

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y/A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS TECNOLOGÍA E INGENIERAS

PROGRAMAS INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

William Alexander Benito Reina. Código: 1032363514

Proyecto De Grado

Alarma doble vía GSM con posicionamiento GPS de bajo consumo para vehículos automotores

2017



Nota de aceptación

---

---

---

---

Firma del comité

---

Firma del Jurado

---

Bogotá Agosto de 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

A Díos por poner en mi camino las personas, recursos y herramientas necesarias para lograr cumplir una de las tantas metas que me he propuesto y seguiré persiguiendo.

## **ASPECTOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

El presente escrito es el compendio de una revisión de diversas fuentes con el objetivo que el producto final sea de utilidad en el desarrollo del trabajo de grado para el programa de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

De esta manera se ha tomado como principales fuentes para la construcción de este material los siguientes trabajos académicos:

- **NORMAS APA SEXTA EDICIÓN**. Diseñado por el Centro de Escritura Javeriano. El trabajo **NORMAS APA SEXTA EDICIÓN** fue realizado en el año 2010
- **GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE TRABAJO DE GRADO (PROYECTO APLICADO, PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y MONOGRAFÍA)**. Diseñado por Luis Montañez Carrillo. El trabajo **GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE TRABAJO DE GRADO (PROYECTO APLICADO, PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y MONOGRAFÍA)** fue realizado en el año 2016
- **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SEXTA EDICIÓN**. Escrito por Roberto Hernández Sampieri. El libro **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SEXTA EDICIÓN** fue publicado en el año 2014

## INTRODUCCIÓN

La tecnología ha estado a la vanguardia en la aparición de sistemas de seguridad cada vez más sofisticados que permitan una mayor cobertura, una mejor precisión y fiabilidad, ya que estos aspectos son esenciales para que la eficacia sea aceptable. Por tal motivo, el desarrollo de este proyecto de grado está enfocado en el diseño de un sistema superior que cumpla con todas estas exigencias y termine convirtiéndose en una herramienta enfocada a un usuario común, se trata de otorgar una solución a un problema cotidiano de carácter socioeconómico desde el punto de vista de la ingeniería y el desarrollo científico-práctico.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>UNIDAD UNO. DISEÑO DEL PROYECTO</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO UNO. Generalidades para la presentación de la propuesta</b>	<b>18</b>
<i>Lección 1: Selección y definición del tema, planteamiento y formulación del problema.</i>	<i>18</i>
<i>1.1. Selección y Definición del Tema de Trabajo de Grado.</i>	<i>18</i>
<i>1.2 Planteamiento y formulación del problema.</i>	<i>19</i>
<i>Lección 2: Objetivos</i>	<i>20</i>
<i>2.1 Objetivo general.</i>	<i>20</i>
<i>2.2 Objetivos específicos.</i>	<i>20</i>
<i>Lección 3: Hipótesis</i>	<i>21</i>
<i>Lección 4: Justificación y marco teórico</i>	<i>21</i>
<i>4.1 Justificación.</i>	<i>22</i>
<i>4.2. Marco teórico.</i>	<i>24</i>
<i>4.2.1. Marco conceptual.</i>	<i>25</i>
<i>4.2.1.1. Tipos de comunicaciones inalámbricas.</i>	<i>27</i>
<i>4.2.1.1.1. Tecnología IrDA.</i>	<i>27</i>
<i>4.2.1.1.2. Tecnología Bluetooth.</i>	<i>28</i>

4.2.1.1.3. <i>Tecnología Wifi.</i>	28
4.2.1.1.4. <i>Tecnología Wi-Max.</i>	29
4.2.1.1.5. <i>Tecnología GPRS.</i>	29
4.2.1.1.6. <i>Tecnología 3G.</i>	30
4.2.1.1.7. <i>Tecnología GPS.</i>	30
4.2.1.1.7.1. <i>Elementos que lo componen.</i>	31
4.2.1.1.7.2. <i>Fiabilidad de los datos.</i>	32
4.2.1.1.7.3. <i>Concepto de localización (Latitud y longitud).</i>	33
4.2.2. <i>Marco Referencial.</i>	35
4.2.2.1. <i>Selección de la tecnología de comunicación ideal para el proyecto a realizar.</i>	35
<i>Lección 5: Cronograma y presupuesto</i>	38
5.1. <i>Cronograma</i>	38
5.2. <i>Presupuesto</i>	38
<b>CAPITULO DOS. Desarrollo de la Propuesta y Elaboración del Informe Final</b>	<b>39</b>
<i>Lección 1: Principio de funcionamiento de la alarma (modo de operación).</i>	39
<i>Lección 2: Procedimiento de detección de una anomalía en el vehículo.</i>	41
2.1. <i>Sensores.</i>	42
2.1.1. <i>Temporizador 555.</i>	48
2.1.1.1. <i>Terminales del temporizador 555.</i>	48

<i>2.1.2. Carga y descarga de un condensador.</i>	52
<i>Lección 3: Determinación del circuito eléctrico de un vehículo automotor.</i>	54
<i>3.1. Análisis del circuito eléctrico del vehículo de pruebas.</i>	56
<i>4.1. Selección del microcontrolador a implementar</i>	61
<i>4.2. Selección del módulo GSM</i>	65
<i>4.2.1. Comunicación serial UART.</i>	69
<i>4.2.2. Comandos AT.</i>	69
<i>4.2.3. Alimentación del módulo GSM.</i>	70
<i>4.2.4. Pruebas de comunicación con el microcontrolador y módulo GSM seleccionado.</i>	70
<i>4.2.5. Selección del módulo GPS</i>	72
<i>4.2.5.1. Gps - Quectel L86.</i>	72
<i>4.2.5.2. Gps - Quectel L80.</i>	73
<i>Lección 5: Variables a tener en cuenta que deben ser cubiertas por el sistema a desarrollar.</i>	75
<i>Lección 6: Diseño de un prototipo ideal, que cumpla con los objetivos propuestos y expectativas generadas.</i>	80
<i>Lección 7: Diseño de una plataforma que sea de fácil operación y manipulación para el usuario.</i>	90
<i>7.1. Arquitectura de red: el SMSC.</i>	91
<i>7.2. Aplicaciones comunes del sms.</i>	91
<i>7.3. Diseño de una aplicación para la plataforma android.</i>	93



7.3.1. <i>App Inventor.</i>	95
7.4. <i>Desarrollo de la aplicación móvil.</i>	95
7.4.1. <i>Proceso de programación.</i>	97
7.4.2. <i>Google maps.</i>	100
<b>Resultados</b>	<b>103</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>105</b>
<i>Anexo A Investigación de alarmas que se pueden encontrar en el mercado en la actualidad</i>	105
<i>Anexo B Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, encendido de un led luego de que el modulo reciba una llamada perdida</i>	110
<i>Anexo C Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, generación de una llamada perdida desde el modulo hacia el móvil.</i>	111
<i>Anexo D Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, generación de un mensaje de texto desde el módulo hacia el móvil.</i>	112
<i>Anexo E Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, encender un led con un mensaje de texto desde el móvil hacia el modulo.</i>	113

<i>Anexo F Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, leer datos del GPS.</i>	116
<i>Anexo G Rutina total para el control de la comunicación bidireccional entre un teléfono móvil y el módulo alarma con función de telemetría y telecontrol</i>	119
<i>Anexo H Programación de la aplicación 1</i>	129
<i>Anexo I Programación de la aplicación 2</i>	130
<i>Anexo J Programación de la aplicación 3</i>	131
<b>Referencias Bibliográficas</b>	<b>132</b>

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma	38
Tabla 2 Presupuesto	39
Tabla 3 Sensores encontrados en el mercado y sus características	42
Tabla 4 Sensor de vibración	44
Tabla 5 Sensor de vibración 2	45
Tabla 6 Sensor de vibración 3	45
Tabla 7 Sensor de vibración 4	47
Tabla 8 Prueba de consumo sensor de vibración 1	48
Tabla 9 Descripción de pines del integrado 555	49
Tabla 10 Acondicionamiento de la señal del integrado 555	50
Tabla 11 Pruebas de consumo sensor de vibración con integrado Lm555	51
Tabla 12 Circuito de carga de un condensador	52
Tabla 13 Circuito de descarga de un condensador	53
Tabla 14 Prueba de consumo del circuito con sensor de vibración y condensador	54
Tabla 15 Vehículo de pruebas	57
Tabla 16 Comparación de microcontroladores de diferentes marcas comerciales	63
Tabla 17 Características de los operadores de telefonía celular en Colombia	65
Tabla 18 Módulo SIM 800L	67
Tabla 19 Módulo M95	68
Tabla 20 GPS L86	72
Tabla 21 GPS L80	73

Tabla 22 Caja de montaje	82
Tabla 23 Diseño del PCB	82
Tabla 24 Circuito impreso	83
Tabla 25 Proceso de soldadura de los componentes	84
Tabla 26 Características técnicas de las baterías de litio empleadas en las pruebas realizadas	86
Tabla 27 Comandos AT eficiencia energética	87
Tabla 28 Circuito de carga de baterías de litio	88
Tabla 29 Proceso de ensamble y montaje del dispositivo de alarma	89
Tabla 30 Distribución de pines del microcontrolador	90
Tabla 31 Características de la aplicación móvil	96
Tabla 32 Comandos de comunicación entre el dispositivo alarma y el móvil	96
Tabla 33 Interfaz gráfica de la aplicación móvil	99
Tabla 34 Interfaz gráfica de la aplicación móvil y archivo exportado generado	100
Tabla 35 Resultado de la determinación de la ubicación vista desde google maps	102

## LISTADO DE GRÁFICOS

Figura 1 Aumento de ventas de motocicletas desde 2004. Semana (2014)	23
Figura 2 Espectro electromagnético. Sura (2010)	26
Figura 3 Funcionamiento de los satélites GPS	32
Figura 4 Latitud y Longitud. García (2015)	35
Figura 5 Sensor PIR. Pedro (2015).	42
Figura 6 Características eléctricas sensor PIR. ElecFrecFreak	42
Figura 7 Sensor de distancia Sharp GP2Y0A02YK. Sigma (2010).	42
Figura 8 Características eléctricas sensor de distancia Sharp. Sharp	42
Figura 9 Circuito de pruebas del sensor de vibración	43
Figura 10 Sensor de vibración 1 Ky-031. Mactrónica (2017)	44
Figura 11 Prueba del circuito con el sensor de vibración 1	44
Figura 12 Sensor de vibración 2. DFRobot (2017)	45
Figura 13 Prueba del circuito con el sensor de vibración 2	45
Figura 14 Sensor De Vibración Sw-18015p. Mactrónica (2017).	45
Figura 15 Prueba del circuito con el sensor de vibración 3	45
Figura 16 Layout sensor de vibración empleado. M&M (2013).	46
Figura 17 Sensor De Vibración Sw-18010P. Ardobot (2017).	47
Figura 18 Prueba del circuito con el sensor de vibración 4	47
Figura 19 Diagrama eléctrico Sensor De Vibración Sw-18010P. Sunrom (2017)	48
Figura 20 Datasheet integrado LM393.	48
Figura 21 Pruebas de consumo del sensor de vibración 4	48

Figura 22 Corrección de la señal con el schmitt-trigger	50
Figura 23 Comparación de la entrada de una señal y la salida de este en un integrado 555	50
Figura 24 Pruebas realizadas con integrado 555	51
Figura 25 Datasheet integrado Lm555. Instruments (2015)	51
Figura 26 Pruebas de consumo sensor de vibración con integrado Lm555	51
Figura 27 Circuito Trigger Schmitt con transistores NPN. Daycounter (2016)	51
Figura 28 Circuito de prueba para carga de un condensador. Tecnología (2017)	52
Figura 29 Ecuación y gráfica del proceso de carga de un condensador	52
Figura 30 Circuito de prueba para descarga de un condensador. Tecnología (2017)	53
Figura 31 Ecuación y gráfica del proceso de descarga de un condensador	53
Figura 32 Circuito de pruebas del sensor de vibración Sw-18015p con el nuevo circuito de tratamiento de su señal.	54
Figura 33 Pruebas realizadas con los componentes del circuito	54
Figura 34 Diagrama des sistema eléctrico de un automóvil para generar el encendido del motor de combustión. Álvarez (2009).	56
Figura 35 Motocicleta FZ16 modelo 2013. Tecnoautos (2012).	57
Figura 36 Características técnicas motocicleta FZ16 modelo 2013. Tecnoautos (2012)	57
Figura 37 Sistema de arranque eléctrico motocicleta FZ16. Motor (2017)	59
Figura 38 Circuito diseñado para el control del estado de la motocicleta y el bloqueo del motor de combustión.	60
Figura 39 Tabla comparativa entre las principales marcas de microcontroladores y sus modelos más populares. Quiceno (2010).	63
Figura 40 Operadores de telefonía móvil en Colombia. Echeverry (2015).	65

Figura 41 Tabla de frecuencias utilizadas por las empresas de telefonía móvil existentes en Colombia. Echeverry (2015).	65
Figura 42 Módulo GSM SIM800L. Electronics (2017).	67
Figura 43 Datasheet SIM800L, Valores eléctricos del módulo. SIMCom (2013).	67
Figura 44 Datasheet SIM800L, Alimentación del módulo. SIMCom (2013).	67
Figura 45 Pruebas realizadas con el módulo SIM800L.	67
Figura 46 Tarjeta de pruebas M95. Electrónica (2014).	68
Figura 47 Datasheet M95, Alimentación y consumos del módulo. Quectel (2012).	68
Figura 48 Datasheet M95, valores eléctricos del módulo. Quectel (2012)	68
Figura 49 Referencia de la fuente de alimentación. Quectel (2012)	70
Figura 50 Pruebas realizadas con el módulo M95.	71
Figura 51 Modulo GPS Quectel L86. Electrónica (2017).	72
Figura 52 Modulo GPS Quectel L80. Electrónica (2017).	73
Figura 53 Información enviada desde el modulo GPS hacia el microcontrolador	74
Figura 54 Diagrama de conexión módulo alarma.	76
Figura 55 Circuito montado en protoboard para pruebas	81
Figura 56 Caja que contendrá la alarma	82
Figura 57 Plano de la caja de la alarma realizado en AutoCAD 2015	82
Figura 58 Circuito impreso modulo alarma hecho en Proteus design suite 8.0	82
Figura 59 Top view 3D del circuito impreso módulo alarma	82
Figura 60 Bottom view 3D del circuito impreso módulo alarma	82
Figura 61 Top view circuito impreso módulo alarma	83
Figura 62 Bottom view circuito impreso módulo alarma	83
Figura 63 Fase 1, soldadura de los componentes	84

Figura 64 Fase 2, soldadura de los componentes	84
Figura 65 Fase 3, soldadura de los componentes	84
Figura 66 Fase 4, soldadura de los componentes	84
Figura 67 Detalle de una batería LiPo prismática. Admin (2014)	85
Figura 68 Batería Ultrafire 18650	86
Figura 69 Batería Lipo	86
Figura 70 Comando AT para disminución del consumo del módulo M95. Quectel (2013).	87
Figura 71 Comando AT para disminución del consumo del módulo L80. Quectel (2013).	87
Figura 72 Diagrama de consumos del módulo L80. Quectel (2013).	87
Figura 73 Circuito de carga de una celda de batería de litio. Top Power (2017).	88
Figura 74 Batería de respaldo incorporada a la alarma	88
Figura 75 Ensamble final de la alarma 1	89
Figura 76 Ensamble final de la alarma 2	89
Figura 77 Ensamble final de la alarma 3	89
Figura 78 Montaje del módulo alarma en la motocicleta 3, las antenas son ubicadas en la parte trasera	89
Figura 79 Diseño de la interfaz grafica	97
Figura 83 Características del teléfono móvil donde se realizaron las pruebas	98
Figura 84 Interface de la aplicación 1	99
Figura 85 Interface de la aplicación 2	99
Figura 86 Historial de mensajes SMS	99
Figura 87 Información acerca de la aplicación	100
Figura 88 Menú de opciones, llamadas de emergencia	100
Figura 89 Archivo .doc exportado desde la aplicación	100



Figura 90 Contenido del archivo .doc exportado desde la aplicación	100
Figura 91 Inserción de un marcador en la posición señalada por las coordenadas dadas por el modulo GPS	102
Figura 92 Determinación de la ruta que puede tomar el usuario desde su ubicación hasta la del vehículo.	102

## **UNIDAD UNO. DISEÑO DEL PROYECTO**

### **CAPÍTULO UNO. Generalidades para la presentación de la propuesta**

El capítulo uno “Generalidades para la presentación de la propuesta” pretende que el lector conozca los conceptos, métodos y técnicas utilizadas en un proceso de investigación para llegar a un proyecto aplicado. Lo anterior permitirá encontrar la ruta para plasmar los conocimientos adquiridos en un programa de ingeniería y llevarlos a la práctica.

#### **Lección 1: Selección y definición del tema, planteamiento y formulación del problema.**

##### **1.1. Selección y Definición del Tema de Trabajo de Grado.**

Este proyecto propone el diseño y la implementación de un sistema de telemetría y telecontrol, con el fin de crear un dispositivo que sea capaz de operar un enlace vía GSM, teniendo la posibilidad de encontrar su ubicación física a través de la tecnología GPS, realizar un procesamiento digital de señales y de acuerdo a la situación evaluar si debe operar algún tipo de actuador convirtiéndose en una herramienta fácil, práctica y económica para cualquier persona que desee o necesite un sistema de seguridad de este tipo y contribuir de este manera a combatir un flagelo social que afecta a un país como Colombia.

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema.**

En nuestra sociedad la necesidad de tener sistemas, elementos o procedimientos que brinden seguridad, protejan o alerten sobre un bien material es un factor que se ha convertido con el pasar de los años en algo imprescindible, el robo es uno de los flagelos más incipientes en un país como Colombia que pertenece a una economía en vía de desarrollo.

Dentro de este marco se pretende direccionar la problemática hacia el robo de vehículos automotores y llevar la ingeniería electrónica a diseñar una herramienta que permita una oportunidad frente a esta situación. Para ello en primer lugar es necesario dimensionar su tamaño. En este orden de ideas lo más adecuado es apoyarse en cifras oficiales de diferentes fuentes que puedan amparar el planteamiento que se está enunciando.

Las aseguradoras pagaron el año pasado 120.000 millones de pesos por hurto de vehículos, es decir, la cuarta parte del valor total por siniestros. En el primer semestre del año 2016 el número de vehículos robados llegó a 14.085 de acuerdo con cifras de la Dirección de Policía Judicial (Dijin). Hasta ahora solo se han recuperado 6.483 unidades, es decir, alrededor del 40 por ciento. (Ospina, J. H. & Correa, M. M, 2016).

Este delito se está generalizando y nadie está exento de ser víctima de las bandas de atracadores de vehículos que cada vez actúan con mayor agresividad y descaro. De acuerdo con cifras de la Unión de Aseguradores de Colombia (Fasecolda) se enuncia que en los seis primeros meses del año 2016

las bandas de delincuentes se robaron cerca de 4.900 vehículos asegurados, cifra superior a los 4.636 que se robaron en igual período del año pasado, a pesar de los esfuerzos de los organismos de seguridad para controlar los hurtos, el problema de delincuencia común, de inseguridad generalizada, junto al desempleo y la situación de la economía son tan fuertes que no se logran resultados satisfactorios. (Valdés, C. 2016).

## **Lección 2: Objetivos**

### **2.1 Objetivo general.**

Diseñar un sistema de telemetría y telecontrol enlazado a una red GSM para establecer comunicación bidireccional con un dispositivo móvil que le permita además conocer la ubicación de un vehículo y tomar una acción.

### **2.2 Objetivos específicos.**

Determinar un procesador digital de señales que se encargue de gestionar los datos, comandos y una comunicación bidireccional para el correcto funcionamiento del dispositivo.

Identificar plenamente el funcionamiento de un módulo GSM para determinar como configurar una comunicación segura y estable entre el sistema de alarma y el usuario final a través de una red

celular ya existente para posteriormente establecer las funciones disponibles en un módulo GPS para lograr obtener una ubicación precisa del sistema de alarma porque es indispensable que dicha información pueda ser interpretada y transmitida para diversos fines

Implementar un sistema de actuadores electromecánicos que sea accionados por medio de una comunicación bidireccional, con un dispositivo móvil de manera remota para lograr modificar una variable física cuando el usuario o situación así lo requiera.

Diseñar una aplicación funcional para la plataforma android que cumpla la función de entablar la comunicación del usuario con el sistema con el fin de simplificarla y hacerla mas amigable en su uso.

### **Lección 3: Hipótesis**

Cómo puede la ingeniería ser un medio para la resolución de un problema social es el punto de partida de este proyecto puesto que, su aplicación es una evidencia intrínseca del objeto de esta, ya que permite aplicar un conocimiento adquirido para que sea plasmado y tangible, dando como resultado una situación de bienestar y resolución de un conflicto.

### **Lección 4: Justificación y marco teórico**

#### **4.1 Justificación.**

Esta idea surgió en el análisis de un individuo de estrato socioeconómico bajo-medio que posea un vehículo tipo moto o un automóvil, que son usados diariamente como medio de transporte en la ciudad de Bogotá, Colombia. Se halla a través de conocimiento de causa y de información por medios de comunicación el alto índice de robos del que son víctimas este tipo de bienes materiales. Esto tiene una explicación en un fenómeno social que se da en un país en vía de desarrollo como lo es Colombia, en donde las necesidades de transporte nunca han sido plenamente cubiertas por un sistema de transporte eficiente, efectivo, ágil y económico que satisfaga las necesidades de un ciudadano de que necesita desplazarse para cumplir sus labores diarias como lo pueden ser trabajar o estudiar.

La proyección en Colombia para el año 2040 se estima una cifra alrededor de 13 millones de motocicletas, creciendo año tras año, convirtiéndolo en un país que se moviliza en este tipo de medio de transporte. Semana (2014).

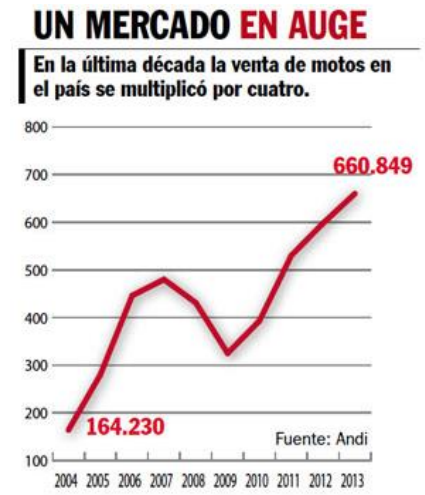


Figura 1 Aumento de ventas de motocicletas desde 2004. Semana (2014)

Resulta de importancia significativa para este proyecto el enfoque hacia las cifras de hurtos a vehículos las cuales se apoyan en los datos de las aseguradoras las cuales cancelaron el año pasado 120.000 millones de pesos por hurto de vehículos. En el primer semestre del año 2016 el número de vehículos robados llegó a 14.085 según cifras de la Dirección de Policía Judicial (Dijin). Solo fue posible recuperar 6.483 unidades. (Ospina, J. H. & Correa, M. M, 2016).

Esta información recogida y analizada se convirtió en el punto de partida para el desarrollo de este proyecto. El verdadero sentido de la ingeniería es contribuir a la solución de un problema real, que afecte a la sociedad o un sector de esta, se trata entonces, de poner a disposición todos los conocimientos adquiridos, amparados por un sentido humano y social y llegar a la consecución de un resultado que sea a la vez una herramienta útil que ayude a combatir este flagelo.

## 4.2. Marco teórico.

Tratándose de un proyecto que pretende tratar un problema significativo, en el que se contempla una cantidad considerable de variables con una complejidad acorde con un desarrollo de ingeniería, se buscó seccionarlo en varias partes de modo que como último paso se integrara los resultados obtenidos con el fin llegar al objetivo planteado.

En este orden de ideas, se indagó sobre cómo era el funcionamiento de una alarma vehicular existente en el mercado, esto con el fin de determinar su diseño, aplicación, ventajas, desventajas, precio, relación, precio/calidad-funcionalidad. Así, tener una referencia que fuera base de un nuevo diseño que mejore aspectos y proponga una nueva herramienta para la seguridad de vehículos automotores.

Dado esto, se realiza una investigación de campo con el fin de conocer a profundidad los detalles, especificaciones, principios de funcionamiento, ventajas, desventajas, similitudes y diferencias. Para lo anterior fue necesario buscar en la información técnica de varios modelos, además de realizar entrevistas directas con distribuidores, instaladores y usuarios de estos dispositivos, con el fin de obtener un consenso de primera mano basado en la experiencia de uso. Se consultaron los modelos de alarma con mayores ventas y popularidad en marcas como Ultra, Genius o Tracker y se cotejó la información obtenida. Ver anexo A.



Sin embargo, a pesar que el principio de funcionamiento es similar entre los modelos estudiados, este tipo de sistemas tienen una serie de falencias e inconvenientes, aunque sean buenos sistemas, son vulnerables, no son fiables totalmente, su instalación y configuración requieren de ciertos conocimientos para su operación, y es ahí donde se halla el punto de inicio de este proyecto, la idea de crear un dispositivo electrónico, donde la ingeniería se aplique para diseñar una solución que supere y vaya más allá de lo que existe en este momento.

#### **4.2.1. Marco conceptual.**

Las alarmas existentes funcionan de maneras muy elementales como la que solo dispone de un sistema de detección de movimiento y una alarma sonora, apoyada con las luces del mismo automóvil para generar una alarma visual y sonora, que solo será percibida por el usuario o una persona si esta se encuentra cerca y tiene contacto visual o está dentro de la cobertura del sonido emitido por dicha sirena. El inconveniente de este tipo de alarmas radica en que de no estar cerca, será inútil, sumando también que estos sistemas de seguridad son iguales entre sí, lo que hace aún más posible que pase desapercibido.

Como solución a lo anterior, aparecieron en el mercado un tipo de alarma denominada de una vía, es decir, el usuario puede a distancia enviar un tipo de señal con un control remoto al módulo principal para activar y “armar” la alarma, de modo que esta quedara lista para entrar a funcionar cuando se presente una situación irregular. Posteriormente, en los últimos años aparecieron las alarmas denominadas de doble vía, las cuales entre sus características principales están la de tener

la capacidad de no solo recibir órdenes por parte del mando del usuario sino de enviarle información a este cuando ha ocurrido una emergencia, se genera un tipo de señal acústica y visual en el control remoto que porta el usuario. Desde el punto de vista de la ingeniería se determinó el tipo de comunicación inalámbrica empleada, encontrando que el enlace se genera por radiofrecuencia, un tipo de tecnología que permite controlar dispositivos o procesos a cierta distancia sin que exista un medio físico que los una.

La tecnología de comunicación inalámbrica funciona en rangos de frecuencia según la aplicación y el tipo de enlaces que se conecten, esto es de vital importancia para evitar interferencias entre diferentes sistemas, cada uno deberá funcionar sin afectar al otro a pesar que las señales se encuentren o estén cerca una de la otra.

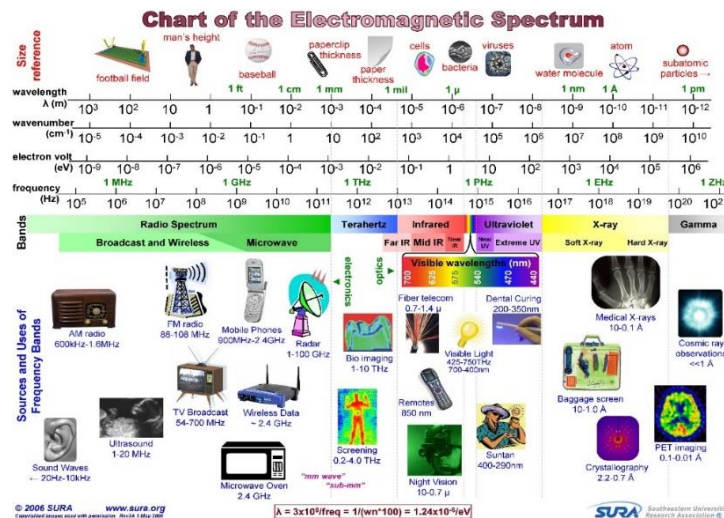


Figura 2 Espectro electromagnético. Sura (2010)

Para el caso de las alarmas que se encuentran en el mercado, estas funcionan con un control remoto, es decir que se ubicarían en el rango de los  $10^{13}$  Hz y  $10^{14}$  Hz. Sin embargo es necesario aclarar que este tipo de comunicación tiene un rango de alcance limitado, además de ser afectado por obstáculos físicos que limitan la propagación de las señales. Las ondas de radio se encuentran compuestas por una parte eléctrica y otra magnética, y cuando están sometidas a ciertos fenómenos naturales pueden verse modificadas o afectadas. Las condiciones ideales se caracterizarían por tener disponible una atmosfera uniforme, ya que las ondas de radio se desplazan de forma recta, es decir cuando existe una línea de vista entre el emisor y el receptor se puede tener una comunicación fiable y sin alteraciones, pero cuando es necesario lograr una transmisión que este más allá de la línea de vista será necesario agregar otros elementos y determinar ciertas frecuencias que permitan en enlace. Para citar algunos ejemplos, cuando se requiere comunicar dos puntos lejanos es necesario emplear frecuencias altas (High frequency) o HF, estas están situadas en el rango de los 3 MHz a 30 MHz, esto se debe a que dichas frecuencias son reflejadas en la atmosfera y retornan a la tierra cubriendo largas distancias. En el caso de las frecuencias VHF (Very High Frequency), UHF (Ultra High Frequency) y SHF (Súper High Frequency) tienen la cualidad que no se reflejan en la atmosfera a menos que se presente alguna situación particular, por lo que son ideales para enlazar un punto a otro e incluso de forma satelital. Catarina (2017).

#### **4.2.1.1. Tipos de comunicaciones inalámbricas.**

##### **4.2.1.1.1. Tecnología IrDA.**

Esta tecnología se basa en rayos luminosos que se desplazan en el espectro infrarrojo. Los estándares IrDA soportan un amplio espectro de dispositivos eléctricos, informáticos y de comunicaciones, tiene la capacidad de permitir la comunicación bidireccional entre dos extremos a velocidades que se ubican entre los 9.600 bps y los 4 Mbps. Esta tecnología se encuentra presente en muchos ordenadores portátiles, y en un número importante de teléfonos celulares. Tecnológico (2012).

#### **4.2.1.1.2. Tecnología Bluetooth.**

Bluetooth se define como un medio de comunicación para enlazar diferentes dispositivos por ondas de radio. Fue desarrollado en 1998 por Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group). En 2006, la segunda versión, pasó de 1 MB/s a 100 MB/s. La versión 4 se registra en 2010.

Esta norma de comunicación tiene como característica que emite una señal a una distancia corta, como máximo de 100 metros y funciona en la banda de radio de los 2,4 GHz. Vialfa (2013).

#### **4.2.1.1.3. Tecnología Wifi.**

La tecnología Wifi es la más adecuada para armar redes de computadoras, aunque es posible gobernar dispositivos conectados de alguna manera a una red y modificar su funcionamiento. Con este tipo de tecnología se pueden enviar y recibir archivos de tamaño considerable. La tasa de

transmisión de los datos tiene una velocidad diez veces más rápida en comparación con la tecnología Bluetooth. Posee un alcance de 100 metros en espacios cerrados. Dicha tecnología permite realizar diversas conexiones inalámbricas a Internet. Equipo8 (2008).

#### **4.2.1.1.4. Tecnología Wi-Max.**

La tecnología 802.16, conocida generalmente como WiMAX, complementa la WLAN conectando hotspots con tecnología 802.11 a Internet otorgando una alternativa inalámbrica para la conectividad de banda ancha de última generación a empresas y hogares.

Una red Wi-Fi, puede ser configurada para conectar la casa con la oficina, en cambio Wimax está concebida para dar cubrimiento a una ciudad entera apoyándose en estaciones base dispersas alrededor del área metropolitana. Equipo8 (2008).

#### **4.2.1.1.5. Tecnología GPRS.**

GPRS son las iniciales de General Packet Radio Services (servicios generales de paquetes por radio). También se conoce como “2,5 G”, es decir, una tecnología que se ubica entre la segunda (2G) y la tercera (3G) generación de tecnología móvil digital. Esta tecnología se transmite a través de redes de telefonía móvil y puede enviar datos a una velocidad de hasta 114 Kbps. El usuario puede utilizar el teléfono móvil para navegar por Internet, enviar y recibir correo, y descargar datos

y soportes. Tiene la posibilidad de realizar videoconferencias como también utilizar mensajes instantáneos para comunicarse con sus familiares y amigos, independiente de la ubicación donde se encuentre. Además, puede usarse como conexión para el ordenador portátil u otros dispositivos móviles. Tecnologías. (2012)

#### **4.2.1.1.6. Tecnología 3G.**

De igual manera que la comunicación GPRS, la tecnología 3G (tecnología inalámbrica de tercera generación) es un servicio de comunicaciones de tipo inalámbrica que le permite estar conectado permanentemente a la red de internet a través del teléfono móvil, la Tablet PC o el computador portátil. La tecnología 3G se destaca por una mejor calidad y fiabilidad, un incremento en la velocidad de transmisión de datos y un ancho de banda superior (que incluye la posibilidad de ejecutar aplicaciones multimedia). Con velocidades de datos de hasta 384 Kbps, es casi siete veces más rápida que una conexión telefónica estándar de tecnología anterior. Tecnologías (2012).

#### **4.2.1.1.7. Tecnología GPS.**

El Global Positioning System (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global (más conocido con las siglas GPS, es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) el cual permite conocer en todo el globo terráqueo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión del orden de centímetros usando GPS diferencial, aunque en forma genérica la precisión

es de unos pocos metros. El sistema fue desarrollado, instalado y operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona gracias a una red de 24 satélites (21 operativos y 3 de respaldo) que se mantienen en órbita sobre el globo a aproximadamente 20.200 km en trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra. Cuando da lugar la determinación de la posición, el dispositivo que se esté utilizando para ello localiza automáticamente como mínimo cuatro satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. En base al status de estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y hace el cálculo del retraso de las señales, es decir, la distancia al satélite. Por "triangulación" puede determinar la posición en que éste se encuentra, se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Determinadas las distancias, se establece fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Es posible entonces, conocer las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene las posiciones absolutas o coordenadas reales del punto de medición. De la Cruz (2014).

#### **4.2.1.1.7.1. Elementos que lo componen.**

1. Sistema de satélites: Está conformado por 24 unidades con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo terráqueo. Más exactamente, repartidos en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno. La energía eléctrica que requieren para su

funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles compuestos de celdas solares puestas a sus costados.

2. Estaciones terrestres: Se encargan de enviar información de control a los satélites para monitorear las órbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación.
3. Terminales receptores: Son los dispositivos que nos indica la posición en la que estamos, también se les conoce como Unidades GPS, son las que podemos adquirir en las tiendas especializadas. Marina (2007).

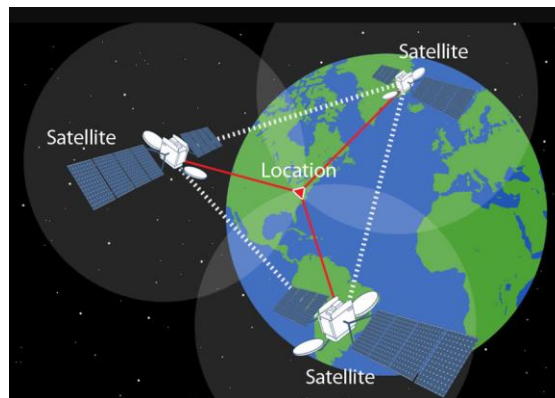


Figura 3 Funcionamiento de los satélites GPS

#### **4.2.1.1.7.2. Fiabilidad de los datos.**

Debido al carácter militar del sistema GPS, el Departamento de Defensa de los EE.UU. quien es el ente administrador se reserva la posibilidad de incluir un cierto grado de error aleatorio que puede estar comprendido entre los 15 y los 100 m. La llamada disponibilidad selectiva (S/A) fue eliminada el 2 de mayo de 2000.



Aunque actualmente ya no aplique tal error inducido, la precisión intrínseca del sistema GPS depende realmente del número de satélites visibles en un momento y posición determinados. Sin la aplicación de ningún tipo de corrección y con ocho satélites a la vista, la precisión es de 6 a 15 metros; pero se puede obtener aún más precisión usando sistemas de corrección. 1. Prieto (2017).

#### **4.2.1.1.7.3. Concepto de localización (Latitud y longitud).**

Para localizar un punto sobre la superficie de la Tierra y poder observarlo en un mapa o carta náutica, es necesario conocer en primer lugar las coordenadas donde se encuentra ese punto, es decir, la latitud y la longitud. Conocer el valor de las coordenadas es fundamental para poder ubicar la posición de automóviles o coches, barcos, aviones, personas, carreteras, ciudades, puntos de interés, objetos, etc.

Las líneas de latitud o paralelos están conformadas por círculos de diferentes tamaños que inician desde la línea del Ecuador y se reparte en dirección a los polos. La línea del Ecuador es entonces el círculo de latitud de mayor diámetro de la Tierra y la divide en dos mitades: hemisferio Norte y hemisferio Sur. La línea del Ecuador se conoce en las cartas náuticas y los mapas como latitud “0” grado (0°) y el nombre lo recibe debido a que atraviesa la ciudad de Quito, capital de Ecuador, situada en el continente sudamericano. Muñoz (2017).

A partir del Ecuador se extienden, hacia el norte y el sur, las denominadas líneas de latitud. El diámetro de los círculos que forman esas líneas tiende a disminuir su valor a medida que se acercan

a los polos hasta llegar finalmente a convertirse solamente en un punto en ambos polos, donde adquiere un valor de 90 grados ( $90^\circ$ ). El Ecuador, como cualquier otro círculo, se puede dividir (y de hecho se divide) en 360 grados ( $360^\circ$ ), por lo cual pueden atravesarlo 360 líneas de longitud o meridianos. Muñoz (2017).

Estos meridianos van desde el polo norte hasta el polo sur de forma paralela al eje de rotación de la Tierra. Como longitud “0” grado ( $0^\circ$ ) está el meridiano que pasa por el Real Observatorio Astronómico de Greenwich, cerca de la ciudad de Londres, en Inglaterra. Esa línea de longitud se es también conocida meridiano de Greenwich a partir del cual se establecen los husos horarios que determinan la hora en todos los puntos de la Tierra. Muñoz (2017).

Existe otra manera de representar estos valores, la cual es en grados decimales. Por ejemplo,  $38.9047222^\circ$ ,  $-77.0163889^\circ$ . Para este caso la latitud positiva hace referencia a latitud norte, y cuando la latitud es negativa se refiere a latitud sur. De igual manera, la longitud positiva se refiere a longitud este, y cuando es negativa se refiere a longitud oeste. García (2015).

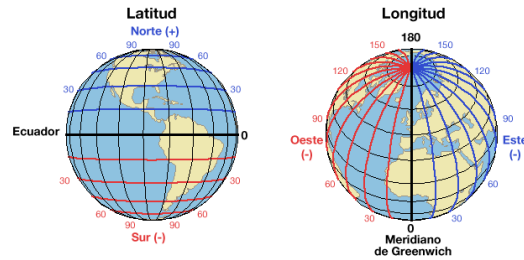


Figura 4 Latitud y Longitud. García (2015)

## 4.2.2. Marco Referencial.

### 4.2.2.1. Selección de la tecnología de comunicación ideal para el proyecto a realizar.

Analizando la información recopilada y siendo un objetivo el diseño de un dispositivo que supere las deficiencias halladas en la oferta actual de alarmas para vehículos en el mercado, se decide emplear la comunicación GSM para crear un enlace entre el dispositivo y el usuario, esto argumentado en la múltiples ventajas que posee dicha tecnología, entre las que se destaca su gran cobertura, de la cual se estaría hablando de tipo nacional, es posible abarcar todo el territorio colombiano, por ser el país protagonista donde se ubicará este proyecto de ingeniería. Además, no se requiere de línea de vista, no se ve afectada por condiciones meteorológicas ni depende de lapsos en el día para su desempeño, es portátil, su implementación es razonable, se puede encontrar en el mercado los recursos necesarios y debido a su gran propagación, es una tecnología amigable, conocida por el usuario común y que permitirá un sinnúmero de opciones para aprovechar.

Este tipo de comunicación realizada entre dispositivos móviles se caracteriza porque estos no están enlazados físicamente mediante cables. El medio de transmisión es el aire y el mensaje es enviado por medio de ondas electromagnéticas.

La telefonía móvil se compone por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) compuesta de antenas distribuidas por la superficie terrestre y de los terminales (o teléfonos móviles) que pueden acceder a dicha red. Las antenas como los terminales son emisores-receptores de ondas electromagnéticas con frecuencias entre 900 y 2000 MHz. Ángeles (2015).

La empresa operadora celular reparte el área en varios espacios, denominados células, normalmente hexagonales, como en un juego de tablero, dando lugar a una inmensa red de hexágonos. De este concepto se desprende el nombre de celular. La forma geométrica hexagonal tiene la cualidad de ocupar todo el espacio, algo que no pasaría si fueran circunferencias por citar un ejemplo. En cada célula hay una estación base que será una antena que tiene la capacidad de ampliar para emitir y recibir en ese hexágono de espacio (célula). Cada célula utiliza varias decenas de canales. Un canal se define como el espacio por donde se puede emitir una llamada, es decir que cada célula tiene la capacidad de emitir varias decenas de llamadas diferentes simultáneas (una por canal). Ángeles (2015).

La diferencia entre un canal y otro radica en su frecuencia. Un canal son las ondas electromagnéticas emitidas y/o recibidas durante una comunicación a una frecuencia determinada. Cuando se establece un enlace con otra persona con un teléfono móvil, los dos terminales se

conectan por la misma frecuencia. Así entonces, cada canal emite las señales (ondas electromagnéticas) a una frecuencia diferente, lo que permite que varias decenas de personas puedan comunicarse de manera simultánea en cada célula sin interferir o afectar unas con otras. Cuando una persona se desplaza entre una célula a otra, pasa a utilizar y engancharse a una de las frecuencias de la nueva célula automáticamente (se engancha a un canal de la nueva célula), dejando de esa manera libre el canal de la célula anterior para ser usada por otro usuario. Ángeles (2015).

Haciendo un análisis de lo que existe en el mercado actualmente se pretende crear un prototipo que mejore y supere las falencias que existen, en ese orden de ideas se realizó un listado de lo que sería una alarma ideal, de modo que se pueda construir una hoja de ruta que de un enfoque de hacia donde se quiere llegar. De esta manera se determinaron los siguientes ítems:

- Principio de funcionamiento de la alarma (modo de operación)
- Procedimiento de detección de una anomalía en el vehículo
- Determinación del funcionamiento de circuito eléctrico de un vehículo automotor
- Determinación de los elementos que conformarán el dispositivo de alarma
- Variables a tener en cuenta que deben ser cubiertas por el sistema a desarrollar
- Diseño de un prototipo ideal, que cumpla con los objetivos propuestos y expectativas generadas
- Diseño de una plataforma que sea de fácil operación y manipulación para el usuario

Una vez hecho esto, se comienza a trabajar en el objetivo principal, siguiendo paso a paso, y en estricto orden la hoja de ruta mencionada anteriormente para llevar a cabo un desarrollo de ingeniería electrónica acorde con lo aprendido en el transcurso de toda la carrera académica.

## Lección 5: Cronograma y presupuesto

### 5.1. Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES				
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Recolección de información	X			
Montaje en protoboard	X			
Programación del microcontrolador	X	X		
Pruebas de programación de microcontrolador		X		
Diseño del circuito electrónico para PCB		X		
Construcción del circuito electrónico en PCB		X		
Pruebas del funcionamiento del circuito electrónico			X	
Diseño de la aplicación en android		X	X	
Pruebas del funcionamiento de la aplicación en android			X	
Montaje en el vehículo			X	
Pruebas del sistema de alarma en campo				X
Correcciones				X
Documentación del proceso	X	X	X	X
Entrega				X

Tabla 1 Cronograma

### 5.2. Presupuesto

Los recursos empleados para este proyecto serán asumidos de forma individual, usando como base los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería electrónica, apoyándose en la

investigación pertinente y traducido en el diseño, desarrollo e implementación de un prototipo funcional

RECURSO	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO
Equipo Humano	Proyecto de carácter individual	\$ 0
Equipos y Software	Computador, protoboard, cables, fuente de voltaje, estación de soldadura, multímetro, calculadora científica, osciloscopio, impresora, conexión a internet  Software: Sistema operativo Windows 8, Picc compiler, Arduino IDE, Proteus, Eagle, Procesador de palabras, hoja de cálculo, PDF abobe reader, App inventor, Fotor, etc.	\$ 100.000
Viajes y Salidas de Campo	Salidas para adquisición de los elementos, salidas para hacer estudio de campo sobre la actualidad comercial de dispositivos similares, salidas de campo para realizar pruebas de funcionamiento	\$ 100.000
Materiales y suministros	Módulos GPS, módulos GSM, SIM card activa, protoboard, cables, tarjeta programadora, microcontroladores, herramienta manual, estación de soldadura, componentes pasivos, papel de impresión, baterías de litio, cajas de proyectos, etc.	\$ 400.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 600.000</b>

Tabla 2 Presupuesto

## **CAPITULO DOS. Desarrollo de la Propuesta y Elaboración del Informe Final**

### **Lección 1: Principio de funcionamiento de la alarma (modo de operación).**

Se pretende diseñar un dispositivo que tenga la capacidad de detectar una anomalía en un vehículo automotor, como sensar si este ha sido golpeado, movido o su motor de combustión fue encendido, una vez registrado alguna de estas variables, se encenderá la alarma, iniciando la secuencia grabada en la memoria de un microcontrolador y de esta manera generar una llamada perdida al teléfono

móvil del usuario si el motor fue encendido por medio de las llaves del vehículo o si fue apagado después de haber sido encendido legalmente, esto además será un indicador para el usuario de que la alarma funciona correctamente, la línea telefónica de la SIM CARD que lleve el dispositivo cuenta con saldo para poder generar el envío de mensajes de texto y realizar las llamadas perdidas, esto último se hace con el fin de gastar en lo mínimo posible saldo del plan que tenga el usuario.

Un sensor de movimiento será el encargado de detectar la variable física para posteriormente realizar un procesamiento de señales que despliegue la rutina programada puesto que, se ha de evaluar si el vehículo no fue encendido de forma legal por medio de la llave y se detecta un movimiento inusual que puede corresponder a un golpe, caída o intento de encender el motor, se ejecutará las instrucciones para generar un mensaje de texto (SMS), el cual contendrá información como la situación en el vehículo, si la batería principal de este está conectada o fue cortada la alimentación principal, la velocidad y la ubicación. Estos dos últimos ítems serán mostrados al usuario apoyándose en un módulo GPS, el cual estando enlazado a los satélites que orbitan el globo terráqueo podrá generar dichos datos para ser clasificados, ordenados y mostrados correctamente.

Se desea que el funcionamiento de este dispositivo sea automático, es decir que no requiera de la intervención del usuario para su activación o desactivación cuando el vehículo sea usado por este en condiciones normales de operación. En el momento en el que se detecte alguna anomalía, el usuario será informado y este actuará dentro de su criterio, usando el medio creado para tal fin, es decir, aprovechando la comunicación establecida, que es de tipo bidireccional y da lugar a tener la posibilidad de intervenir sobre el vehículo sin importar la ubicación o distancia logrando por



ejemplo, poder bloquear o apagar el motor de combustión interna del vehículo sin que este pueda ser puesto en operación hasta que se le envíe la orden que se lo indique. Para lo anterior, se requiere del establecimiento de tiempos de conexión que requerirán tanto el modulo que se conecte a la red celular como el modulo que se conecte con los satélites y le den la información de posicionamiento global para que estos estén en red y cumplan con sus propósitos.

Además, contará con una batería de respaldo que le permita funcionar autónomamente sin depender de la batería principal del vehículo en el caso que esta sea anulada por el agresor.

## **Lección 2: Procedimiento de detección de una anomalía en el vehículo.**

Uno de los parámetros de diseño planteado fue el de tener el menor consumo de energía eléctrica posible, ya que un vehículo automotor posee una batería de 12 voltios DC para la alimentación de su sistema eléctrico que comprende el encendido, iluminación, accesorios y funcionamiento de un computador a bordo en el caso de modelos más recientes.

De acuerdo a lo anterior se planteó como solución implementar dentro del funcionamiento de la alarma que esta siempre estuviese apagada (desconectada físicamente del circuito eléctrico del vehículo) y solo se activara a si misma cuando diera lugar algún tipo de anomalía. Para esto fue necesario buscar un tipo de sensor que cumpliera con dicho propósito para lo cual se tuvieron en cuenta los siguientes tipos.

## 2.1. Sensores.



Sensor	Descripción	Características técnicas	Ventajas	Desventajas																																																							
 <p>Figura 5 Sensor PIR. Pedro (2015).</p>	<p>Los detectores PIR (Passive Infrared) o Pasivo Infrarrojo, detectan solo determinadas fuentes de energía provenientes del calor del cuerpo humano o animales. Este tipo de sensor lee la variación de las radiaciones infrarrojas del medio ambiente que cubre. Se denomina pasivo debido a que no emite radiaciones, sino que al contrario las recibe. Estos captan la presencia identificando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio alrededor. Villegas (2012)</p>	<table border="1"> <tr><td>Product Type</td><td>HC-SR501 Body Sensor Module</td></tr> <tr><td>Operating voltage range</td><td>DC 4.5-20V</td></tr> <tr><td>Quiescent Current</td><td>&lt;50uA</td></tr> <tr><td>Level output</td><td>High 3.3 V /Low 0V</td></tr> <tr><td>Trigger</td><td>L can not be repeated trigger H can be repeated trigger(Default repeated trigger)</td></tr> <tr><td>Delay time</td><td>5-200S(adjustable) the range is (0.xx second to tens of second)</td></tr> <tr><td>Block time</td><td>2.5S(default)Can be made a range(0.xx to tens of seconds</td></tr> <tr><td>Board Dimensions</td><td>32mm*24mm</td></tr> <tr><td>Angle Sensor</td><td>&lt;100° cone angle</td></tr> <tr><td>Operation Temp.</td><td>-15+70 degrees</td></tr> <tr><td>Lens size sensor</td><td>Diameter:23mm(Default)</td></tr> </table> <p>Figura 6 Características eléctricas sensor PIR. ElecFrecFreak</p>	Product Type	HC-SR501 Body Sensor Module	Operating voltage range	DC 4.5-20V	Quiescent Current	<50uA	Level output	High 3.3 V /Low 0V	Trigger	L can not be repeated trigger H can be repeated trigger(Default repeated trigger)	Delay time	5-200S(adjustable) the range is (0.xx second to tens of second)	Block time	2.5S(default)Can be made a range(0.xx to tens of seconds	Board Dimensions	32mm*24mm	Angle Sensor	<100° cone angle	Operation Temp.	-15+70 degrees	Lens size sensor	Diameter:23mm(Default)	<p>Tiene un amplio rango de detección</p> <p>Tamaño pequeño</p> <p>Fácil implementación</p> <p>Pueden detectar a una persona independiente de las condiciones de luz. Pedro (2015).</p>	<p>Aunque es un valor bajo, siempre estará consumiendo un valor de amperios</p> <p>Genera muchas falsas alarmas al detectar personas que estén cerca del vehículo pero que no entrarían en contacto con este necesariamente</p> <p>Sería obligatorio ubicarlo en un sitio externo para que cumpla su función. Por estar expuesto a la intemperie puede verse afectado por condiciones como calor, humedad, suciedad, etc. Pedro (2015).</p>																																	
Product Type	HC-SR501 Body Sensor Module																																																										
Operating voltage range	DC 4.5-20V																																																										
Quiescent Current	<50uA																																																										
Level output	High 3.3 V /Low 0V																																																										
Trigger	L can not be repeated trigger H can be repeated trigger(Default repeated trigger)																																																										
Delay time	5-200S(adjustable) the range is (0.xx second to tens of second)																																																										
Block time	2.5S(default)Can be made a range(0.xx to tens of seconds																																																										
Board Dimensions	32mm*24mm																																																										
Angle Sensor	<100° cone angle																																																										
Operation Temp.	-15+70 degrees																																																										
Lens size sensor	Diameter:23mm(Default)																																																										
<p>Sensor de distancia:</p>  <p>Figura 7 Sensor de distancia Sharp GP2Y0A02YK. Sigma (2010).</p>	<p>Entrega una salida analoga de acuerdo a la medición de la distancia de un objeto. Funciona en un rango de 20 a 150 cm. Sigma (2010).</p>	<table border="1"> <tr><th colspan="5">Recommended Operating Conditions</th></tr> <tr><th>Parameter</th><th>Symbol</th><th>Rating</th><th colspan="2">Unit</th></tr> <tr><td>Operating Supply voltage</td><td>V<sub>CC</sub></td><td>4.5 to 5.5</td><td colspan="2">V</td></tr> </table> <p>SHARP GP2Y0A02YK</p> <table border="1"> <tr><th colspan="5">Electro-optical Characteristics</th></tr> <tr><th>Parameter</th><th>Symbol</th><th>Conditions</th><th>MIN.</th><th>TYP.</th><th>MAX.</th><th>Unit</th></tr> <tr><td>Distance measuring range</td><td>DL</td><td>10cm</td><td>30</td><td>—</td><td>150</td><td>cm</td></tr> <tr><td>Output terminal voltage</td><td>V<sub>o</sub></td><td>100% 10cm</td><td>0.25</td><td>0.4</td><td>0.55</td><td>V</td></tr> <tr><td>Distance of output voltage</td><td>DL<sub>0.5</sub></td><td>Output change at L=0.5cm to 20cm</td><td>1.8</td><td>2.0</td><td>2.2</td><td>V</td></tr> <tr><td>Average dissipation current</td><td>I<sub>av</sub></td><td>—</td><td>—</td><td>33</td><td>50</td><td>mA</td></tr> </table> <p>Figura 8 Características eléctricas sensor de distancia Sharp. Sharp</p>	Recommended Operating Conditions					Parameter	Symbol	Rating	Unit		Operating Supply voltage	V <sub>CC</sub>	4.5 to 5.5	V		Electro-optical Characteristics					Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit	Distance measuring range	DL	10cm	30	—	150	cm	Output terminal voltage	V <sub>o</sub>	100% 10cm	0.25	0.4	0.55	V	Distance of output voltage	DL <sub>0.5</sub>	Output change at L=0.5cm to 20cm	1.8	2.0	2.2	V	Average dissipation current	I <sub>av</sub>	—	—	33	50	mA	<p>Tamaño pequeño</p> <p>Fácil implementación</p> <p>Pueden detectar a una persona independiente de las condiciones de luz. Sigma (2010).</p>	<p>Tiene un rango de detección limitado</p> <p>Solo es capaz de detectar un objeto si se encuentra en línea de vista.</p> <p>Tiene un consumo de corriente considerable</p> <p>Genera muchas falsas alarmas al detectar personas que estén cerca del vehículo pero que no entrarían en contacto con este necesariamente</p> <p>Sería obligatorio ubicarlo en un sitio externo para que cumpla su función. Por estar expuesto a la intemperie puede verse afectado por condiciones como calor, humedad, suciedad, etc. Sigma (2010).</p>
Recommended Operating Conditions																																																											
Parameter	Symbol	Rating	Unit																																																								
Operating Supply voltage	V <sub>CC</sub>	4.5 to 5.5	V																																																								
Electro-optical Characteristics																																																											
Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit																																																					
Distance measuring range	DL	10cm	30	—	150	cm																																																					
Output terminal voltage	V <sub>o</sub>	100% 10cm	0.25	0.4	0.55	V																																																					
Distance of output voltage	DL <sub>0.5</sub>	Output change at L=0.5cm to 20cm	1.8	2.0	2.2	V																																																					
Average dissipation current	I <sub>av</sub>	—	—	33	50	mA																																																					

Tabla 3 Sensores encontrados en el mercado y sus características

Se concluye que este tipo de sensores no son ideales para la necesidad que hay, por lo que se buscan sensores que detecten una vibración, ya que esta variable es más afín, puesto que cuando una persona trate de atentar contra un vehículo o intente encender el motor de combustión, inevitablemente creará una vibración en este, ya sea cuando intente moverlo, cuando intente abrir una puerta, cuando intente encenderlo o cuando encienda el motor.

De este modo se buscó en este tipo de dispositivos, la mejor opción que llevara a detectar la magnitud requerida y cuyo consumo sea el mínimo posible, esto con el fin de preservar la batería principal del vehículo y la batería de respaldo. Así, se empezó a trabajar con los siguientes modelos con los cuales se realizó una serie de pruebas con el fin de encontrar el mejor desempeño:

Para las pruebas se diseñó el siguiente circuito:

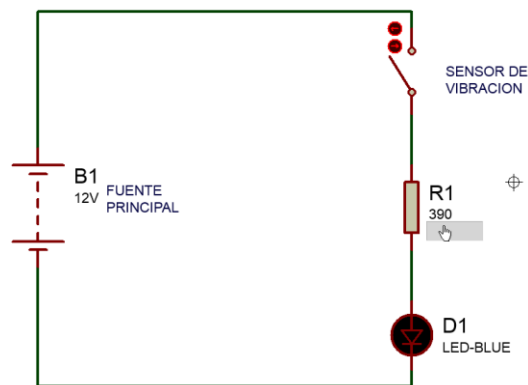


Figura 9 Circuito de pruebas del sensor de vibración

El primer sensor en probar es el mostrado en la figura 10. Se realizaron pruebas con el circuito indicado en la figura 9, encontrando deficiencias en el resultado debido a que fue necesario aplicar un golpe considerablemente fuerte para generar la vibración suficiente para que dicho sensor cerrara el circuito y encendiera el led. Dentro de los resultados satisfactorios se encuentra un consumo de 0 amperios, puesto que el circuito permanece normalmente abierto y esto permite acercarse al objetivo planteado anteriormente.

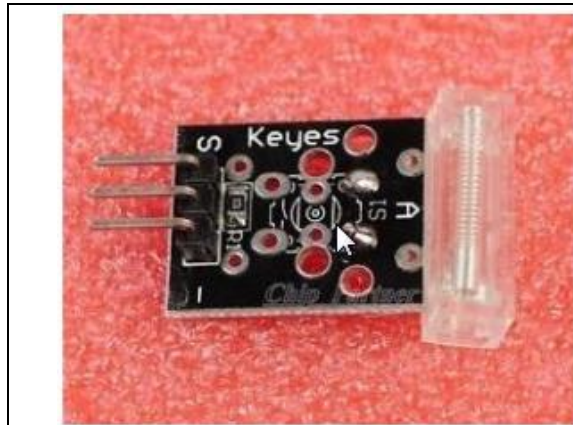


Figura 10 Sensor de vibración 1 Ky-031. Maetrónica (2017)

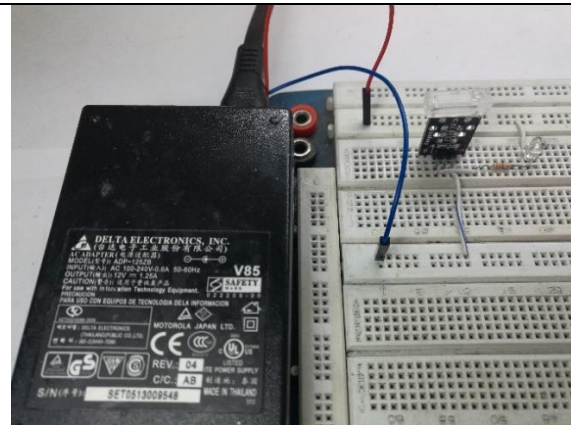


Figura 11 Prueba del circuito con el sensor de vibración 1

Tabla 4 Sensor de vibración

Posteriormente se probó un sensor de vibración 2, el cual mostró una mejora en la sensibilidad en la detección de la vibración, su principio de funcionamiento es igual al sensor de vibración 1, pero de igual manera genera un pulso demasiado corto en el tiempo, del orden de microsegundos que no será lo suficiente para ser leído por un microcontrolado

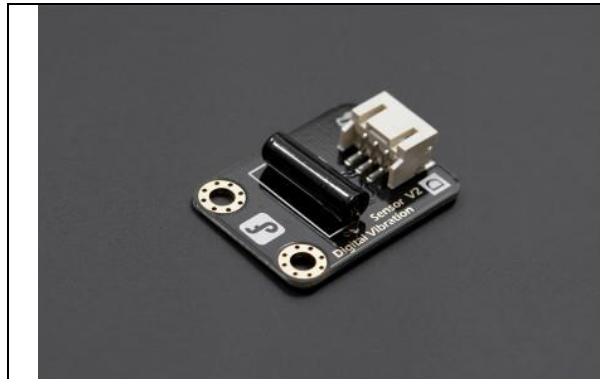


Figura 12 Sensor de vibración 2. DFRobot (2017)

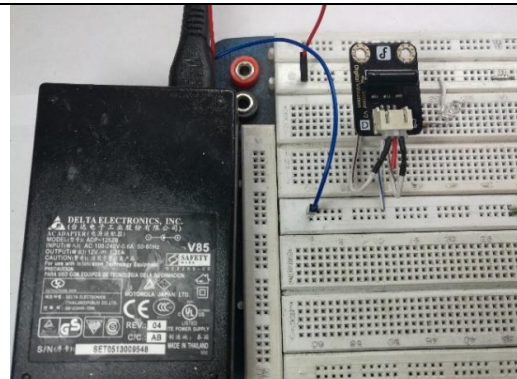


Figura 13 Prueba del circuito con el sensor de vibración 2

Tabla 5 Sensor de vibración 2

Finalmente se realizan pruebas con el sensor de vibración 3, mostrado en la [figura 14](#). Este sensor siendo el más básico de todos, presentó una mejora sustancial en la magnitud de la excitación a la que debía ser sometido para que generara una señal que fuese visible en el led del circuito de pruebas. Aunque también generase un pulso bastante corto en función del tiempo fue el que mejor desempeño tuvo a lo largo de las pruebas realizadas.

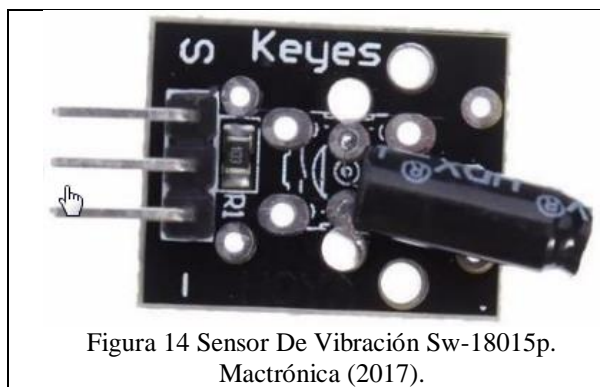


Figura 14 Sensor De Vibración Sw-18015p. Mactrónica (2017).

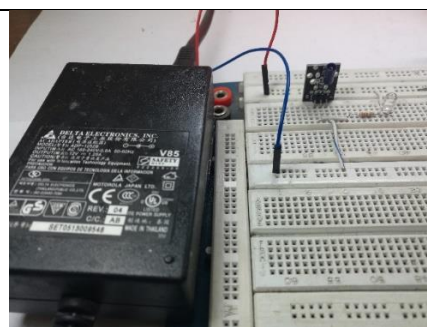


Figura 15 Prueba del circuito con el sensor de vibración 3

Tabla 6 Sensor de vibración 3

Si bien este sensor tenía un mejor comportamiento, el ancho del pulso generado por este resulta demasiado corto, esto se debe a su funcionamiento de tipo mecánico que posee, ya que consiste en un cilindro con un resorte en su interior, el cual, al ser sometido a una vibración o golpe toca por un intervalo de tiempo muy corto el cilindro que lo rodea produciendo un cierre en su contacto y permitiendo la conducción del voltaje hacia el led, esto se explica en el diagrama de la figura 16.

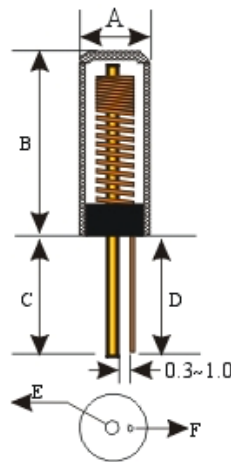


Figura 16 Layout sensor de vibración empleado. M&M (2013).

Es necesario aumentar la sensibilidad y/o el tiempo de la señal generada por el sensor, por lo que en la continuación de encontrar un diseño que satisfaga la necesidad se encontró un sensor que combina el detector Sw-18015p con el comparador LM393, lo cual permite manipular el umbral de disparo gracias a un potenciómetro y de esta manera ajustar la sensibilidad.

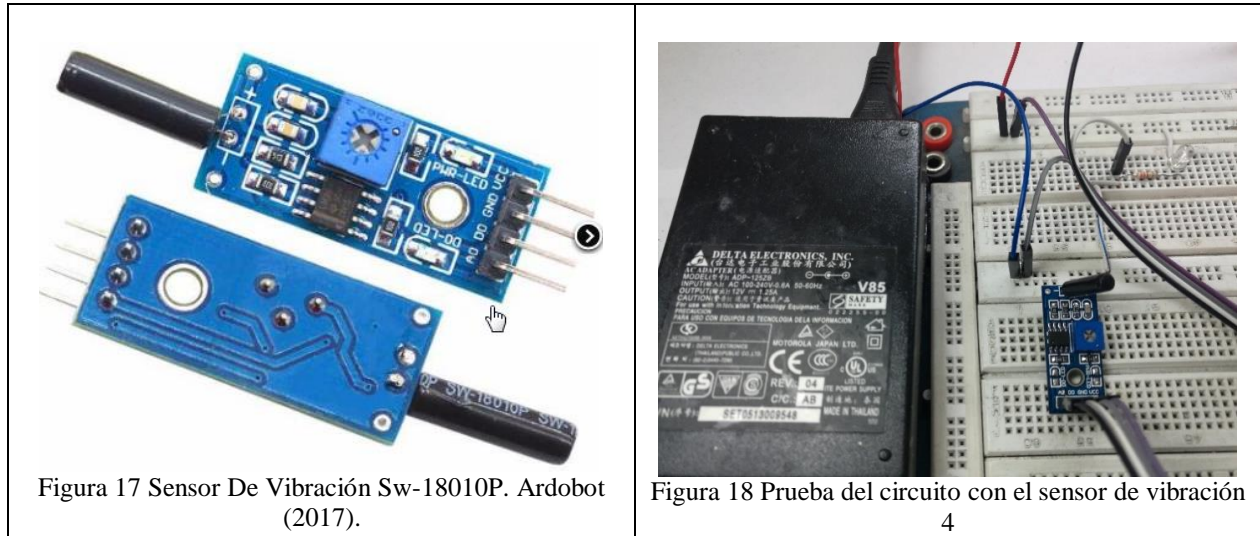


Tabla 7 Sensor de vibración 4

En este nuevo experimento se obtuvieron mejores resultados, la sensibilidad aumentó considerablemente siendo capaz este sensor de detectar vibraciones leves y poner en alto su salida, además de tener la posibilidad de ajustar dicha sensibilidad. Sin embargo el tiempo que dura la señal en alto es aun pequeño y difícil de detectar para un microcontrolador posteriormente. Surgió otro inconveniente, al emplear el comparador LM393 para esta función, este integrado requiere de miliamperios para su funcionamiento, y este consumo sería soportado por la batería del vehículo las 24 horas del día los 7 días de la semana, y tratándose por ejemplo de una batería de motocicleta o automóvil, representará un consumo considerable que la va a desgastar y causar que no sea posible encender el vehículo, de allí que se esté haciendo especial énfasis en el tema del consumo eléctrico.

De acuerdo a las pruebas realizadas y observando las características técnicas plasmadas en el Datasheet del comparador se corrobora un consumo aproximado de 26 miliamperios lo cual es un



valor considerable. Se pretende llegar a mejores valores y que se obtenga una señal más clara y concisa.

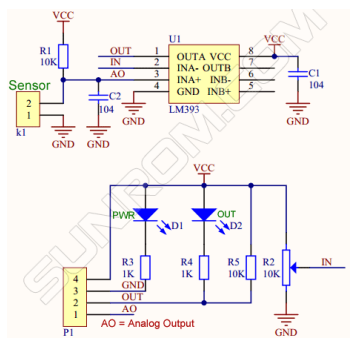
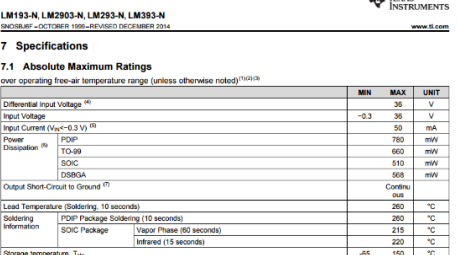
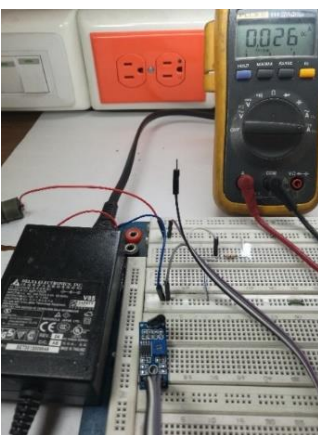
 <p>Figura 19 Diagrama eléctrico Sensor De Vibración Sw-18010P. Sunrom (2017)</p>	 <p>Figura 20 Datasheet integrado LM393.</p>	 <p>Figura 21 Pruebas de consumo del sensor de vibración 4</p>
--	--	---

Tabla 8 Prueba de consumo sensor de vibración 1

### 2.1.1. Temporizador 555.

Teniendo en cuenta que se evidencia la necesidad de obtener una señal más prolongada cuando se detecta un movimiento o golpe se planea el uso del integrado 555, el cual es uno de los integrados con mayor uso dentro de la electrónica debido a su bajo costo y su gran fiabilidad teniendo la capacidad de producir un pulso de temporización (modo monoestable) muy preciso o también puede ser usado como oscilador (modo astable). Electronics (2015).

#### 2.1.1.1. Terminales del temporizador 555.



Pin 1- Tierra o masa: (Ground) Conexión a tierra del circuito (a polo negativo de la alimentación).	Pin 2- Disparo: (Trigger) En este pin es donde se establece el inicio del tiempo de retardo. Este pulso debe ser de corta duración, pues si se mantiene bajo por mucho tiempo la salida se quedará en alto hasta que la entrada de disparo pase a alto otra vez.	Pin 3- Salida: (Output) Aquí estará el resultado de la operación del temporizador, ya sea que esté funcionando como monoestable, astable u otro. Cuando la salida es alta, el voltaje será igual a Vcc menos 1.7 Voltios. Esta salida se puede poner a 0 voltios con la ayuda del pin 4 (reset).	Pin 4- Reset: Si este pin se le aplica un voltaje por debajo de 0.7 voltios, entonces la patilla de salida 3 se pone a nivel bajo. Si esta patilla no se utiliza hay que conectarla a Vcc para evitar que el 555 se resetee.	Pin 5- Control de voltaje: (Control) El voltaje aplicado a la patilla # 5 puede variar entre un 40 y un 90% de Vcc en la configuración monoestable. Se recomienda ponerle un condensador de 0.01 uF para evitar las interferencias.	Pin 6- Umbral: (Threshold) Es una entrada a un comparador interno que tiene el 555 y se utiliza para poner la salida (Pin 3) a nivel bajo.	Pin 7- Descarga: (Discharge) Utilizado para descargar el condensador externo utilizado por el temporizador para su funcionamiento.	Pin 8- Vcc: Este es el pin donde se conecta el voltaje positivo de la alimentación que puede ir desde 4.5 voltios hasta 16 voltios (máximo). En las versiones militares de este integrado puede llegar hasta los 18 Voltios.
---	--	--	--	---	--	--	--

Tabla 9 Descripción de pines del integrado 555

Este integrado tiene dos características que son fundamentales para el objetivo propuesto. El primero radica en el pin 2 denominado Trigger, En la [figura 22](#) se observa que la señal de entrada descrita en color negro, muestra unas fluctuaciones o ruido. La función del Schmitt trigger consiste en que para que cambie el estado de la salida que se observa en color azul, la señal original debe sobrepasar el margen de tolerancia trazado por las dos líneas rojas. Teoría y Práctica (2012).

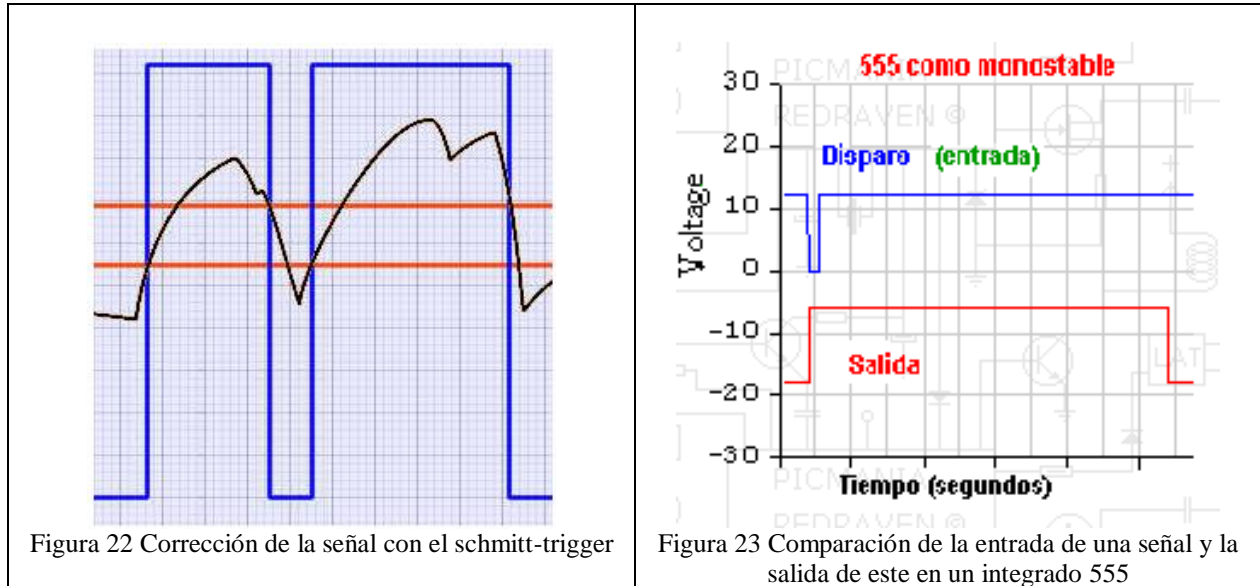


Tabla 10 Acondicionamiento de la señal del integrado 555

Una vez el integrado realiza la corrección de la señal proveniente del sensor es posible aumentar su duración, tal como se observa en la [figura 23](#).

Los resultados de las pruebas fueron los mejores obtenidos hasta el momento en cuanto a obtención de la señal de entrada. Se logra un pulso de 1 segundo aproximadamente el cual se genera fácilmente con una leve estimulación y es suficiente para ser tratado por ejemplo por un microcontrolador. Pero, el apartado del consumo vuelve a convertirse en un problema a tener en cuenta ya que cotejando las muestras obtenidas con los datos técnicos del integrado 555 se comprueba que para una alimentación de 12 voltios, dicho integrado consume unos 10 miliamperios aproximadamente.



	<p><b>6.5 Electrical Characteristics</b> (<math>T_A = 25^\circ\text{C}</math>, <math>V_{CC} = 5\text{ V to } 15\text{ V}</math>, unless otherwise specified)<sup>(1)(2)</sup></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PARAMETER</th> <th>TEST CONDITIONS</th> <th>MIN</th> <th>TYP</th> <th>MAX</th> <th>UNIT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Supply Voltage</td> <td></td> <td>4.5</td> <td></td> <td>16</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Supply Current</td> <td><math>V_{CC} = 5\text{ V}</math>, <math>R_L = \infty</math></td> <td></td> <td>3</td> <td>6</td> <td rowspan="2">mA</td> </tr> <tr> <td><math>V_{CC} = 15\text{ V}</math>, <math>R_L = \infty</math> (Low State)<sup>(3)</sup></td> <td></td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Timing Error, Monostable</td> <td></td> <td></td> <td>1%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Initial Accuracy</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Drift with Temperature</td> <td><math>R_A = 1\text{ k to } 100\text{ k}\Omega</math>, <math>C = 0.1\ \mu\text{F}</math>,<sup>(4)</sup></td> <td></td> <td>50</td> <td></td> <td>ppm/<math>^\circ\text{C}</math></td> </tr> <tr> <td>Accuracy over Temperature</td> <td></td> <td></td> <td>1.5%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Drift with Supply</td> <td></td> <td></td> <td>0.1%</td> <td></td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>Timing Error, Astable</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Initial Accuracy</td> <td></td> <td></td> <td>2.25</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	Supply Voltage		4.5		16	V	Supply Current	$V_{CC} = 5\text{ V}$ , $R_L = \infty$		3	6	mA	$V_{CC} = 15\text{ V}$ , $R_L = \infty$ (Low State) <sup>(3)</sup>		10	15	Timing Error, Monostable			1%			Initial Accuracy						Drift with Temperature	$R_A = 1\text{ k to } 100\text{ k}\Omega$ , $C = 0.1\ \mu\text{F}$ , <sup>(4)</sup>		50		ppm/ $^\circ\text{C}$	Accuracy over Temperature			1.5%			Drift with Supply			0.1%		V	Timing Error, Astable						Initial Accuracy			2.25			
PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT																																																													
Supply Voltage		4.5		16	V																																																													
Supply Current	$V_{CC} = 5\text{ V}$ , $R_L = \infty$		3	6	mA																																																													
	$V_{CC} = 15\text{ V}$ , $R_L = \infty$ (Low State) <sup>(3)</sup>		10	15																																																														
Timing Error, Monostable			1%																																																															
Initial Accuracy																																																																		
Drift with Temperature	$R_A = 1\text{ k to } 100\text{ k}\Omega$ , $C = 0.1\ \mu\text{F}$ , <sup>(4)</sup>		50		ppm/ $^\circ\text{C}$																																																													
Accuracy over Temperature			1.5%																																																															
Drift with Supply			0.1%		V																																																													
Timing Error, Astable																																																																		
Initial Accuracy			2.25																																																															

Tabla 11 Pruebas de consumo sensor de vibración con integrado Lm555

Analizando el proceso llevado hasta ahora se evidencia la necesidad de buscar otra alternativa que supere los dos problemas existentes, el buen tratamiento y acondicionamiento de la señal de entrada y un consumo que sea del orden entre miliamperios a microamperios o en el mejor de los casos 0 amperios.

Para ello se realiza una investigación que conduzca a una solución más apropiada y acorde al requerimiento exigido. Por lo cual, se empieza una nueva fase de experimentación con un circuito descrito a continuación.

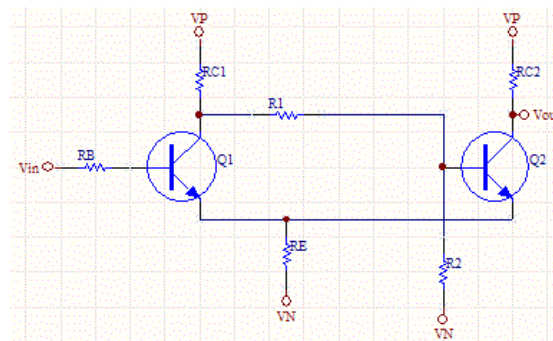


Figura 27 Circuito Trigger Schmitt con transistores NPN. Daycounter (2016)

Los transistores cumplen su función, en salida se obtiene una salida más limpia, pero de una corta duración, por lo que se piensa en agregar un componente que retenga dicha señal por un lapso de tiempo más prolongado, por lo cual se incluye un condensador en el circuito. Esto con el fin de usar las características de dicho dispositivo entre las cuales está el de tener la capacidad de almacenar carga eléctrica, para liberarla posteriormente. El condensador se vale de dos placas o superficies conductoras con forma de láminas separadas por un material dieléctrico (aislante). Dichas placas son las que recibirán la carga eléctricamente cuando sea conectado a una batería o a fuente de tensión eléctrica. Las placas se cargarán con idéntica cantidad de carga (q) pero con distintos signos (una + y la otra -). Posteriormente entre las dos placas se obtendrá una diferencia de potencial o tensión, y estará preparado para soltar esta la carga contenida cuando se le conecte a un receptor de salida.

**2.1.2. Carga y descarga de un condensador.**

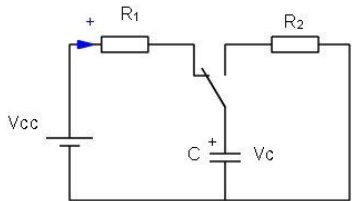
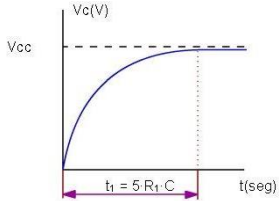
 <p>Figura 28 Circuito de prueba para carga de un condensador. Tecnología (2017)</p>	 <p>Figura 29 Ecuación y gráfica del proceso de carga de un condensador</p>
---	---

Tabla 12 Circuito de carga de un condensador

Al poner el conmutador como aparece en la figura 28, el condensador estará en serie con R1 y estará cargándose, lo cual corresponde con la ecuación de carga de condensadores descrita en la figura 29.

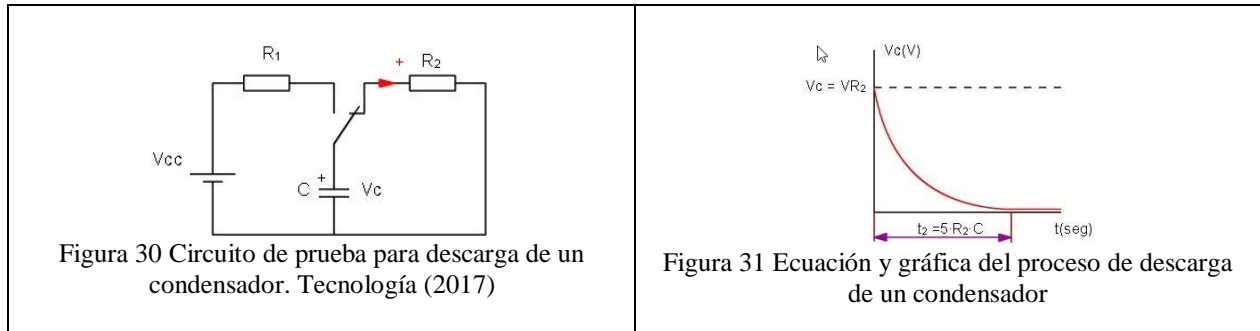


Tabla 13 Circuito de descarga de un condensador

Para el caso de la descarga de un condensador, se conecta este a un componente que reciba la carga que tiene acumulada

Igual que en el anterior ejercicio, esta descarga no será instantánea, dependerá de la R2 de salida y de la capacidad nominal del condensador. La fórmula empleada para la carga y descarga del condensador es la misma. A mayor R2 mayor tiempo de descarga

A continuación se realizan pruebas de ensayo y error en pro de encontrar la mejor sensibilidad que pueda ofrecer el sensor de vibración con el siguiente circuito, con el fin de determinar el valor adecuado de capacidad del condensador, ya que como se vio en las gráficas anteriores, dicho valor influirá no solo en el tiempo que dure la descarga sino en la oposición que ofrezca a ser cargado:

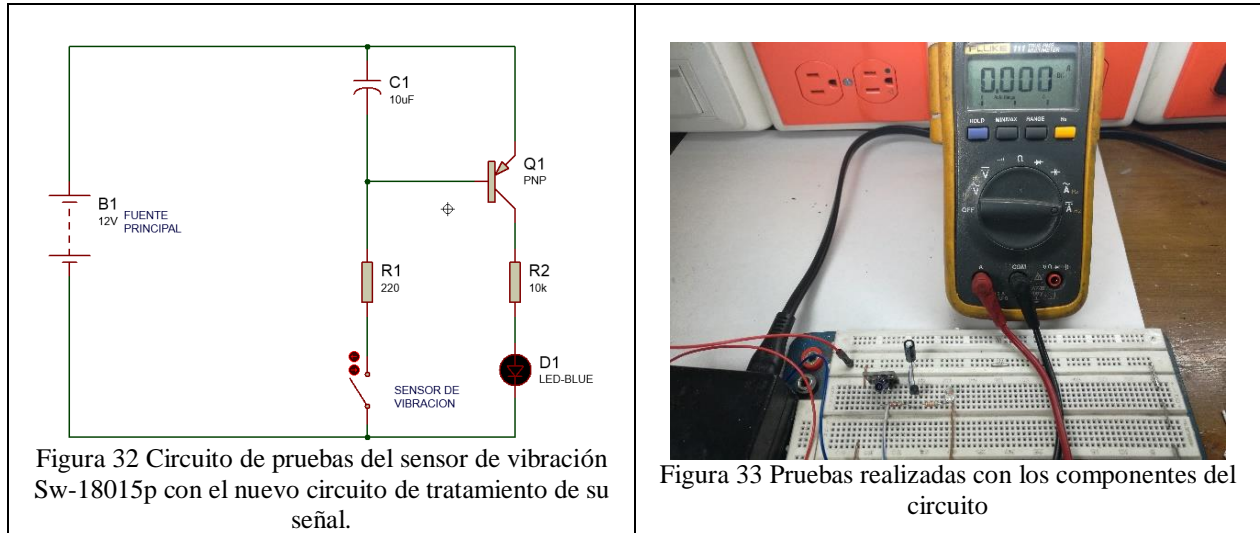


Tabla 14 Prueba de consumo del circuito con sensor de vibración y condensador

Finalmente se obtuvo el resultado requerido, se logró una excelente sensibilidad gracias al transistor que requiere de una mínima excitación para entrar a conducir y al condensador que retiene la señal el tiempo suficiente para poder trabajar cómodamente con la señal generada. Además, se obtuvo un resultado en la medición de consumo de 0 amperios. Fue necesario establecer el valor del condensador luego de aplicar la técnica de pruebas de ensayo y error, hasta encontrar un valor óptimo en 3.3 uf de un condensador electrolítico.

### Lección 3: Determinación del circuito eléctrico de un vehículo automotor.

Un automóvil posee subsistemas dentro su sistema eléctrico, en primer lugar está la generación y almacenamiento de energía eléctrica y se compone comúnmente por cuatro dispositivos: el

generador, el regulador de voltaje, que puede estar como elemento independiente o incluido dentro del generador, la batería de acumuladores y el interruptor de la excitación del generador.

El borne negativo de la batería de acumuladores siempre está conectado a tierra para que todos los circuitos del sistema se cierren por esa vía.

Del borne positivo sale un conductor de calibre grueso que va a la salida del generador, por este conductor circulará la corriente de carga de la batería producida por el generador. Esta corriente en los generadores modernos puede estar alrededor de 100 amperios.

De este cable se deriva otro para el indicador de la carga de la batería ubicado en el tablero de instrumentos, por lo general es un voltímetro en los vehículos más modernos. Este indicador le permite al usuario conocer el estado de trabajo del sistema.

Desde el borne positivo de la batería también se alimenta, pasando primero por un fusible, el interruptor del encendido. Cuando se gira la llave de este interruptor se establece la corriente de excitación del generador y se pone en marcha el motor, la corriente de excitación siempre estará regulada para garantizar un valor fijado previamente y estable en el voltaje de salida del generador. Este valor prefijado corresponde al máximo valor del voltaje nominal del acumulador durante la carga establecido, de modo que cuando este, esté completamente cargado, no circule alta corriente por él y así protegerlo de sobrecarga. Álvarez (2009).

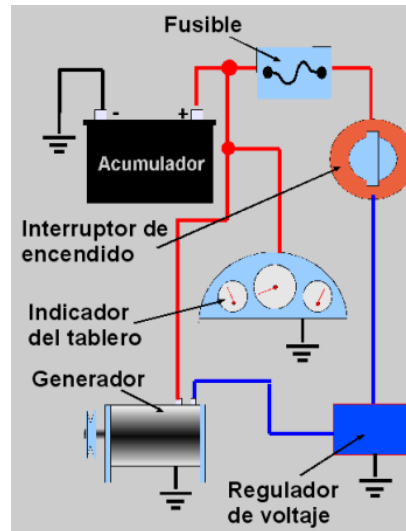


Figura 34 Diagrama des sistema eléctrico de un automóvil para generar el encendido del motor de combustión.

Álvarez (2009).

### 3.1. Análisis del circuito eléctrico del vehículo de pruebas.

Para el desarrollo de este proyecto se requiere un vehículo automotor que permita realizar todas las pruebas necesarias para asegurar el éxito y correcto funcionamiento de todo el sistema de alarma propuesto, por esta razón, dichas pruebas se realizaran en uno tipo motocicleta dado que el principio de funcionamiento de puesta en arranque y paro del motor de combustión es igual al sistema de un automóvil. Esto permite, entre otras cosas que las pruebas sean hechas en condiciones complejas, ya que en este tipo de vehículos en primer lugar se cuenta con poco espacio, está más expuesto a factores meteorológicos, vibraciones fuertes, polvo, humo, suciedad, humedad, etc.



La motocicleta seleccionada es una de la marca Yamaha, FZ16, modelo 2013, color negra, 150 centímetros cúbicos, batería de 12 voltios, arranque eléctrico, sistema de iluminación HID.

 <p>Figura 35 Motocicleta FZ16 modelo 2013. Tecnoautos (2012).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de motor : 4 Tiempos SOHC, refrigerado por aire</li> <li>• Disposición de los cilindros : 1 Cilindro inclinado hacia adelante</li> <li>• Cilindraje: 153.0cm<sup>3</sup></li> <li>• Diámetro por carrera : 58.0 x 57.9mm</li> <li>• Relación de compresión: 9.5:1</li> <li>• Potencia Máxima: 13,5Hp a 7500rpm</li> <li>• Torque máximo: 13.6 Nm a 6000rpm</li> <li>• Arranque:Eléctrico y a pedal</li> <li>• Tipo de lubricación : Cárter húmedo</li> <li>• Capacidad de combustible: 12L (3,17 Gls)</li> <li>• Encendido: C.D.I.</li> <li>• Capacidad batería: 12V 5.0AH</li> <li>• Batería: AB5L-B o MLX-5LE</li> </ul> <p>Figura 36 Características técnicas motocicleta FZ16 modelo 2013. Tecnoautos (2012)</p>
---	--

Tabla 15 Vehículo de pruebas

De acuerdo al principio de funcionamiento del dispositivo de alarma a diseñar, es necesario conocer el circuito eléctrico de la motocicleta con el fin de determinar algunos aspectos que son vitales para el desarrollo del proyecto:

- El voltaje de la batería: Batería de 12 voltios DC
- Corriente nominal de la batería: 5 Amperios hora
- Arranque: Eléctrico y pedal

- Señal que indique que la motocicleta está encendida después de haber girado el interruptor de llave
- Punto de apertura del circuito que permita apagar el motor de combustión interna

Para estos dos últimos ítems es necesario analizar el circuito específico de la motocicleta para determinar los puntos que nos brinden la posibilidad de intervenirlo y obtener lo que requerimos. También es de vital importancia determinar los nodos en que no se vea afectado el funcionamiento normal de la motocicleta. Argumentado de igual manera en evitar problemas de garantía de mantenimiento por afectación o modificación del sistema eléctrico.



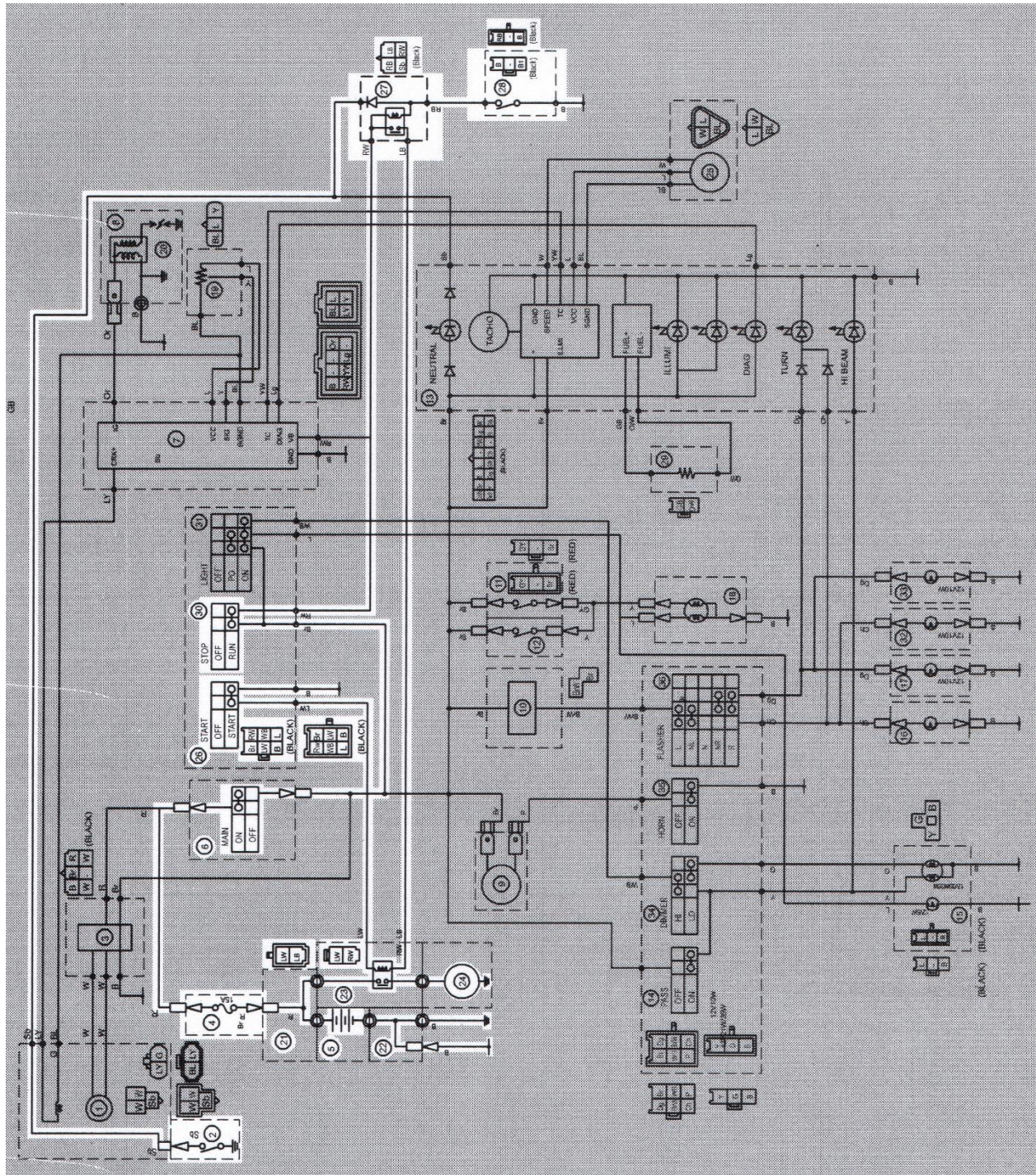


Figura 37 Sistema de arranque eléctrico motocicleta FZ16. Motor (2017)



Analizando la figura anterior se implementó el siguiente circuito con el fin de obtener una señal que indique cuando la motocicleta esté encendida o este apagada y la posibilidad de abrir el circuito eléctrico para apagar el motor cuando se desee, así las llaves estén introducidas, esto será gobernado posteriormente por un microcontrolador:

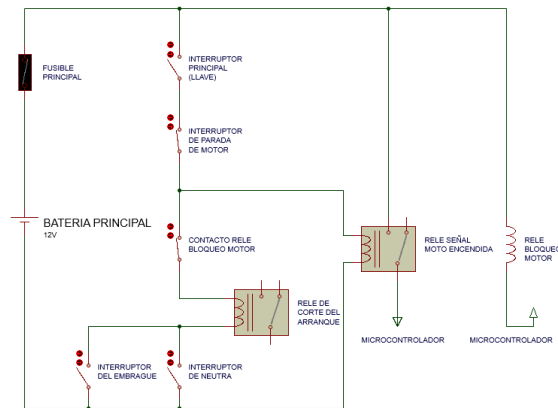


Figura 38 Circuito diseñado para el control del estado de la motocicleta y el bloqueo del motor de combustión.

#### Lección 4: Determinación de los elementos que conforman el dispositivo de alarma.

Una vez que se tiene una idea de desarrollo, es el momento de establecer los elementos que permitan llevar a la realidad el planteamiento propuesto. Para ello se debe tener en cuenta variables muy importantes como los son por ejemplo el tamaño físico, este deber ser el adecuado pensando en que se pretende que el dispositivo de alarma pueda ser instalado en una motocicleta. Se pretende que su tamaño sea incluso inferior al standard de las alarmas actuales que se encuentran en el mercado. Así mismo, debe ser capaz de soportar condiciones extremas que se puedan presentar de

un dispositivo que se encuentre en un entorno que contiene movimiento, vibraciones, frío, calor, humedad, polvo, mugre, etc.

También, se pueden presentar variaciones de voltaje debido a desgaste en la batería de ácido, durante la carga de la batería, variaciones en el alternador, variaciones en el regulador de voltaje. Picos de corriente cuando se enciende el motor del vehículo, ya que cuando se energiza el motor de arranque hay una caída de tensión significativa y un aumento de corriente proporcional.

Se determina entonces emplear un microcontrolador como el “cerebro” del sistema de alarma, este dispositivo resulta ideal por su tamaño, uso industrial, fácil acceso, precio bajo y fiabilidad más que comprobada en ámbitos rudos, un microcontrolador se define como un circuito integrado digital que puede ser usado para diversos propósitos gracias a que es programable. Se compone por una unidad central de proceso (CPU), memorias (ROM y RAM) y líneas de entrada y salida (periféricos). Sherlin (2017).

#### **4.1. Selección del microcontrolador a implementar**

Un microcontrolador tiene un sinnúmero de aplicaciones como lo pueden ser: manejo de sensores, controladores, juegos, calculadoras, agendas, avisos lumínicos, secuenciador de luces, cerrojos electrónicos, control de motores, relojes, alarmas, robots, entre otros.

Debido a que el hardware ya viene integrado en un solo chip, para usar un microcontrolador se debe programar su funcionamiento por software a través de una rutina que indique las instrucciones que el microcontrolador debe realizar. En una memoria interna se guardan los programas y un elemento llamado CPU se encarga de procesar paso a paso las instrucciones del programa. Los lenguajes de programación más usados son ensamblador y C, cuando se compila el programa realizado este es transferido en hexadecimal, que es el formato que el microcontrolador entiende. Para grabar un programa en un microcontrolador se requiere básicamente un computador, software de programación (incluyendo un compilador) y un circuito programador. XBot (2017).

En el mercado se encuentran varias familias de microcontroladores, de diferentes gamas y características para cubrir cada necesidad, entre los principales fabricantes de estos dispositivos se encuentran:

<p>Atmel: La familia de microcontroladores AVR es bastante extensa y todas comparten el mismo núcleo AVR, pero tienen distintos periféricos y cantidades de RAM y ROM: las familias de estos elementos van desde el microcontrolador de la familia Tiny AVR ATtiny11 con 1kB de memoria flash y sin RAM (sólo los 32 registros), con un encapsulado de 8 pines, hasta el microcontrolador de la familia Mega AVR ATmega2560 con 256kB de memoria flash, 8kB de memoria RAM, 4kB de memoria EEPROM, conversor analógico digital de 10 bits y 16 canales, temporizadores, comparador analógico, etc. Traen programados de fábrica un "bootloader" (cargador de arranque), lo cual hace posible programarlos mediante su módulo de comunicaciones USB, sin necesidad de un programador especial, sólo con un cable USB y un circuito básico.</p> <p>Permiten a través del uso de librerías "open source" ejecutar aplicaciones USB de manera</p>	<p>Microchip Technology: Conocida comúnmente como Microchip, es una de las empresas vanguardia en la fabricación de microcontroladores los cuales se conocen con el apodo "PIC". Entre sus características están sus bajos costos, desempeño eficiente, gran documentación y fácil</p>	<p>Freescall: Freescall Semiconductor es una compañía global líder en la industria de semiconductores enfocada a dar soluciones en el procesamiento embebido y productos de conectividad. Actualmente, se enfoca mayoritariamente al suministro de productos para la industria automotriz, de redes, comunicaciones inalámbricas,</p>	<p>Texas instruments: TI, es una empresa norteamericana que desarrolla y comercializa semiconductores y tecnología para sistemas de cómputo. De igual manera, es el mayor productor de procesadores digitales de señal y semiconductores analógicos. También, TI es el tercer mayor fabricante de semiconductores del mundo después de Intel y Samsung y es el mayor proveedor</p>
---	--	---	--

mucho más simple, entre las se pueden mencionar: teclado, mouse y joystick con puerto USB, HID genérico, interfaz UART a USB con puerto COM virtual, etc. Álvarez (2017).	adquisición de los kit de desarrollo. XBot (2017).	control industrial e industrias de consumo electrónico. Álvarez (2013).	de circuitos integrados para teléfonos móviles. Sánchez (2015).
---	--	---	---

Tabla 16 Comparación de microcontroladores de diferentes marcas comerciales

	ATMEL <sup>®</sup> ATMEGA16	Microchip <sup>®</sup> PIC16F877A	Freescall <sup>®</sup> MC68HC908AP16
RAM	1024	368	1024
ROM	16KBytes	14.3KBytes	16KBytes
EEPROM:	512Bytes	256Bytes	x
Puertos I/O	32	33	32
Oscilador	Interno 8MHz Externo 16MHz	Externo 20MHz	Interno 32MHz
Tiempos de instrucción	1-5 Cicl. reloj	4/8 Cicl. reloj	1-7 Cicl. reloj
Arquitectura	RISC	RISC	CISC
Registros de trabajo	32	1	1
USART	✓	✓	x
I <sup>2</sup> C	✓	✓	✓
SPI	✓	✓	✓
ADC	8 Canales 10 bits	8 Canales 10 bits	8 Canales 10 bits
JTAG	✓	x	x
Multiplicador	✓	x	✓
Estado	Activo	Activo	Obsoleto

Figura 39 Tabla comparativa entre las principales marcas de microcontroladores y sus modelos más populares.

Quiceno (2010).

Se determina trabajar con el microcontrolador modelo Atmel Atmega 328 en razón a su fácil implementación, bajo consumo, alta tolerancia de voltaje de operación, bajo costo, gran cantidad de librerías de programación, material de apoyo, software gratuito y demás características descritas a continuación:

- Microcontrolador arquitectura de 8 bits de la familia AVR
- Hasta 23 pines I/O disponibles
- Memoria de programa flash de 32 kB
- SRAM de 2 kB

- EEPROM de datos de 1 kB
- Velocidad máxima de la CPU 20 MIPS
- Oscilador externo hasta 20 MHz
- Voltaje de operación 1.8 V a 5.5 V
- ADC de 10 bits y 6 canales
- 2 timers/contadores/comparadores de 8 bits
- 1 timer/contador/comparador/Captura de 16 bits
- 6 canales PWM
- USART Full duplex
- SPI
- TWI Two-wire Serial Interface (2-Wire) (I2C compatible)
- Comparador análogo • Múltiples fuentes de interrupción
- Oscilador de reloj interno
- Brown-out Reset de valor programable
- Power-on Reset
- Modos de bajo consumo (1Mhz, 1.8v, 25c):
- Modo activo: 0.2mA
- Modo sleep: 0.75uA



- Modo ultra sleep: 0.1uA
- Soporta 10,000 ciclos de borrado/escritura en memoria flash
- Soporta 100,000 ciclos de borrado/escritura en memoria EEPROM
- Protección de código programable
- Cumple directivas RoHS
- Encapsulado PDIP de 28 pines

#### 4.2. Selección del módulo GSM

Se requiere de un módulo que sea capaz de conectarse con las redes móviles existentes en Colombia, es decir que opere en las bandas 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz que son las frecuencias que manejan las operadoras de telefonía móvil.




Figura 40 Operadores de telefonía móvil en Colombia. Echeverry (2015).

REDES CELULARES EN COLOMBIA				COMPATIBILIDAD POR OPERADOR									
GENERACIÓN	TIPO DE RED	BANDA	FRECUENCIA (MHz)	AVANTEL	CLARO	DIRECTV	ETB	EXITO	MOVISTAR	TIGO	UFF	UNE	VIRGIN
2G	GSM, GPRS, EDGE	5	850	X					X				X
		2	1900				X	X		X	X	X	
3G	UMTS, WCDMA, HSDPA, HSPA+	5	850		X				X				X
		2	1900				X	X		X	X	X	
4G	LTE	4	1700 y 2100	X			X		X	X			
		7	2600		X							X	
		38	2600			X							

Figura 41 Tabla de frecuencias utilizadas por las empresas de telefonía móvil existentes en Colombia. Echeverry (2015).

Tabla 17 Características de los operadores de telefonía celular en Colombia

Nota: Avantel y ETB tienen redes LTE de su propiedad, pero al menos por ahora esas redes no tienen la capacidad de procesar llamadas telefónicas, al igual que las demás redes LTE instaladas en Colombia. Por lo tanto las llamadas deben ser transmitidas a través de una red 2G (GSM, GPRS o EDGE) o a través de una red 3G (UMTS, WCDMA, HSDPA, HSPA+) de otros operadores. Para tener el servicio de llamadas telefónicas, Avantel tiene acuerdos de interconexión con los operadores que sí tienen red 2G y 3G propia (Claro, Movistar y Tigo), y ETB tiene acuerdo de interconexión con la empresa Tigo. Lo que quiere decir, para usar un celular en Avantel o en ETB para llamadas telefónicas, es necesario que el teléfono móvil sea compatible con las redes 2G y 3G en las frecuencias 850 MHz y en 1900 MHz. Echeverry (2015).

Se buscó en el mercado que tipos de módulos tienen esas características y además sea posible gobernarlos de alguna manera con un microcontrolador para poder gestionar sus funciones y recursos. Se trabajó primero con el modulo SIM 800L de la compañía SIMCom:

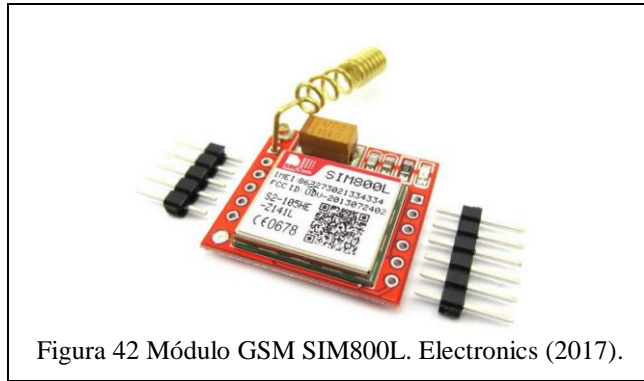


Figura 42 Módulo GSM SIM800L. Electronics (2017).

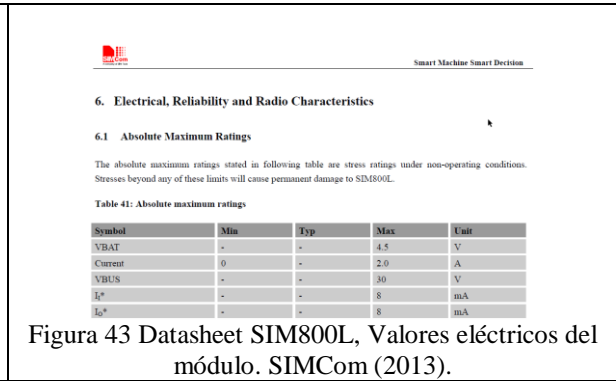


Figura 43 Datasheet SIM800L, Valores eléctricos del módulo. SIMCom (2013).

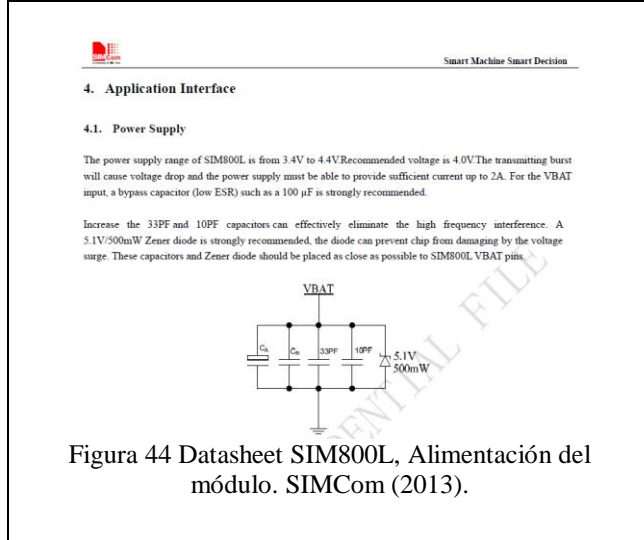


Figura 44 Datasheet SIM800L, Alimentación del módulo. SIMCom (2013).

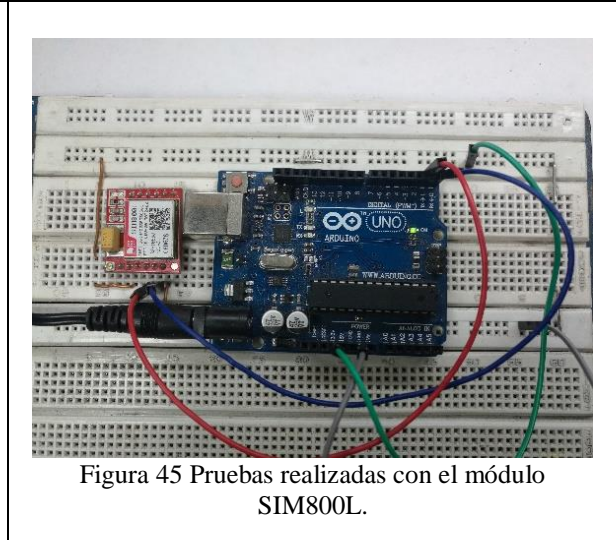


Figura 45 Pruebas realizadas con el módulo SIM800L.

Tabla 18 Módulo SIM 800L

Este módulo de telefonía celular permite añadir voz, texto, datos y SMS de acuerdo a la necesidad del usuario. Esta versión cuenta con un conector uFL. Por sí solo, este módulo no puede ejecutar ningún proceso, por lo que requiere un microcontrolador para gobernarlo.

Posteriormente se realizaron pruebas con el módulo GSM M95 de la compañía Quectel:



Figura 46 Tarjeta de pruebas M95. Electrónica (2014).

**M95 Hardware Design** **QUECTEL**

1) Use the EMERG. OFF pin only while falling to turn off the module by the command "AT+QPOWD=1" and the PWRKEY pin. Please refer to Section 3.4.2.2.

**3.3. Power supply**

**3.3.1. Power features of module**

The power supply is one of the key issues in the designing GSM terminals. Due to the 577us burst emission in GSM every 4.615ms, power supply must be able to deliver high current peaks in a burst period. During these peaks, drops on the supply voltage must not exceed minimum working voltage of module.

For the M95 module, the max current consumption could reach to 1.6A during a transmit burst. It will cause a large voltage drop on the VBAT. In order to ensure stable operation of the module, it is recommended that the max voltage drop during the transmit burst does not exceed 400mV.

Figure 3: Voltage ripple during transmitting

**3.3.2. Decrease supply voltage drop**

The power supply range of the module is 3.3V to 4.6V. Make sure that the input voltage will never drop below 3.3V even in a transmitting burst. If the power voltage drops below 3.3V, the module could turn off automatically. For better power performance, it is recommended to place a 100uF tantalum capacitor with low ESR (ESR<0.7Ω) and ceramic capacitors 100nF, 33pF and 10 pF near the VBAT pin. The reference circuit is illustrated in Figure 4.

M95\_HD\_V1.2 - 26 -

Figura 47 Datasheet M95, Alimentación y consumos del módulo. Quectel (2012).

**5.3. Power supply ratings**

Table 26: The module power supply ratings

Parameter	Description	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
VBAT	Supply voltage	Voltage must stay within the min/max values, including voltage drop, ripple, and spikes.	3.3	4.0	4.6	V
	Voltage drop during	Maximum power control level on GSM850 and GSM900.			400	mV

M95\_HD\_V1.2

- 60 -

Figura 48 Datasheet M95, valores eléctricos del módulo. Quectel (2012)

Tabla 19 Módulo M95

El M95 es un módulo GSM/GPRS tiene la capacidad de operar en 4 bandas. Es uno de los dispositivos más pequeños de su tipo en el mundo. Ofrece máxima fiabilidad y robustez. A partir de su diminuto tamaño y facilidad al soldar, puede ser empleado en diversidad de aplicaciones tales como voz y datos, SMS, Fax, VTS, PDA, rastreo personal.

Analizando información sobre estos dispositivos y en general de varios módulos GSM, todos funcionan de forma similar, poseen unos pines de comunicación Rx y Tx para comunicación serial UART, por los cuales se hace la transferencia de comandos AT con el puerto de comunicación que dispone el microcontrolador. Se debe prestar especial atención a la fuente de alimentación, ya que cuando se transmite algún tipo de información, ya sea llamadas de voz o mensajes de texto SMS se presentan picos de corriente de hasta 2 amperios. Estos aspectos se detallan a continuación:

#### **4.2.1. Comunicación serial UART.**

La comunicación serial UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter) está presente en los microcontroladores Atmega8/168/328. Es uno de los protocolos que se puede emplear con los dispositivos electrónicos embebidos, es la utilización de la comunicación serial para poder interactuar con diferentes dispositivos. En este tipo de comunicación asincrónica, la velocidad de envío de los datos es establecida a priori entre el emisor y el receptor. Tamayo (2009).

#### **4.2.2. Comandos AT.**

Los comandos AT son instrucciones codificadas que componen un lenguaje de comunicación entre un dispositivo maestro y un terminal modem, es una interfaz para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones como puede ser marcar un número de teléfono. Quectel (2012).

### 4.2.3. Alimentación del módulo GSM.

De acuerdo a las características técnicas analizadas en los Datasheet tanto del módulo GSM SIM800L como del módulo M95 de Quectel, el funcionamiento de estos dispositivos genera consumos de corrientes variables, algunos que son configurables por comandos AT como la opción de ahorro de energía y otros propios del trabajo de los módulos cuando se conecta a la red, cuando envía un mensaje de texto, cuando recibe una llamada, entre otros.

Con la información descrita, los fabricantes sugieren una atención especial para el suministro de alimentación, un voltaje estable y dentro de los rangos establecidos y una capacidad no inferior de 2 amperios, para que soporte todas las transmisiones que tenga lugar.

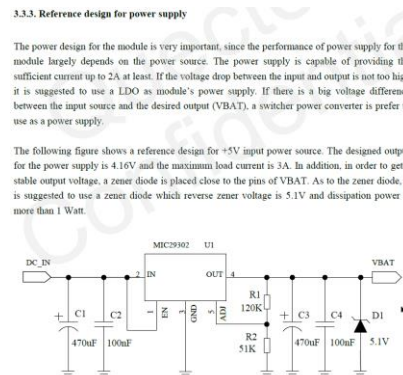


Figura 49 Referencia de la fuente de alimentación. Quectel (2012)

### 4.2.4. Pruebas de comunicación con el microcontrolador y módulo GSM seleccionado.

Se ha escogido el módulo GSM M95 en razón a su destacado desempeño durante las pruebas realizadas, su mejor y más rápida conexión a las antenas celulares y mayor capacidad para controlar su funcionamiento.

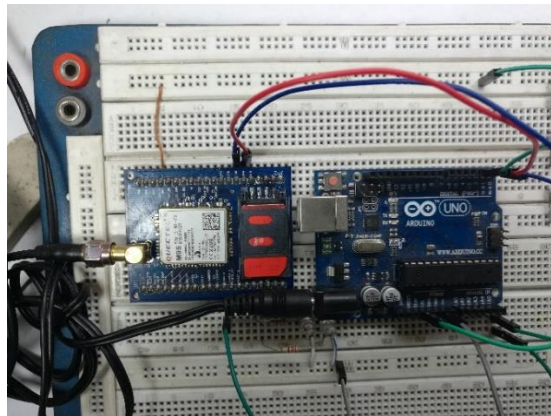


Figura 50 Pruebas realizadas con el módulo M95.

Las pruebas de comunicación entre el módulo alarma y un dispositivo móvil consistió en primer lugar en encender un led con una llamada recibida. Ver Anexo B. En la segunda prueba se logra generar una llamada perdida desde el módulo hacia el teléfono móvil. Ver Anexo C. Posteriormente se generó un mensaje de texto desde el módulo hacia el teléfono móvil. Ver Anexo D.

Finalmente se estableció la programación necesaria para encender un led con un mensaje de texto recibido en el módulo proveniente de un teléfono móvil. Ver Anexo E.

#### 4.2.5. Selección del módulo GPS

Se requiere de un dispositivo que indique la posición del vehículo, se considera de vital importancia tener la posibilidad de conocer de alguna manera cual es la ubicación de este, teniendo en cuenta que en una posible situación de hurto además de que el usuario sea informado de la novedad o que tenga la opción de apagar o bloquear el motor de combustión, también es útil obtener las coordenadas precisas de donde se encuentra el vehículo, o donde es llevado. Para este fin es conveniente usar la tecnología GPS.

Ahora es necesario determinar el dispositivo adecuado de acuerdo a las necesidades existentes, En ese orden de ideas, se buscó en el mercado los siguientes módulos GPS:

##### 4.2.5.1. Gps - Quectel L86.

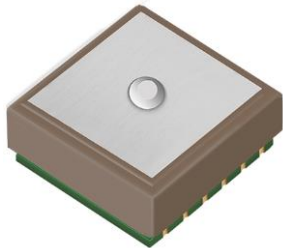
 <p>Figura 51 Modulo GPS Quectel L86. Electrónica (2017).</p>	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacto Módulo GNSS.</li> <li>• El GPS L86 es ultra compacto con toda la tecnología de los Chipset MediaTek MT3333.</li> <li>• Diseñado para tener compatibilidad con el GPS QUECTEL L80 es decir su huella sirve para ambos GPS sin ningún problema.</li> <li>• Ultra Bajo consumo: 20mA</li> <li>• Anti-Jamming</li> <li>• Rango de temperatura desde -40°C a +85°C</li> <li>• Súper Tracking --&gt; Sensibilidad de 165dbm</li> <li>• Alta precisión</li> </ul>
--	--

Tabla 20 GPS L86



#### 4.2.5.2. Gps - Quectel L80.

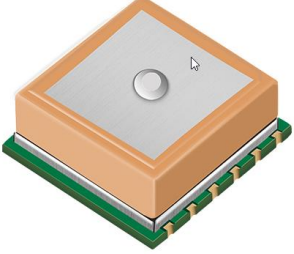
 <p>Figura 52 Modulo GPS Quectel L80. Electrónica (2017).</p>	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo GPS con antena integrada.</li> <li>• Las dimensiones de este módulo, el bajo consumo eléctrico, y la antena instalada sobre el circuito, lo hacen perfecto para aplicaciones portables.</li> <li>• El L80 brinda alto desempeño gracias a las tecnologías EASY (Embedded Assist System) y AlwaysLocate. EASY asegura que el L80 calcule las orbitas automáticamente usando los datos de efemérides (hasta 3 días) almacenados en la memoria flash interna, con esto es capaz de "ubicarse" rápidamente incluso cuando tiene niveles de señal bajos (al interior de un edificio o en entorno urbano denso). AlwaysLocate permite al L80 ajustar los tiempos de ON/OFF automáticamente para obtener balance entre precisión de su ubicación y consumo eléctrico.</li> <li>• Voltaje de operación: 2.8~4.3V.</li> <li>• Corriente de operación: 7<math>\mu</math>A, hasta 26mA (depende del modo de operación).</li> <li>• Canales: 22 de rastreo y 66 de adquisición.</li> <li>• Sensibilidad: -148dBm adquisición, -165dBm rastreo, -160dBm re-adquisición.</li> <li>• Temperatura de operación: -40°C, hasta 85°C.</li> <li>• Dimensiones: 16mm x 16mm x 6.45mm.</li> </ul>
--	---

Tabla 21 GPS L80

La razón por la que se busca trabajar con estos modelos de módulos GPS es porque tiene la ventaja de poseer una antena integrada, lo cual aumenta la recepción de la comunicación con los satélites y que de igual manera es posible ampliar dicha capacidad con una antena exterior.

Se pretende trabajar con módulos de la empresa Quectel Wireless Solutions, que es un reconocido fabricante de módulos GPS, GSM y GPRS con una alta experiencia en el sector. Quectel se especializa en el mercado M2M wireless, diseñando y fabricando una amplia gama de módulos capaces de cumplir con los distintos estándares y requisitos industriales. Los productos de Quectel

son utilizados en aplicaciones M2M como contadores inteligentes, seguridad, seguimiento y trazabilidad, monitorización, control remoto, etc. Monolitic (2015).

En comparación entre los módulos GPS mencionados para la realización de la pruebas con el fin de determinar cuál es el ideal, se encontró que dentro de las librerías usadas en el microcontrolador para gestionar la comunicación con ellos se lee una información o código extenso con bastante información. Realizando una investigación al respecto y en apoyo con lo descrito en el Datasheet de los dispositivos, se halló que los módulos GPS emplean el standard NMEA (National Marine Electronics Association) el cual se creó para el intercambio de información digital entre distintos productos electrónicos marinos.

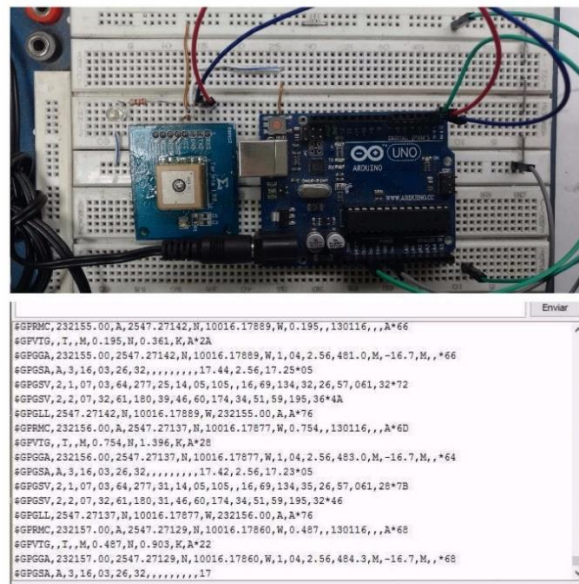


Figura 53 Información enviada desde el modulo GPS hacia el microcontrolador

Se evidencia la necesidad de incluir dentro de la programación del microcontrolador la manera de clasificar la información, ya que es interés de este proyecto conocer la ubicación del módulo GPS que ira dentro del vehículo por medio de la latitud y la longitud como también la velocidad que tenga en el momento que sea solicitada dicha información, esto con el fin de establecer una posible falsa a alarma por parte del módulo de alarma. Ver Anexo F.

### **Lección 5: Variables a tener en cuenta que deben ser cubiertas por el sistema a desarrollar.**

Para obtener los resultados esperados es necesario plantear la mayoría de variables que se puedan presentar en terreno, ya que se darán varias situaciones que deben ser cubiertas y contempladas por el módulo de alarma. Hay que tener en cuenta que las condiciones de funcionamiento a las que será sometido dicho modulo no serán constantes ni ideales siempre. A continuación se enlistan las variables contempladas:

- Alarma siempre apagada: Como se mencionó anteriormente, es prioridad de este proyecto lograr un consumo de 0 amperios por parte del módulo alarma mientras no ocurra una situación anormal, esto con el ánimo de preservar al máximo la vida útil, desempeño de la batería principal y de respaldo logrando tener un plus en comparación con las alarmas existentes en el mercado.

Mientras la moto este apagada y estacionada, la alarma estará igualmente apagada, desconectada del circuito principal, solo se energizara a si misma gracias al circuito

diseñado para el sensor de movimiento explicado anteriormente. Para lograr ello se usó el siguiente diagrama, en el cual se hace especial referencia a la forma como se lleva la señal acondicionada del sensor al regulador de voltaje MIC29302 en el pin enable, con lo cual se energiza el microcontrolador por un instante de tiempo, lo suficiente para que entre en operación y ejecute en sus primeras líneas de programación la orden para enclavar la alimentación y que continúe todo el circuito alimentado. Además, se plantea el uso de una batería auxiliar que le brinde autonomía a la alarma en caso de que la batería principal sea cortada o retirada, como se usa una batería de litio, es necesario agregar un circuito cargador para este tipo de celdas:

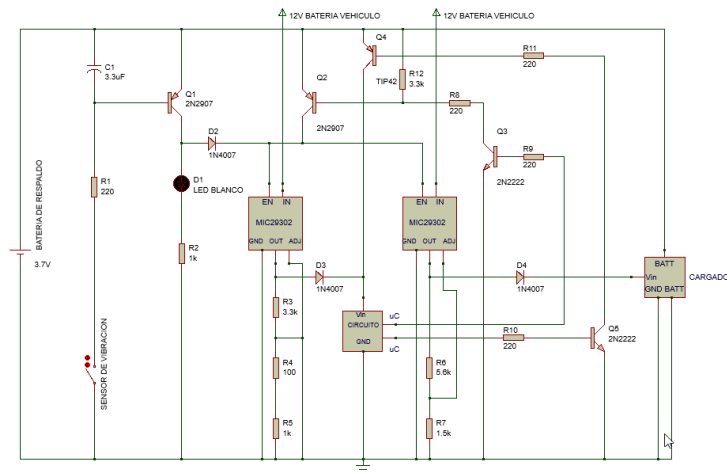


Figura 54 Diagrama de conexión módulo alarma.

- Cuando el vehículo sea encendido legalmente: En el momento que el vehículo sea encendido por medio de la llave, se generará una vibración o movimiento bien sea producto de la manipulación del vehículo o puesta en marcha del motor de combustión, se considera como una acción legal, así que, la alarma le hará una llamada perdida al teléfono móvil del

usuario, esto con el fin de informarlo, confirmar el correcto funcionamiento de la alarma y que el vehículo efectivamente ha sido encendido, se estima un tiempo de 15 segundos desde que la alarma se energiza hasta que se genera la llamada perdida, esto en razón a que es el tiempo que le puede tomar al módulo GSM conectarse a la red de antenas del operador celular.

- Mientras está el vehículo encendido: Si el motor de combustión está encendido el circuito eléctrico del vehículo estará alimentando tanto a la batería principal como a los componentes que interactúan para su funcionamiento incluyendo a la alarma, esto por medio del alternador. De este modo la alarma siempre estará encendida, cargándose su batería de respaldo y lista para operar, ya que se puede presentar varias situaciones:
  - El usuario sea víctima de robo mientras se desplaza en el vehículo, por lo cual sea obligado a bajarse de este. Para este caso, él podrá desde su teléfono móvil conocer la ubicación por medio del GPS, bloquear el motor, desbloquear el motor, entre otros
  - El usuario sea víctima de robo mientras se desplaza en el vehículo, por lo cual sea obligado a bajarse de este y además le pueden quitar su teléfono. Para este caso, él podrá desde otros dos teléfonos móviles inscritos previamente enlazarlos y poder conocer la ubicación por medio del GPS, bloquear el motor, desbloquear el motor, entre otros

- Cuando se apague el vehículo luego de haber sido encendido legalmente: Si el motor de combustión paso a estar apagado, se da una ventana de aproximadamente un minuto y treinta segundos para que el usuario termine de ubicar el vehículo y/o salga de este para generar una llamada perdida al teléfono móvil, con esto se confirma el funcionamiento correcto de la alarma y que efectivamente se ha apagado el motor.
- Si el vehículo está apagado y es alterado: Estando el vehículo apagado, la alarma de igual manera estará apagada (desconectada del circuito eléctrico de la batería principal), pero si es detectada una anomalía, el modulo alarma se activa y auto retiene y al cabo de aproximadamente un minuto y treinta segundos envía un mensaje de texto con la información del estado de la batería principal (si fue desconectada o no), la velocidad del vehículo en ese momento y las coordenadas de la ubicación donde se encuentre, este tiempo se estima para que el GPS ya se haya enlazado previamente con los satélites y pueda dar la información que se le pide.
- Si el módulo GSM no logra conectarse a la red celular: Puede presentarse la situación en que por deficiencia en la señal de las antenas GSM del operador celular el módulo GSM no logre enlazarse, esto puede ocurrir por ejemplo si el vehículo está en un sótano, en una región montañosa o muy remota. Así que, dada esta situación el microcontrolador tiene la capacidad de resetear el módulo GSM para que nuevamente intente subir a la red celular, ya que es imprescindible tratar de lograr la comunicación en todo momento. Este fue uno de los ítems que declinó la decisión en favor de usar el módulo GSM M95 en lugar del

módulo SIM800L, ya que este último no tenía la opción del pin para enviarle un pulso que le permitiera volver a iniciar el proceso de conexión a la red celular ni tampoco un comando AT para ello.

- Si el módulo GSM se apagó y se conectó la alarma a la batería principal: El módulo GSM trabaja con un voltaje mínimo de 3.3 voltios, umbral al que puede llegar por descarga paulatina de la batería principal y/o la de respaldo, por lo que si se llegara a presentar la situación que la batería principal vuelve a ser conectada o recargada el microcontrolador detectará esto y tratará de recuperar la comunicación, siendo esto uno de sus principales prioridades.
- Si la alarma se activa pero no es una situación de peligro real: En la situación que el vehículo sea alterado, pero no sea realmente una situación de peligro, será posible determinar esto conociendo la velocidad del vehículo, y de comprobar que no hay una amenaza real es posible que el usuario envíe un mensaje de texto desde su teléfono móvil hacia el módulo alarma para apagarla y evitar el consumo de las baterías.
- Si no se tiene el control del vehículo: En el caso que el vehículo haya sido hurtado y se requiere que la alarma siga funcionando de forma indeterminada hasta que sea recuperado, el usuario puede enviar un comando en un mensaje de texto desde su teléfono móvil hacia el módulo alarma para que esta haga caso omiso si el vehículo es apagado

- En caso de hurto del vehículo automotor: Hay dos opciones que el usuario puede emplear para recuperar su vehículo en el momento que fuera víctima de hurto. A través de comandos enviados por mensaje de texto desde el teléfono móvil hacia el módulo de alarma puede conocer las veces que desee la posición, actualizándola cada vez que lo requiera, además de tener la opción de verla en una plataforma más fácil de entender como lo sería google maps, o algún programa informático que le permita ver en un mapa las coordenadas de latitud y longitud suministradas en el mensaje de texto respuesta generado por la alarma. También, puede conocer la velocidad que lleve el vehículo y así saber si se encuentra en movimiento o estacionado en algún lugar, poder acercarse a ese lugar y/o llamar a las autoridades competentes.

La otra opción consiste en enviar un comando en un mensaje de texto desde el teléfono móvil del usuario hacia el módulo de alarma con el fin de bloquear el funcionamiento del motor de combustión, con lo que se puede detener o entorpecer el avance del vehículo, ubicarlo en el sitio donde quedó estacionado, informar a las autoridades y acercarse con la intención de recuperarlo.

**Lección 6: Diseño de un prototipo ideal, que cumpla con los objetivos propuestos y expectativas generadas.**



Teniendo en cuenta las variables contempladas se finaliza la programación del microcontrolador, habiendo realizado todas las pruebas requeridas hasta poder establecer el funcionamiento proyectado se ha llegado a la siguiente rutina. Ver Anexo G.

Se monta el circuito propuesto en protoboard y se realiza pruebas que permitan corroborar el planteamiento plasmado, obteniendo resultados que se fueron mejorando hasta llegar al objetivo deseado.

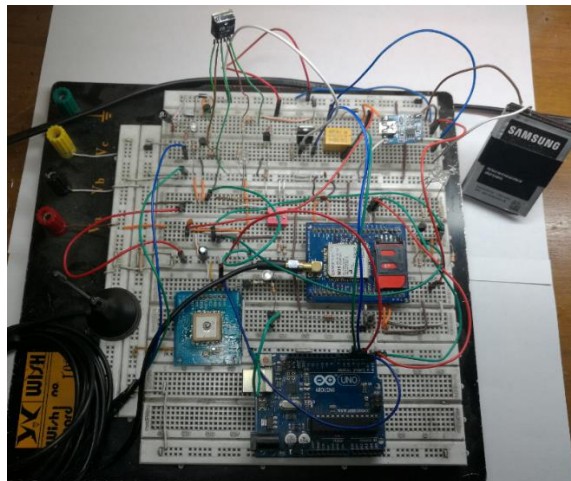


Figura 55 Circuito montado en protoboard para pruebas

El siguiente paso será el de diseñar el circuito impreso para montar los componentes necesarios que necesita la alarma. Sin embargo, en primer lugar es necesario determinar el tamaño máximo de la cubierta que contenga todo el sistema, ya que como se menciona en el principio de este trabajo, es uno de los objetivos que el modulo alarma sea lo más pequeño posible de modo que pueda ser instalado en una motocicleta, donde el espacio es bastante reducido.



Figura 56 Caja que contendrá la alarma

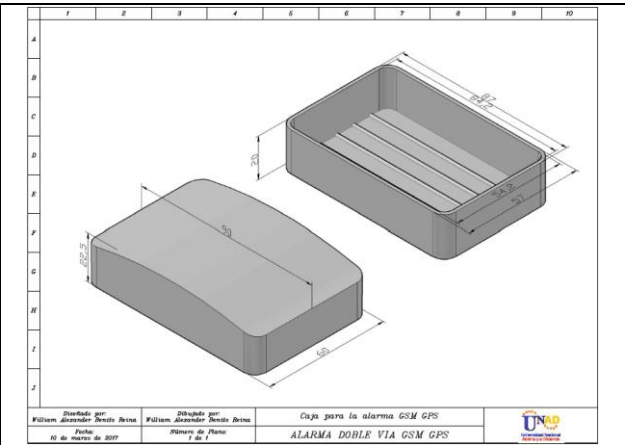


Figura 57 Plano de la caja de la alarma realizado en AutoCAD 2015

Tabla 22 Caja de montaje

Conociendo el tamaño máximo disponible se procedió a diseñar el circuito impreso, para esto se usó el software Proteus design suite en su versión 8.0

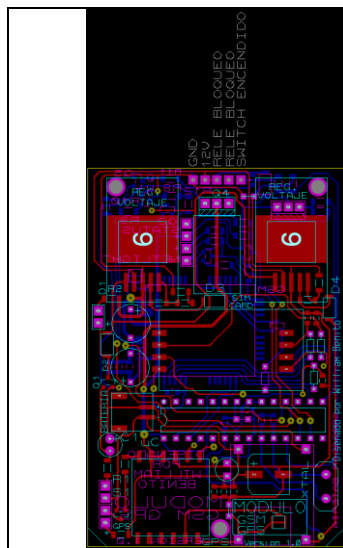


Figura 58 Circuito impreso modulo alarma hecho en Proteus design suite 8.0

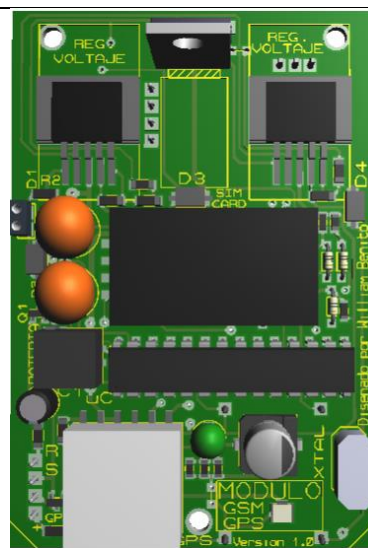


Figura 59 Top view 3D del circuito impreso módulo alarma

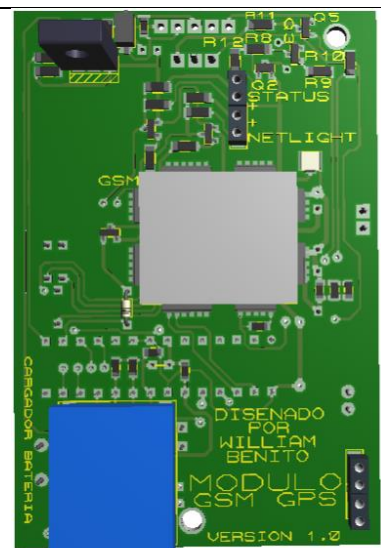


Figura 60 Bottom view 3D del circuito impreso módulo alarma

Tabla 23 Diseño del PCB

A continuación se aprecia el resultado del circuito impreso en fibra de vidrio:

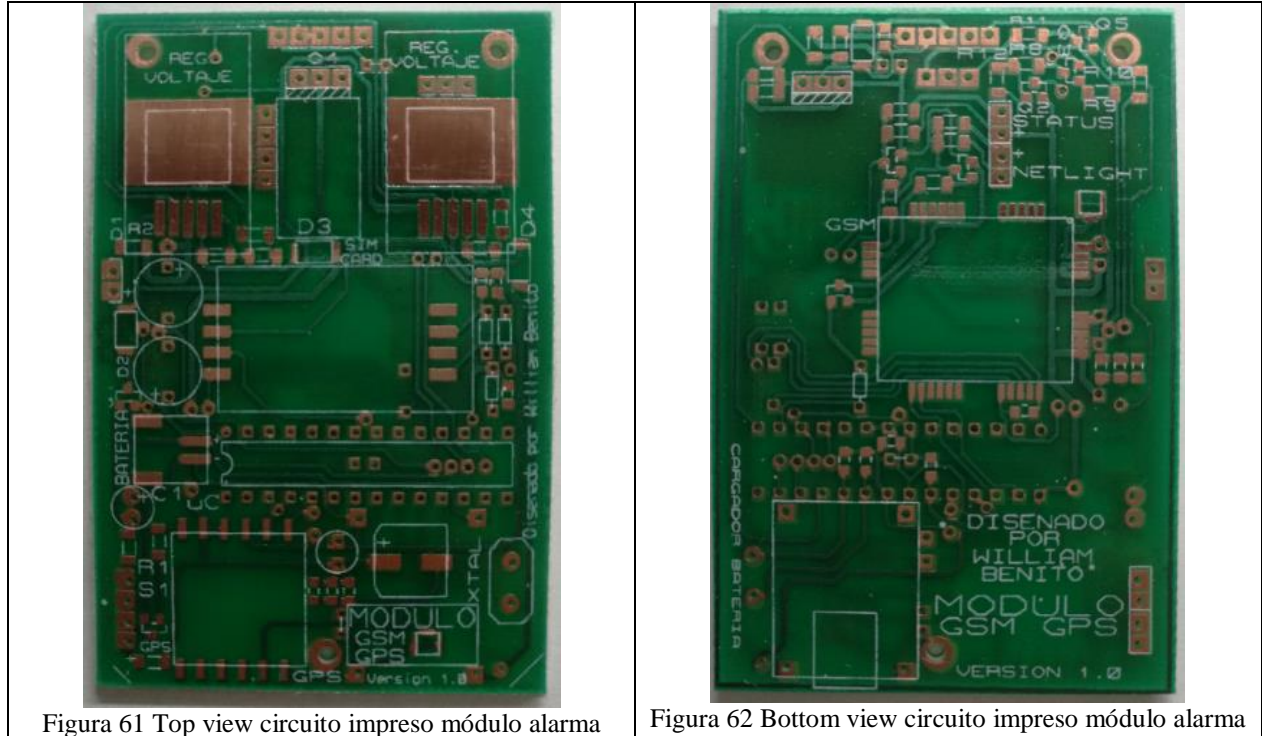


Figura 61 Top view circuito impreso módulo alarma

Figura 62 Bottom view circuito impreso módulo alarma

Tabla 24 Circuito impreso

Se inicia el ensamble y soldadura de los componentes que conforman la alarma, se destaca el empleo de dispositivos de montaje superficial SMD que permiten ahorrar espacio gracias a su pequeño tamaño. Además, se diseñó un circuito impreso que fuera doble cara con el fin de optimizar el espacio disponible.



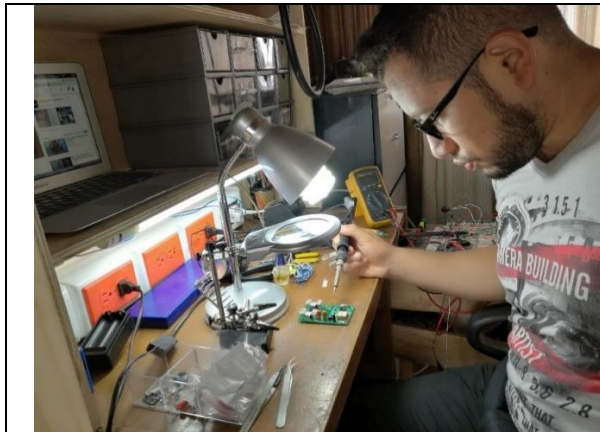


Figura 63 Fase 1, soldadura de los componentes



Figura 64 Fase 2, soldadura de los componentes



Figura 65 Fase 3, soldadura de los componentes



Figura 66 Fase 4, soldadura de los componentes

Tabla 25 Proceso de soldadura de los componentes

Posterior a soldar la tarjeta electrónica, se trabaja con la caja que guardará la alarma, ya que en esta se disponen en la parte exterior cuatro leds que ayudan a indicar al usuario la situación de la alarma: el primero corresponde a la señal proveniente del sensor, el segundo a la sincronización del módulo GPS que según el fabricante tiene una intermitencia de 1 segundo cuando está detectando la información enviada por los satélites, el tercero proviene del pin status del módulo GSM, si esta encendido quiere decir que el modulo está activado, el cuarto proviene del pin netlight el cual si enciende por 64 milisegundos y se apaga por 2000 milisegundos indica que el modulo esta sincronizado con la red celular.

De la caja también salen conectores tanto para la antena del módulo GSM como para la antena del módulo GPS, alimentación, cables y sensor de movimiento.

En un apartado sobre la batería auxiliar, se usa una recargable con base de litio que están disponibles en dos composiciones químicas similares entre sí: cilíndricas/tubulares de ión de litio (Li-Ion) y planas de polímero de litio (Li-Po). En ambos modelos producen entre 3,6 y 3,7 voltios. Las baterías de litio proporcionan más densidad energética en comparación con las baterías de níquel, lo que da permite una mayor autonomía de batería en un diseño más ligero, puesto que el litio es el metal más liviano que existe. Admin (2014).

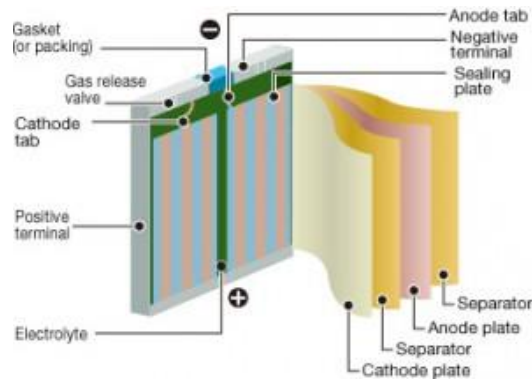


Figura 67 Detalle de una batería LiPo prismática. Admin (2014)

Se hicieron pruebas con dos baterías, buscando las que tuvieran mayor capacidad dentro de un tamaño acorde a la necesidad planteada:

Batería 18650	Batería Lipo 2500 mAh
---------------	-----------------------



 <p>Figura 68 Batería Ultrafire 18650</p>	 <p>Figura 69 Batería Lipo</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje nominal: 3.7V</li> <li>• Voltaje de descarga en que se apaga: 2.75V</li> <li>• Máximo voltaje de carga: 4.20±0.02V</li> <li>• Dimensiones( con PCB)</li> <li>• Diámetro(D) : 18.6mm</li> <li>• Alto (A): 70mm</li> <li>• Peso: 45.5g</li> <li>• Temperaturas de operación:</li> <li>• Carga:0 ~ 45°C</li> <li>• Descarga: -20 ~ 60°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salida: 2500mAh a 3.7V nominal</li> <li>• Conector JST-PH</li> <li>• Peso: 52g</li> <li>• Tamaño: 2" x 2.55" x 0.30" (51mm x 65mm x 8mm)</li> </ul>

Tabla 26 Características técnicas de las baterías de litio empleadas en las pruebas realizadas

El desempeño fue mejor en la batería Lipo, su capacidad es real. El resultado de la prueba determinó una autonomía de aproximadamente 22 horas, trabajando en condiciones normales, enviando y recibiendo mensajes de texto y llamadas, ya que como se mencionó en el ítem 4.2. Selección del módulo GSM, es cuando se hacen este tipo de rutinas que el módulo GSM y en general la alarma tiene picos de corriente de 2 amperios aproximadamente. Por su parte la batería ultrafire no tiene tan buen desempeño, solo fue capaz de entregar una autonomía de 14 horas, además que su tamaño no se ajusta definitivamente a las necesidades del proyecto.

Para mejorar el rendimiento y autonomía de la alarma se trabajó también desde el punto de vista del software, ya que analizando la información suministrada por el fabricante, los módulos GSM y GPS que son los que más consumo generan, tienen en su listado de comandos AT, modos de ahorro de energía que se detallan a continuación

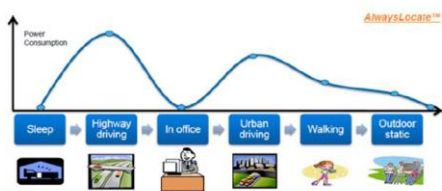
Módulo GSM M95	Modulo GPS L80															
<p>14.4. AT+QSCLK Configure Slow Clock</p> <p><b>AT+QSCLK Configure Slow Clock</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Test Command AT+QSCLK=?</td> <td>Response +QSCLK: (list of supported &lt;n&gt;s)  OK</td> </tr> <tr> <td>Read Command AT+QSCLK?</td> <td>Response +QSCLK: &lt;n&gt;  OK</td> </tr> <tr> <td>Write Command AT+QSCLK=&lt;n&gt;</td> <td>Response OK</td> </tr> </table> <p>M95_AT_Commands_Manual Confidential / Released 201 / 240</p> <p><b>QUECTEL</b> GSM/GPRS Module M95 AT Commands Manual</p> <p>Reference</p> <p>Parameter</p> <table border="1"> <tr> <td>&lt;n&gt;</td> <td>0</td> <td>Disable slow clock</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>Enable slow clock, it is controlled by DTR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>The module decides when it enters sleep mode. When there is no data on serial port in 5 seconds, module can enter sleep mode. Otherwise, it will quit from sleep mode.</td> </tr> </table> <p>Figura 70 Comando AT para disminución del consumo del módulo M95. Quectel (2013).</p>	Test Command AT+QSCLK=?	Response +QSCLK: (list of supported <n>s)  OK	Read Command AT+QSCLK?	Response +QSCLK: <n>  OK	Write Command AT+QSCLK=<n>	Response OK	<n>	0	Disable slow clock		1	Enable slow clock, it is controlled by DTR		2	The module decides when it enters sleep mode. When there is no data on serial port in 5 seconds, module can enter sleep mode. Otherwise, it will quit from sleep mode.	<p>3.4.5. AlwaysLocate™ Mode</p> <p>AlwaysLocate™ is an intelligent power saving mode. It contains AlwaysLocate™ backup mode and AlwaysLocate™ standby mode.</p> <p>AlwaysLocate™ standby mode supports the module to switch automatically between full on mode and standby mode. According to the environmental and motion conditions, the module can adaptively adjust the full on time and standby time to achieve a balance between positioning accuracy and power consumption. Sending "\$PMTK225,8"23" and the module returning: "\$PMTK001,225,3"35" means the module accesses AlwaysLocate™ standby mode successfully. It will benefit power saving in this mode. Sending "\$PMTK225,0"2B" in any time will make the module back to full on mode.</p> <p>AlwaysLocate™ backup mode is similar to AlwaysLocate™ standby mode. The difference is that AlwaysLocate™ backup mode switches automatically between full on mode and backup mode. The PMTK command to enter into AlwaysLocate™ backup mode is "\$PMTK225,9"22". The module can exit from AlwaysLocate™ backup mode by command "\$PMTK225,0"2B" sent just after the module has been waked up from previous backup cycle.</p> <p>The positioning accuracy in AlwaysLocate™ mode will be somewhat degraded, especially in high speed. The following picture shows the rough power consumption of L80 module in different daily scenes when AlwaysLocate™ mode is enabled.</p> <p>Figura 71 Comando AT para disminución del consumo del módulo L80. Quectel (2013).</p> <p><b>QUECTEL</b> GPS Module L80 Hardware Design</p>  <p>Figure 9: AlwaysLocate™ Mode</p> <p>Example: The typical average consumption is about 3.5mA in AlwaysLocate™ standby mode and 3.0mA in AlwaysLocate™ backup mode.</p> <p>Figura 72 Diagrama de consumos del módulo L80. Quectel (2013).</p>
Test Command AT+QSCLK=?	Response +QSCLK: (list of supported <n>s)  OK															
Read Command AT+QSCLK?	Response +QSCLK: <n>  OK															
Write Command AT+QSCLK=<n>	Response OK															
<n>	0	Disable slow clock														
	1	Enable slow clock, it is controlled by DTR														
	2	The module decides when it enters sleep mode. When there is no data on serial port in 5 seconds, module can enter sleep mode. Otherwise, it will quit from sleep mode.														

Tabla 27 Comandos AT eficiencia energética

Estas baterías deben ser recargadas con cargadores específicos para LIPO, no se recomienda otros tipos de cargadores, ni rápidos ni lentos, ya que el método de carga es muy particular, lo ideal es usar un cargador con equilibrador de carga para cada celda. Admin (2014).

Teniendo en cuenta lo anterior se usó el integrado TP4056 el cual es un cargador lineal para baterías de litio. Entre las principales características halladas en su Datasheet se consignan las siguientes:

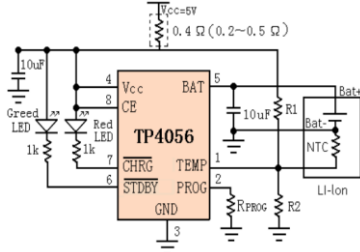
 <p>Figura 73 Circuito de carga de una celda de batería de litio. Top Power (2017).</p>	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación: Por puerto usb o pines IN+ IN-</li> <li>• Temperatura de trabajo: -10 °C a 85°C</li> <li>• Constante corriente/Constante voltaje</li> <li>• Máxima corriente de carga: 1000 mA (Corriente ajustable 100-1000 mAh)</li> </ul>
--	---

Tabla 28 Circuito de carga de baterías de litio

Se toma la decisión de usar la batería Lipo de 2500 mAh la cual se ajusta en su tamaño perfectamente al espacio reducido con que se cuenta:



Figura 74 Batería de respaldo incorporada a la alarma



Se finaliza el proceso de ensamble con excelentes resultados, se dejan conexiones internas para poder trabajar en el circuito impreso siendo posible extraerla de la caja, se dejan conexiones externas para las antenas GSM, GPS, sensor de vibración, alimentación, señal de vehículo encendido, señal de bloqueo de motor, además se disponen leds como información visual del funcionamiento de la alarma: led sensor de vibración, led localización satélites del módulo GPS, led status del módulo GSM, led netlight del módulo GSM.



Figura 75 Ensamble final de la alarma 1



Figura 76 Ensamble final de la alarma 2



Figura 77 Ensamble final de la alarma 3



Figura 78 Montaje del módulo alarma en la motocicleta 3, las antenas son ubicadas en la parte trasera

Tabla 29 Proceso de ensamble y montaje del dispositivo de alarma

El microcontrolador maneja las siguientes variables físicas a través de su puerto de entrada y salida de señales electrónicas:

Numero de pin	Entradas	Numero de pin	Salidas
0	Rx GPS	9	Relé bloqueo encendido
1	Tx GPS	10	Encendido modulo GSM
2	Rx GSM	11	Enclavamiento batería de respaldo
3	Tx GSM	12	Enclavamiento alimentación 12V
4	Presencia batería principal	13	Libre
5	Switch encendido vehículo		
6	Netlight modulo GSM		
7	Status modulo GSM		
8	Sensor de vibración		

Tabla 30 Distribución de pines del microcontrolador

## **Lección 7: Diseño de una plataforma que sea de fácil operación y manipulación para el usuario.**

Hasta el momento la manera como se ha manejado el modulo alarma ha sido por medio de mensajes de texto, funciona óptimamente obteniendo respuesta de acuerdo al comando enviado. A lo largo de las pruebas se logró mejorar los tiempos de respuesta, empezando en un lapso de 45 segundos aproximadamente entre el envío del mensaje de texto desde el teléfono móvil hacia el modulo alarma y la recepción de la respuesta. Con la modificación de los tiempos de ejecución de las rutinas se obtuvo una mejoría que situó el retardo entre 22 y 24 segundos, dicho lapso es la suma del proceso de envío y recepción de un mensaje de texto para lo que es importante entender que es exactamente un mensaje de texto SMS.

## **7.1. Arquitectura de red: el SMSC.**

Para la correcta gestión y transporte de los mensajes SMS es necesario introducir en el sistema GSM un nuevo elemento: el centro de mensajes cortos o SMSC (Short Message Service Center).

Las funciones del SMSC son:

1. Recibir y almacenar los mensajes cortos enviados por los usuarios o por otras fuentes (avisos del operador, buzón de voz, sistemas de publicidad, alertas de correo electrónico...) hasta que puedan ser enviados. Fain (2009).
2. Verificar si el usuario al que se le envía el mensaje está operativo o no, mediante consulta al VLR de destino; si está operativo, el mensaje se envía, de no ser así se almacena temporalmente en el SMSC. Fain (2009).
3. Verificar durante ciertos periodos el estado de los usuarios que tienen mensajes pendientes para ser recibidos. Fain (2009).

## **7.2. Aplicaciones comunes del sms.**

Puesto que los mensajes SMS son recibidos en un lapso de tiempo muy corto, del orden de segundos y son un medio de comunicación muy personal, son muchos los usos que se le da, como

medio para comunicarse con una comunidad para invitar a eventos, dar avisos, enviar alarmas, coordinar evacuaciones, confirmar transacciones bancarias, enviar confirmaciones de compra y muchas cosas más. Wolf (2012).

En los últimos tiempos ha tenido una gran acogida en el ámbito industrial como elemento de comunicación entre máquinas y personas. El desarrollo de múltiples módulos de telecontrol por SMS ha facilitado la posibilidad de comunicar instalaciones ubicadas en sitios remotos con los responsables de su operación y mantenimiento; enviándole un SMS con el estado o las alarmas que se producen. De igual manera, las personas responsables de estas instalaciones pueden enviar un SMS con una orden o comando determinado para que la máquina la ejecute. Lo dicho entre personas y máquinas, es aplicable a una comunicación máquina-máquina o M2M. Suardiaz (2004).

En el ambiente residencial, ya es común abrir la puerta del garaje mediante una llamada perdida desde su móvil a un módulo de telemando GSM. Solo las llamadas realizadas por números de teléfono autorizados en un listado previamente establecido en su memoria pueden abrir la puerta. Lo mismo puede ser aplicable con la calefacción, riego, lavadora o las persianas, etc. Suardiaz (2004).

El empleo de mensajes de texto SMS permite extender el uso de esta alarma a cualquier usuario que tenga un teléfono móvil, independiente de la gama a la que pertenezca o prestaciones con las que cuente. Sin embargo, con el ánimo de mejorar el uso de la alarma se planea diseñar una

aplicación para teléfonos móviles, que sea una interfaz gráfica que permita enviar, recibir y leer los datos provenientes de la comunicación entre el modulo alarma y el usuario.

### **7.3. Diseño de una aplicación para la plataforma android.**

El fin es crear una aplicación móvil para el sistema operativo Android, a continuación se explica las razones para trabajar en dicha plataforma:

Es una plataforma de software para dispositivos móviles que incluye un Sistema Operativo y aplicaciones de base. Android es un conjunto de herramientas y aplicaciones vinculadas a una distribución Linux para dispositivos móviles, por lo tanto es de código abierto, gratuito y no requiere pago de licencias.

Se estimó que los primeros teléfonos con Android aparecerían en el segundo semestre de 2008 y compañías poderosas como Samsung, LG, Motorola y HTC diseñaron algunos de los prototipos que incorporarán el Sistema Android. Reyes (2015).

Tiene una gran comunidad de desarrolladores creando aplicaciones para extender las posibilidades de los dispositivos. A la fecha, se ha llegado a una cifra que ronda el 1.000.000 de aplicaciones disponibles en la tienda de aplicaciones oficial de Android: Google Play, esto sin contar aplicaciones de otras tiendas no oficiales para Android como puede ser la tienda de aplicaciones

Samsung Apps de Samsung, slideme de java y amazon appstore. Google Play es la tienda de aplicaciones en línea administrada por Google, aunque existe la posibilidad de instalar software externamente. La tienda F-Droid por ejemplo es completamente de código abierto así como sus aplicaciones, una alternativa al software privativo. Los programas están escritos en el lenguaje de programación Java. No obstante, no es un sistema operativo que escape de malware, aunque en la mayoría de los casos es descargado de sitios de terceros. Huarina (2017).

Las unidades vendidas de teléfonos inteligentes con Android se ubican en primer lugar en los Estados Unidos, en el segundo y tercer trimestre de 2010, con una cuota de mercado de 43,6% en el tercer trimestre. A nivel mundial alcanzó una cuota de mercado del 50,9% durante el cuarto trimestre de 2011, más del doble que el segundo sistema operativo (iOS de Apple, Inc.) con una clara tendencia al incremento en cada periodo. Sánchez (2016).

Las aplicaciones se desarrollan generalmente en el lenguaje Java con Android Software Development Kit (Android SDK), pero también se cuentan con otras herramientas de desarrollo, incluyendo un Kit de Desarrollo Nativo para aplicaciones o extensiones en C o C++, Google App Inventor, un entorno gráfico para programadores novatos y varios marcos de aplicaciones basadas en la web multiteléfono. También es posible usar las bibliotecas Qt gracias al proyecto “Necesitas SDK”. Soria (2012).

El desarrollo de aplicaciones para Android tiene la gran ventaja de no requerir necesariamente aprender lenguajes complejos de programación. Todo lo que se requiere es un conocimiento regular

de Java y tener el kit de desarrollo de software o «SDK» provisto por Google el cual se puede descargar gratuitamente. Todas las aplicaciones están comprimidas en formato APK, y se pueden instalar sin dificultad desde cualquier explorador de archivos en la mayoría de dispositivos. Soria (2012).

### 7.3.1. App Inventor.

El kit de desarrollo de software escogido para el desarrollo de la aplicación es App inventor, como se menciona anteriormente, su diseño gráfico y simple facilita la creación de una aplicación que sea ejecutable en el sistema operativo android.

Para comenzar a trabajar con App Inventor, en primer lugar, es necesario acceder a su página web.

<http://appinventor.mit.edu/explore/>

### 7.4. Desarrollo de la aplicación móvil.

Se inicia así el proceso de diseño y programación de la aplicación la cual debe cumplir con las siguientes características:

<ul style="list-style-type: none"> <li>Entorno grafico dinámico que cambie su condición en función de la acción que se esté ejecutando</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posibilidad de ver la información enviada por el modulo alarma como puede ser: El estado de la batería principal del vehículo, velocidad,</li> </ul>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil uso y visualización</li> <li>• Robusta y confiable.</li> <li>• Posibilidad de enviar el comando para ubicar el vehículo</li> <li>• Ver dicha ubicación en google maps (más adelante se hace una explicación profunda de esta función),</li> <li>• Posibilidad de enviar el comando para bloquear el motor del vehículo</li> <li>• Posibilidad de enviar el comando para desbloquear el motor del vehículo</li> <li>• Posibilidad de enviar el comando para mantener el modulo siempre encendido independiente si el vehículo es apagado</li> <li>• Posibilidad de enviar el comando para apagar el modulo alarma cuando se haya generado una falsa alarma o sea una situación que no indique peligro real</li> <li>• Posibilidad de enviar el comando para enlazar hasta dos teléfonos móviles con el modulo alarma en caso de que el dispositivo móvil principal no pueda hacer esta función.</li> </ul>	<p>ubicación (coordenadas con la latitud y longitud)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de ver el historial de mensajes tanto enviados como recibidos con la información de la fecha y la hora en que fueron transmitidos y recepcionados.</li> <li>• Posibilidad de ver una ruta en google maps desde el lugar donde se encuentre el usuario con su teléfono móvil y el vehículo.</li> <li>• Exportación automática de un archivo de procesador de palabras con el historial de mensajes</li> <li>• Posibilidad de eliminar el archivo exportado y el historial de mensajes cuando se desee</li> <li>• Posibilidad de tener dentro de la aplicación números de teléfono de emergencia y que se ejecute la llamada a dichos números en el caso que se requiera</li> </ul>
--	---

Tabla 31 Características de la aplicación móvil

Los comandos diseñados para ser enviados a la alarma son los siguientes:

@xxxxubicar	@xxxxbloquear	@xxxxdesbloquear	@xxxxapagar
@xxxxtelefono2	@xxxxtelefono3	@xxxxmantener	

Tabla 32 Comandos de comunicación entre el dispositivo alarma y el móvil

(Se ha asignado una clave numérica de 4 dígitos después del signo arroba como seguridad para que solo el usuario autorizado pueda manipular el sistema)





Figura 79 Diseño de la interfaz grafica

### 7.4.1. Proceso de programación.

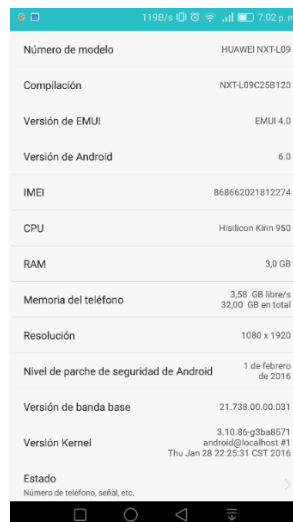
Dentro de la interfaz de trabajo de App inventor se genera el código que permita el funcionamiento de la aplicación, debido a lo extenso de dicho código se divide en secciones siendo la primera la que contiene las instrucciones para las variables, los botones “ubicar vehículo”, “ver ubicación en google maps”, “bloquear motor”, determinación de la ubicación, gestión del envío y recepción de los mensajes de texto. Ver Anexo H.

Posteriormente se diseñaron las líneas de código para el funcionamiento del botón “desbloquear motor”, “mantener módulo encendido”, el menú de opciones donde puede el usuario encontrar teléfonos de emergencia, historial de mensajes, salir de la aplicación, etc. También se configuran las instrucciones para determinar cuando el módulo haya enviado un mensaje con la palabra apagado se deshabiliten todos los botones hasta que el módulo se encienda nuevamente.

Ver Anexo I.

Por último se genera el código para el enlace con teléfonos móviles alternos como también todos los parámetros necesarios cuando se inicie la aplicación dependiendo de la situación que ocurra en ese momento, Ver Anexo J.

El resultado se probó en el teléfono móvil marca Huawei modelo mate 8, las características específicas son las siguientes:



Número de modelo	HUAWEI NXTL09
Compilación	NXTL09C2SB120
Versión de EMUI	EMUI 4.0
Versión de Android	6.0
IMEI	868662021812274
CPU	HiSilicon Kirin 950
RAM	3.0 GB
Memoria del teléfono	32.00 GB libre/s 32.00 GB en total
Resolución	1080 x 1920
Nivel de parche de seguridad de Android	1 de febrero de 2016
Versión de banda base	21.738.00.00.031
Versión Kernel	3.10.86-g3ba8571 android@localhost #1 Thu Jan 28 22:25:31 CST 2016
Estado	Número de teléfono, señal, etc. >

Figura 80 Características del teléfono móvil donde se realizaron las pruebas



Figura 81 Interface de la aplicación 1



Figura 82 Interface de la aplicación 2

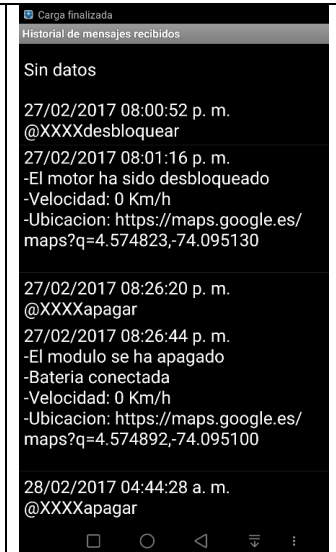


Figura 83 Historial de mensajes SMS

Tabla 33 Interfaz gráfica de la aplicación móvil

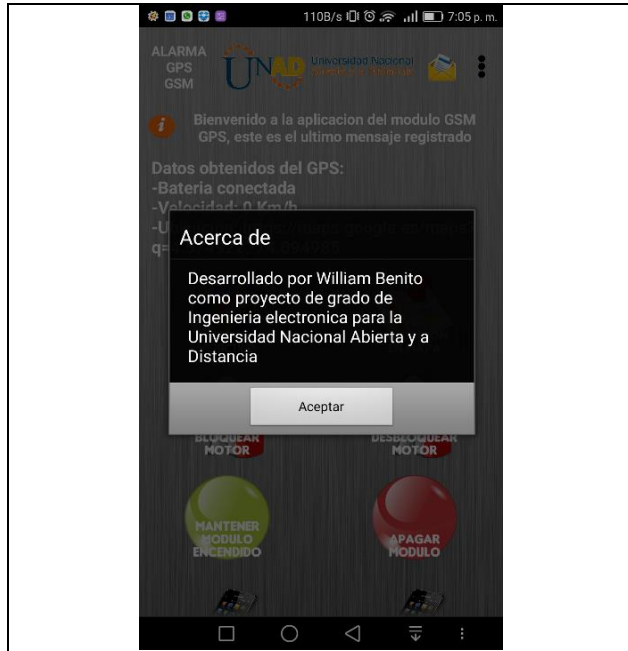


Figura 84 Información acerca de la aplicación

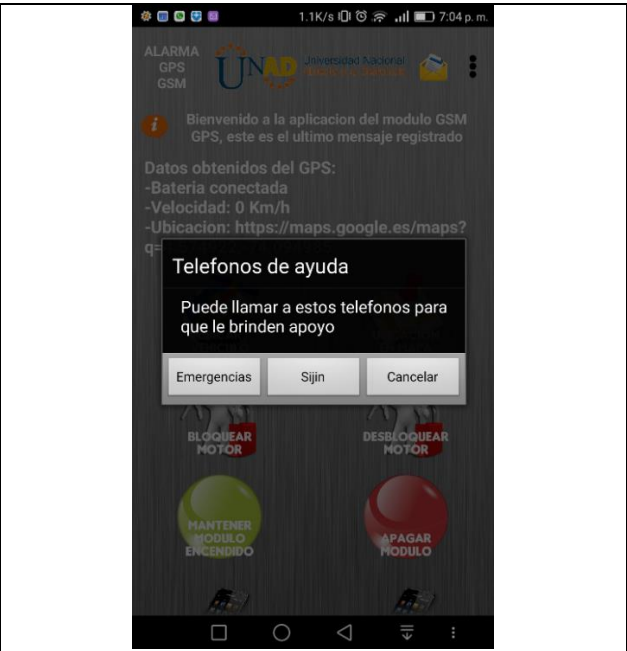


Figura 85 Menú de opciones, llamadas de emergencia

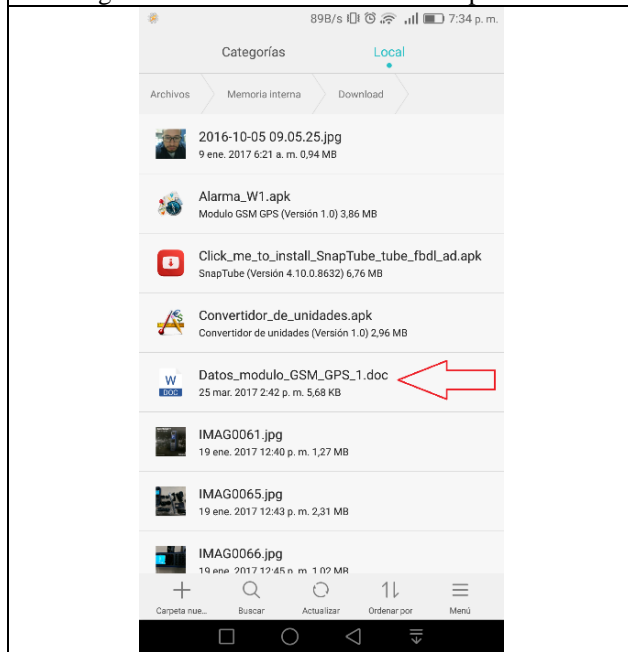


Figura 86 Archivo .doc exportado desde la aplicación

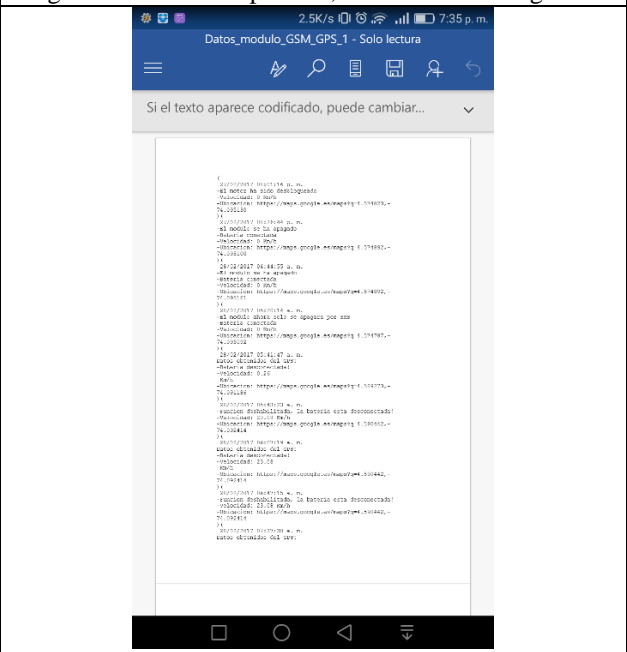


Figura 87 Contenido del archivo .doc exportado desde la aplicación

Tabla 34 Interfaz gráfica de la aplicación móvil y archivo exportado generado

## 7.4.2. Google maps.

En un apartado sobre el uso de google maps en la aplicación creada, este recurso será llamado cuando se oprima el botón “VER UBICACIÓN EN MAPA” o el botón “VER RUTA HASTA EL VEHÍCULO” (cuando estén habilitados), esto con el fin de que el usuario pueda ver de una manera fácil, en un mapa que se mantendrá actualizado un marcador que le indique la ubicación del vehículo, esto amparado con los datos de la latitud y la longitud obtenidos previamente.

Google Maps ofrece entre sus características la capacidad de realizar acercamientos y alejamientos para mostrar el mapa. El usuario puede controlar el mapa para moverse a la ubicación que se desee, puede ingresar una dirección, una intersección o un área en general para buscar en el mapa.

Como otros servicios de mapa, Google Maps permite la creación de pasos o una ruta para llegar a alguna dirección con lo cual el usuario puede crear una lista paso a paso para saber cómo llegar a su destino, calculando el tiempo estimado y la distancia recorrida entre las ubicaciones. Ortiz (2015).

El resultado de ubicar el vehículo por medio de las coordenadas correspondientes y trasladarlas a la aplicación de google maps es el siguiente:

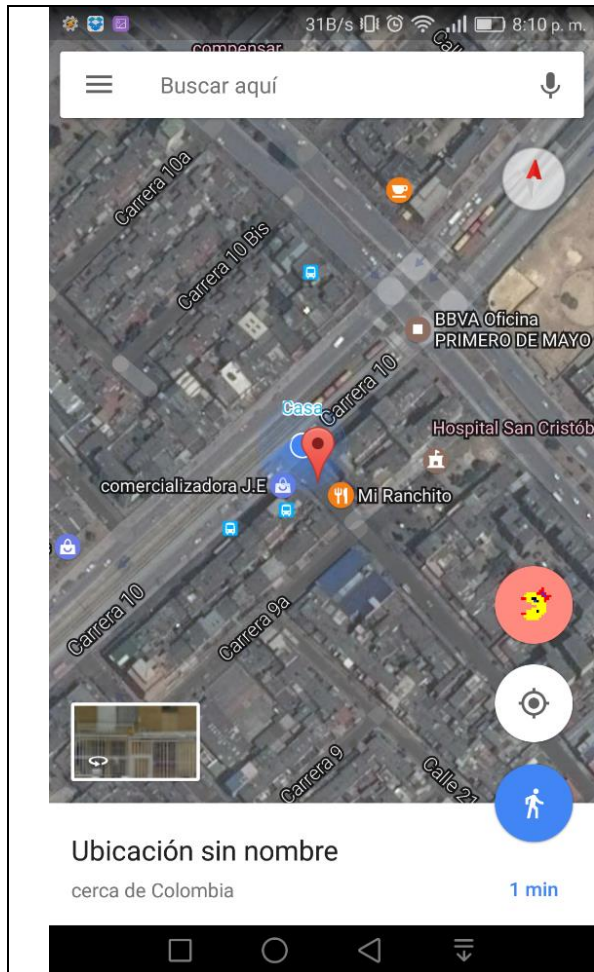


Figura 88 Inserción de un marcador en la posición señalada por las coordenadas dadas por el módulo GPS

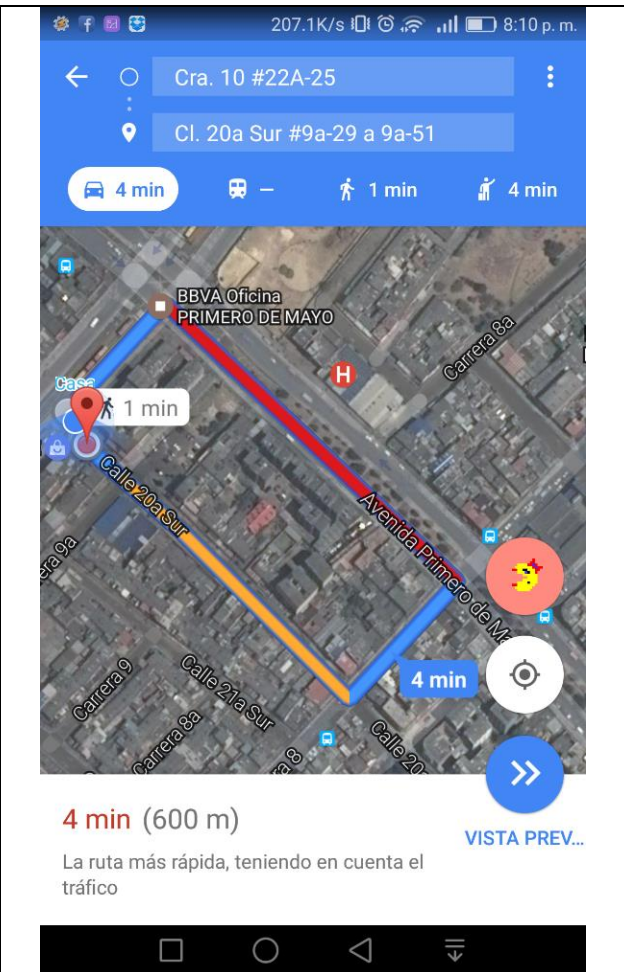


Figura 89 Determinación de la ruta que puede tomar el usuario desde su ubicación hasta la del vehículo.

Tabla 35 Resultado de la determinación de la ubicación vista desde google maps

## Resultados

Una vez realizadas las pruebas se obtuvieron resultados excelentes, funcionan todas las características descritas, se logra el enlace entre el usuario y el modulo alarma satisfactoriamente, el sensor de vibración tiene una buena sensibilidad que le permite activar la alarma en caso de golpe, caída o encendido del vehículo, el bloqueo del motor es efectivo, no es posible encenderlo nuevamente hasta que sea desbloqueado por una orden impartida del usuario. La alarma es discreta, pequeña, de fácil camuflaje y difícil detección. El valor del módulo y de su operación resulta ser más bajo en comparación con los costos que se deberían asumir con otro sistema de seguridad de características similares puesto que el costo del dispositivo es 20% mas económico, no es necesario un modelo de comodato o arrendamiento y la operación de este puede estar alrededor del 80% menos, esto en razón a que no se requiere de planes específicos ni saldos de valor determinado, los operadores celulares ofrecen posibilidades para lograr un intercambio de mensajes de texto a costo inclusive de 0 pesos, dentro de condiciones normales el módulo alarma solo genera llamadas perdidas con costo 0 pesos.

## Conclusiones

Se ha logrado el propósito planteado en el comienzo de este proyecto, usar muchos de los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera universitaria de ingeniería electrónica con el fin de plasmarlos en un sistema de seguridad que sea una herramienta útil para la sociedad, cualquier persona que tenga un automóvil y desee tener una manera de salvaguardar su propiedad será apto para disfrutar de este producto final.



## ANEXOS

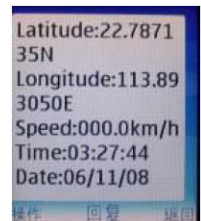
### Anexo A Investigación de alarmas que se pueden encontrar en el mercado en la actualidad


Modelo	Características	Modo de operación	Tipo de comunicación	Cobertura	Consumo	Similitudes	Diferencias	Fuente
Alarma Ultramax Proximidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin sensor de choque o vibración</li> <li>- Voltaje de funcionamiento 9-13 V.</li> <li>- Voltaje de los controles y sensor de proximidad 6 V.</li> <li>- Inmovilizador programable con pulsador de desactivación fácil de operar</li> <li>- Encendido y apagado del motor desde el control remoto.</li> </ul>	Alarma diseñada para todo tipo de motos con avanzado sistema anti-atraco por proximidad con transmisor de proximidad, haciendo que la moto se apague si el transmisor de proximidad se aleja de la moto.	Inalámbrica por radio frecuencia de corto alcance	Transmisor de proximidad con distancia de transmisión hasta 20 metros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumo en stand by: 40 mA.</li> <li>- Consumo alarma activada: 120 mA.</li> </ul>	- Ninguna, principio de funcionamiento diferente a alarmas RF o GSM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No posee sensor para detectar una anomalía</li> <li>- Detecta la ausencia del usuario y de esta manera bloquea automáticamente el funcionamiento del motor</li> </ul>	Daniel Hernández Ingeniero industrial Alarmas Ultra
Alarma TRF Premium NV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de choque</li> <li>- Comunicación 1 vía</li> <li>- Memoria de disparo: Informa de novedades del sistema en ausencia del usuario.</li> <li>- Voltaje máximo: 15 V</li> <li>- Voltaje mínimo: 9 V</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se acomoda a cualquier tipo de vehículo, con bloqueo original de fábrica.</li> <li>- Posee un sensor de choque el cual una vez detectado un golpe acciona una sirena electrónica y enciende de forma intermitente las luces de parqueo para generar una alarma visual y sonora</li> <li>--Función programable de apagado del vehículo por puerta del conductor, para personal que trabaja transportando público y tiene riesgo de atracos o robos de vehículo.</li> <li>- Activación automática programable, en caso de olvido la alarma se activa automáticamente.</li> <li>Operación manual del sistema, en caso de pérdida o daños de los controles</li> </ul>	Inalámbrica por radio frecuencia	80 metros en espacio abierto (el alcance puede variar si hay obstáculos en medio del vehículo y el control remoto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo desactivada: 9 mA +/- 1 mA</li> <li>Consumo activada: 12 mA +/- 1 mA</li> <li>Consumo disparada: 105 mA +/- 10 mA</li> <li>Consumo sirena: 800 mA +/- 100 mA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son dispositivos con comunicación vía radio frecuencia cuyo enlace es de una vía, es decir solo hay una transmisión de datos desde el control remoto hacia el módulo y el modo para alertar al usuario es a través de sirenas y luces dentro del vehículo</li> <li>- El enlace se ve afectado en su cobertura por obstáculos que difieren en su atenuación, dependiendo del índice de refracción generado por materiales como el vidrio, el agua, el</li> </ul>	Armando Castro Técnico instalador Instalaciones Caraudio SAS	

		remotos, la alarma se puede manejar en sus funciones básicas utilizando el pulsador escondido y la llave de encendido.				hormigón, el metal, drywall, etc	
Alarma UT 7000 Premium	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de choque</li> <li>- Comunicación 1 vía</li> <li>- Sonido diferencial en el parlante para identificar el vehículo de otros.</li> <li>- 24 opciones de sonidos para seleccionar el propio.</li> <li>- Control remoto Code Hopping para evitar su clonación.</li> <li>- Relevos para el bloqueo central integrado.</li> <li>- Tiempos programables.</li> <li>- Método para programar funciones más eficiente y rápida.</li> <li>- Voltaje máximo: 15 V</li> <li>- Voltaje mínimo: 9 V</li> </ul>	Permite personalizar el sonido de la sirena con 24 diferentes opciones. Además, cuenta con un exclusivo sistema "Code Hopping" anti-clonación y de inmovilización con clave opcional.	Inalámbrica por radio frecuencia	200 metros en espacio abierto (el alcance puede variar si hay obstáculos en medio del vehículo y el control remoto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumo desactivada: 9 mA +/- 1 mA</li> <li>- Consumo activada: 12 mA +/- 1 mA</li> <li>- Consumo disparada: 105 mA +/- 10 mA</li> <li>- Consumo parlante: 800 mA +/- 100 mA</li> </ul>		Fernando Sánchez Tecnico instalador Alarmas Genius
Alarma para carro serie 2B 2 botones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de choque externo</li> <li>- Modulo controlado por microprocesador</li> <li>- Frecuencia de transmisión 370 Mhz</li> <li>- Comunicación 1 vía</li> <li>- Voltaje de operación de 9.5 a 16 VDC</li> <li>- Función de Pánico mediante el Control remoto</li> <li>- Sirena Electrónica de 120 dba</li> </ul>	Posee un sensor de choque el cual una vez detectado un golpe acciona una sirena electrónica y enciende de forma intermitente las luces de parqueo para generar una alarma visual y sonora	Inalámbrica por radio frecuencia	100 metros en espacio abierto (el alcance puede variar si hay obstáculos en medio del vehículo y el control remoto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En stand by mientras este la alarma armada: 13 mA</li> <li>- En stand by mientras este la alarma desarmada: 11 mA</li> </ul>		Daniel Hernández Ingeniero industrial Alarmas Ultra
Alarma para carro serie 2B 3 botones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de choque externo</li> <li>- Modulo controlado por microprocesador</li> <li>- Frecuencia de transmisión 370 Mhz</li> <li>- Comunicación 1 vía</li> <li>- Voltaje de operación de 9.5 a 16 VDC</li> <li>- Función de Pánico mediante el Control remoto</li> <li>- Sirena Electrónica de 120 dba</li> </ul>	Posee un sensor de choque el cual una vez detectado un golpe acciona una sirena electrónica y enciende de forma intermitente las luces de parqueo para generar una alarma visual y sonora	Inalámbrica por radio frecuencia	100 metros en espacio abierto (el alcance puede variar si hay obstáculos en medio del vehículo y el control remoto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En stand by mientras este la alarma armada: 13 mA</li> <li>- En stand by mientras este la alarma desarmada: 11 mA</li> </ul>		Daniel Hernández Ingeniero industrial Alarmas Ultra
Alarma para carro serie 2B 4 botones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor ultrasónico externo</li> <li>- Modulo controlado por microprocesador</li> <li>- Frecuencia de transmisión 370 Mhz</li> </ul>	Posee un sensor de ultrasonido el cual una vez detectada la presencia de una persona cerca del vehículo acciona una sirena	Inalámbrica por radio frecuencia	100 metros en espacio abierto (el alcance puede variar si hay obstáculos en	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En stand by mientras este la alarma armada: 13 mA</li> </ul>		Daniel Hernández Ingeniero industrial Alarmas Ultra

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunicación 1 vía</li> <li>- Voltaje de operación de 9.5 a 16 VDC</li> <li>- Función de Pánico mediante el Control remoto</li> <li>- Sirena Electrónica de 120 dba</li> </ul>	<p>electrónica y enciende de forma intermitente las luces de parqueo para generar una alarma visual y sonora</p>		<p>medio del vehículo y el control remoto)</p>	<p>En stand by mientras este la alarma desarmada: 11 mA</p>			
Sistema de alarma de moto XPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de alarma de seguridad de 2 vías con señales auditivas y visuales</li> <li>- Mando a distancia</li> <li>- Sistema de seguridad y vigilancia para motos. La sensibilidad de la alarma se puede ajustar fácilmente y tiene 3 configuraciones diferentes.</li> <li>- Temperatura de trabajo: -15 a 65 grados</li> <li>- Función Principal: 2 - Way Sistema de alarma</li> <li>- Dimensiones (mm): 80 (L) x 65 (W) x 25 (H)</li> <li>- Indicación de estado: Sí</li> <li>- Reloj y ajuste de la alarma con el sonido y las vibraciones en el transmisor: sí</li> <li>- Inmovilización del motor: sí</li> <li>- Localizador remoto (hallazgo remoto de motocicleta): sí</li> <li>- Ajuste de sensibilidad remota: sí</li> <li>Auto Re – armado: sí</li> </ul>	<p>Una vez que se instala, la alarma funciona apagándose y encendiendo la sirena de alto sonido y largo alcance, alertando a las personas de alrededor. Cada vez que se toque la motocicleta, el sonido será más fuerte y el sistema de luces parpadeará en todas direcciones. Tiene un control remoto que informa inmediatamente de cualquier acercamiento, dentro de un rango de 100 metros, protegiendo completamente la motocicleta de la manipulación y el robo. El sistema anti secuestro bloquea el motor y la deja inoperante.</p>	Inalámbrica por radio frecuencia	<p>100 metros en espacio abierto (el alcance puede variar si hay obstáculos en medio del vehículo y el control remoto)</p>	<p>- Bajo consumo de energía 8 mA</p>			<p>Armando Castro Técnico instalador Instalaciones Caraudio SAS</p>
Alarma doble vía para moto largo alcance hasta 400 metros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de impacto externo</li> <li>- Comunicación 2 vías</li> <li>- Monitoreo manual y automático</li> <li>- Controlador de arranque a distancia del motor</li> <li>- Largo alcance</li> <li>- Permite controlar la sensibilidad del sensor de choque</li> </ul>	<p>Posee un sensor de choque con sensibilidad gradual desde el control remoto el cual una vez detectado un golpe genera una alarma vibratoria alertando al usuario</p>	Inalámbrica por radio frecuencia	<p>400 metros en espacio abierto (el alcance puede verse afectado en un 50% dependiendo de los objetos que se encuentren entre la línea de vista)</p>	<p>- Consumo en stand by alarma desarmada: 20 mA - Consumo en stand by alarma armada: 30 mA</p>			<p>Armando Castro Técnico instalador Instalaciones Caraudio SAS</p>
Alarma Doble Vía Ultra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de Impacto interno.</li> <li>- Comunicación 2 vías</li> <li>- Modo silencioso de armado.</li> <li>- Modo audible de armado.</li> <li>- Modo de alerta audible, visual y por vibración.</li> <li>- Monitoreo de alcance de señal.</li> </ul>	<p>Sistema de seguridad para motos con monitoreo en tiempo real, que avisa los eventos que suceden en la moto mediante el control remoto de pantalla LCD el cual vibra, suena y muestra</p>	Inalámbrica por radio frecuencia	<p>80 metros en espacio abierto</p> <p>50 metros con barreras como paredes y ventanas</p>	<p>Corriente: 6 mA</p>			<p>Daniel Hernández Ingeniero industrial Alarmas Ultra</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confirmación Tx/Rx.</li> <li>- Icono de Ignición ON.</li> <li>- Voltaje: DC 12V</li> <li>- Rango de operación: DC 10-16 V</li> <li>- Volumen de la Sirena: 10 – 125 dB</li> <li>- Control Remoto: Voltaje 1.1V – 1.6V</li> </ul>	con los icono el evento ocurrido.							Son dispositivos con comunicación vía radio frecuencia cuyo enlace es de doble vía, es decir	
Alarma KM – 800 NV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de impacto interno</li> <li>- Comunicación 2 vías</li> <li>- Encendido del motor de la moto a control remoto.</li> <li>- Módulo de alarma a prueba de agua.</li> <li>- Armado silencioso.</li> <li>- Función de búsqueda.</li> <li>- Función de anti-atraco.</li> <li>- Ajustes del sensor de impacto a control remoto.</li> <li>- Protección de memoria contra corte de corriente.</li> </ul>	Posee un sensor de choque con sensibilidad gradual desde el control remoto el cual una vez detectado un golpe genera una alarma vibratoria alertando al usuario	Inalámbrica por radio frecuencia	80 metros en espacio abierto  40 metros con barreras como paredes y ventanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumo desactivada: 9 mA +/- 1 mA</li> <li>- Consumo activada: 12 mA +/- 1 mA</li> <li>- Consumo disparada: 105 mA +/- 10 mA</li> <li>- Consumo sirena: 800 mA +/- 100 mA</li> </ul>	<p>hay una transmisión de datos desde el control remoto hacia el módulo y viceversa, por lo que el modo para alertar al usuario es a través de vibraciones, sonidos o juegos de luces en el control remoto que porta el usuario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El enlace se ve afectado en su cobertura por obstáculos que difieren en su atenuación, dependiendo del índice de refracción generado por materiales como el vidrio, el agua, el hormigón, el metal, drywall, etc.</li> </ul>			Armando Castro Técnico instalador Instalaciones Caraudio SAS	
Alarma Doble Vía LC 111	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de impacto interno</li> <li>- Monitoreo del vehículo en tiempo real.</li> <li>- Comunicación 2 vías</li> <li>- Indicador LCD de gran tamaño en el control remoto</li> <li>- Control remoto con batería de Litio de larga duración y sistema de recarga.</li> <li>- Monitoreo del estado en que se encuentra alarma (activada/desactivada y vehículo encendido)</li> <li>- Función búsqueda del vehículo en lugares oscuros o de difícil visualización.</li> <li>- Eliminación temporal o total de los sonidos de activación/desactivación.</li> <li>- Inmovilización del vehículo desde el control remoto.</li> <li>- Módulo Central: Voltaje: 12V ± 3V</li> <li>- Control Remoto: Voltaje: 3.2V – 4.2V</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El usuario tiene información en tiempo real de los eventos que suceden en el vehículo.</li> <li>- No depende de la sirena como medio de información o de alerta.</li> <li>- Los controles remotos tienen diferentes tipos de alertas: audibles, visuales y por vibración.</li> </ul>	Inalámbrica por radio frecuencia	La distancia de transmisión del vehículo hacia el control es de hasta 500 metros en campo abierto, lo cual garantiza el monitoreo del estado del vehículo siempre que esté dentro del rango de alcance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Módulo Central: Corriente: ≤ 10 mA (con el sensor de impacto)</li> <li>- Control Remoto: Corriente: ≤ 10 mA</li> </ul>				Bretman Moreno Gerente General Alarmas Bretman	

	Volumen de la Sirena: 105 – 125 dB							
Alarma UT 5000ª NV Doble Vía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de impacto interno</li> <li>- Monitoreo del vehículo en tiempo real.</li> <li>- Comunicación 2 vías</li> <li>- Voltaje máximo: 15 V</li> <li>- Voltaje mínimo: 9 V</li> <li>- Control Remoto:</li> <li>Opción 1: Voltaje de funcionamiento control pila común 1.5 V</li> <li>Batería: Común AAA</li> <li>Opción 2: Voltaje de funcionamiento Control recargable 3.7 V</li> <li>Batería: Litio recargable 3.7 V 160 mA</li> <li>Recarga: cargador cigarrera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El usuario tiene información en tiempo real de los eventos que suceden en el vehículo.</li> <li>- No depende de la sirena como medio de información o de alerta.</li> <li>- Los controles remotos tienen diferentes tipos de alertas: audibles, visuales y por vibración.</li> </ul>	Inalámbrica por radio frecuencia	La distancia de transmisión del vehículo hacia el control es de hasta 400 metros en campo abierto, lo cual garantiza el monitoreo del estado del vehículo siempre que esté dentro del rango de alcance.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumo desactivada: 9 mA +/- 1 mA</li> <li>- Consumo activada: 12 mA +/- 1 mA</li> <li>- Consumo disparada: 105 mA +/- 10 mA</li> <li>- Consumo sirena: 800 mA +/- 100 mA</li> </ul>			Daniel Hernández Ingeniero industrial Alarmas Ultra
Genius GPS / GSM 810 Localizador en tiempo real	<p>El sistema integra un módulo GSM y un módulo GPS. Por lo tanto, puede lograr muchas de las funciones a través de la página web. Tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación en tiempo real del vehículo en la página web</li> <li>- Reportes del historial en la pantalla de la página web</li> <li>- Alarmas sobre una determinada zona (Geocercas)</li> <li>- Control de la velocidad,</li> <li>- Activar el corte de corriente para apagar el motor</li> </ul>	<p>Con el sistema Genius GPS y GSM, el modulo rastreador envía la información de la ubicación actual a través de GPRS al servidor de Internet, para que el usuario visite el sitio web <a href="http://www.geniusgps.com">www.geniusgps.com</a> con el nombre del usuario y la contraseña asignada a través de cualquier Computador con internet, sin descargar ningún software.</p>	GSM Frecuencia: 850/900/1800/1900 MHz	Nacional, siempre y cuando haya una red celular válida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corriente en Standby: &lt; 10 mA</li> <li>- Corriente en transmisión de data: &lt;200mA/5V</li> </ul>		<p>Consumo elevado tanto en standby como en máximo trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comandos en inglés y difíciles para un usuario con poca experiencia, ej.:</li> <li>* "admin123456 008613311113333"</li> <li>* "at30sum15+password"</li> <li>* stopoil123456</li> <li>- La información enviada con los datos de la latitud y la longitud deben ser ingresados de manera manual en una plataforma como google maps o similar:</li> </ul>	Bretman Moreno Gerente General Alarmas Bretman
Alarma TK103	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema basado en las redes GSM / GPRS y los satélites GPS, este producto puede localizar y controlar posibles objetivos a distancia por SMS o GPRS.</li> <li>- Posicionamiento y Seguimiento: A través de la plataforma de posicionamiento en Internet o el teléfono celular para localizar el dispositivo.</li> <li>- Se puede controlar el paso de gasolina a través de la unidad por SMS</li> <li>- Alerta de movimiento: Enviar SMS a la unidad para iniciar la función de movimiento de</li> </ul>	<p>Para conocer la localización exacta de un vehículo que disponga un localizador gps el usuario solamente necesita disponer de un teléfono móvil Smartphone o un ordenador con conexión a Internet.</p> <p>El funcionamiento del localizador precisa de una tarjeta SIM que se instalará en su interior de manera muy sencilla.</p>	GSM Frecuencia: 850/900/1800/1900 MHz	Nacional, siempre y cuando haya una red celular válida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corriente en Standby: &lt; 12 mA</li> <li>- Corriente en transmisión de data: &lt;300mA</li> </ul>		<p>La información enviada con los datos de la latitud y la longitud deben ser ingresados de manera manual en una plataforma como google maps o similar:</p> 	Eison Segura Usuario Motocicleta Honda CBF 125

	<p>alerta. Cuando el vehículo está en movimiento, la unidad enviará la alerta de movimiento de todos los números autorizados. Exceso de velocidad de alerta: Envío de SMS a la unidad para iniciar la función de alerta de movimiento.</p>						<p>- Imprecisión en algunas oportunidades con la ubicación GPS del orden de 700 metros:</p> 	
--	--	--	--	--	--	--	---	--

### Anexo B Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, encendido de un led luego de que el modulo reciba una llamada perdida

```

#include <SoftwareSerial.h>//Libreria
SoftwareSerial Modulo_GSM(2,3);//Tx,Rx, Declaracion del segundo puerto de transmision serial:
//Variables:
String outGSM; //Almacenar la informacion leida del modulo gsm
String Num_GSM; //Almacenar el numero telefonico
int Recibir_llamada=0; //Variable se activa cuando se va a recibir una llamada perdida
int Borrar_buffer=0; //Variable para borrar datos que queden ocupando memoria
////////////////////////////////////Declaracion de salidas y entradas
int Comprobacion_funcionamiento=13;
int Enclavamiento_alimentacion_12V=12;
int Enclavamiento_bateria_respaldo=11;
int Encendido_modulo_GSM=10;
int Rele_bloqueo_encendido=9;
int Vacio=8;
int Sensor_movimiento=7;
int Test_modulo_GSM=6;
int Swtich_encendido_vehiculo=5;
int Presencia_bateria_12V=4;
// Transmision_modulo_GSM=3;
// Recepcion_modulo_GSM=2;
// Transmision_modulo_GPS=1;
// Recepcion_modulo_GPS=0;
////////////////////////////////////Funciones:
Numero=Num_GSM.substring(inicio,fin); //Extraer numero
if (Numero=="32185904638") {
  delay(500);
  digitalWrite(Comprobacion_funcionamiento,HIGH);
}
}
}

void setup()
{
  pinMode(Comprobacion_funcionamiento, OUTPUT);
  pinMode(Enclavamiento_alimentacion_12V, OUTPUT);
  pinMode(Enclavamiento_bateria_respaldo, OUTPUT);
  digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion
  digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion
  Modulo_GSM.print("AT+CLIP=3\r\n"); //Activar alarma llamada
  delay(10);
  Num_GSM="";
}
while (Modulo_GSM.available(>0){
  delay(10);
  Num_GSM += (char)Modulo_GSM.read();
}
    
```

<pre>void Activacion_modulo_GSM(){ digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH); delay(2000); digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW); delay(15000); } void Activar_menu(){ if(Recibir_llamada&lt;2) { Recibir_llamada++; Borrar_buffer=0; while(Borrar_buffer&lt;100){ Modulo_GSM.flush(); delay(1); Borrar_buffer++; } int inicio=Num_GSM.indexOf("")+1; int fin=inicio+10; </pre>	<pre>} if (Num_GSM.indexOf("RING")&gt;-1){ //Si llamada delay(2000); Modulo_GSM.print("AT+CHUP\r\n"); //Rechazar llamada String Numero;  pinMode(Encendido_modulo_GSM, OUTPUT); pinMode(Rele_bloqueo_encendido, OUTPUT); pinMode(Vacio, OUTPUT); pinMode(Sensor_movimiento, INPUT); pinMode(Test_modulo_GSM, INPUT); pinMode(Swtich_encendido_vehiculo, INPUT); pinMode(Presencia_bateria_12V, INPUT); Serial.begin(9600); Modulo_GSM.begin(9600); Activacion_modulo_GSM(); //Iniciar el modulo gsm y esperar 15 segundos a que se conecte a la red GSM } void loop() { Activar_menu(); } </pre>
--	--

**Anexo C Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, generación de una llamada perdida desde el modulo hacia el móvil.**

<pre>#include &lt;SoftwareSerial.h&gt;//Libreria SoftwareSerial Modulo_GSM(2,3);//Rx,Tx, Declaracion del segundo puerto de transmision serial: //Variables: String inGSM; //Almacenar la informacion leida del modulo gsm String Num_GSM; //Almacenar el numero telefonico int Recibir_llamada=0; //Variable se activa cuando se va a recibir una llamada perdida int Borrar_buffer=0; //Variable para borrar datos que queden ocupando memoria int Temporal_cantidad_de_mensajes_enviados=0; int Temporal_cantidad_de_timbrados=0; ////////////////////Declaracion de salidas y entradas int Comprobacion_funcionamiento=13; int Enclavamiento_alimentacion_12V=12; </pre>	<pre>Modulo_GSM.println("ATD3177777600;"); //numero_movil numero al que realizaremos la llamada { delay(13000); Modulo_GSM.println("ATH"); //colgaremos y finalizaremos la llamada delay(1000); Modulo_GSM.flush(); delay(20); Temporal_cantidad_de_timbrados++; } } void setup() </pre>
---	--

<pre>int Enclavamiento_bateria_respaldo=11; int Encendido_modulo_GSM=10; int Rele_bloqueo_encendido=9; int Vacio=8; int Sensor_movimiento=7; int Test_modulo_GSM=6; int Swtich_encendido_vehiculo=5; int Presencia_bateria_12V=4; // Transmision_modulo_GSM=3; // Recepcion_modulo_GSM=2; // Transmision_modulo_GPS=1; // Recepcion_modulo_GPS=0; ////////////////////Funciones: void Activacion_modulo_GSM(){ digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH); delay(2000); digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW); delay(15000); } void Llamar_al_celular(){ while(Temporal_cantidad_de_timbrazos&lt;2) delay(2500); }</pre>	<pre>{ pinMode(Comprobacion_funcionamiento, OUTPUT); pinMode(Enclavamiento_alimentacion_12V, OUTPUT); pinMode(Enclavamiento_bateria_respaldo, OUTPUT); digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion pinMode(Encendido_modulo_GSM, OUTPUT); pinMode(Rele_bloqueo_encendido, OUTPUT); pinMode(Vacio, OUTPUT); pinMode(Sensor_movimiento, INPUT); pinMode(Test_modulo_GSM, INPUT); pinMode(Swtich_encendido_vehiculo, INPUT); pinMode(Presencia_bateria_12V, INPUT); Serial.begin(9600); Modulo_GSM.begin(9600); Activacion_modulo_GSM(); //Iniciar el modulo gsm y esperar 15 segundos a que se conecte a la red GSM } void loop() { Llamar_al_celular(); }</pre>
--	--

**Anexo D Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, generación de un mensaje de texto desde el módulo hacia el móvil.**

<pre>#include &lt;SoftwareSerial.h&gt;//Libreria SoftwareSerial Modulo_GSM(2,3);//Rx,Tx, Declaracion del segundo puerto de transmision serial: //Variables: String inGSM; //Almacenar la informacion leida del modulo gsm String Num_GSM; //Almacenar el numero telefonico int Recibir_llamada=0; //Variable se activa cuando se va a recibir una llamada perdida int Borrar_buffer=0; //Variable para borrar datos que queden ocupando memoria int Temporal_cantidad_de_mensajes_enviados=0; ////////////////////Declaracion de salidas y entradas int Comprobacion_funcionamiento=13;</pre>	<pre>Modulo_GSM.print("3317777600"); // numero de movil receptor del SMS Modulo_GSM.write(34); // enviar caracter " Modulo_GSM.println(); delay(1000); Modulo_GSM.print("Prueba de comunicacion desde la alarma hacia el celular");//texto del SMS Modulo_GSM.println(); delay(500); Modulo_GSM.write(0x1A); // final del SMS, comando 1A (hex) delay(1000); Modulo_GSM.println("AT+CMGD=1,4");</pre>
---	---



<pre>int Enclavamiento_alimentacion_12V=12; int Enclavamiento_bateria_respaldo=11; int Encendido_modulo_GSM=10; int Rele_bloqueo_encendido=9; int Vacio=8; int Sensor_movimiento=7; int Test_modulo_GSM=6; int Swtich_encendido_vehiculo=5; int Presencia_bateria_12V=4; // Transmision_modulo_GSM=3; // Recepcion_modulo_GSM=2; // Transmision_modulo_GPS=1; // Recepcion_modulo_GPS=0; ////////////////////Funciones: void Activacion_modulo_GSM(){ digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH); delay(2000); digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW); delay(15000); } void SMS_ejemplo(){ Modulo_GSM.flush(); Modulo_GSM.flush(); Modulo_GSM.println("AT+CMGF=1"); delay(500); Modulo_GSM.print("AT+CMGS="); // comando AT para enviar SMS Modulo_GSM.write(34); // enviar caracter "</pre>	<pre>} void setup() { pinMode(Comprobacion_funcionamiento, OUTPUT); pinMode(Enclavamiento_alimentacion_12V, OUTPUT); pinMode(Enclavamiento_bateria_respaldo, OUTPUT); digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion pinMode(Encendido_modulo_GSM, OUTPUT); pinMode(Rele_bloqueo_encendido, OUTPUT); pinMode(Vacio, OUTPUT); pinMode(Sensor_movimiento, INPUT); pinMode(Test_modulo_GSM, INPUT); pinMode(Swtich_encendido_vehiculo, INPUT); pinMode(Presencia_bateria_12V, INPUT); Serial.begin(9600); Modulo_GSM.begin(9600); Activacion_modulo_GSM(); //Iniciar el modulo gsm y esperar 15 segundos a que se conecte a la red GSM } void loop() { while (Temporal_cantidad_de_mensajes_enviados &lt; 1) { SMS_ejemplo(); Temporal_cantidad_de_mensajes_enviados++; } }</pre>
---	---

**Anexo E Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, encender un led con un mensaje de texto desde el móvil hacia el modulo.**

<pre>#include &lt;SoftwareSerial.h&gt;//Libreria SoftwareSerial Modulo_GSM(2,3)//Rx,Tx, Declaracion del segundo puerto de transmision serial: //Variables: String inGSM; //Almacenar la informacion leida del modulo gsm</pre>	<pre>{ datosSERIAL[i]==0;//borro array DAT_dos=0;</pre>
--	---

<pre>String Num_GSM; //Almacenar el numero telefonico int Recibir_llamada=0; //Variable se activa cuando se va a recibir una llamada perdida int Borrar_buffer=0; //Variable para borrar datos que queden ocupando memoria int Vaciar_buffer_1=0; int Vaciar_buffer_2=0; char SMS; int Temporal_cantidad_de_mensajes_enviados=0; int Temporal_cantidad_de_timbrados=0; //////////////////// char Numero_celular_1[]="317777600"; //Numero de telefono boolean valor=true; int i=0; int j=0; char DAT; char DAT_dos; boolean condicion=true; char datosSERIAL[24]; char clave_uno[]={'x','x'}; //AQUI CAMBIAMOS TODO EL MENSAJE DE CONTROL char clave_dos[]={'x','x'}; //AQUI CAMBIAMOS TODO EL MENSAJE DE CONTROL ////////////////////Declaracion de salidas y entradas int Comprobacion_funcionamiento=13; int Enclavamiento_alimentacion_12V=12; int Enclavamiento_bateria_respaldo=11; int Encendido_modulo_GSM=10; int Rele_bloqueo_encendido=9; int Vacio=8; int Sensor_movimiento=7; int Test_modulo_GSM=6; int Switch_encendido_vehiculo=5; int Presencia_bateria_12V=4; // Transmision_modulo_GSM=3; // Recepcion_modulo_GSM=2; // Transmision_modulo_GPS=1; // Recepcion_modulo_GPS=0; void setup() {   pinMode(Comprobacion_funcionamiento, OUTPUT);   delay(300);   Modulo_GSM.println("AT+CMGF=1"); //modo texto   delay(300);   Modulo_GSM.println("AT+CMGR=?"); //ACTIVAMOS CODIGO PARA RECIBIR MENSAJES   delay(300);   Modulo_GSM.println("AT+CNMI=2,2,0,0"); //ACTIVAMOS PARA VER MENSAJES   delay(300); } void leer_mensaje() {   salir:</pre>	<pre>DAT=0; } j=0; //borra el puntero o acumulador si no se hace esto no detecta los siguientes codigos goto salir; //sale de todos los ciclos y va al inicio para volver a leer codigo } //CIERRA AL /N } //cierre del segundo if } //while } //arroba } //serial available //Modulo_GSM.println("AT+CMGD=1,4"); } void led_on() {   if(datosSERIAL[0]==clave_uno[0]    &amp;&amp;    datosSERIAL[1]==clave_uno[1]    &amp;&amp;   datosSERIAL[2]==clave_uno[2]    &amp;&amp;    datosSERIAL[3]==clave_uno[3]    &amp;&amp;   datosSERIAL[4]==clave_uno[4]    &amp;&amp;    datosSERIAL[4]==clave_uno[4]    &amp;&amp;   datosSERIAL[5]==clave_uno[5]    &amp;&amp;    datosSERIAL[6]==clave_uno[6]    &amp;&amp;   datosSERIAL[7]==clave_uno[7]    &amp;&amp;    datosSERIAL[8]==clave_uno[8]    &amp;&amp;   datosSERIAL[9]==clave_uno[9]    &amp;&amp;    datosSERIAL[10]==clave_uno[10]    &amp;&amp;   datosSERIAL[11]==clave_uno[11])   {     digitalWrite(Comprobacion_funcionamiento,HIGH);     Serial.println("La moto ha sido bloqueada para su encendido");     mensaje_encendido();   } } void led_off() {   if(datosSERIAL[0]==clave_dos[0]    &amp;&amp;    datosSERIAL[1]==clave_dos[1]    &amp;&amp;   datosSERIAL[2]==clave_dos[2]    &amp;&amp;    datosSERIAL[3]==clave_dos[3]    &amp;&amp;   datosSERIAL[4]==clave_dos[4]    &amp;&amp;    datosSERIAL[4]==clave_dos[4]    &amp;&amp;   datosSERIAL[5]==clave_dos[5]    &amp;&amp;    datosSERIAL[6]==clave_dos[6]    &amp;&amp;   datosSERIAL[7]==clave_dos[7]    &amp;&amp;    datosSERIAL[8]==clave_dos[8]    &amp;&amp;   datosSERIAL[9]==clave_dos[9] &amp;&amp; datosSERIAL[10]==clave_dos[10])   {     digitalWrite(Comprobacion_funcionamiento,LOW);     Serial.println("La moto ha sido liberada para su encendido");     mensaje_apagado();   } } } } ////////////////////ENVIO DE MENSAJES void mensaje_encendido() {   Modulo_GSM.println("AT+CMGF=1"); //modo texto   //Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII seguido de un retorno de carro   delay(2000);   Modulo_GSM.print("AT+CMGS="); // comando de envio de mensaje   //Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII   Modulo_GSM.print((char)34); //ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter   Modulo_GSM.print(Numero_celular_1); //colocamos numero de telefono</pre>
--	---

<pre> if (Modulo_GSM.available()&gt;0) {     char DAT =Modulo_GSM.read();     if(DAT=='@')//el arroba hace detectar el inicio del codigo     {         //If arroba         while(true)//ingresa en un while para leer solo los codigos futuros que estan por llegar despues de la arroba         {             pinMode(Enclavamiento_alimentacion_12V, OUTPUT);             pinMode(Enclavamiento_bateria_respaldo, OUTPUT);             digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion             digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion             pinMode(Encendido_modulo_GSM, OUTPUT);             pinMode(Rele_bloqueo_encendido, OUTPUT);             pinMode(Vacio, OUTPUT);             pinMode(Sensor_movimiento, INPUT);             pinMode(Test_modulo_GSM, INPUT);             pinMode(Switch_encendido_vehiculo, INPUT);             pinMode(Presencia_bateria_12V, INPUT);             Serial.begin(9600);             Modulo_GSM.begin(9600);             Activacion_modulo_GSM(); //Iniciar el modulo gsm y esperar 15 segundos a que se conecte a la red GSM             Recibir_mensaje();             delay(1000);         }         void loop()         {             Serial.println("esperando recibir mensaje...");             leer_mensaje();         }         //Funciones:         void Activacion_modulo_GSM(){             digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH);             delay(2500);             digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW);             delay(15000);         }         void Recibir_mensaje()//configura los codigos de lectura de mensajes         {             Modulo_GSM.println("AT+IPR=9600");//modo texto             if (Modulo_GSM.available()&gt;0)                 {                     //cierre del segundo if                     char DAT_dos =Modulo_GSM.read();//@LEDON enter                     datosSERIAL[j]= DAT_dos;//almacena en cadena de caracteres, suma de caracteres                     j++;                     if (DAT_dos=='\n')//cuando termine de entregar todos los datos dara un enter                         //garantizando el final del codigo                 }             }         }     } } </pre>	<pre> Modulo_GSM.println(char34);//volvemos a poner el caracter " delay(200);//tiempo para que de respuesta el modulo &gt; Modulo_GSM.println("-El motor del vehiculo ha sido bloqueado.");//mensaje que enviare Modulo_GSM.println("-Velocidad:"); Modulo_GSM.print("*****"); Modulo_GSM.println(" Km/h"); Modulo_GSM.println("-Ubicacion: "); Modulo_GSM.print("https://maps.google.es/maps?q="); Modulo_GSM.print("*****"); Modulo_GSM.print(","); Modulo_GSM.print("*****"); Modulo_GSM.println("&amp;num=1&amp;t=h&amp;z=18"); Modulo_GSM.print(char26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino Serial.print("led uno activo ONN");//mensaje que enviare } // void mensaje_apagado() {     Modulo_GSM.println("AT+CMGF=1");//modo texto     //Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII seguido de un retorno de carro     delay(2000);     Modulo_GSM.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje     //Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII     Modulo_GSM.print(char34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter     Modulo_GSM.print(Numero_celular_1);//colocamos numero de telefono     Modulo_GSM.println(char34);//volvemos a poner el caracter "     delay(200);//tiempo para que de respuesta el modulo &gt;     Modulo_GSM.println("-El motor del vehiculo ha sido desbloqueado.");//mensaje que enviare     Modulo_GSM.println("-Velocidad:");     Modulo_GSM.print("*****");     Modulo_GSM.println(" Km/h");     Modulo_GSM.println("-Ubicacion: ");     Modulo_GSM.print("https://maps.google.es/maps?q=");     Modulo_GSM.print("*****");     Modulo_GSM.print(",");     Modulo_GSM.print("*****");     Modulo_GSM.println("&amp;num=1&amp;t=h&amp;z=18");     Modulo_GSM.print(char26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino     Serial.print("led uno apagado OFF");//mensaje que enviare } </pre>
---	---

<pre>Serial.println("Lectura:");//IMPRIME LOS CARACTERES ALMACENADOS PARA VER SI TODO ESTA OK     for(int i=0;i&lt;=j;i++)     {     Serial.print(datosSERIAL[i]);//IMPRIME TODO EL CODIGO GUARDADO EN EL ARRAY     }     led_on();//llama a la la funcion y verifica codigo     led_off();//llama ala funcion para ver si es de apagar el led     delay(500);     for(int i=0;i&lt;=j;i++)</pre>	
---	--

## Anexo F Programación comunicación entre el módulo GSM M95, microcontrolador Atmega 328 y teléfono móvil, leer datos del GPS.

<pre>#include &lt;SoftwareSerial.h&gt;//Libreria #include &lt;TinyGPS.h&gt; TinyGPS gps; SoftwareSerial Modulo_GSM(2,3);//Rx,Tx, Declaracion del segundo puerto de transmision serial: //Variables: String inGSM; //Almacenar la informacion leida del modulo gsm String Num_GSM; //Almacenar el numero telefonico int Recibir_llamada=0; //Variable se activa cuando se va a recibir una llamada perdida int Borrar_buffer=0; //Variable para borrar datos que queden ocupando memoria int Vaciar_buffer_1=0; int Vaciar_buffer_2=0; char SMS; int Temporal_cantidad_de_mensajes_enviados=0; int Temporal_cantidad_de_timbrados=0; char Numero_celular_1[]="3218573936";//Numero de telefono boolean valor=true; int i=0; int j=0; char DAT; char DAT_dos; boolean condicion=true; char datosSERIAL[24];</pre>	<pre>{ if(datosSERIAL[0]==clave_uno[0]    &amp;&amp;    datosSERIAL[1]==clave_uno[1]    &amp;&amp; datosSERIAL[2]==clave_uno[2]    &amp;&amp;    datosSERIAL[3]==clave_uno[3]    &amp;&amp; datosSERIAL[4]==clave_uno[4]    &amp;&amp;    datosSERIAL[4]==clave_uno[4]    &amp;&amp; datosSERIAL[5]==clave_uno[5]    &amp;&amp;    datosSERIAL[6]==clave_uno[6]    &amp;&amp; datosSERIAL[7]==clave_uno[7]    &amp;&amp;    datosSERIAL[8]==clave_uno[8]    &amp;&amp; datosSERIAL[9]==clave_uno[9]    &amp;&amp;    datosSERIAL[10]==clave_uno[10]    &amp;&amp; datosSERIAL[11]==clave_uno[11]) { digitalWrite(Comprobacion_funcionamiento,HIGH); Serial.println("La moto ha sido bloqueada para su encendido"); mensaje_encendido(); } } void led_off() { if(datosSERIAL[0]==clave_dos[0]    &amp;&amp;    datosSERIAL[1]==clave_dos[1]    &amp;&amp; datosSERIAL[2]==clave_dos[2]    &amp;&amp;    datosSERIAL[3]==clave_dos[3]    &amp;&amp; datosSERIAL[4]==clave_dos[4]    &amp;&amp;    datosSERIAL[4]==clave_dos[4]    &amp;&amp; datosSERIAL[5]==clave_dos[5]    &amp;&amp;    datosSERIAL[6]==clave_dos[6]    &amp;&amp;</pre>
---	---

```

char clave_uno[]={'x','x','x','x','x','x','x','x','x'};//AQUI CAMBIAMOS TODO EL MENSAJE DE CONTROL
char clave_dos[]={'x','x','x','x','x','x','x','x','x'};//AQUI CAMBIAMOS TODO EL MENSAJE DE CONTROL
static void smartdelay(unsigned long ms);
static void print_float(float val, float invalid, int len, int prec);
static void print_int(unsigned long val, unsigned long invalid, int len);
static void print_date(TinyGPS &gps);
static void print_str(const char *str, int len);
////////////////////Declaracion de salidas y entradas
int Comprobacion_funcionamiento=13;
int Enclavamiento_alimentacion_12V=12;
int Enclavamiento_bateria_respaldo=11;
int Encendido_modulo_GSM=10;
int Rele_bloqueo_encendido=9;
int Vacio=8;
int Sensor_movimiento=7;
int Test_modulo_GSM=6;
int Swtich_encendido_vehiculo=5;
int Presencia_bateria_12V=4;
// Transmision_modulo_GSM=3;
// Recepcion_modulo_GSM=2;
// Transmision_modulo_GPS=1;
// Recepcion_modulo_GPS=0;
void setup()
{
pinMode(Comprobacion_funcionamiento, OUTPUT);
pinMode(Enclavamiento_alimentacion_12V, OUTPUT);
pinMode(Enclavamiento_bateria_respaldo, OUTPUT);
digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion
digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion
pinMode(Encendido_modulo_GSM, OUTPUT);
pinMode(Rele_bloqueo_encendido, OUTPUT);
pinMode(Vacio, OUTPUT);
pinMode(Sensor_movimiento, INPUT);
pinMode(Test_modulo_GSM, INPUT);
pinMode(Swtich_encendido_vehiculo, INPUT);
pinMode(Presencia_bateria_12V, INPUT);
Serial.begin(9600);
Modulo_GSM.begin(9600);
Activacion_modulo_GSM(); //Iniciar el modulo gsm y esperar 15 segundos a que se conecte a la red GSM
//Recibir_mensaje();
delay(1000);
}

void loop()
{
float flat, flon;
gps.f_get_position(&flat,&flon);
datosSERIAL[7]==clave_dos[7] && datosSERIAL[8]==clave_dos[8] &&
datosSERIAL[9]==clave_dos[9] && datosSERIAL[10]==clave_dos[10])
{
digitalWrite(Comprobacion_funcionamiento,LOW);
Serial.println("La moto ha sido liberada para su encendido");
mensaje_apagado();
}
}
////////////////////ENVIO DE MENSAJES
void mensaje_encendido()
{
Modulo_GSM.println("AT+CMGF=1");//modo texto
//Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII seguido de un retorno de carro
delay(2000);
Modulo_GSM.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje
//Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII
Modulo_GSM.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter
Modulo_GSM.print(Numero_celular_1);//colocamos numero de telefono
Modulo_GSM.println((char)34);//volvemos a poner el caracter "
delay(200);//tiempo para que de respuesta el modulo >
Modulo_GSM.print("La moto ha sido bloqueada para su encendido");//mensaje que enviare
Modulo_GSM.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino
Serial.print("led uno activo ONN");//mensaje que enviare
}
////////////////////
void mensaje_apagado()
{
Modulo_GSM.println("AT+CMGF=1");//modo texto
//Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII seguido de un retorno de carro
delay(2000);
Modulo_GSM.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje
//Imprime los datos al puerto serie como texto ASCII
Modulo_GSM.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter
Modulo_GSM.print(Numero_celular_1);//colocamos numero de telefono
Modulo_GSM.println((char)34);//volvemos a poner el caracter "
delay(200);//tiempo para que de respuesta el modulo >
Modulo_GSM.print("La moto ha sido liberada para su encendido");//mensaje que enviare
Modulo_GSM.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino
Serial.print("led uno apagado OFF");//mensaje que enviare
}

static void smartdelay(unsigned long ms)
{
unsigned long start = millis();
do
{
while (Modulo_GSM.available())

```

<pre> Serial.println("Buscando posicion por GPS"); Serial.println("Velocidad:"); print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2); Serial.println(" Km/h"); Serial.println("Ubicacion: "); Serial.print("https://maps.google.es/maps?q="); print_float(flat,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,10, 6); Serial.print(","); print_float(flon,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6); Serial.println("&amp;num=1&amp;t=h&amp;z=18"); smartdelay(1000); } void Activacion_modulo_GSM(){ digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH); delay(2500); digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW); delay(15000); } void Recibir_mensaje();//configura los codigos de lectura de mensajes { Modulo_GSM.println("AT+IPR=9600");//modo texto delay(300); Modulo_GSM.println("AT+CMGF=1");//modo texto delay(300); Modulo_GSM.println("AT+CMGR=?");//ACTIVAMOS CODIGO PARA RECIBIR MENSAJES delay(300); Modulo_GSM.println("AT+CNMI=2,2,0,0");//ACTIVAMOS PARA VER MENSAJES delay(300); } void leer_mensaje() { salir: if (Modulo_GSM.available()&gt;0) {  char DAT =Modulo_GSM.read(); if(DAT=='@')//el arroba hace detectar el inicio del codigo {//If arroba while(true)//ingresa en un while para leer solo los codigos futuros que estan por llegar despues de la arroba { if (Modulo_GSM.available()&gt;0) {//cierre del segundo if char DAT_dos =Modulo_GSM.read();//@LEDON enter datosSERIAL[j]= DAT_dos;//almacena en cadena de caracteres, suma de caracteres j++; if (DAT_dos=='\n')//cuando termine de entregar todos los datos dara un enter //garantizando el final del codigo { </pre>	<pre> gps.encode(Modulo_GSM.read()); } while (millis() - start &lt; ms); }  static void print_float(float val, float invalid, int len, int prec) { if (val == invalid) { while (len-- &gt; 1) Serial.print('*'); Serial.print(' '); } else { Serial.print(val, prec); int vi = abs((int)val); int flen = prec + (val &lt; 0.0 ? 2 : 1); // . and - flen += vi &gt;= 1000 ? 4 : vi &gt;= 100 ? 3 : vi &gt;= 10 ? 2 : 1; //for (int i=flen; i&lt;len; ++i) // Serial.print(""); } smartdelay(0); }  static void print_int(unsigned long val, unsigned long invalid, int len) { char sz[32]; if (val == invalid) strcpy(sz, "*****"); else sprintf(sz, "%ld", val); sz[len] = 0; for (int i=strlen(sz); i&lt;len; ++i) sz[i] = ' '; if (len &gt; 0) sz[len-1] = ' '; Serial.print(sz); smartdelay(0); }  static void print_date(TinyGPS &amp;gps) { int year; byte month, day, hour, minute, second, hundredths; unsigned long age; gps.crack_datetime(&amp;year, &amp;month, &amp;day, &amp;hour, &amp;minute, &amp;second, &amp;hundredths, &amp;age); if (age == TinyGPS::GPS_INVALID_AGE) Serial.print("***** ***** "); else { char sz[32]; </pre>
--	---

<pre> Serial.println("Lectura:");//IMPRIME LOS CARACTERES ALMACENADOS PARA VER SI TODO ESTA OK for(int i=0;i&lt;=j;i++) { Serial.print(datosSERIAL[i]);//IMPRIME TODO EL CODIGO GUARDADO EN EL ARRAY } led_on();//llama a la la funcion y verifica codigo led_off();//llama ala funcion para ver si es de apagar el led delay(500); for(int i=0;i&lt;=j;i++) { datosSERIAL[i]=0;//borro array DAT_dos=0; DAT=0; } j=0;//borra el puntero o acumulador si no se hace esto no detecta los sigueintes codigos goto salir://sale de todos los ciclos y va al inicio para volver a leer codigo } //CIERRA AL /N } //cierre del segundo if } //while } //arroba } //serial available } void led_on() </pre>	<pre> sprintf(sz, "%02d/%02d/%02d %02d:%02d:%02d ", month, day, year, hour, minute, second); Serial.print(sz); } print_int(age, TinyGPS::GPS_INVALID_AGE, 5); smartdelay(0); }  static void print_str(const char *str, int len) { int slen = strlen(str); for (int i=0; i&lt;len; ++i) Serial.print(i&lt;slen ? str[i] : ' '); smartdelay(0); } </pre>
---	--

### Anexo G Rutina total para el control de la comunicación bidireccional entre un teléfono móvil y el módulo alarma con función de telemetría y telecontrol

<pre> #include &lt;SoftwareSerial.h&gt;//Libreria #include &lt;TinyGPS.h&gt; TinyGPS gps; SoftwareSerial Modulo_GPS(2,3);//Rx,Tx, Declaracion del segundo puerto de transmision serial: //////////////////////Variables: </pre>	<pre> Serial.print("0"); } if (gps.f_speed_kmph())&gt;=1.6){ print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2); } </pre>
---	--

```

int Encontrando_ubicacion=0;
int Cantidad_de_intentos_de_reseteo=0;
int Reset_modulo_GSM=0;
int Marca_vehiculo_encendido_legalmente=0;
int Cantidad_de_timbrazos=0;
String outGSM; //Almacenar la informacion leida del modulo gsm
String Num_GSM; //Almacenar el numero telefonico
int Recibir_llamada=0; //Variable se activa cuando se va a recibir una llamada perdida
int Borrar_buffer=0; //Variable para borrar datos que queden ocupando memoria
char SMS;
char Numero_celular_por_defecto[]="321404xxx";//Numero de telefono 1
char Numero_celular_alterno_1[]="311540xxx";//Numero de telefono 2
char Numero_celular_alterno_2[]="312380xxx";//Numero de telefono 2
int Numero_celular_enlazado=0;//0: Numero por defecto, 1: Numero alterno 1, 2: Numero alterno 2
int i=0;
int j=0;
char DAT;
char DAT_dos;
char datosSERIAL[15];
char clave_uno[]={ 'x','x','x','x','u','b','i' };
char clave_dos[]={ 'x','x','x','x','b','l','o','q' };
char clave_tres[]={ 'x','x','x','x','d','e','s','b','l','o','q' };
char clave_cuatro[]={ 'x','x','x','x','a','p','a','g','a','r' };
char clave_cinco[]={ 'x','x','x','x','t','e','l','2' };
char clave_seis[]={ 'x','x','x','x','t','e','l','3' };
char clave_siete[]={ 'x','x','x','x','m','a','n','t' };
static void smartdelay(unsigned long ms);
static void print_float(float val, float invalid, int len, int prec);
static void print_int(unsigned long val, unsigned long invalid, int len);
static void print_date(TinyGPS &gpsGSM);
static void print_str(const char *str, int len);
//////////////////////Declaracion de salidas y entradas
int Comprobacion_funcionamiento=13;
int Enclavamiento_alimentacion_12V=12;
int Enclavamiento_bateria_respaldo=11;
int Encendido_modulo_GSM=10;
int Rele_bloqueo_encendido=9;
int Sensor_movimiento=8;
int Status_modulo_GSM=7;
int Netlight_modulo_GSM=6;
int Swtich_encendido_vehiculo=5;
int Presencia_bateria_12V=4;
// Transmision_modulo_GPS=3;
// Recepcion_modulo_GPS=2;
// Transmision_modulo_GSM=1;
// Recepcion_modulo_GSM=0;
void setup()
{
  pinMode(Comprobacion_funcionamiento, OUTPUT);
  pinMode(Enclavamiento_alimentacion_12V, OUTPUT);
  Serial.println(" Km/h");;
  Serial.print("-Ubicacion:");
  Serial.print(" https://maps.google.es/maps?q=");
  print_float(flat,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,10, 6);
  Serial.print(",");
  print_float(flon,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6);
  smartdelay(1);
  delay(500);
  Serial.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino
  Borrar_buffer=0;
  while(Borrar_buffer<3333){
  Serial.flush();
  delay(3);
  Borrar_buffer++;
  }
  Serial.println("AT+QSCCLK=4");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada
  Control_consumo_GPS();
  }
}
void Bloquear_motor()
{
  if(datosSERIAL[0]==clave_dos[0]      &&      datosSERIAL[1]==clave_dos[1]      &&
  datosSERIAL[2]==clave_dos[2]      &&      datosSERIAL[3]==clave_dos[3]      &&
  datosSERIAL[4]==clave_dos[4]      &&      datosSERIAL[5]==clave_dos[5]      &&
  datosSERIAL[6]==clave_dos[6]      &&      datosSERIAL[7]==clave_dos[7]      &&
  datosSERIAL[8]==clave_dos[8]      &&      datosSERIAL[9]==clave_dos[9]      &&
  datosSERIAL[10]==clave_dos[10] && datosSERIAL[11]==clave_dos[11])
  {
  Modulo_GPS.println("PMTK225,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS
  Reseteo_modulo_GSM();
  if (digitalRead(Presencia_bateria_12V)==HIGH){//Se verifica que la bateria del vehiculo este conectada
  digitalWrite(Rele_bloqueo_encendido,HIGH);
  }
  Lectura_de_GPS();
  delay(100);
  Serial.flush();
  Serial.flush();
  Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto
  delay(150);
  Serial.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje
  Serial.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter
  Numero_enlazado_para_enviar_mensajes();
  Serial.println((char)34);//volvemos a poner el caracter "
  delay(100);//tiempo para que de respuesta el modulo >
  float flat, flon;
  gps.f_get_position(&flat,&flon);
}

```



<pre> pinMode(Enclavamiento_bateria_respaldo, OUTPUT); digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,HIGH);//Enclavar inmediatamente la alimentacion pinMode(Encendido_modulo_GSM, OUTPUT); pinMode(Rele_bloqueo_encendido, OUTPUT); pinMode(Sensor_movimiento, INPUT); pinMode(Status_modulo_GSM, INPUT); pinMode(Netlight_modulo_GSM, INPUT); pinMode(Swtich_encendido_vehiculo, INPUT); pinMode(Presencia_bateria_12V, INPUT); Serial.begin(9600); Modulo_GPS.begin(9600); Modulo_GPS.println("\$PMTK225,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS Activacion_modulo_GSM(); //Iniciar el modulo gsm y esperar 15 segundos a que se conecte a la red GSM Modulo_GPS.println("\$PMTK25,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS } void loop() { if (digitalRead(Swtich_encendido_vehiculo)==HIGH &amp;&amp; (Marca_vehiculo_encendido_legalmente)==0){//Si el vehiculo fue encendido legalmente llama al celular Llamar_al_celular(); Recibir_mensaje(); Serial.println("AT+QSCLK=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada Marca_vehiculo_encendido_legalmente=1; } if (digitalRead(Swtich_encendido_vehiculo)==LOW &amp;&amp; (Marca_vehiculo_encendido_legalmente)==0){//Si el vehiculo esta apagado y no fue encendido legalmente envia un SMS al celular Enviar_mensaje_vehiculo_alterado(); Recibir_mensaje(); Serial.println("AT+QSCLK=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada Marca_vehiculo_encendido_legalmente=2;//El modulo seguira encendido hasta que se envíe el SMS para apagar } if (digitalRead(Swtich_encendido_vehiculo)==LOW &amp;&amp; (Marca_vehiculo_encendido_legalmente)==1){//Si el vehiculo fue apagado luego de haber sido encendido legalmente llama al celular delay(5000); if (digitalRead(Swtich_encendido_vehiculo)==LOW &amp;&amp; (Marca_vehiculo_encendido_legalmente)==1){//Si el vehiculo fue apagado luego de haber sido encendido legalmente llama al celular Serial.println("AT+QSCLK=1");//Modo sleep desactivado delay(20); Llamar_al_celular(); delay(55000); Serial.println("AT+QPOWD=1");//Apagar el modulo de forma segura </pre>	<pre> if (digitalRead(Presencia_bateria_12V)==HIGH){//Se verifica que la bateria del vehiculo este conectada Serial.println("-El motor ha sido bloqueado");//mensaje que enviare } if (digitalRead(Presencia_bateria_12V)==LOW){//Se verifica que la bateria del vehiculo este conectada Serial.println("-Funcion deshabilitada, la bateria esta desconectada!");//mensaje que enviare } Serial.print("-Velocidad: "); if (gps.f_speed_kmph(&lt;1.6){ Serial.print("0"); } if (gps.f_speed_kmph(&gt;=1.6){ print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2); } Serial.println(" Km/h"); Serial.print("-Ubicacion:"); Serial.print(" https://maps.google.es/maps?q="); print_float(flat,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,10, 6); Serial.print(","); print_float(lon,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6); smartdelay(1); delay(500); Serial.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino Borrar_buffer=0; while(Borrar_buffer&lt;3333){ Serial.flush(); delay(3); Borrar_buffer++; } Serial.println("AT+QSCLK=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada Control_consumo_GPS(); } } void Desbloquear_motor() { if(datosSERIAL[0]==clave_tres[0] &amp;&amp; datosSERIAL[1]==clave_tres[1] &amp;&amp; datosSERIAL[2]==clave_tres[2] &amp;&amp; datosSERIAL[3]==clave_tres[3] &amp;&amp; datosSERIAL[4]==clave_tres[4] &amp;&amp; datosSERIAL[5]==clave_tres[5] &amp;&amp; datosSERIAL[6]==clave_tres[6] &amp;&amp; datosSERIAL[7]==clave_tres[7] &amp;&amp; datosSERIAL[8]==clave_tres[8] &amp;&amp; datosSERIAL[9]==clave_tres[9] &amp;&amp; datosSERIAL[10]==clave_tres[10] &amp;&amp; datosSERIAL[11]==clave_tres[11] &amp;&amp; datosSERIAL[12]==clave_tres[12] &amp;&amp; datosSERIAL[13]==clave_tres[13] &amp;&amp; datosSERIAL[14]==clave_tres[14]) { Modulo_GPS.println("\$PMTK25,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS Reseteo_modulo_GSM(); digitalWrite(Rele_bloqueo_encendido,LOW); Lectura_de_GPS(); </pre>
---	---

<pre> digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,LOW); digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,LOW); } } if(digitalRead(Status_modulo_GSM)==HIGH                &amp;&amp; digitalRead(Presencia_bateria_12V)==HIGH){//Si el modulo GSM se apagó y se conecto la alarma a la bateria principal se reactivara el modulo digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH);//Activacion modulo delay(1200);//Activacion modulo digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW); //Activacion modulo delay(15000);//Activacion modulo Recuperacion_modulo_GSM(); Borrar_buffer=0; while(Borrar_buffer&lt;333){ Serial.flush(); delay(3); Borrar_buffer++; } Recibir_mensaje(); Serial.println("AT+QSClk=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada } leer_mensaje(); } void Estado_bateria(){ if (digitalRead(Presencia_bateria_12V)==LOW){//Se verifica que la bateria del vehiculo este conectada Serial.println("-Bateria desconectada!"); } if (digitalRead(Presencia_bateria_12V)==HIGH){//Se verifica que la bateria del vehiculo este conectada Serial.println("-Bateria conectada"); } } void Control_consumo_GPS(){ if (digitalRead(Presencia_bateria_12V)==LOW){//Se verifica que la bateria del vehiculo este conectada Modulo_GPS.println("\$PMTK225,8*23");//Disminuye el consumo del modulo GPS } if (digitalRead(Presencia_bateria_12V)==HIGH){//Se verifica que la bateria del vehiculo este conectada Modulo_GPS.println("\$PMTK225,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS } } void Activacion_modulo_GSM(){ digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH); delay(1200); digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW); Serial.println("AT+CMGD=1,4"); delay(15000); } </pre>	<pre> delay(100); Serial.flush(); Serial.flush(); Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto delay(150); Serial.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje Serial.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter Numero_enlazado_para_enviar_mensajes(); Serial.println((char)34);//volvemos a poner el caracter " delay(100);//tiempo para que de respuesta el modulo &gt; float flat, flon; gps.f_get_position(&amp;flat,&amp;flon); if (digitalRead(Presencia_bateria_12V)==HIGH){//Se verifica que la bateria del vehiculo este conectada Serial.println("-El motor ha sido desbloqueado");//mensaje que enviare } if (digitalRead(Presencia_bateria_12V)==LOW){//Se verifica que la bateria del vehiculo este conectada Serial.println("-Con la bateria desconectada el motor esta desbloqueado");//mensaje que enviare } Serial.print("-Velocidad: "); if (gps.f_speed_kmph(&lt;1.6){ Serial.print("0"); } if (gps.f_speed_kmph(&gt;=1.6){ print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2); } Serial.println(" Km/h"); Serial.print("-Ubicacion:"); Serial.print(" https://maps.google.es/maps?q="); print_float(flat,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,10, 6); Serial.print(","); print_float(flon,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6); smartdelay(1); delay(500); Serial.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino Borrar_buffer=0; while(Borrar_buffer&lt;333){ Serial.flush(); delay(3); Borrar_buffer++; } Serial.println("AT+QSClk=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada Control_consumo_GPS(); } } void Apagar_modulo() { </pre>
--	--

<pre> void Reseteo_modulo_GSM(){   Reset_modulo_GSM=0;   Serial.println("AT+CMGD=1,4");   while(digitalRead(Status_modulo_GSM)==LOW &amp;&amp; (Reset_modulo_GSM)==0){// Verifica que el modulo esta encendido, cuando no se conecte la variable RESET_MODULO_GSM sera 0 y se reseteara hasta enlazarse   Esperar_mientras_esta_apagado:   if (digitalRead(Netlight_modulo_GSM)==HIGH){//Se verifica que el pin NETLIGHT muestre sincronizacion (Cuando hay nivel alto el led de NETLIGHT esta apagado)     goto Esperar_mientras_esta_apagado;   }   Esperar_mientras_esta_encendido:   if (digitalRead(Netlight_modulo_GSM)==LOW){//Se verifica que el pin NETLIGHT muestre sincronizacion (Cuando hay nivel bajo enciende el led de NETLIGHT)     goto Esperar_mientras_esta_encendido;   }   delay(8);   if (digitalRead(Netlight_modulo_GSM)==LOW){//Se verifica que el pin NETLIGHT muestre sincronizacion (Cuando hay nivel bajo enciende el led de NETLIGHT)   digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH);   delay(800);   digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW);   delay(12000);//Se espera a que se apague totalmete el modulo GSM   digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH);//Activacion modulo   delay(1200);//Activacion modulo   digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW); //Activacion modulo   delay(15000);//Activacion modulo   Cantidad_de_intentos_de_reseteo++;   if (digitalRead(Swtich_encendido_vehiculo)==LOW &amp;&amp; (Marca_vehiculo_encendido_legalmente)==1 &amp;&amp; (Cantidad_de_intentos_de_reseteo)&gt;133){//Si el vehiculo fue apagado luego de haber sido encendido legalmente   //Intenta durante 1 hora conectarse a la red GSM, si no lo logra se apagara el modulo para preservar las baterias   //1 hora son 3600 segundos, al modulo le toma aproximadamente 27 segundos reiniciarse, por lo que si lo intenta 133 veces completará 1 hora aproximadamente   //desde la ultima vez que se conectó   delay(1000);   digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,LOW);//Enclavar inmediatamente la alimentacion   digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,LOW);//Enclavar inmediatamente la alimentacion   }   if (Cantidad_de_intentos_de_reseteo&gt;1600){//Intenta durante 12 horas conectarse a la red GSM, si no lo logra se apagara el modulo para preservar las baterias   //12 horas son 43200 segundos, al modulo le toma aproximadamente 27 segundos reiniciarse, por lo que si lo intenta 1600 veces completará 12 horas aproximadamente   //desde la ultima vez que se conectó   delay(1000);   digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,LOW);//Enclavar inmediatamente la alimentacion   digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,LOW);//Enclavar inmediatamente la alimentacion   }   } </pre>	<pre> if(datosSERIAL[0]==clave_cuatro[0] &amp;&amp; datosSERIAL[1]==clave_cuatro[1] &amp;&amp; datosSERIAL[2]==clave_cuatro[2] &amp;&amp; datosSERIAL[3]==clave_cuatro[3] &amp;&amp; datosSERIAL[4]==clave_cuatro[4] &amp;&amp; datosSERIAL[5]==clave_cuatro[5] &amp;&amp; datosSERIAL[6]==clave_cuatro[6] &amp;&amp; datosSERIAL[7]==clave_cuatro[7] &amp;&amp; datosSERIAL[8]==clave_cuatro[8] &amp;&amp; datosSERIAL[9]==clave_cuatro[9]) {   Modulo_GPS.println("\$PMTK225,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS   Reseteo_modulo_GSM();   Lectura_de_GPS();   delay(100);   Serial.flush();   Serial.flush();   Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto   delay(150);   Serial.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje   Serial.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter   Numero_enlazado_para_enviar_mensajes();   Serial.println((char)34);//volvemos a poner el caracter "   delay(100);//tiempo para que de respuesta el modulo &gt;   float flat, flon;   gps.f_get_position(&amp;flat,&amp;flon);   Serial.println("-El modulo se ha apagado");//mensaje que enviare   Estado_bateria();   Serial.print("-Velocidad: ");   if (gps.fspeed_kmph)&lt;1.6){   Serial.print("0");   }   if (gps.f_speed_kmph)&gt;=1.6){   print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2);   }   Serial.println(" Km/h");   Serial.print("-Ubicacion:");   Serial.print(" https://maps.google.es/maps?q=");   print_float(flat,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,10, 6);   Serial.print(",");   print_float(flon,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6);   smartdelay(1);   delay(500);   Serial.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino   Borrarr_buffer=0;   while(Borrarr_buffer&lt;3333){   Serial.flush();   delay(5);   Borrarr_buffer++;   }   Serial.println("AT+QPOWD=1");//Apagar el modulo de forma segura   delay(500);   digitalWrite(Enclavamiento_alimentacion_12V,LOW);//Enclavar inmediatamente la alimentacion </pre>
---	---

```

}
else{
Reset_modulo_GSM=1;//Si el modulo se conectó a la red entonces no se researá
Cantidad_de_intentos_de_reseteo=0;
}
}
if(digitalRead(Status_modulo_GSM)==HIGH                                &&
digitalRead(Presencia_bateria_12V)==HIGH){//Si el modulo GSM se apagó y se conecto la
alarma a la bateria principal se reactivara el modulo
digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,HIGH);//Activacion modulo
delay(1200);//Activacion modulo
digitalWrite(Encendido_modulo_GSM,LOW); //Activacion modulo
delay(15000);//Activacion modulo
Recuperacion_modulo_GSM();
Borrar_buffer=0;
while(Borrar_buffer<333){
Serial.flush();
delay(3);
Borrar_buffer++;
}
Recibir_mensaje();
Serial.println("AT+QSCLK=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o
llamada
}
}
void Numero_enlazado_para_llamar(){
if(Numero_celular_enlazado==0){
Serial.println("ATD321404xxxx");//numero_movil numero al que realizaremos la llamada
}
if(Numero_celular_enlazado==1){
Serial.println("ATD311540xxxx");//numero_movil numero al que realizaremos la llamada
}
if(Numero_celular_enlazado==2){
Serial.println("ATD312380xxxx");//numero_movil numero al que realizaremos la llamada
}
}
void Numero_enlazado_para_enviar_mensajes(){
if(Numero_celular_enlazado==0){
Serial.print("321404xxxx");//numero_movil numero al que realizaremos la llamada
}
if(Numero_celular_enlazado==1){
Serial.print("311540xxxx");//numero_movil numero al que realizaremos la llamada
}
if(Numero_celular_enlazado==2){
Serial.print("312380xxxx");//numero_movil numero al que realizaremos la llamada
}
}
void Llamar_al_celular(){
Reseteo_modulo_GSM();
while(Cantidad_de_timbrados<3) {
Numero_enlazado_para_llamar();
digitalWrite(Enclavamiento_bateria_respaldo,LOW);//Enclavar inmediatamente la alimentacion
}
}
void Telefono_alterno_1()
{
if(datosSERIAL[0]==clave_cinco[0]    &&    datosSERIAL[1]==clave_cinco[1]    &&
datosSERIAL[2]==clave_cinco[2]    &&    datosSERIAL[3]==clave_cinco[3]    &&
datosSERIAL[4]==clave_cinco[4]    &&    datosSERIAL[5]==clave_cinco[5]    &&
datosSERIAL[6]==clave_cinco[6]    &&    datosSERIAL[7]==clave_cinco[7]    &&
datosSERIAL[8]==clave_cinco[8]    &&    datosSERIAL[9]==clave_cinco[9]    &&
datosSERIAL[10]==clave_cinco[10]    &&    datosSERIAL[11]==clave_cinco[11]    &&
datosSERIAL[12]==clave_cinco[12])
{
Modulo_GPS.println("$PMTK225,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS
Reseteo_modulo_GSM();
Numero_celular_enlazado=1;
Lectura_de_GPS();
delay(100);
Serial.flush();
Serial.flush();
Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto
delay(150);
Serial.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje
Serial.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el
serial envia caracter por caracter
Numero_enlazado_para_enviar_mensajes();
Serial.println((char)34);//volvemos a poner el caracter "
delay(100);//tiempo para que de respuesta el modulo >
float flat, flon;
gps.f_get_position(&flat,&flon);
Serial.println("-Modulo ahora enlazado a este telefono.");//mensaje que enviare
Estado_bateria();
Serial.print("-Velocidad: ");
if (gps.f_speed_kmph(<1.6){
Serial.print("0");
}
if (gps.speed_kmph(>=1.6){
print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2);
}
Serial.println(" Km/h");
Serial.print("-Ubicacion:");
Serial.print(" https://maps.google.es/maps?q=");
print_float(flat,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,10, 6);
Serial.print(",");
print_float(flon,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6);
smartdelay(1);
delay(500);
Serial.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el
modulo sabe que el sms termino
Borrar_buffer=0;
while(Borrar_buffer<3333){

```

<pre> delay(15000); Serial.println("ATH"); //colgaremos y finalizaremos la llamada delay(20); Serial.println("ATH"); //colgaremos y finalizaremos la llamada delay(14000); Serial.flush(); delay(1000); Cantidad_de_timbrazos++; } } Cantidad_de_timbrazos=0; } void Enviar_mensaje_vehiculo_alterado(){ Modulo_GPS.println("\$PMTK22,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS delay(90000); Reseteo_modulo_GSM(); Lectura_de_GPS(); delay(100); Serial.flush(); Serial.flush(); Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto delay(500); Serial.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje Serial.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter Numero_enlazado_para_enviar_mensajes(); Serial.println((char)34);//volvemos a poner el caracter " delay(1000);//tiempo para que de respuesta el modulo &gt; float flat, flon; gps.f_get_position(&amp;flat,&amp;flon); Serial.println("-Alerta! Vehiculo alterado");//mensaje que enviare Estado_bateria(); Serial.print("-Velocidad: "); if (gps.f_speed_kmph(&lt;1.6){ Serial.print("0"); } if (gps.f_speed_kmph(&gt;=1.6){ print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2); } Serial.println(" Km/h"); Serial.print("-Ubicacion:"); Serial.print(" https://maps.google.es/maps?q="); print_float(flat,TinyGPS:GPS_INVALID_F_ANGLE,10, 6); Serial.print(","); print_float(flon,TinyGPS:GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6); delay(500); Serial.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino Borrar_buffer=0; while(Borrar_buffer&lt;3333){ Serial.flush(); delay(3); </pre>	<pre> Serial.flush(); delay(3); Borrar_buffer++; } } Serial.println("AT+QSCLK=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada Control_consumo_GPS(); } } void Telefono_alterno_2() { if(datosSERIAL[0]==clave_seis[0]      &amp;&amp;      datosSERIAL[1]==clave_seis[1]      &amp;&amp; datosSERIAL[2]==clave_seis[2]      &amp;&amp;      datosSERIAL[3]==clave_seis[3]      &amp;&amp; datosSERIAL[4]==clave_seis[4]      &amp;&amp;      datosSERIAL[5]==clave_seis[5]      &amp;&amp; datosSERIAL[6]==clave_seis[6]      &amp;&amp;      datosSERIAL[7]==clave_seis[7]      &amp;&amp; datosSERIAL[8]==clave_seis[8]      &amp;&amp;      datosSERIAL[9]==clave_seis[9]      &amp;&amp; datosSERIAL[10]==clave_seis[10]      &amp;&amp;      datosSERIAL[11]==clave_seis[11]      &amp;&amp; datosSERIAL[12]==clave_seis[12]) { Modulo_GPS.println("\$PMTK225,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS Reseteo_modulo_GSM(); Numero_celular_enlazado=2; Lectura_de_GPS(); delay(100); Serial.flush(); Serial.flush(); Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto delay(150); Serial.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje Serial.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter Numero_enlazado_para_enviar_mensajes(); Serial.println((char)34);//volvemos a poner el caracter " delay(1000);//tiempo para que de respuesta el modulo &gt; float flat, flon; gps.f_get_position(&amp;flat,&amp;flon); Serial.println("-Modulo ahora enlazado a este telefono.");//mensaje que enviare Estado_bateria(); Serial.print("-Velocidad: "); if (gps.f_speed_kmph(&lt;1.6){ Serial.print("0"); } if (gps.f_speed_kmph(&gt;=1.6){ print_float(gps.speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2); } Serial.println(" Km/h"); Serial.print("-Ubicacion:"); Serial.print(" https://maps.google.es/maps?q="); print_float(flat,TinyGPS:GPS_INVALID_F_ANGLE,10, 6); Serial.print(","); print_float(flon,TinyGPS:GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6); </pre>
--	---

<pre> Borrar_buffer++; } Serial.println("AT+QSCLK=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada Control_consumo_GPS(); } void Recuperacion_modulo_GSM(){ Modulo_GPS.println("\$PMTK225,0*2");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS Reseteo_modulo_GSM(); Lectura_de_GPS(); delay(100); Serial.flush(); Serial.flush(); Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto delay(300); Serial.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje Serial.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter Numero_enlazado_para_enviar_mensajes(); Serial.println((char)34);//volvemos a poner el caracter " delay(200);//tiempo para que de respuesta el modulo &gt; float flat, flon; gps.f_get_position(&amp;flat,&amp;flon); Serial.println("-Se recupero la comunicacion");//mensaje que enviare Estado_bateria(); Serial.print("-Velocidad: "); if (gps.f_speed_kmph(&lt;1.6){ Serial.print("0"); } if (gps.f_speed_kmph(&gt;=1.6){ print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2); } Serial.println(" Km/h"); Serial.print("-Ubicacion:"); Serial.print(" https://maps.google.es/maps?q="); print_float(flat, TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE, 10, 6); Serial.print(","); print_float(flon, TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE, 11, 6); delay(500); Serial.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26, que corresponde a CTRL+Z, con lo que el modulo sabe que el sms termino Control_consumo_GPS(); } void Lectura_de_GPS(){ Modulo_GPS.println("\$PMTK225,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS while(Encontrando_ubicacion&lt;10){ float flat, flon; gps.f_get_position(&amp;flat,&amp;flon); print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2); print_float(flat, TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE, 10, 6); Serial.print(","); </pre>	<pre> smartdelay(1); delay(500); Serial.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26, que corresponde a CTRL+Z, con lo que el modulo sabe que el sms termino Borrar_buffer=0; while(Borrar_buffer&lt;333){ Serial.flush(); delay(3); Borrar_buffer++; } Serial.println("AT+QSCLK=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada Control_consumo_GPS(); } } void Mantener(){ if(datosSERIAL[0]==clave_siete[0]    &amp;&amp;    datosSERIAL[1]==clave_siete[1]    &amp;&amp; datosSERIAL[2]==clave_siete[2]    &amp;&amp;    datosSERIAL[3]==clave_siete[3]    &amp;&amp; datosSERIAL[4]==clave_siete[4]    &amp;&amp;    datosSERIAL[5]==clave_siete[5]    &amp;&amp; datosSERIAL[6]==clave_siete[6]    &amp;&amp;    datosSERIAL[7]==clave_siete[7]    &amp;&amp; datosSERIAL[8]==clave_siete[8]    &amp;&amp;    datosSERIAL[9]==clave_siete[9]    &amp;&amp; datosSERIAL[10]==clave_siete[10] &amp;&amp; datosSERIAL[11]==clave_siete[11]) { Modulo_GPS.println("\$PMTK225,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS Reseteo_modulo_GSM(); Marca_vehiculo_encendido_legalmente=2; Lectura_de_GPS(); delay(100); Serial.flush(); Serial.flush(); Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto delay(150); Serial.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje Serial.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter Numero_enlazado_para_enviar_mensajes(); Serial.println((char)34);//volvemos a poner el caracter " delay(100);//tiempo para que de respuesta el modulo &gt; float flat, flon; gps.f_get_position(&amp;flat,&amp;flon); Serial.println("-El modulo ahora solo se apagara por SMS");//mensaje que enviare Estado_bateria(); Serial.print("-Velocidad: "); if (gps.f_speed_kmph(&lt;1.6){ Serial.print("0"); } if (gps.f_speed_kmph(&gt;=1.6){ print_float(gps.f_speed_kmph(), TinyGPS::GPS_INVALID_F_SPEED, 6, 2); } Serial.println(" Km/h"); Serial.print("-Ubicacion:"); </pre>
---	--

<pre> print_float(flon,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6); smartdelay(301); Encontrando_ubicacion++; } Encontrando_ubicacion=0; } void Recibir_mensaje();//configura los codigos de lectura de mensajes { Serial.println("AT+IPR=9600");//modo texto delay(300); Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto delay(300); Serial.println("AT+CMGR=?");//ACTIVAMOS CODIGO PARA RECIBIR MENSAJES delay(300); Serial.println("AT+CNMI=2,2,0");//ACTIVAMOS PARA VER MENSAJES delay(300); } void leer_mensaje() { salir: if (Serial.available(&gt;0) {  char DAT =Serial.read(); if(DAT=='@')//el arroba hace detectar el inicio del codigo {//If arroba while(true)//ingresa en un while para leer solo los codigos futuros que estan por llegar despues de la arroba { if (Serial.available(&gt;0) {//cierre del segundo if char DAT_dos =Serial.read();// datosSERIAL[j]= DAT_dos;//almacena en cadena de caracteres, suma de caracteres j++; if (DAT_dos=='\n')//cuando termine de entregar todos los datos dara un enter //garantizando el final del codigo { Modulo_GPS.println("Lectura:");//IMPRIME LOS CARACTERES ALMACENADOS PARA VER SI TODO ESTA OK for(int i=0;i&lt;=j;i++) { Modulo_GPS.print(datosSERIAL[i]);//IMPRIME TODO EL CODIGO GUARDADO EN EL ARRAY } Ubicar_vehiculo(); Bloquear_motor();//llama a la funcion y verifica codigo Desbloquear_motor();//llama a la funcion Apagar_modulo(); Telefono_alterno_1(); Telefono_alterno_2(); </pre>	<pre> Serial.print(" https://maps.google.es/maps?q="); print_float(flat,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,10, 6); Serial.print(","); print_float(flon,TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE,11, 6); smartdelay(1); delay(500); Serial.print((char)26);//ponemos el simbolo ascii 26,que corresponde a CTRL+Z,con lo que el modulo sabe que el sms termino Borrar_buffer=0; while(Borrar_buffer&lt;333){ Serial.flush(); delay(3); Borrar_buffer++; } Serial.println("AT+QSCLK=2");//Modo sleep activado, el modulo se despertara con un sms o llamada Control_consumo_GPS(); } } static void smartdelay(unsigned long ms) { unsigned long start = millis(); do { while (Modulo_GPS.available()) gps.encode(Modulo_GPS.read()); } while (millis() - start &lt; ms); }  static void print_float(float val, float invalid, int len, int prec) { if (val == invalid) { while (len-- &gt; 1) Serial.print("*"); Serial.print(" "); } else { Serial.print(val, prec); int vi = abs((int)val); int flen = prec + (val &lt; 0.0 ? 2 : 1); // . and - flen += vi &gt;= 1000 ? 4 : vi &gt;= 100 ? 3 : vi &gt;= 10 ? 2 : 1; } smartdelay(0); }  static void print_int(unsigned long val, unsigned long invalid, int len) { char sz[32]; if (val == invalid) </pre>
---	---



<pre> Mantener();//La alarma se mantendra prendida a pesar que se apague legalmente el vehiculo     delay(500);     for(int i=0;i&lt;=j;i++)     {     datosSERIAL[i]=0;//borro array     DAT_dos=0;     DAT=0;     }     j=0;//borra el puntero o acumulador si no se hace esto no detecta los siguientes codigos     goto salir;//sale de todos los ciclos y va al inicio para volver a leer codigo     }//CIERRA AL /N     } //cierre del segundo if     }//while     }//arroba     }//serial available } void Ubicar_vehiculo() { if(datosSERIAL[0]==clave_uno[0]    &amp;&amp;    datosSERIAL[1]==clave_uno[1]    &amp;&amp; datosSERIAL[2]==clave_uno[2]    &amp;&amp;    datosSERIAL[3]==clave_uno[3]    &amp;&amp; datosSERIAL[4]==clave_uno[4]    &amp;&amp;    datosSERIAL[5]==clave_uno[5]    &amp;&amp; datosSERIAL[6]==clave_uno[6]    &amp;&amp;    datosSERIAL[7]==clave_uno[7]    &amp;&amp; datosSERIAL[8]==clave_uno[8] &amp;&amp; datosSERIAL[9]==clave_uno[9]) { Modulo_GPS.println("\$PMTK225,0*2B");//Modo normal de funcionamiento del modulo GPS Reseteo_modulo_GSM(); Lectura_de_GPS(); delay(100); Serial.flush(); Serial.flush(); Serial.println("AT+CMGF=1");//modo texto delay(150); Serial.print("AT+CMGS=");// comando de envio de mensaje Serial.print((char)34);//ponemos las comillas ", para que lo tome debe ser char de lo contrario el serial envia caracter por caracter Numero_enlazado_para_enviar_mensajes(); Serial.println((char)34);//volvemos a poner el caracter " delay(100);//tiempo para que de respuesta el modulo &gt; float flat, flon; gps.f_get_position(&amp;flat,&amp;flon); Serial.println("Datos obtenidos del GPS");//mensaje que enviare Estado_bateria(); Serial.print("-Velocidad: "); if (gps.f_speed_kmph(&lt;1.6){ </pre>	<pre> strcpy(sz, "*****"); else sprintf(sz, "%ld", val); sz[len] = 0; for (int i=strlen(sz); i&lt;len; ++i) sz[i] = ' '; if (len &gt; 0) sz[len-1] = ' '; Serial.print(sz); smartdelay(0); }  static void print_date(TinyGPS &amp;gps) { int year; byte month, day, hour, minute, second, hundredths; unsigned long age; gps.crack_datetime(&amp;year, &amp;month, &amp;day, &amp;hour, &amp;minute, &amp;second, &amp;hundredths, &amp;age); if (age == TinyGPS::GPS_INVALID_AGE) Serial.print("***** ***** "); else { char sz[32]; sprintf(sz, "%02d/%02d/%02d %02d:%02d:%02d ", month, day, year, hour, minute, second); Serial.print(sz); } print_int(age, TinyGPS::GPS_INVALID_AGE, 5); smartdelay(0); }  static void print_str(const char *str, int len) { int slen = strlen(str); for (int i=0; i&lt;len; ++i) Serial.print(i&lt;slen ? str[i] : ' '); smartdelay(0); } </pre>
---	---





# Anexo H Programación de la aplicación 1

**VARIABLES**

**BOTON UBICAR VEHICULO, AL NUMERO DE TELEFONO ENVIA EL SMS CON LA ORDEN CON LA CONTRASEÑA ASIGNADA, DESHABILITA TODOS LOS BOTONES MIENTRAS SE RECIBE EL SMS**

**DETERMINACION UBICACION DEL USUARIO Y DEL VEHICULO**

**BOTON VER RUTA, HASTA EL VEHICULO, ABRE GOOGLE MAPS CUANDO ESTE HABILITADO**

**BOTON BLOQUEAR MOTOR, AL NUMERO DE TELEFONO ENVIA EL SMS CON LA CONTRASEÑA ASIGNADA, DESHABILITA TODOS LOS BOTONES MIENTRAS SE RECIBE EL SMS**

**MANEJO DE LOS SMS CUANDO SON RECIBIDOS, SE ALMACENAN EN UNA BASE DE DATOS PARA CREAR UN HISTORIAL Y UN DOCUMENTO .DOC, SE IMPRIME TANTO LA FECHA COMO LA HORA CUANDO OCURRE EL EVENTO, TIENE EN CUENTA CUANDO ESTE VACIO LA CAJA DE TEXTO O CUANDO EN DICHA CAJA ESTE LA PALABRA APAGADO, QUE QUIERE DECIR QUE EL MODULO ESTA APAGADO, POR LO TANTO NO RECIBIRA NI ENVIARA ORDENES**



## Anexo I Programación de la aplicación 2

```
when [Botón] Click
do
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
```

BOTON MANTENER MODULO ENCENDIDO, AL NUMERO DE TELEFONO ENVIA EL SMS CON LA CONTRASEÑA ASIGNADA, DESHABILITA TODOS LOS BOTONES MIENTRAS SE RECIBE EL SMS

```
when [Desbloquear motor] Click
do
  set [Mensajero-SMS] [EnviarMensaje] to [Contraseña]
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
```

BOTON DESBLOQUEAR MOTOR, AL NUMERO DE TELEFONO ENVIA EL SMS CON LA CONTRASEÑA ASIGNADA, DESHABILITA TODOS LOS BOTONES MIENTRAS SE RECIBE EL SMS

```
when [Mantener modulo] Click
do
  set [Mensajero-SMS] [EnviarMensaje] to [Contraseña]
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
```

```
when [Menu] AfterPicking
do
  call [Mostrar notificaciones] ShowChoiceDialog
  message
  title [Historial de ayuda]
  buttonList [Emergencias]
  buttonList [SOS]
  cancelable [Aceptar]
  choice
  when [Emergencias] Click
  call [Mensajero-notificaciones] ShowMessageDialog
  message
  title [Acciones]
  buttonList [Aceptar]
  cancelable [Aceptar]
  when [SOS] Click
  call [Mensajero-notificaciones] ShowChoiceDialog
  message
  title [Acciones]
  buttonList [Aceptar]
  cancelable [Aceptar]
```

MENU DE OPCIONES PARA EL USUARIO: EMERGENCIAS Y SIJIN, INFORMACION ACERCA DE LA APLICACION Y OPCION DE SALIR DE LA APLICACION BORRANDO EL HISTORIAL DE MENSAJES Y EL ARCHIVO .DOC

```
when [Mensajero-notificaciones] AfterChoosing
do
  choice
  when [Emergencias] Click
  call [Mensajero-SMS] [EnviarMensaje] to [Contraseña]
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
```

SE REvisa SI SE RECIBIO UN SMS CON LA PALABRA APAGADO, SI ES ASI DESHABILITA TODOS LOS BOTONES HASTA QUE EL MODULO ALARMA SE ENCIENDA NUEVAMENTE Y SE PUEDE ESTABLECER LA COMUNICACION

```
when [Mensajero-notificaciones] AfterChoosing
do
  choice
  when [Emergencias] Click
  call [Mensajero-SMS] [EnviarMensaje] to [Contraseña]
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
```

```
when [Mensajero-notificaciones] AfterChoosing
do
  choice
  when [Emergencias] Click
  call [Mensajero-SMS] [EnviarMensaje] to [Contraseña]
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
```

GENERACION AUTOMATICA DE LLAMADAS EN CASO DE EMERGENCIA

```
when [Mensajero-notificaciones] AfterChoosing
do
  choice
  when [Emergencias] Click
  call [Mensajero-SMS] [EnviarMensaje] to [Contraseña]
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
```

SE LE PREGUNTA AL USUARIO SI CONFIRMA LA ELIMINACION DEL HISTORIAL DE MENSAJES

```
when [Mensajero-notificaciones] AfterChoosing
do
  choice
  when [Emergencias] Click
  call [Mensajero-SMS] [EnviarMensaje] to [Contraseña]
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
  set [global Fecha y hora] to call [Fecha] FormatearDateTime
  instanciar call [Robot] New
  pattern
  call [Mensajero-SMS] SendMessage
```

```
when [Historial de SMS] AfterPicking
do
  call [Mensajero-notificaciones] ShowChoiceDialog
  message
  title [Acciones]
  buttonList [Eliminar]
  buttonList [SOS]
  cancelable [Aceptar]
```



### Anexo J Programación de la aplicación 3

## Referencias Bibliográficas

- Ospina, J y Correa, M. (2016). El hurto automotores bajo el enfoque prospectivo: una caracterización actual y futura de la actividad criminal en Colombia. *Revista Criminalidad*. (57), 9-25.
- Valdés, C. (2016). *La Industria Aseguradora en Colombia - Avances en el Siglo XXI*. Colombia: Una Tinta Medios Ltda.
- <http://www.bettercaraudio.com.co/alarma-bt3000/>
- Anónimo. (2014, Agosto). Las motos inundan Colombia. *Semana*. Recuperado de <http://www.semana.com/>
- La Catarina. (2017). *Propagación de RF*. Recuperado de <http://lacatarina.udlap.mx/>
- Vialfa, C. (2013). *La tecnología bluetooth*. CCM. Recuperado de <http://es.ccm.net/>
- Equipo8. (2008). *Algunas Tecnologías de Redes Inalámbricas*. Redes Inalámbricas (wireless) unerg. Recuperado de <http://redesinalambricas-unerg-angelsuarez.blogspot.com.co/>
- G. Tecnologías. (2012). *¿Qué es la tecnología GPRS?*. Tecnología 2G. Recuperado de <http://tecnologia2g.blogspot.com.co/>
- Tecnológico, T. (2012). *Wifi, Bluetooth e Infrarrojo*. Tecnologías para la Transmisión de la Info. Recuperado de <http://triotransmission.blogspot.com.co/>
- Ángeles, J. (2015). *Redes telefónicas*. Prezi. Recuperado de <https://prezi.com/>
- De la Cruz, B. (2014). *Manejo y uso de instrumentos elementales*. Scribd. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/233744360/Trabajo-de-Coordenadas>

- 
- Villegas, J. (2012). *Que es un detector de movimiento pasivo o PIR? y cómo funcionan los sensores de movimiento*. Tecnoseguro. Recuperado de <https://www.tecnoseguro.com/>
- Pedro. (2015). *Sensor de movimiento PIR*. Hetpro. Recuperado de <http://hetpro-store.com/TUTORIALES/>
- ElecFrecFreak. Specification of DYP-ME003. *Electronics*. P, 1.
- Sharp. Long Distance Measuring Sensor. *GP2Y0A02YK*. P, 1.
- M&M, S. (2013). *Sensor de vibración mecánico por muelle*. Arduino y solo Arduino. Recuperado de <https://soloarduino.blogspot.com.co/>
- Mactrónica. (2017). *Sensor De Golpes Ky-031*. Mactrónica. Recuperado de <http://www.mactronica.com.co/>
- DfRobot. (2017). *Gravity: Digital Vibration Sensor*. DFRobot. Recuperado de <https://www.dfrobot.com/>
- Mactrónica. (2017). *Sensor De Vibración Sw-18015p*. Mactrónica. Recuperado de <http://www.mactronica.com.co/>
- Ardobot. (2017). *Modulo Sensor De Vibración SW-18010P*. Ardobot. Recuperado de <https://www.ardobot.com/home>
- Sunrom. (2017). *Vibration detecting module*. Sunrom. Recuperado de <http://www.sunrom.com/>
- Electronics, E. (2015). *Circuito integrado 555*. Electronica-electronics. Recuperado de <https://electronica-electronics.com/index.html>
- Teoría y práctica, E. (2012). *Schmitt Trigger*. Electrónica: Teoría y práctica. Recuperado de <http://electronica-teoriaypractica.com/>

- RedRaven, D. (2008). *Electrónica básica: El timer NE555 y sus Encantos*. PicManía by RedRaven. Recuperado de <http://picmania.garcia-cuervo.net/index.php>
- Instruments, T (2015). *LM555 Timer*. Texas Instruments. Recuperado de <http://www.ti.com/>
- Daycounter. (2016). *Transistor Schmitt-Trigger Circuit*. Daycounter, Inc. Engineering services. Recuperado de <http://www.daycounter.com/>
- Tecnología, A. (2017). *Condensador eléctrico*. Área Tecnología. Recuperado de <http://www.areatecnologia.com/>
- Álvarez, S. (2009). *Sistema eléctrico automóvil. Mecánica y automoción*. Recuperado de <http://mecanicayautomocion.blogspot.com.co>
- Tecnoautos. (2012). *Yamaha FZ16, Colombia Streets*. Tecnoautos. Recuperado de <http://tecnoautos.com/>
- Motor, Yamaha. (2017). *Manual de servicio FZ-16*. India: Yamaha motor India Pvt. Ltd.
- EsauOp (2014). *Pequeños proyectos con attiny45/attiny85*. Hardware hacking mx. Recuperado de <https://hardwarehackingmx.wordpress.com/>
- Xbot, S. (2017). *¿Qué es un microcontrolador?*. Sherlin Xbot. Recuperado de <http://sherlin.xbot.es/>
- Álvarez, R. (2017). *Experimentando con Microcontroladores Atmel USB*. TecBolivia. Recuperado de <http://tecbolivia.com/>
- Álvarez, C. (2013). *Microcontroladores Freescale de 8 bits DIP*. Mecatrónica en RD. Recuperado de <http://www.mecatronicard.com/>
- Sánchez, S. (2015). *Empresas Fabricantes de microcontroladores*. Microcontroladores. Recuperado de <https://microcontroladoresesv.wordpress.com/>

- Quiceno, A. (2010). *Comparación de tres grandes familias de microcontroladores*. Trucos de electrónica y programación. Recuperado de <http://trucoselectronicayprogramacion.blogspot.com.co/>
- Echeverry, M. (2015). *Conoce la compatibilidad de un equipo con los operadores colombianos*. Revista Smartphone. Recuperado de <http://www.revistasmartphone.com/>
- Electronics, A. (2017). *Módulo GSM/GPRS SIM800L*. Anvar Electronics. Recuperado de <http://avelectronics.co/>
- SIMCom, W. (2013). SIM800L Hardware Design. *Shangai SIMCom wireless Solutions Ltd*. 21-58
- Tamayo, A. (2009). *Comunicación serial*. Galaxi0. Recuperado de <https://galaxi0.wordpress.com/>
- Bluehack. (2005). *Comandos AT*. Bluehack: the Spanish Bluetooth Security Group. Recuperado de <http://bluehack.elhacker.net/index.html>
- Electrónica, S (2014). *Tarjeta adaptadora para el modem GSM/GPRS Quectel M95*. Sigma Electrónica. Recuperado de <http://www.sigmaelectronica.net/index.php>
- Quectel, W. (2012). M95 Hardware Design. *Shangai Quectel wireless Solutions Ltd*. 26-60
- Topoequipos. (2017). *Que es un gps? Sistema de posicionamiento global*. Topoequipos s.a. Recuperado de <http://www.topoequipos.com/dem/>
- Marina. (2007). *GPS Global Positioning System*. Blogger. Recuperado de <https://www.blogger.com/about/?r=2>
- Prieto, E. (2017). *Rastreo Satelital*. Signus SAS. Recuperado de <http://signus-sas.blogspot.com.co/>

- Soloski. (2014). *El sistema de posicionamiento vía Satélite y los receptores GPS*. Soloski. Recuperado de <http://www.soloski.net/index.php>
- García, J. (2015). Así funciona el GPS. Así funciona. Recuperado de <http://www.asifunciona.com/inicio.htm>
- Muñoz, M. (2017). *Navegación. Manual vuelo*. Recuperado de <http://www.manualvuelo.com/NAV/NAV72.html>
- Monolithic. (2015). *Quectel. Monolithic*. Recuperado de <http://www.monolithic.com/es/>
- Serra, J. (2017). *Informática a bordo*. Deinfo. Recuperado de <http://www.informaticaabordo.com/>
- Admin. (2014). *Baterías de Litio...Que es?*. Baterías de Litio. Recuperado de <http://bateriasdelitio.net/>
- Quectel, W. (2013). *AT Commands Manual*. Shangai Quectel wireless Solutions Ltd. 202-203
- Quectel, W. (2013). *L80 Hardware Design*. Shangai Quectel wireless Solutions Ltd. 22-23
- Top Power, N. (2017). *TP4056 1A Standalone Linear Li-Ion Battery Charger with Thermal Regulation in SOP-8*. NanJing Top Power ASIC Corp. 1-3.
- Fierro, A. (2016). *Servicios de los mensajes de texto*. Ciencia y Tecnología de la Información. Recuperado de <http://arielfierro2002.blogspot.com.co/>
- Rumape10. (2010). *Mensajería. Edad móvil*. Recuperado de <https://edadmovil.wordpress.com/>
- Fain, P. (2009). *El camino de un SMS*. PabloFain. Recuperado de <https://www.pablofain.com/el-camino-de-un-sms/>



- Wolf, O. (2012). *Generalidades Sobre Tecnología*. Blogger. Recuperado de <https://www.blogger.com/about/?r=2>
- Suardiaz, J. (2004). Control electrónico mediante telefonía móvil digital basada en la red GSM. Universidad Alfonso X el sabio, Escuela Politécnica Superior. Recuperado de <http://www.uax.es>
- Reyes, C. (2015). *Sistema operativo de android*. Blogger. Recuperado de <https://www.blogger.com/about/?r=2>
- Huarina, L (2017). *Galerías Móviles*. Sites Google. Recuperado de <https://sites.google.com/site/luisghuarinamen/>
- Sánchez, L. (2016). *Smartphones con android*. Prezi. Recuperado de <https://prezi.com/>
- Soria, D. (2012). *Desarrollo de aplicación android*. Prezi. Recuperado de <https://prezi.com/>
- Aquino, M. (2016). *Google Maps*. Prezi. Recuperado de <https://prezi.com/>
- Ortiz, S (2015). *Google Maps*. Gliffy. Recuperado de <https://www.gliffy.com/>
- Colombia, D. (2017). *¿Qué es Detektor Rastreo y Localización?*. Detektor Colombia. Recuperado de <http://detektor.com.co/personas/index>