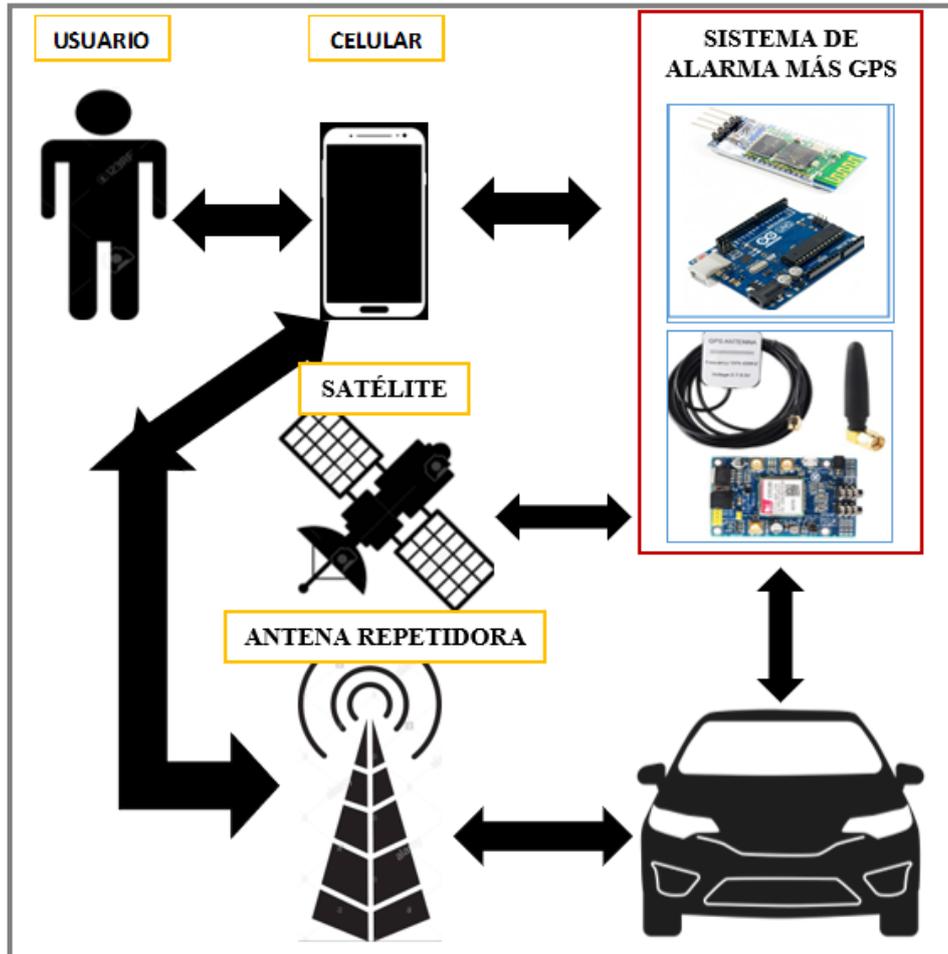
**Fuente:** Autor

En la Figura 2.41 se muestra el diagrama del sistema de alarma vehicular en el cual interactúan varias partes, como se mencionan en el cuadro de la misma figura. Ante cualquier incidente que pueda presentarse en el vehículo, la alarma tiene la capacidad de enviar una alerta al celular del usuario, notificándole el estado del vehículo, si la seguridad de este ha sido violada, si una de sus puertas se encuentra mal cerrada o abierta sin recibir ninguna orden por parte de la aplicación móvil.

Por otra parte, si el vehículo sufre un golpe o vibraciones cerca de este envía un SMS de alerta, pudiendo el usuario desde la comodidad de su celular, enviar un mensaje de texto desde la aplicación preinstalada en el mismo, con un comando predefinido, provocando en el sistema de alarma una reacción rápida, llevando al corte de la inyección del vehículo, dejándolo inhabilitado para su funcionamiento. Evitando en el peor de los casos el robo del vehículo.

## 2.7.2. FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA Y GPS

Dentro del sistema de alarma se involucra de manera adecuada el sistema de geolocalización.



**Figura 2.42** Diagrama de sistema de alarma vehicular y GPS

En la Figura 2.42, se puede apreciar el funcionamiento del sistema de alarma inteligente, incluyendo el Sistema de Posicionamiento Satelital, el mismo que brinda la información de la posición exacta en la que se encuentra el vehículo, esta información le llegará al usuario, siempre y cuando haya cobertura de red, del servicio móvil que se está utilizando. Debido a que la forma de comunicación, con este sistema es mediante el protocolo GSM (específicamente mediante mensajes de texto SMS).

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El propósito de desarrollar el prototipo se encuentra enfocado en brindar al usuario, un mando mucho más cómodo y seguro del sistema de alarma vehicular que los que poseen actualmente los vehículos de gama media y baja, con un costo beneficio accesible a dicho público, además ofrece al propietario del vehículo, información del estado en el que se encuentra el mismo, dado el caso, se presente una situación inesperada y requiera de una intervención oportuna, el usuario tendrá una notificación con un tiempo prudente, para la toma de cualquier decisión.

En este capítulo se describirá el proceso que conlleva la selección de cada uno de los elementos electrónicos (sensores, actuadores, acopladores, reguladores de voltaje, etc.) del prototipo, para tener un sistema de alarma robusto, con geolocalización y el desarrollo de una aplicación Android, mostrando además de una manera esquematizada, el diseño de bloques que se involucran de forma directa en el proyecto.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROTOTIPO

El presente prototipo del sistema de alarma vehicular con geolocalización, mediante el uso de aplicaciones móviles, permite al usuario tener un control de diferentes funciones referentes a seguridad y geolocalización, mediante una aplicación móvil preinstalada en el celular del usuario, en un principio se inicia con la programación de la aplicación en MIT App Inventor, la misma que tiene una ventana de inicio, la que pide un usuario y contraseña única de cada propietario del vehículo, para poder acceder al menú principal de la aplicación. Una vez se acceda mediante la digitación de usuario y clave, aparecerá la ventana de “menú principal” teniendo en esta la posibilidad de acceder al sistema de alarma por una parte y por otra al sistema de geolocalización, todo esto se intercomunica con la programación de Arduino mediante la vía de comunicación Bluetooth y SMS (mensajes de texto); paso siguiente es programar la interfaz de Arduino, para realizar controles de seguridad como: apertura y cierre centralizado de puertas y cajuela e individualmente, botón de desactivación de la sirena, lectura de diversos sensores y actuadores por ejemplo: sensor de vibraciones Sw-420 (permite saber si el vehículo sufre

alguna clase de golpe o choque que active dicho sensor), switch de encendido del vehículo (para determinar el posicionamiento de la llave), pulsadores de puertas (saber si una de estas se encuentra abierta o mal cerrada).

Todo lo mencionado ayuda a mantener el sistema de alarma en un estado de alerta con notificaciones vía SMS hacia el celular del usuario si el sensor de vibración se activa o uno de los pulsadores de las puertas se encuentra en estado de abierto, todo el prototipo se encuentra constantemente recibiendo varias lecturas de señales para tener un control más preciso de seguridad y envío de notificaciones mediante SMS.

Finalmente, como tercer y último paso se tiene, el diseño y programación del Sistema de Posicionamiento Global realizado en Arduino, interconectado con una ventana de “geolocalización” de la aplicación para realizar controles en tiempo real de: posicionamiento global, corte de inyección y liberar inyección, cada una de las alternativas en mención se ejecutan vía SMS, permitiendo conocer la ubicación del prototipo y tener un sistema de inmovilización, todo esto a un clic de la aplicación.

Para tener un centro de notificaciones dentro del vehículo y que el usuario pueda saber que comando se ejecuta, se implementó el uso de una pantalla OLED, la misma que ayuda a saber si una de las puertas se encuentra abierta o mal cerrada, si se activa el sensor de vibraciones por uno u otro motivo, si alguna persona o el mismo usuario desea saber la ubicación del vehículo y realizar el corte de inyección, logrando notificar a la persona que se encuentre dentro del mismo, de las acciones a tomar mediante la presencia de las alertas en pantalla.

### **3.2. DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL**

En este apartado se detalla el funcionamiento y discusión del desarrollo de la aplicación, mediante el software gratuito MIT App Inventor, del cual ya se ha detallado en el capítulo anterior, para tener un amplio panorama de las funciones que va a cumplir dicha aplicación.

La aplicación que se desarrolló tiene la ventaja de ser compatible con dispositivos móviles del sistema Android, sabiendo que este sistema operativo es uno de los más utilizados a escala mundial.

### 3.2.1. FLUJOGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN

En el siguiente flujograma se describe el funcionamiento de la aplicación, desarrollada y diseñada para cumplir funciones específicas referentes a seguridad y geolocalización, mediante comunicación vía Bluetooth y SMS.

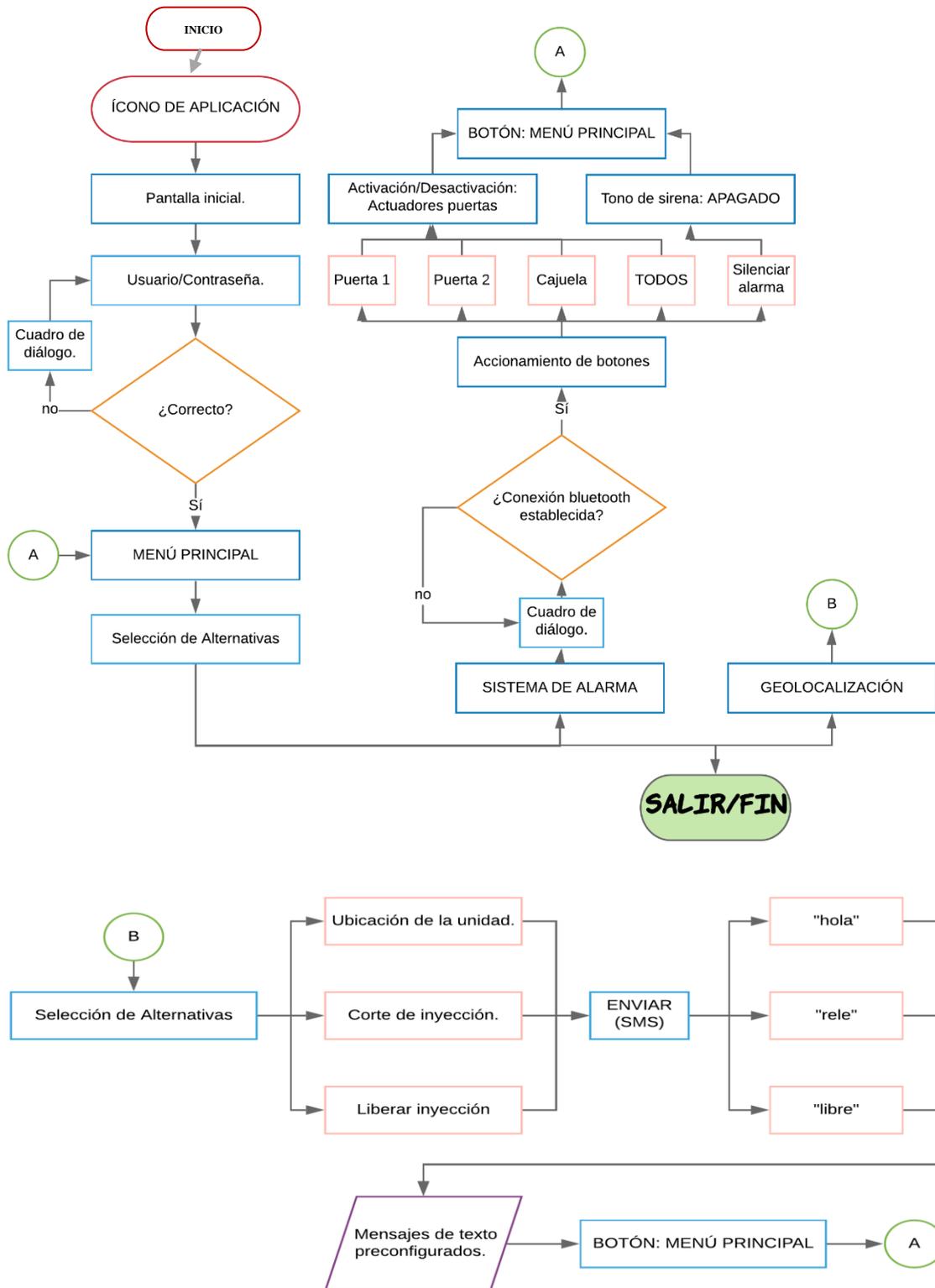


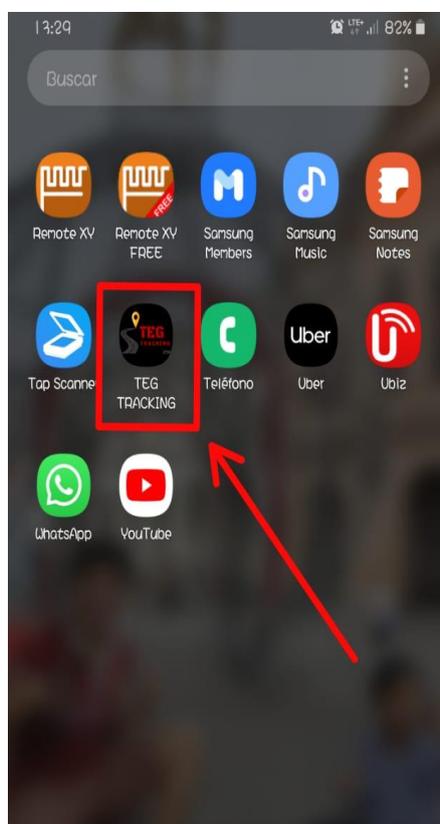
Figura 3.1 Flujograma del funcionamiento de la aplicación

Como se puede apreciar en la Figura 3.1 el flujograma de la aplicación que se encargó de realizar el control del sistema de accionamiento de los seguros eléctricos (pistolas de bloqueo central), de tal modo que se tiene un control independiente, para cada una de las puertas del vehículo, por otro lado, se tiene un control centralizado, es decir se puede controlar todas a la vez, todo esto y más.

### 3.2.2. DISEÑO DE APLICACIÓN

En este apartado se muestra la aplicación que se desarrolló y diseñó en software para dispositivos móviles como es MIT App Inventor.

En la siguiente imagen se puede apreciar el logo y nombre que tiene la aplicación, la cual ya se encuentra instalada en el dispositivo móvil del usuario.



**Figura 3.2** Logo y nombre de aplicación

En la Figura 3.2 se aprecia ya instalada la aplicación en el dispositivo móvil del usuario, la cual tiene el nombre de TEG\_TRACKING (The Eye of God).

A continuación, se detalla la pantalla principal:



**Figura 3.3** Pantalla principal

En la Figura 3.3 se aprecia la pantalla principal de la aplicación, en esta se encuentra principalmente con el bloque de nombre (usuario) y contraseña, los cuales son programados para darle un sistema de confidencialidad a la aplicación, evitando tener el control por parte de personas ajenas al vehículo, las cuales pueden manipular el mismo, de tal manera se ha propuesto colocar un sistema de seguridad antes de entrar en la pantalla de control.

Dado el caso de que el usuario o contraseña no coincidan con lo programado en la aplicación, se procede a desplegar una ventana o cuadro de diálogo con el título de: “USUARIO Y/O CONTRASEÑA INCORRECTOS”, como se observa en la Figura 3.4.



**Figura 3.4** Pantalla principal

Caso contrario, si el nombre (usuario) y contraseñas coinciden con las programadas, la aplicación procede a dar paso a la siguiente pantalla, denominada “MENÚ PRINCIPAL”.



**Figura 3.5** Pantalla menú principal

En la pantalla “MENÚ PRINCIPAL”, la cual se aprecia en la Figura 3.5, se observa tres opciones que tiene a disposición del usuario, las cuales se describen en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Descripción de botones del menú principal

BOTÓN	DESCRIPCIÓN
SISITEMA DE ALARMA	Referente al sistema que se encarga de controlar funciones de apertura y cierre de puertas, mediante comunicación Bluetooth integrando un botón para este fin.
GEOLOCALIZACIÓN	Se tiene dentro de esta opción, funciones específicas como: saber la ubicación del vehículo en tiempo real, realizar un corte de inyección para inmovilizar el mismo y desactivar el modo de inmovilización.
SALIR	Este botón es el encargado de cerrar la aplicación y volver a la pantalla principal del dispositivo móvil.

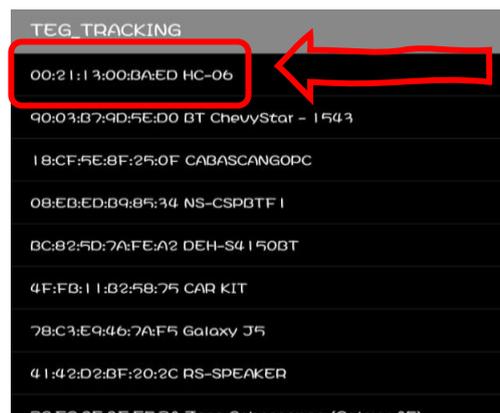
Cada uno de los botones presentados en la Tabla 3.1 fueron diseñados para que el usuario tenga la posibilidad de acceder de una manera fácil e intuitiva a cada uno de los submenús

que se encuentran dentro de estos, facilitando de tal manera su manipulación, permitiendo que personas con pocos conocimientos en tecnología accedan hacia la aplicación.



**Figura 3.6** Pantalla Sistema de Alarma

En la Figura 3.6 se muestra la pantalla del sistema de alarma, permitiendo realizar el control de las pistolas de bloqueo central, mediante una comunicación vía Bluetooth, al ingresar a esta pantalla, si el usuario en su dispositivo móvil, NO tiene encendido el Bluetooth, la misma aplicación genera un cuadro de diálogo mencionando: “ACTIVE BLUETOOTH EN AJUSTES”, de tal forma que permite darse cuenta si existe la posibilidad de realizar un correcto emparejamiento dentro de la aplicación con el botón que se encuentra en la parte superior denominado “Bluetooth”, el cual permite entrelazar el dispositivo móvil, con el módulo HC-06 (descrito en el capítulo anterior) este módulo se encuentra dentro del vehículo.



**Figura 3.7** Conexión Bluetooth

Al hacer clic sobre el botón “Bluetooth”, este redirige automáticamente a la siguiente pantalla, Figura 3.7 donde se observa los dispositivos Bluetooth disponibles como también el historial de dispositivos conectados anteriormente, es así el caso que se encuentra el módulo HC-06, para poder conectarse adecuadamente. Dado el caso, de que el módulo no se encuentre disponible, al hacer clic sobre este, aparecerá el siguiente error:



**Figura 3.8** Conexión Bluetooth errónea

El mensaje de error 507 que presenta es traducido: “No puede conectarse. ¿Está encendido el dispositivo?”, como se mira en la Figura 3.8, haciendo referencia a que el dispositivo bluetooth esclavo presente los siguientes inconvenientes:

- Se encuentre fuera de rango de alcance.
- Se encuentre apagado.
- Se halle conectado a otro dispositivo.
- Entre otros.

Caso contrario, los dos dispositivos (móvil – Bluetooth HC-06), se entrelazarán adecuadamente, presentando una conexión estable, para el intercambio de datos por el puerto Tx y Rx respectivamente, permitiendo realizar el control con éxito, dentro del rango permitido. Como se aprecia en la Figura 3.8, la pantalla de sistema de alarma cuenta con 11 botones, los mismos que se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla 3.2** Descripción de botones

<b>BOTÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PUERTA</b>
BLUETOOTH	Conexión Bluetooth	NINGUNA
Izquierda 1	Abrir	PILOTO
Izquierda 1	Cerrar	
Derecha 1	Abrir	ACOMPAÑANTE
Derecha 1	Cerrar	
Cajuela 1	Abrir	CAJUELA
Cajuela 1	Cerrar	
TODOS	Abrir	TODAS
TODOS	Cerrar	
SILENCIAR SIRENA	Apagar sirena	NINGUNA
MENÚ PRINCIPAL	Regresar al menú principal de la aplicación	NINGUNA

### 3.2.3. DISCUSIÓN REFERENTE A SISTEMAS DE SEGUROS ELÉCTRICOS

Fortalezas:

- Sistema más dinámico, que le permite al usuario tener un mando cómodo y seguro, el cual se encuentra instalado en su dispositivo móvil, con la ventaja de tenerlo en todas partes a un clic.
- Al ser una aplicación, esta puede ser instalada en varios dispositivos móviles (familias del usuario principal), si estas tienen el conocimiento del nombre (usuario) y contraseña, tendrían acceso al control de seguridad del vehículo.
- Aplicación de fácil manipulación y compatible con dispositivos móviles del sistema operativo Android.

Debilidades:

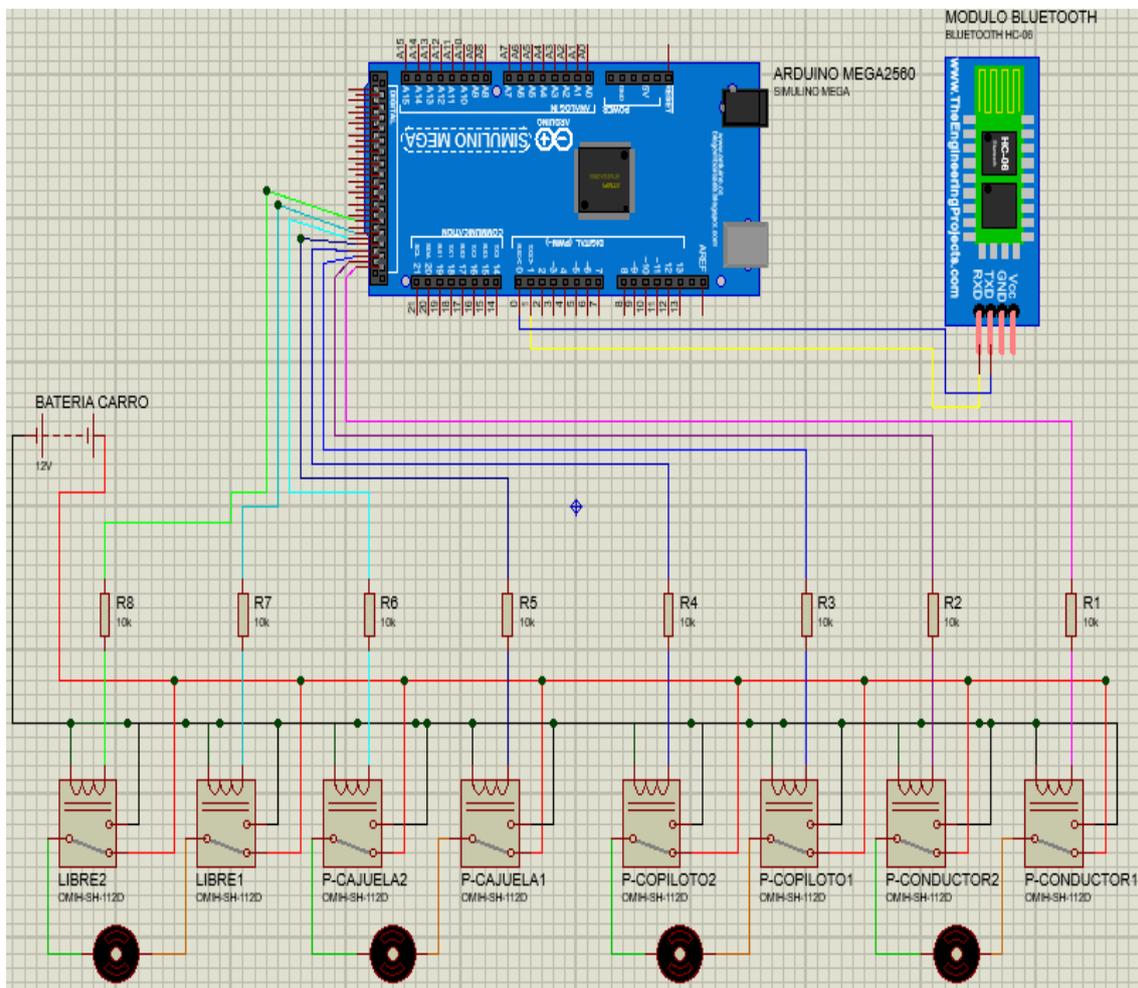
- Una de las principales debilidades que presenta este sistema de alarma es la vía de comunicación, al realizarla mediante Bluetooth, se tiene la desventaja de presentar interrupciones en la comunicación, cuando se supera el alcance de los 10 metros en sitios cerrados.

- Aún no es posible compartir la aplicación con dispositivos móviles con el sistema operativo iOS.

### 3.3. DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL PROTOTIPO

Dentro del prototipo, el cerebro que inspecciona todo el sistema de control lo ejecuta mediante la programación que se desarrolla en la placa Arduino Mega 2560, la cual brinda una comunicación mediante cada uno de sus pines tanto analógicos como digitales, sus diferentes protocolos de comunicación, adecuados para poder llevar a cabo el desarrollo del prototipo.

Como ya se ha mencionado, el sistema de control básicamente es comandado por la placa base del Arduino Mega 2560, controlando acciones preprogramadas dependiendo las funciones que se les vaya a encomendar, controlando principalmente el módulo SIM808 (GSM – GPRS – GPS).



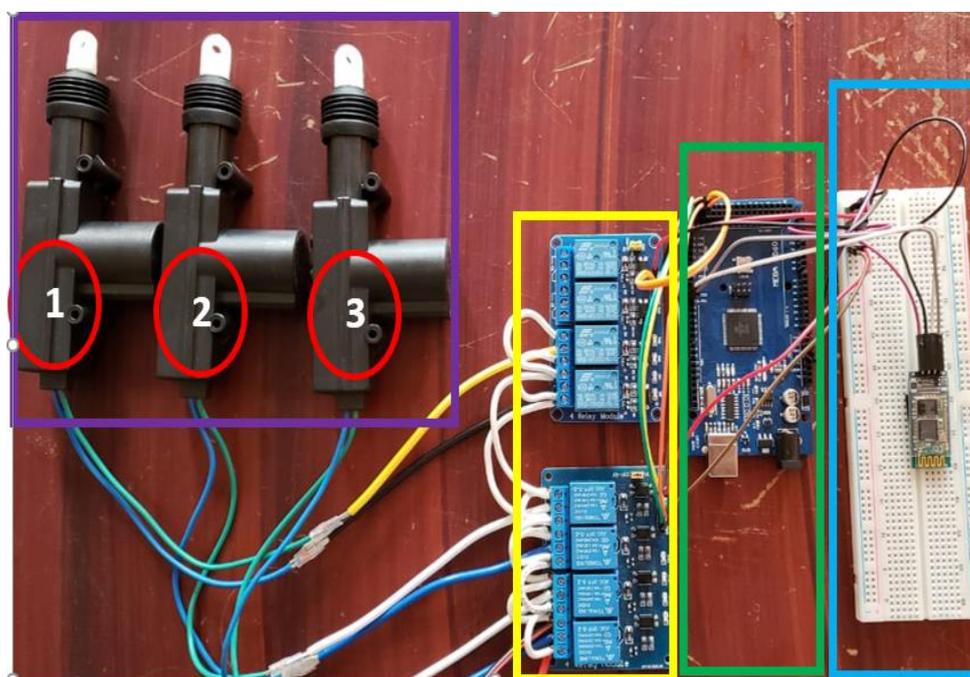
**Figura 3.9** Conexión Arduino y actuadores

En la Figura 3,9 se observa la conexión que se hace desde la placa base Arduino Mega 2560, dando un pulso a los relés respectivamente, los cuales se encargan de aumentar la cantidad de corriente, activando o desactivando el motor de corriente continua que comando a la pistola de bloqueo central.

También se puede apreciar el módulo de comunicación Bluetooth HC-06, encargado de realizar la comunicación (esclavo) entre el dispositivo móvil y el módulo Bluetooth. Además, se cuenta con una fuente externa, que es la encargada de alimentar a los módulos relés, con un voltaje nominal de 12V a corriente continua, la misma que se la toma desde la batería del vehículo.

### 3.3.1. SISTEMA DE ALARMA – CONTROL DE SEGUROS

El sistema de control de seguros es el encargado de accionar o no cada una de las pistolas de bloqueo central, mediante el uso de la aplicación móvil.



**Figura 3.10** Prototipo sistema de seguros eléctricos

En la Figura 3.10 se observa cómo se encuentra conectado todo el sistema de control de seguros eléctricos en banco, el cual será comandado mediante la aplicación que se encuentra preinstalada en el dispositivo móvil del usuario, verificando de tal modo su precisión en la utilización. En la misma figura se encuentra dividido por colores, los cuales se describen en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3** Descripción sistema de seguros eléctricos

COLOR	DESCRIPCIÓN	COMPONENTES
Celeste	La sección seleccionada con el color celeste hace referencia al subsistema de comunicación, es decir este subsistema es el que permite establecer la comunicación entre el dispositivo móvil y la tarjeta Arduino.	- Módulo Bluetooth HC-06.
Verde	En esta parte se encuentra el subsistema de control, el cual se encarga principalmente de interpretar las señales que llegan por los puertos Tx y Rx (puertos seriales) a través del módulo Bluetooth, accionado por el usuario desde el dispositivo móvil, y enviándolos hacia la parte del subsistema de activación, comandando de tal forma las pistolas de bloqueo central.	- Arduino Mega 2560.
Amarillo	La parte de color amarillo es el subsistema de activación, es el encargado de recibir señales de pulso, mediante Arduino, y elevar la tensión e intensidad para poder comandar las pistolas de bloqueo central.	- Dos módulos relés de 4 canales. - Fuente externa de alimentación.
Morado	Subsistema de actuación, básicamente en esta parte se activan o desactivan todos o una por una las pistolas de bloqueo central, dependiendo de las necesidades del usuario.	- Tres pistolas de bloqueo central.

Fuente: Autor.

### 3.3.1.1. CONTROL DE SEGUROS MEDIANTE LA APLICACIÓN

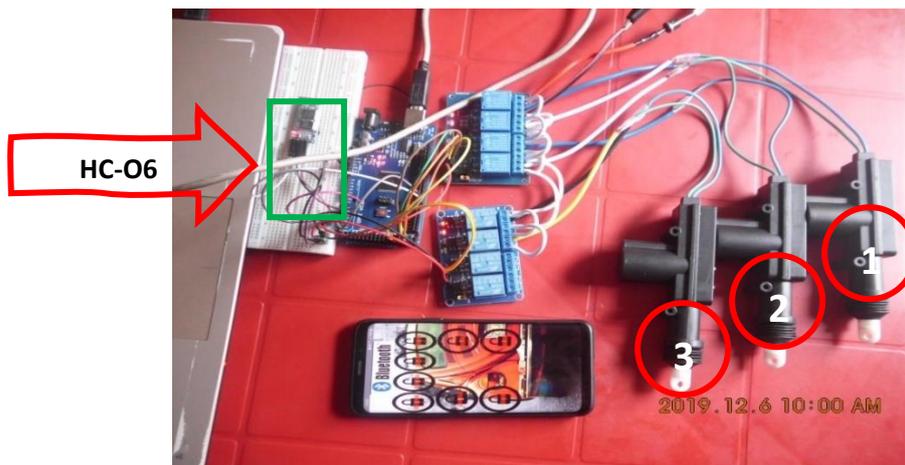
La aplicación se encuentra básicamente diseñada para el control de las pistolas de bloqueo, en este apartado se muestra las pruebas del prototipo en banco.



**Figura 3.11** Prototipo conectado

Una vez cargado el programa en la tarjeta Arduino Mega 2560, se procede a realizar cada una de las conexiones, tanto de fuente externa, como cada una de las pistolas de bloqueo central, como se puede apreciar en la Figura 3.11.

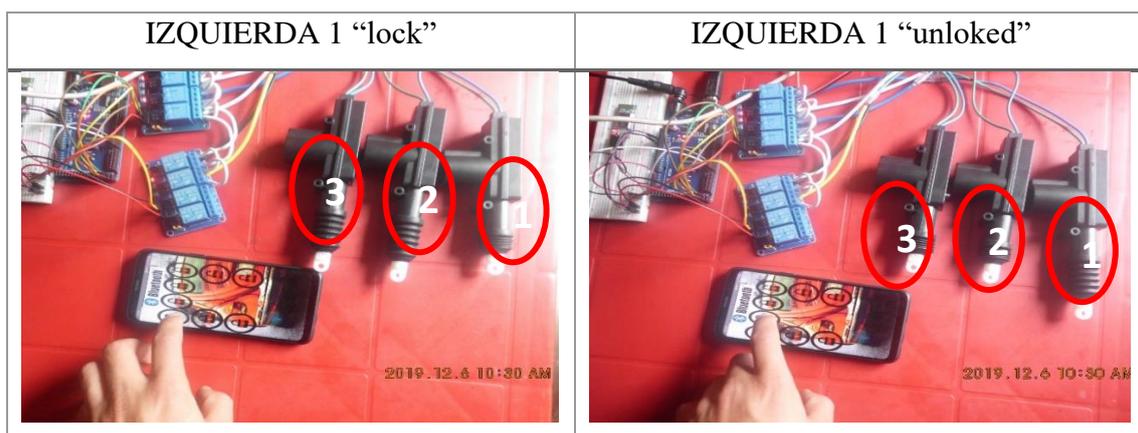
En el momento en que se encuentra energizado el prototipo, se procede a iniciar la aplicación previamente instalada, dentro de la aplicación, en la pantalla inicial, se registra el nombre y se coloca una contraseña, para poder acceder a la pantalla de control, una vez en la pantalla de control, se da clic en el botón de Bluetooth, seleccionado el módulo HC-06, para establecer la conexión entre los dos dispositivos.



**Figura 3.12** Prototipo conectado

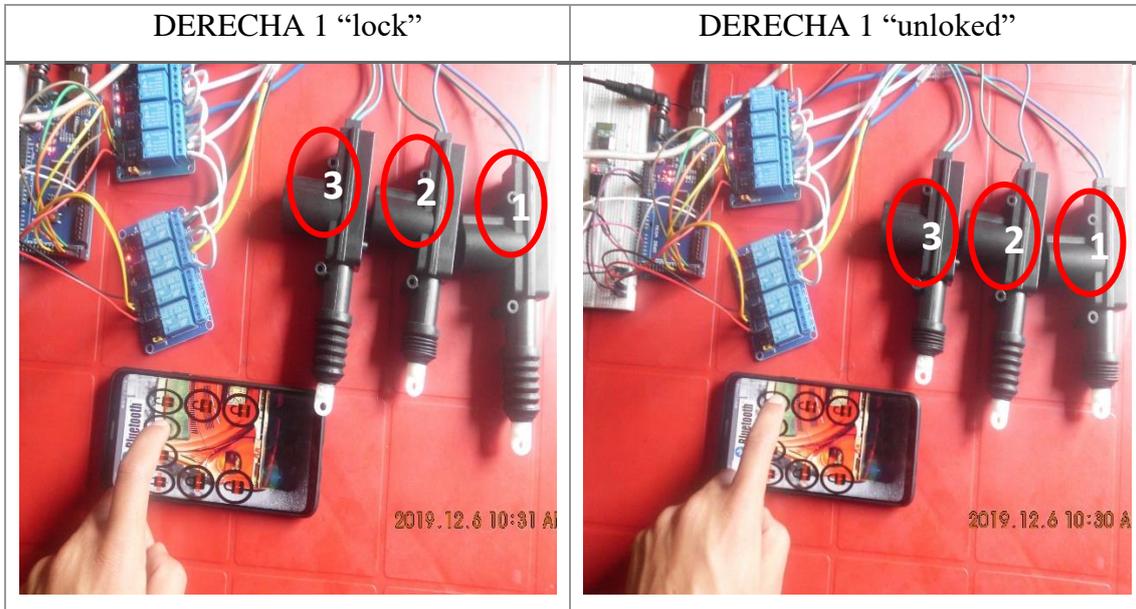
Cuando la conexión se ha establecido exitosamente, el led del módulo HC-06 deja de parpadear constantemente, para permanecer encendido, como se puede apreciar en la Figura 3.12.

Paso siguiente es verificar el accionamiento de cada una de las pistolas de bloqueo central, este paso se lo puede constatar en la Figura 3.13.



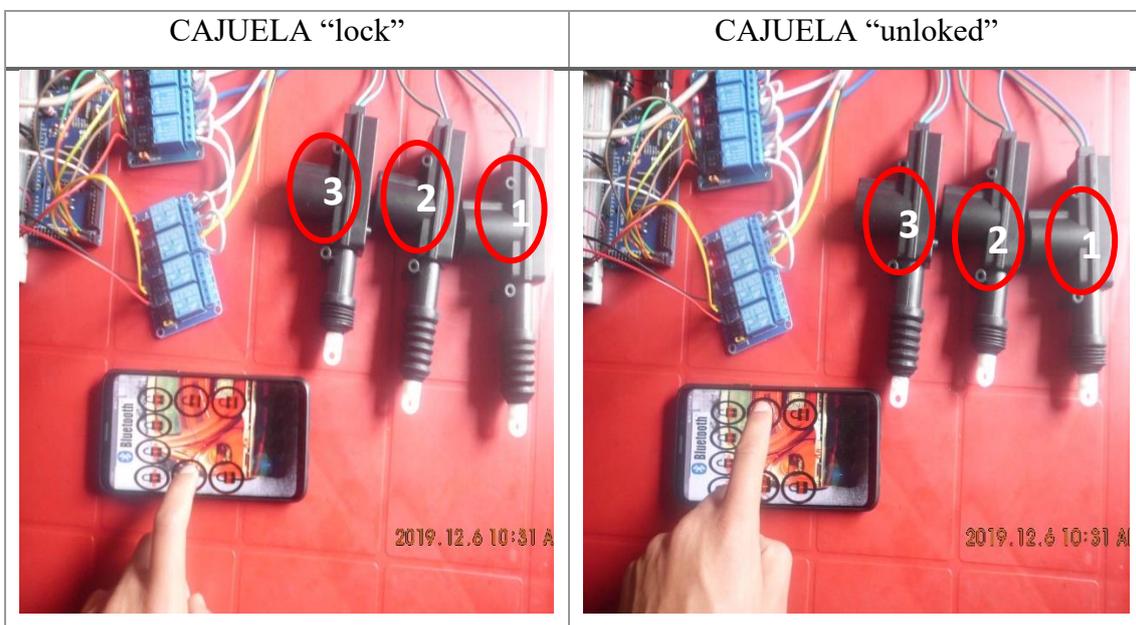
**Figura 3.13** Accionamiento seguro 1

En la Figura 3.13 se miran cuando se presiona el botón “IZQUIERDA 1” con la imagen de lock (bloqueado), la pistola uno se contrae, mientras que si se presiona el botón “IZQUIERDA 1” con la imagen unlocked (desbloqueado), la pistola uno se expande, siendo este el trabajo que lo realiza remotamente el usuario, desde la comodidad de su dispositivo móvil.



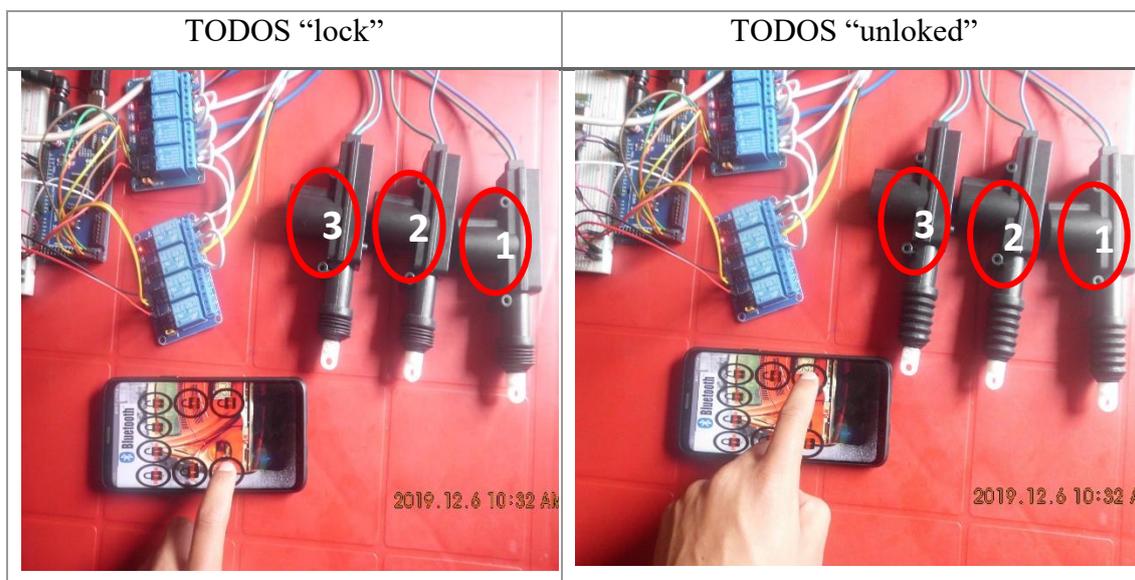
**Figura 3.14** Accionamiento seguro 2

En la Figura 3.14 se puede observar cuando se presiona el botón “DERECHA 1” con la imagen de lock (bloqueado), la pistola dos se contrae, mientras que si se presiona el botón “DERECHA 1” con la imagen unlocked (desbloqueado), la pistola dos se expande.



**Figura 3.15** Accionamiento seguro 3

En la Figura 3.15 se puede apreciar cuando se presiona el botón “CAJUELA” con la imagen de lock (bloqueado), la pistola tres se contrae, mientras que si se presiona el botón “CAJUELA” con la imagen unlocked (desbloqueado), la pistola tres se expande.



**Figura 3.16** Accionamiento de todos los seguros

En la Figura 3.16 se puede observar cuando se presiona el botón “TODOS” con la imagen de lock (bloqueado), las tres pistolas se contraen, mientras que si se presiona el botón “TODOS” con la imagen unlocked (desbloqueado), las tres pistolas se expanden, todo esto es debidamente sincronizado, realizando esta acción al mismo tiempo todas.

### 3.3.1.2. PRUEBAS PROTOTIPO EN BANCO

Al finalizar las verificaciones del accionamiento de cada una de las pistolas de bloqueo, se procede a continuación realizar pruebas en banco del prototipo, es decir verificar la eficacia y eficiencia de cada una de las pistolas a distintas distancias de manipulación, tanto en campo abierto, como también en un lugar cerrado, verificando así el tiempo que transcurre en accionarse y llegar a la conclusión de a que distancia dejan de funcionar.

#### a. PRUEBA PROTOTIPO EN BANCO, CAMPO ABIERTO

En la Tabla 3.4, se puede observar los tiempos en que se demora en activarse o desactivarse el o los seguros. desde el momento en que se pulsa el respectivo botón a

diferentes distancias, dando una ventaja de alcance, mayor a 16 metros en campo abierto. Las mediciones realizadas con respecto al tiempo fueron realizadas mediante cronometraje, mediante el uso de un celular Samsung Galaxy S9.

**Tabla 3.4** Tiempo de respuesta al accionar seguros “sin obstáculos”

PRUEBA DE CAMPO "BLOQUEO CENTRAL" CAMPO ABIERTO		
ACTUADORES	DISTANCIA	TIEMPO DE RESPUESTA (Segundos)
PISTOLA 1	2m	0,1
	4m	0,1
	6m	0,1
	8m	0,1
	10m	0,1
	12m	0,1
	14m	0,1
	16m	0,1
	>16m	0,1
PISTOLA 2	2m	0,1
	4m	0,1
	6m	0,1
	8m	0,1
	10m	0,1
	12m	0,1
	14m	0,1
	16m	0,1
	>16m	0,1
PISTOLA 3	2m	0,1
	4m	0,1
	6m	0,1
	8m	0,1
	10m	0,1
	12m	0,1
	14m	0,1
	16m	0,1
	>16m	0,1

**Tabla 3.5** Tiempo de respuesta al accionar seguros “sin obstáculos” (Continuación)

TODAS	2m	0,1
	4m	0,1
	6m	0,1
	8m	0,1
	10m	0,1
	12m	0,1
	14m	0,1
	16m	0,1
	>16m	0,2

En la tabla se observa que el mayor tiempo registrado, a una distancia mayor de 16 metros, tiene un tiempo de retardo igual a 2 décimas de segundo, un tiempo considerablemente aceptable.

#### **b. PRUEBA PROTOTIPO EN BANCO, CAMPO CON OBSTÁCULOS**

En la Tabla 3.5, se observa los tiempos en que se demora en activarse o desactivarse el o los seguros, desde el momento en que se pulsa el respectivo botón a diferentes distancias, dando una ventaja de alcance, mayor a 10 metros en campo con obstáculos. Cabe mencionar que los obstáculos hacen referencia a que la activación se realizó tras una pared de concreto.

**Tabla 3.6** Tiempo de respuesta al accionar seguros “con obstáculos”

PRUEBA DE CAMPO "BLOQUEO CENTRAL" BAJO OBSTÁCULOS		
ACTUADORES	DISTANCIA	TIEMPO DE RESPUESTA (Segundos)
<b>PISTOLA 1</b>	2m	0,1
	4m	0,1
	6m	0,1
	8m	0,1
	10m	0,1
	>10m	0,2
<b>PISTOLA 2</b>	2m	0,1

**Tabla 3.7** Tiempo de respuesta al accionar seguros “con obstáculos” (Continuación)

	4m	0,1
	6m	0,1
	8m	0,1
	10m	0,1
	>10m	0,2
<b>PISTOLA 3</b>	2m	0,1
	4m	0,1
	6m	0,1
	8m	0,1
	10m	0,1
	>10m	0,2
<b>TODAS</b>	2m	0,1
	4m	0,1
	6m	0,1
	8m	0,1
	10m	0,1
	>10m	0,2

En la tabla se observa que el mayor tiempo registrado, a una distancia mayor de 10 metros, tiene un tiempo de retardo igual a 2 décimas de segundo, un tiempo considerablemente aceptable, en todas las pruebas.

### 3.3.2. DISCUSIÓN SISTEMA DE MANDO REMOTO

Con relación a la distancia y tiempo de respuesta, en un rango no mayor a 10 metros, ya sea en campo abierto o con obstáculos, el sistema funciona sin ningún tipo de error, a pesar de que el módulo utilizado no es de gran alcance, pero para fines del prototipo su aporte es aceptable.

Una desventaja notoria, es el alcance obviamente, más aún en espacios cerrados o con obstáculos, ya que la señal no se puede recibir adecuadamente y existe algunas interferencias que impiden la comunicación entre el módulo Bluetooth y el dispositivo móvil. Al ser un prototipo, dentro de investigaciones futuras se podría ir corrigiendo, dándole un mayor alcance con otro tipo de dispositivos que se pueda encontrar en el

mercado, para la presente investigación se utiliza este módulo Bluetooth debido a su precio económico.

### **3.4. GEOLOCALIZACIÓN**

Como ya se lo ha mencionado en capítulos anteriores, la geolocalización permite saber el lugar en el que se encuentra el prototipo, mediante el uso de un GPS, el cual viene incorporado en un módulo SIM808.

La vía de comunicación de la geolocalización es mediante mensaje de texto, es decir: el usuario envía un mensaje codificado, dependiendo la programación, que se le haga al receptor SIM808, para que comprenda la acción a realizar después de recibir el mensaje de texto, por ejemplo si desde el dispositivo móvil del usuario se le envía un “hola”, estos caracteres deben estar previamente programados, para que la SIM808 tome la decisión correcta al responder mediante mensaje de texto, o realizar otra acción. Estas son las ventajas que permite este módulo, teniendo un control más amplio en lo que alcance se refiere.

#### **3.4.1. SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN**

Para el presente prototipo se hizo uso del módulo SIM808, el cual cumple con los requerimientos necesarios para cumplir con los objetivos propuestos en el presente trabajo de grado.

Este módulo básicamente necesita los siguientes puntos para poder trabajar adecuadamente y lograr establecer una comunicación con la tarjeta Arduino Mega 2560:

- Fuente de alimentación de 5 a 12 Voltios, con un mínimo de 2 Amperes, debido que es un módulo GPS, GPRS, GSM, para poder enviar los mensajes de texto (forma de comunicación empleada en este prototipo).
- Comunicación entre el módulo SIM808 y Arduino, realizada mediante puerto serial con los pines Tx y Rx respectivamente.
- Disponer de una tarjeta SIM o CHIP de cualquier operadora que tenga cobertura en el país, para este prototipo se ha utilizado el SIM de la red CLARO.

- Contar con saldo en el SIM, para poder enviar mensajes de respuesta al dispositivo móvil del usuario.
- Tener cobertura del lugar en el que se encuentre el prototipo.



**Figura 3.17** Conexión SIM808 y Arduino

En la Figura 3.17 se puede apreciar las conexiones necesarias para poder entrelazar los dos dispositivos, como ya se ha mencionado, la comunicación se realiza por puerto serial, es decir: el pinTx del módulo SIM808, llega al pin10 Rx de Arduino (cable color verde); por otro lado, el pinRx del módulo SIM808, llega al pin11 Tx de Arduino (cable color azul); finalmente un cable conectando GND entre módulo y Arduino (cable color blanco).

Paso siguiente es subir la programación a la tarjeta Arduino Mega 2560, para comprobar mediante monitor serial cada uno de los pasos que se ha programado, viendo su ejecución, cada uno de los pasos se procede a detallar a continuación.

```

170 float ws = sim808.GPSdata.speed_kph;
171
172 dtostrf(la, 6, 4, lat); //po
173 dtostrf(lo, 6, 4, lon); //po
174 dtostrf(ws, 6, 4, wspeed);
175
176
177 //*****PARTE IMPORTANTE****
178 //LO QUE ME MUESTRA EN EL SM
179 //OJO, HAY QUE TENER MUY EN
180 sprintf(MESSAGE, "TEG.TRAKIN
181
182 }
183 //VERIFICACIÓN EN PUERTO SER
184
185 void sendSMS ()
186 {
187 Serial.println("SIM808 Inic
188 Serial.println("Empieza a e
189 Serial.println(" ");
190
191 Serial.println(MESSAGE);
192 Serial.println(phone);
193
194 sim808.sendSMS(phone,MESSAG
195 }

```

COM6

Conexión exitosa del GPS-Módulo  
Iniciación exitos, porfavor enviame un mensaje

Enviar

Autoscroll  Mostrar marca temporal  Nueva línea 9600 baudio Limpiar salida

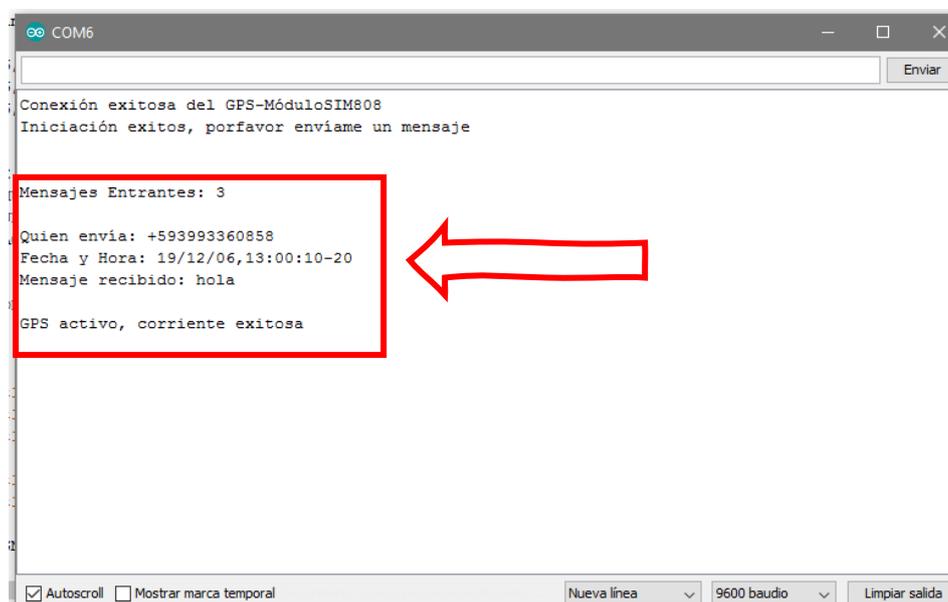
**Figura 3.18** Inicio de programa en monitor serial

La Figura 3.18 muestra el mensaje de “Conexión exitosa del GPS-Módulo”, esto permite entender que ya se encuentran entrelazados los dos dispositivos, en la siguiente línea ratifica la conexión y agrega que ya se le puede enviar un mensaje, dependiendo de la clase de mensaje, el módulo actuará de forma diferente, el prototipo cuenta con dos diferentes configuraciones, las cuales son:

- hola = responder mediante mensaje las coordenadas del prototipo.
- relé = encender un diodo led en el pin13 del Arduino.
- libre = apagar un diodo led en el pin13 del Arduino.

Estas configuraciones pueden ser programadas de acuerdo con lo que el usuario desee, obligándole al módulo ejecutar diversas acciones, dependiendo del primer byte que lea la tarjeta Arduino.

Paso siguiente es enviar un mensaje desde el dispositivo hacia el número de la tarjeta SIM que se encuentra en el módulo. En un principio se envió un “hola”.

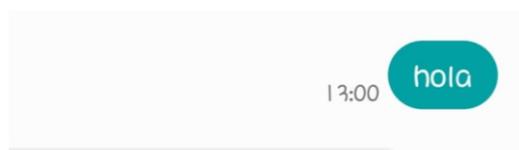


**Figura 3.19** Recepción de mensaje

En la Figura 3.19 se observa que le llega el mensaje enviado desde el dispositivo móvil, en el cual se recalca tres cosas importantes como son:

1. Quien envía: aparece el número de quien está enviando el mensaje ese instante.
2. Fecha y Hora: se indica la fecha y hora en que llega el mensaje al módulo.
3. Mensaje recibido: en esta parte, se lee el contenido del mensaje de quien envía en este caso fue enviado y recibido un “hola”

Una vez recibido el mensaje, el GPS empieza a encenderse, es decir mientras no se le envíe mensaje al módulo, el GPS pasa en estado de suspensión, esto por cuestiones de ahorro de energía, por lo cual, una vez recibido el mensaje, el “GPS pasa a estado de activo, con corriente exitosa”, caso contrario aparecerá el mensaje en el puerto serial de “Falla en la corriente del GPS para encenderse”.



**Figura 3.20** Envío del mensaje desde el dispositivo móvil

En la Figura 3.20, se observa el mensaje enviado desde el dispositivo móvil, con el contenido de “hola”, para constatar, se verifica la hora de envío, la cual es 13:00, la misma que se presenta en la Figura 3.19.

```

COM6
)
)
Conexión exitosa del GPS-MóduloSIM808
Iniciación exitos, porfavor enviame un mensaje

Mensajes Entrantes: 3
N
N
Quien envia: +593993360858
Fecha y Hora: 19/12/06,13:00:10-20
Mensaje recibido: hola

GPS activo, corriente exitosa
GPS obtenido

DATOS OBTENIDOS POR MÓDULO SIM808
2019/12/6 18:0:21:0
Latitud :0.36
Longitud :-78.11
Velocidad_km/h :0.48
Altura :224.32

Empiezan los bytes
)
h
 Autoscroll  Mostrar marca temporal
Nueva línea 9600 baudio Limpiar salida

```

**Figura 3.21** Coordenadas obtenidas por el GPS

Una vez que el GPS se encienda, este mismo se encarga de obtener cada uno de los datos para los cuales está programado, en este caso obtiene los siguientes:

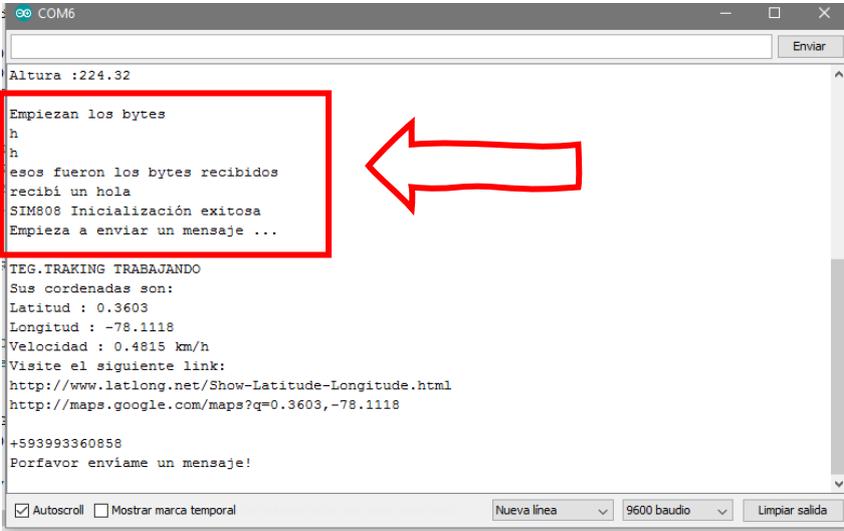
1. Fecha y hora: cabe recalcar que en este apartado, la fecha y hora están dadas por el horario UTC+0 (Tiempo Coordinado Universal), es decir, no coinciden con la hora en Ecuador, el UTC-5, en la Figura 3.19 se muestra la hora en UTC+0 = 18:0:21:0, quiere indicar que son las 6 pm con 0 minutos y 21 segundos, por lo

tanto en Ecuador UTC-5, viene a dar la hora de 13:0:21:0, lo cual sería la 1pm con 0 minutos y 21 segundos, hora en que se envió el mensaje.

2. Latitud: aquí indica la coordenada de latitud, de donde se encuentra el módulo. Coordenada obtenida por el GPS.
3. Longitud: de igual manera, indica la coordenada de longitud del módulo. Coordenada obtenida por el GPS.
4. Velocidad: hace referencia a la velocidad que se encuentra el vehículo en este caso

### 3.4.1.1. ENVÍO DE LA PALABRA “hola”

En esta parte, según la programación que se le haya realizado, para este caso, se analiza el mensaje de texto recibido.



```

COM6
Altura :224.32
Empiezan los bytes
h
h
esos fueron los bytes recibidos
recibi un hola
SIM808 Inicialización exitosa
Empieza a enviar un mensaje ...
TEG.TRACKING TRABAJANDO
Sus cordenadas son:
Latitud : 0.3603
Longitud : -78.1118
Velocidad : 0.4815 km/h
Visite el siguiente link:
http://www.latlong.net/Show-Latitude-Longitude.html
http://maps.google.com/maps?q=0.3603,-78.1118
+593993360858
Porfavor enviame un mensaje!
Autoscroll [x]  Mostrar marca temporal [ ]  Nueva línea [v]  9600 baudio [v]  Limpiar salida [b]

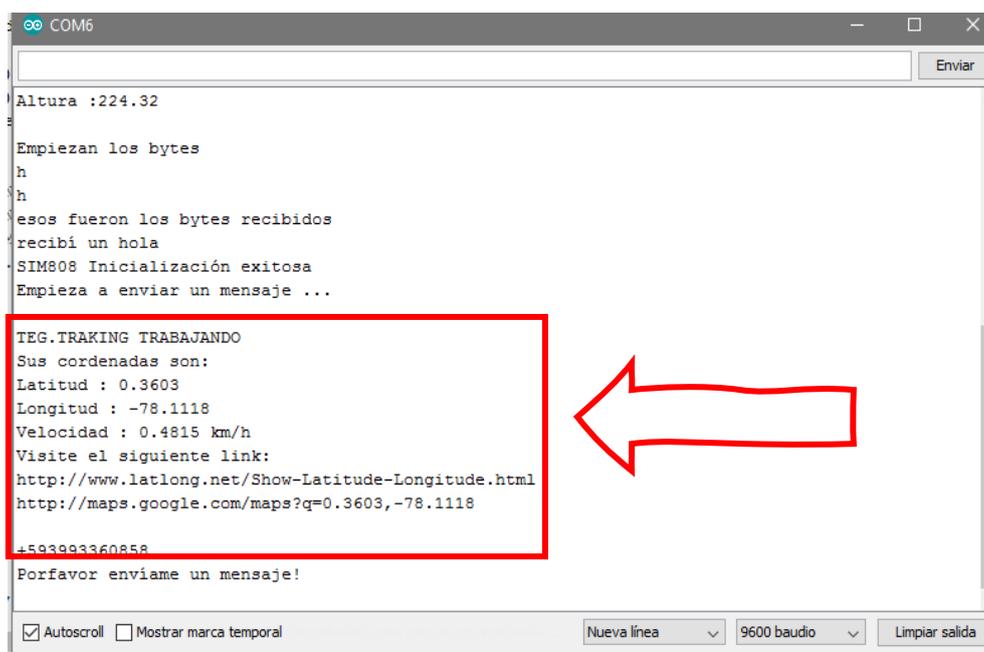
```

**Figura 3.22** Análisis de los bytes que contiene el mensaje

Como se observa en la Figura 3.22, si el primer byte que receipta empieza con “h” el módulo entiende que se recibió un “hola”. De tal forma que empieza a trabajar el módulo SIM808 para poder responder a este mensaje.

Como ya se lo ha explicado anteriormente, si hay un “hola” de mensaje que envía el usuario, el módulo responderá con otro mensaje de regreso hacia el destinatario, mencionando en el monitor serial, que empieza a enviar un mensaje...

Todo esto es parte de la interacción entre el prototipo con el usuario, dicho mensaje de regreso se analiza a continuación:



**Figura 3.23** Contenido del mensaje de respuesta

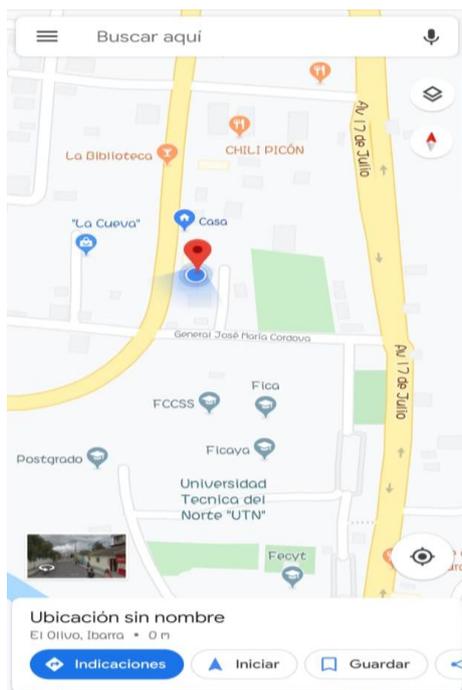
En la Figura 3.23 se aprecia el cuerpo del mensaje, es decir lo que le va a llegar al usuario, incluyendo un enlace que le redirigirá a Google Maps con la ubicación del módulo, finalizando con la frase de que se le vuelva a enviar un nuevo mensaje.



**Figura 3.24** Respuesta recibida desde el módulo SIM808

**Fuente:** Autor.

Como se puede dar cuenta en la Figura 3.24 la hora de envío y respuesta del mensaje son las mismas “13:00”, lo que quiere decir que en procesar todo lo mencionado anteriormente, hasta enviar el mensaje de respuesta al usuario tarda menos de 1 minuto, indicando los parámetros establecidos en la programación (esto se lo puede modificar de acuerdo con las necesidades o preferencias del usuario), con sus respectivos enlaces.



**Figura 3.25** Ubicación en Google Maps redirigida por el enlace del mensaje

En la Figura 3.25 se observa la ubicación en la que se encuentra el prototipo, todo esto a un clic del enlace que se envía en el mensaje, con un rango de fallo de 2,5 metros.

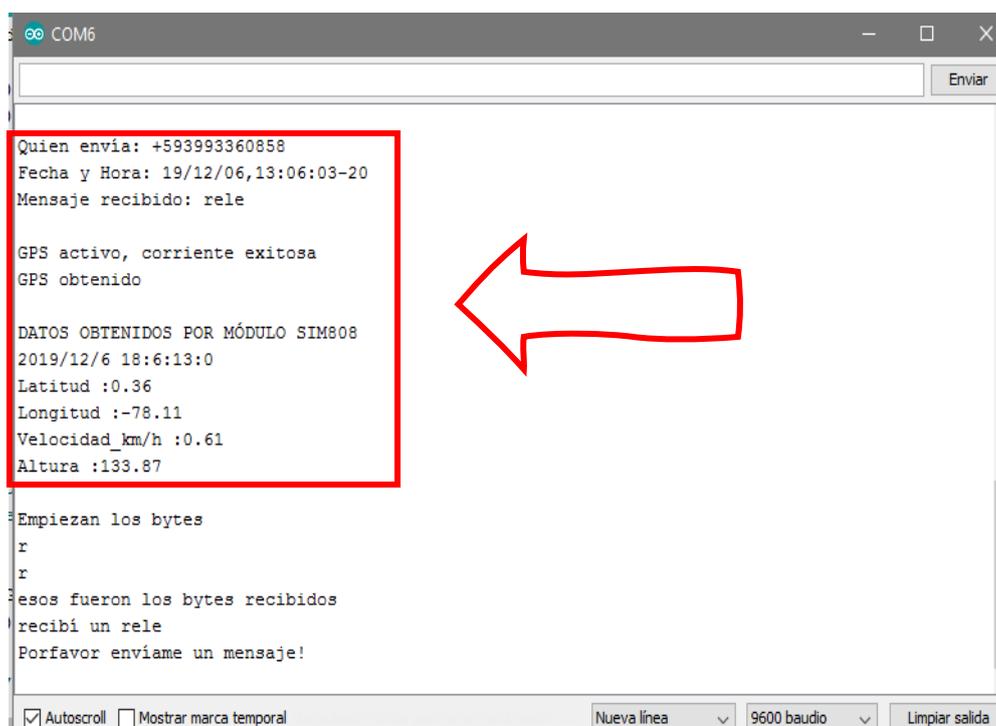
Por otro lado, como ya se ha mencionado anteriormente, dentro de la codificación, la lectura de los bytes se la realiza con tres diferentes estructuras, con “h”, con “r” y con “l”, paso siguiente es observar el comportamiento del módulo SIM808 al momento de enviarle la palabra “relé”.

Cabe recalcar que la estructura inicial no cambia, en lo que tiene una diferencia es en la fase de lectura de los bytes, como se puede observar más adelante en la Figura 3.26.

### 3.4.1.2. ENVÍO DE LA PALABRA “relé”

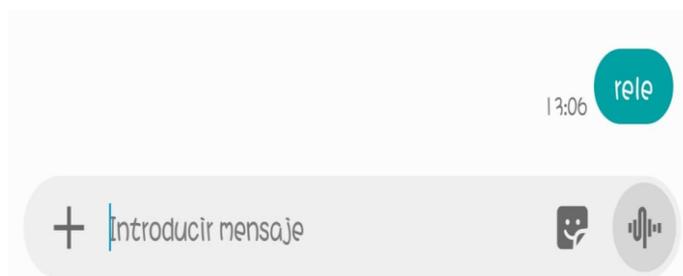
La estructura inicial sigue siendo la misma que la anterior, con la diferencia que el mensaje recibido es la palabra “relé”, en ese momento se inicia el GPS, obteniendo los datos, pasando a realizar una lectura de los bytes entrantes, en este caso el byte empieza con “r” según la codificación al recibir este byte, el módulo SIM808, ya no responde el mensaje, más bien, procede a ejecutar un HIGH en el pin13 del Arduino Mega.

Para este caso de prueba en banco procede a dar un HIGH, traduciendo al mundo real, sería realizar un corte de inyección.



**Figura 3.26** Funcionamiento puerto serial con palabra relé

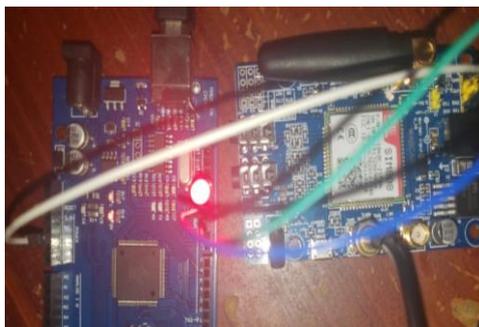
Esta señal es utilizada para realizar el corte de inyección al vehículo, llevando a su inmovilización evitando un robo de este.



**Figura 3.27** Envío de mensaje hacia módulo SIM808

El envío del mensaje como se observa en la Figura 3.27 es con la palabra “relé”, por lo tanto, el módulo ya no realiza una contestación vía mensaje, simplemente procede a ejecutar la acción programada, en este caso dar un valor de HIGH en el pin13 de Arduino, como se puede observar en la Figura 3.28.

Dicho procesamiento de datos de entrada se procede a ejecutar un comando que lea el primer byte que recibe desde un destinatario “X”, con lo cual no necesita realizar una contestación, permitiendo tener un ahorro en el consumo de saldo del SIM que se encuentra en funcionamiento dentro del módulo SIM808.



**Figura 3.28** Pin13 Arduino estado HIGH  
Fuente: Autor.

Finalmente se tiene el byte de “1” haciendo el envío de la palabra “libre”, con la disposición de ejecutar un LOW en el mismo pin 13 (de acuerdo con la configuración de variables de salida en Arduino Mega).

### 3.4.1.3. ENVÍO DE LA PALABRA “libre”

En la Figura 3.29, se observa las impresiones en el puerto serial, con la lectura del primer byte, en este caso la letra “1”.

```

COM9
recibí un rele
Porfavor envíame un mensaje!

Mensajes Entrantes: 1

Quien envía: +593993360858
Fecha y Hora: 20/03/25,17:45:11-20
Mensaje recibido: libre

GPS activo, corriente exitosa
DATOS OBTENIDOS POR MÓDULO SIM808
2020/3/25 22:45:23:17
Latitud :0.66
Longitud :-77.97
Velocidad_km/h :2.20
Altura :299.31

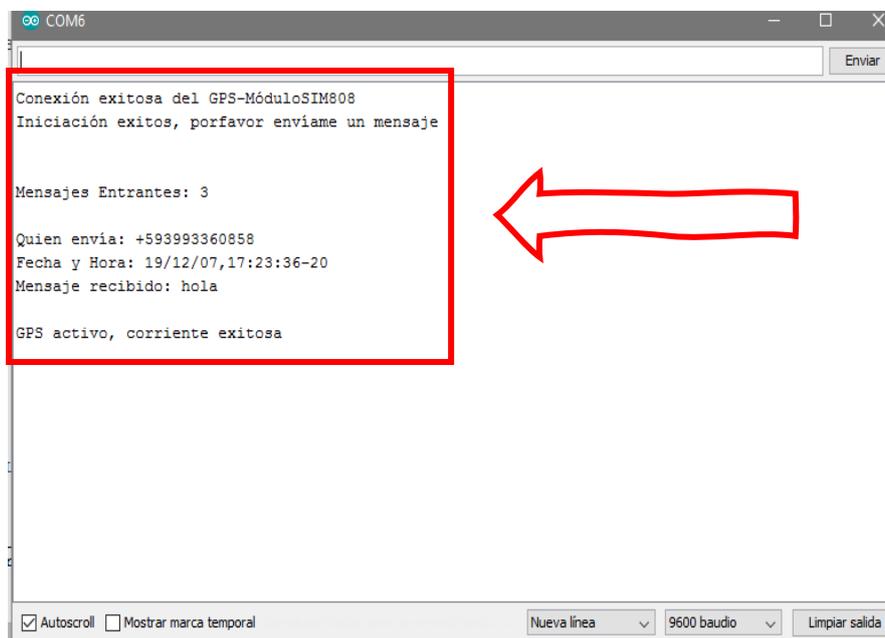
Empiezan los bytes
1
1
esos fueron los bytes recibidos
recibí un libre
Porfavor envíame un mensaje!
  
```

**Figura 3.29** Funcionamiento puerto serial con palabra libre

De acuerdo con la programación en la Figura 3.29 se observa la lectura de este byte, se procede a dejar en LOW el pin 13 de Arduino, en la aplicación del prototipo su función es: dejar el libre paso de corriente hacia el relé que comanda el corte de inyección del vehículo.

### 3.4.1.4. TOMAS REALIZADAS EN LA PROVINCIA DEL CARCHI

Para verificar el desempeño y buen funcionamiento del prototipo, el mismo que puede ser empleado en cualquier vehículo en cualquier lugar del país, siempre y cuando tenga cobertura de red de la compañía Claro, este no tendrá ningún inconveniente, por ende, se realizó otra prueba en la Provincia del Carchi, realizando el mismo proceso que se ha descrito anteriormente.



**Figura 3.30** Recepción de mensaje con palabra “hola”

Como ya se lo ha mencionado, el proceso sigue siendo el mismo, es decir se realiza un envío del mensaje, en este caso la palabra “hola”, en primera instancia se puede mirar la persona quien envía y la fecha, pasando al siguiente paso, que es la activación del módulo.



**Figura 3.31** Envío de mensaje con palabra “hola” hacia el módulo SIM808

La figura 3.30 muestra el envío del mensaje hacia el módulo SIM808, con la palabra “hola”, en la fecha y hora especificada en la Figura 3.31, la misma que coincide con la fecha y hora de la Figura 3.30 mostrada en el puerto serial de Arduino.

```

COM6
Enviar
GPS activo, corriente exitosa
GPS obtenido
DATOS OBTENIDOS POR MÓDULO SIM808
2019/12/7 22:23:45:0
Latitud :0.66
Longitud :-77.97
Velocidad_km/h :0.30
Altura :336.98
Empiezan los bytes
h
h
esos fueron los bytes recibidos
recibí un hola
SIM808 Inicialización exitosa
Empieza a enviar un mensaje ...
TEG.TRACKING TRABAJANDO
Sus cordenadas son:
Latitud : 0.6582
Longitud : -77.9698
Autoscroll Mostrador marca temporal Nueva línea 9600 baudio Limpiar salida

```

**Figura 3.32** Obtención de datos GPS y lectura de bytes

Paso siguiente es obtener los datos del GPS como se muestra en la Figura 3.32, una vez este se encuentre encendido, a continuación, se procede a leer los bytes entrantes del mensaje, para la toma de decisión, en este caso fue el byte de “h”, por lo cual se empieza a responder el mensaje.

```

COM6
Enviar
Altura :336.98
Empiezan los bytes
h
h
esos fueron los bytes recibidos
recibí un hola
SIM808 Inicialización exitosa
Empieza a enviar un mensaje ...
TEG.TRACKING TRABAJANDO
Sus cordenadas son:
Latitud : 0.6582
Longitud : -77.9698
Velocidad : 0.2963 km/h
Visite el siguiente link:
http://www.latlong.net/Show-Latitude-Longitude.htm
http://maps.google.com/maps?q=0.6582,-77.9698
+593993360858
Porfavor enviame un mensaje!
Autoscroll Mostrador marca temporal Nueva línea 9600 baudio Limpiar salida

```

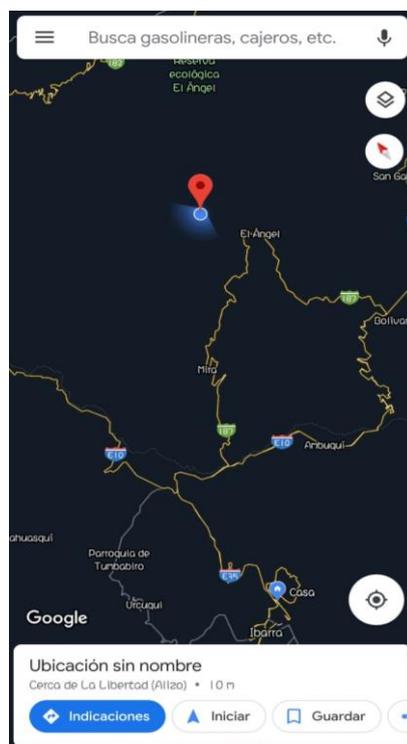
**Figura 3.33** Contenido del mensaje que se envía al usuario

El contenido del mensaje es el mismo, los cambios se encuentran en cada una de las coordenadas, velocidad, y el enlace se modifica de acuerdo con las coordenadas en las que se encuentre el prototipo.



**Figura 3.34** Mensaje que llega al usuario

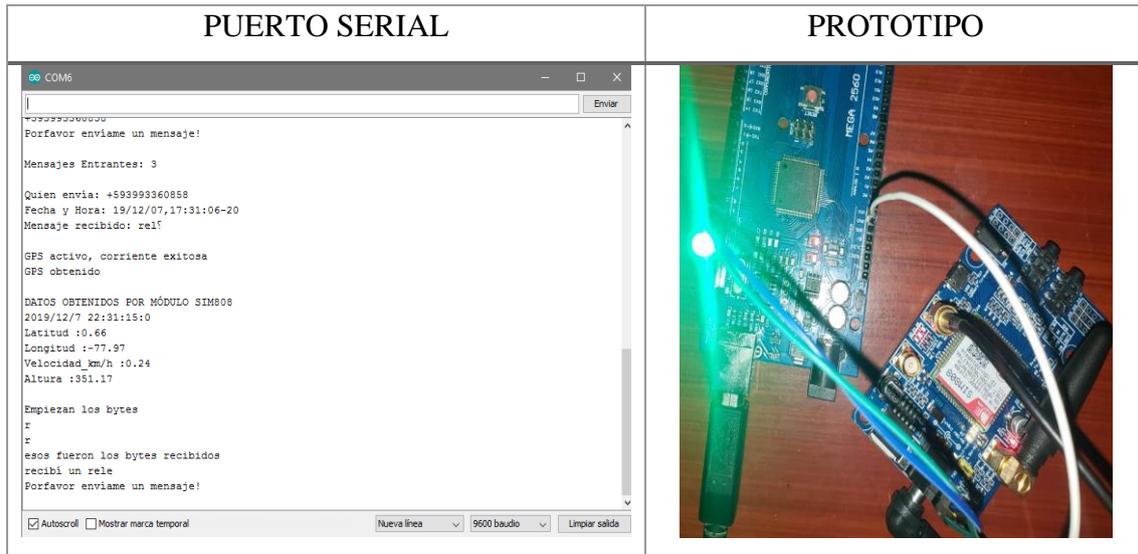
En la Figura 3.34 se muestra el mensaje de repuesta desde el módulo SIM808 hacia el dispositivo móvil del usuario, verificando nuevamente el tiempo de respuesta, entre el envío y respuesta se encuentran a la misma hora 17:23, es decir se demora menos de 1 minuto.



**Figura 3.35** Ubicación redirigida hacia Google Maps

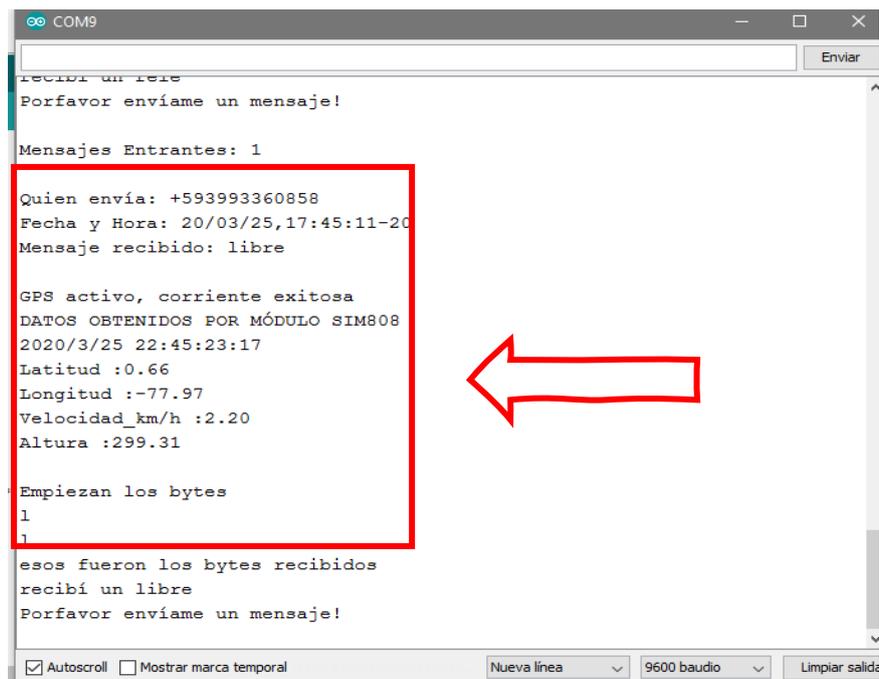
En la Figura 3.35 se observa la ubicación que envía el enlace del mensaje de respuesta, redirigiéndose a Google Maps con la ubicación exacta del lugar en el que se encuentra el prototipo.

Se realizó la prueba enviando la palabra “relé”, para el caso funcionó adecuadamente, y la respuesta fue en menos de 1 minuto, como se puede observar en la Figura 3.36.



**Figura 3.36** Accionamiento de pin13 HIGH y puerto serial

Como ya se lo ha mencionado, también se envía un último byte “l” con la palabra “libre”, la misma que se encuentra programada con la función de enviar un LOW, al pin 13 (de acuerdo con la configuración de Arduino como pin de salida).



**Figura 3.37** Accionamiento de pin13 LOW y puerto serial

En la Figura 3.37 se observa la lectura en el monitor serial, cuando recibe la palabra “libre”.

### **3.4.2. DISCUSIÓN SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN**

Fortalezas:

- El sistema de geolocalización, mediante la utilización del módulo SIM808, es muy versátil a la hora de su utilización, comunicándose mediante SMS, lo hace relativamente barato, ya que una persona que disponga de un plan de datos en su dispositivo móvil, los SMS son ilimitados y sin ningún costo adicional.
- La velocidad de respuesta desde que se envía el SMS al módulo SIM808, es rápida su contestación con los datos y características deseadas, tiene un tiempo aproximado de demora inferior a 1 minuto.
- La versatilidad de trabajo consiste en poder modificar el tipo de mensaje de texto que se envía, es decir: si se envió un mensaje con “hola”, el módulo SIM808 ejecuta una acción preprogramada (obtener las coordenadas en tiempo real del vehículo); si se envió con “relé”, el módulo SIM808 ejecuta una acción diferente a la primera, ejecutando también la palabra “libre” estas dos últimas palabras son para realizar el corte de inyección e inmovilizar el vehículo. Logrando de tal forma, encomendar más de una acción a su funcionamiento, con la facilidad del envío de un mensaje de texto (SMS).

Debilidades:

- Una de las debilidades que presenta este sistema, básicamente es su limitado funcionamiento en lugares donde no haya cobertura de red, al funcionar vía SMS se verá afectado directamente en el tiempo de respuesta.
- Para otras personas, una de las debilidades que puede verse inmiscuida en el sistema de geolocalización viene dada por el saldo que debe disponer la tarjeta SIM, para poder responder y enviar mensajes de texto.

## **3.5. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

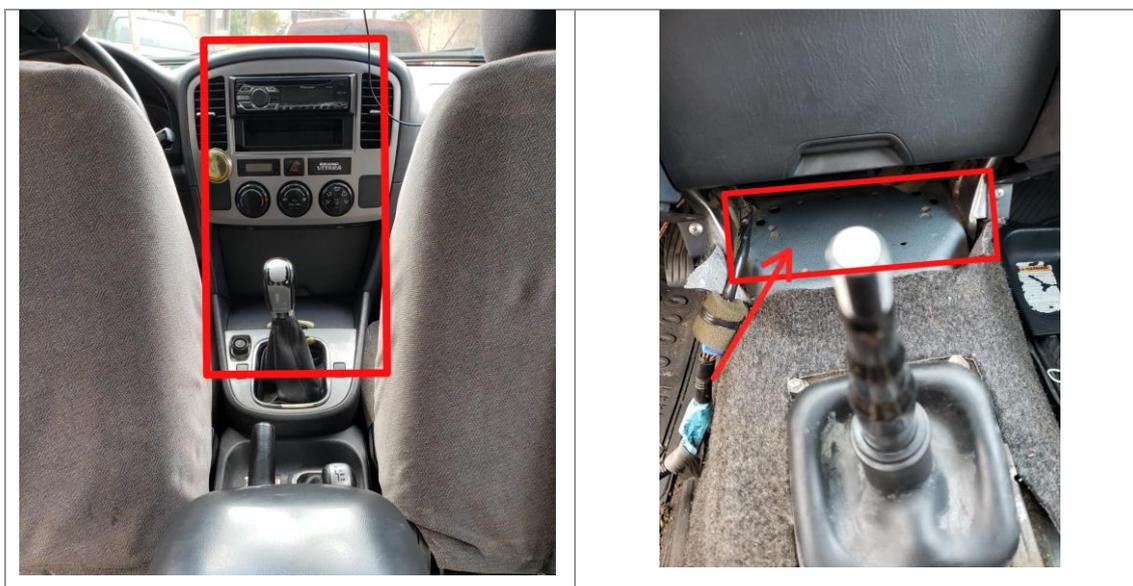
### **3.5.1. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO EN UN VEHÍCULO**

En este apartado se procede a la implementación del prototipo de seguridad y geolocalización, mediante el uso de aplicaciones móviles, en un vehículo Chevrolet Grand Vitara 3P año 2007.



**Figura 3.38** Vehículo Chevrolet Grand Vitar 3P año 2007

Se puede apreciar en la Figura 3.38, el vehículo en el cual se realiza el montaje del sistema de alarma vehicular.

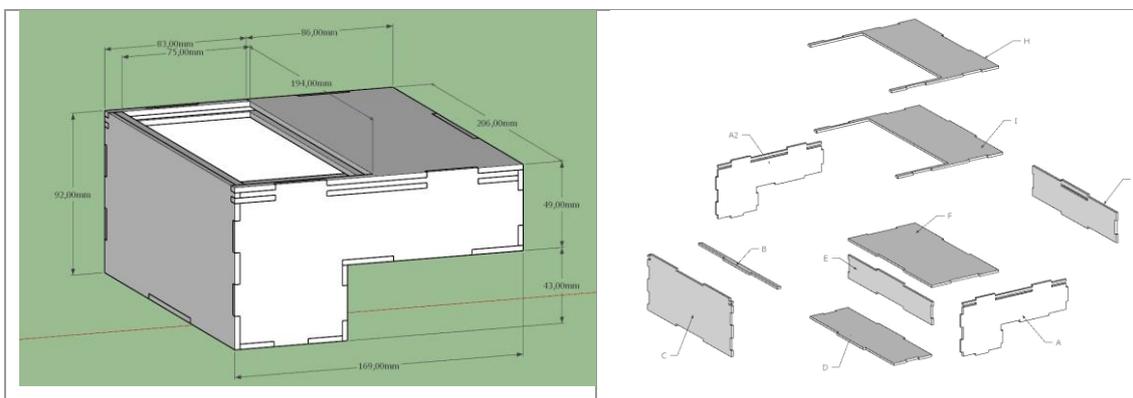


**Figura 3.39** Tablero de instrumentos-espacio de ubicación del prototipo

**Fuente:** Autor.

El vehículo por su diseño de carrocería y estructura del tablero (salpicadero) cuenta con un espacio interno entre el tablero de instrumentos y los mandos de calefacción, como se puede observar en la Figura 3.39. Mismo espacio que será empleado para la disposición del prototipo.

Por cuestiones de seguridad, para evitar que una persona ajena al vehículo pueda manipular o interrumpir el buen funcionamiento del prototipo, se ha pensado ubicarlo en ese lugar, imposibilitando el acceso y manipulación malintencionada del mismo, generando un ambiente de confianza y plena seguridad para el usuario.



**Figura 3.40** Diseño de caja del prototipo

En la Figura 3.40 se puede apreciar el diseño de la caja en la cual va instalado el prototipo, con las respectivas medidas del espacio disponible en el lugar en que se lo va a montar dentro del vehículo.

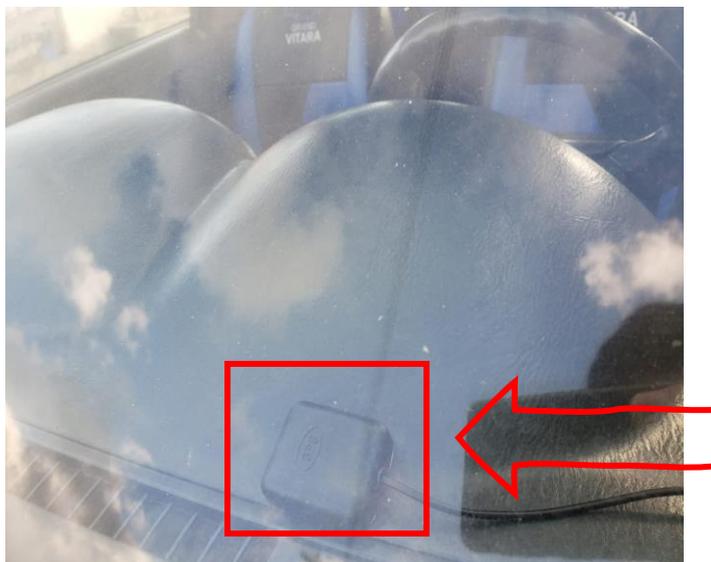


**Figura 3.41** Caja del prototipo montada en vehículo

Como se puede observar en la Figura 3.41, se tiene la caja del prototipo ya terminada, ubicando cada uno de los componentes que forman el sistema de alarma vehicular con geolocalización, teniendo en cuenta la ubicación de cada uno de los subsistemas que se encuentran dentro del mismo, como es el subsistema de alimentación, subsistema de comunicación Bluetooth, subsistema de geolocalización y el subsistema de control general del prototipo, también en él se encuentra el sensor de vibraciones, el cual se activa

con una pequeño impulso que este perciba, esto puede ser modificado de acuerdo a especificaciones del usuario.

En el subsistema de geolocalización, se tiene como componente la antena del GPS (Sistema de Posicionamiento Global), la misma que debe encontrarse en un lugar donde no se vea limitada la cobertura, por lo tanto, su ubicación será en la parte superior del tablero de instrumentos, como se puede apreciar en la Figura 3.41.



**Figura 3.42** Antena del GPS montada en vehículo

El módulo SIM808, como ya se lo ha mencionado anteriormente, cuenta con la ventaja de incorporar un Sistema de Posicionamiento Global, con un rango de error mínimo de 2 a 3 metros, por lo tanto lo hace muy factible y viable para la utilización e implementación en el presente prototipo, debido a esto la antena que sale del mismo módulo debe ser ubicada en una posición que no imposibilite o sature de una u otra forma su señal, para un correcto funcionamiento, debido a esto se la ha localizado en la posición como se puede apreciar en la Figura 3.42.

Dentro del diseño de la aplicación, cuenta con una opción de “corte de inyección”, como su nombre lo indica, es realizar el proceso de anular el encendido del vehículo, imposibilitando su manipulación, esto se lo realizará en ocasiones de emergencia por parte de la persona que manipule el dispositivo celular con la aplicación previamente instalada, por lo tanto dentro del sistema de alarma, se coloca un relé que activa o desactiva la bomba de combustible del vehículo, cuando a este le llegue la señal desde el subsistema de control.



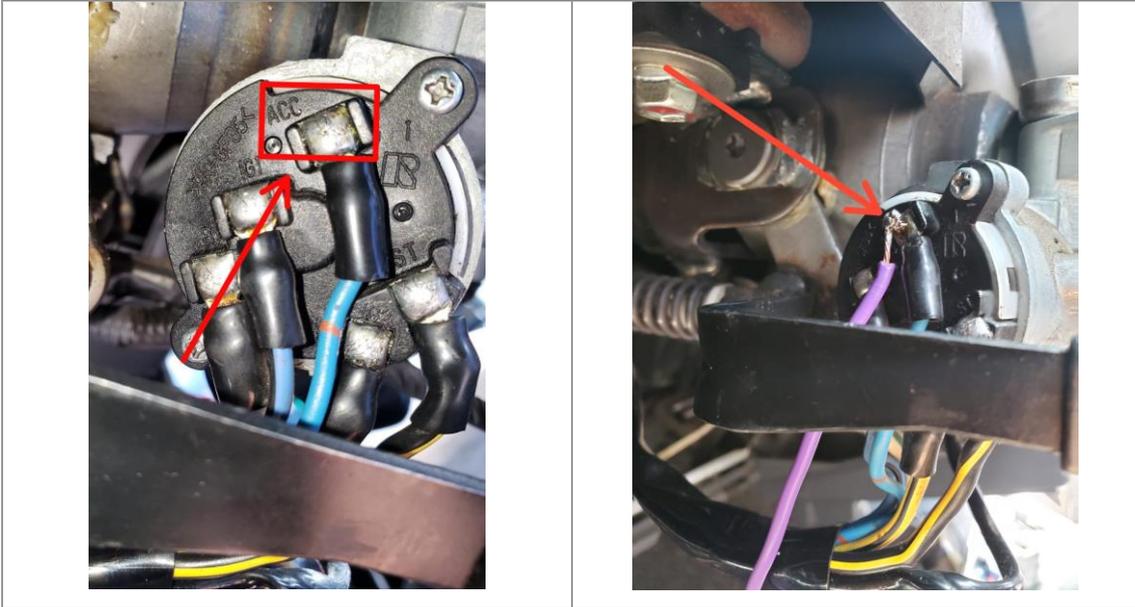
**Figura 3.43** Cable de alimentación de bomba de combustible

Para poder ubicar el relé que controla esta parte, primeramente, se ubicó el cable positivo que alimenta la bomba eléctrica de combustible, con la ayuda de una lámpara comprobadora de corriente, como se observa en la figura 3.43.

Una vez detectado el cable que alimenta la bomba eléctrica de combustible, se procede a realizar las conexiones respectivas, las cuales son comandadas mediante un relé, el mismo que activará o desactivará la bomba, cuando así lo solicite el usuario.

En el subsistema de control, procede a definir las variables que se analizan para el correcto funcionamiento del prototipo, específicamente el sistema de alarma, por lo tanto, se procede a analizar 3 señales:

- Cuando el vehículo se encuentre encendido o apagado.
  - Esta es una de las señales fundamentales para que el prototipo pueda saber en qué momento pasar al estado de activación del sensor de vibraciones y alarma sonora. La señal se logra gestionar gracias a la localización del Switch de encendido del vehículo, contando con 5 cables, en el mismo se logró identificar la salida del cable ACC (ACCESORIOS), como se puede apreciar en la Figura 3.44.



**Figura 3.44** Cable de accesorios del Switch

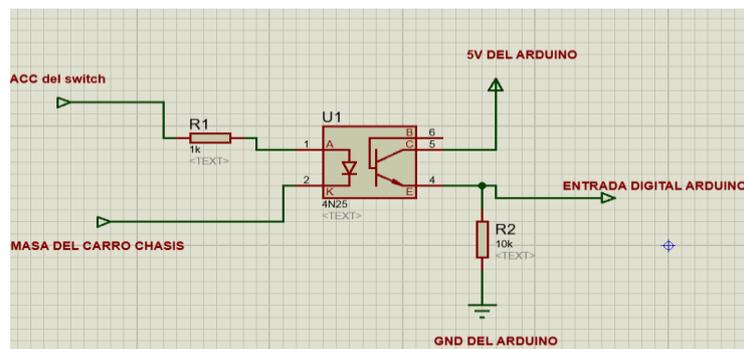
- La posición de las puertas, abiertas o cerradas.
  - o Esta es otra de las señales determinantes en el momento de activación de la alerta sonora del prototipo, en caso de que una de las puertas se encuentra mal cerrada o abierta, una vez apagado el vehículo, se procede a la activación de la misma alarma, esta señal se la logró emparejar con cada una de las puertas que cuenta el vehículo, en este caso se utilizó los pulsadores del mismo, localizando los cables de masa, para emparejarlos con un relé que modificará y facilitará la manipulación de esta señal, logrando entregar 12V, cuando uno de las puertas se encuentra abierta, caso contrario, hay un voltaje de 0V.



**Figura 3.45** Pulsador de las puertas

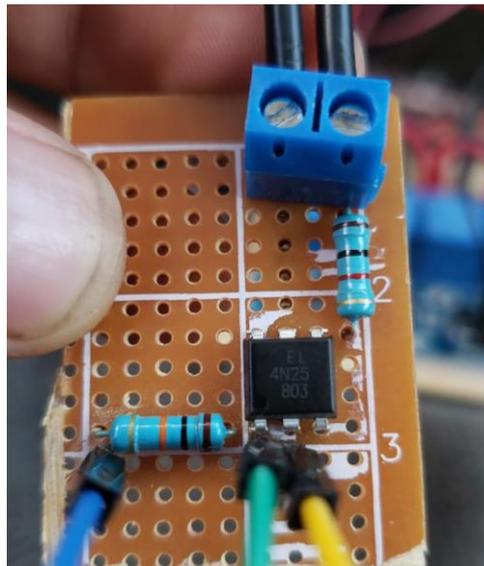
- Sensor de vibraciones.
  - o El sensor de vibraciones se activa simplemente cuando se cumpla la condición de que el vehículo se encuentra en estado de “apagado”.

La salida de las señales anteriormente mencionadas, serían únicamente voltajes, en este caso no se necesita voltajes, se necesita realizar un pequeño circuito, el cual ayude a transformar la salida de voltajes en señales. Se utilizó el siguiente esquema:



**Figura 3.46** Circuito para lectura de señal (Diseño Proteus)

En la Figura 3.46 se muestra el esquema del diseño de un circuito que se empleará para la lectura de señales, cuando se tiene voltajes.



**Figura 3.47** Circuito lectura de señal (Soldado en baquelita)

En figura 3.47 se aprecia el circuito que se utilizó para la lectura de dos fuentes de voltajes diferentes (Accesorios del Switch y pulsadores de las puertas), el ente encargado de la

lectura de la señal es el optoacoplador 4N25, permitiendo hacer un aislamiento entre dos etapas de un circuito, para proteger al subsistema de control.

Este sistema de alarma alertará de un suceso indebido en el vehículo, mediante una alerta sonora, la cual se escuchará a una distancia considerable, para lo cual se ha colocado una sirena que se active automáticamente cuando se haya vulnerado algunas variables analizadas por el subsistema de control, el mismo se encargara de activar dicha alerta sonora.



**Figura 3.48** Bocina del sistema de alarma

Este tipo de sirena se activa con un voltaje de 12V a corriente continua, el subsistema de control envía una señal de 5V, con lo cual no se activaría la misma, por lo tanto, se emplea el uso de un relé para elevar el voltaje y poder activar y desactivar la sirena, con la señal que envía el subsistema de control.

Una vez conectado cada uno de los componentes que conforman el sistema de alarma vehicular, se tiene el prototipo terminado, listo para realizar las pruebas de funcionamiento, analizando los tiempos de respuesta ante situaciones emergentes, el tiempo que transcurre desde que se envía un comando SMS (mensaje de texto), al subsistema de control y geolocalización para generar una respuesta de las coordenadas que se encuentra el vehículo, tiempo que transcurre en realizar el corte de inyección y que el vehículo se apague o no pueda encenderse, entre otras cosas.

### **3.5.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO**

El prototipo de sistema de alarma vehicular con geolocalización, mediante el uso de aplicaciones móviles, fue sometido a varias pruebas de funcionamiento, las cuales se detallan a continuación:

#### **3.5.2.1. CONTROL DE SEGUROS MEDIANTE LA APLICACIÓN**

Referente al control de los seguros eléctricos, tanto de apertura como de cierre de las puertas, cabe destacar que se ha programado, en el momento en que se detecte la señal que emite el circuito que conecta a la llave de contacto al apagar el vehículo, se dé un retraso de 10 segundos y todas las puertas se bloqueen, emitiendo una alerta sonora de que estas se encuentran bloqueadas.

Como ya se lo ha mencionado anteriormente, el rango de alcance del dispositivo Bluetooth, que se emplea para el presente prototipo, no varía con las pruebas realizadas en banco, los datos sí varían en el tiempo en que transcurre entre presionar el botón de la aplicación, con la ejecución de la orden, comandado por dos relevadores para cada pistola de bloqueo, teniendo una media aproximada de 2 segundos en todos los botones, con una demora de 1 segundo más, con referencia a las pruebas realizadas en banco, este retardo se lo denomina tiempo de reacción.

#### **3.5.2.2. RESPUESTA DE LA SIRENA CON NOTIFICACIÓN VÍA SMS**

La sirena tiene la función de alertar al propietario del vehículo, de que algún suceso indebido está aconteciendo en el mismo o sus alrededores, por lo tanto, se ha dispuesto comandar dos señales, en caso de irrumpir en una de estas, la sirena se activará.

Con respecto al envío de notificaciones vía “mensaje de texto”, se ha programado, que se envíe una notificación por separado, es decir, analizando las señales de puertas y del sensor de vibraciones.

De acuerdo con la Tabla 3.6 se muestran los tiempos de activación de la sirena, generando una respuesta sonora al momento en que se irrumpa cualquiera de estas dos señales. El tiempo de activación es rápido, debido a que su reacción es menor a dos segundos, en el

peor de los casos llega hasta tres segundos, por tratarse de una de las puertas con mayor distancia ante el sensor de vibraciones del vehículo.

**Tabla 3.8** Tiempo de respuesta de bocina con señales distintas

SEÑAL	PUERTA	TIEMPO DE ACTIVACIÓN (Segundos)
PULSADOR DE PUERTA	IZQUIERDA	1
	DERECHA	1
	CAJUELA	1
SENSOR DE VIBRACIONES	IZQUIERDA	2
	DERECHA	2
	CAJUELA	3

Con el envío de notificaciones automático, cuando se irrumpa con una de las dos señales, se tiene un indicador dentro del vehículo, que es una pantalla OLED la misma que siempre se mantiene encendida, al no tener un alto consumo de energía esta es apropiada para incorporarla en el prototipo, mejorando su estética y presentación.

En el momento en que el vehículo se apaga, la pantalla OLED indica el logo del prototipo por un periodo de 3 segundos, luego la pantalla se redirige a una pantalla principal, la cual presenta un reloj en la parte superior de la misma.



**Figura 3.49** Pantalla OLED, logo izquierda, pantalla principal derecha

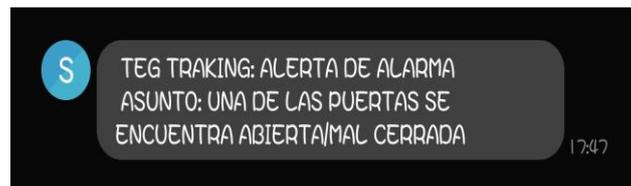
En la Figura 3.49 se aprecian las imágenes tanto del logo como de la pantalla principal, esta última pantalla siempre va a estar presente, las interrupciones de notificaciones solo se mostrarán por un determinado tiempo, cuando ocurra algún suceso el cual ya se

encuentra programado; caso contrario la pantalla principal con el reloj, siempre se encontrará en funcionamiento, aunque el carro se apague.



**Figura 3.50** Interrupción en pantalla OLED, “PUERTAS ABIERTAS”

En la Figura 3.50, se muestran dos imágenes las cuales son las mismas al momento de activarse, cambiando su color de fondo para dar una señal de alerta dentro del vehículo acompañado de una alerta sonora por parte de la sirena, terminando la presentación de esta pantalla PUERTAS ABIERTAS, se hace el envío de un SMS (mensaje de texto), a un número de usuario predeterminado previamente, como se puede apreciar en la Figura 3.51.



**Figura 3.51** Notificación automática SMS. Asunto: Puertas Abiertas

En la Figura 3.51 se observa la notificación automática si una de las puertas del vehículo se encuentra abierta, o mal cerrada, con un tiempo de demora desde que se abre la puerta hasta que le llega el mensaje al celular, de 15 a 20 segundos aproximadamente.



**Figura 3.52** Interrupción en pantalla OLED, “MOVIMIENTO DETECTADO”

En la Figura 3.52 se aprecia dos imágenes las cuales tienen el mismo contenido, con una variación en el fondo, para dar una alerta dentro del vehículo, cuando el sensor de vibraciones se activa, es decir con un pequeño estímulo este varía del 0 lógico cuando está en reposo, cuando ocurre un leve movimiento este envía un 1 lógico activando.

El sistema de alerta sonora por 3 ocasiones, las mismas que se aparecen en la pantalla OLED, pasando esta repetición, procede a enviar un SMS (mensaje de texto) automático a un número predeterminado por el usuario, cada vez que ocurra un cambio de estado en el sensor de vibraciones.



**Figura 3.53** Notificación automática SMS. Asunto: Sensor de vibraciones activado

En la Figura 3.53 se puede apreciar la notificación automática vía SMS que hace llegar al usuario cuando el sensor de vibraciones cambia de estado, informando que este se activó.

El tiempo que transcurre desde el momento en que el sensor detecta que hay un movimiento, hasta que llega el mensaje, es aproximadamente de ocho segundos.

### **3.5.2.3. CONTROL DE GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE GPS Y SMS DESDE LA APLICACIÓN**

Una vez montado el prototipo en el vehículo, los tiempos de respuesta no se han visto afectado en lo más mínimo con respecto a los ya presentados en las pruebas en banco, por lo tanto, no se hace mayor redundancia en este apartado, teniendo una media en el tiempo de 30 a 45 segundos aproximadamente, haciendo esto un tiempo adecuado para la respuesta de la geolocalización y triangulación de la señal del GPS.

Este tiempo se lo toma en cuenta desde el momento en que el usuario hace el envío del mensaje, para este caso como ya se lo ha explicado es un “hola”, hasta el momento en que le llega un mensaje de texto con las coordenadas de donde se encuentra el vehículo, pasando por un sistema de verificación de que byte entra en el sistema de control del prototipo, hasta obtener las coordenadas por el módulo SIM808.



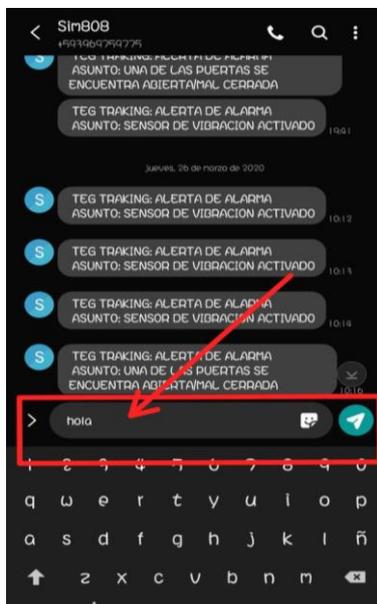
**Figura 3.54** Pantalla de menú principal

En la Figura 3.54 se observa la pantalla del “Menú principal”, la cual contiene dos alternativas, encontrando la opción de geolocalización marcada en la misma figura, permitiendo esta redirigir a un submenú, como se puede apreciar a continuación:



**Figura 3.55** Submenú de geolocalización

En el submenú que se muestra en la Figura 3.55 tiene 3 alternativas, una de ellas es “UBICACIÓN DE LA UNIDAD”, la cual se va a analizar en este apartado. Como ya se lo ha mencionado anteriormente, al seleccionar esta alternativa y pulsar el botón de enviar, se redirige automáticamente a enviar un mensaje de texto con la palabra “hola” ya escrita en el mismo, como se puede apreciar en la Figura 3.56.



**Figura 3.56** Mensaje de texto con palabra “hola” escrita automáticamente

En ese momento el usuario simplemente presiona el botón de enviar dentro del mensaje de texto para generar una respuesta inmediatamente por el módulo SIM808.



**Figura 3.57** Pantalla OLED, llegada del SMS de “hola” hacia módulo SIM808

Una vez que se hace el envío del SMS como se aprecia en la Figura 3.56, en la pantalla OLED, se interrumpe la pantalla principal para poder mostrar el texto que se muestra en

la Figura 3.57, por un tiempo de 3 segundos, pasado este tiempo, el módulo SIM808 empieza a responder debido al byte “h” que recibe.



**Figura 3.58** Cuando llega el SMS de “hola” hacia el módulo SIM808

Como ya se lo ha mostrado anteriormente, en la Figura 3.58 se observa la respuesta del SMS que se ha enviado hacia el SIM808, con un tiempo de retardo que fluctúa entre 30 y 45 segundos aproximadamente.

#### **3.5.2.4. CONTROL DE CORTE DE INYECCIÓN MEDIANTE SMS DESDE LA APLICACIÓN**

El cortar el paso de corriente hacia la bomba de combustible, imposibilita el encendido del vehículo, logrando detener el movimiento de este, por lo cual se ha realizado la prueba a motor parado.

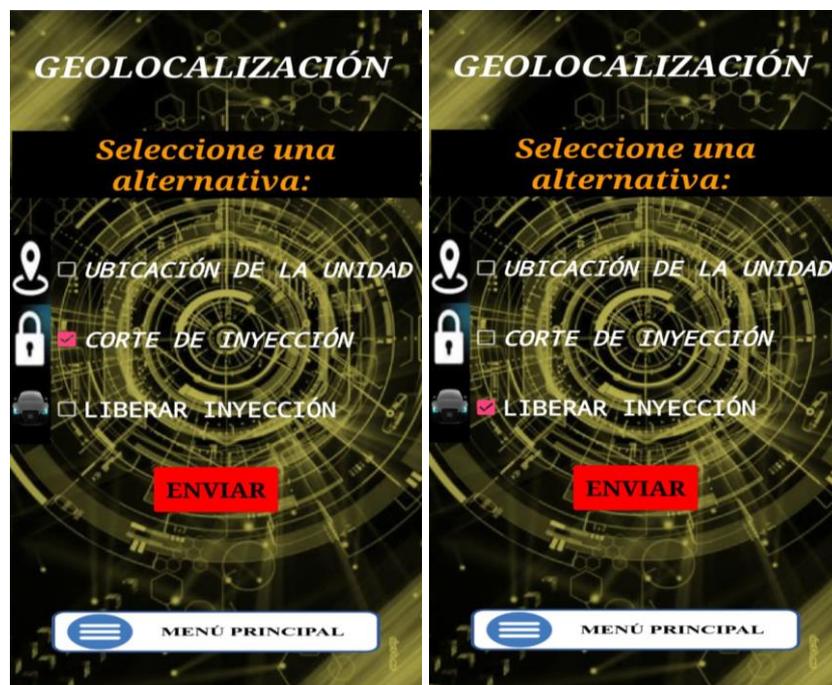
En carretera con una velocidad no mayor a los 50 km/h, esta opción se debe utilizar como última alternativa, ya que el propietario del vehículo debe tener en cuenta que, al suspender el paso de combustible hacia el motor, este dejará de funcionar todos sus sistemas como puede ser el sistema de frenos, sistema de dirección, entre otro; por consiguiente, podría ocasionar daños a terceros.

Más sin embargo se muestra los tiempos en la Tabla 3.7 desde que transcurre el envío del SMS, hasta que lo procesa el subsistema de control y el vehículo se detiene, realizando el estudio con todos los parámetros de seguridad necesarios para evitar cualquier clase de accidente en la realización de esta prueba, teniendo un sistema que ayude con el control del tiempo transcurrido para validar la prueba.

**Tabla 3.9** Tiempo de respuesta en corte de inyección

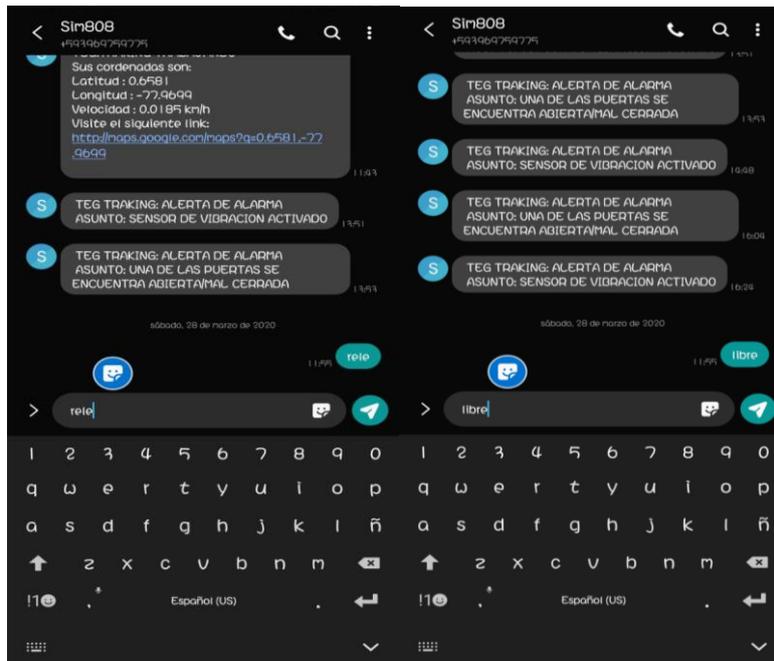
PRUEBA	VELOCIDAD	TIEMPO EN QUE LLEGA EL SMS Y LO PROCESA (Segundos)	TIEMPO HASTA QUE SE APAGA EL VEHÍCULO (Segundos)
MOTOR PARADO	0 km/h	10	14
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	20 km/h	11	18
	35 km/h	11	21
	50 km/h	12	25

Se tiene un tiempo adecuado de respuesta, en caso de que ocurra un robo del vehículo, ya que el usuario puede manipular este sistema de bloqueo, desde cualquier lugar con el comando adecuado mediante un SMS.

**Figura 3.59** Submenú de geolocalización: corte de inyección y liberar inyección

Dentro del submenú de Geolocalización se cuentan con 3 alternativas, la primera ya se analizó, las 2 siguientes tienen el mismo esquema de programación, su cambio radica en la palabra que se envía, es decir el byte que se analiza es diferente dependiendo el tipo de alternativa que seleccione el usuario.

Dentro de las dos últimas alternativas hacen referencia a dejar inmovilizado el vehículo mediante un mensaje de texto.



**Figura 3.60** Mensajes de texto, palabras “relé” y “libre” respectivamente

Al seleccionar la alternativa de “CORTE DE INYECCIÓN” y presionar el botón ENVIAR este redirigirá automáticamente a mensaje de texto con la palabra “relé”, ejecutando el corte de inyección del vehículo al enviar el SMS.



**Figura 3.61** Pantalla OLED cuando se envía palabra “relé”

En la Figura 3.61 se aprecia el texto de SMS: CUIDADO APAGANDO, una vez que llega el mensaje de texto hacia el módulo SIM808, teniendo un tiempo de respuesta, ya analizado en la Tabla 3.7, que se encuentra dividido por velocidad de circulación, hasta que el vehículo se apague, dándonos así la distancia en que el vehículo se detiene por completo. La alerta que le aparece en la pantalla OLED, dura 3 segundos y se procede a la ejecución de dicha acción.

Por otro lado, para deshabilitar el sistema de inmovilización del vehículo se procede a seleccionar la opción de LIBERAR INYECCIÓN la cual se puede apreciar en la Figura 3.59, ejecutando dicha acción, procede a enviar la palabra “libre”, la cual se aprecia en la Figura 3.60.



**Figura 3.62** Pantalla OLED cuando se envía palabra “libre”

En la Figura 3.62 se muestra el texto: SMS: LIBERAR CARRO, este se muestra interrumpiendo la pantalla principal de la pantalla OLED, una vez el usuario seleccione la alternativa LIBERAR INYECCIÓN, teniendo un intervalo de tiempo de ejecución entre 12 y 18 segundos, para todos los casos, con este comando el vehículo vuelve a su estado normal, habilitando la inyección.

### 3.5.3. DISCUSIÓN GENERAL DEL PROTOTIPO

Fortalezas:

- Control cómodo, versátil y de fácil manipulación para cualquier clase de persona que disponga de un celular con sistema Android y comunicación Bluetooth.
- Respuesta adecuada al momento de manipular un botón desde la aplicación, hasta que se ejecuta la orden en el actuador correspondiente.
- Tiempo adecuado de respuesta ante situaciones emergentes, actuando de una forma automática y autónoma, con un sistema de alerta sonora, para prevenir cualquier suceso al usuario.
- Con respecto a la geolocalización, se tiene un rango mínimo de dispersión de la señal (entre 2 a 3 metros), de donde se encuentra el vehículo, con respecto a la geolocalización que envía el Sistema de Posicionamiento Satelital.

- El corte de inyección se torna una buena alternativa para que no haya manipulación del vehículo por parte de personas ajenas a este, logrando dejar inmovilizado hasta que se envíe otro comando al sistema de control.
- El usuario tiene la libertad de compartir el “control” de su vehículo a personas que el crea conveniente, teniendo así la amplia posibilidad de que más personas puedan acceder al vehículo sin previo aviso.

Debilidades:

- Rango de control limitado, al utilizar la comunicación vía Bluetooth.
- En el caso de la geolocalización, si no tiene buena recepción de señal la SIM introducida en el módulo SIM808, no podrá ejecutar ninguna clase de comandos.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

- El prototipo del sistema de alarma vehicular con geolocalización cumple con las expectativas que se han planteado en el presente trabajo de grado, logrando desempeñar funciones de seguridad y geolocalización en una sola aplicación de bolsillo, volviéndose cómodo, seguro y versátil a la hora de su manipulación.
- Arduino al ser una plataforma “open source” código abierto, brinda la libertad de adecuar prototipos o diseños que se puedan involucrar de una manera efectiva en la sociedad, proponiendo que personas con los conocimientos suficientes, puedan innovar en la creación de diferentes productos, incrementando el proceso práctico de aprendizaje e incentivar una idea de emprendimiento.
- Dentro del campo automotriz, la geolocalización se ha visto involucrada directamente en vehículos de carga pesada o flota de buses, además es costosa la contratación de estos servicios, con la implementación de este prototipo se ha determinado que la geolocalización puede ser empleada en toda clase de vehículos, con un costo beneficio favorable hacia el usuario, con el sistema de comunicación vía mensajes de texto, ayuda a diversificar las opciones de su ejecución, garantizando la localización del vehículo durante las 24 horas del día.
- La tecnología ayuda o permite que una persona pueda controlar su ritmo de vida de una manera mucho más efectiva, por ende, se ha desarrollado una aplicación de “bolsillo”, que con solo presionar un botón pueda realizar funciones preprogramadas, controlando la seguridad y geolocalización del vehículo al cual se encuentre enlazada, admitiendo que pueda ser compartida con varios usuarios del mismo vehículo a la vez, siendo así una aplicación versátil y segura.
- El vehículo que haya implementado el prototipo de alarma brinda la comodidad al usuario de saber su ubicación en tiempo real, con cualquier dispositivo que disponga de un mensaje de texto.
- El sistema de envío de mensajes de texto consume una cierta cantidad de dinero (\$ 0,07) por mensaje enviado, resultando barato en comparación con otros sistemas de geolocalización.

- La respuesta que presenta el prototipo de sistema de alarma con geolocalización, la hace adaptable a cualquier medio que se la ponga a trabajar, ayudando a mantener en un nivel alto la seguridad e integridad del vehículo en el cual se encuentre vinculada.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Dentro del código fuente del sistema en general, se puede realizar cualquier tipo de cambio, las cuales pueden permitir la evolución del prototipo.
- Escoger adecuadamente el tipo de microcontrolador que se va a utilizar en el diseño de cualquier prototipo, ya que se debe tener muy en cuenta que el procesador de este tipo de módulos ejecuta el código línea por línea, es decir, hay que crear varias interrupciones dentro del mismo bucle, para poder actuar bajo ciertos cambios que se desea establecer en instantes inesperados.
- La SIM808 que se empleó para este prototipo cuenta con varias funciones que se pueden ir adaptando de acuerdo con necesidades del usuario, se recomienda investigar más al respecto de los posibles usos útiles que puede brindar este módulo.
- Dentro del código fuente de la aplicación se permite realizar el cambio de contraseña y nombre de usuario, por lo tanto, se aconseja que se realice cambios periódicos de estos dos aspectos, para mantener un alto nivel de seguridad la aplicación.
- Realizar el mantenimiento de configuración del prototipo de sistema de alarma y geolocalización, por personas capacitadas, para evitar cualquier daño tanto en su software como en el hardware.
- Hacer una recarga no mayor o igual a 10 dólares al mes, para que el sistema de geolocalización funcione adecuadamente, y utilizarlo en situaciones netamente de emergencia.
- El usuario, debe tener acceso a internet desde el celular para abrir directamente el enlace que le llega a este, caso contrario la ubicación no se le cargará, o puede hacerlo desde una computadora que disponga de internet ingresando manualmente las coordenadas de longitud y latitud respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Abboud, K., Omar, H. A., & Zhuang, W. (2016). Interworking of DSRC and Cellular Network Technologies for V2X Communications: A Survey. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 65(12), 9457-9470. doi:10.1109/TVT.2016.2591558
2. Allison, L., & Fuad, M. M. (2016, 16-17 May 2016). *Inter-App Communication between Android Apps Developed in App-Inventor and Android Studio*. Paper presented at the 2016 IEEE/ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems (MOBILESoft).
3. AUTODESK TINKERCAD. (2013, Junio 18). *AUTODESK TINKERCAD*. Retrieved from <https://www.tinkercad.com>
4. Banzi , M., & Shiloh, M. (2016). *Introducción a Arduino* Madrid: EDISIONES ANAYA MULTIMEDIA (GRUPO ANAYA, S.A.), 2016.
5. Baolin, L., Tongmin, W., Shuai, F., & Jiangpeng, F. (2011, 16-18 April 2011). *Study and design of gateway engine immobilizer based on CAN-bus*. Paper presented at the 2011 International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet).
6. Barbon, G., Margolis, M., Palumbo, F., Raimondi, F., & Weldin, N. (2016). Taking Arduino to the Internet of Things: The ASIP programming model. *Computer Communications*, 89-90, 128-140. doi:<https://doi.org/10.1016/j.comcom.2016.03.016>
7. Beltrán López, G. (2016). *Geolocalización online: la importancia del dónde*. Barcelona, UNKNOWN: Editorial UOC.
8. Bravo, D. (2018, Julio 30 ). Tres nuevas formas de robos de vehículos se utilizan en Quito. *El Comercio*.
9. Cabrero Armijo, J. M. (2012). *Mantenimiento de los dispositivos eléctricos de habitáculo y cofre motor (MF0627\_2)*. Málaga, SPAIN: IC Editorial.
10. Carles Olmedillas, J. (2013). *Introducción a los sistemas de navegación por satélite*. Barcelona, SPAIN: Editorial UOC.

11. Carrión, M., Fernando, & Tocornal, X. (2009). Proyecto de Fortalecimiento de Políticas de Políticas Públicas e Intervenciones dirigidas a la Prevención del Delito en América Latina. *Proyecto de Fortalecimiento de Políticas de Políticas Públicas e Intervenciones dirigidas a la Prevención del Delito en América Latina*.
12. Duarte, T., Pimentão, J. P., Sousa, P., & Onofre, S. (2016, 25-28 Sept. 2016). *Biometric access control systems: A review on technologies to improve their efficiency*. Paper presented at the 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC).
13. Germán Corona Ramírez, L., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino*. Distrito Federal, UNKNOWN: Grupo Editorial Patria.
14. Kangovi, S. (2017). 3 - The Ethernet Landscape. In S. Kangovi (Ed.), *Peering Carrier Ethernet Networks* (pp. 55-98): Morgan Kaufmann.
15. Lajara Vizcaíno, J. R., & Pelegrí Sebastía, J. (2017). *Sistemas integrados con Arduino* México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México
16. Lara Rivera, A. Á. (2012). De sistema mecánico a sistema tecnológico complejo. El caso de los automóviles. *Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco*, 11-39.
17. Li, Y., Pan, Y., Liu, W., & Zhang, X. (2018, 12-15 Aug. 2018). *An Automated Evaluation System for App Inventor Apps*. Paper presented at the 2018 IEEE 16th Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 16th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 4th Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress(DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech).
18. Liu, J., Priyantha, B., Hart, T., Jin, Y., Lee, W., Raghunathan, V., . . . Wang, Q. (2016). CO-GPS: Energy Efficient GPS Sensing with Cloud Offloading. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 15(6), 1348-1361. doi:10.1109/TMC.2015.2446461
19. Lozano Equizoain, D. (2016). *Manual Imprescindible Arduino Práctico* Madrid: EDISIONES ANAYA MULTIMEDIA (GRUPO ANAYA, S.A.), 2017.
20. López del Pino, S. J., & Martín Calderón, S. (2017). *Orientación y trazado de recorridos en el medio natural o urbano: UF 0729*. Madrid, UNKNOWN: Editorial CEP, S.L.

21. Mahmoud, A., Noureldin, A., & Hassanein, H. S. (2019). Integrated Positioning for Connected Vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 1-13. doi:10.1109/TITS.2019.2894522
22. Martín Hernandez, J. J., & Pérez Belló, M. Á. (2009). *Sistemas de seguridad y confortabilidad*: Macmillan Iberia, S.A.
23. Martín Hernández, J. J., & Pérez Belló, M. Á. (2009). *Sistemas de seguridad y confortabilidad*. Madrid, SPAIN: Macmillan Iberia, S.A.
24. Martín, M. B. T. (2016). Análisis de incidentes operativos en sistemas complejos: actuación humana ante alarmas Analysis of operational incidents in complex systems: human performance in alarm management.
25. MIT App Inventor. (2012, Abril 23). *MIT App Inventor*. Retrieved from <https://appinventor.mit.edu/>
26. Mora García, J. (2018). *Montaje de los cuadros de control y dispositivos eléctricos y electrónicos de los sistemas domóticos e inmóticos. ELEM0111 (2a. ed.)*. Málaga, SPAIN: IC Editorial.
27. Nayyar, A., & Puri, V. (2016, 16-18 March 2016). *A review of Arduino board's, Lilypad's & Arduino shields*. Paper presented at the 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom).
28. Nguyen, D.-V., Nashashibi, F., Nguyen, T.-H., & Castelli, E. (2017, 19-21 March 2017). *Indoor Intelligent Vehicle localization using WiFi received signal strength indicator*. Paper presented at the 2017 IEEE MTT-S International Conference on Microwaves for Intelligent Mobility (ICMIM).
29. Ni, F., Wei, J., & Shen, J. (2018, 12-14 Oct. 2018). *An Internet of Things (IoTs) based Intelligent Life Monitoring System for Vehicles*. Paper presented at the 2018 IEEE 3rd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC).
30. Oliveira, P. B. d. M. (2015, 18-20 March 2015). *Teaching automation and control with App Inventor applications*. Paper presented at the 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).

31. Parreño Ibáñez, S. (2012). *Mantenimiento de sistemas de seguridad y de apoyo a la conducción (MF0628\_2)*. Málaga, SPAIN: IC Editorial.
32. Pašalić, D., Cvijić, B., Bundalo, D., Bundalo, Z., & Stojanović, R. (2016, 12-16 June 2016). *Vehicle toll payment system based on Internet of Things concept*. Paper presented at the 2016 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO).
33. PROSERQUISA (2013, Septiembre 18). *PROSERQUISA* Retrieved from <http://cursoarduino.proserquisa.com/wp-content/uploads/2016/10/Tutorial-16-Sensor-de-vibracion.pdf>
34. Rahman, M. M., Mou, J. R., Tara, K., & Sarkar, M. I. (2016, 8-10 Dec. 2016). *Real time Google map and Arduino based vehicle tracking system*. Paper presented at the 2016 2nd International Conference on Electrical, Computer & Telecommunication Engineering (ICECTE).
35. Reyes Cortés, F., & Cid Monjaraz, J. (2015). *Arduino. Aplicaciones en Robótica, Mecatrónica e Ingenierías*. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., Mexico
36. Rizvi, S., Willet, J., Perino, D., Marasco, S., & Condo, C. (2017). A Threat to Vehicular Cyber Security and the Urgency for Correction. *Procedia Computer Science*, 114, 100-105. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.09.021>
37. Rouse, M. (Producer). (2017, Julio 11). TechTarget. *TechTarget*. Retrieved from <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Desarrollo-de-aplicaciones-moviles>
38. Saloni, S., & Hegde, A. (2016, 22-24 Jan. 2016). *WiFi-aware as a connectivity solution for IoT pairing IoT with WiFi aware technology: Enabling new proximity based services*. Paper presented at the 2016 International Conference on Internet of Things and Applications (IOTA).
39. Tixce, C. (2017). *Motor y Racing. Motor y Racing*.
40. Tojeiro Calaza, G. (2014). *Taller de Arduino. Un enfoque práctico para principiantes* Barcelona: MARCOMBO, S.A.

41. Torrente Artero, Ó. (2017). *El mundo GENUINO-ARDUINO Curso práctico de formación*. México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México.
42. Wu, X., & Xie, L. (2019). Performance evaluation of industrial Ethernet protocols for networked control application. *Control Engineering Practice*, 84, 208-217. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2018.11.022>
43. Xu, W., Shi, W., Lyu, F., Zhou, H., Cheng, N., & Shen, X. (2019). Throughput Analysis of Vehicular Internet Access via Roadside WiFi Hotspot. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 1-1. doi:10.1109/TVT.2019.2900032

## **ANEXOS**

## ANEXO I

### PROGRAMACIÓN SISTEMA DE ALARMA

```

/*UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
* TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALARMA VEHICULAR CON
GEOLOCALIZACIÓN, MEDIANTE EL USO DE APLICACIONES MÓVILES
* AUTOR: JOSÉ CABASCANGO
*/
#include <DFRobot_sim808.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Time.h> //LIBRERÍA PARA RELOJ DE LA PANTALLA OLED
#include <TimeLib.h>
#include <OLEDD_I2C.h> //LIBRERÍA PARA COMUNICACIÓN BAJO
PROTOCOLO I2C
#include "LOGO.c" //LOGO QUE APARECE EN PANTALLA OLED I2C
(TEG TRAKCKING)
#include "BigFont.h" //FUENTE DE LETRA PARA PANTALLA OLED
#include "arial_bold.h" //FUENTE DE LETRA PARA PANTALLA OLED
OLED miOLED(SDA, SCL, 8); //COMUNICACIÓN POR PINES SDA Y SCL PARA
COMUNICACIÓN CON ARDUINO MEGA
//FUENTES PARA PANTALLA OLED LETRAS Y NÚMEROS
extern uint8_t SmallFont[];
extern uint8_t MediumNumbers[];
extern uint8_t BigNumbers[];

#define MESSAGE_LENGTH 160

char message[MESSAGE_LENGTH];
int messageIndex = 0;
char MESSAGE[300];
char lat[12];
char lon[12];
char wspeed[12];

char phone[16];
char mitelefono[16]="0993360858"; //UTILIZAR PARA ALERTAS DE
PUERTAS Y SENSOR DE VIBRACIONES-"ENVIO DE SMSAUTOMÁTICO"
char datetime[24];

const int pin_encendido_apagado = 3; //1L=ENCENDIDO (UNO LÓGIO)
const int pin_sensor_vibracion = 2; // no cambiar el pin 2
corresponde a la interrupción 0 INT0
const int pin_alarma = 5;

const int senal_puertas_cerradas = 6;

int estado_on = 0;

boolean puertaizquierda=false;
boolean puertaderecha=false;
boolean cajuela=false;

int relepuertaizquierda_on = 22;
int relepuertaizquierda_off = 23;
int relepuertaderecha_on = 24;
int relepuertaderecha_off = 25;
int relecajuela_on = 26;
int relecajuela_off = 27;

```

```

unsigned char vibro = 0;
unsigned char apago = 0;

void vibracion (void);

unsigned char contador_vib = 0;

#define PIN_TX      10 //DECLARACIÓN DE PINES DE COMUNICACIÓN DEL MÓDULO
CON ARDUINO
#define PIN_RX      36

SoftwareSerial mySerial(PIN_TX,PIN_RX);
DFRobot_SIM808 sim808(&mySerial); //Librería para teener una
conexión y procesamiento de datos tanto en tx, rx,power.

//FUNCIONES DEL SIM808
void sendSMS(); //ENVIAR SMS
void getGPS(); //OBTENER COMUNICACIÓN CON UN GPS
void readSMS(); //LEER UN SMS

void setup()
{
//Serial.begin(9600);

//PARA INICIAR EL RELOJ EN PANTALLA OLED
setTime(17,58,00,29,4,2020); //PROGRAMAR HORA CUANDO SE INICIE EL RELOJ
miOLED.begin(); //Iniciación de pantalla OLED

pinMode(relepuertaizquierda_on, OUTPUT); // Relé que controla la
puerta izquierda
pinMode(relepuertaizquierda_off, OUTPUT); // Relé que controla la
puerta izquierda
pinMode(relepuertaderecha_on, OUTPUT); // Relé que controla la
puerta derecha
pinMode(relepuertaderecha_off, OUTPUT); // Relé que controla la
puerta derecha
pinMode(relecajuela_on, OUTPUT); // Relé que controla la
cajuela
pinMode(relecajuela_off, OUTPUT); // Relé que controla la
cajuela

pinMode(pin_encendido_apagado, INPUT);
pinMode(pin_sensor_vibracion, INPUT);

pinMode(pin_alarma, OUTPUT);
digitalWrite(pin_alarma, HIGH);

pinMode(senal_puertas_cerradas, INPUT);

digitalWrite(relepuertaizquierda_on, HIGH);
digitalWrite(relepuertaizquierda_off, HIGH);
digitalWrite(relepuertaderecha_on, HIGH);
digitalWrite(relepuertaderecha_off, HIGH);
digitalWrite(relecajuela_on, HIGH);

```

```

digitalWrite(relecajuela_off, HIGH);

pinMode(pin_sensor_vibracion, INPUT);
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(pin_sensor_vibracion), vibracion,
CHANGE);

pinMode(40, OUTPUT); //RELÉ DE CORTE DE INYECCIÓN
digitalWrite(40, HIGH);

mySerial.begin(9600);
Serial.begin(9600);

//***** INICIALIZANDO EL MÓDULO sim808 *****
while(!sim808.init()) //CUANDO
SIM808 PRESENTE PROBLEMAS DE INICIALIZACIÓN, EN MONITOR SERIAL INDICARÁ
UN ERROR
{
Serial.print("Error en iniciar SIM808"); //MENSAJE DE
ERROR
delay(1000);
}
delay(3000);

if( sim808.attachGPS())//SI EL SIM808 SE ENCUENTRA CONECTADO
ADECUADAMENTE
Serial.println("Conexión exitosa del GPS-
MóduloSIM808"); //MENSAJE DE CONEXIÓN EXITOSA
else
//CASO CONTRARIO, ENVÍA MENSAJE DE ERROR EN COMUNICACIÓN
Serial.println("Fallo en la conexión con el GPS"); //MENSAJE
DE FALLOS EN LA CONEXIÓN

Serial.println("Iniciación exitos, porfavor envíame un mensaje");
Serial.println(" "); //
ESPACIOS PARA EL MONITOR SERIAL

}

void loop()
{

//RELOJ();
RELOJ_AVISO(); //FUNCIÓN DEL RELOJ EN PANTALLA OLED

//***** SI SE DETECTA QUE NO SE ENVIA EL SMS
*****
messageIndex = sim808.isSMSunread();

//***** CUANDO HAY ALMENOS UN MENSAJE SIN CARGAR*****
if (messageIndex > 0) //Tener en cuenta, cuando los mensajes son mayores
que 0 hace su respectiva función
{
readSMS();
getGPS();

delay(1000);
Serial.println("Empiezan los bytes");
Serial.write(message[0]);
}
}

```

```

Serial.println();
Serial.println(message[0]);
Serial.println("esos fueron los bytes recibidos");

if (message[0] == 'h')
{
Serial.println("recibí un hola");
PANTALLA_RECIBE_hola ();
sendSMS();

}

if (message[0] == 'r')
{
Serial.println("recibí un rele");
digitalWrite(40, LOW);
PANTALLA_RECIBE_rele ();
}

if (message[0] == 'l')
{
Serial.println("recibí un libre ");
digitalWrite(40, HIGH);
PANTALLA_RECIBE_libre ();
}

//***** APAGAR EL GPS *****
sim808.detachGPS();

Serial.println("Porfavor envíame un mensaje!");
}

if (digitalRead(pin_encendido_apagado) == 0)
{
if (apago == 0)
{
logoTEG(); //LOGO EN PANTALLA OLED
//RELOJ();
RELOJ_AVISO();
_delay_ms(2000);
_delay_ms(2000);

if (digitalRead(pin_encendido_apagado) == 0)
{
digitalWrite(pin_alarma, LOW);
delay(200);
digitalWrite(pin_alarma, HIGH);
delay(200);
digitalWrite(pin_alarma, LOW);
delay(200);
digitalWrite(pin_alarma, HIGH);
delay(200);
apago = 1;

// CERRAR TODAS LAS PUERTAS UNA VEZ SE APAGUE EL CARRO
digitalWrite(22, LOW);
digitalWrite(23, HIGH);
digitalWrite(24, LOW);

```

```

digitalWrite(25, HIGH);
digitalWrite(26, LOW);
digitalWrite(27, HIGH);
Serial.println("Cerrar todas"); // TEXTO DE CERRAR PUERTAS
delay_ms(100);
digitalWrite(22, HIGH);
digitalWrite(23, HIGH);
digitalWrite(24, HIGH);
digitalWrite(25, HIGH);
digitalWrite(26, HIGH);
digitalWrite(27, HIGH);
// Aqui se debe echar llave automaticamente todos los seguros
}
}

if (digitalRead(senal_puertas_cerradas) == 1)//1 PUERTAS ABIERTAS
{
digitalWrite(pin_alarma, LOW);
delay_ms(1000);
digitalWrite(pin_alarma, HIGH);
delay_ms(1000);
PANTALLA_IMP_PUERTAS();
sendSMS2(); //ENVÍO DEL AVISO DE QUE LAS PUERTAS SE ENCUENTRAN ABIERTOS
A UN NÚMERO CELULAR PREDETERMINADO
}

if (vibro == 1) //1 LÓGICO = MOVIMIENTO DETECTADO
{
digitalWrite(pin_alarma, LOW);
delay_ms(1000);
digitalWrite(pin_alarma, HIGH);
delay_ms(1000);
PANTALLA_IMP_VIBRACION();
contador_vib++;
//sendSMS3();

if (contador_vib >= 3)
{
sendSMS3(); //SE ENVÍA UN SMS DE ALERTA CUANDO OCURRE UN GOLPE Y SE
ACTIVA EL SENSOR DE VIBRACIONES
contador_vib = 0;
vibro = 0;
}
}
else // si es que esta prendido EL CARRO
{
apago = 0;
}
}

void vibracion (void)
{
delay_ms(10);

if (digitalRead(pin_sensor_vibracion) == 1 &&
digitalRead(pin_encendido_apagado) == 0)
{
vibro = 1;
}
}

```

```

if (digitalRead(pin_encendido_apagado) == 1) //1 LÓGICO = MOVIMIENTO
DETECTADO
{
vibro = 0;
}
}

void getGPS()
{
while(!sim808.attachGPS())
{
Serial.println("Falla en la corriente del GPS para encender");
delay(1000);
}
delay(3000);

Serial.println("GPS activo, corriente exitosa");

while(!sim808.getGPS())
{
//Serial.println("aqui me quede");
}

//Serial.println("GPS obtenido");
//Serial.println(" ");

//*****PROGRAMACIÓN EN LA SIM-808***** // Comunicación con GPS
Serial.println("DATOS OBTENIDOS POR MÓDULO SIM808");
Serial.print(sim808.GPSdata.year);
Serial.print("/");
Serial.print(sim808.GPSdata.month);
Serial.print("/");
Serial.print(sim808.GPSdata.day);
Serial.print(" ");
Serial.print(sim808.GPSdata.hour);
Serial.print(":");
Serial.print(sim808.GPSdata.minute);
Serial.print(":");
Serial.print(sim808.GPSdata.second);
Serial.print(":");
Serial.println(sim808.GPSdata.centisecond);
Serial.print("Latitud :");
Serial.println(sim808.GPSdata.lat);
Serial.print("Longitud :");
Serial.println(sim808.GPSdata.lon);
Serial.print("Velocidad_km/h :"); //Variable que se utiliza
en diferentes casos (medidor de velocidad en kph(km/h)
Serial.println(sim808.GPSdata.speed_kph);
Serial.print("Altura :");
Serial.println(sim808.GPSdata.heading);
Serial.println(" ");

float la = sim808.GPSdata.lat;
float lo = sim808.GPSdata.lon;
float ws = sim808.GPSdata.speed_kph;

dtostrf(la, 6, 4, lat); //poner el valor flotante de la en char array
of lat. 6 = número de dígitos antes del signo decimal. 2 = número de
dígitos después del signo decimal.

```

```

dtostrf(lo, 6, 4, lon); //poner el valor flotante de lo en la matriz
char de lon
dtostrf(ws, 6, 4, wspeed); //poner el valor flotante de ws en la matriz
char de wspeed

//*****PARTE IMPORTANTE*****
//LO QUE ME MUESTRA EN EL SMS
//OJO, HAY QUE TENER MUY EN CUENTA LA CANTIDAD DEL SMS
sprintf(MESSAGE, "TEG.TRACKING TRABAJANDO \nSus cordenadas son:
\nLatitud : %s\nLongitud : %s\nVelocidad : %s km/h \nVisite el siguiente
link:\nhhttp://maps.google.com/maps?q=%s,%s\n", lat, lon, wspeed, lat,
lon);

}
//VERIFICACIÓN EN PUERTO SERIAL. SI SE ESTÁ ENVIANDO EL SMS

void sendSMS2 ()
{
sprintf(MESSAGE, "\n TEG TRACKING: ALERTA DE ALARMA \n ASUNTO: UNA DE
LAS PUERTAS SE ENCUENTRA ABIERTA/MAL CERRADA");

Serial.println("ENVIANDO NOTIFICACION DE PUERTA ABIERTA");
Serial.println(" ");

Serial.println(MESSAGE);
Serial.println(mitelefono);

sim808.sendSMS (mitelefono,MESSAGE);
}
void sendSMS3 ()
{
sprintf(MESSAGE, "\n TEG TRACKING: ALERTA DE ALARMA \n ASUNTO: SENSOR
DE VIBRACIÓN ACTIVADO");

Serial.println("ENVIANDO NOTIFICACION DE SENSOR DE GOLPE");
Serial.println(" ");

Serial.println(MESSAGE);
Serial.println(mitelefono);

sim808.sendSMS (mitelefono,MESSAGE);
}

void sendSMS ()
{
Serial.println("SIM808 Inicialización exitosa");
Serial.println("Empieza a enviar un mensaje ...");
Serial.println(" ");

Serial.println(MESSAGE);
Serial.println(phone);

sim808.sendSMS (phone,MESSAGE);
}

void readSMS ()
{
Serial.println (" ");
Serial.print ("Mensajes Entrantes: ");
Serial.println (messageIndex);
}

```

```

Serial.println(" ");

sim808.readSMS(messageIndex, message, MESSAGE_LENGTH, phone, datetime);

//*****Para no tener memoria SIM completa, es mejor
eliminarlo*****
sim808.deleteSMS(messageIndex);
Serial.print("Quien envía: ");
Serial.println(phone);
Serial.print("Fecha y Hora: ");
Serial.println(datetime);
Serial.print("Mensaje recibido: ");
Serial.println(message);
Serial.println(" ");
}

//FUNCIÓN PARA COLOCAR RELOJ EN PANTALLA OLED
void RELOJ()
{
time_t t=now();
int H= hour(t);
int M= minute(t);
int S= second(t);
miOLED.clrScr();
miOLED.setFont(MediumNumbers);
miOLED.printNumI(H, LEFT, 0); //el 0 píxel que va a estar ubicado
miOLED.setFont(SmallFont); //PARA DIVIDIR CON LOS 2 PUNTOS :
miOLED.print(":",40,0);

miOLED.setFont(MediumNumbers);
miOLED.printNumI(M, CENTER,0); // el 0 píxel que va a estar ubicado
miOLED.setFont(SmallFont); //PARA DIVIDIR CON LOS 2 PUNTOS :
miOLED.print(":",90,0);

miOLED.setFont(MediumNumbers);
miOLED.printNumI(S, RIGHT, 0); // el 0 píxel que va a estar ubicado
}

void RELOJ_AVISO()
{
time_t t=now();
int H= hour(t);
int M= minute(t);
int S= second(t);

miOLED.clrScr(); //LIMPIAR LA PANTALLA
miOLED.setFont(MediumNumbers);
miOLED.printNumI(H, LEFT, 0); // el 0 píxel que va a estar ubicado
miOLED.setFont(SmallFont); //PARA DIVIDIR CON LOS 2 PUNTOS :
miOLED.print(":",40,0);

miOLED.setFont(MediumNumbers);
miOLED.printNumI(M, CENTER,0); // el 0 píxel que va a estar ubicado
miOLED.setFont(SmallFont); //PARA DIVIDIR CON LOS 2 PUNTOS :
miOLED.print(":",90,0);

miOLED.setFont(MediumNumbers);
miOLED.printNumI(S, RIGHT, 0); //el 20 son lo pixeles que va a estar
ubicado

//miOLED.clrScr();

```

```

miOLED.setFont(BigFont); //FUENTE PARA LETRAS EN PANTALLA OLED
miOLED.print("TEG", CENTER,16);
miOLED.print("IS", CENTER,32);
miOLED.print("WORKING", CENTER,48);
miOLED.update(); //ACTUALIZARCE LA PANTALLA
delay(2000);
}

//FUNCIÓN PARA APARECER LOGO (TEG TRACKING)
void logoTEG()
{
miOLED.clrScr();
miOLED.drawBitmap(0,16,LOGOFIN,128,64);
miOLED.update();
miOLED.clrScr();
//miOLED.invert(true);
delay(2000);
miOLED.invert(false);
delay(3000);
}

void PANTALLA_IMP_PUERTAS()
{
miOLED.clrScr(); //limpia la pantalla oled
miOLED.setFont(BigFont); //FUENTE PARA LETRAS EN PANTALLA OLED
miOLED.print("ALERTA:", CENTER,16);
miOLED.print("PUERTAS", CENTER,32);
miOLED.print("ABIERTAS", CENTER,48);
miOLED.update(); //ACTUALIZARCE LA PANTALLA
miOLED.invert(true);
delay(200);
miOLED.invert(false);
delay(200);
miOLED.invert(true);
delay(200);
miOLED.invert(false);
delay(200);
miOLED.invert(true);
delay(200);
miOLED.invert(false);
delay(200);
}

void PANTALLA_IMP_VIBRACION()
{
miOLED.clrScr(); //limpia la pantalla oled
miOLED.setFont(BigFont); //FUENTE PARA LETRAS EN PANTALLA OLED
miOLED.print("ALERTA:", CENTER,16);
miOLED.setFont(SmallFont);
miOLED.print("MOVIMIENTO", CENTER,35);
miOLED.setFont(BigFont);
miOLED.print("DETECTADO", CENTER,48);
miOLED.update(); //ACTUALIZARCE LA PANTALLA
miOLED.invert(true);
delay(200);
miOLED.invert(false);
delay(200);
miOLED.invert(true);
delay(200);
}

```

```

miOLED.invert(false);
delay(200);
miOLED.invert(true);
delay(200);
miOLED.invert(false);
delay(200);
}

void PANTALLA_RECIBE_hola ()
{
miOLED.clrScr(); //limpia la pantalla oled
miOLED.setFont(BigFont); //FUENTE PARA LETRAS EN PANTALLA OLED
miOLED.print("SMS:", CENTER,16);
miOLED.print("OBTENER", CENTER,32);
miOLED.print("GPS", CENTER,48);
miOLED.update(); //ACTUALIZARCE LA PANTALLA
delay(2000);
}

void PANTALLA_RECIBE_rele ()
{
miOLED.clrScr(); //limpia la pantalla oled
miOLED.setFont(BigFont); //FUENTE PARA LETRAS EN PANTALLA OLED
miOLED.print("SMS:", CENTER,16);
miOLED.print("CUIDADO", CENTER,32);
miOLED.print("APAGANDO", CENTER,48);
miOLED.update(); //ACTUALIZARCE LA PANTALLA
miOLED.invert(true);
delay(200);
miOLED.invert(false);
delay(200);
miOLED.invert(true);
delay(200);
miOLED.invert(false);
delay(200);
miOLED.invert(true);
delay(200);
miOLED.invert(false);
delay(200);
}

void PANTALLA_RECIBE_libre ()
{
miOLED.clrScr(); //limpia la pantalla oled
miOLED.setFont(BigFont); //FUENTE PARA LETRAS EN PANTALLA OLED
miOLED.print("SMS:", CENTER,16);
miOLED.print("LIBERAR", CENTER,32);
miOLED.print("CARRO", CENTER,48);
miOLED.update(); //ACTUALIZARCE LA PANTALLA
delay(2000);
}
// INTERRUPCION DE LA COMUNICACION SERIAL
void serialEvent()
{
while (Serial.available())
{
char inChar = (char)Serial.read();
switch (inChar)
{
case 'a':
digitalWrite(22, HIGH); // TEXTO DE ABRIR LA PUERTA DERECHA
}
}
}

```

```

_delay_ms (100);
digitalWrite(23, LOW);
Serial.println("Izquierda abierta");
_delay_ms (100);
digitalWrite(22, HIGH); // TEXTO DE ABRIR LA PUERTA DERECHA
_delay_ms (100);
digitalWrite(23, HIGH);
_delay_ms (100);

break;

case 'b':
digitalWrite(22, LOW); // TEXTO DE CERRAR LA PUERTA DERECHA
_delay_ms (100);
digitalWrite(23, HIGH);
Serial.println("Izquierda cerrada");
_delay_ms (100);
digitalWrite(22, HIGH); // TEXTO DE CERRAR LA PUERTA DERECHA
_delay_ms (100);
digitalWrite(23, HIGH);
_delay_ms (100);

break;

case 'c':
digitalWrite(24, HIGH); // TEXTO DE ABRIR LA PUERTA IZQUIERDA
_delay_ms (100);
digitalWrite(25, LOW);
Serial.println("Derecha abierta");
_delay_ms (100);
digitalWrite(24, HIGH); // TEXTO DE ABRIR LA PUERTA IZQUIERDA
_delay_ms (100);
digitalWrite(25, HIGH);
_delay_ms (100);

break;

case 'd':
digitalWrite(24, LOW);
_delay_ms (100);
digitalWrite(25, HIGH);
Serial.println("Derecha cerrada"); //DE CERRAR LA PUERTA IZQUIERDA
_delay_ms (100);
digitalWrite(24, HIGH);
_delay_ms (100);
digitalWrite(25, HIGH);
_delay_ms (100);

break;

case 'e':
digitalWrite(26, HIGH); // TEXTO DE ABRIR LA CAJUELA
_delay_ms (100);
digitalWrite(27, LOW);
Serial.println("Cajuela abierta");
_delay_ms (100);
digitalWrite(26, HIGH); // TEXTO DE ABRIR LA CAJUELA
_delay_ms (100);
digitalWrite(27, HIGH);
_delay_ms (100);
break;

```

```

case 'f':
digitalWrite(26, LOW); // TEXTO DE CERRAR LA CAJUELA
_delay_ms (100);
digitalWrite(27, HIGH);
Serial.println("Cajuela cerrada");
_delay_ms(100);
digitalWrite(26, HIGH); // TEXTO DE CERRAR LA CAJUELA
_delay_ms (100);
digitalWrite(27, HIGH);
_delay_ms(100);

break;

case 'h':

digitalWrite(22, HIGH); // TEXTO DE ABRIR TODAS LAS PUERTAS
digitalWrite(23, LOW);
digitalWrite(24, HIGH);
digitalWrite(25, LOW);
digitalWrite(26, HIGH);
digitalWrite(27, LOW);
digitalWrite(pin_alarma, HIGH); // CUANDO PRECIONA UNLOCK DE APP, LA
SIRENA SE DESACTIVA
delay(5000);
Serial.println("SIRENA DESACTIVADA");
Serial.println("TODAS ABIRETAS"); // TEXTO DE ABRIR TODAS LAS PUERTAS
_delay_ms (100);
digitalWrite(22, HIGH);
digitalWrite(23, HIGH);
digitalWrite(24, HIGH);
digitalWrite(25, HIGH);
digitalWrite(26, HIGH);
digitalWrite(27, HIGH);
break;

case 'g':
digitalWrite(pin_alarma, LOW); // CUANDO PRECIONA LOCK DE APP, LA SIRENA
SE ACTIVA UN SEGUNDO
delay(100);
digitalWrite(pin_alarma, HIGH);
digitalWrite(22, LOW);
digitalWrite(23, HIGH);
digitalWrite(24, LOW);
digitalWrite(25, HIGH);
digitalWrite(26, LOW);
digitalWrite(27, HIGH);
Serial.println("CERRAR TODAS"); // TEXTO DE CERRAR TODAS LAS PUERTAS
_delay_ms (100);
digitalWrite(22, HIGH);
digitalWrite(23, HIGH);
digitalWrite(24, HIGH);
digitalWrite(25, HIGH);
digitalWrite(26, HIGH);
digitalWrite(27, HIGH);
break;

```

```
case 'j':  
  digitalWrite(pin_alarma,HIGH);  
  Serial.println("SILENCIAR SIRENA");  
  break;  
  
}  
}  
}
```

## ANEXO II

### DATASHEET SIM808

Version: 1005



# GSM/GPRS+GPS Module

## SIM808






SIM808 module is a complete Quad-Band GSM/GPRS module which combines GPS technology for satellite navigation. The compact design which integrated GPRS and GPS in a SMT package will significantly save both time and costs for customers to develop GPS enabled applications. Featuring an industry-standard interface and GPS function, it allows variable assets to be tracked seamlessly at any location and anytime with signal coverage.

#### General features

- Quad-band 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multi-slot class 12/10
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
  - Class 4 (2 W @ 850/900MHz)
  - Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Dimensions: 24\*24\*2.6mm
- Weight: 3.3g
- Control via AT commands (3GPP TS 27.007, 27.005 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Supply voltage range 3.4 ~ 4.4V
- Low power consumption
- Operation temperature: -40°C ~85°C

#### Specifications for GPRS Data

- GPRS class 12: max. 85.6 kbps (downlink/uplink)
- PBCCH support
- Coding schemes CS 1, 2, 3, 4
- PPP-stack
- USSD

#### Specifications for SMS via GSM/GPRS

- Point to point MO and MT
- SMS cell broadcast
- Text and PDU mode

#### Software features

- G710 MUX protocol
- Embedded TCP/UDP protocol
- FTP/HTTP
- MMS
- POP3/SMTP
- DTMF
- Jamming Detection
- Audio Record
- SSL
- Bluetooth 3.0 (optional)
- TTS CN(optional)
- Embedded AT (optional)

#### Compatibility

- AT cellular command interface

#### Specification for GPS

- Receiver type
- 22 tracking /66 acquisition -channel
- GPS L1 C/A code
- Sensitivity
- Tracking: -165 dBm
- Cold starts : -148 dBm
- Time-To-First-Fix
- Cold starts: 32s (typ.)
- Hot starts: <1s
- Warm starts: 3s
- Accuracy
- Horizontal position : <2.5m CEP

#### Interfaces

- 68 SMT pads including
- Analog audio interface
- PCM interface(optional)
- SPI interface (optional)
- RTC backup
- Serial interface
- USB interface
- Interface to external SIM 3V/1.8V
- Keypad interface
- GPIO
- ADC
- GSM Antenna pad
- Bluetooth Antenna pad
- GPS Antenna pad

#### Certifications

- CE
- FCC

**More about SIMCom SIM808**  
**Please contact:**  
 Tel: 86-21-32523300  
 Fax: 86-21-32523301  
 Email: [simcom@sim.com](mailto:simcom@sim.com)  
 Website: [www.sim.com.tw](http://www.sim.com.tw)

All specifications are subject to change without prior notice

## ANEXO III

### DIAGRAMA FUNCIONAL DEL MÓDULO SIM808

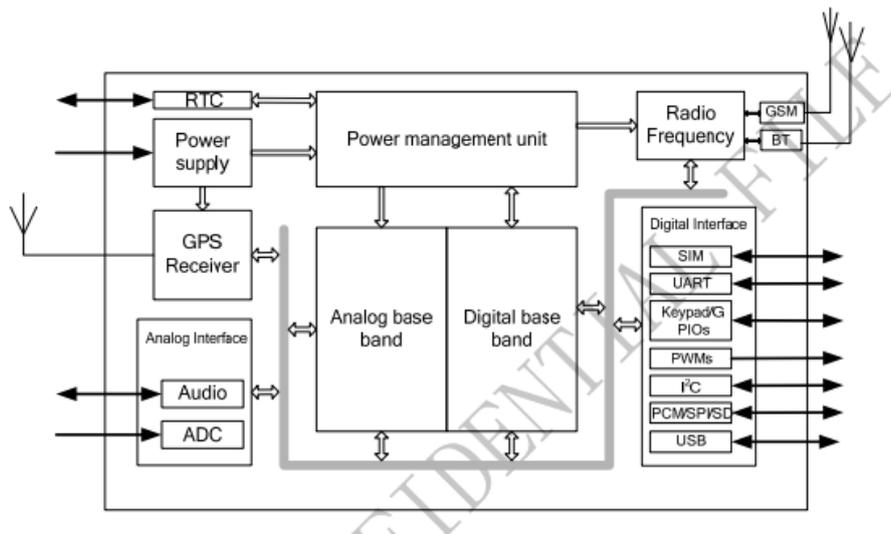


Smart Machine Smart Decision

#### 2.3 SIM808 Functional Diagram

The following figure shows a functional diagram of SIM808:

- The GSM baseband engine
- The GPS engine
- Flash
- The GSM radio frequency part
- The antenna interface
- The other interfaces



Fuente: [https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808\\_Hardware+Design\\_V1.00.pdf](https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808_Hardware+Design_V1.00.pdf)

## ANEXO IV

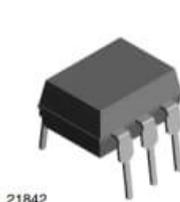
### DATASHEET OPTOACOPLADOR 4N-25

#### 4N25, 4N26, 4N27, 4N28

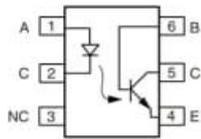
Vishay Semiconductors



#### Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection



21842



117804-0

#### FEATURES

- Isolation test voltage 5000 V<sub>RMS</sub>
- Interfaces with common logic families
- Input-output coupling capacitance < 0.5 pF
- Industry standard dual-in-line 6 pin package
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC



RoHS  
COMPLIANT

#### APPLICATIONS

- AC mains detection
- Reed relay driving
- Switch mode power supply feedback
- Telephone ring detection
- Logic ground isolation
- Logic coupling with high frequency noise rejection

#### AGENCY APPROVALS

- UL1577, file no. E52744
- BSI: EN 60065:2002, EN 60950:2000
- FIMKO: EN 60950, EN 60065, EN 60335

#### DESCRIPTION

The 4N25 family is an industry standard single channel phototransistor coupler. This family includes the 4N25, 4N26, 4N27, 4N28. Each optocoupler consists of gallium arsenide infrared LED and a silicon NPN phototransistor.

ORDER INFORMATION	
PART	REMARKS
4N25	CTR > 20 %, DIP-6
4N26	CTR > 20 %, DIP-6
4N27	CTR > 10 %, DIP-6
4N28	CTR > 10 %, DIP-6

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS <sup>(1)</sup>				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
<b>INPUT</b>				
Reverse voltage		V <sub>R</sub>	5	V
Forward current		I <sub>F</sub>	60	mA
Surge current	t ≤ 10 μs	I <sub>FSM</sub>	3	A
Power dissipation		P <sub>diss</sub>	100	mW
<b>OUTPUT</b>				
Collector emitter breakdown voltage		V <sub>CEO</sub>	70	V
Emitter base breakdown voltage		V <sub>EBD</sub>	7	V
Collector current		I <sub>C</sub>	50	mA
	t ≤ 1 ms	I <sub>C</sub>	100	mA
Power dissipation		P <sub>diss</sub>	150	mW

# ANEXO V

## DATASHEET INTEGRADO, SENSOR DE VIVRACIONES SW-420

"Side-Winder" SW/DSW Series

"side-Winder"  
(sW)



Dual"side-Winder"  
(DsW)





All Single Primaries are 115V 30/60Hz, 8 Pins  
 All Dual Primaries are 115/230V 30/60Hz, 8 Pins

sTAnCoR PART	Primary Winding	Ac/Dc Volts	Rated output				Dimensions-Inches							Weight (lbs.)	Agency certif.				
			Individual mA	series Volts	Parallel mA	VA	h	W	l	m	A	B	c						
A	SW-210	Single	AC	5.0	110	10.0 C.T.	110	5.0	220	1.1	0.94	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.17	UL/CSA
	DSW-210	Dual	AC	5.0	110	10.0 C.T.	110	5.0	220	1.1	0.94	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.17	UL/CSA
	SW-310	Single	AC	5.0	250	10.0 C.T.	250	5.0	500	2.5	1.19	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.25	UL/CSA
	DSW-310	Dual	AC	5.0	250	10.0 C.T.	250	5.0	500	2.5	1.19	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.25	UL/CSA
	SW-410	Single	AC	5.0	600	10.0 C.T.	600	5.0	1200	6.0	1.31	1.31	1.63	1.06	0.25	0.35	1.28	0.44	UL/CSA
	DSW-410	Dual	AC	5.0	600	10.0 C.T.	600	5.0	1200	6.0	1.31	1.31	1.63	1.06	0.25	0.35	1.28	0.44	UL/CSA
	SW-510	Single	AC	5.0	1200	10.0 C.T.	1200	5.0	2400	12.0	1.44	1.56	1.88	1.25	0.30	0.40	1.41	0.70	UL/CSA
	DSW-510	Dual	AC	5.0	1200	10.0 C.T.	1200	5.0	2400	12.0	1.44	1.56	1.88	1.25	0.30	0.40	1.41	0.70	UL/CSA
B	SW-212	Single	AC	6.3	90	12.6 C.T.	90	6.3	180	1.1	0.94	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.17	UL/CSA
	DSW-212	Dual	AC	6.3	90	12.6 C.T.	90	6.3	180	1.1	0.94	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.17	UL/CSA
	SW-312	Single	AC	6.3	200	12.6 C.T.	200	6.3	400	2.5	1.19	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.25	UL/CSA
	DSW-312	Dual	AC	6.3	200	12.6 C.T.	200	6.3	400	2.5	1.19	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.25	UL/CSA
	SW-412	Single	AC	6.3	500	12.6 C.T.	500	6.3	1000	6.0	1.31	1.31	1.63	1.06	0.25	0.35	1.28	0.44	UL/CSA
	DSW-412	Dual	AC	6.3	500	12.6 C.T.	500	6.3	1000	6.0	1.31	1.31	1.63	1.06	0.25	0.35	1.28	0.44	UL/CSA
	SW-512	Single	AC	6.3	1000	12.6 C.T.	1000	6.3	2000	12.0	1.44	1.56	1.88	1.25	0.30	0.40	1.41	0.70	UL/CSA
	DSW-512	Dual	AC	6.3	1000	12.6 C.T.	1000	6.3	2000	12.0	1.44	1.56	1.88	1.25	0.30	0.40	1.41	0.70	UL/CSA
	SW-612	Single	AC	6.3	1600	12.6 C.T.	1600	6.3	3200	20.0	1.44	1.88	2.25	1.50	0.30	0.40	1.60	0.80	UL/CSA
C	SW-216	Single	AC	8.0	70	16.0 C.T.	70	8.0	140	1.1	0.94	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.17	UL/CSA
	SW-316	Single	AC	8.0	150	16.0 C.T.	150	8.0	300	2.5	1.19	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.25	UL/CSA
	DSW-316	Dual	AC	8.0	150	16.0 C.T.	150	8.0	300	2.5	1.19	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.25	UL/CSA
	SW-416	Single	AC	8.0	400	16.0 C.T.	400	8.0	800	6.0	1.31	1.31	1.63	1.06	0.25	0.35	1.28	0.44	UL/CSA
	DSW-416	Dual	AC	8.0	400	16.0 C.T.	400	8.0	800	6.0	1.31	1.31	1.63	1.06	0.25	0.35	1.28	0.44	UL/CSA
	SW-516	Single	AC	8.0	800	16.0 C.T.	800	8.0	1600	12.0	1.44	1.56	1.88	1.25	0.30	0.40	1.41	0.70	UL/CSA
	DSW-516	Dual	AC	8.0	800	16.0 C.T.	800	8.0	1600	12.0	1.44	1.56	1.88	1.25	0.30	0.40	1.41	0.70	UL/CSA
	SW-616	Single	AC	8.0	1250	16.0 C.T.	1250	8.0	2500	20.0	1.44	1.88	2.25	1.50	0.30	0.40	1.60	0.80	UL/CSA
	DSW-616	Dual	AC	8.0	1250	16.0 C.T.	1250	8.0	2500	20.0	1.44	1.88	2.25	1.50	0.30	0.40	1.60	0.80	UL/CSA
D	DSW-220	Dual	AC	10.0	55	20.0 C.T.	55	10.0	110	1.1	0.94	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.17	UL/CSA
	SW-320	Single	AC	10.0	120	20.0 C.T.	120	10.0	240	2.5	1.19	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.25	UL/CSA
	DSW-320	Dual	AC	10.0	120	20.0 C.T.	120	10.0	240	2.5	1.19	1.13	1.38	-	0.25	0.25	1.20	0.25	UL/CSA
	SW-420	Single	AC	10.0	300	20.0 C.T.	300	10.0	600	6.0	1.31	1.31	1.63	1.06	0.25	0.35	1.28	0.44	UL/CSA
	DSW-420	Dual	AC	10.0	300	20.0 C.T.	300	10.0	600	6.0	1.31	1.31	1.63	1.06	0.25	0.35	1.28	0.44	UL/CSA
	SW-520	Single	AC	10.0	600	20.0 C.T.	600	10.0	1200	12.0	1.44	1.56	1.88	1.25	0.30	0.40	1.41	0.70	UL/CSA
	DSW-520	Dual	AC	10.0	600	20.0 C.T.	600	10.0	1200	12.0	1.44	1.56	1.88	1.25	0.30	0.40	1.41	0.70	UL/CSA
	SW-620	Single	AC	10.0	1000	20.0 C.T.	1000	10.0	2000	20.0	1.44	1.88	2.25	1.50	0.30	0.40	1.60	0.80	UL/CSA
	DSW-620	Dual	AC	10.0	1000	20.0 C.T.	1000	10.0	2000	20.0	1.44	1.88	2.25	1.50	0.30	0.40	1.60	0.80	UL/CSA

Agency Certification Note:  UL Recognized (File E88100)  
 1.1VA Size - UL Class 2 & 3 available  
 CSA Certified (File LR67963)

"Side-Winder" SW/DSW part numbers continued on page  
 For schematic diagrams and outline drawings refer to page

www.stancor.com



## ANEXO VI

### DISEÑO DE APLICACIÓN APP INVENTOR VENTANA UNO

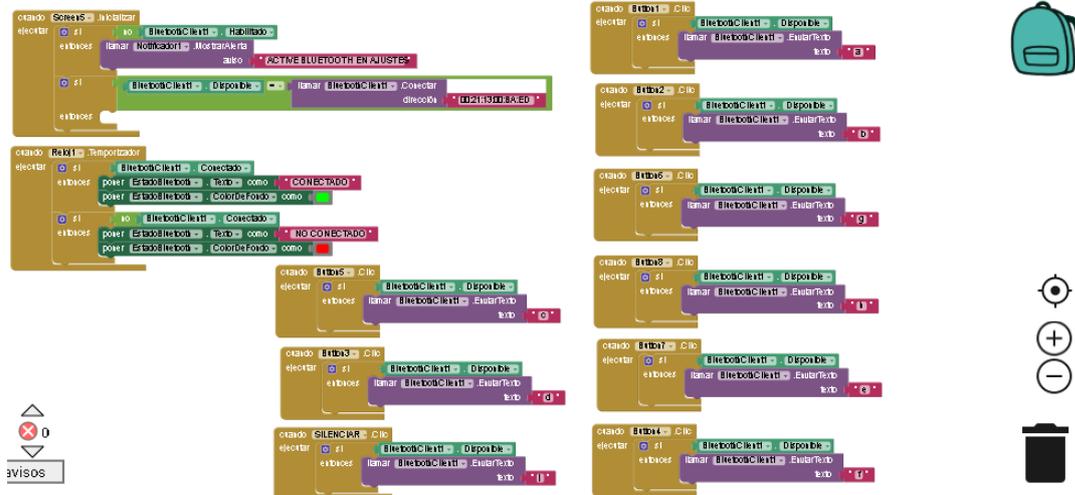
inicializar global name como " Jose "

inicializar global password como " 1234 "



## ANEXO VII

## DISEÑO DE APLICACIÓN APP INVENTOR VENTANA DOS



## ANEXO VIII

### DISEÑO DE APLICACIÓN APP INVENTOR VENTANA TRES

The image displays five Scratch code blocks for an application window. Each block is a script starting with an 'elector' event and a 'si' (if) condition.

- COORDENADAS - Cambio:**
  - si **COORDENADAS** Verificado como **si** **okrb**
    - estados **power** **CORTE** Verificado como **si** **okrb**
    - power** **LIBERAR** Verificado como **si** **okrb**
    - power** **AlternativaSelec** **ColorDeFondo** como **si**
    - power** **AlternativaSelec** **ColorDeFondo** como **si**
    - power** **global MENSAJE** a **libe**
    - power** **global NUMERO** a **459369759775**
  - si no **power** **COORDENADAS** Verificado como **si** **okrb**
- CORTE - Cambio:**
  - si **CORTE** Verificado como **si** **okrb**
    - estados **power** **LIBERAR** Verificado como **si** **okrb**
    - power** **COORDENADAS** Verificado como **si** **okrb**
    - power** **AlternativaSelec** **ColorDeFondo** como **si**
    - power** **AlternativaSelec** **ColorDeFondo** como **si**
    - power** **global MENSAJE** a **libe**
    - power** **global NUMERO** a **459369759775**
  - si no **power** **CORTE** Verificado como **si** **okrb**
- LIBERAR - Cambio:**
  - si **LIBERAR** Verificado como **si** **okrb**
    - estados **power** **COORDENADAS** Verificado como **si** **okrb**
    - power** **CORTE** Verificado como **si** **okrb**
    - power** **AlternativaSelec** **ColorDeFondo** como **si**
    - power** **AlternativaSelec** **ColorDeFondo** como **si**
    - power** **global MENSAJE** a **libe**
    - power** **global NUMERO** a **459369759775**
  - si no **power** **LIBERAR** Verificado como **si** **okrb**
- ENVIAR SMS - Clic:**
  - si **COORDENADAS** Verificado como **si** **okrb** **CORTE** Verificado como **si** **okrb** **LIBERAR** Verificado como **si** **okrb**
    - estados **power** **ENVIAR SMS** **ColorDeFondo** como **si**
    - power** **EnviarTexto** **Mensaje** como **global MENSAJE**
    - power** **EnviarTexto** **NumeroDeTelefono** como **global NUMERO**
    - lanzar** **EnviarTexto** **EnviarMensaje**
  - si **CORTE** Verificado como **si** **okrb** **COORDENADAS** Verificado como **si** **okrb** **LIBERAR** Verificado como **si** **okrb**
    - estados **power** **ENVIAR SMS** **ColorDeFondo** como **si**
    - power** **EnviarTexto** **Mensaje** como **global MENSAJE**
    - power** **EnviarTexto** **NumeroDeTelefono** como **global NUMERO**
    - lanzar** **EnviarTexto** **EnviarMensaje**
  - si no, si **LIBERAR** Verificado como **si** **okrb** **COORDENADAS** Verificado como **si** **okrb** **CORTE** Verificado como **si** **okrb**
    - estados **power** **ENVIAR SMS** **ColorDeFondo** como **si**
    - power** **EnviarTexto** **Mensaje** como **global MENSAJE**
    - power** **EnviarTexto** **NumeroDeTelefono** como **global NUMERO**
    - lanzar** **EnviarTexto** **EnviarMensaje**
  - si no **power** **AlternativaSelec** **ColorDeFondo** como **si**
  - power** **AlternativaSelec** **ColorDeFondo** como **si**
- Mostrar avisos - Clic:**
  - si **Mostrar avisos** Verificado como **si** **okrb**
    - abrir otra pantalla **Nombre de la pantalla** **Sociedad**