



Implementación de un sistema de posicionamiento global para la detección de vehículos en superficies interconectadas ante la inseguridad en el municipio de San Gil

AUTORES

JOHAN NICOLÁS AYALA DELGADO 1.007.358.263
ANDERSON FERNEY ACUÑA ACEVEDO 1.100.975.385
ANDERSON DAVID MUÑOZ VILLALBA 1.100.975.158

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
TECNOLOGÍA EN ELECTRONICA INDUSTRIAL
SAN GIL
FECHA DE PRESENTACIÓN: 06-12-2019



Implementación de un sistema de posicionamiento global para la detección de vehículos en superficies interconectadas ante la inseguridad en el municipio de San Gil

AUTORES

JOHAN NICOLÁS AYALA DELGADO 1.007.358.263
ANDERSON FERNEY ACUÑA ACEVEDO 1.100.975.385
ANDERSON DAVID MUÑOZ VILLALBA 1.100.975.158

Trabajo de Grado para optar al título de

TECNOLOGO EN ELECTRONICA INDUSTRIAL

DIRECTOR

Ing. Esp. Yezid Rolando Vargas Gómez

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS SOCIOECONÓMICAS E
INGENIERAS – GITSEIN**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
SAN GIL SANTANDER
FECHA DE PRESENTACIÓN: 06-12-2019**

R-DC-95

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y
PRÁCTICA

VERSIÓN: 01

Nota de Aceptación

Firma del jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIA

Queremos dedicar el presente, primeramente a Dios por darnos la oportunidad de vivir y por estar con nosotros en cada paso que hemos dado, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestras mentes y brindarnos una vida llena de excelentes aprendizajes y muchas gratas vivencias.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de este proceso, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad, por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado la salud para lograr nuestros objetivos, además de su gran infinita bondad y amor.

A nuestros padres por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en toda nuestra educación, tanto académica, como de vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A nuestros directores de proyecto, Yezid Vargas y Hernán Díaz, por su dedicación, por ser nuestras guías, por su apoyo, comprensión, su accesibilidad para aclarar nuestras dudas con sus acertadas intervenciones, así mismo a los docentes que estuvieron presentes durante el proceso de formación profesional.

A nuestros amigos, por el apoyo y motivación recibida, por todos los momentos compartidos durante nuestra etapa universitaria, un trayecto de vivencias que nunca olvidaremos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	12
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES	14
2. MARCOS REFERENCIALES	15
2.1. MARCO TEÓRICO	15
2.1.1. TECNOLOGÍA GPS.....	15
2.1.2. TECNOLOGÍA GSM	17
2.2. MARCO LEGAL.....	18
2.3. MARCO CONCEPTUAL	19
2.3.1. MICROCONTROLADOR.....	19
2.3.2. LENGUAJE DE PROGRAMACION C++	19
2.3.3. HADWARE	19
2.3.4. ARDUINO.....	20
3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	22
3.1. SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS DE COMUNICACIÓN GPS-GPRS-GSM	22
3.2. PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO.....	27
3.3. PRUEBAS DE REDES MÓVILES	30
3.3.1. COMPARACIÓN DE SERVIDORES MÓVILES.....	30
3.4. PRUEBAS DEL GPS	31
3.4.1. PRUEBA 1	31
3.4.2. PRUEBA 2	32
3.4.3. PRUEBA 3.....	32
3.4.4. PRUEBA 4.....	33
3.5. PROTECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS.....	34
3.5.1. PROTECCIÓN DEL MÓDULO.....	34
3.5.2. PROTECCIÓN DEL MÓDULO RELÉ DE DOS CANALES	35
4. RESULTADOS	36
4.1. INSTALACIÓN DE LOS MÓDULOS EN EL VEHÍCULO.....	36

R-DC-95

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y
PRÁCTICA

VERSIÓN: 01

4.2.	SISTEMA ELÉCTRICO DEL VEHÍCULO.....	41
4.3.	MODULO RELE.....	45
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>46</u>
6.	<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>47</u>
7.	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>48</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modulo celular sim 808 GSM+GPS.....	22
Figura 2. Modulo celular sim 808 GSM+GPS.....	23
Figura 3. Módulo Sim808 Con Antena GSM Y GPS Arduino	24
Figura 4. Waveshare 3 En Un GSM GPRS GPS Blind (b) GSM Cuatribanda / G	24
Figura 5. Dfrobot Sim808 Gsm / Gprs / Gps Placa Arduino lot Arduino C	25
Figura 6. Código de envío de mensajes de texto	27
Figura 7. Código de latitud y longitud de la ubicación GPS	28
Figura 8. Esquemático del circuito	30
Figura 9. Ubicación de las coordenadas obtenidas por el dispositivo en la prueba 1.	31
Figura 10. Ubicación de las coordenadas obtenidas por el dispositivo en la prueba 2.	32
Figura 11. U Ubicación de las coordenadas obtenidas por el dispositivo en la prueba 3..	32
Figura 12. Ubicación de las coordenadas obtenidas por el dispositivo en la prueba 4.	33
Figura 13. Cajas protectoras de los dispositivos	34
Figura 14. Diagrama de luces para el circuito eléctrico de una moto	36
Figura 15. Diagrama de circuito de arranque	37
Figura 16. Diagrama de inyección y de sensores.....	37
Figura 17. Diagrama de circuito del pito.....	38
Figura 18. Diagrama del circuito de ignición.	38
Figura 19. Ubicación final del GPS	39
Figura 20. Ubicación final del módulo relé	40
Figura 21. Medición con el multímetro de las corrientes	41
Figura 25. Diagrama de los interruptores electrónicos de la moto.....	41
Figura 22. Circuito del módulo GDSM GPS	42
Figura 23. Modo de función	43
Figura 24. Interfaz con SIM808 a través del puerto USB / Comandos AT	44
Figura 26. Módulo de relés de dos canales.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de los módulos.....	25
Tabla 2. Cuadro comparativo de servidores móviles.....	30
Tabla 3. Comparativo entre pruebas.....	33
Tabla 4. Descripción de RI.....	43

RESUMEN EJECUTIVO

Se presenta un prototipo de desarrollo tecnológico de un sistema de posicionamiento global para la detección de vehículos en superficies interconectadas ante la inseguridad en aumento en el municipio de San Gil, además de dejar un claro mensaje sobre la importancia de este tipo de riesgos a fin de neutralizarlos, debido a que están presentes en muchas ciudades, llevando los hurtos a niveles tolerables a través de implementaciones de sistemas de seguridad, como los basados en tecnologías GPS que permitan el monitoreo constante de los vehículos, permitiendo a los usuarios, hacer consultas en tiempo real de la ubicación, indicándose en mapas digitales su última posición y dirección registrada en caso de una manipulación no deseada.

Se establecen los fundamentos de diseño que existen para dispositivos de seguimiento móviles mediante el estudio de las diferentes topologías empleadas en su desarrollo a nivel comercial: GPS - GSM - sensores - energía - control e información.

Como método se emplea el deductivo - analítico con el análisis de los manuales dados por los fabricantes. El enfoque es cuantitativo con la revisión de dispositivos obtenida con base en equipos de muestra. Como técnica se realiza la selección de equipos que permitan la implementación de cada módulo. La muestra será un 20 al 40% de aquellas personas con vehículo que no tengan recursos para un sistema comercial como este.

Se comprobó que el módulo GPRS/GSM tiene una comunicación efectiva con el teléfono celular a la hora de recibir y transmitir los mensajes de texto, los cuales accionan el dispositivo y de acuerdo al tipo de mensaje ejecutan la operación asignada, puesto que, en las pruebas realizadas, la comunicación entre este dispositivo y el teléfono, es efectiva, concluyendo que las tecnologías escogidas, aunque no sean las más punteras, son adecuadas a las necesidades del proyecto.

PALABRAS CLAVE. Control, GPS, seguridad, ubicación, vehículo.

INTRODUCCIÓN

Al día de hoy, el sistema de posicionamiento global “GPS” ha tenido un fuerte impacto en el comercio, entre ellos: servicio de transporte, industrias de comercio y hasta en la medicina. Ya que su sistema de navegación por satélite permite acceder a la ubicación exacta del objeto, producto y/ persona, por lo tanto, en el servicio de transporte ha tenido más acogida a utilizar esta tecnología para así beneficiarse de sus servicios, teniendo como propósito conocer su ubicación geográfica. (Henao Melo, L. G. 2014)

La unión soviética desarrolló en 1957 un sistema GPS que fue incorporado en el satélite Sputnik, ya que posteriormente otro país como los Estados Unidos fue mejorando esa tecnología para aplicarla a medios de transporte como la navegación, aviación, y vehículos terrestres. En la actualidad se están presentando constantes hurtos de motocicletas, según estudios realizados por el periódico el tiempo, informan que existen un promedio de 13 hurtos por día, por ende, el objetivo de este proyecto es diseñar e implementar una aplicación GPS para toda clase de vehículo para saber su ubicación, tener el control, y mantener el automóvil seguro en todo momento, que la persona posea seguridad en sus vehículos y así evitar el hurto constante, de tal manera que la persona pueda acceder además a este dispositivo desde su Smartphone con facilidad y mantener el control de su automóvil o motocicleta.

Este sistema basado en GPS se vuelve una herramienta muy útil para las personas que tienen un vehículo, ya que con su utilización se puede localizar fácilmente y también lleva a que se reduzca el riesgo de robo siendo el dispositivo de uso “gratuito” y proporciona un avance en la tecnología siendo para un uso del diario vivir, contribuyendo a combatir en la sociedad ante el hurto de automóviles.

Para ello se presenta una breve descripción del trabajo de investigación, algunos estados del arte y/o antecedentes para adentrar al lector en el desarrollo del trabajo de grado, la selección de los módulos de comunicación gprs - gsm, la programación del módulo, las pruebas de redes móviles, la comparación de servidores, pruebas del gps, la protección de los dispositivos, módulo, relé y finalmente los resultados más representativos en la instalación de los módulos en el vehículo e integración con el sistema eléctrico.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el transcurso de la historia el hurto de motocicletas se ha convertido en un delito común en las grandes ciudades y en los pueblos. Según las estadísticas del periodista del diario El Tiempo, quien publicó que en las ciudades se roban en promedio 13 motos por día, hecho que ocurre más en la ciudad de Medellín, con más robos de motos en el país. Entre enero y junio hubo 2.368 hurtos de estos vehículos, 194 casos más que en el mismo periodo del 2015. Entre los métodos de hurto más comunes se encuentra el modo de atraco, donde se lleva a cabo cuando los ladrones siguen a su víctima hasta ver el momento justo para abordarlos y amenazarlos con algún tipo de arma despojándolo de su vehículo. Posterior a esto las motos robadas son llevadas a bodegas donde las desarman por completo para vender sus partes por separado o son utilizadas como señuelo para la extorsión a sus propietarios, exigiendo grandes cantidades de dinero por el rescate de la motocicleta. Por lo tanto, nos podemos preguntar:

¿De qué forma se puede controlar el hurto de motocicletas en el municipio de San Gil mediante la implementación de un sistema de posicionamiento global entre superficies interconectadas para la detección de vehículos?

Ya que no se ha logrado disminuir el alto índice de hurtos e inseguridad vial por ello al conocer todas estas necesidades se propone un sistema de alarma GPS basado en software y hardware libre, que permite a sus usuarios tener mayor tranquilidad sobre su medio de transporte y así lograr conocer la ubicación del vehículo con sus coordenadas exactas: lo que permitirán brindar a las autoridades mejor información para la recuperación de este.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto tiene como fin ayudar a disminuir la tasa de hurtos de medios de transporte tales como carros, motos, bicicletas entre otras, que diariamente afectan a la población sangileña. Para esto se diseña un pequeño módulo que se puede instalar en cualquier clase de vehículo en cualquier parte en donde no tengan accesos el agua, entre otros factores corrosivos, como un sistema modular independiente al del automóvil. La alimentación de este módulo se da gracias a la batería que poseen todos los vehículos, su tiempo de respuesta es rápido, no requiere datos de internet, trabajo con señal móvil (GSM), tiene un rango muy confiable y preciso aparte de eso suele ser muy económico ya que no hay que pagar ningún tipo de mensualidad, lo que lo hace muy accesible a cualquier tipo de empresa o cliente que tenga un/nos vehículo(s).

Las empresas que podrían usar este módulo serían: empresas de viajes, de transporte público y privado, domicilios, empresas que comercialicen bicicletas, entre otras. Esto les serviría para aumentar los ingresos, así como para saber la ubicación de sus vehículos en todo momento, lo que a su vez generaría que la economía del municipio y/o departamento tenga un crecimiento importante ya que al poder evitar los potenciales hurtos las personas podrían invertir más en sus necesidades y no en recuperar su vehículo o de uno nuevo.

Cabe aclarar que mediante el proyecto se busca fortalecer la tranquilidad y la seguridad de la población que posee un vehículo en su hogar, a la hora de realizar sus actividades cotidianas debido a que al utilizar su medio de transporte, pueden tener la certeza de encontrarlos donde lo dejó o en dado caso que no se encuentre en el lugar localizarlo de manera rápida y automática evitando su pérdida. Este dispositivo no tendrá ninguna influencia con el funcionamiento normal del vehículo, al contrario, se agregará una herramienta útil que tendrá un impacto importante a nivel social.

A partir de lo planteado se puede asegurar que los usuarios que depositen la confianza en este proyecto tendrán pleno conocimiento de si su motocicleta o automóvil tiene algún cambio en su estado ya sea porque fue encendido o trasladado sin la plena autorización del dueño, llevando de esta manera a que se apliquen los conocimientos aprendidos a lo largo del proceso académico, con fundamentos en la tecnología electrónica, generando resultados que suman al desarrollo profesional mediante destrezas implementadas en un proyecto que tenga un impacto social, económico y cultural a mediano plazo, tanto para la institución, como para el semillero de investigación SSCADA adscrito al grupo de investigación GITSEIN en la regional.

1.3. OBJETIVOS

Se deben escribir textualmente los objetivos que fueron aprobados en la propuesta de trabajo de grado.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar una aplicación GPS para toda clase de vehículo que permita conocer su ubicación y/o mantener seguro en todo momento la integridad del mismo desde la facilidad de un dispositivo móvil combatiendo así las altas tasas de inseguridad para los conductores.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desarrollar un dispositivo electrónico que contenga un sistema de GPS para la localización con una máxima distancia de alerta que permita bloquear o alertar cuando el vehículo se encuentre fuera del perímetro de seguridad.

Implementar un mando que sirva a distancia para bloquear el funcionamiento de los actuadores propios del movimiento de un vehículo, de manera que dicha tecnología esté al alcance de cualquier persona adaptable a cualquier tipo de vehículo.

Programar una app que permita al usuario conocer la ubicación de su vehículo desde un Smartphone, además de permitirle a través de un módulo instalado en el vehículo, saber cuándo su vehículo está en movimiento o no, con posibilidad de alertar a las autoridades pertinentes.

1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

(Jaraba, 2011) **“Implementación de un sistema de alarma, control remoto y geoposicionamiento para motocicletas usando hardware y software libre”**. Instituto Técnico Metropolitano Facultad de Ingeniería. Este dispositivo está equipado con una opción de encendido apagado del vehículo desde un lugar remoto, además brinda su ubicación en cualquier momento y a cualquier hora, gracias a un sistema SMS de alerta.

(Quispe, I. 2016) **“Internet de las Cosas, Control y Seguimiento de un Automóvil”**. Universidad Mayor de San Andrés, tiene como objetivo dar más confianza a los propietarios de automóviles que deseen instalarlo, con el diseño e implementación de una aplicación y su controlador que sea capaz de mandar una alerta al propietario sin importar la distancia que los separe vía Smartphone cuando la misma este activada, también otorga al propietario la posibilidad de controlar el encendido del automóvil. El controlador está basado en Arduino y el Shield SIM908 el cual consta de una ranura para chip GSM y un GPS incluido. La aplicación es realizada para dispositivos Android, un Smartphone que tengan un GPS incluido. La conexión entre controlador Smartphone es a través de SMS.

(Bedoya, Salazar, Muñoz. 2013) **Implementación, control y monitoreo de un sistema de seguridad vehicular por redes GSM/GPRS** de la Universidad Tecnológica de Pereira presentan un sistema de seguridad que se tuvo bajo estudio, el cual ha demostrado desde su actual implementación ser eficiente en cuanto al aprovechamiento de recursos de radio se refiere y ha satisfecho de cierta forma las velocidades del usuario en cuanto a cobertura e información del sistema a controlar en tiempo real. La parte de control de todo el sistema estará embebida en un micro controlador en el cual estarán todos los algoritmos de programación. En cuanto al desarrollo se llevaron a cabo los siguientes pasos: Comprensión del proceso a automatizar. Redacción del listado de componentes. Adquisición de circuitos. Verificación del funcionamiento. Instalación y puesta a punto.

2. MARCOS REFERENCIALES

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. TECNOLOGÍA GPS

El GPS es un sistema de radionavegación basado en satélites que permiten que cualquier persona sepa la ubicación exacta del objeto en cuestión sin importar en qué parte del mundo se encuentre.

Este interesante invento surgió en plena Guerra fría a mediados de los años 60 con fines militares ya que se presentó la necesidad de mantener el control del mundo, lo que generó que las grandes potencias involucradas tuvieran interés en inventar un mecanismo útil para conocer las ubicaciones o coordenadas exactas para poder atacar al enemigo.

El funcionamiento del GPS se basa en la triangulación que busca determinar la distancia entre un punto denominado receptor y otros llamados satélites, llevando a que se conozca la ubicación exacta de un individuo. La tecnología de radionavegación actualmente se puede encontrar en muchos dispositivos que usamos cotidianamente entre estos se pueden mencionar los aparatos electrónicos como Smartphone, laptop, entre otras.

Esta tecnología es mayormente usada en el mundo de los automóviles para orientar a las personas cuando están perdidas o quieren llegar de un punto a otro.

En los últimos años se ha trabajado en la incorporación de esta tecnología en los países bajos, para combatir el alto porcentaje de robos que se presentan a diario.

Cada satélite, da dos vueltas diarias al planeta. Las trayectorias y la velocidad orbital han sido calculadas para que de cierta manera formen una especie de red alrededor de la tierra, lo que genera que el receptor GPS a cualquier hora del día o de la noche, en cualquier lugar, con independencia de las condiciones meteorológicas, logre facilitar la posición que ocupa al captar y procesar las señales emitida por un mínimo de satélites.

En la actualidad la red es totalmente operativo, incluyendo satélites y además hay gran oferta en el mercado de receptores GPS a un precio accesible para todos.

Arquitectura del sistema GPS

- Segmento de espacio: formada por 24 satélites con una órbita de 26560 km de radio y un periodo de 12 horas.
- Segmento de control: consta de cinco estaciones monitoras encargadas de mantener en órbita los satélites y supervisar su correcto funcionamiento.
- Segmento usuario: formado por antenas y receptores pasivos situaciones en la tierra.

Funcionamiento del GPS

Cada satélite de la zona GPS emite continuamente dos códigos de datos diferentes en formato digital. Estos datos son transmitidos por medio de señales de radio.

En este sistema uno de los códigos está reservado para uso exclusivo de las fuerzas militares y no puede ser captado por los receptores GPS civiles. El otro código, trasmite dos series de datos conocidas como Almanaque y Evento. Los datos ofrecidos por el almanaque y los eventos informan sobre el estado operativo de funcionamiento real del satélite, su estado orbital, la fecha y la hora del mismo.

Los receptores más sencillos están preparados para determinar con un margen mínimo de error, longitud, latitud y la altura desde cualquier punto de la tierra.

Para ubicar la posición exacta, el receptor GPS tiene que localizar por los menos 3 satélites que le sirvan de puntos de referencia. En realidad, eso no constituye ningún problema ya que por lo general siempre existen 8 satélites del campo visual de cualquier receptor GPS. Para determinar el lugar exacto de la órbita donde debe coincidir en un momento determinado, el receptor tiene un almanaque electrónico con esos datos.

Tanto los receptores GPS de bolsillo de mano, como los instalados en vehículos con antena exterior fija, se requiere abarcar el campo visual de los satélites. Pero se debe tener en cuenta que estos dispositivos no funcionan bajo techo ni debajo de las copas de grandes árboles, por esa razón una de las mayores recomendaciones es que para que trabajen con precisión hay que situarlo en el exterior donde no se encuentren objetos que obstruyan su visibilidad y su capacidad de captar las señales que envían los satélites.

Principio de funcionamiento de los receptores GPS

Primero: Cuando el receptor detecta el primer satélite se genera una esfera virtual o imaginaria, cuyo centro es el propio satélite. El radio de la esfera o explicado de otra manera la distancia que existe desde su centro hasta la superficie, será la misma que separa al satélite del receptor. Este último asume entonces que se encuentre situado en un punto cualquiera de la superficie de la esfera, que aún no puede precisar.

Segundo: Al calcular la distancia hasta un segundo satélite, se genera una tercera esfera virtual. La esfera anteriormente creada se superpone a esta otra y se crea un anillo imaginario que pasa por los dos puntos donde se interceptan ambas esferas.

Tercero: El receptor calcula la distancia a un tercer satélite y se genera una tercera esfera virtual. Esa esfera se corta con un extremo del anillo anteriormente creado en un punto en el espacio y con el otro extremo en la superficie de la tierra.

Cuarto: Una vez que el receptor ejecuta los tres pasos anteriores ya puede mostrar los valores correspondientes a las coordenadas de su posición.

Quinto: Para detectar también la altura a la que se encuentra situado el receptor GPS sobre el nivel del mar, tendrá que medir la distancia que lo separa de otro satélite y generar otro círculo virtual que dé como resultado la medición esperada.

Descripción de las funciones de un GPS

Posición: Indica la posición del GPS. Facilita la localización con un 95% de exactitud del receptor. Para lo cual el GPS tiene que haber recibido las señales emitidas al menos por tres satélites.

Altura: Se genera una sensibilidad a disponibilidad selectiva que se logra al captar 4 o más satélites el GPS e indica la altura a nivel del mar.

Tiempo: El GPS una vez iniciado, aunque no reciba señales indicara la hora y fecha, aunque no tendrá una exactitud exacta.

Punto de paso o de referencia: El WAYPOINT es la posición de un único lugar sobre la superficie de la tierra expresada por sus coordenadas. Un WAYPOINT puede ser un punto de inicio, de destino o un punto de paso intermedio en una ruta. Todos los GPS pueden almacenar en memoria varios puntos, los cuales se pueden borrar, editar, e identificar mediante caracteres alfa numéricos. Algunos GPS logran agrupar una sucesión de Waypoints representando el recorrido, lo cual se puede denominar "Ruta"

Distancia: Incorporando las coordenadas de al menos dos puntos, la función incorporado de distancia del GPS informa la separación de ambos y el rumbo en grados que hay que seguir desde el marcado como inicio al de destino.

2.1.2. Tecnología GSM

La red GSM (Sistema global de comunicaciones móviles) se diseñó iniciando el siglo XXI y fue muy usado en Europa. Se denomina estándar "De segunda generación" o más conocido como 2G, porque marca una gran diferencia ya que sus comunicaciones son netamente digitales.

En el continente europeo, el estándar GSM usa bandas de frecuencia de 900MHz y 1800MHz a diferencia de Estados Unidos que usa la de 1900MHz.

Este estándar permite un rendimiento máximo de 9.6 Kbps, lo cual permite que se logren las transmisiones de voz y de datos digitales de bajo volumen, ejemplo de ello son los mensajes de texto o de multimedia.

Arquitectura de la red GSM

En una red GSM, la terminal del usuario se llama estación móvil. La denominada estación móvil está constituida por una tarjeta SIM (Modulo de identificación de abonado), que permite identificar de manera única al usuario y a la terminal móvil. Las terminales o peculiarmente denominadas dispositivos se identifican por medio de un número único de identificación de 15 dígitos denominado IMEN.

Cada tarjeta SIM posee un número de identificación único y secreto denominado IMSI (identificador internacional de abonados móviles). Este código puede protegerse con un PIN de cuatro dígitos.

Lo que lleva a que la tarjeta SIM identifique a cada usuario independientemente de la terminal que se use durante la comunicación. Las comunicaciones entre una estación móvil y una estación base se produce mediante un vínculo de radio, comúnmente llamado interfaz de aire.

Todas las estaciones bases de la denominada red celular están conectadas a un controlador de estaciones base, la cual administra la distribución de los recursos. El sistema está compuesto por un controlador de estaciones base y sus estaciones base conectadas es el subsistema de estaciones base.

2.2. MARCO LEGAL

Policía Nacional Dirección General

RESOLUCIÓN NÚMERO 02086 DE 2014 (mayo 30)

Por la cual se fijan las condiciones técnicas del equipo, instalación, identificación, funcionamiento y monitoreo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) u otro dispositivo de seguridad y monitoreo electrónico y el mecanismo de control para el cambio del dispositivo, así como los parámetros para la autorización de proveedores de servicios y el registro respectivo. El Director General de la Policía Nacional de Colombia, en uso de sus facultades legales, y considerando:

Que el **artículo 218 de la Constitución Política de Colombia** establece que la Policía Nacional es un cuerpo armado permanente de naturaleza civil, a cargo de la Nación, cuyo fin primordial es el mantenimiento de las condiciones necesarias para el ejercicio de los derechos y libertades públicas, y para asegurar que los habitantes de Colombia convivan en paz;

Que el **Decreto número 4222 del 23 de noviembre de 2006**, por el cual se modifica parcialmente la estructura del Ministerio de Defensa Nacional, en su artículo 2°, numeral 8, facultó al Director General de la Policía Nacional de Colombia, para expedir dentro del marco legal de su competencia, las resoluciones, manuales, reglamentos y demás actos administrativos necesarios para administrar la Policía Nacional en todo el territorio nacional, pudiendo delegar de conformidad con las normas legales vigentes;

Que el **Decreto número 723 del 10 de abril de 2014**, por el cual se establecen medidas para regular, registrar y controlar la importación y movilización de la maquinaria clasificable en las su partidas 8429.11.00.00, 8429.19.00.00, 8429.51.00.00, 8429.52.00.00, 8429.59.00.00, 8431.41.00.00, 8431.42.00.00 y 8905.10.00.00 del Arancel de Aduanas y se dictan otras disposiciones, en el parágrafo 1° del artículo 6°, estableció

que la Policía Nacional dentro del mes siguiente a la expedición del presente decreto establecerá las condiciones técnicas del equipo, instalación, identificación, funcionamiento y monitoreo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) u otro dispositivo de seguridad y monitoreo electrónico y el mecanismo de control para el cambio del dispositivo, así como los parámetros para la autorización de proveedores de servicios, y llevará el registro respectivo, además faculta a la Policía Nacional para verificar en cualquier tiempo que los proveedores registrados, mantengan las condiciones de cumplimiento respecto de los requerimientos técnicos mínimos. En caso de verificarse que alguno de los proveedores ha dejado de cumplir con estas, se podrá suspender su autorización y registro; Que, en consecuencia, de lo expuesto, el Director General de la Policía Nacional de Colombia.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. MICROCONTROLADOR

Es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

Algunos microcontroladores pueden utilizar palabras de cuatro bits y funcionan a velocidad de reloj con frecuencias tan bajas como 4 kHz, con un consumo de baja potencia (mW o micro vatios). Por lo general, tendrá la capacidad de mantenerse a la espera de un evento como pulsar un botón o de otra interrupción

2.3.2. LENGUAJE DE PROGRAMACION C++

C++ es un lenguaje de programación diseñado en 1979 por Bjarne Stroustrup. La intención de su creación fue extender al lenguaje de programación C mecanismos que permiten la manipulación de objetos. En ese sentido, desde el punto de vista de los lenguajes orientados a objetos, el C++ es un lenguaje híbrido.

Posteriormente se añadieron facilidades de programación genérica, que se sumaron a los paradigmas de programación estructurada y programación orientada a objetos. Por esto se suele decir que el C++ es un lenguaje de programación multiparadigma.

2.3.3. HADWARE

Etapas de control: El sistema de control lógico, se desarrolla por medio del Arduino Leonardo, encargado principalmente de la recolección de datos y control de entradas y salidas del dispositivo. El módulo, cuenta con una antena para poder obtener una mejor recepción de datos cuando se conecta por medio de la tecnología GSM. Este módulo se

encargará de recibir y enviar mensajes de texto hacia nuestro dispositivo móvil por medio de una SIMCard, la cual necesita un servicio de mensajería habilitada para su uso.

2.3.4. ARDUINO

Es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores y cualquier persona que desee incorporarlo en sus proyectos.

Arduino puede tomar información del entorno a través de los pines de entrada incorporados de toda una gama de sensores y puede controlar todo aquello que lo rodee como luces, motores y otro tipo de actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino y el entorno de desarrollo Arduino. Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectarse a una computadora, teniendo la posibilidad de hacerlo y comunicarse con diferentes tipos de software.

El software de Arduino consiste en un entorno de desarrollo (IDE) y las bibliotecas del núcleo. El IDE está escrito en java y basado en un entorno de desarrollo de procesamiento. Las bibliotecas del núcleo están escritas en C y C++ y compilado usando AVR-GCC y LIBC AVR. El código fuente para Arduino está ahora alojado en GitHub.

Comandos AT

El conjunto de comandos AT también conocidos como comandos Hayes se pueden determinar como un lenguaje desarrollado por la compañía “Hayes comunicaciones” que con el tiempo paso a ser un estándar de comandos para configurar y parametrizar la comunicación entre dispositivos móviles.

Los caracteres AT, que preceden a todos los comandos, significan ATENCIÓN.

A continuación, se puede observar algunos comandos básicos, los cuales se dividen en dos, unos para llamadas y otro para mensajes.

Mensajes

- AT+CMGR=n lee el mensaje n, si se coloca un “?” se lee el último mensaje que arribe.
- AT+CMGS= Envía el mensaje inmediatamente
- AT+CMFG=x Formato del mensaje x=1 modo texto, mensaje x=0 modo PDU
- AT+CNMI= 2,1,0,0,0: En el momento en que llega el SMS avisa
- AT+CNMI= 2,2,0,0,0 En el momento en que llega lo muestra

El modo PDU trata el SMS como un tipo de cadena de caracteres en octetos hexadecimales o semioctetos decimales, de cuya codificación resulta el SMS. La ventaja que puede ofrecer de modo PDU respecto al modo texto es que en modo texto la aplicación queda limitada a la opción de codificación que se haya preestablecido en modo PDU se puede implementar cualquier codificación.

R-DC-95

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y
PRÁCTICA

VERSIÓN: 01

Llamadas

- ATA: Contestar una llamada
- ATD: Realizar una llamada
- ATH: Terminar una llamada

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

Esta parte del trabajo tiene una gran importancia ya que detalla el proceso de desarrollo tanto del software como del hardware del sistema de localización mediante GPS y GSM. Primero se explica la arquitectura utilizada en el sistema, después las decisiones técnicas que se han tomado sobre que "framework" usar para el desarrollo de la aplicación en la base de datos y el hardware que compondrá el dispositivo de localización. Todo esto siguiendo una serie de pasos que incluyen una selección de módulos y servidores móviles, programación en Arduino, entre otros. También se evidencian los resultados que se obtuvieron así como las recomendaciones que hay que tener en cuenta cuando se trabaja con algunos de los componentes electrónicos implementados.

Esta iniciativa tiene como fin ayudar a cualquier ciudadano que tenga un vehículo, busca con esto que el usuario pueda ver la ubicación en el momento en que ocurra un robo, poder bloquearlo y todo desde la facilidad de su dispositivo móvil.

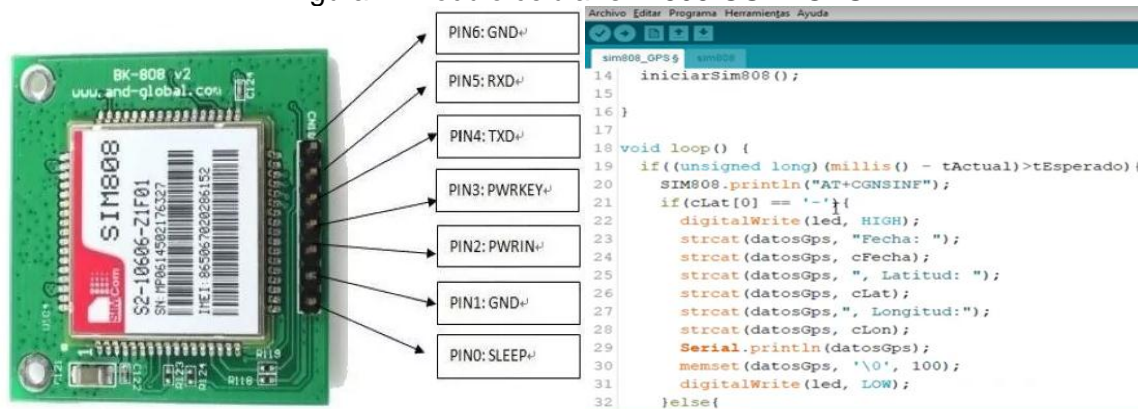
3.1. Selección de los módulos de comunicación GPS-GPRS-GSM

Para el desarrollo de este proyecto, concretamente en su primera etapa, se seleccionan diferentes tipos de módulos para la comunicación GPS – GPRS - GSM, después de una ardua investigación se llegó a la selección de cinco diferentes tipos de dispositivos, que cumplen con las prestaciones necesarias para lo que se quiere ejecutar, siendo los dispositivos seleccionados:

- **Modulo celular sim 808 GSM+GPS Ttl Quad-band Arduino**

El módulo SIM808 es un módulo completo de banda cuádruple GSM / GPRS que combina la tecnología GPS para la navegación por satélite. El diseño compacto que integra GPRS y GPS en un paquete SMT que ahorrará significativamente tiempo y costos para que los clientes desarrollen aplicaciones habilitadas para GPS.

Figura 1. Modulo celular sim 808 GSM+GPS



Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-505656054-gps-a7-gprs-gsm-llamadas-tarjeta-modulo-stm32-51mcu-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=39de702f-6ade-486c-9b68-d456ae6491db

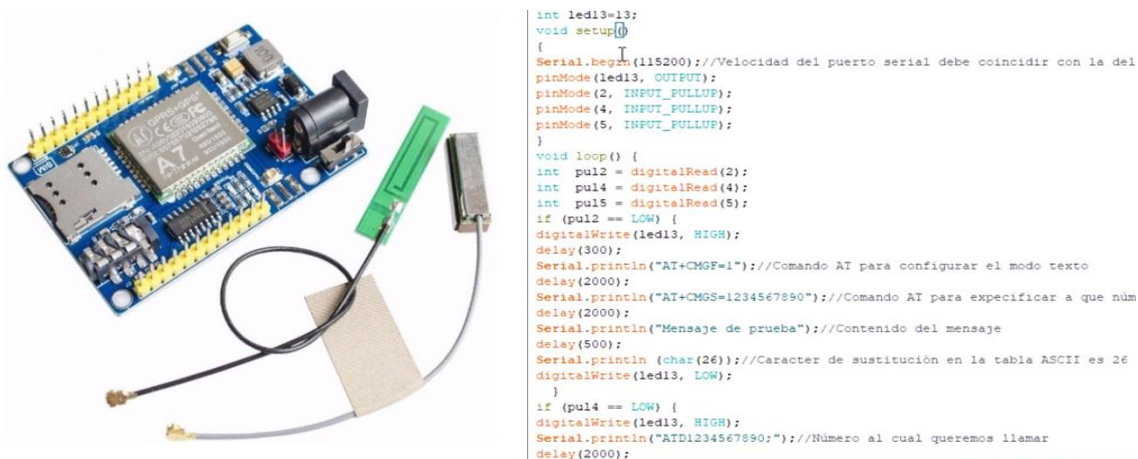
- Gps A7 Gprs Gsm Llamadas Tarjeta Modulo Stm32 51mcu

Módulo GSM / GPS basado en el módulo A7. Soporta red GSM / GPRS de banda dual, disponible para transmisión remota de datos GPRS y SMS.

El modulo cuenta con tamaño compacto y bajo consumo de corriente. Con la técnica de ahorro de energía, el consumo de corriente es tan bajo como 3mA en modo de idle.

Se comunica con el micro controlador a través del puerto UART, soporta el comando incluyendo GSM 07.07, GSM 07.05 y Ai-Thinker Enhanced AT Commands.

Figura 2. Modulo celular sim 808 GSM+GPS



Fuente:

Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-505656054-gps-a7-gprs-gsm-llamadas-tarjeta-modulo-stm32-51mcu-_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=39de702f-6ade-486c-9b68-d456ae6491db

- Módulo Sim808 Con Antena GSM Y GPS Arduino

En el módulo SIM808 se desactiva la función GPS de forma predeterminada. Cuando se usa la función GPS, se envían dos comandos AT para abrir la función de GPS, y los comandos son AT + CGSPWR = 1 y AT + CGPSRST = 1, respectivamente, dos instrucciones se utilizan para GPS potencia y restablecer GPS; entonces, la interfaz de nivel TTL GPS envía los datos. La velocidad de transmisión es 115200 por defecto (que puede enviar el comando AT para cambiar).

Figura 3. Módulo Sim808 Con Antena GSM Y GPS Arduino



Fuente:

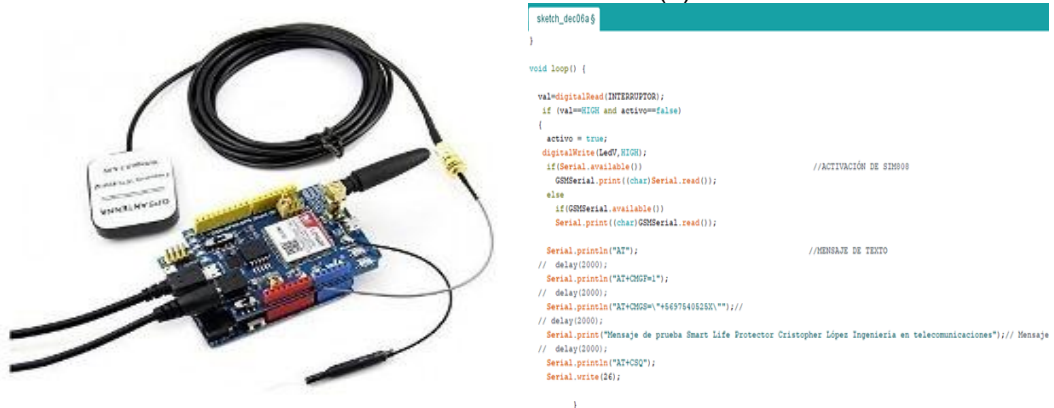
https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-464854116-modulo-sim808-con-antena-gsm-y-gps-arduino-_JM#position=1&type=item&tracking_id=d96aa703-9902-4ad5-877f-cadfc08960ad

- **Waveshare 3 En Un GSM GPRS GPS Blind (b) GSM Cuatribanda / G**

El escudo GSM GPRS GPS b es un escudo Arduino basado en el módulo GSM GPRS GPS de cuatro bandas sim808. Tiene conectividad de Arduino compatible con Leonardo. Convertidor USB a UART incorporado CP2102 para depuración de UART. Admite la transferencia de datos a través de bluetooth.

Es compatible con el kit de herramientas de la aplicación sim GSM 1114 versión 99.

Figura 4. Waveshare 3 En Un GSM GPRS GPS Blind (b) GSM Cuatribanda / G



Fuente:

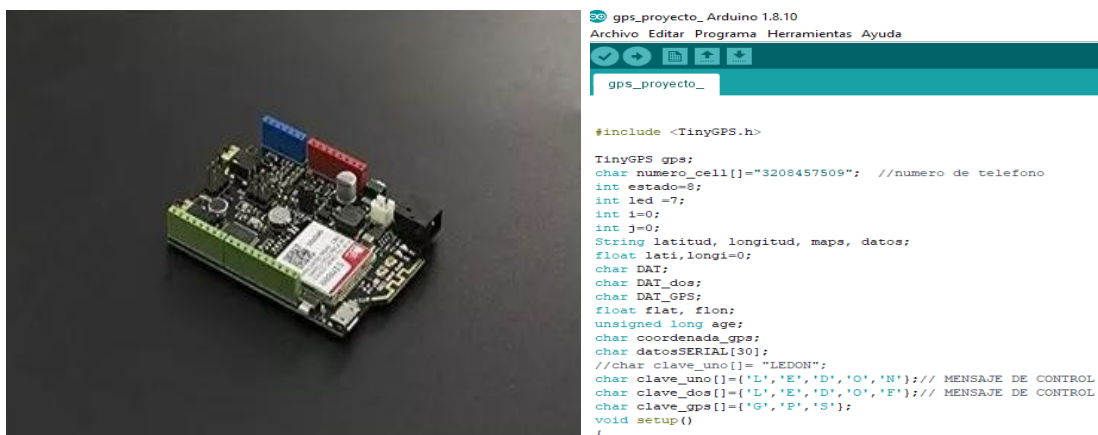
https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-524672581-waveshare-3-en-un-gsm-gprs-gps-blind-b-gsm-cuatribanda-g-_JM#position=1&type=item&tracking_id=ea1a49bf-dda3-4466-9c3c-c09b1fc3327b

- **Dfrobot Sim808 Gsm / Gprs / Gps Placa Arduino Iot Arduino C**

Multifunción con circuito de carga para batería de iones de litio, útil para el seguimiento, seguridad y protección de vehículos.

El SIM808 incluye un módulo integrado de navegación satelital GSM / GPRS y GPS de cuatro bandas, y un PCB de 4 capas que integra un microcontrolador, micrófono, conector para auriculares y GPRS / GPS, dándole a este tablero la pequeña huella de una tarjeta de crédito regular. La placa incluye una función de modo de suspensión para un consumo de energía extra bajo.

Figura 5. Dfrobot Sim808 Gsm / Gprs / Gps Placa Arduino Iot Arduino C



Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-522138930-dfrobot-sim808-gsm-gprs-gps-placa-arduino-iot-arduino-c-_JM?quantity=1

Al realizar la selección de estos cinco dispositivos se hizo una comparación de uno de ellos con respecto a los otros, logrando identificar cuál de estos tenía mejores características: tales como rapidez, tamaño, compatibilidad, alimentación entre otros y unos de los factores más importantes, económico teniendo en cuenta sus prestaciones.

Tabla 1. Comparativa de los módulos

Modulo	Descripción	Características	Precio
GPS A7 Gprs Gsm Llamadas Tarjeta Modulo Aithinker	Módulo GSM / GPS basado en el módulo A7. Soporta red GSM / GPRS de banda dual, disponible para transmisión remota de datos GPRS y SMS. El modulo cuenta con tamaño compacto y bajo consumo de corriente. Con la técnica de ahorro de energía, el consumo de corriente es tan bajo como 3mA en modo de idle. Se comunica con el micro controlador a través del puerto UART, soporta el comando incluyendo GSM 07.07, GSM 07.05 y Ai-Thinker Enhanced AT Commands.	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia de trabajo: red cuádruple, 850/900/1800 / 1900MHZ - Voltaje de funcionamiento: 5VDC - Corriente de trabajo: máximo de 2A - Soporte de tarjeta Micro SIM integrado, puede instalar tarjeta Micro SIM - Interfaz USB Micro integrada para la fuente de alimentación externa - Interfaz de comunicación: puerto serie TTL - Velocidad en baudios: 115200bps y también se puede establecer mediante el comando AT. - Velocidad en baudios del puerto serial del GPS: 9600bps, GPS_TXD puede dar salida a la información NEMA - Tensión lógica de la interfaz: 3.3V 	\$70.000

ELABORADO POR:
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación
FECHA APROBACION:

<p>Modulo Celular Sim868 Gsm Gps Gprs Bluetooth</p>	<p>Datos de posicionamiento GPS para admitir la adquisición independiente y la configuración del puerto serie, más opciones, más conveniente. Datos de posicionamiento también admiten el puerto serie GSM, a través de los comandos y la configuración de AT, de forma más rápida y fácil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Alimentación de voltaje amplio de 5V-18V, -puede reservar la energía -El puerto serie maestro tiene el nivel de igualación -Es compatible con el micro controlador de 3.3V 5V 	<p>\$90.000</p>
<p>Módulo Sim808 Con Antena Gsm Y Gps Arduino</p>	<p>El SIM808 es un módulo con dos funciones principales. Es compatible con GSM / GPRS de cuatro bandas. Combina la tecnología GPS para obtener la posición en latitud y longitud. Su diseño incorpora un modo de consumo de baja energía y puede conectarse con sistemas de energía a base de baterías de litio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Voltaje de alimentación 3.5-4.2V. -Cuatro bandas 850/900/1800 / 1900MHz. -conectividad: máx. 85.kbps. GPRS estación móvil de clase B. -Dimensiones: 50.13x77.64 mm. -Peso: 31 g. -Tres entrada posibles de alimentación. V_IN, DC044 y para batería de litio. -Interruptor de alimentación incluido. -Interfaz de la antena SMA, GSM y GPS integrado BT. -Conexión serie TTL interfaz: una interfaz de nivel TTL (5V) tenga en cuenta que: El pasador de 3.3VMCU se utiliza para controlar el nivel de tensión alto de TTL UART. -Interfaz USB: Esta interfaz es sólo tiene que utilizar para actualizar el firmware del módulo SIM808. 	<p>\$122.900</p>
<p>Modulo Celular Sim808 Gsm Gprs + Gps Ttl Quad-band Arduino</p>	<p>El módulo SIM808 es un módulo completo de banda cuádruple GSM / GPRS que combina la tecnología GPS para la navegación por satélite. El diseño compacto que integra GPRS y GPS en un paquete SMT</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Banda cuádruple 850/900/1800 / 1900MHZ -GPRS multi-slot clase 12/10 Estación móvil GPRS clase B -Conforme a la fase GSM 2/2 + -Clase 4 (2 W @ 850 / 900MHz) -Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz) -Bluetooth: compatible con 3.0 + EDR -Dimensiones: 24 * 24 * 2.6 mm -Peso: 3.3g -Control a través de comandos AT (3GPP TS 27.007, 27.005 y SIMCOM Enhanced AT Commands) -Rango de voltaje de alimentación 3.4 ~ 4.4V 	<p>\$80.000</p>
<p>Dfrobot Sim808 Gsm / Gprs / Gps Placa Arduino lot Arduino C</p>	<p>Este es un Arduino Leonardo con SIM808 GSM / GPRS / GPS. El SIM808 con placa base Leonardo es la última placa Arduino desarrollada por DFRobot para aplicaciones multipropósito. El módulo SIM808 integrado incluye un módulo de navegación satelital integrado GSM / GPRS y GPS de cuatro bandas, y un PCB de 4 capas integra el micro controlador, micrófono, conector para auriculares y GPRS / GPS, ¡lo que le da a esta placa el pequeño tamaño de una tarjeta de crédito regular! Mientras tanto, la placa incluye una función de modo de suspensión para un consumo de energía extra bajo. Y una fuente de alimentación de batería Lipo de 3.7V incorporada y un circuito de carga de batería se han integrado en la placa, lo que lo hace ideal para aplicaciones como el seguimiento de automóviles en tiempo real, patrullaje de seguridad y proyectos de IoT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -AVR Arduino MCU: ATmega32u4 (gestor de arranque: Leonardo) -Voltaje de funcionamiento: 5 V -Voltaje de entrada: 5V (USB) / 7 ~ 23V (Vin) /3.5-4.3V (BAT) -Bajo consumo de energía: (100mA @ 7V-GSM mode) -Pines de E / S digital: 20 -Canales PWM: 7 -Pines de entrada analógica: 12 -Corriente CC por pin de E / S: 40 mA -Corriente CC para Pin de 3.3V: 50 mA -Memoria Flash: 32 KB (de los cuales 4 KB son utilizados por el gestor de arranque) -SRAM: 2.5 KB -EEPROM: 1 KB -Velocidad de reloj: 16 MHz -Módulo inalámbrico: módulo SIM808 GSM / GPRS / GPS -Banda cuádruple 850/900/1800 / 1900MHz - red 2G GSM -GPRS multi-slot clase 12/10 -Estación móvil GPRS clase B Compatible con GSM fase 2/2 + -Clase 4 (2 W @ 850 / 900MHz) -Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz) -Bluetooth: compatible con 3.0 + EDR -Tiempo para la primera solución -Arranques en frío: 30 s (típ.) -Arranques en caliente: 1s (típ.) -Arranques en caliente: 28 s (típ.) -Precisión: posición horizontal 2.5m CEP -Velocidad de actualización: 5Hz -Control: comando AT (GSM07.07, 07.05 y comandos AT mejorados SIMCom) -Dimensión: 73 * 54 mm / 2.87 * pulgadas -Peso: 50g 	<p>\$551.000</p>

Fuente: Autores

Después de una ardua clasificación de módulos se llegó a la conclusión de utilizar el Sim808 Gsm / Gprs / Gps Placa Arduino lot Arduino, por su velocidad, su peso, por su tamaño, su precisión, y por su buena estructuración y compatibilidad GSM de fase 2/2.

3.2. Programación del módulo

El módulo sim808 GSM / GPRS / GPS se alimenta mediante la fuente de 12 VDC o batería del vehículo. En este punto, se introduce una tarjeta SIM, para verificar que hay conectividad GSM. Para verificar que hay comunicación mediante la red GSM: el comando AT+COPS? permite conocer a que operador está conectada la tarjeta, con AT+CMGF? se informa del tipo de mensajes (SMS (1), con AT+CMGS=" NUMERO DE TELÉFONO" se envía un SMS, para ello una vez introducido el comando aparece el signo '@' donde se escribe el mensaje para enviarlo.

Una vez enviado se ejecuta el programa con el cual se suspende el vehículo.

Figura 6. Código de envío de mensajes de texto



```

COM7
AT+CGNSPWR=1
configuracion terminada
sistema de gps encendido
esperando recibir mensaje...
+++++++ llego dato ++++++++
+++++++ verificando codigo y accion a realizar: ++++++++
+++++++ MENSAJE QUE LLEGO ++++++++
LEDON
MOTOR ACTIVADO...
led encendido
codigo SMS correcto
+++++++ llego dato ++++++++
+++++++ verificando codigo y accion a realizar: ++++++++
+++++++ MENSAJE QUE LLEGO ++++++++
LEDOF
MOTOR DESACTIVADO.....
led apagado
codigo SMS correcto

void configuracion_inicial()
{
  Serial1.println("AT+IPR=9600");
  Serial1.println("AT+IPR=9600");
  delay(500);
  Serial1.println("AT+CMGF=1");
  Serial1.println("AT+CMGF=1");
  delay(500);
  Serial1.println("AT+CMGR=?");
  Serial1.println("AT+CMGR=?");
  delay(500);
  Serial1.println("AT+CNMI=2,2,0,0");
  Serial1.println("AT+CNMI=2,2,0,0");
  delay(500);
  Serial1.println("AT+CGNSPWR=1");
  Serial1.println("AT+CGNSPWR=1");
  Serial1.println("configuracion terminada");
  delay(300);
}
  
```

Fuente: Autores

Estas líneas de código permiten enviar comandos para la configuración de la velocidad del módulo. Con estos se activa la función modo texto del módulo para poder enviar un mensaje (GSM) a cualquier teléfono. Es necesario aclarar que para que se cumpla correctamente cada una de estas funciones es indispensable dejar un tiempo entre cada línea de código entre los diferentes comandos, pues de lo contrario no se ejecutaría el programa correctamente.

Los datos que se reciben en el módulo GPS siguen el protocolo NMEA (Nacional Marine Electrónicos Asociación), las cuales son sentencias estándares para la recepción de datos GPS. La más usada son las sentencias GPRL, basados en la estructura GPRL, 044235.0004, 4322.0289, N, 00824.5210, W, 0.39, 65.46, 020615, A*44.

Un ejemplo de este tipo de trama basado en el protocolo NMEA, podría establecerse con las siguientes variables:

- 044235.000 representa la hora GMT (04:42:35)
- "A" es la indicación de que el dato de posición está fijado y es correcto. "V" sería no valido.
- 4322.0289 representa la longitud (43° 22.0289')
- N representa el Norte
- 00824.5210 representa la latitud (8° 24.5210')
- W representa el Oeste
- 0.39 representa la velocidad en nudos
- 65.46 representa la orientación en grados
- 020615 representa la fecha (2 de Junio del 2015)

Figura 7. Código de latitud y longitud de la ubicación GPS

```

codigo correcto gps
AT+CGNSPWR=1
AT+CGNSTST=1
por favor espere 20 segundos estabilizando GPS...
Tiempo = 0
Tiempo = 1
Tiempo = 2
Tiempo = 3
Tiempo = 4
Tiempo = 5
Tiempo = 6
Tiempo = 7
Tiempo = 8
Tiempo = 9
Tiempo = 10
Tiempo = 11
Tiempo = 12
Tiempo = 13
Tiempo = 14
Tiempo = 15
Tiempo = 16
Tiempo = 17
Tiempo = 18
Tiempo = 19
empezando lectura y conversion
+++++++ datos que se enviaron al celular remoto ++++++++
LAT= 0.000000
LON= 0.000000
https://maps.google.com/maps?q=0.000000+0.000000
lectura gps enviada al celular inscrito....
codigo SMS correcto

Serial.print("LAT= ");
Serial.println(lati,6);
Serial.print("LON= ");
Serial.println(longi,6);

String latitud = String(lati, 6);
String longitud = String(longi, 6);
String maps = "https://maps.google.com/maps?q=";
String datos= maps + latitud + "+" + longitud;
Serial.println(datos);

Serial.println("AT+CMGF=1");

delay(1000);
Serial.print("AT+CMGS=");
delay(1000);

```

```

void activacion_gps()
{
    Serial1.println("AT+CGNSPWR=1");// activo gps
    Serial.println("AT+CGNSPWR=1");// activo gps
    Serial1.println("AT+CGNSTST=1");//activa visualizacion en serial
    Serial.println("AT+CGNSTST=1");//activa visualizacion en serial
    delay(400);
    Serial.println("por favor espere 20 segundos estabilizando GPS...");

    for(int i=0;i<20;i++)
    {
        delay(1000);
        Serial.print("Tiempo = ");
        Serial.println(i );
    }
    Serial.println("empezando lectura y conversion");

    tyni_gps_leer();
    //gsm.println("AT+CGNSPWR=0");// apago gps
    //Serial.println("gps apagado");
    delay(400);
}
    
```

Fuente: Autores

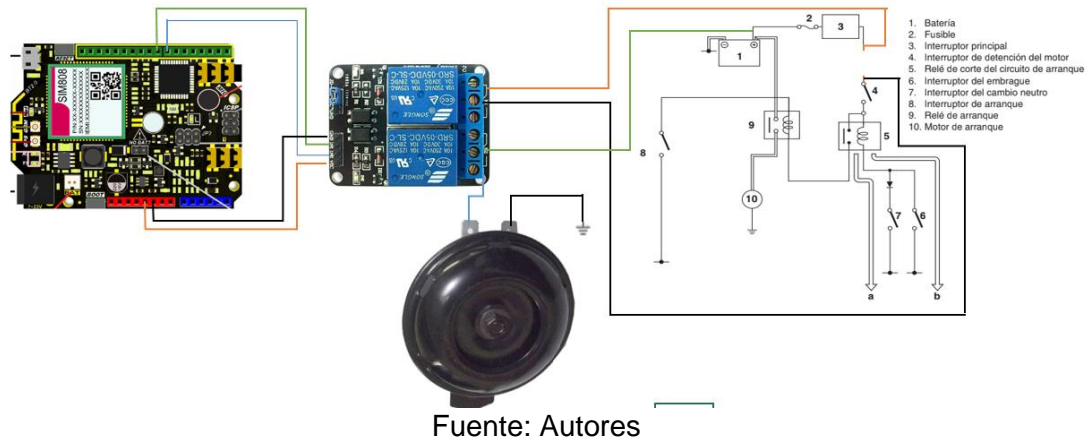
Para facilitar ciertas líneas de código, es necesaria la utilización de librerías que ayuden a descifrar datos para poder extraer lo necesario. Un claro ejemplo son los datos que entrega nuestro módulo de GPS, los cuales pueden ser de fácil acceso por medio de la biblioteca TinyGPS, ayudando a extraer solo la longitud y la latitud de dicho módulo.

Estas líneas de código permiten el envío de coordenadas al teléfono de forma remota, convirtiendo una línea de caracteres de decimales a la forma de longitud y latitud y envía un link al teléfono.

Estas líneas de código permiten activar el gps del módulo y le da un tiempo para establecer y recolectar la latitud y longitud de los satélites para poder ser convertidos y enviar las coordenadas exactas de su ubicación.

A continuación, se puede observar el esquema del circuito a realizar para llevar a cabo la ejecución de este proyecto.

Figura 8. Esquemático del circuito



Como se muestra en la figura el esquema está compuesto por el módulo Dfrobot Sim808 GSM / GPRS / GPS este dispositivo además de las prestaciones que ofrece trae incorporado un Arduino Leonardo y funciona a partir de la programación c++, un módulo de relés de dos canales funciona recibiendo información del controlador Arduino, este a su vez corta la conexión del interruptor de arranque provocando que la moto se apague, el circuito de arranque y pito (bocina). Todo esto tendrá una alimentación proveniente de la batería del vehículo, esta a su vez va a estar cargándose continuamente gracias al plato de bobinas y el regulador, y así garantiza el buen funcionamiento del circuito.

3.3. PRUEBAS DE REDES MÓVILES

Para las pruebas de redes móviles se hizo una selección de Sim Cards partiendo de las más comunes y más usadas, con buena cobertura a nivel nacional para así facilitar la comunicación con el módulo.

3.3.1. Comparación de servidores móviles

A continuación, se puede observar el análisis hecho a las redes móviles nacionales respecto a sus características esenciales requeridas para este proyecto.

Tabla 2. Cuadro comparativo de servidores móviles

	TIGO	MOVISTAR	CLARO
COBERTURA	EXCELENTE	BUENA	BUENA
Prueba respuesta	Es rápida la transmisión de datos lo cual la hace muy eficaz cuando se quiera obtener datos en tiempo real.	Es muy lento la transmisión de datos la cual no permite acceder a la información rápido.	Es muy lenta la transmisión de datos por parte de este servidor lo dificulta la comunicación rápida.

Tiempo de respuesta	De 20 segundos a 25 segundos	De 30 segundos a 45 segundos	De 45 segundos a 60 segundos
Costo	\$5.000	\$5.500	\$5.000

Fuente: autores

Según la tabla anterior se decide implementar el servidor de telefonía móvil **Tigo** por su gran rapidez y eficacia cuando se requiere la obtención de datos, a diferencia de los otros dos servidores que no suelen ser muy rápidos, además su cobertura en la ciudad de San Gil es excelente.

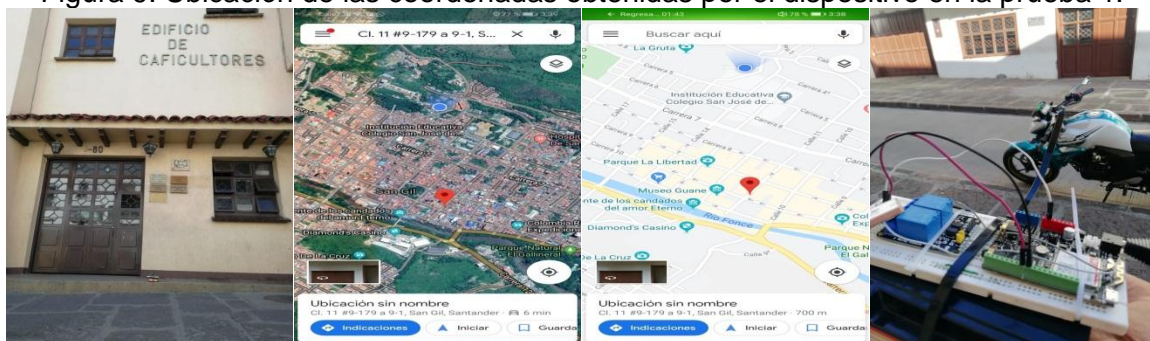
3.4. PRUEBAS DEL GPS

Para entender un poco más a fondo el funcionamiento del geo posicionamiento (GPS) se hicieron una serie de pruebas en diferentes lugares de San Gil, para medir la eficacia que puede proporcionar el dispositivo.

3.4.1. Prueba 1

La primera prueba del módulo de geoposicionamiento se lleva a cabo en la dirección calle 11# 9 - 179 en donde el comportamiento del sistema fue satisfactorio. Se envió un mensaje de texto desde el barrio la gruta específicamente de la carrera 4ª# 5-34, pese a la distancia se obtuvieron buenos resultados en cuanto a la comunicación y la obtención de datos, siendo este de 21 segundos.

Figura 9. Ubicación de las coordenadas obtenidas por el dispositivo en la prueba 1.



Fuente: Autores

Se concluyo al realizar la primera prueba que la respuesta del dispositivo cumplió las expectativas ya que al ponerlo en funcionamiento su margen de efectividad fue de un 98 por ciento brindando coordenadas exactas en tiempo real.

3.4.2. Prueba 2

La segunda prueba del módulo de geo posicionamiento se llevó a cabo en la dirección carrera 3 #5A-50 en donde el comportamiento del sistema fue satisfactorio. Se envió un mensaje de texto desde el barrio la gruta específicamente de la carrera 4ª# 5-34, pese a la distancia se obtuvieron buenos resultados en cuanto a la comunicación y el tiempo que se demora en la obtención de datos es de 20 segundos.

Figura 10. Ubicación de las coordenadas obtenidas por el dispositivo en la prueba 2.



Fuente: Autores

Al realizar la segunda prueba, se concluye que la respuesta del dispositivo cumplió las expectativas ya que al estar en funcionamiento, su margen de efectividad fue de un 99 por ciento brindando coordenadas exactas en tiempo real.

3.4.3. Prueba 3

La tercera prueba del módulo de geo posicionamiento se llevó a cabo en la dirección Km 2, Vía San Gil - Charalá, San Gil en donde el comportamiento del sistema fue satisfactorio. Se envió un mensaje de texto desde el barrio la gruta específicamente de la carrera 4ª# 5-34 a pesar de la distancia se obtuvieron buenos resultados en cuanto a la comunicación y el tiempo que se demora en la obtención de datos es de 23 segundos.

Figura 11. U Ubicación de las coordenadas obtenidas por el dispositivo en la prueba 3.



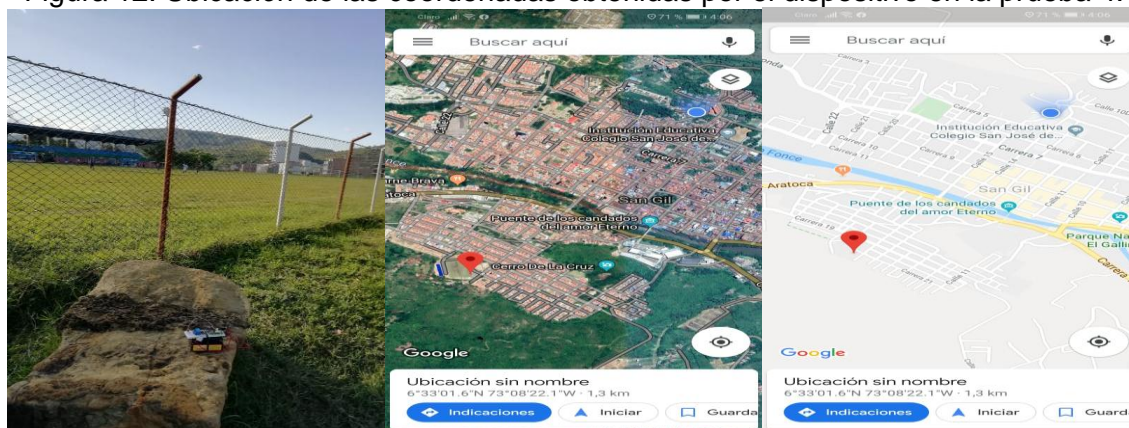
Fuente: Autores

Se concluyó al realizar la tercera prueba que la respuesta del dispositivo cumplió las expectativas ya que al ponerlo en funcionamiento su margen de efectividad fue de un 96 por ciento brindando coordenadas exactas en tiempo real.

3.4.4. Prueba 4

La cuarta prueba del módulo de geo posicionamiento se llevó a cabo en la dirección carrera 21 entre calles 15 y 16 en donde el comportamiento del sistema fue satisfactorio. Se envió un mensaje de texto desde el barrio la gruta específicamente de la carrera 4ª# 5-34 a pesar de la distancia se obtuvieron buenos resultados en cuanto a la comunicación y el tiempo que se demora en la obtención de datos es de 22 segundos.

Figura 12. Ubicación de las coordenadas obtenidas por el dispositivo en la prueba 4.



Fuente: Autores

Al realizar la cuarta prueba se concluyó que la respuesta del dispositivo cumplió las expectativas ya que al ponerlo en funcionamiento su margen de efectividad fue de un 97 por ciento brindando coordenadas exactas en tiempo real.

Tabla 3. Comparativo entre pruebas

RESULTADOS	ÁREA	COBERTURA	TIEMPO	DISTANCIAS
Se obtuvieron unos buenos resultados de comunicación entre smartphone y módulo en todas las pruebas.	Se realizaron en la parte urbana de San Gil en sectores conocidos como la Villa Olímpica, el nuevo Pablo IV, Torres del castillo y el Centro.	San Gil cuenta con una muy buena señal del operador Tigo.	En toda hubo un rango de entre 20 a 25 segundos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la primera prueba fue de 684 m. 2. En la segunda fue de 872 m. 3. En la tercera de 2,47 km. 4. En la cuarta fue 1,2 km.

Fuente: Autores

3.5. PROTECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

En la actualidad existen diferentes métodos de impresión en 3D, muchas de las tecnologías de manufactura aditiva están disponibles desde el 2012, las cuales principalmente se diferencian en la forma en que las capas son construidas hasta obtener el objeto final. Las tecnologías más comunes para la impresión 3D son el modelado por deposición fundida (FDM) la cual usa el método de reblandecimiento o de fusión de material para producir las capas. Otro método de impresión 3D es la foto polimerización con procesamiento de luz digital (DLP), esta endurece una resina fotosensible por capas.

Es así que para la protección de los dispositivos electrónicos que van puestos en el vehículo, se construye dos cajas para evitar que entren en contacto con el agua, suciedad, golpes, etc. con base en este tipo de tecnologías.

3.5.1. Protección del módulo

Para proteger este módulo se fabricó una caja con dimensiones de 7cm de ancho por 9cm de largo con una altura de 3cm construida con un Filamento PLA: este termoplástico tiene origen natural, tiene una gama de colores variados y disponibles para el público, con impresiones rápidas, que no emite gases al momento de una impresión. Ideal para imprimir este tipo de piezas. Su costo fue de 25.000 pesos colombianos.

Figura 13. Cajas protectoras de los dispositivos



Fuente: Autores

Este sistema de protección va ubicado en la parte inferior del tanque de combustible que va encima del chasis, su aislamiento radica en el vacío que genera la caja, con el cual no se va a entrar agua ni suciedad.

3.5.2. Protección del módulo relé de dos canales

Para proteger este módulo relé se fabricó una caja con dimensiones de 6cm de ancho por 7cm de largo con una altura de 3cm que está construida con un Filamento PLA.

Se hizo de este material ya que brinda confiabilidad de que el dispositivo no va a sufrir daños por adversidades externas, el modulo fue instalado en la parte inferior del vehículo específicamente en la parte de arriba del motor de combustión interna, ya que de esta manera no queda expuesto gracias a sus tapas y se podrá ocultar con facilidad además de esto genera que las conexiones necesarias sean de fácil manejo y acceso.

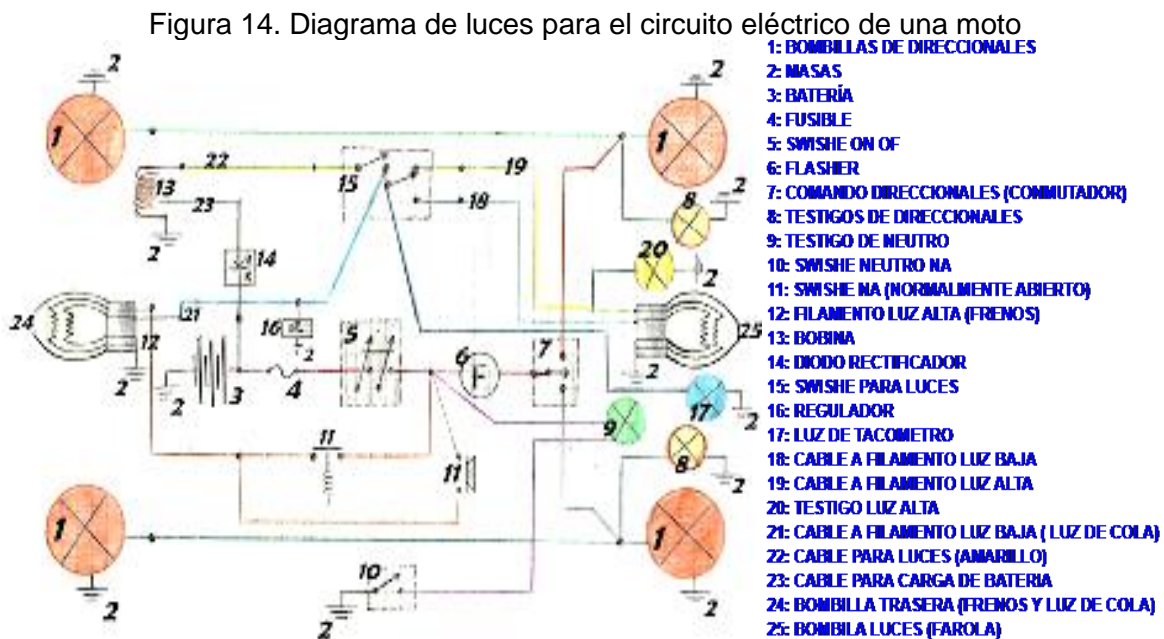
4. RESULTADOS

En este capítulo se presenta la recopilación de todos los resultados que se han obtenido en la instalación de los módulos en el vehículo, las conexiones, la ubicación, la serie de pruebas que se realizó de geoposicionamiento y de bloqueo.

4.1. Instalación de los módulos en el vehículo

Los dos módulos tanto el de geoposicionamiento (GPS) como el de relés fueron ubicados en la parte inferior del tanque de combustible este va encima del motor de combustión interna (4t) muy cerca de la culata, aferrado a la parte principal del chasis, brindando una buena localización ya que queda en la mitad de la moto, esto facilitará las conexiones tanto eléctricas como electrónicas, ya que está muy cerca de los circuitos eléctricos principales del vehículo tales como:

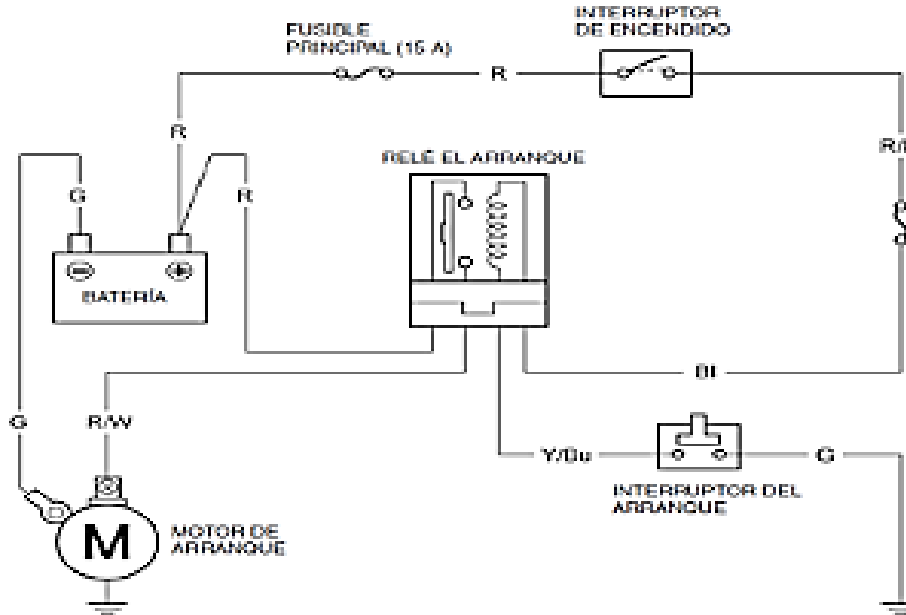
CIRCUITO DE LUCES: Consta de un bombillo principal de dos filamentos que comúnmente se le conoce como luces altas y bajas esta va ubicada en la farola, seguido de 4 bombillas de luz intermitente que van situadas a los dos costados del vehículo y son las encargadas de indicar a los demás conductores de la vía el cambio de dirección en nuestro camino y por último el bombillo de stop que también posee dos filamentos, se encarga de informar al que va atrás que está frenando o para que lo vean.



Fuente: <http://mantenimientodemotos-edward.blogspot.com/2011/03/circuito-electrico-de-una-moto.html>

CIRCUITO DE ARRANQUE: Este circuito es el encargado de encender el vehículo.

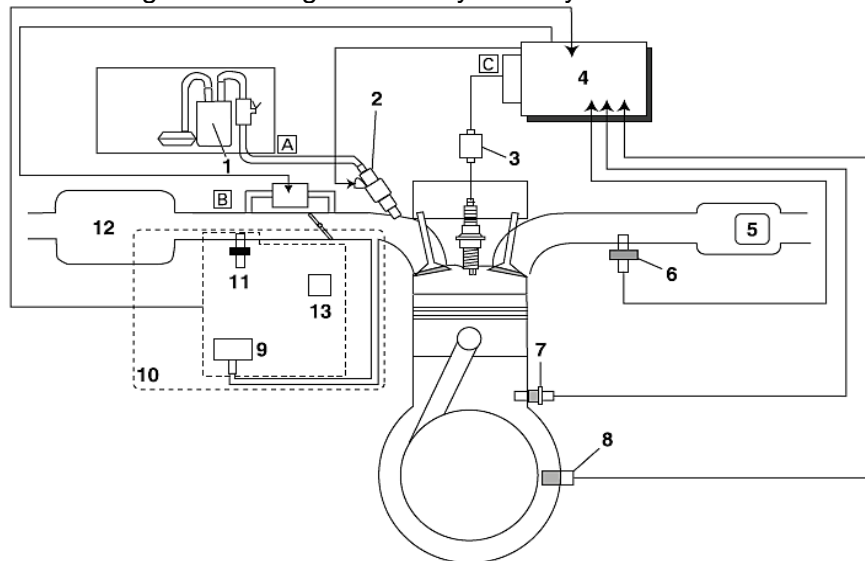
Figura 15. Diagrama de circuito de arranque



Fuente: <https://inyeccionelectronicamotores.blogspot.com/2017/08/circuito-de-encendido-basico-de.html>

CIRCUITO DE INYECCIÓN Y DE SENSORES: Este circuito es el encargado de la entrega de aire/combustibles partiendo del sensado.

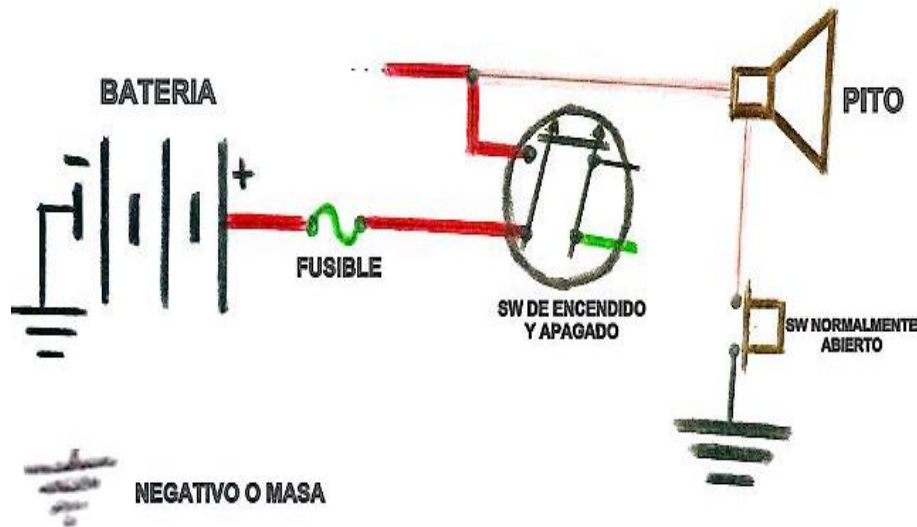
Figura 16. Diagrama de inyección y de sensores



Fuente: Autores

CIRCUITO DE PITO (Bocina): Este circuito es el encargado de hacer ruido en caso de ser necesario.

Figura 17. Diagrama de circuito del pito

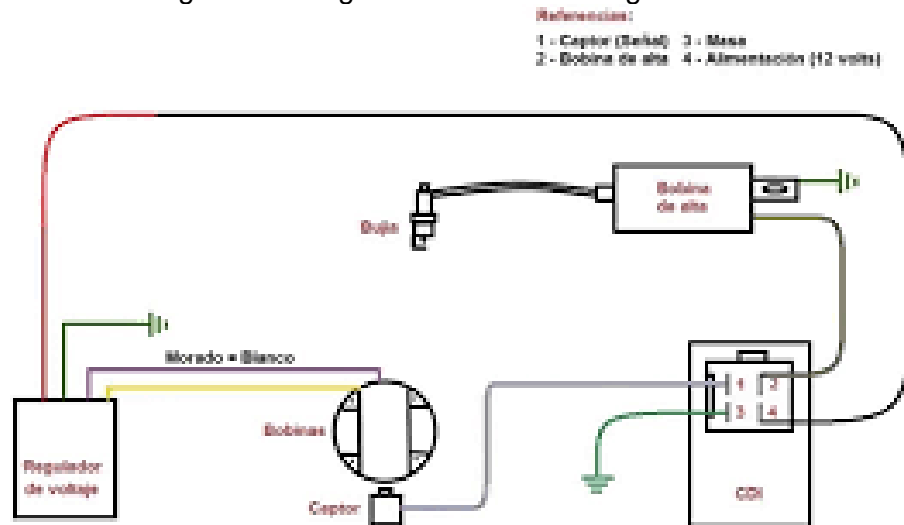


Fuente:

<http://yordymotos.blogspot.com/2011/03/trabajo-final-de-circuito-de-motos.html>

CIRCUITO DE IGNICIÓN: Este circuito es el encargado de enviar la chispa hacia la cámara de combustión por medio de una bujía.

Figura 18. Diagrama del circuito de ignición.



Fuente:

<http://afinandomotores.webcindario.com/Motos-Guerrero.html>

ECU: Es la unidad central de motor, esta es la encargada principalmente de la inyección, ella recibe la lectura de los sensores y dependiendo de la información que reciba pondrá a funcionar los actuadores de una manera que cumpla con la relación estequiométrica 14,7 partícula de aire por una partícula de combustible

BATERÍA: La batería es un dispositivo que almacena carga y su función principal en un vehículo es hacer funcionar el arranque.

El sistema no se ubicó en otro lugar debido a que el diseño de la moto brinda pocos espacios en donde ubicarlo, además de que quede bien protegido, debido a que todo está hecho según el fabricante del automotor que hace todo con las medidas exactas según los componentes que va a instalarle como, por ejemplo: motor, caja filtro, farola, ruedas, amortiguación, tapas etc.

También se tuvo en cuenta que los módulos no quedarán al alcance de algún intruso que desee hurtarlo y que tampoco estuviera expuesto al agua ni a la suciedad que son los grandes enemigos de los componentes electrónicos.

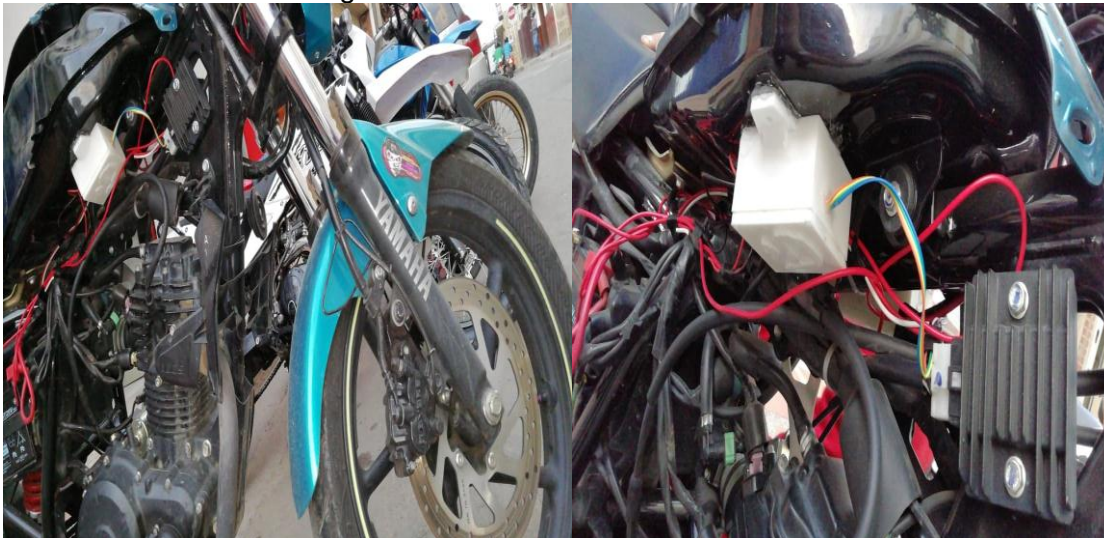
Figura 19. Ubicación final del GPS



Fuente: Autores

Por esta razón se decide instalar el módulo GPS en la parte izquierda inferior del tanque de combustible en donde queda cerca de la bomba de inyección electrónica que es la encargada de suministrarle el combustible al inyector para que este luego lo inyecte en la cámara de combustión. En esa parte queda aislado y protegido de los posibles riesgos todo esto gracias a las tapas laterales del costado izquierdo que posee la moto, ya que en este caso pasara de proteger el tanque a salvaguardar el módulo.

Figura 20. Ubicación final del módulo relé



Fuente: Autores

En este caso el módulo de relés de dos canales fue instalado en la parte derecha inferior del tanque de combustible en donde queda cerca al regulador de voltaje que es el encargado de pasar el voltaje alterno (AC) a voltaje continuo (DC) y así poder cargar la batería y poder alimentar a todo el circuito del vehículo. A su vez también quedara protegido de los posibles riesgos todo esto gracias a las tapas laterales del costado derecho que posee la moto. en esta circunstancia pasara de proteger el tanque a resguardar el módulo.

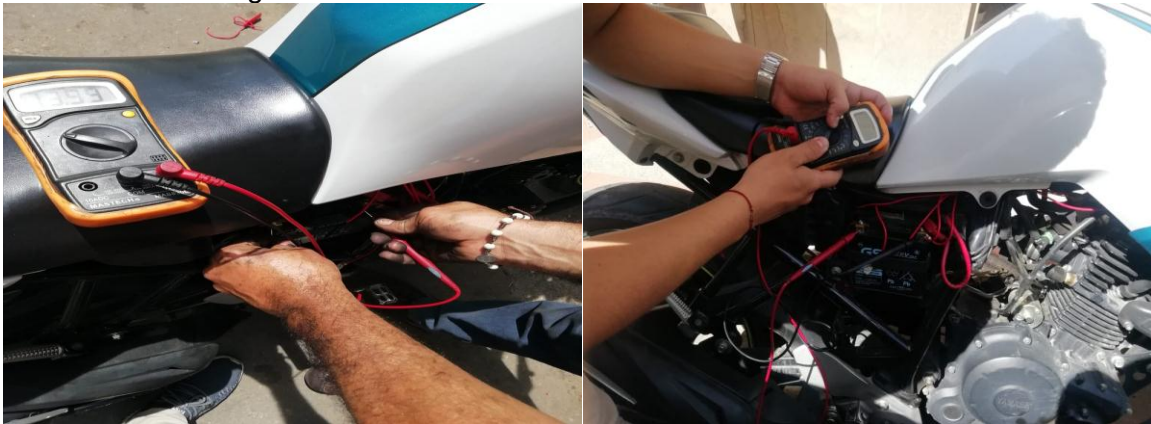
El módulo GPS hasta este momento no ha presentado fallas en cuanto a la comunicación, ya que la señal móvil es bastante buena, además este sistema de comunicación satelital y comunicación GSM pese a ser propensa a interferencias no ha causado inconvenientes de ningún tipo al contrario ha sido muy acertado.

El sistema o módulo GPS, tiene como principal objetivo localizar el vehículo de manera inmediata a través de una aplicación móvil, permitiendo que el propietario, sienta seguridad de encontrar su motocicleta en donde la estaciono, es importante resaltar, que el sistema se implementa en una motocicleta por la facilidad de conexión y porque adquirirla para realizar pruebas es mucho más fácil, por el contrario un carro no es fácil de obtener, además de esto suele tener una instalación más delicada ya que está muy "computarizada", por otra parte los robos de más incidencia actualmente son las motocicletas, es por esto que el proyecto brinda al propietario a través de un mensaje de texto desde su Smartphone, que automáticamente realiza el bloqueo de la motocicleta y comienza a sonar la bocina de una forma escandalosa llamando la atención de las personas obligando al ladrón a huir.

La batería del vehículo se encuentra normalmente a 12.86 V, su amperaje varía dependiendo del consumo del motor de arranque, se tomaron pruebas cuando la

motocicleta estaba funcionando normalmente sin generarle cargas en promedio consumiendo 1.2 A y al darle arranque el pico de corriente aumenta a 8.7 A. El módulo GPS consume 0.4 Ampere hora (Ah) teniendo en cuenta que está apagada la motocicleta y 0.10 Ah estando encendida la motocicleta.

Figura 21. Medición con el multímetro de las corrientes



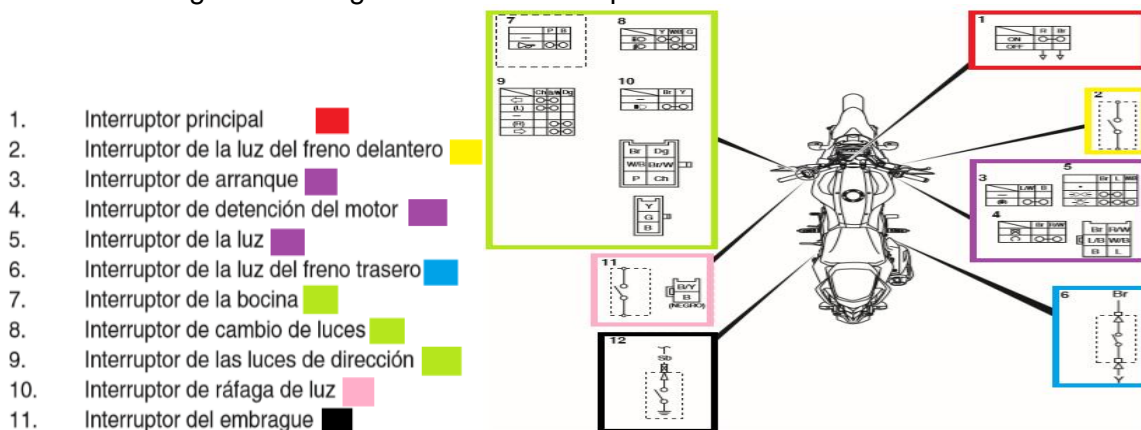
Fuente: Autores

Es importante resaltar, la realización de pruebas de corriente que se hicieron con el módulo, allí entrega 12.18 V y sin el módulo entregaba 12.46 V, llegando a la conclusión que tanto la corriente como el voltaje se encuentra en un rango de normalidad de cualquier motocicleta, ya que su consumo de corriente no sobrepasa los límites.

4.2. Sistema eléctrico del vehículo

A continuación, se muestra la figura del esquema de interruptores de la moto

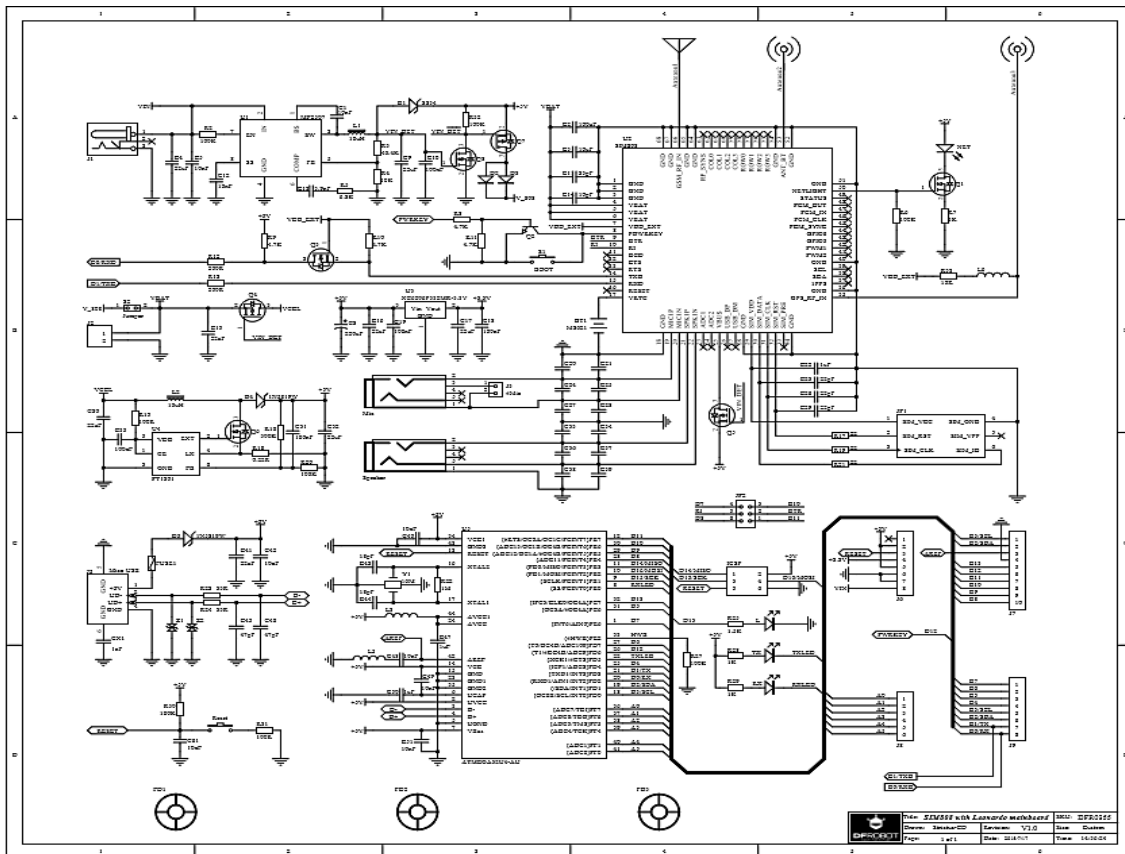
Figura 22. Diagrama de los interruptores electrónicos de la moto



Fuente: Manual del fabricante INCOLMOTOS YAMAHA FZ - S

Con base en este esquema se inicia a trabajar, ya que gracias a él, se sabe que parte eléctrica del vehículo se puede bloquear y que no altere su funcionamiento normal y que muy fácil de realizar hasta por el usuario.

Figura 23. Circuito del módulo GDSM GPS



Fuente: https://wiki.dfrobot.com/https___www.dfrobot.com_wiki_index.php?title=SIM808_with_Leonardo_mainboard_SKU_DFR0355

El comportamiento del pin RI se muestra en la siguiente tabla cuando el módulo se utiliza como receptor:

Tabla 4. Descripción de RI

Estado	Respuesta RI
En espera	ALTO
Llamada de voz	El pin se cambia a BAJO. Cuando ocurre cualquiera de los siguientes eventos, el pin se cambia a ALTO: -Establecer la llamada -Colgar la llamada
Llamada de datos	El pin se cambia a BAJO. Cuando ocurre cualquiera de los siguientes eventos, el pin será ALTO: - Llamada establecida - Llamada colgada
SMS	El pin se cambia a BAJO y se mantiene bajo durante 120 ms cuando se recibe un SMS. Luego se cambia a ALTO.
URC	El pin se cambia a BAJO y se mantiene bajo durante 120 ms cuando se informan algunos URC. Luego se cambia a ALTO. Para obtener más detalles, consulte SIM808_Hardware Design_V1.00 .

Fuente:https://wiki.dfrobot.com/https___www.dfrobot.com_wiki_index.php?title=SIM808_with_Leonardo_mainboard_SKU_DFR0355

Modo de ahorro de energía: El usuario puede controlar el módulo SIM808 para ingresar o salir del modo de suspensión (AT + CSCLK = 1) mediante la señal DTR. Cuando DTR es de alto nivel y sin interrupción (en el aire y hardware como interrupción GPIO o datos en el puerto serie), SIM808 lo hará ingrese al modo de suspensión automáticamente. En este modo, SIM808 aún puede recibir mensajes de paginación o SMS de la red, pero el puerto serie no es accesible.

Modo de función: Hay tres modos de funcionalidad, que se configuran mediante el comando AT AT + CFUN = \El comando proporciona la elección de los niveles de funcionalidad \= 0, 1, 4.

Figura 24. Modo de función

Nivel	Descripción	Consumo de corriente (uA)
AT + CFUN = 0	funcionalidad mínima	869,5
AT + CFUN = 1	Funcionalidad completa (por defecto).	1400

AT + CFUN = 4	Modo de vuelo (deshabilitar la función RF).	922,5
------------------	---	-------

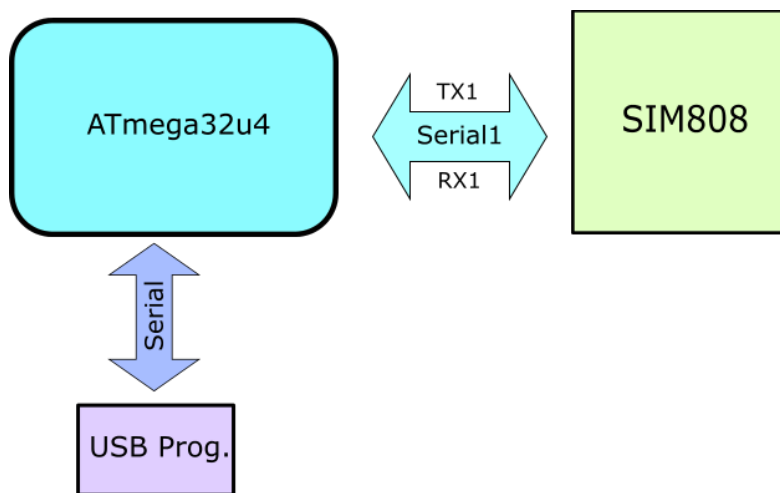
Fuente: https://wiki.dfrobot.com/https___www.dfrobot.com_wiki_index.php?title=SIM808_with_Leonardo_mainboard_SKU_DFR0355

Consumo actual de modos de función: El modo de funcionalidad mínima minimiza el consumo de corriente al nivel más bajo. Si SIM808 se establece en funcionalidad mínima por AT + CFUN = 0, la función de RF y la función de la tarjeta SIM se deshabilitarán. En este caso, el puerto serie todavía es accesible, pero todos Los comandos AT correlacionados con la función RF y la función de la tarjeta SIM no serán accesibles.

Modo de suspensión (AT + CSCLK = 1): Cuando la función GPS está apagada, el usuario puede controlar el módulo SIM808 para entrar o salir del modo de suspensión (AT + CSCLK = 1) mediante la señal DTR. Cuando DTR está en alto nivel y sin interrupción (en el aire y hardware como interrupción GPIO o datos en el puerto serie), SIM808 ingresará automáticamente al modo de suspensión. En este modo, SIM808 aún puede recibir mensajes de paginación o SMS de la red, pero el puerto serie no es accesible.

Interfaz con SIM808 a través del puerto USB / Comandos AT: En esta sección haremos algunas tareas básicas en el tablero a través de comandos AT. Puede encontrar más comandos AT al final de la página @ Más> Documento> Comandos AT.

Figura 25. Interfaz con SIM808 a través del puerto USB / Comandos AT

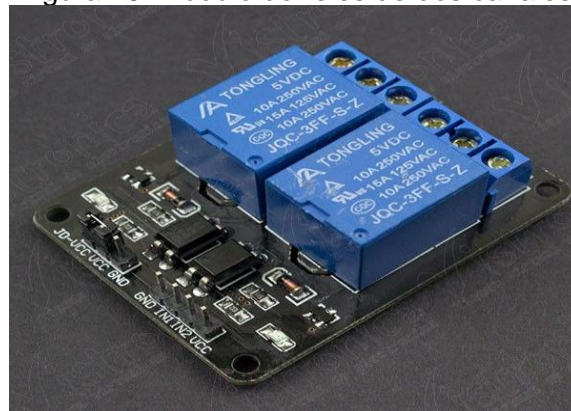


Fuente: https://wiki.dfrobot.com/https___www.dfrobot.com_wiki_index.php?title=SIM808_with_Leonardo_mainboard_SKU_DFR0355

4.3. MODULO RELE

Este módulo relé de dos canales dispone de opto acopladores. Posee 3 terminales VCC, GND, y la entrada de señal de estado lógico. El módulo puede ser accionado por una board Arduino, microcontrolador o Raspberry Pi, para manejar cargas con una corriente máxima de 10A y hasta 250VAC. Permite controlar el encendido y apagado de cualquier aparato que se conecte a una fuente de alimentación eléctrica externa. Cada relé hace de interruptor y se activa/desactiva mediante una entrada de datos. Gracias a esto se puede controlar el encendido de cualquier aparato. A parte del pin que controla al relé. Hay varios modelos con distintos voltajes de entrada.

Figura 26. Módulo de relés de dos canales



Fuente:

<https://www.vistronica.com/potencia/modulo-rele-de-2-canales-detail.html>

5. CONCLUSIONES

- Se comprobó que el módulo GPRS/GSM tiene una comunicación efectiva con el teléfono celular a la hora de recibir y transmitir los mensajes de texto, los cuales accionan el dispositivo y de acuerdo al tipo de mensaje ejecutan la operación asignada, puesto que, en las pruebas realizadas, la comunicación entre este dispositivo y el teléfono celular, es efectiva.
- Dado el éxito del proyecto se puede concluir que las tecnologías escogidas, aunque no sean las más punteras son adecuadas a las necesidades del proyecto lo cual deja espacio a mejoras en el hardware en el futuro utilizando redes de telefonía 5G.
- Debido a la sensibilidad de los datos que se almacenan en el sistema como son las localizaciones de vehículos o personas se debe tener extremado cuidado con el tratamiento y acceso a estos datos asegurando que no pueden ser modificados o visualizados por personas no autorizadas por el usuario.
- Gracias al avance tecnológico de los últimos años se han creado diversas cosas como los son las apps, tales como: Facebook, Google, mercado libre etc. Cabe resaltar que la empresa que más aplicaciones móviles tiene, es la industria de Google como, por ejemplo: Google maps es una de las aplicaciones más usadas para la ubicación, para calcular rutas, para ver cómo está el tráfico etc. además tiene una gran efectividad cuando se requiere saber las coordenadas de determinado lugar.
- Mantener una conexión entre el módulo y las redes móviles de una manera estable para que el envío del mensaje de texto llega de manera rápida sin ningún problema y así obtener la información.
- Si se pretende usar este modulo GPS para fines comerciales, se requiere colocar una batería aparte de la del vehículo, ya que cuando la batería presenta desgaste el modulo suele descargarla de manera fácil lo que generaría problemas al usuario de automotor.
- Respecto al tema de la programación se utilizo el programa de Arduino que trabaja con lenguaje c++, se obtiene buenos resultados en cuanto a la comunicación del módulo sim 808 con el microcontrolador.
- Se deben dejar muy bien empalmados los circuitos ya que las vibraciones tanto del motor como de las imperfecciones del piso hace que los cables pierdan el contacto y empiece a fallar el modulo generando alteraciones al funcionamiento normal del vehículo.

6. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos a través del proceso investigativo, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Se sugiere mantener una buena señal del celular debido que al activarse la alarma, el mensaje de confirmación no llega de forma instantánea, puesto que la velocidad de recepción del mensaje depende de la disponibilidad de la red en la que se encuentre el operador GSM que posee.
- Realizar aproximadamente mantenimientos periódicos al GPS y a su instalación, por ejemplo limpieza del polvo e impermeabilización del cableado, para que en dado caso no se dañe rápido el dispositivo.
- Se recomienda a siguientes investigaciones, utilizar el dispositivo Dfrobot Sim808 Gsm / Gprs / Gps Placa Arduino lot Arduino por su gran utilidad de manejo de voz y diferentes herramientas que desempeña este dispositivo.
- Utilizar en cualquier medio de transporte vehicular el GPS adaptándolo para un mayor uso comercial, aprovechando al máximo el potencial tanto de hardware como de software con que cuenta el sistema.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bjarne Stroustrup (1983) JTC1/SC22/WG21 - The C++ Standards Committee – ISO CPP. Recuperado de: <https://es.m.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>.

DFRobot WIKI (2018). Gráfico de barras de módulo relés. Recuperado de: https://wiki.dfrobot.com/https_www.dfrobot.com_wiki_index.php?title=SIM808_with_Leonardo_mainboard_SKU_DFR0355

EBay (1995-2019) Modulo Sim808 Gsm / Gprs / GPS Placa Arduino Lot Bogotá D.C. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-464854116-modulo-sim808-con-antena-gsm-y-gps-arduino-_JM#position=1&type=item&tracking_id=d96aa703-9902-4ad5-877f-cadfc08960ad.

El tiempo (2015) Robos, Estafas Y Atracos Colombia. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/cifras-sobre-robos-en-colombia-en-2016-33762>.

Emnify GmbH (2019) Conectividad global multioperador segura y estable, con plataforma web incluida. Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-522138930-dfrobot-sim808-gsm-gprs-gps-placa-arduino-iot-arduino-c-_JM?quantity=1.

Flórez Caballero, A. Sánchez Muñoz, R. (2016) Diseño y construcción de un sistema de seguridad vehicular mediante el monitorio vía GSM-GPS. Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado de: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/22108/Dise%C3%B1o%20y%20construccion%20de%20un%20sistema%20de%20seguridad%20vehicular%20mediante%20monitoreo%20via%20GSM-GPS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

General Rodolfo Palomino López (2014) RESOLUCIÓN NÚMERO 02086 DE 2014. Policía Nacional de Colombia, Bogotá D.C. Recuperado de: <https://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/policianacional-sistema-posicionamiento-global-resolucion-2086-2014.pdf>.

Google Maps (2013) What's New. Recuperado de: <https://www.whatsnew.com/2013/11/23/como-funciona-google-maps/>.

Henao Melo, L. G. (2014) Diseño De Un Equipo De Rastreo Satelital De Elementos Usando Tecnologías GPS Y GSM. Universidad Tecnológica De Pereira. Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4895/629437H493.pdf;jsessionid=9201ED5561BC5F049C78ADAFB3414007?sequence=1>.

Martínez Orozco, F. F. Callejas Piñeros, J. F. (2016) Sistema De Monitoreo Para Motocicletas Con Tecnología Arduino Y Android. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia UNAD, Ibagué *Recuperado de:* <https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/7918/3/1110448165.pdf>.

Makermex S.A de C.V (2012) impresión en 3D México *Recuperado de:* <http://makermex.com/blog/manufactura-digital-1/post/como-funciona-la-impresion-3d-341>.

Mercado libre (1999-2019) Modulo Sim808 Gsm / Gprs / Gps Placa Arduino lot *Recuperado de:* https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-470212408-modulo-celular-sim808-gsm-gprs-gps-ttl-quad-band-arduino_JM?quantity=1#position=5&type=item&tracking_id=3d2c45b5-92eb-4f8f-be41-ddcab6807c9c.

Muñoz Dávila, I. A. (2013) “Investigación Y Desarrollo De Un Sistema De Rastreo Satelital Para La Ciudad De Guayaquil Con Proyección Nacional, Utilizando Un Micro controlador, El Modulo GPS V23993 Y Un Modem Para La Comunicación Ecuador. Universidad De Guayaquil.

Quispe Choque, I. (2016) Internet De Las Cosas, Control Y Seguimiento De Un Automóvil. Universidad Mayor De San Andrés, Bolivia *Recuperado de:* <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7664/T.3106.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ramos Rojas, J. J. Jiménez Pérez, P. J. (2015) Desarrollo E Implementación De Un Sistema De Seguridad Para Motocicletas (Sismo) Universidad De Córdoba, Córdoba *Recuperado de:* <http://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/123456789/517/Trabajo%20de%20grado%20SisMo.pdf?sequence=1>.