



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS

NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TÍTULO:

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE BLOQUEO VEHICULAR CON RASTREO
SATELITAL A TRAVÉS DE UN DISPOSITIVO CELULAR

*Tesis de grado previo a optar
por el título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz*

Autor: Juan Andrés Soto Granda.

Director: Ing. Manuel Augusto Pesantez González, Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN

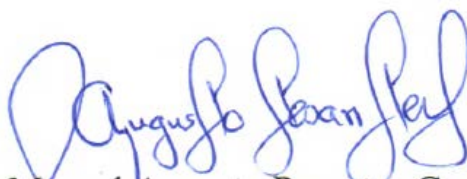
Ing. Manuel Augusto Pesantez González, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en titulado **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BLOQUEO VEHICULAR CON RASTREO SATELITAL A TRAVÉS DE UN DISPOSITIVO CELULAR”**, previa a la obtención del título de Ingeniero **MECÁNICO AUTOMOTRIZ**, realizado por el señor egresado: **JUAN ANDRÉS SOTO GRANDA**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 20 de julio del 2018



Ing. Manuel Augusto Pesantez González, Mg. Sc.

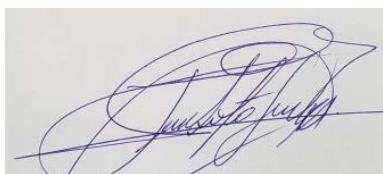
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **JUAN ANDRÉS SOTO GRANDA**, declaro ser autor del presente Trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula: 1104094758

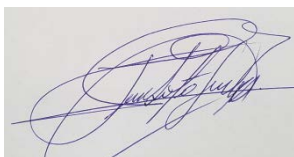
Fecha: Loja 20 de julio del 2018

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **JUAN ANDRÉS SOTO GRANDA**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación titulado: **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BLOQUEO VEHICULAR CON RASTREO SATELITAL A TRAVÉS DE UN DISPOSITIVO CELULAR”** como requisito para la obtención del Título de: **INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**: autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visualización de su contenido que constará en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el R.D.I, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, veinte de julio del dos mil dieciocho.



Firma:

Autor: Juan Andrés Soto Granda

Cédula: 1104094758

Dirección: Cariamanga

Correo Electrónico: jasg88@hotmail.es

Teléfono: 2688657

Celular: 0986460102

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Manuel Augusto Pesantez González, Mg. Sc.

TRIBUNAL DEL GRADO: Ing. Jorge Luis Maldonado Correa. Mg. Sc.

Ing. José Francisco Cuenca Granda. Mg. Sc.

Ing. Carlos Gustavo Samaniego Ojeda. Mg. Sc.

DEDICATORIA

Dedico esta práctica profesional de Tesis a Dios por permitir que llegue este día tan esperado después de tantos años de sacrificio

A mí querido Padre que con su ejemplo de superación pudo brindarme todo su apoyo y a mi inolvidable madre que desde el más allá supo guiar mis pasos a lo largo de mi formación profesional.

A mi esposa Karina del Cisne quien ha estado a mi lado todo este tiempo incondicionalmente y a mis hijos Paulita Alejandra y Carlitos Andrés, razón de mi existencia y el motor que me impulsa cada día a superarme.

Juan Andrés

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a las Autoridades de la Universidad Nacional de Loja; a los Docentes de la Carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz, por su colaboración y eficiencia durante el proceso de formación profesional.

De manera especial, al Sr. Ing. Manuel Augusto Pesantez González, Mg. Sc. Director de tesis, quien, con sus conocimientos, hizo posible llevar adelante el presente trabajo de titulación.

Al Tlgo. Augusto Torres, propietario del Taller de Mecánica Automotriz “Los Z” por la apertura brindada y la facilidad de información necesaria para el desarrollar el presente trabajo de Tesis.

Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros, docentes durante todos estos niveles de universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

El Autor.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR.	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ABREVIATURAS EMPLEADAS	xiii
1. TÍTULO.....	1
2. RESUMEN	2
2.1. ABSTRACT.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos.....	5
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	5
4.1. GPS (Sistema de posicionamiento global).....	6
4.2. Componentes del sistema GPS	6
4.3. Coordenadas Geográficas.	8
<input type="checkbox"/> Latitud.	9
<input type="checkbox"/> Longitud.	10
4.4. Funcionamiento del sistema GPS	10
4.5. Precisión de un GPS	12
<input type="checkbox"/> Standard Positioning Service (SPS):.....	12
<input type="checkbox"/> Precise Positioning Service (PPS):.....	12
4.6. Aplicaciones de GPS.....	12
4.7. Sistema de Telefonía móvil	13
4.8. Arquitectura genérica de una red móvil.....	14
4.9. Red de segunda generación 2G.....	15
4.9.1. Técnicas de acceso al medio en 2G	15

4.9.2.	Arquitectura de una red 2G	16
4.10.	Red de tercera generación 3G.....	17
4.10.1.	Técnicas de acceso al medio en 3G	17
4.11.	Definición de sistema antirrobo	19
4.12.	Bomba Eléctrica.....	20
4.13.	Arduino y lenguaje de programación.....	22
4.14.	Compañías de rastreo satelital	23
4.14.1.	HUNTER.....	23
4.14.2.	CHEVYSTAR	25
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
5.1.	Materiales.....	26
5.2.	Métodos	26
5.3.	Metodología.....	27
6.	RESULTADOS	29
6.1.	Análisis de requerimientos.....	29
6.2.	Descripción del diseño conceptual.....	30
6.3.	Diseño físico	31
6.3.1.	Selección de la Operadora Celular	32
6.3.2.	Selección y descripción del Módulo de Comunicación.....	35
6.4.	Controlador	43
6.5.	Módulo de Potencia	45
6.6.	Batería.....	46
6.7.	Diseño de la programación	47
6.7.1.	Módulo GPRS Sim-900.....	50
6.7.2.	Módulo GPS Neo 6M.....	51
6.8.	Construcción del PCB.....	52
6.9.	Programación de módulos	55
6.9.1.	Programación Módulo Arduino MEGA	55
6.9.2.	Programación Módulo GPRS Sim 900.....	56
6.9.3.	Programación Módulo GPS Neo 6M	58
6.10.	Montaje de módulos.....	59
6.10.1.	Conexión GPS Neo 6M y Arduino MEGA	59
6.10.2.	Conexión SIM 900 y Arduino MEGA.....	60
6.10.3.	Acoplamiento de Cables en el Vehículo.....	62

6.11. Colocación del dispositivo y pruebas en el vehículo.....	64
6.11.1. Pruebas de envío de mensajes y posición en GPS Neo 6M y GPS móvil...	65
6.12. Análisis Económico	70
7. DISCUSIÓN.....	72
8. CONCLUSIONES	73
9. RECOMENDACIONES	74
10. BIBLIOGRAFÍA.....	75
11. ANEXOS	78
ANEXO 1 Módulo de potencia.....	78
ANEXO 2 Programación GPRS Sim-900	79
ANEXO 3 Programación GPS Neo 6M	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de posicionamiento Global.....	6
Figura 2 Órbitas no geoestacionarias de los satélites NAVSTAR..	7
Figura 3 Ubicaciones de estaciones de control.....	8
Figura 4 Representación de coordenadas geográficas.....	9
Figura 5 Coordenadas de Latitud	9
Figura 6 Coordenadas de Longitud	10
Figura 7 Triangulación de un dispositivo GPS.....	11
Figura 8 Triangulación de un dispositivo GPS.....	11
Figura 9 Arquitectura genérica de una red móvil.....	14
Figura 10 Sistema de telefonía Móvil	16
Figura 11 Circuito eléctrico de la bomba de combustible.....	21
Figura 12 Diagrama de Programación en C	23
Figura 13 Funcionamiento del Dispositivo	30
Figura 14 Diagrama General del Sistema.....	31
Figura 15 Cobertura 2G de Red Claro.....	33
Figura 16 Cobertura 2G de Movistar.....	34
Figura 17 Cobertura 3G de Red Claro.....	34
Figura 18 Cobertura 3G de Red Movistar	35
Figura 19 Módulos de Comunicación	36
Figura 20 Módulo SIM 900.....	38
Figura 21 Módulo GPS.....	41
Figura 22 Control o Procesador.....	44
Figura 23 Batería.	46
Figura 24 Flujograma del algoritmo desarrollado.	49
Figura 25 Flujograma de programación del GPRS.	51
Figura 26 Ubicación de módulos en el PCB.	53
Figura 27 Construcción del PCB.....	54
Figura 28 Pistas de Circuito en PCB.	54
Figura 29 Captura de Pantalla de Programación Arduino MEGA	56
Figura 30 Captura de Pantalla de Programación Módulo SIM 900	57
Figura 31 Captura de Pantalla de Programación Módulo SIM 900	57
Figura 32 Captura de Pantalla de Programación Módulo GPS	58
Figura 33 Captura de Pantalla de Programación Módulo GPS	59
Figura 34 Diagrama de conexión de GPS Neo 6M y Arduino MEGA	60
Figura 35 Diagrama de conexión de Sim 900 y Arduino MEGA	61
Figura 36 Vista superior dispositivo antibloqueo.....	61
Figura 37 Vista inferior dispositivo antibloqueo.....	62
Figura 38 Acoplamiento de Cables a la de Bomba de Combustible.	62
Figura 39 Acoplamiento de Cable de 12V.	63
Figura 40 Acoplamiento de Cables de Bomba de Combustible y Corriente de 12V.....	64
Figura 41 Construcción completa del dispositivo	64
Figura 42 Acoplamiento del dispositivo en el vehículo	65
Figura 43 Captura de envío de mensaje y posición de GPS (Vía de Integración Barrial).....	66
Figura 44 Captura de envío de mensaje y posición de GPS (Ubicación vía UNL).....	67

Figura 45 Captura de envío de mensaje y posición de GPS (Ubicación ciudad de Cariamanga/Colegio Nacional Eloy Alfaro)	68
Figura 46 Captura de envío de mensaje y posición de GPS (Ubicación ciudad de Cariamanga / Parque Central).....	69
Figura 47 Módulo de Potencia.	78
Figura 48 Programación de módulo GPRS Sim900.....	81
Figura 49 Programación de módulo GPS CT-1612UB	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Servicios HUNTER	25
Tabla 2 Usuarios y nivel de señal por operadora.....	33
Tabla 3 Selección de Módulo de Comunicación	37
Tabla 4 Selección de Módulo GPS.....	39
Tabla 5 Selección de Módulo GPS.....	40
Tabla 6 Selección de Módulo GPS Neo 6M	42
Tabla 7 Selección Módulo Controlador.	43
Tabla 8 Procesador Arduino MEGA.	45
Tabla 9 Batería.	46
Tabla 10. Comandos SMS.	48
Tabla 11. Comandos GPS.....	52
Tabla 12. Materiales para la construcción del equipo	70
Tabla 13 Costos de Inversión	71

ABREVIATURAS EMPLEADAS

GPS:	Global Position System. / Sistema de Posicionamiento Global.
SMS:	Short Message Service. / Servicio de Mensajes Cortos.
PCB:	Printed Circuit Board. / Placa de Circuito Impreso.
MSC:	Mobile Switching Center / Centro de Conmutaciones para Móviles.
BSC:	Base Station Controller / Controlador de Estación Base.
BTS:	Base Station Transceiver / Transceptor de estación Base.
ET:	Terminal Equipmen / Equipo Terminal.
AVR:	A de (Egil Bogen), V de (Wollan) R Procesador.

1. TÍTULO

“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BLOQUEO VEHICULAR CON RASTREO SATELITAL A TRAVÉS DE UN DISPOSITIVO CELULAR”

2. RESUMEN

El proyecto se enfoca en el diseño, construcción e implementación de un sistema de bloqueo vehicular con rastreo satelital a través de un dispositivo celular, para tener un mayor nivel de seguridad contra robo de vehículos. La implementación de este dispositivo no es lo mismo que la instalación de una alarma. El sistema de antibloqueo fue construido por componentes electrónicos de creciente nivel tecnológico como son los controladores Arduino, que permiten una comunicación entre el vehículo y el celular mediante mensaje de texto (SMS). El sistema de antibloqueo y rastreo satelital mantiene una comunicación con el usuario para saber dónde se encuentra el vehículo y en caso que sea violentado su sistema de seguridad, proceder al bloqueo del mismo. Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios ya que el dispositivo atiende correctamente al bloqueo del vehículo una vez enviada la petición. La finalidad principal de este proyecto es construir e implementar un sistema de seguridad vehicular mediante controlador Arduino y módulos de comunicación adaptables GSM, tarjeta SIM que diferencia u otros sistemas de seguridad por su bajo coste y versatilidad de sus componentes que ayudará a mejorar la seguridad del vehículo contra robos.

2.1. ABSTRACT

The project focuses on the design, construction and implementation of a vehicle lock system with satellite tracking through a cellular device, to have a higher level of security against vehicle theft. The implementation of this device is not the same as the installation of an alarm. The anti-lock system is built by electronic components of increasing technological level such as Arduino controllers, which allow a communication between the vehicle and the cell phone by text message (SMS). The system of anti-blocking and satellite tracking maintains a communication with the user to know where the vehicle is located and in case that its security system is violated, proceed to block it. The results obtained were very satisfactory since the device correctly attends to the blocking of the vehicle once the request is sent. The main purpose of this project is to build and implement a vehicle security system using Arduino controller and GSM adaptable communication modules, SIM card that differentiates or other security systems due to its low cost and versatility of its components that will help to improve the security of the vehicle against thefts.

3. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen grandes problemas de seguridad, según el Ministerio del Interior, en lo concerniente a robo de vehículos existen datos porcentuales (- 3,6 %) a nivel Nacional (Interior, 2017), lo que significa que ha disminuido el índice de robos de vehículos, aunque el número sigue siendo alto.

El Rastreo Vehicular Automatizado (RVA), o Localización Vehicular Automatizada, AVL (acrónimo de su denominación en inglés, *Automatic Vehicle Location*), es un sistema en tiempo real usado para determinar la localización geográfica de un vehículo y transmitir estos datos a una central de monitoreo o supervisión, dichos sistemas hacen uso de tecnologías de comunicación inalámbrica como: GPS, GSM, Bluetooth, WiFi, etc. Para hacer la recepción y envío de datos (Power System Engineering, 2017).

Los sistemas de rastreo pueden ser: pasivos y activos; los pasivos son aquellos sistemas que envían datos de localización, velocidad, estado del sistema, etc., cuando se presenta un evento de activación de una alarma, o petición por parte de la central de supervisión. Por otra parte, los sistemas activos hacen el envío de la misma información, sin embargo; esto se hace en tiempo real ya sea por red celular o satélite (Links, 2010).

Muchos de los sistemas de rastreo hacen uso de la red satelital para obtener la posición y la red celular para el envío de datos. Sin embargo, algunos de ellos poseen algunas mejoras, tal como, sensores que permiten conocer variables sobre el nivel de combustible, encendido y apagado del vehículo, apertura de puertas, presión de aire, etc., así como, módulos de comunicación para redes de área personal, PAN utilizados para la conexión y envío de datos a dispositivos móviles (Links, 2010).

Los sistemas AVL pueden:

- Recibir señales de satélite GPS.
- Calcular su posición, velocidad, dirección y altitud.
- Comunicarse con la Estación Base utilizando diferentes tecnologías celulares.
- Utilizar un diseño inteligente, decidir cuándo reportar datos y cómo.

- Recibir el tiempo y fecha precisos.
- Registrar históricamente, datos de rastreo y localización geográfica.

La finalidad del presente trabajo es diseñar e implementar un sistema de bloqueo electrónico y rastreo satelital a un vehículo, con la finalidad de proporcionarle una mayor seguridad contra robos.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente manera: conceptos fundamentales sobre las redes GPS, El GSM, el controlador Arduino, y la bomba de combustible, materiales y la metodología para la construcción del dispositivo, finalmente encontramos la discusión, conclusiones y recomendaciones de la investigación

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo de titulación son:

Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de bloqueo electrónico y rastreo satelital a un vehículo, con la finalidad de proporcionarle una mayor seguridad contra robos.

Objetivos específicos

- Realizar un análisis de los diferentes sistemas de bloqueo electrónico y rastreo satelital para vehículos existentes en el medio.
- Comprobar qué tan factible es colocar un sistema de seguridad con rastreo satelital en vehículos de la ciudad de Loja.
- Realizar las pruebas necesarias para conocer la eficiencia del sistema antibloqueo y su rastreo vehicular.

4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Para la revisión de la literatura es necesario conocer de algunos conceptos básicos para poder comprender la naturaleza del tema a desarrollar. A continuación, se exponen definiciones importantes, necesarias para el desarrollo de esta tesis, lo cual involucran

conceptos básicos de los componentes, arquitecturas y modelos de red que son importantes para realización del presente trabajo.

4.1. GPS (Sistema de posicionamiento global)

El GPS o sistema de posicionamiento global fue creado por el Departamento de Defensa (DoD) de los Estados Unidos, dentro del programa NAVSTAR (Navigation Satellite Timing And Ranging). Durante muchos años este sistema era de uso exclusivo de los aviones, barcos y vehículos terrestres del Ejército estadounidense dando una muestra de su gran utilidad en el campo. El GPS es un sistema de radionavegación basado en satélites que permite a cualquier usuario saber su localización, velocidad y altura, las 24 horas del día, bajo cualquier condición atmosférica y en cualquier punto del globo terrestre, tal como se muestra en la figura 1.

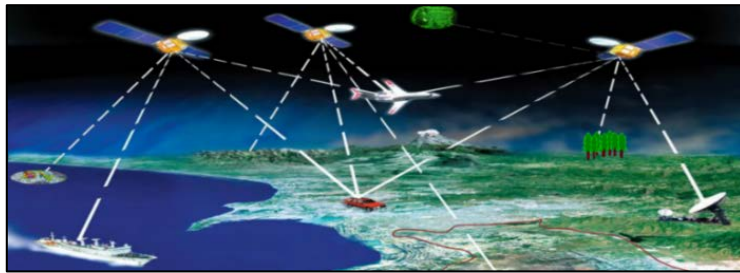


Figura 1 Sistema de posicionamiento Global

Fuente: (Pygps, 2017)

Utilizando las ondas de radio emitidas por al menos 4 de 24 satélites que se encuentran en órbita. La precisión de la ubicación del usuario estará en función al tipo de información recibida, tiempo de recepción y condiciones de la emisión.

4.2. Componentes del sistema GPS

El sistema de GPS está integrado por tres partes fundamentales: el espacial, el de control y el de usuario.

- **El componente espacial** está constituido por una constelación de $24 + 3$ satélites en órbita terrestre aproximadamente a 20 180 km, distribuidos en 6 planos orbitales los cuales están separados aproximadamente 60° formando un ángulo de unos

55° con el Ecuador, con el fin de tener entre 6 y 12 satélites sobre el horizonte en cualquier lugar de la Tierra. En la figura 2 se muestra un ejemplo de ésta constelación. (Northtown Smart Car, 2016)

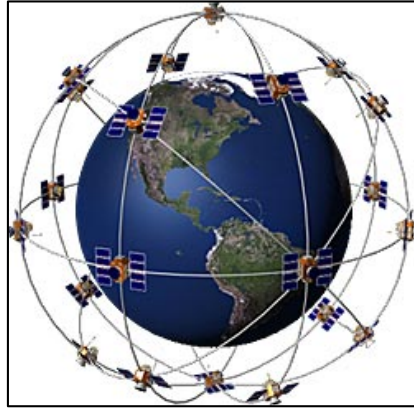


Figura 2 Órbitas no geoestacionarias de los satélites NAVSTAR..

Fuente: Northtown Smart Car.

- **El componente de control** está constituido por estaciones de rastreo distribuidas a lo largo del globo terrestre y una estación de control principal (Master Control Station MCS). Este componente rastrea los satélites, actualiza sus posiciones orbitales, calibra y sincroniza sus relojes. Otra función importante es determinar las órbitas de cada satélite y prever su trayectoria durante las 24 horas siguientes. Esta información es enviada a cada satélite para después ser transmitida por este, informando al receptor local donde es posible encontrar el satélite. (GPS Gov, 2016)

En la figura 3 se puede observar la distribución de las estaciones de control alrededor del mundo, las cuales son fundamentales para la transmisión de las señales de los satélites.

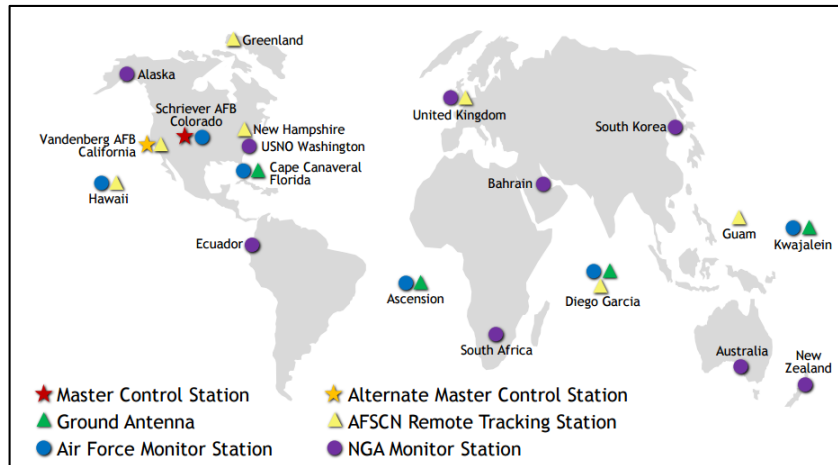


Figura 3 Ubicaciones de estaciones de control.

Fuente: GPS Gov.

- **El componente del usuario** incluye todos aquellos que usan un receptor GPS para recibir y convertir la señal GPS en posición, velocidad y tiempo. Incluye además todos los elementos necesarios en este proceso, como las antenas y el software de procesamiento que se utiliza en el equipo.

La combinación de las tres partes proporciona el tiempo y la posición con una cobertura global, garantizando que cualquier usuario disponga en todo momento de entre 6 y 8 satélites visibles sobre el horizonte.

4.3. Coordenadas Geográficas.

Cualquier punto en la tierra se puede localizar mediante las coordenadas geográficas, las cuales hacen referencia a dos valores angulares: Longitud que va de Este a Oeste y Latitud que va de Norte a Sur. Estas dos coordenadas angulares medidas desde el centro de la Tierra son de un sistema de coordenadas esféricas que está alineado con su eje de rotación. Estas coordenadas se suelen expresar en grados, minutos y segundos de arco (Szabo, 2017).

En la figura 4 se muestra la segmentación terrestre que es ocasionada al trazar las líneas de referencia tanto de latitud como de longitud, tomando como punto de partida el Meridiano 0 y el Paralelo 0.

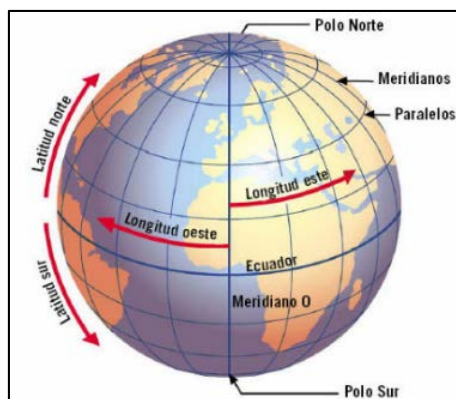


Figura 4 Representación de coordenadas geográficas

Fuente: (DOMÍNGUEZ, 2017)

➤ **Latitud.**

Es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, considerado como la medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto, todos los puntos que se encuentran ubicados en el mismo paralelo tendrán el mismo valor de latitud. El valor de latitud va desde 0° a 90° en donde el Ecuador le corresponde un grado 0° , al Norte 90°N y al Sur 90°S . En la figura 5 se observa la representación de las coordenadas de latitud en el globo terrestre (Escolar, 2017).

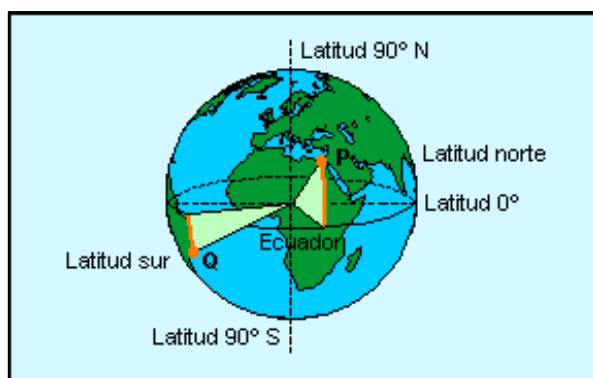


Figura 5 Coordenadas de Latitud

Fuente: (Escolar, 2017)

➤ **Longitud.**

Es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Meridiano de Greenwich, considerada como la medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto, todos los puntos que se encuentran ubicados en el mismo paralelo tendrán el mismo valor de longitud. El valor de longitud va desde 0° a 180° en donde al meridiano de Greenwich le corresponde la longitud 0° y al antimeridiano le corresponde el valor de 180° , algo importante de mencionar es que tanto el Polo Norte como el Polo Sur no tienen un valor de longitud ya que se encuentran completamente definidos con el valor de latitud (Escolar, 2017). En Figura 6 se muestra la representación de las coordenadas de longitud en el globo terrestre.



Figura 6 Coordenadas de Longitud

Fuente: (Escolar, 2017)

4.4. Funcionamiento del sistema GPS

El dispositivo receptor capta las ondas electromagnéticas emitidas por los satélites GPS, que se desplaza a la velocidad de la luz 300.000 km/s. Con este dato podemos saber la distancia entre el satélite y el receptor.

El tiempo en recibir una señal, desde que ha sido emitida por el satélite, varía entre 67 y 86 milisegundos, según sea la posición del satélite respecto a la Tierra y al receptor.

Conociendo la distancia y la posición del satélite, es posible trazar un círculo dentro del cual se encuentra obligatoriamente el receptor. En la figura 7 se puede apreciar una representación de la circunferencia trazada entre el satélite y el dispositivo (GPS-Auto, 2017).

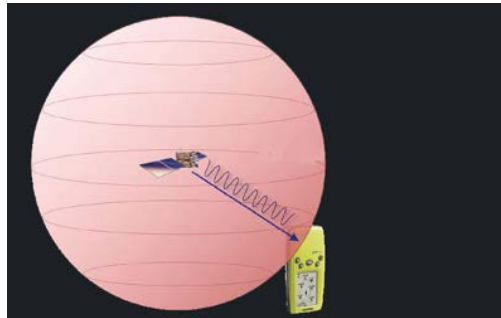


Figura 7 Triangulación de un dispositivo GPS

Fuente: Teleco World.,2017

Con la recepción de 4 o más señales de otros satélites de la red GPS, el ordenador integrado en el receptor, calcula la intersección de tres círculos (cada uno establecido por la señal de un satélite distinto) y establece las coordenadas de latitud y longitud. La señal del cuarto satélite permite obtener la altitud y el tiempo (GPS-Auto, 2017).

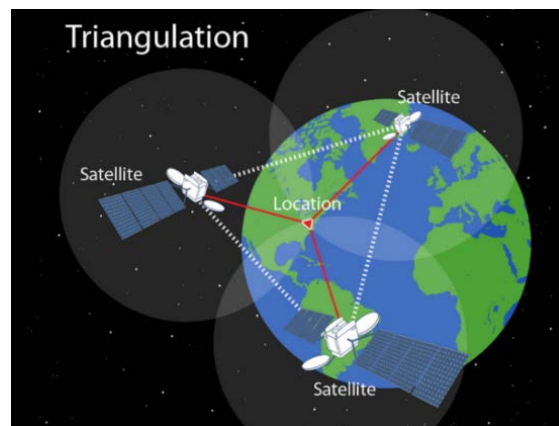


Figura 8 Triangulación de un dispositivo GPS

Fuente: Teleco World.,2017

4.5. Precisión de un GPS

La precisión en la determinación de las coordenadas terrestres, depende de varios factores, pero un factor clave es la fiabilidad del reloj del receptor: un error de un nanosegundo puede provocar un error de 30 m en el cálculo de la posición (GPS-Auto, 2017). Actualmente existen dos niveles de precisión en los receptores GPS:

➤ **Standard Positioning Service (SPS):**

Es la señal GPS abierta estándar que es usada por todos los dispositivos GPS comerciales, generalmente cuentan con una precisión de (TelecoWorld., 2017):

- 100 m en horizontal
- 156 m en vertical

➤ **Precise Positioning Service (PPS):**

Estas señales son codificadas y solamente son usadas para aplicaciones militares. El sistema ofrece los siguientes niveles de precisión (TelecoWorld., 2017) :

- 22 m en horizontal
- 27.7m en vertical

No obstante, estos niveles de precisión se pueden mejorar notablemente, haciendo varias mediciones de un mismo punto durante cierto periodo de tiempo o haciendo uso de dos receptores, es decir; recibir dos señales por parte de la constelación de satélites, a esto se le conoce como GPS diferencial (TelecoWorld., 2017).

4.6. Aplicaciones de GPS

El sistema GPS en la actualidad es utilizado en muchas aplicaciones como las son:

- Localización Terrestre, Aérea y Marítima.
- Medición de áreas y perímetros
- Localización de personas

- Rastreo y recuperación de objetos
- Deporte y Salud
- Investigación científica

El GPS es una tecnología con un gran futuro, en la actualidad muchos dispositivos tienen incluidos un GPS como, por ejemplo: celulares, cámaras, relojes y muchos gadgets que nos permiten acceder a ésta tecnología y poder obtener nuestra ubicación o realizar una búsqueda de un objeto a lo largo del día. El número de aplicaciones de ésta tecnología es muy grande y muchas de ellas aún se están desarrollando.

4.7. Sistema de Telefonía móvil

Con el pasar de los años la telefonía móvil fue evolucionado como muchas tecnologías inspirándose en los sistemas de transmisión utilizados en los barcos y los trenes en 1973 Motorola presentó el teléfono de mano o teléfono móvil y en Japón se lanzó la primera red celular automatizada conocida como NTT, “Nippon Telegraph and Telephone”. Por su parte Estados Unidos hizo el lanzamiento de la tecnología AMPS, la tecnología más conocida de esta primera generación, la cual se destacaba por poder realizar simultáneas haciendo uso de una transmisión análoga. En los próximos años la telefonía tuvo una evolución exponencial con la aparición de la segunda generación 2G en 1991, tecnología en la cual se redefinió la estructura de las redes celulares dando como resultado la prestación de nuevos servicios para los usuarios como envío de mensajes de texto y acceso a la navegación móvil dentro de una Intranet de la compañía celular.

Diez años más tarde para el 2001 nació una nueva generación, 3G. Lanzada en Japón ésta tecnología permitía los usuarios poder descargar y enviar todo tipo de contenido multimedia, siendo capaces de poder acceder al internet y poder navegar con fluidez. Sin embargo, con el pasar de los años ésta tecnología y sus mejoras 3G+ no eran suficientes para satisfacer la demanda de nuevas aplicaciones multimedia de banda ancha, es ahí que para el año 2009 se desarrolla la tecnología que permitiría mejorar la navegación hasta diez veces más, la nueva generación 4G; con el estándar LTE.

Para la actualidad las aplicaciones siguen siendo cada vez más demandantes, necesitando una alta transmisión de datos para poder ser ejecutadas, dando como resultado el migrar una vez más a una nueva generación que sea capaz de satisfacer las demandas de los usuarios.

4.8. Arquitectura genérica de una red móvil

De manera general la arquitectura de una red de telefonía móvil, sin importar la tecnología; se puede simplificar en tres componentes principales que son: Terminal móvil, Red de acceso, y Red troncal.

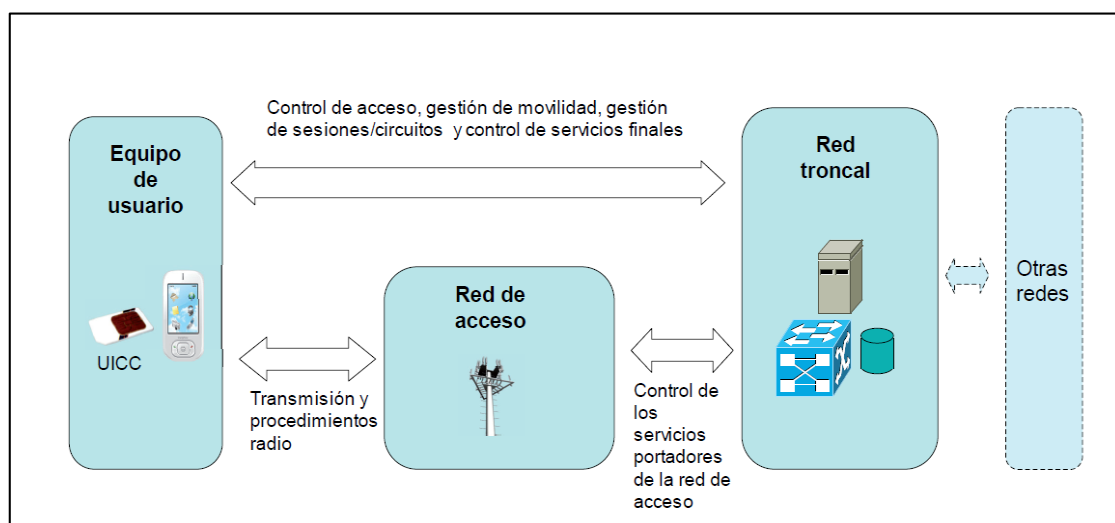


Figura 9 Arquitectura genérica de una red móvil

Fuente: Teleco World.,2017

➤ Terminal Móvil

Es el dispositivo que le permite al usuario poder acceder a los servicios de redes móviles conectándose a ella a través de una interfaz de radio. El dispositivo móvil tiene una tarjeta inteligente, conocida como tarjeta SIM (Módulo de Identificación de Abonado), ésta tarjeta es la que permitirá identificar al usuario y contendrá la información necesaria para poder conectarse a la red.

➤ **Red de acceso**

Constituida por el subsistema de estaciones base, permite la movilidad del usuario dentro del área de cobertura de la red, es la parte del sistema que realiza la comunicación y la transmisión radio con los equipos de usuario para proporcionar la conectividad con la red troncal. La red de acceso es la responsable de gestionar el uso de los recursos radio disponible para la provisión de servicios portadores de forma eficiente.

➤ **Red troncal**

Compuesta por centrales de conmutación y bases de datos que permiten el acceso a la red de celular encaminando las llamadas hacia dentro y fuera de ella, así como también permiten gestionar la movilidad de los usuarios y las sesiones de datos o circuitos los mismos que transportan la información a través de mecanismos de interconexión con otras redes.

4.9. Red de segunda generación 2G

La segunda generación se caracteriza especialmente por ser digital, lo que trajo consigo la reducción de tamaño, costo y consumo de potencia en los dispositivos móviles, además de transmitir voz y datos digitales de volúmenes bajos como: mensajes de texto (SMS) o mensajes multimedia (MMS), identificador de llamadas, entre otros.

Con los sistemas de telefonía celular de segunda generación se logró incrementar las velocidades de transmisión de información. Adicionalmente, con los sistemas 2G se logró avances significativos en cuanto a seguridad, calidad de voz y de roaming (itinerancia).

4.9.1. Técnicas de acceso al medio en 2G

Dentro de la segunda generación de redes móviles se implementó nuevos métodos que permitan hacer un mejor aprovechamiento del medio y los canales de transmisión para que más usuarios puedan acceder a los servicios de la red móvil, dos de estos son: TDMA y CDMA.

➤ **Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA):**

La multiplexación por división de tiempo es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de transmisión.

➤ **Acceso Múltiple por División de Código (CDMA):**

CDMA emplea conversión de analógico a la digital (ADC) en combinación con la tecnología de espectro ensanchado. La entrada de audio se digitaliza primero en elementos binarios. La frecuencia de la señal transmitida se hace a continuación, para variar de acuerdo con un patrón definido (código), por lo que sólo puede ser interceptada por un receptor cuya respuesta de frecuencia se programa con el mismo código, por lo que sigue exactamente junto con la frecuencia del transmisor.

4.9.2. Arquitectura de una red 2G

La arquitectura de un sistema de telefonía móvil consta de tres elementos principales los mismos que se muestran en la figura 10.

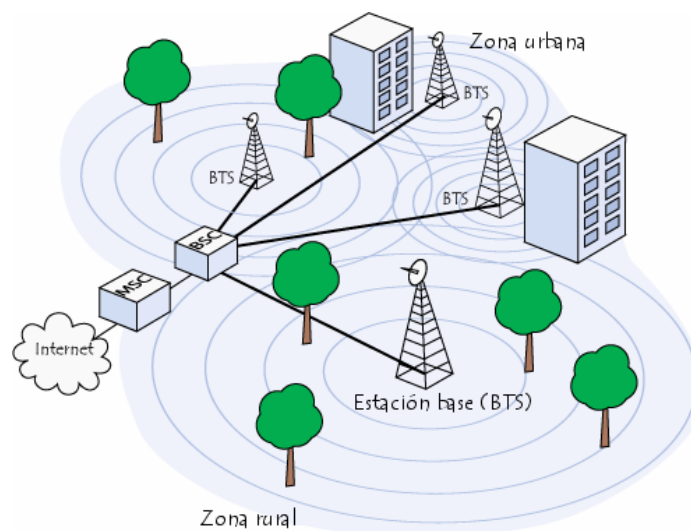


Figura 10 Sistema de telefonía Móvil

Fuente: Telefonía Móvil digital GSM.

4.10. Red de tercera generación 3G.

Es una familia de estándares para comunicación inalámbrica como está definida mediante el proyecto de la UIT sobre Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000 (IMT-2000). Las tecnologías de 3G habilitaron mayores velocidades de transmisión de datos, mayor capacidad de las redes y más servicios de red avanzados.

Las tecnologías 3G ofrecen acceso a Internet, servicios de banda ancha, roaming internacional e interoperabilidad. Pero fundamentalmente, estos sistemas facilitan el desarrollo de entornos multimedia para la transmisión de video e imágenes en tiempo real, fomentando la aparición de nuevas aplicaciones y servicios tales como videoconferencia, monitoreo de video o comercio electrónico.

4.10.1. Técnicas de acceso al medio en 3G

El estándar 3G más importante se llama Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) y básicamente cambia la tecnología TDMA por Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA). En WCDMA, existen dos modos de operación:

➤ Duplexación por División de Tiempo (TDD):

En este método bidireccional, las transmisiones del enlace ascendente y del descendente son transportadas en la misma banda de frecuencia usando intervalos de tiempo (slots de trama) de forma síncrona. Así las ranuras de tiempo en un canal físico se asignan para los flujos de datos de transmisión y de recepción.

➤ Duplexación por División de Frecuencia (FDD):

Los enlaces de las transmisiones de subida (uplink) y de bajada (downlink) emplean dos bandas de frecuencia separadas. Un par de bandas de frecuencia con una separación especificada la que es asignada en cada enlace.

4.10.1.1. Arquitectura de una red 3G

El RNC controla a uno o varios Nodos B. El RNC se conecta con el MSC mediante la interfaz luCS o con un SGSN mediante la interfaz luPs. La interfaz entre dos RNC's es la interfaz lur por lo tanto una conexión directa entre ellos no es necesario que exista. Si

comparamos al RNC con la red de GSM (Groupe Spécial Mobile), éste es comparable con el BSC (Base Station Controller).

Algunas de las funciones ejecutadas por RNC son:

- Manejar los recursos de transporte de la interfaz
- Manejo de la información del sistema y de los horarios de la información del sistema.
- Manejo de tráfico en los canales comunes.
- Combinación en la Macro diversidad y división de las tramas de datos transferidas sobre muchos Nodos B.
- Asignación de códigos de canalización en el enlace de bajada.
- Control de admisión.
- Manejo del tráfico en los canales compartidos.

El nodo B crea, mantiene, y envía un enlace de radio en cooperación con el terminal. Es decir, es el componente responsable de la transmisión y recepción radio entre el terminal móvil y una o más celdas UMTS.

Algunas de las funciones ejecutadas por Nodo B son:

- Transmisión de los mensajes de información del sistema de acuerdo con el horario determinado por el RNC.
- Reportar las mediciones de la interferencia en el enlace de subida y la información de la potencia en el enlace de bajada.
- Combinación para la Macro diversidad y división de las tramas de datos internas al Nodo B.

Como ya se mencionó, el MSC es la pieza central de una red basada en la conmutación de circuitos. El mismo MSC es usado tanto por el sistema GSM como por UMTS (Universal Terrestrial Radio Access Network), es decir, la BSS (Base Station Subsystem) de GSM y el RNS de UTRAN se pueden conectar con el mismo MSC. Esto es posible ya que uno de los objetivos del 3GPP fue conectar a la red UTRAN con la red central

de GSM/GPRS. El MSC tiene diferentes interfaces para conectarse con la red PSTN, con el SGSN y con otros MSC's.

En el MSC se realiza la última etapa del MM (Mobility Management) y del CM (Connection Management) en el protocolo de la interfaz aérea, así que el MSC debe encargarse de la dirección de estos protocolos o delegarle la responsabilidad a cualquier otro elemento de la red central. También se encarga del voice, de la coordinación en la organización de las llamadas de todos los móviles en la jurisdicción de un MSC, de coleccionar los datos para el centro de facturación y control y operación de la cancelación del eco entre otros.

La red central se forma por varios elementos, los dos de mayor interés son el MSC, pieza central en una red basada en conmutación de circuitos y el SGSN, pieza central en una red basada en conmutación de paquetes.

El SGSN es la pieza central en una red basada en la conmutación de paquetes, se conecta con UTRAN mediante la interfaz Iu-PS y con el GSM-BSS mediante la interfaz Gb. El SGSN contiene la información de subscripción, el IMSI (International Mobile Subscriber Identity), la información de ubicación y el área en la que el móvil está registrado entre otras informaciones.

4.11. Definición de sistema antirrobo

Dependiendo de cómo sea diseñado el sistema, la mayoría utiliza un módulo, el mismo que contiene todo un sistema de adquisición de datos, el cual informa todos los datos referentes a la activación y desactivación del elemento que lo controla, así como el estado del mismo.

Este sistema nos brinda una seguridad a nuestros bienes ya sean nuestro hogar, vehículos, terrenos, etc. ya que este sistema puede contar con cámaras de vigilancia y puede ser monitoreado desde una laptop y/o celular.

El estado del automóvil se monitorea mediante interruptores de accionamiento físico, los mismos que están dispuestos en las puertas, cofre y cajuela, teniendo una combinación con la activación en algunos casos (Martínez, 1999).

4.12. Bomba Eléctrica

Todos los motores necesitan alguna fuente de energía o combustible, ya sea electricidad, gasolina, hidrógeno u otro tipo de fuente. Si es un combustible líquido como la gasolina, el diseño del vehículo requiere como norma general, una forma de llevar el combustible desde el tanque hasta el carburador y el sistema de combustible. En la mayoría de los vehículos, este método es la bomba de combustible o conocida normalmente como bomba eléctrica, se puede ubicar ya sea en el tanque de combustible como fuera de él. Estas bombas por lo regular trabajan a 12V en vehículos pequeños y 24V en vehículos de carga. (Actualidad Motor, 2009)

La bomba de combustible es muy importante dentro de los componentes de alimentación de combustible de un vehículo; sin este dispositivo no existiría la alimentación de combustible al motor para que se produzca la combustión en el mismo.

En los últimos años este elemento ha ido evolucionando notablemente si se toma en cuenta que los primeros motores de combustión interna trabajaban con una bomba mecánica, la cual era accionada por un árbol de levas que se encontraba en el interior del motor.

La bomba eléctrica de combustible provee la alimentación necesaria de combustible para que el motor funcione correctamente, y por consiguiente, una falla de ésta hará que el vehículo no funcione como debe. Se la puede encontrar dentro del tanque de combustible (*in tank*) o fuera del mismo (*in line*).

Las bombas de combustible eléctricas están consideradas como las más recomendables en cuestiones de seguridad, ya que incorporan varios dispositivos que permiten que ésta deje de operar en caso de que el vehículo funcione de forma anómala. Además, tiene la ventaja de estar ubicada en el depósito del vehículo, lo que reduce el riesgo de incendio respecto a las mecánicas, que se ubican en el propio motor.

Hoy en día, prácticamente todos los vehículos fabricados usan uno de estos diseños de bomba de combustible eléctrica. Si son alimentadas con combustible limpio, todas las bombas deben proveer un servicio a largo plazo y sin problemas durante muchos

kilómetros, además no requieren de mantenimiento interno, ya que son piezas perfectamente selladas, por lo que si comienzan a fallar simplemente deben ser reemplazadas completamente. (Actualidad Motor, 2009).

➤ **Funcionamiento de la bomba eléctrica**

La bomba de gasolina eléctrica, al igual que la mecánica, también tiene una disposición de diafragma, la principal diferencia es que en vez de ser accionado por un árbol de levas será un interruptor electromagnético (solenoides) el que ejerza ese tirón, el solenoide atrae a una varilla de hierro y empuja al diafragma hacia abajo haciendo que entre el combustible en la recámara, cuando llega al final del recorrido de la varilla de hierro se rompe la corriente del electroimán y cesa el tirón sobre el diafragma, entonces éste se eleva por la acción de un resorte de retorno y al mismo momento aleja a la varilla de los contactos que se cierran, haciendo a su vez que el solenoide empuje de nuevo a la varilla y al diafragma hacia abajo otra vez. (TEROSON, 2018)

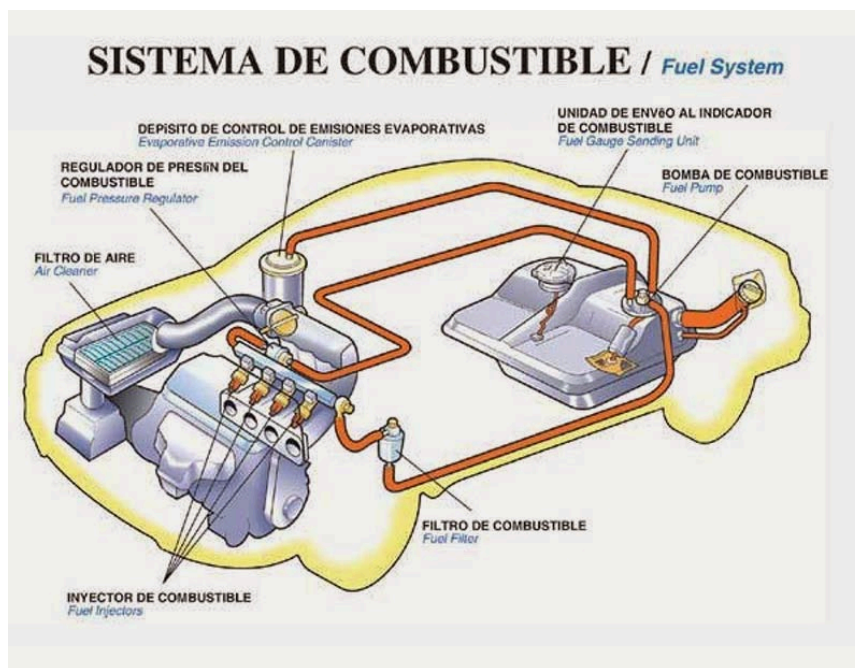


Figura 11 Circuito eléctrico de la bomba de combustible.

Fuente: TERESON, 2018.

4.13. Arduino y lenguaje de programación

La programación en Arduino se basa en AVR (A de (Egil Bogen), V de (Wollan) R Procesador) que son los puertos de comunicación y puertos de entrada/salida; en la que su lenguaje es una programación en C teniendo librerías que acompañan al compilado avr-gcc y la famosa avr-libc. En estas se incorporan las librerías estándar más usadas en la programación en C como la stdio.h, string.h, stdlib.h, math.h entre otras, además se incorpora otras librerías de uso especial para los microcontroladores avr como avr/eeprom.h, avr/io.h, avr/interrupt.h entre otras.

El lenguaje C es de un nivel alto, posee muchas características, como programación estructurada, métodos de implementación de funciones con parámetros, potentes estructuras de control, etc.

El potencial del lenguaje C reside en que es posible combinar comandos simples a bajo nivel en complicadas funciones de alto nivel, que permiten acceso transparente a la memoria y a los registros del procesador, que lo transforma en un lenguaje para la programación de microcontroladores a medio-bajo nivel, pudiendo usar todas las características del procesador para el que se programa, y así implementar complejas funciones y algoritmos que se ejecutan de manera eficaz.

Las características de programación en C son muy útiles a la hora de programar microcontroladores. Además, C está estandarizado, es muy portable, así que el mismo código se puede utilizar muchas veces en diferentes proyectos. A diferencia de las computadoras de

escritorio, los microcontroladores poseen recursos limitados, los microcontroladores poseen recursos limitados.

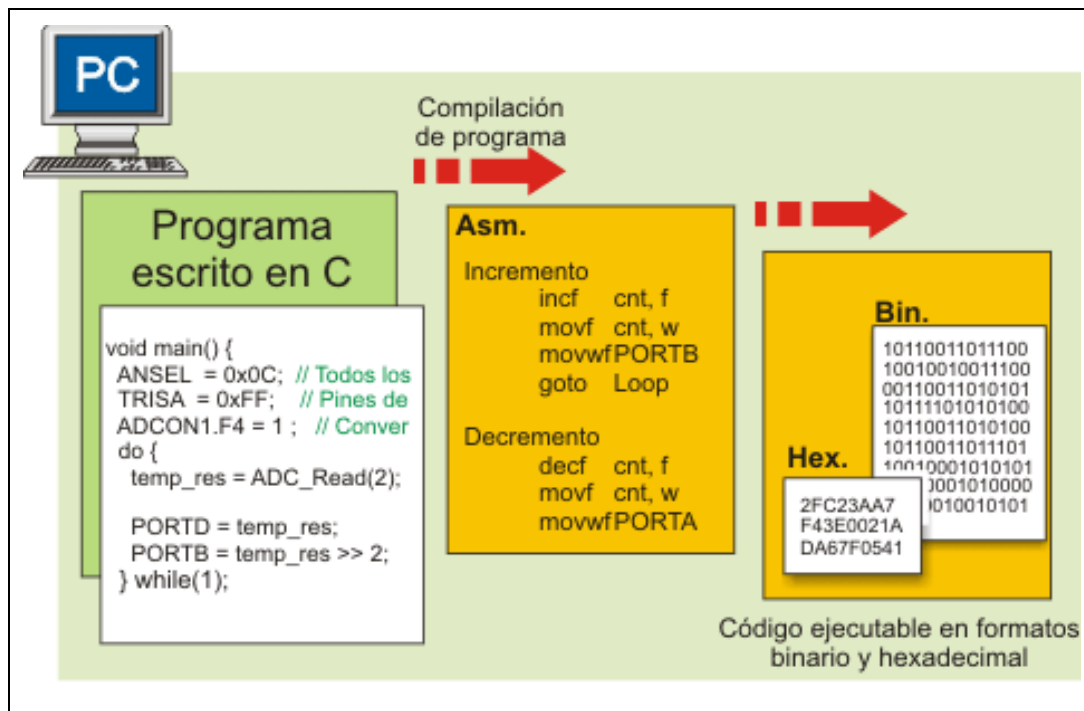


Figura 12 Diagrama de Programación en C

Fuente: (Vida en Bebida, 2016)

4.14. Compañías de rastreo satelital

4.14.1. HUNTER

Hunter proporciona tecnología fija, móvil e inalámbrica; se ha mantenido líder en el mercado ecuatoriano con un servicio de altísima calidad en rastreo y ubicación de vehículos robados

Este tipo de sistema presenta las siguientes características, funcionalidad y ventajas:

Características

- Tecnología GPS satelital.
- Cobertura Mundial.
- Software de administración de flota.

- Ubicación del vehículo o embarcación.
- Control de velocidad.
- Desvío de las rutas asignadas.
- Tiempos de rutas.
- Permite crear zonas predeterminadas de recorridos (Geocercas).
- Alerta de botón de pánico.
- Alerta de desconexión de batería.
- Reporte de posición en coordenadas (aplica a barcos).
- Aplica a todo vehículo, camión, maquinaria, barco, etc.
- Creación de sub-usuarios. (HUNTER, 2011)

Funcionalidad

- Permite el monitoreo y consulta de la ubicación del vehículo o embarcación, en cualquier lugar.
- Página web y App para monitoreo del cliente.
- Alertas vía mail o celular. (HUNTER, 2011)

Ventajas

- El vehículo o la embarcación serán monitoreados por el cliente a cualquier hora.
- Atención las 24/7 horas de nuestro centro de control.
(HUNTER, 2011)

A continuación, se presenta la tabla 1 en la que se presenta los costos de los servicios de la compañía HUNTER

DESCRIPCIÓN DE PLAN	TARIFA MENSUAL
PLAN SATELITAL CON MENSAJES CADA 3 HORAS	30
PLAN SATELITAL CON MENSAJES CADA 2 HORAS	40
PLAN SATELITAL CON MENSAJES CADA 1 HORAS	50
PLAN SATELITAL CON MENSAJES CADA MEDIA HORA	55
PLAN SATELITAL CON MENSAJES CADA 15 MINUTOS	60
PLAN SATELITAL CON MENSAJES CADA 5 MINUTOS	66.67

Tabla 1 Servicios HUNTER

Fuente: HUNTER

4.14.2. CHEVYSTAR

ChevyStar es un producto líder en servicios de seguridad para todos los vehículos CHEVROLET, el cual ofrece a sus clientes una excelente atención personalizada, con solo apretar una tecla, ChevyStar y sus operadores pueden brindarle ayuda en situaciones de emergencia, las 24 horas del día, los 365 días del año, en caso de emergencia, el cliente puede comunicarse con Atención al Cliente CHEVROLET y este a su vez comunicar a uno de los operadores el incidente, si el vehículo es robado ChevyStar podrá inmovilizar el vehículo, localizarlo con tecnología satelital e inalámbrica, e iniciar la operación de recuperación del vehículo. (Córdova Mora & Puertas Azanza , 2011)

Para el uso del sistema de bloqueo ChevyStar el mismo que está integrado a la alarma Chevrolet del vehículo, se debe desactivar la alarma con el código personal de 5 dígitos los cuales son entregados en el concesionario, luego de esto se debe esperar a que el

sistema ChevyStar establezca comunicación. (CHEVROLET, 2018). Por políticas de la empresa no se cuenta con otro tipo de información

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Para una correcta realización del siguiente proyecto de tesis se utilizaron los siguientes materiales:

Materiales Bibliotecarios y de Oficina.

Libros, internet, computador portátil, impresora, entre otros.

Software y Herramientas

Solidworks, Arduino Libre, Eagle Professional 7.6, Módulo SIM 900, Módulo GPS, Módulo de Potencia, Arduino MEGA 2560, Batería Portátil, Multímetro Digital, Cautín, Estaño, Cable #8, Cinta Aislante.

5.2. Métodos

Para la presente investigación se emplearon los siguientes métodos:

- **Método analítico**

En la presente investigación se utilizó este método con la finalidad de recopilar información de sistemas de bloqueo existentes en el mercado como son CHEVYSTAR y HUNTER, para posteriormente analizarlas y sintetizarlas pudiendo también establecer conclusiones valederas para la investigación.

- **Método deductivo**

A través de este método se pudo realizar las pruebas del dispositivo, dichas pruebas fueron realizadas en diferentes lugares dentro de la ciudad de Loja como son la vía de integración barrial y la Argelia, así mismo se realizaron pruebas del dispositivo en la ciudad de Cariamanga.

- **Método estadístico**

Con este método se pudo determinar la eficiencia del equipo de una manera general, basándonos en las pruebas que se aplicaron a través del método deductivo

- **Método científico**

Este método conjuntamente con las pruebas evaluadas se pudo determinar el correcto funcionamiento del dispositivo ya que no se presentaron inconvenientes tecnológicos tanto en el dispositivo como en el vehículo donde fue colocado

Una vez aplicados los métodos se procedió con la metodología para la construcción del dispositivo cabe recalcar que la presente investigación fue de tipo bibliográfico, documental y de campo.

5.3. Metodología

Para la realización de presente trabajo primeramente se realizó un análisis de los requerimientos tecnológicos que se necesitan para la construcción del dispositivo

- **Selección de la operadora celular**

Para esto se realizó un estudio sobre las 3 operadoras principales que son mayormente utilizadas en nuestro país (claro, movistar y CTN), se decidió trabajar con la operadora **CLARO**, debido a su gran potencial poblacional con un 63% como a sus características optimas tanto en el sector urbano como rural, en cuanto a sus coberturas tecnológicas 2G y 3G para más información sobre la selección de esta operadora se puede observar en la tabla 2 del capítulo 6 del presente trabajo.

- **Selección del módulo de comunicación celular**

Para la selección del módulo de comunicación se realizó así mismo un análisis de algunos sistemas que existen en el mercado, después de comparar algunos módulos (SIM 900, GPRS bee y 3G Module Libelium), se decidió trabajar con el módulo SIM 900 debido a su costo el mismo que está en un valor de \$ 23,00 mientras que los módulos GPRS bee y 3G Module Libelium se encuentran entre

\$ 28,00 y \$ 35, 00 respectivamente, algunas características de estos módulos las encontramos en la tabla 3 y 4.

- **Selección del módulo de comunicación (GPS)**

De la misma manera se analizaron tres opciones (GPS Neo 6M, GPS Riciiever 735 y SparkF un GPS 3906) se decidió trabajar con el GPS Neo 6M, tomando en cuenta a las necesidades que se necesitaba cubrir principalmente la de la ubicación del dispositivo dentro del vehículo, se puede decir que los tres módulos presentan características similares (tabla 5 y 6) sin embargo el GPS seleccionado cuenta con una características muy diferente y es que cuenta con un conector SMA para la antena de esta manera podemos conectar una antena activa que permita una mejor señal y así no se presenten interrupciones durante el trabajo del equipo

- **Selección de controlador**

Para esta selección se tomó en cuenta a tres reconocidos microcontroladores comerciales como son ATMEGA 328, ATMEGA 2560 y ATMEGA 168, se decidió utilizar el ATMEGA 2560 ya que este presenta un sobrante de memoria que nos permite cargar suficientemente el bootloader de Arduino y programar con normalidad así mismo presenta cuatro puertos seriales y esto evitará el uso de un software serial y no se perderían datos, algunas de las características de estos módulos las podemos encontrar en la table 7 y 8

Una vez realizada la selección de los requerimientos técnicos se procedió a realizar las siguientes actividades

- Compra de materiales (Arduino MEGA, Sim 900, GPS Neo 6M, Batería VOLTAIC 12000 mA, módulo de potencia y placa PCB.
- Diseño de circuitos en programa EAGLE Professional 7.6.
- Programación de módulo Arduino MEGA, en programa ARDUINO (Software libre).

- Impresión del diseño del dispositivo en la PCB.
- Soldadura de pines los dispositivos.
- Pruebas del dispositivo en vehículo.

6. RESULTADOS

En el diseño del sistema se empezó analizando los requerimientos necesarios para cumplir con los objetivos planteados, luego se realiza un diseño conceptual de interacción del dispositivo, incluyendo un bosquejo general del sistema, para finalmente, realizar el diseño físico y lógico.

6.1. Análisis de requerimientos

Tomando en cuenta los objetivos planteados en el presente proyecto se plantearon los siguientes requerimientos los cuales fueron cumplidos por el dispositivo ya construido:

- Obtener los datos de: longitud, latitud, altura, hora y fecha, a través del módulo GPS CT1612 UB
- Capacidad de controlar el abastecimiento de energía eléctrica suministrada a la bomba de combustible, a través del módulo de conmutación de potencia (dispositivo de bloqueo).
- Capacidad de realizar el control de abastecimiento de combustible de manera remota, por medio de mensajes de texto, por medio del módulo GPSR SIM 900.
- Enviar los datos obtenidos por el sistema utilizando mensajes de texto, cuando el usuario lo solicite a su vez identificar los comandos enviados al sistema, para actuar de acuerdo a la orden que cada uno de ellos envía mediante los comandos de control del módulo Arduino MEGA.
- Capacidad de ser instalado en cualquier vehículo.
- Desarrollo de un sistema de bajo costo y plataforma libre.

6.2. Descripción del diseño conceptual

En esta sección se elaboró un diseño conceptual, cual nos dio una idea general de cómo será el funcionamiento sistema para poder satisfacer los requerimientos planteados.

El dispositivo deberá ser instalado en el vehículo, éste deberá enviar la información al usuario por medio de mensajes de texto cuando el usuario lo solicite. Además, deberá servir de actuador al momento de que el usuario realice un cambio de estado que sirva para poder hacer el control del encendido y apagado del vehículo. Por tal razón el prototipo deberá tener la capacidad de conectarse a la red celular, así como también obtener los datos de posicionamiento global. De manera general en la figura 13 se muestra cómo será el funcionamiento del dispositivo.

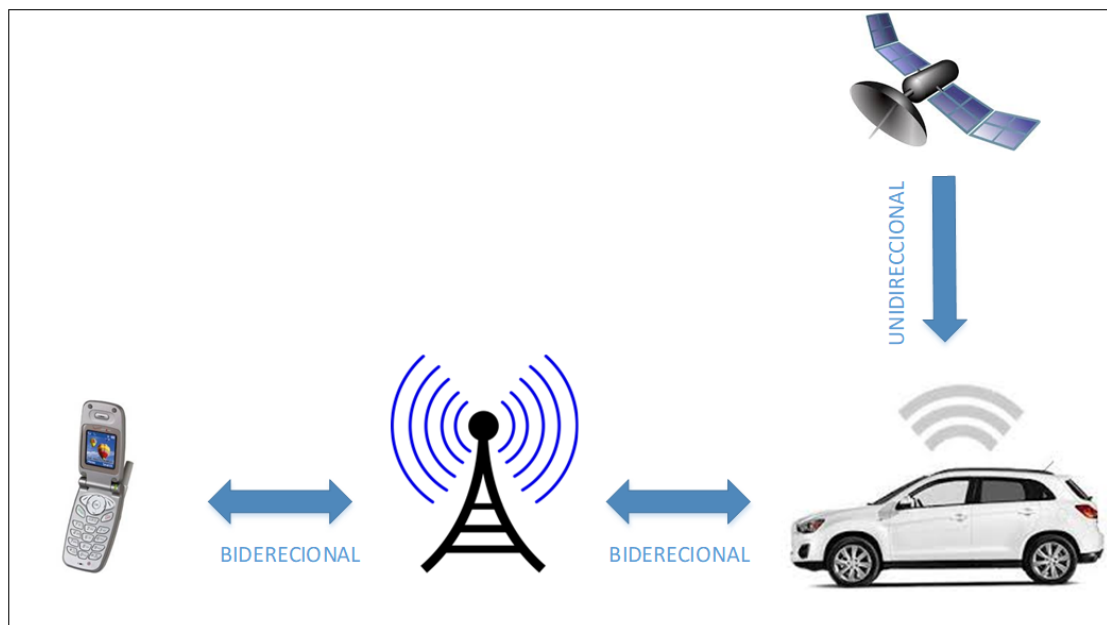


Figura 13 Funcionamiento del Dispositivo

Fuente: (*TelecoWorld.*, 2017)

El dispositivo podrá conectarse a la red celular y establecer una comunicación bidireccional, la cual permitirá realizar el control del encendido y apagado del vehículo; por otro lado, la comunicación con los satélites de posicionamiento será unidireccional ya no se interactuará con estos, más sólo se obtendrá los datos de posicionamiento.

6.3. Diseño físico

En el diseño físico se abordó la selección de los dispositivos de comunicación, tanto para conectarse a la red celular, como para obtener los datos de posicionamiento; así mismo en esta sección se detalló la integración de estos dispositivos y la selección del controlador del prototipo y todos los componentes necesarios para el funcionamiento del mismo.

En la figura 14 se detallan los diferentes módulos del sistema de seguridad que van a ser utilizados para implementar el sistema, los mismos que serán descritos en las siguientes secciones.

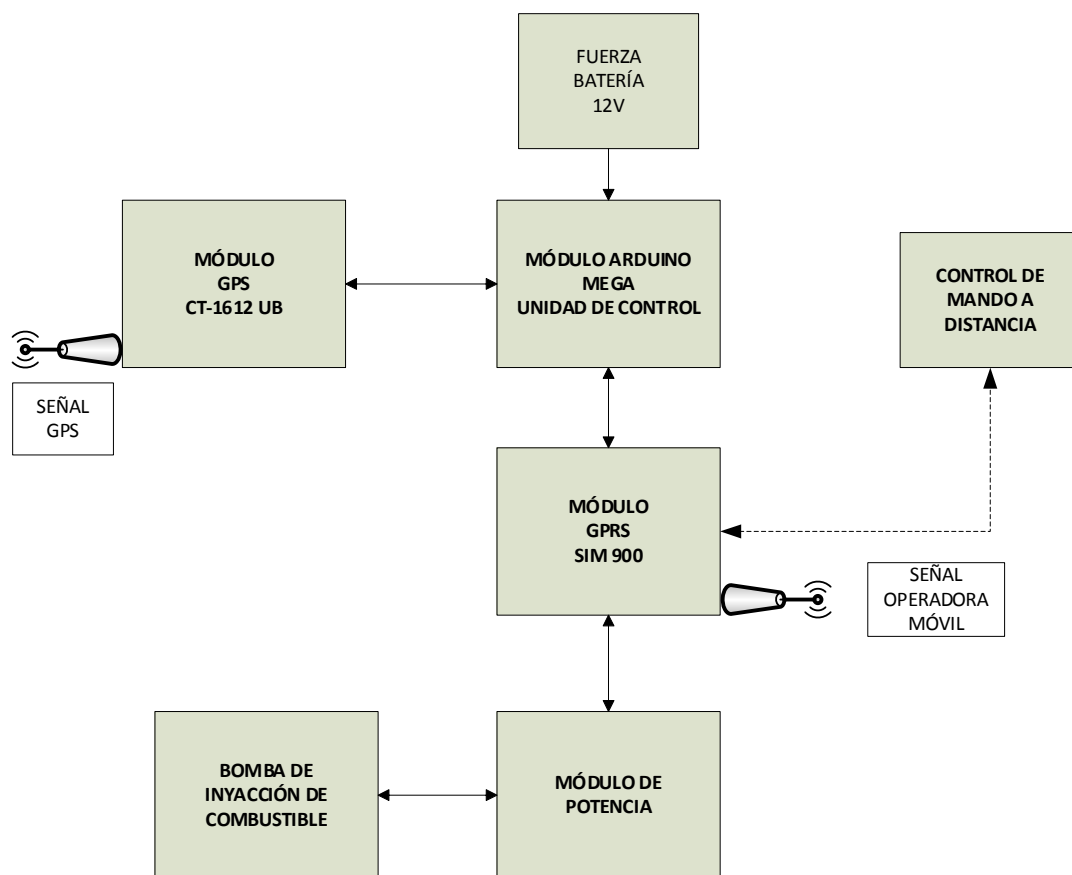


Figura 14 Diagrama General del Sistema

Fuente: Autor

6.3.1. Selección de la Operadora Celular

En el país existen 3 Operadoras celulares, siendo Claro (CONECEL) la más grande con aproximadamente un 63 %, Movistar (OTECCEL) con un 29% y finalmente CNT Móvil con 8% de usuarios. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en el 2013 el sector de la telefonía celular llegó a alcanzar un 120% de densidad Nacional. Sin embargo, al pasar del tiempo este número fue disminuyendo de 17 millones de líneas en el 2014 a 15 millones de líneas en el 2015.

Como se mencionó anteriormente Claro posee la cobertura más amplia dentro del Ecuador ofreciendo la tecnología de 2G, seguida por la tecnología 3G y al final 4G. Esta última sólo se encuentra en lugares específicos del país por tanto aún no presenta una penetración masiva en todos los sectores del país.

La tabla 2 describe la densidad poblacional por operadora en la ciudad de Loja describiendo el nivel de señal para ambas tecnologías 2G y 3G. Hay que puntualizar que para señales de ≥ -85 dBm se considera una excelente señal, para señales de -95 dBm \leq a -85 dBm < se considera una señal media, y para -95 dBm \leq a -105 dBm < se considera una señal pobre.

OPERADORA	USUARIOS	NIVEL DE SEÑAL	
		Tecnología 2G	Tecnología 3G
CLARO (Conecel)	63%	≥ -85 dBm Centro de la ciudad	≥ -85 dBm Centro de la ciudad
		$-95 \text{ bBm} \leq \text{Nivel} < -85$ dBm Sector Urbano	$-95 \text{ bBm} \leq \text{Nivel} < -85$ dBm Sector Urbano
		$-105 \text{ bBm} \leq \text{Nivel} < -95$ dBm Sector Rural o Periférico	$-105 \text{ bBm} \leq \text{Nivel} < -95$ dBm Sector Rural o Periférico
MOVISTAR (Otecel)	29%	≥ -85 dBm Centro de la ciudad	≥ -85 dBm Centro de la ciudad
		$-85 \text{ bBm} \leq \text{Nivel} \geq -95$ dBm Sector Urbano	$-85 \text{ bBm} \leq \text{Nivel} \geq -95$ dBm Sector Urbano
		$-95 \text{ dBm} \leq \text{Nivel} \geq -105$ dBm Sector Rural o Periférico	$-95 \text{ bBm} \leq \text{Nivel} \geq -105$ dBm Sector Rural o Periférico
CNT	8%	Sin Datos	Sin Datos

Tabla 2 Usuarios y nivel de señal por operadora

Fuente: Autor

Las figuras 15 y 16 muestran las coberturas de señal en la ciudad de Loja de las tecnologías 2G de CLARO y MOVISTAR.

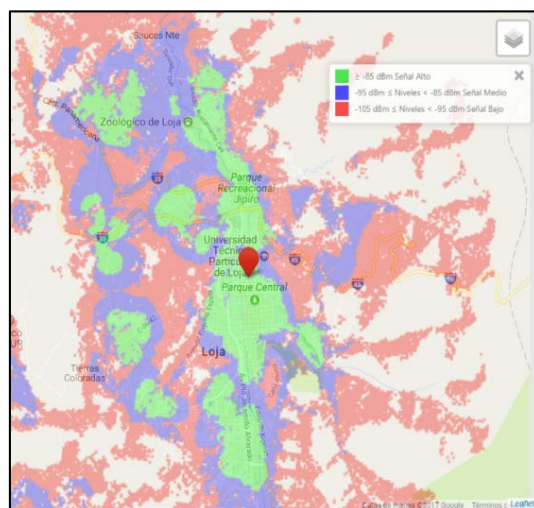


Figura 15 Cobertura 2G de Red Claro

Fuente: OTECEL

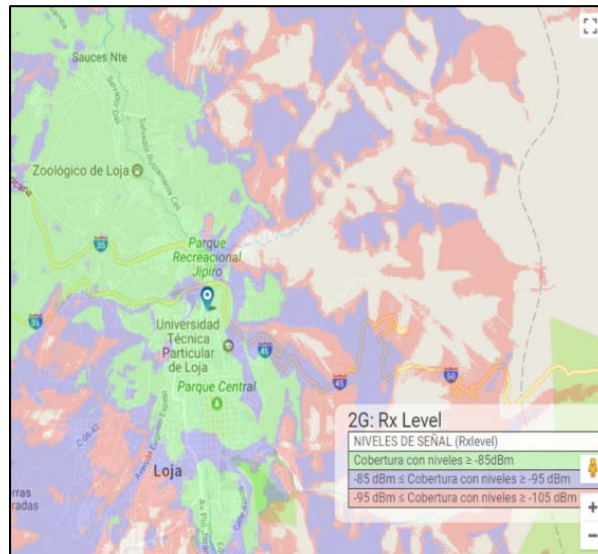


Figura 16 Cobertura 2G de Movistar

Fuente: CONECEL

Las figuras 17 y 18 muestran las coberturas de las tecnologías 3G de CLARO y MOVISTAR. Cabe señalar que la operadora CNT no presenta datos de cobertura en la ciudad a pesar de tener una estructura de tecnología hasta 4G.

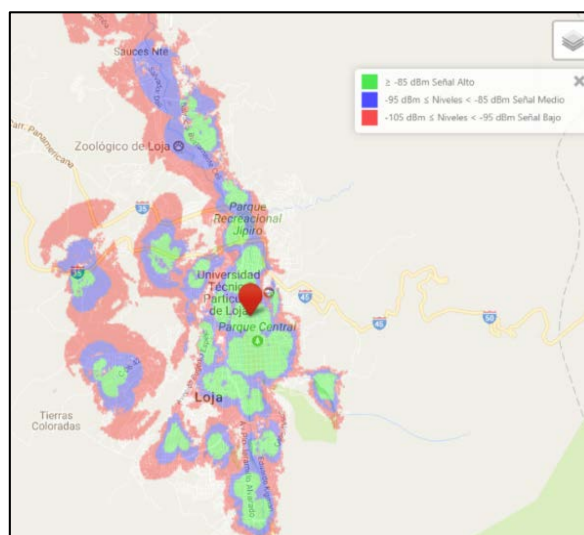


Figura 17 Cobertura 3G de Red Claro

Fuente: CONECEL

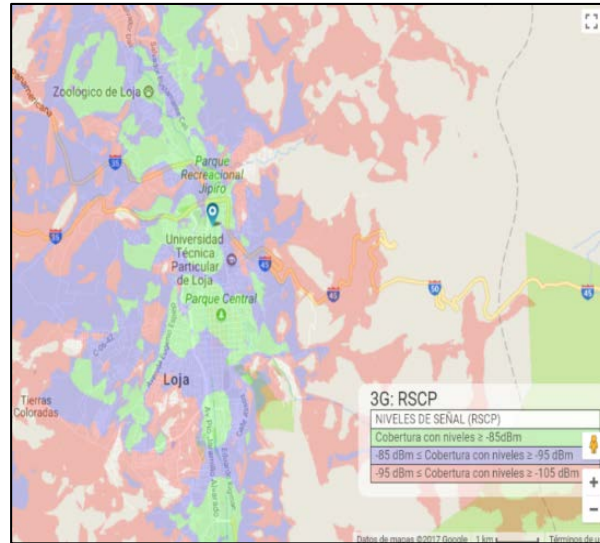


Figura 18 Cobertura 3G de Red Movistar

Fuente: OTECEL

Por tal razón se seleccionó la operadora Claro, ya que como se puede evidenciar en las imágenes anteriores es ésta quien nos provee de una mayor cobertura en las dos tecnologías 2G y 3G, tomando a Loja como punto de referencia.

6.3.2. Selección y descripción del Módulo de Comunicación

En esta sección se definirá los módulos de comunicación utilizados para poder conectar nuestro dispositivo con la red celular y poder obtener los datos de posicionamiento de la constelación de satélites de GPS. En la figura 19 se plantea de manera general como estará comunicado entre dispositivos.

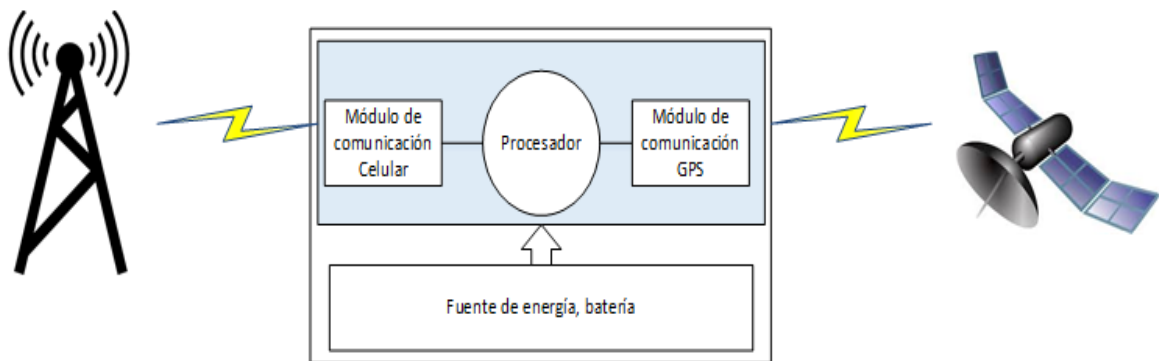


Figura 19 Módulos de Comunicación

Fuente: Autor.

6.3.2.1. Módulo de comunicación celular

En este punto se realizó la selección del módulo el cual fue capaz de conectarse a la red móvil mediante las tecnologías que las operadoras ofrecen en la ciudad.

La recepción y el envío de información se realizan por medio de SMS, es decir; mensajes de texto. Por tanto, nuestro prototipo deberá poder acceder y establecer conexión con la red celular de una operadora específica seleccionada.

Para seleccionar el módulo de comunicación hemos recopilado información acerca de algunos módulos comerciales, algunas características de estos se encuentran en la tabla 3

Características	SIM 900	GPRS bee	3G Module Libelium
Bandas	800/900/1800/1900 MHz	800/900/1800/1900 MHz	800/900/1800/1900 MHz
Voltaje	5V	3.3V	5V
Tecnología	GSM/GPRS	GSM/GPRS	GSM/HSPA/GPRS
Consumo de energía	250mA en Tx	210mA en Tx	130mA en Tx
Velocidad de descarga	100Kbps	85Kbps	7.2Mbps
Control de encendido	Sí	Sí	Sí
Costo	Bajo	Alto	Muy Alto
Aplicación	Redes de sensores Monitoreo remoto	Redes de sensores Monitoreo remoto	Redes de sensores Monitoreo remoto

Tabla 3 Selección de Módulo de Comunicación

Fuente: Autor

El dispositivo debe ser capaz de conectarse a la red celular usando cualquier tecnología 2G o 3G, como se puede observar en la tabla. Estos tres módulos son capaces de conectarse a la red y pueden funcionar en todas las bandas para la telefonía celular. Tomando en cuenta las mejores características, el módulo de Libelium es la mejor opción, sin embargo; el costo de éste es demasiado elevado en relación a los otros, así en la comparación de los módulos SIM 900 y GPRS bee, estarán definidas por el costo ya que poseen características muy similares, por tal razón, el dispositivo seleccionado fue el Módulo Sim 900 este nos permitio acceder a la red y hacer uso de los servicios que esta red nos provee. El módulo a utilizar lo veremos en la figura 20.

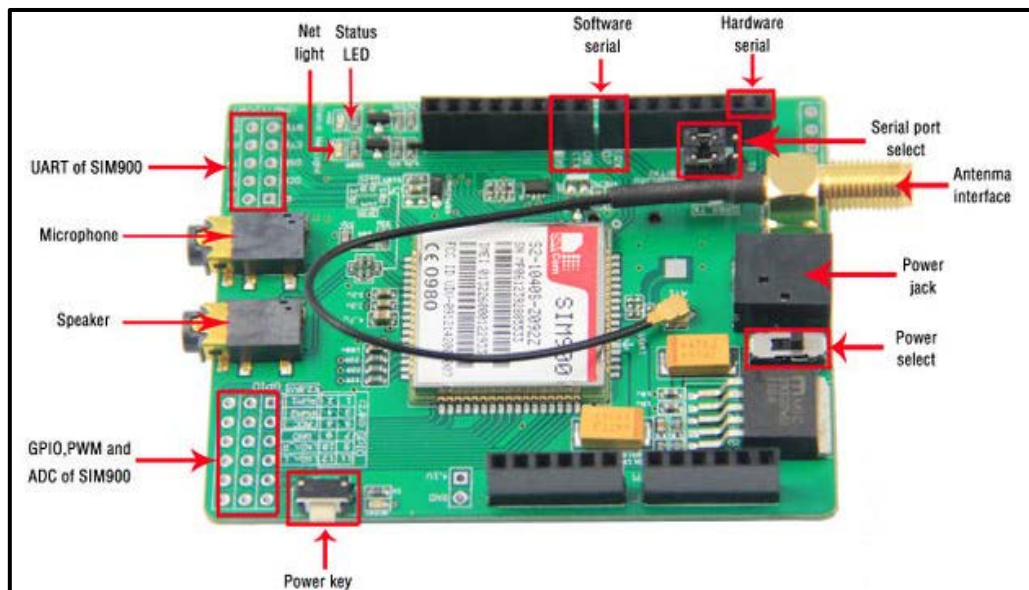


Figura 20 Módulo SIM 900.

Fuente: Geeetech.

En la tabla 4 se muestran las características del Módulo SIM 900

CARACTERÍSTICAS MÓDULO GPRS SIM 900	
Banda cuádruple	850/900/1800/1900 MHz
GPRS multi-slot	Clase 10/8
Estación móvil GPRS	Clase B
Conforme a la fase GSM	2/2 +
Clase 4	(2 W @ 850/900 MHz)
Clase 1	(1 W @ 1800 / 1900MHz)
Control mediante comandos	AT de SITCOM
Servicio de mensajes cortos	Envío de datos a través de la red
Pila incorporada	TCP / UDP
Compatible	RTC
Puerto serie	Seleccionable
Micrófono y auriculares	Incorporado
Consumo de energía	- 1.5mA
Rango de temperatura	-40 ° C a +85 ° C
Voltaje	3.4 a 4.5 V
Corriente típica	1.6A
Corriente máxima	2A
Interfaces	SPI, I2C, GPIO
Interfaz serial	TTL, ADC

Tabla 4 Selección de Módulo GPS.

Fuente: Geeetech

6.3.2.2. Módulo GPS

Para seleccionar el módulo de comunicación hemos recopilado información acerca de algunos módulos, algunas características de estos se encuentran en la tabla 5.

Características	GPS Neo 6M	GPS Riciever 735	SparkFun GPS 3906
Sensibilidad	-160 dBm	-162 dBm	-161 dBm
Voltaje	5V	3.3V	5V
Frecuencia	L1	L1	L1
Canales	56	56	66
Consumo de energía	100Ma	50Ma	100mA
Antena	Separada	Incorporada	Incorporada
Costo	Bajo	Medio	Alto
Aplicación	Redes de sensores	Redes de sensores	Redes de sensores

Tabla 5 Selección de Módulo GPS.

Fuente: Autor

Para hacer la selección del módulo se tomó en cuenta que el dispositivo estará instalado dentro del vehículo, esto hará que se dificulte la recepción de la señal ya que se verá interferida por la carrocería del automóvil. Como se puede observar en las características de estos dispositivos son similares, sin embargo, existe una que los diferencia y es la antena y en que los GPS reciever 735 y GPS sparkfun 3906 tienen la antena integrada en el módulo, esto significaría un problema al momento de recibir la señal, ya que no se puede ubicar en cualquier lado del auto y de esta manera la señal se verá interferida. Por el otro lado, el GPS Neo 6M cuenta con un conector SMA para la antena para poder conectar una antena activa, con una extensión de cable para poder colocarla en cualquier lugar.

Las características del GPS Neo 6M son las convenientes para obtener los datos de posicionamiento, la antena activa nos permitirá ubicarla en una mejor posición con el fin de obtener una mejor señal como se muestra en figura 21.

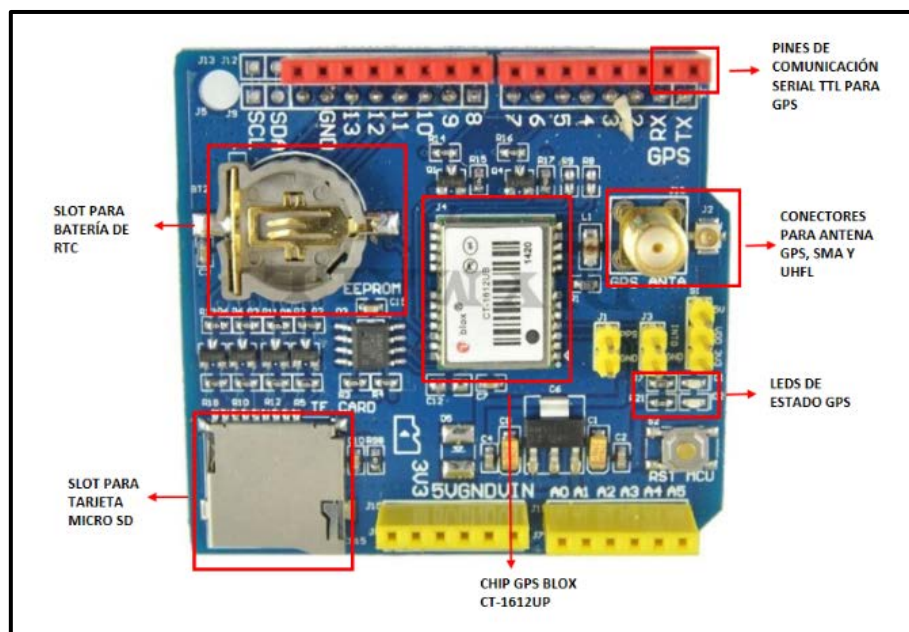


Figura 21 Módulo GPS.

Fuente: Geeetech.

Algunas de las características de este módulo se muestran en la tabla 6:

CARACTERÍSTICAS MÓDULO GPS Neo 6M	
Modulo GPS	Ublox NEO-6M
Comunicación serial	TTL
Voltaje de alimentación	(3.5 – 5)VDC
Antena activa	Banda L1
LED	Indicador de señal
Tamaño de antena	22x22mm
Tamaño de módulo	23x30mm
Batería	Incluida
BAUDRATE	9600 bBm
Sistema de coordenadas	WGS-84
Sensibilidad de captura	-148dBm
Sensibilidad de rastreo	-161 dBm
Máxima altura medible	18000 m
Máxima velocidad	515 m/s
Exactitud	1micro segundo
Frecuencia receptora	L1 (1575.42 Mhz)
Código C/A	1.023 Mhz
Tiempo de inicio primera vez	38s en promedio
Tiempo de inicio	35s en promedio
Temperatura	-30 °C a +80 °C.
Voltaje del chip	3.3V
Voltaje del módulo	5V

Tabla 6 Selección de Módulo GPS Neo 6M

Fuente: Geeetech.

6.4. Controlador

El controlador será el encargado de obtener los datos tanto del GPS como de recibir los mensajes texto, y tomará las decisiones de acuerdo al contenido del mensaje, esto se explicará de manera más detallada en la sección de programación.

Se analiza las tres opciones de microcontroladores más comerciales en este medio: ATMEGA 328, ATMEGA 2560 y ATMEGA 168, a continuación, en la tabla 7 se presenta sus principales características.

Características	ATMEGA328	ATMEGA2560	ATMEGA168
CPU	8 bit	8 bit	8 bit
FLASH Memory	32KB	256KB	16KB
SRAM	2KB	8KB	1KB
EEPROM	1KB	4KB	512B
Puertos I/O	23	86	23
Reloj	20MHz	16MHz	20MHz
UART	1	4	1
ADC	6 canales a 10bits	16 canales a 10bits	8 canales a 10 bits
Interrupciones externas	24	32	24
Arquitectura	RISC	RISC	RISC

Tabla 7 Selección Módulo Controlador.

Fuente: Autor

El algoritmo que se diseñó será codificado a través del bootloader (gestor de arranque) de Arduino, por tal razón, se requiere que el microcontrolador sea compatible con esta herramienta.

Para elegir se debe tomar en cuenta que el bootloader de Arduino pesa alrededor 8KB, por tal razón se debe cuidar que exista suficiente memoria sobrante para poder realizar la programación. Para nuestro caso el ATMEGA 328 y ATMEGA 2560 son las mejores opciones ya que luego de cargar el booloader, tendríamos un sobrante de memoria considerable para poder programar sin problema. Sin embargo, otro punto a considerar

es que el controlador deberá comunicarse con ambos módulos de comunicación, esto lo hará por RS 232. Usar el ATMEGA 328 nos obligaría a utilizar un software serial ya que este microcontrolador sólo posee un puerto serial, esto significaría que perderíamos datos ya que el software serial no posee una interrupción.

Por tal razón se utilizará el ATMEGA 2560 que posee un gran campo de memoria y cuatro puertos seriales, de los cuales no están ligados con el programador de la placa. En la figura 22 se puede observar la placa utilizarse.

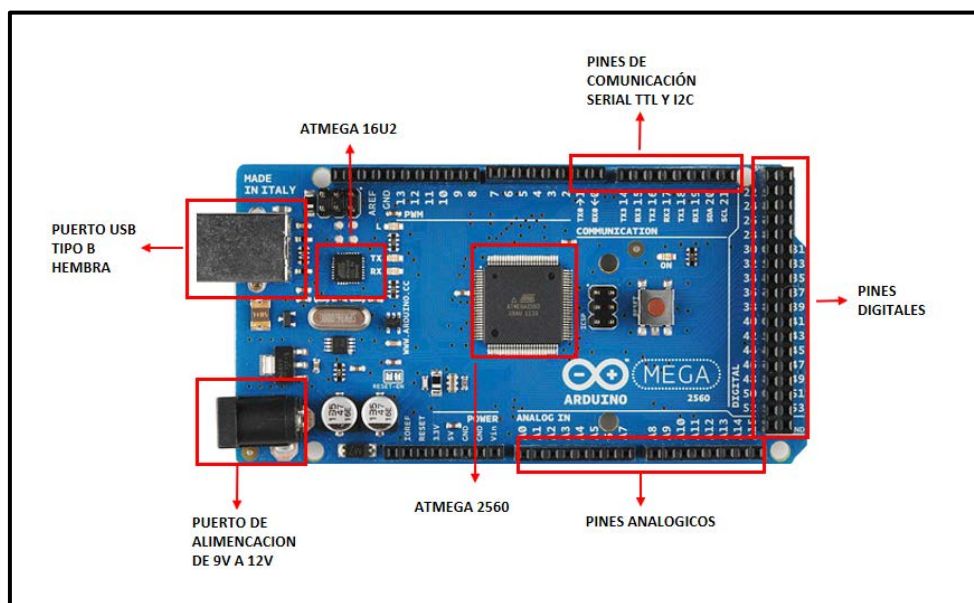


Figura 22 Control o Procesador.

Fuente: (Arduino, 2016).

Algunas de las características de este dispositivo se muestran a continuación en la tabla 8:

CARACTERÍSTICAS PROCESADOR ARDUINO MEGA	
Microcontrolador	ATMEGA 2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
Pines de E / S digitales	54 (de los cuales 15 proporcionan salida de PWM)
Clavijas de entrada analógica	Dieciséis
Corriente DC por Pin E / S	20 mA
Corriente DC para 3.3V Pin	50 mA
Memoria flash	256 KB de los cuales 8 KB utilizados por el gestor de arranque
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad de reloj	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Longitud	101.52 mm
Anchura	53.3 mm
Peso	37 g
Microcontrolador	ATMEGA 2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
Pines de E / S digitales	54 (de los cuales 15 proporcionan salida de PWM)
Clavijas de entrada analógica	Dieciséis

Tabla 8 Procesador Arduino MEGA.

Fuente: (Arduino, 2016).

6.5.Módulo de Potencia

El sistema debe ser capaz de controlar el encendido y apagado del vehículo, para hacer el control del encendido y apagado se lo hará por medio de un módulo relé de 5 voltios, marca SONGLE, de 10 A 250 VAC y 10 A 30 VDC. Esto permitirá controlar el suministro de energía a la bomba de gasolina, el circuito utilizado es el mostrado en la figura 47.

6.6.Batería

Como se puede observar en las especificaciones de los elementos anteriores, todos trabajan a 5 voltios, por tal razón elegiremos una batería que nos dé una salida de 5 voltios y aproximadamente 2 amperios, dicha batería se muestra en la siguiente figura 23.



Figura 23 Batería.

Fuente: Voltaic

Algunas de las características de este dispositivo se muestran en la tabla 9:

CARACTERÍSTICAS BATERÍA VOLTAIC	
Capacidad	12000 mAh
Voltios de salida	5V
Voltaje entrada o de carga	5V a 6V
Corriente de salida	1 Puerto de 1000 mA
Corriente de Salida	1 Puerto de 2000 mA
Corriente de entrada	2000 mA
Botón de encendido	Incorporado
Indicador de nivel de carga	Incorporado

Tabla 9 Batería.

Fuente: Voltaic

6.7.Diseño de la programación

Para el desarrollo de la programación se utilizará el “ide” de Arduino, para programar el módulo MEGA de Arduino, ya antes mencionado, sin embargo, para el desarrollo del algoritmo se deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Obtener los datos de:
 - Posicionamiento: longitud, latitud y altura.
 - Hora.
 - Fecha.
- Capacidad de abastecer y escindir la energía suministrada a la bomba de combustible, por medio de mensaje de texto cuando el usuario lo solicite.
- Enviar los datos obtenidos por medio de mensaje de texto, cuando el usuario lo solicite.
- Identificar los comandos enviados al sistema, para actuar de acuerdo a la orden que cada uno de éstos expresa.

Una vez que se tiene establecidos los requisitos funcionales del sistema, se procede a establecer ciertos parámetros que nos permitirán cumplir con los requerimientos. Para esto se establecerá tres comandos, los cuales ejecutarán tres acciones diferentes, éstas se encuentran explicadas de mejor manera en la tabla 10.

Comando	N°	Número de Acción
«Ubicación»	1	Enviar los datos de posicionamiento al usuario, longitud, latitud, altura. Adicionalmente se enviará la hora y fecha de respuesta del sistema.
«Encender»	2	Ignición de la bomba de combustible del vehículo y enviar los datos de posicionamiento al usuario, longitud, latitud, altura, así como la hora y fecha.
«Apagar»	3	Bloquear el encendido del vehículo y enviar los datos de posicionamiento al usuario, longitud, latitud, altura, así como la hora y fecha.

Tabla 10. Comandos SMS.

Fuente: Autor.

En la figura 24 se puede observar el flujograma del algoritmo desarrollado. En primer lugar, en la sección de configuración inicial del algoritmo, se inicia las librerías/variables necesarias, y se declara los pines de entrada/salida del Arduino, posteriormente se entrará a un ciclo repetitivo en donde cada interacción adquirirá datos desde el SIM 900, en caso, de recibir alguna trama o dato se procede a desentramar para poder extraer la información, tal como, número de teléfono y comando. Una vez extraídos los datos se procede a evaluarlos, primeramente, se empieza con el comando el cual nos permitirá realizar determinada acción, señalada anteriormente.

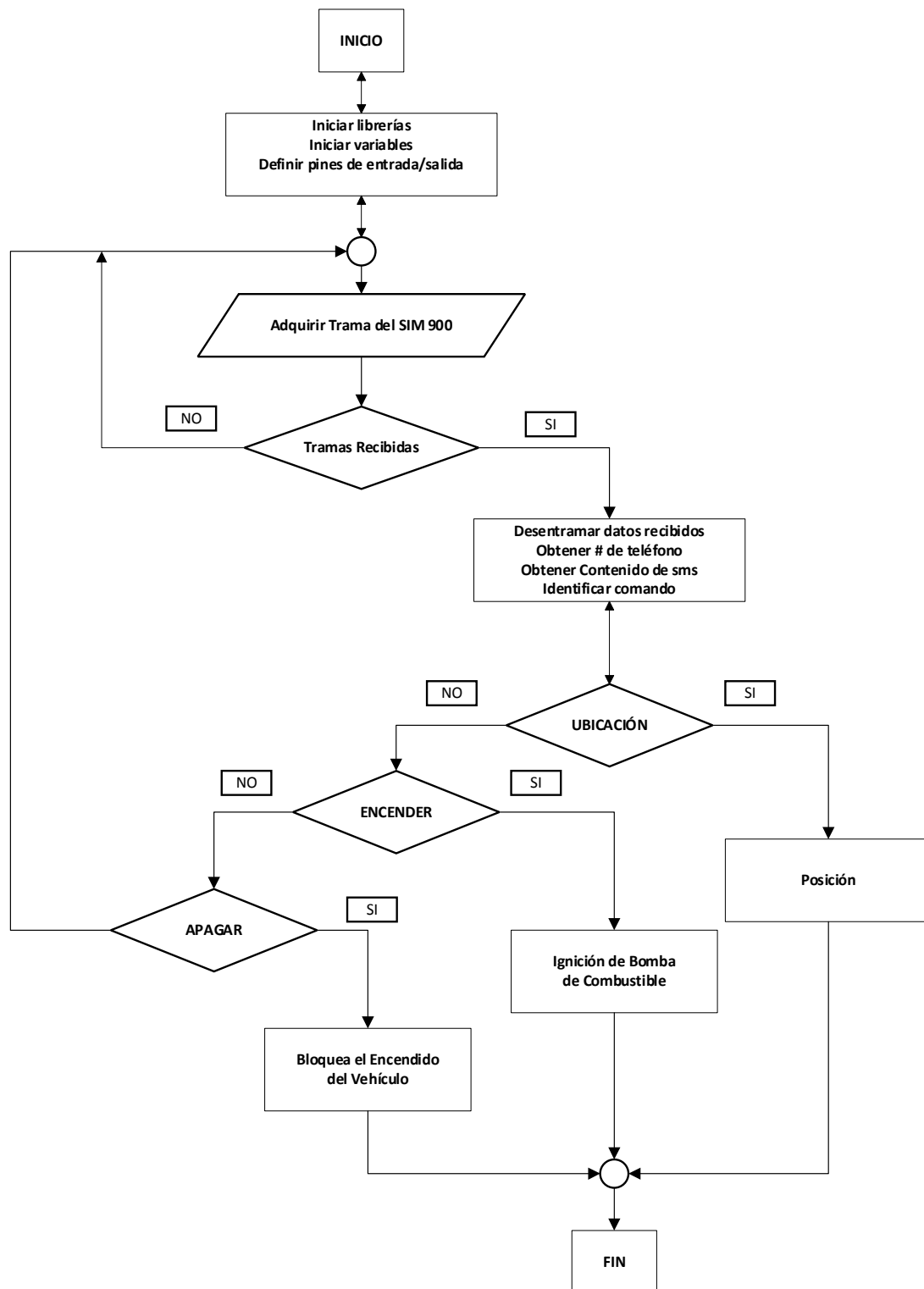


Figura 24 Flujograma del algoritmo desarrollado.

Fuente: Autor.

Establecidos los requerimientos hemos seleccionado el módulo GPRS Sim-900 y el módulo GPS Neo 6M, para poder hacer uso de éstos dispositivo detallaremos a continuación los comandos o la forma en que podemos obtener los datos por ellos.

6.7.1. Módulo GPRS Sim-900

Para la configuración del Módulo GPRS Sim-900 se lo realiza utilizando comandos AT, definidos por el fabricante, esto se lo hará por medio de una comunicación serial a 19200 baudios, para esto haremos uso de los PINs 11 y 10 del controlador, el pin 7 como Rx y pin 8 como Tx respectivamente.

Primero debemos realizar la configuración del módulo Sim-900 en modo mensaje “SMS Message Format”, para esto utilizaremos el comando: **“AT+CMGF=1\r”**.

El comando **“AT+CMGF=”**, sirve para configurar el módulo en SMS, el parámetro **“=1”**, se lo usa para configurar los parámetros de entrada y salida, para este caso será en modo Txt. Por último, el comando **“\r”**, es usado para enviar un return al módulo.

Una vez configurado el módulo en modo SMS, se procede a realizar la configuración de los SMS, para esto usamos el comando: **“AT+CNMI=2,2,0,0,0\r”**.

El comando **“AT+CNMI=”** sirve para configurar las indicaciones del nuevo mensaje, los parámetros **“=2,2,0,0,0”**, se lo usa para recibir la trama predeterminada en el contenido de un mensaje recibido cuando el módulo realice la escucha del mismo.

Finalmente se deberá estructurar una trama que nos permita realizar el envío de mensajes, dicha trama es:

"AT + CMGS = \Número telefónico\" + "Contenido de mensaje" + char 26

El comando **“AT+CNMI=”**, es usado para el envío de mensajes, a continuación, deberemos agregar el número telefónico al cual deseamos enviar el SMS, seguido se colocará el contenido del mensaje, estos datos serán llenados con los requerimientos mencionados al inicio de esta sección. Por último, el char 26 nos ayuda hacer un reset del módulo y borrar el contenido del mensaje de la memoria.

La figura 25 muestra el flujograma de programación del GPSR

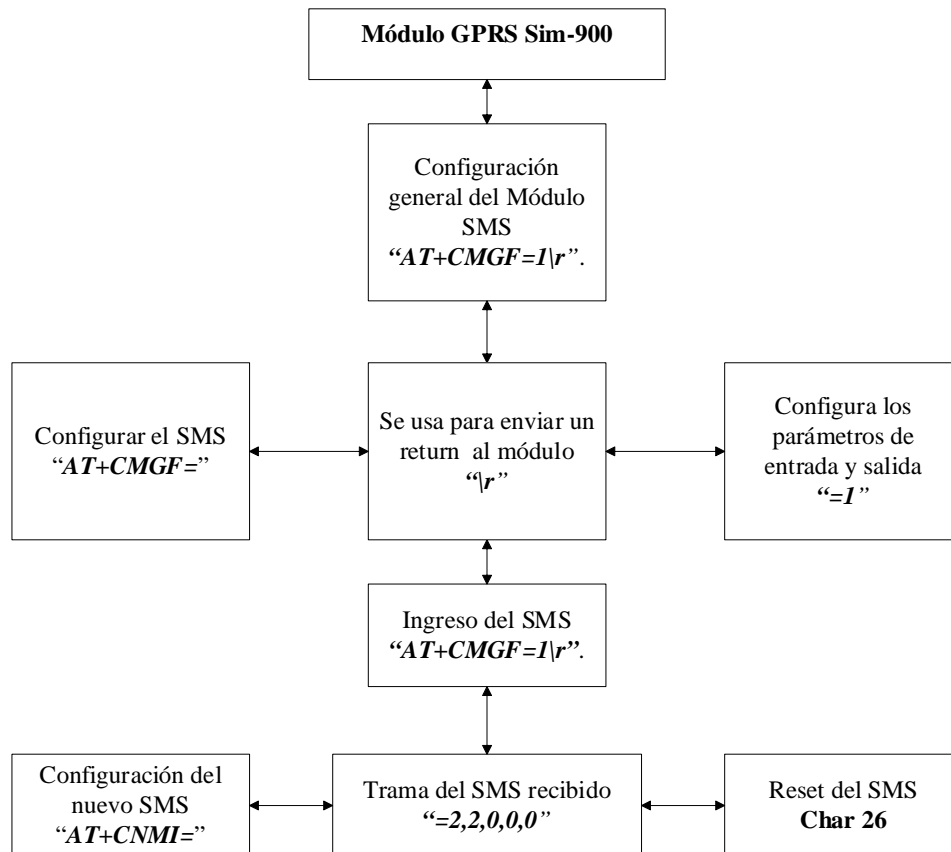


Figura 25 Flujoograma de programación del GPRS.

Fuente: Autor.

6.7.2. Módulo GPS Neo 6M

Para realizar la configuración del Módulo GPS se lo realizará por medio de una comunicación serial a 9600 baudios, para esto se usará los PINs Rx19 y Tx18 del módulo Arduino MEGA para Rx y Tx, del módulo GPS respectivamente.

Para usar este módulo se usará la librería *"TinyGPS++.h"*, ésta nos permitirá hacer la configuración del módulo por medio de comando AT, simplemente con hacer el llamado de funciones específicas que se muestran en la tabla 11.

Comando	Nº	Acción de comando
«gps.location.lat()»	1	Obtiene los datos de la latitud en formato String.
«gps.location.lng()»	2	Obtiene los datos de la longitud en formato String.
«gps.date»	3	Obtiene los datos de la fecha en formato String.
«gps.time»	4	Obtiene los datos de la hora UTM en formato String.
«gps.altitude.meters»	5	Obtiene los datos de la altura en metros en formato String.

Tabla 11. Comandos GPS.

Fuente: Autor.

Con estos datos ya podemos cubrir los requerimientos planteados.

6.8.Construcción del PCB

Una vez realizada la programación necesaria para cumplir con los requisitos establecidos se procede a realizar el diseño y la construcción del PCB (Placa de Circuito Impreso), el cual será utilizado para acoplar todos los módulos utilizados. Para el diseño de la PCB se utilizará el programa Eagle Professional 7.6.

En la figura 26 se define la posición de los módulos que para el diseño de la placa base (PCB).

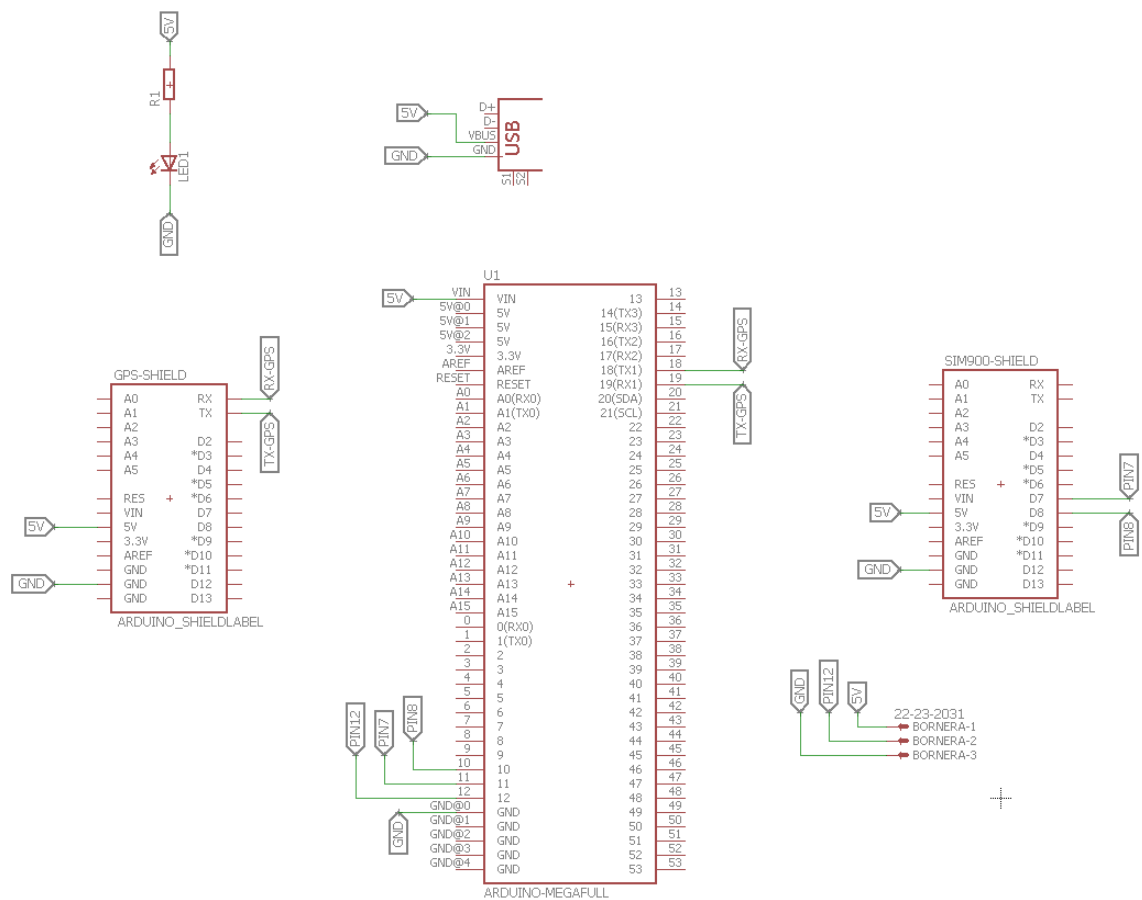


Figura 26 Ubicación de módulos en el PCB.

Fuente: Autor.

Posteriormente se define el ruteo de las pistas para las conexiones entre los módulos en la placa PCB, la figura 27 muestra lo señalado

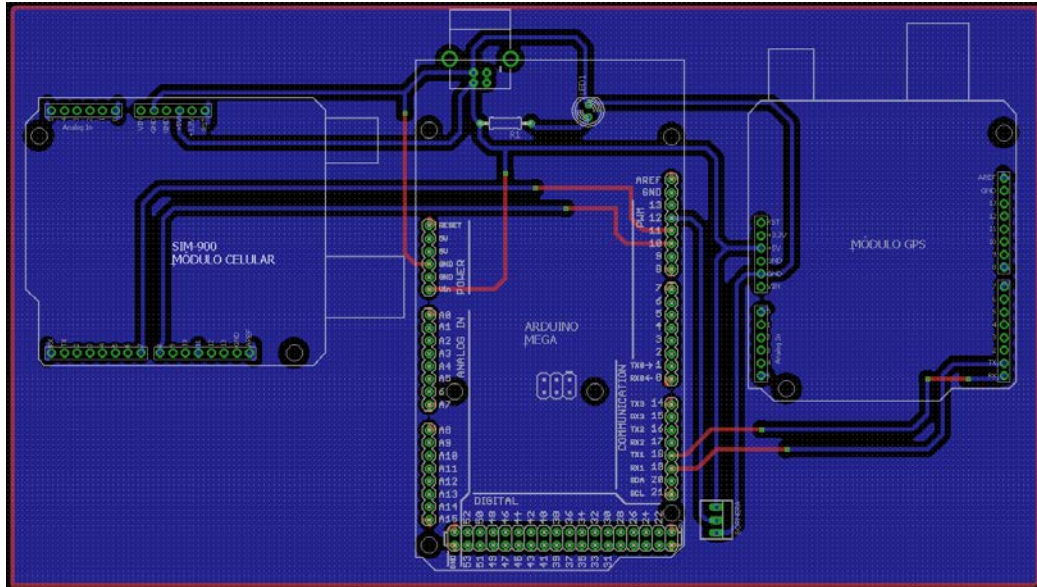


Figura 27 Construcción del PCB.

Fuente: Autor.

El diseño está realizado a doble capa, las líneas de color azul muestran la cara posterior y las líneas de color amarillo muestran la capa superior. Las pistas del circuito a quemarse en la baqueta son mostradas en la figura 28.

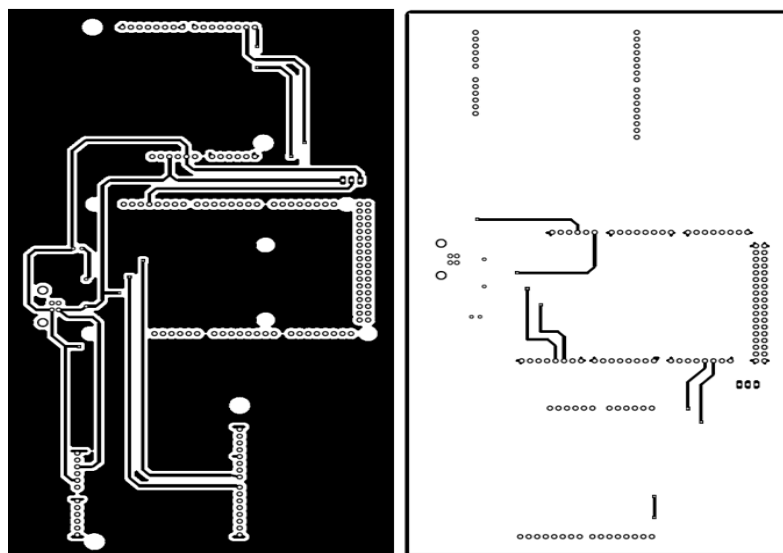


Figura 28 Pistas de Circuito en PCB.

Fuente: Autor.

Estas pistas fueron impresas en papel fotográfico y mediante utilización planchas estampadoras se realiza la transferencia de la tinta de los circuitos impresos a la baquela por medio de la técnica conocida como transferencia térmica. Posteriormente se introduce la baquela en un recipiente de agua hirviendo con percloruro férrico, la baquela permanecerá en el recipiente hasta que solo el cobre que está cubierto por la tinta quede sobre la placa.

Una vez que se ha disuelto el cobre innecesario de la baquela se procede a quitar la tinta de la misma, para luego proceder a colocar y soldar todos los componentes que vamos a utilizar, dando como resultado la tarjeta final.

Para poder realizar el proyecto de tesis empezaremos con la programación de montaje de módulos, acoplamiento de cables en el vehículo para luego finalizar con las pruebas correspondientes.

6.9.Programación de módulos

Para la programación del dispositivo de antibloqueo, se necesitó un computador en donde a través del programa Arduino el cual nos permite la programación de las placas las mismas que forman parte del dispositivo, con los módulos GPRS Sim 900, GPS Neo 6m y el módulo Arduino MEGA.

6.9.1. Programación Módulo Arduino MEGA

En la figura 29 se puede observar la programación que se la realizó en el programa Arduino para el módulo Arduino MEGA, así mismo se observa toda la información obtenida por el módulo GPRS Sim-900 como la del GPS. La programación de los módulos anteriormente mencionados se las realiza por separado para posteriormente unir en una sola programación y de esta manera permitir que los módulos interactúen entre sí para poder obtener la acción solicitada.

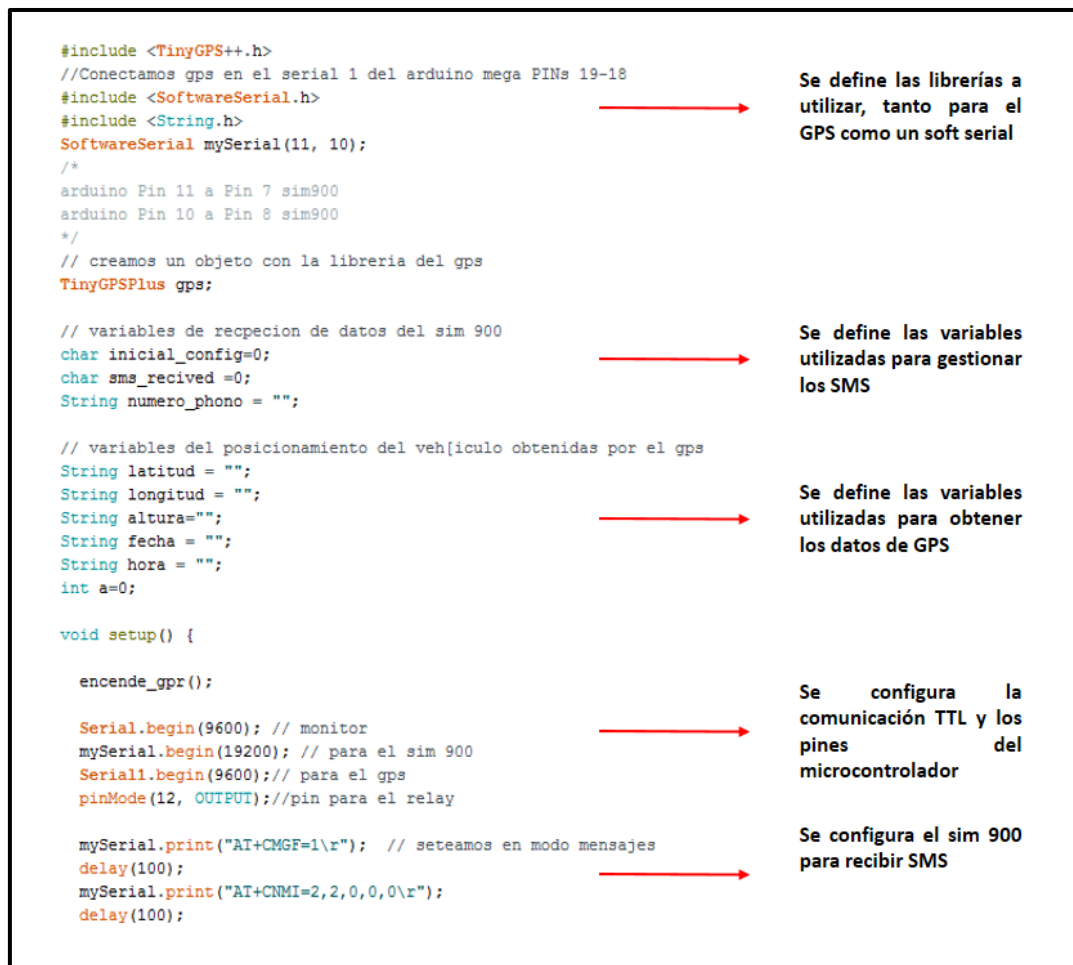


Figura 29 Captura de Pantalla de Programación Arduino MEGA

Fuente: Autor.

6.9.2. Programación Módulo GPRS Sim 900

Continuando con la programación del módulo GPRS Sim 900 el cual va a estar montado el chip, este último será el encargado de recibir los mensajes, para ello se debe poner la configuración del módulo en modo mensaje, a continuación, en la figura 30 se muestra la configuración del mismo.

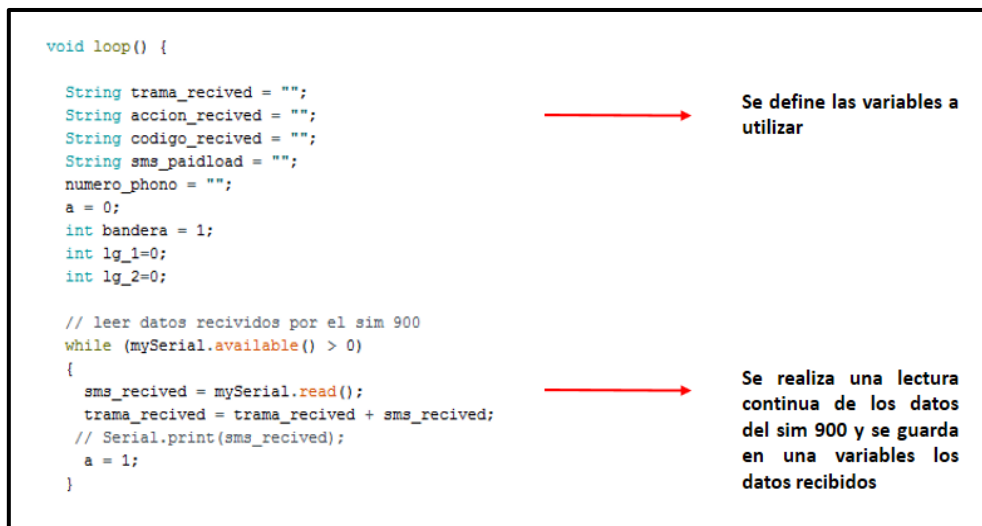


Figura 30 Captura de Pantalla de Programación Módulo SIM 900

Fuente: Autor.

En la figura 31 observamos cómo se realiza una lectura del mensaje el cual es enviado por medio de un dispositivo celular, para que este pueda ser determinado en su tamaño y a su vez sea grabado en una variable para poder ser extraído y finalmente ser ejecutado

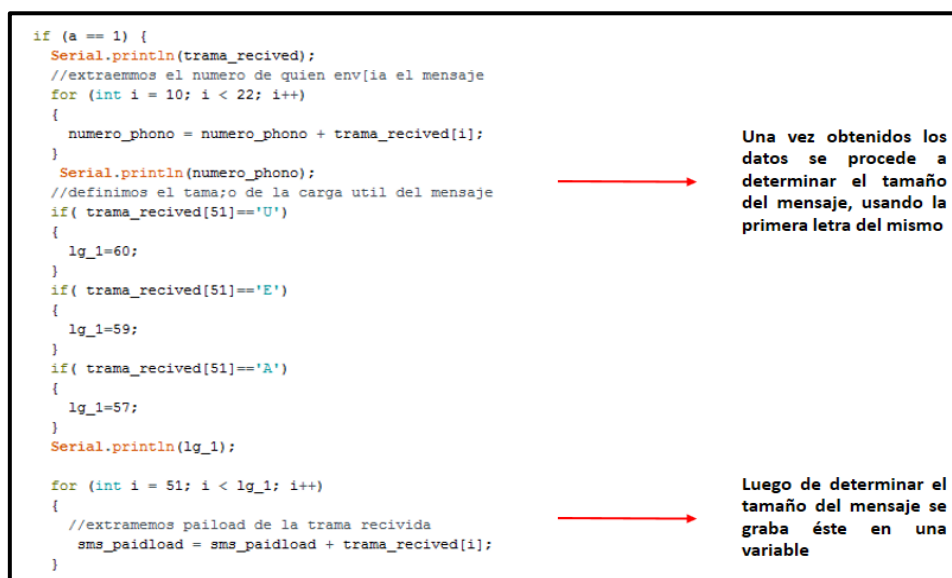


Figura 31 Captura de Pantalla de Programación Módulo SIM 900

Fuente: Autor.

6.9.3. Programación Módulo GPS Neo 6M

Para la configuración del Módulo GPS se lo realiza de la misma manera que el módulo Sim-900 a través del programa Arduino el mismo que se basa en una comunicación serial a 9600 baudios. En la figura 32 se puede observar el proceso de lectura y la evaluación del SMS para que de esta manera el GPS pueda realizar la orden solicitada.



Figura 32 Captura de Pantalla de Programación Módulo GPS

Fuente: Autor.

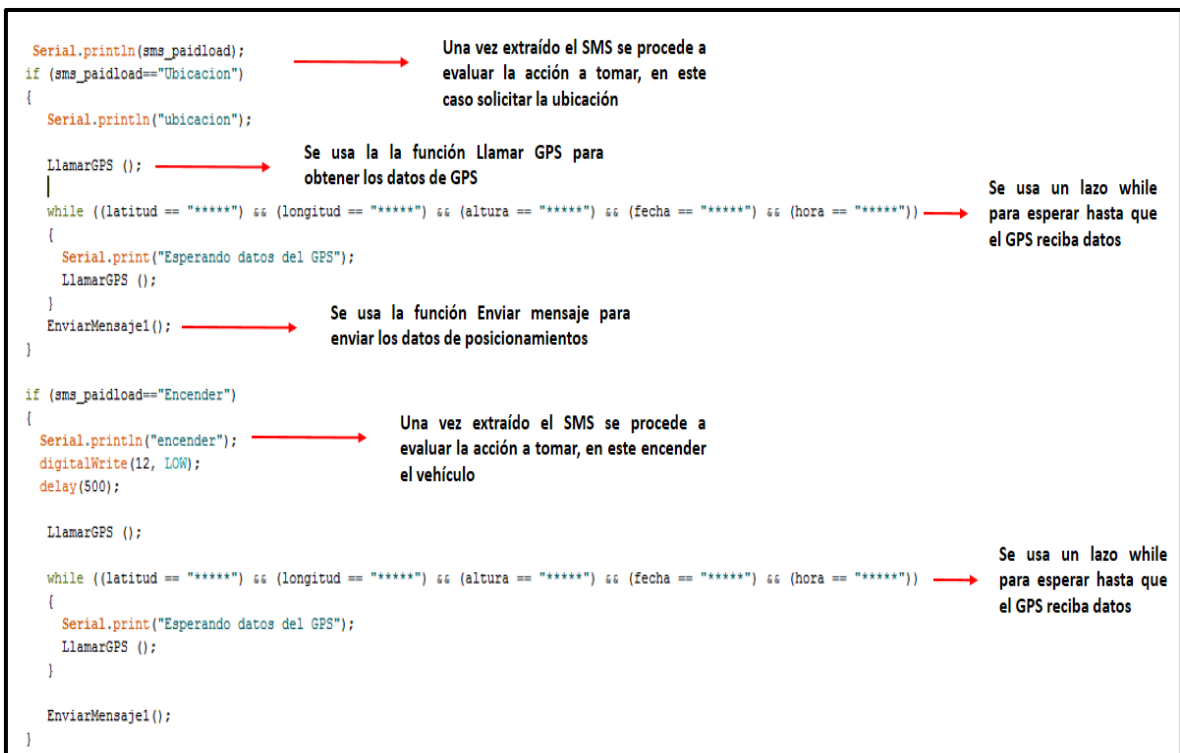


Figura 33 Captura de Pantalla de Programación Módulo GPS

Fuente: Autor.

En la figura 33 podemos observar, una vez que el SMS es procesado se procede a evaluar la acción que debe tomar el GPS para poder realizar envío de datos solicitados como es la ubicación, fecha y hora.

6.10. Montaje de módulos

En este punto se hace el conexionado de los módulos GPS Neo 6M, SIM 900 y Arduino MEGA, para de esta manera ir armando el dispositivo de antibloqueo y rastreo vehicular

6.10.1. Conexión GPS Neo 6M y Arduino MEGA

Una vez terminada la programación procedemos al montaje de los módulos en la placa PCB, Indicamos cómo van conectados entre sí, para luego proceder a su montaje en la placa base final y así poder fabricar una caja que esta pueda ser colocada en el vehículo.

En la figura 34 podemos observar como es el conexionado del módulo GPS Neo 6M con el módulo Arduino MEGA pines Tx 18 y 19 Rx, conectados al Rx y Tx del GPS la misma conexión que observamos en la imagen la realizamos en el soldado de la PCB. La alimentación del GPS se lo realiza entre pines de + 5 Vdc de Arduino

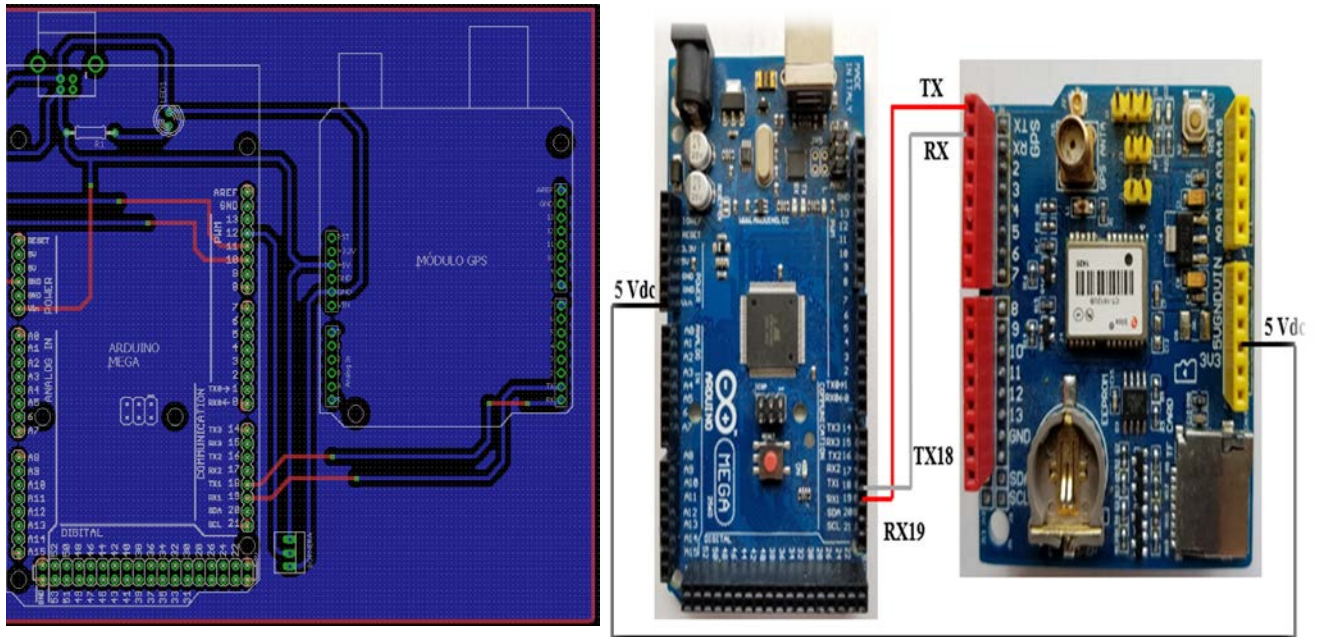


Figura 34 Diagrama de conexión de GPS Neo 6M y Arduino MEGA

Fuente: Autor.

6.10.2. Conexión SIM 900 y Arduino MEGA

En la figura 35 al igual que la anterior podemos observar como es el conexionado del módulo GPRS Sim 900 con el módulo Arduino MEGA pines Tx 10 y 11 Rx, conectados al 7 Rx y 8 Tx del GPRS Sim 900 la misma conexión que observamos en la imagen la realizamos en el soldado de la PCB. La alimentación del GPS se lo realiza entre pines de + 5 Vdc de Arduino, la misma conexión que observamos en la imagen la realizamos en el soldado de la PCB.

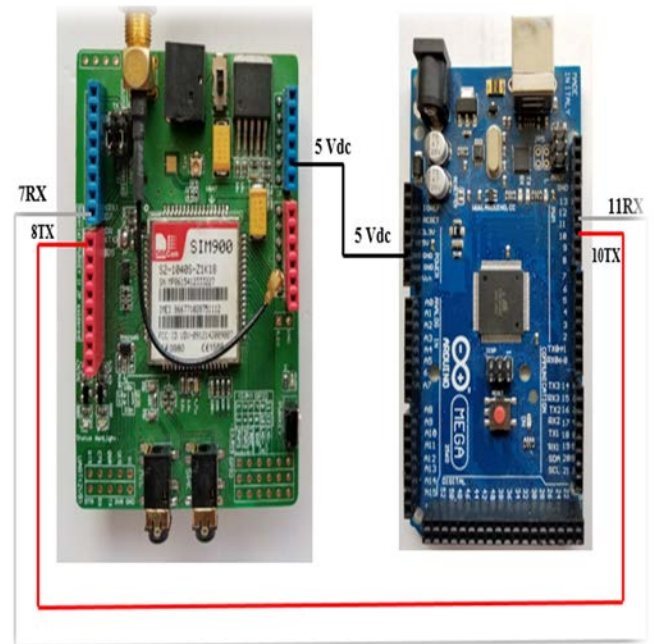
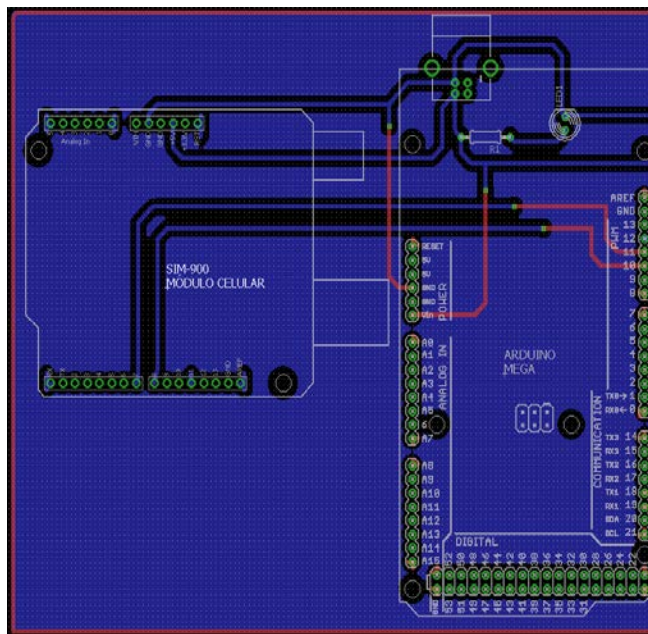


Figura 35 Diagrama de conexión de Sim 900 y Arduino MEGA

Fuente: Autor.

Nuestros resultados finales del acoplamiento de módulos se muestran en la figura 36 y la figura 37 muestra el soldado posterior de la placa impresa

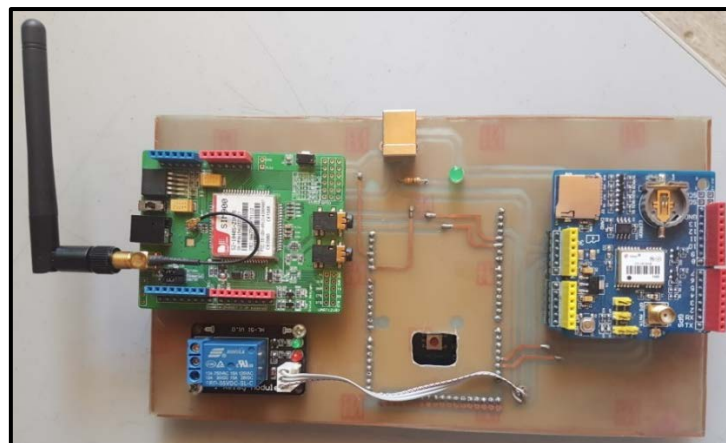


Figura 36 Vista superior dispositivo antibloqueo.

Fuente: Autor

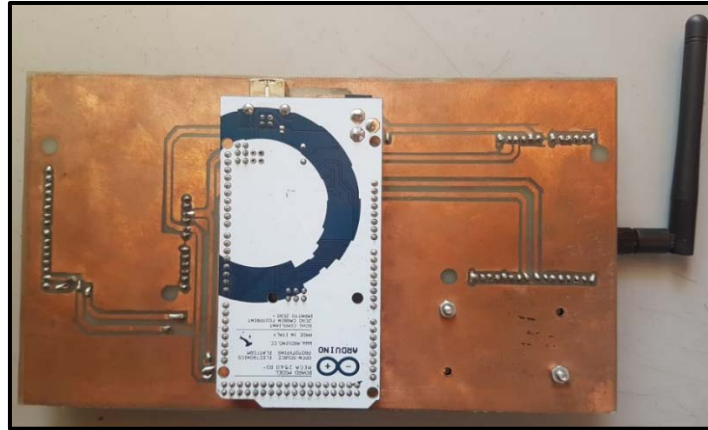


Figura 37 Vista inferior dispositivo antibloqueo.

Fuente: Autor

6.10.3. Acoplamiento de Cables en el Vehículo

El acoplamiento de los cables se los realiza una vez que tengamos identificados los cables de corriente que pasan hacia la bomba de combustible donde, los mismos que tienen que ser cortados y ser empalmados con otro cable para poder ser estos llevados a la puerta del vehículo donde se va a realizar la conexión del dispositivo. Los cables que fueron adaptados son de color plomo N° 8 como se muestra en la figura 38, el mismo que nos brindara la seguridad de evitar un corto circuito en el vehículo o dispositivo.



Figura 38 Acoplamiento de Cables a la de Bomba de Combustible.

Fuente: Autor.

Es muy importante tomar en cuenta que la batería deberá tener una alimentación de 12V para que de esta manera se realice la carga de manera automática cuando el vehículo se encuentre encendido. Este cable se lo conecta directamente de la fusilera hacia el switch del vehículo de esta manera se permitirá el paso de corriente cuando se encienda el vehículo. Como se muestra en la figura 39 la conexión del cable de alimentación para la batería VOLTAIC se la realiza así ya que si la realizamos directo de la batería del vehículo obtenemos un desgaste constante de la misma ya que pasaría conectada todo el tiempo.

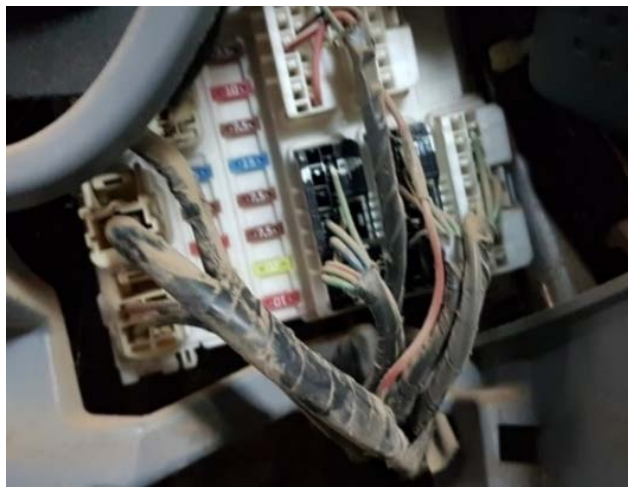


Figura 39 Acoplamiento de Cable de 12V.

Fuente: Autor.

Continuando con el acoplamiento de los cables, estos los pasamos hacia la puerta del conductor donde será ubicado el dispositivo. Tomando en cuenta que los cables plomos son los de la bomba de combustible y el azul el cable de corriente 12V.



Figura 40 Acoplamiento de Cables de Bomba de Combustible y Corriente de 12V.

Fuente: Autor.

6.11.Colocación del dispositivo y pruebas en el vehículo

Una vez que el dispositivo se encuentra listo lo colocamos en una caja de acrílico la misma que nos servirá como protección del dispositivo, esto también nos sirvió para un mejor acoplamiento del dispositivo en el vehículo. En la figura 41 podemos observar el dispositivo colocado en la caja listo para ser colocado en el vehículo.



Figura 41 Construcción completa del dispositivo

Fuente: Autor



Figura 42 Acoplamiento del dispositivo en el vehículo

Fuente: Autor

Como podemos observar en la figura 42 es donde va colocado el dispositivo en el vehículo, una vez terminada la instalación procedemos a realizar las pruebas respectivas que nos permitan comprobar la eficiencia del mismo.

6.11.1. Pruebas de envío de mensajes y posición en GPS Neo 6M y GPS móvil

Para las pruebas de funcionamiento del dispositivo, se realizaron 2 pruebas, en una camioneta Toyota Hilux, dentro de la ciudad de Loja como se puede observar en las siguientes figuras, la comparación que se realizó entre las coordenadas del GPS que nos envía el dispositivo antibloqueo con la posición de un GPS de un dispositivo celular.

La primera prueba fue realizada en la vía de Integración Barrial como se muestra en la figura 43, a través de un mensaje de texto que es enviado por el dispositivo antibloqueo, con rastreo satelital en el momento que son enviados los comandos con los que fue programado el dispositivo, a continuación, en la parte izquierda de la presente figura, se muestra el mensaje de coordenadas de ubicación del vehículo y posición del mismo que

nos envía el dispositivo de antibloqueo y rastreo vehicular, mientras que la parte derecha de la misma figura, se muestra las coordenadas del GPS del celular, con esto se pudo realizar una comparación y corroborar si el dispositivo electrónico nos está enviando las coordenadas reales.

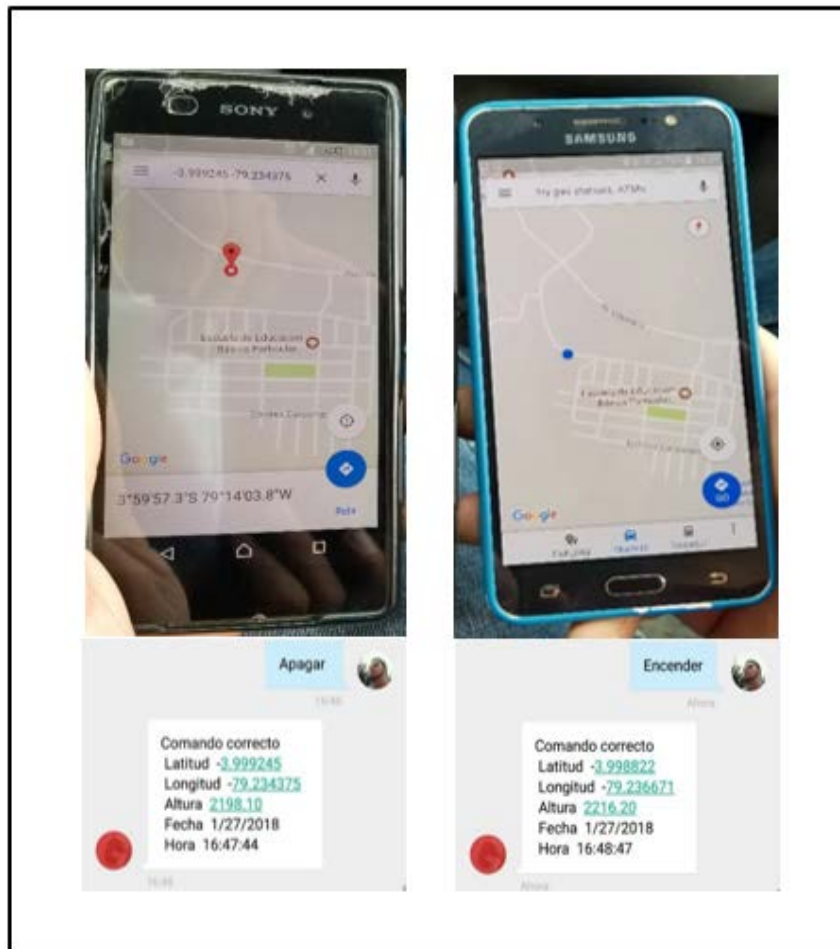


Figura 43 Captura de envío de mensaje y posición de GPS (Vía de Integración Barrial)

Fuente: Autor

Para la segunda prueba nos trasladamos cerca de la Universidad Nacional de Loja, en la figura 44, al igual que la prueba anterior, se muestra a través del mensaje de texto que es enviado por el dispositivo antibloqueo, con rastreo satelital en el momento que son enviados los comandos con los que fue programado el dispositivo, a continuación, en la

parte izquierda, se muestra el mensaje de coordenadas de ubicación del vehículo y posición del mismo que nos envía el dispositivo de antibloqueo y rastreo vehicular, mientras que la parte derecha de la misma figura, se muestra las coordenadas del GPS del celular, con esto se pudo realizar una comparación y corroborar si el dispositivo electrónico nos está enviando las coordenadas reales

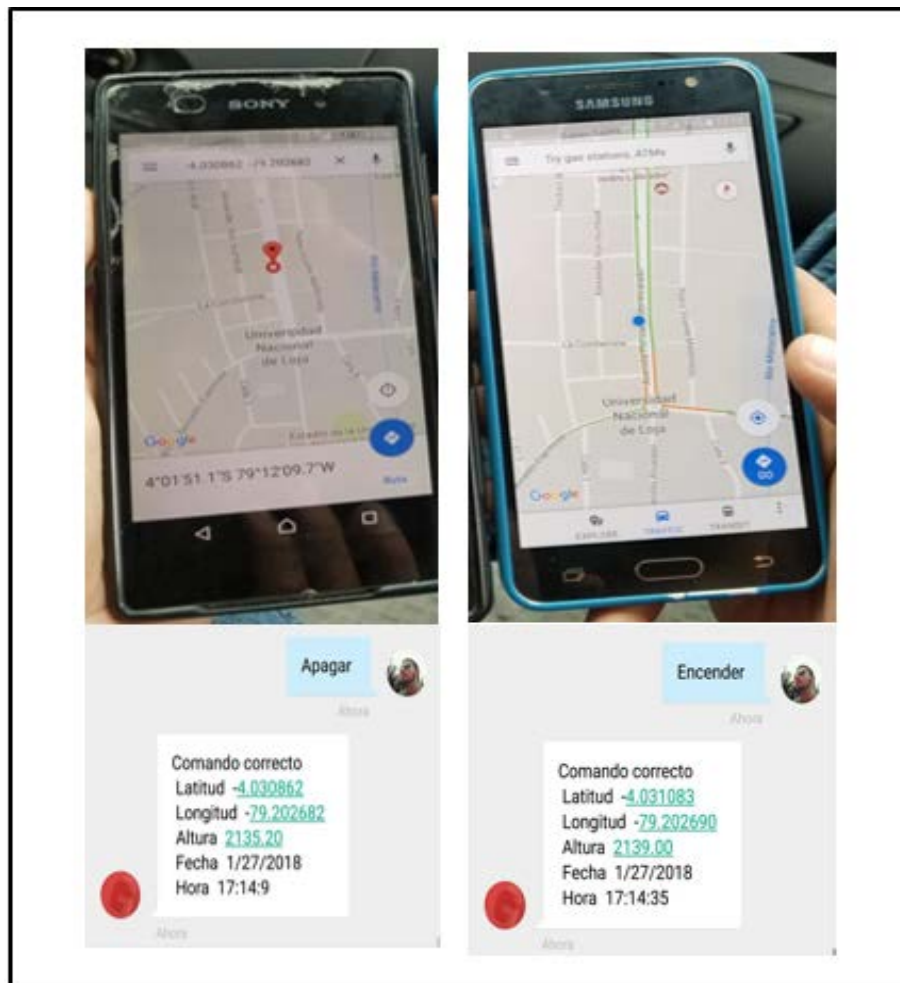


Figura 44 Captura de envío de mensaje y posición de GPS (Ubicación vía UNL)

Fuente: Autor.

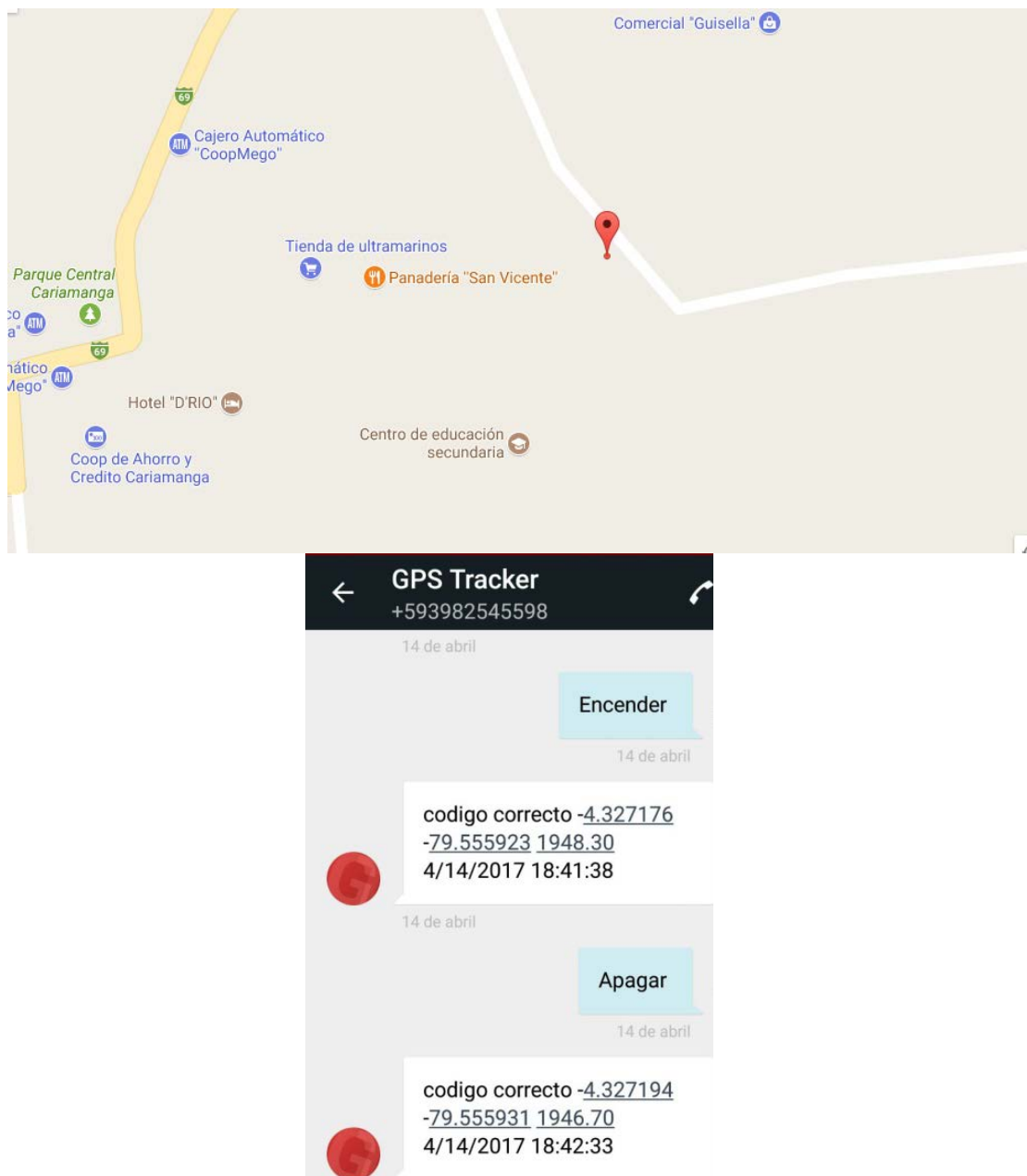


Figura 45 Captura de envío de mensaje y posición de GPS (Ubicación ciudad de Cariamanga/Colegio Nacional Eloy Alfaro)

Fuente: Autor.

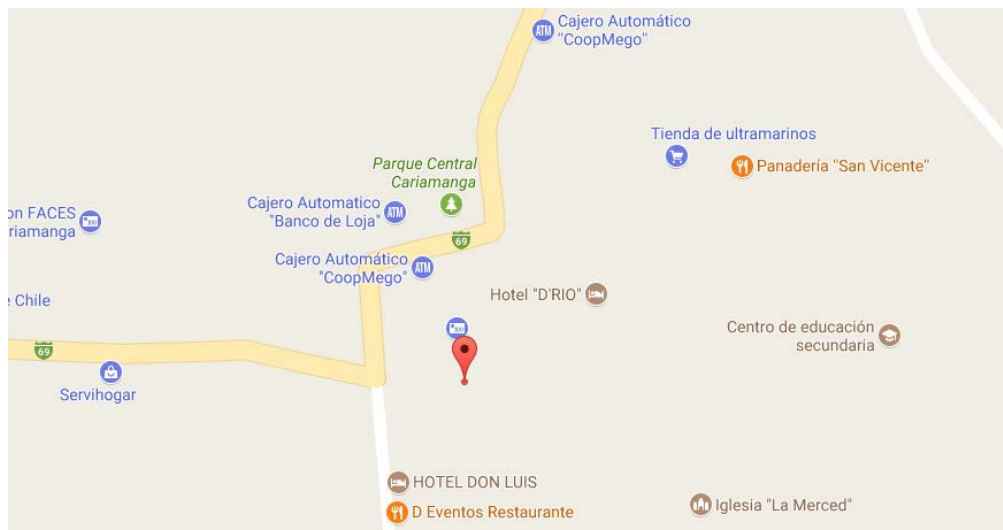


Figura 46 Captura de envío de mensaje y posición de GPS (Ubicación ciudad de Cariamanga / Parque Central)

Fuente: Autor.

Las pruebas realizadas en la ciudad de Cariamanga son las que pertenecen a las figuras 45 y 46 en las que podemos observar que no marcan las calles pero que si nos coinciden con las coordenadas que nos envía el sistema de bloqueo con la posición en la que nos encontramos.

6.12. Análisis Económico

A continuación, se presenta el presupuesto que se necesitó para el desarrollo del dispositivo de bloqueo, así mismo se muestra presentan los costos de inversión de otras marcas reconocidas, para ello se tomo en cuenta el costo de inversión y su mantenimiento anual

Nombre	Cantidad	Precio \$
Arduino MEGA	1	21,00
SIM 900	1	23,00
GPS Neo 6M	1	22,50
Batería	1	75,90
Relé	1	2,50
PCB	1	8,00
Cable #8	5	3,00
Programación	3	30,00
Caja Acrílico	1	50,00
Tarjeta SIM	1	5,00
Mano de Obra	1	25,00
Imprevistos	-	30,00
TOTAL COSTO		295,90

Tabla 12. Materiales para la construcción del equipo

Fuente: Autor.

En la siguiente tabla (Tabla 13) se presenta una comparación de los costos del equipo y mantenimiento con las marcas reconocidas nacionalmente para poder determinar los costos de inversión anual del equipo construido, cabe recalcar que el mantenimiento de

nuestro dispositivo depende de número de recargas que desee colocarle el usuario ya que para su funcionamiento se necesita el uso de mensajes de texto, para la realización de la tabla se tomó en cuenta una tarjeta CLARO de \$ 3,00 mensuales para su mantenimiento.

DISPOSITIVO	COSTO DEL EQUIPO E INSTALACIÓN (\$)	MANTENIMIENTO ANUAL (\$)	COSTO DE INVERSIÓN (\$)
Dispositivo construido	295,90	36,00	331,90
CHEVYSTAR	150, 00	782,88	932,88
HUNTER	200, 00	800	1000,00

Tabla 13 Costos de Inversión

Fuente: Autor.

7. DISCUSIÓN

A través del análisis de los resultados obtenidos se puede afirmar que los módulos de Arduino al ser combinados y programados permiten la creación de un dispositivo el cual no afecta el sistema electrónico de un vehículo, ya que con las pruebas que se realizaron en el presente trabajo se pudo comprobar la eficacia del dispositivo de bloqueo, sin afectar ninguna parte externa o interna del vehículo, en ninguna de las pruebas realizadas

Según HUNTER la señal que es emitida por su dispositivo de rastreo contra robos solo podrá ser reconocida únicamente por los equipos de la misma compañía, mientras que las señales que emite el dispositivo del presente trabajo pueden ser reconocidos por cualquier dispositivo móvil ya que solo funciona por medio de mensajes, conociendo sus comandos programados

Dispositivos de bloqueo como de la marca CHEVYSTAR, son sistemas integrados únicamente para los vehículos de la marca Chevrolet, mientras que nuestro dispositivo presenta una gran ventaja frente a esta marca debido a que puede ser instalado en cualquier marca de vehículo

Finalmente, si observamos en la Tabla 13, para la construcción y mantenimiento de nuestro equipo se necesitaría una inversión total de \$ 331,90 siendo esto muy ventajoso frente a dispositivos electrónicos como los anteriormente mencionados lo cual está alrededor de unos \$ 932,88 anuales como CHEVISTAR y en caso de HUNTER es de \$ 1000 anuales, esto debido al mantenimiento mensual que tienen estos dispositivos.

8. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos de este trabajo se concluye lo siguiente.

- Con la realización del presente trabajo se obtuvo una alternativa de seguridad vehicular contra robos a través del diseño y construcción de un dispositivo electrónico el cual permite el rastreo y bloqueo vehicular mediante envío de un SMS a través de un dispositivo móvil
- Realizando un análisis y comparación del dispositivo electrónico con otros de marcas reconocidas en el medio como son CHEVYSTAR y HUNTER se puede decir que la ventaja económica del dispositivo construido es considerable ya que su mantenimiento es libre, es decir según como quiera tener el usuario la comunicación con su vehículo ya sea esta permanente o temporal ya que el dispositivo permanece activo sin necesidad de efectuar alguna recarga a lo referente a la línea celular, mientras que las marcas reconocidas cobran un cierto porcentaje económico mensual para su mantenimiento
- Durante la comprobación de funcionamiento del dispositivo se pudo evidenciar que este presenta una limitante de duración de batería de dos días por lo que una vez transcurrido este tiempo será el vehículo quien recargará la batería tanto del dispositivo como la del vehículo de manera simultanea
- Dentro del sistema de antibloqueo y rastreo se tuvo que analizar la red satelital, tipo de señales de celular y de esta manera mejorar el funcionamiento y la eficacia del dispositivo, para de esta manera no presentar algunos inconvenientes como pérdida de las coordenadas de ubicación y una mala recepción de mensajes

9. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos del presente trabajo se recomienda lo siguiente:

- Implementar un código de seguridad en la programación del dispositivo, el cual sea entregado, activado y manipulado únicamente por el propietario del vehículo y de esta manera evitar el uso inadecuado del dispositivo por parte de terceras personas ajenas al vehículo.
- Un punto muy claro de cuando se realiza el bloqueo del vehículo se tome en cuenta que este se queda sin suministro de combustible, por lo tanto, cuando ya se dé el desbloqueo tenemos que dejar aproximadamente 5 segundos abierto el Switch para que la bomba de combustible llene las cañerías de combustible y así evitar dañar cualquier componente del sistema de alimentación del vehículo
- En el momento en que se implemente el sistema en el vehículo tomar en cuenta cambiar de posición la ubicación del dispositivo para así evitar el reconocimiento fácil.
- Trabajar con la operadora CLARO ya que esta entidad cuenta con una cobertura amplia a nivel nacional y esto permitirá a la red satelital rastrear de una manera más rápida y eficiente al vehículo
- Colocar la antena de GPS de manera adecuada, para que su funcionamiento sea eficiente y no interfiera con la comunicación de los datos de los satélites.

10. BIBLIOGRAFÍA.

- Nogales, M. (2016). *Utilidad de la Bomba Eléctrica de Combustible*. Recuperado de actualidadmotor.com: [recuhttp://www.actualidadmotor.com/utilidad-de-la-bomba-electrica-de-combustible/](http://www.actualidadmotor.com/utilidad-de-la-bomba-electrica-de-combustible/)
- Aguilar, F. V. (2007). *Telefonía móvil: la cuarta ventana*. Madrid.
- Arduino. (2016). *Arduino Mega*. Recuperado de arduino.cc: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>
- Domínguez, J. A. (2017). *Coordenadas geográficas: paralelos y meridianos, latitud y longitud*. Recuperado de <http://jadonceld.blogspot.com/2014/11/coordenadas-geograficas-paralelos-y.htgml>
- Escolar. (2017). *Coordenadas geográficas*. Recuperado de <http://www.escolar.com/avanzado/geografia008.htm>
- Full Mecánica. (2014). *Inyección Electrónica Gasolina*. Recuperado de fullmecnica.com: <http://www.fullmecnica.com/definiciones/i/1606-inyeccion-electronoca-gasolina-el-circuito-de-la-bomba-de-combustible>
- Geeetech. (2014). Recuperado de http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield
- GPS Gov. (2016). *Segmento de Control*. Recuperado de [gps.gov: http://www.gps.gov/systems/gps/control/](http://www.gps.gov/systems/gps/control/)
- GPS-Auto. (2017). *Funcionamiento del GPS*. Recuperado de <http://www.gps-auto.org/navegador-gps/funcionamiento-gps.html>
- Informatica Hoy. (2016). *Que es el GPS y como funciona*. Recuperado de <http://www.informatica-hoy.com.ar/aprender-informatica/Que-es-el-GPS-y-como-funciona.php>
- Interior, M. d. (2017). *Delitos en Ecuador continúan bajando*. Recuperado de <http://www.ministeriointerior.gob.ec/delitos-en-ecuador-continuan-bajando/>

- Peñafiel, J. Z. (2010). *Fundamentos del Sistema GPS*. Madrid.
- Links, S. (2010). *Automatic Vehicle Location*. Recuperado de <https://seminarlinks.blogspot.in/2014/02/automatic-vehicle-location.html>
- Martínez, D. G. (1999). *Manual del Automovil (Reparación y Mantenimiento)* (Vol. III). Madrid: CULTURAL S.A.
- Nashelsky, B. (2003). *Electrónica Teoría de los Circuitos y Dispositivos Electrónicos* (8va Edición. ed.). Mexico.
- Northtown Smart Car. (2016). *GPS de navegación de conducción Integración Buffalo NY*. Recuperado de [northtownsmartcarstore.com: http://www.northtownsmartcarstore.com/gps-system-integration.htm](http://www.northtownsmartcarstore.com/gps-system-integration.htm)
- Open Electronics. (2016). *GSM Module – SIM900*. Recuperado de <http://www.open-electronics.org/gsm-remote-control-part-4-sim900/>
- Power System Engineering, I. (2017). *Automatic Vehicle Location*. Recuperado de <http://www.powersystem.org/automatic-vehicle-location-avl>
- Pygps. (2017). *Defining the Global Positioning system and applications of GPS devices*. Recuperado de <http://pygps.org/defining-global-positioning-system-applications-gps-devices/>
- Sánchez, J. (2016). *Telefonía móvil digital GSM*. Profesor de la E.U. de Ingenieros Técnicos del I.C.A.I., Ingeniería de Electrónica Industrial.
- Seguridad, M. C. (2017). *Informe de estadísticas de seguridad integral*. Recuperado de <http://www.seguridad.gob.ec/se-presento-primer-informe-de-estadisticas-de-seguridad-integral/>
- Szabo, A. (2017). *Latitud y Longitud*. Recuperado de <https://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Mlatlong.htm>
- TelecoWorld. (2017). *Sistemas de navegación: GPS vs GLONASS vs GALILEO*. Recuperado de <http://telecoworld.org/sistemas-de-navegacion-gps-vs-glonass-vs-galileo/>

Trackimo. (2017). *Different GPS Tracking Devices and Who Can Use Them*. Recuperado de <https://trackimo.com/different-gps-devices/>

Vida en Bebida. (2016). *AVR programación en C – avr-libc y estructura de un programa embebido en C*. Recuperado de: <https://vidaembebida.wordpress.com/2014/08/05/avr-programacion-en-c-avr-libc-y-estructura-de-un-programa-embebido-en-c/>

Voltaic. (2016). *Voltaic Systems*. Recuperado de voltaicsystems.com: <https://www.voltaicsystems.com/v44>

11. ANEXOS

ANEXO 1 Módulo de potencia

ANEXO 1 Módulo de potencia

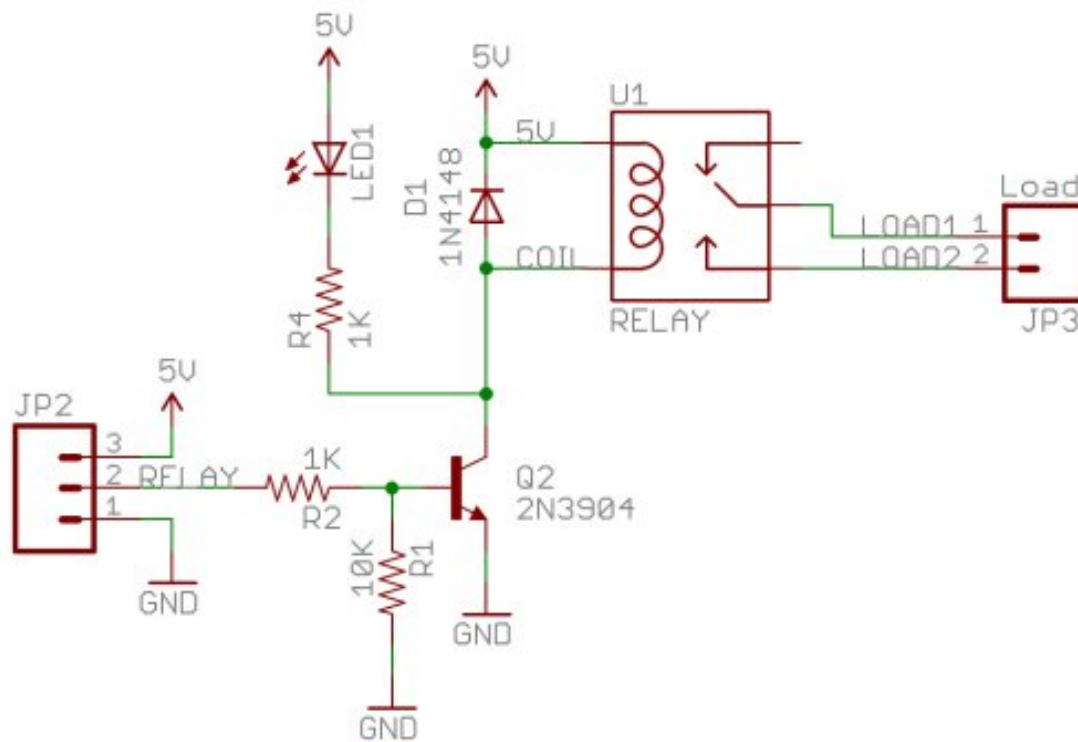


Figura 47 Módulo de Potencia.

Fuente: Autor.

ANEXO 2 Programación GPRS Sim-900



```
recivir_sms
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(7, 8);

char inicial_config = 0;
char sms_recived = 0;

String latitud = "-4.546215";
String longitud = "-79.456315";
String altura="2011.10";
String fecha = "18/08/2016";
String hora = "22:30:21";

void setup()
{
    pinMode(13, OUTPUT);

    Serial.begin(19200); // for serial monitor
    mySerial.begin(19200); // for GSM shield

    mySerial.print("AT+CMGF=1\r"); // set SMS mode to text
    delay(100);
    mySerial.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
    // blurt out contents of new SMS upon receipt to the GSM shield's serial out
    delay(100);
    while (mySerial.available() > 0)
    {
        inicial_config = mySerial.read(); //Get the character from the cellular serial port.
        Serial.print(inicial_config); //Print the incoming character to the terminal.
    }
    Serial.println("sistema listo ");
}

void loop()
{
    String trama_recived = "";
    String accion_recived = "";
    String codigo_recived = "";
    String sms_paidload = "";

    int a = 0;
    int bandera = 1;
    int lg_1=0;
    int lg_2=0;
    // leer datos recibidos por el sim 900
    while (mySerial.available() > 0)
    {
        sms_recived = mySerial.read(); //Get the character from the cellular serial port.
        trama_recived = trama_recived + sms_recived;
        //Serial.print(sms_recived); //Print the incoming character to the terminal.
        a = 1;
    }
    //Serial.println( trama_recived);

    if (a == 1) {
        // definimos tamano de sms paidload
```

```

if( trama_recived[51]=='U')
{
    lg_1=66;
}
if( trama_recived[51]=='E')
{
    lg_1=65;
}
if( trama_recived[51]=='A')
{
    lg_1=63;
}
Serial.println(lg_1);

for (int i = 51; i < lg_1; i++)
{
    //extraemos payload de la trama recibida
    sms_payload = sms_payload + trama_recived[i];
}
Serial.println(sms_payload);
//definimos tamaño de los strings accion y codigo
if( sms_payload[0]=='U')
{
    lg_2=15;
}
if( sms_payload[0]=='E')
{
    lg_2=14;
}
if( sms_payload[0]=='A')
{
    lg_2=12;
}
Serial.println(lg_2);

for (int i = 0; i < lg_2; i++)
{
    if (sms_payload[i] == '-')
    {
        bandera++;
        i++;
    }
    //separar accion y codigo de seguridad
    switch (bandera)
    {
        case 1:
            accion_recived = accion_recived + sms_payload[i];           //Extraemos el primer valor de la trama
            break;
        case 2:
            codigo_recived = codigo_recived + sms_payload[i];           //Extraemos el segundo valor de la trama
            break;
    }
}
Serial.println(accion_recived);
//Serial.println(accion_recived.length());
Serial.println(codigo_recived);
//Serial.println(codigo_recived.length());
if (codigo_recived=="xv25s")
{
    Serial.println("codigo correcto");
    if (accion_recived=="Ubicacion")
    {
        SendTextMessage();
    }
    if (accion_recived=="Encender")
    {
        digitalWrite(13, HIGH);    // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
        delay(500);                // wait for a secon
        SendTextMessage();
    }
    if (accion_recived=="Apagar")
    {
        digitalWrite(13, LOW);     // turn the LED off by making the voltage LOW
        delay(500);
        SendTextMessage();
    }
}

```

```

void SendTextMessage()
{
    mySerial.print("AT+CMGF=1\r");    //Because we want to send the SMS in text mode
    delay(100);
    mySerial.println("AT + CMGS = \"+593988930131\""); //send sms message, be careful need to add a country code before the cellphone number
    delay(100);
    mySerial.println("codigo correcto");//the content of the message
    delay(100);
    mySerial.println(latitud);//the content of the message
    delay(100);
    mySerial.println(longitud);//the content of the message
    delay(100);
    mySerial.println(fecha);//the content of the message
    delay(100);
    mySerial.println(hora);//the content of the message
    delay(100);
    mySerial.println((char)26);//the ASCII code of the ctrl+z is 26
    delay(100);
    mySerial.println();
}

```

Figura 48 Programación de módulo GPRS Sim900

Fuente: Autor

ANEXO 3 Programación GPS Neo 6M



```
obtenerdatos_gps
#include <TinyGPS++.h>
/*
Conectamos gps en el serial 1 del arduino mega PINs 19-18
*/
String latitud = "";
String longitud = "";
String altura="";
String fecha = "";
String hora = "";
// creamos un objeto con la libreria del gps
TinyGPSPlus gps;

// The serial connection to the GPS device
//SoftwareSerial ss(RXPin, TXPin);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial1.begin(9600);
}

void loop()
{
  printLatitud(gps.location.lat(), gps.location.isValid(), 11, 6);
  printLongitud(gps.location.lng(), gps.location.isValid(), 12, 6);
  printDateTime(gps.date, gps.time);
  printAltura(gps.altitude.meters(), gps.altitude.isValid(), 7, 2);
  Serial.println("enviando datos");
  Serial.println();

  smartDelay(1000);

  if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10)
    Serial.println(F("No GPS data received: check wiring"));
    {
      while (Serial1.available())
        gps.encode(Serial1.read());
    } while (millis() - start < ms);
  }

//función para obtener latitud
static void printLatitud(float val, bool valid, int len, int prec)
{
  if (!valid)
  {
    while (len-- > 1)
      Serial.print('*');
    Serial.println();
  }
  else
  {
    latitud = String (val, 6);
    Serial.println(latitud);
    delay (100);
    int vi = abs((int)val);
  }
}
```

```

        Serial.println(latitud);
        delay (100);
        int vi = abs((int)val);
        int flen = prec + (val < 0.0 ? 2 : 1); // . and -
        flen += vi >= 1000 ? 4 : vi >= 100 ? 3 : vi >= 10 ? 2 : 1;
    }
    smartDelay(0);
}

//funcion opara obtener longitud
static void printLongitud(float val, bool valid, int len, int prec)
{
    if (!valid)
    {
        while (len-- > 1)
        {
            Serial.print('*');
            Serial.println();
        }
    }
    else
    {
        longitud = String (val, 6);
        Serial.println(longitud);
        delay (100);
        int vi = abs((int)val);
        int flen = prec + (val < 0.0 ? 2 : 1); // . and -
        flen += vi >= 1000 ? 4 : vi >= 100 ? 3 : vi >= 10 ? 2 : 1;
        //funcion opara obtener altura
        static void printAltura(float val, bool valid, int len, int prec)
        {
            if (!valid)
            {
                while (len-- > 1)
                {
                    Serial.print('*');
                    Serial.println();
                }
            }
            else
            {
                altura = String (val, 2);
                Serial.println(altura);
                delay (100);
                int vi = abs((int)val);
                int flen = prec + (val < 0.0 ? 2 : 1); // . and -
                flen += vi >= 1000 ? 4 : vi >= 100 ? 3 : vi >= 10 ? 2 : 1;
            }
            smartDelay(0);
        }
    }
}

//funcion para obtener la fecha y hora
static void printDateTime(TinyGPSTime &t, TinyGPSTime &t)
{
    if (!d.isValid())
    {
        Serial.print(F("***** "));
    }
    else
    {
        fecha = String (d.month());
        fecha = fecha + "/";
        fecha = fecha + String (d.day());
        fecha = fecha + "/";
        fecha = fecha + String (d.year());
        Serial.println(fecha);
    }

    if (!t.isValid())
    {
        Serial.print(F("***** "));
    }
    else
    {
        int h = 0;
        h = t.hour() - 5;
        //h=h-5;
        hora = String (h);
        hora = hora + ":";
        hora = hora + String (t.minute());
        hora = hora + ":";
        hora = hora + String (t.second());
        Serial.println(hora);
    }
}

```



```

    smartDelay(0);
}

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////

static void printInt(unsigned long val, bool valid, int len)
{
    char sz[32] = "*****";
    if (valid)
        sprintf(sz, "%ld", val);
    sz[len] = 0;
    for (int i = strlen(sz); i < len; ++i)
        sz[i] = ' ';
    if (len > 0)
        sz[len - 1] = ' ';
    Serial.print(sz);
    smartDelay(0);
}

```

Figura 49 Programación de módulo GPS CT-1612UB

Fuente: Autor