

# DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA ALERTA DE MANIPULACIÓN, RASTREO Y LOCALIZACIÓN DE MOTOS POR MEDIO DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA SMS Y GPRS.

*Julio Tamayo Autor, Omar Oña Director.*

*Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte*

*Ibarra, Ecuador*

juliortm\_@hotmail.com, oronia@utn.edu.ec

**Resumen.-** Por medio del proyecto “Dispositivo de seguridad para alerta de manipulación, rastreo y localización de motos” se ha realizado un estudio de sensores para conocer las características y funcionalidades de los mismos, se hace un estudio de la tecnología GSM/GPRS para saber la operatividad de dichas tecnologías y ver los beneficios que tiene para la utilización en este proyecto, se realiza diseños de circuitos que se utilizarán para el funcionamiento del dispositivo de seguridad, configuraciones de módulos GSM/GPRS/GPS, configuración de micro controlador ARDUINO, y la elaboración del dispositivo de seguridad de alerta de manipulación, rastreo y localización de motos por medio de tecnología SMS y GPRS.

## I. INTRODUCCION

En la actualidad se ha registrado un incremento de robo a motocicletas respecto a años anteriores porque existen 3.613 denuncias de motos sustraídas ya que estos son livianos y fáciles de manipular cuando se encuentran estacionados en cualquier lugar. Estos vehículos son usados por los delincuentes por la facilidad que tienen al momento de huir en medio de la congestión vehicular o para transitar por lugares de difícil acceso.

Según estadísticas la sustracción a estos vehículos van incrementando por que no cuentan con un mecanismo de alerta para evitar el robo de la motocicleta y peor aún no tienen algún medio el cual nos indique donde encontrar el vehículo sustraído; la facilidad que se puede extraer la motocicleta es porque solo depende de un bloqueo de timón, el cual es vulnerable ante los delincuentes por su fácil desbloqueo y el arrastre del automotor ya que son ligeros para llevar.

## II. SENSORES.

Son dispositivos que captan información de una señal del medio exterior y la transforma en otra señal, esta señal normalmente es eléctrica que se pueda cuantificar y manipular

### A. Tipos de sensores.

Existen dos tipos de sensores que se pueden utilizar dependiendo del medio que se vaya a utilizar, estos son:

- **Pasivos:** Registran la radiación emitida por la superficie terrestre, necesitan de una fuente auxiliar.
- **Activos:** Generan ellos mismos la radiación que miden tras ser reflejada, no requiere de fuente alguna de alimentación.

#### 1) Sensores de presión y fuerza.

Los sensores de fuerza transforman la magnitud mecánica en magnitud eléctrica, fuerza ejercida en voltaje (véase figura 1).

- **Micro interruptor.-** Dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica.
- **Sensor de presión.-** Es una válvula que recibe los datos del caudal de aire cuando penetra en el colector de admisión.
- **Sensor de fuerza.-** Mide la tensión y la compresión en cualquier circunstancias.

- Sensores de contacto.- Obtiene datos con el contacto entre la mano manipuladora y el objeto en el espacio de trabajo.

Los sensores de presión son elementos que transforman la magnitud física de presión o fuerza por unidad de superficie en otra magnitud eléctrica. Los rangos de medida son muy amplios, desde una milésima de bar hasta los miles de bar.



Figura 1. Sensor de presión y fuerza.

## 2) Sensores de sonido.

Facilitan la conversión de una señal acústica en eléctrica (véase figura 2).

- Micrófono.- Transforma las ondas sonoras en energía eléctrica y viceversa.
- Captadores piezoeléctricos.- Dispositivo para medir tensión, presión, fuerza o aceleración; transformando los datos en señales eléctricas.
- Sensor ultrasónico.- Detectan la proximidad de objetos a distancias de hasta 8m.

Cuenta con una resistencia ajustable el cual controla manualmente el límite del nivel sonoro o umbral de disparo del sensor, se puede activar o desactivar con un solo impulso sonoro.

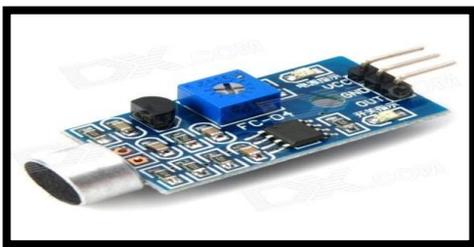


Figura 2. Sensor de sonido.

## 3) Sensor para medición de distancia.

Estos sensores realizan la medición de distancia lineal o desplazamiento lineal de forma automatizada (véase figura 3).

- Medidor de distancia ultrasónico.- Mediante un puntero laser se conoce rápidamente la distancia, área y volumen de una habitación.
- Medidor de distancia por haz de infrarrojo.- Se emite un haz de luz y se refleja a través de un objeto para medir distancias.

Proporciona una señal eléctrica según la variación física (la distancia). Los rangos de medidas dependen del tipo de sensor de distancia, pocas micras (unidad de medida) o cientos de metros.

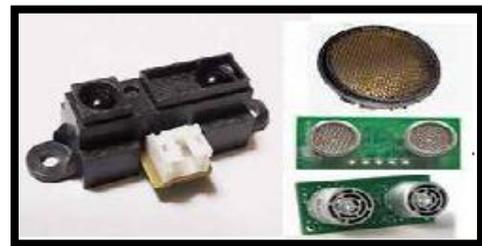


Figura 3. Sensor de medición de distancia

## 4) Sensores de magnetismo.

Detectan el campo magnético que provocan los imanes o las corrientes eléctricas (véase figura 4).

- Efecto hall.- Es la formación de un campo eléctrico por separación de cargas.
- Transistor.- Dispositivo electrónico semiconductor que entrega una señal de salida en respuesta a una señal de entrada.
- Brújulas electrónicas.- Es un instrumento de orientación con una aguja imantada para indicar el norte magnético terrestre.
- Interruptores magnéticos.- Se acciona por corriente de un bobinado de cobre, que produce un campo magnético y cierra o abre los contactos.

Tienen alta sensibilidad. Tienen detección de una distancia más amplia con una forma más reducida. El objeto a reconocer debe estar con un imán ya que el detector reacciona solo a este. (SuperRobótica, 2016)



Figura 4. Sensor magnético.

### 5) Sensores de ubicación geográfica.

Son dispositivos que detectan la posición del objeto (véase figura 5).

- GPS.- Sirve para detectar en toda la Tierra la posición de un objeto (una persona, un vehículo).
- Receptor de radiobalizas.- Sirven para realizar detección y localización de embarcaciones, aeronaves, y personas en peligro.

Estos dispositivos pueden dar datos como: latitud, longitud, altitud, velocidad, hora y fecha y posición satelital.

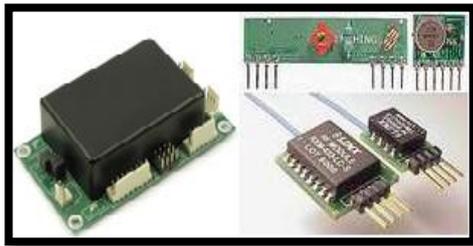


Figura 5. Sensor de ubicación geográfico.

### 6) Sensor de proximidad.

Este sensor es un transductor para detectar señales u objetos que se encuentran cerca del elemento sensor (véase figura 6).

- Sensor capacitivo.- Son interruptores electrónicos de característica estática para la detección de objetos.
- Sensor inductivo.- Sirve para detectar objetos con materiales ferrosos.
- Sensor fin de carrera.- Dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido (una cinta transportadora), para enviar señales que modifican el estado de un circuito.

La distancia a la cual se detectará un objeto depende de varios factores, como:

- Objeto detectado es más o menos claro.
- Objeto con color brillante o mate.
- Valor de la resistencia ajustable o potenciómetro de ajuste (sensibilidad).



Figura 6. Sensores de proximidad.

## III. MICRO CONTROLADOR ARDUINO.

Es una placa con circuitos electrónicos de código y hardware abierto basado en un micro controlador Atmega 328 (véase figura 7), contiene circuitos de soporte, que incluye, reguladores de tensión; un puerto USB conectado a un módulo adaptador USB-Serie permitiendo programar el micro controlador desde cualquier computador de manera fácil y realizar pruebas de comunicación con el propio chip; contiene librerías para diferentes componentes externos que se pueda acoplar.

La placa utiliza un circuito ATmega16u2 programado como convertidor de USB a serie, pueden tener alimentación a través de conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La tarjeta puede funcionar con un suministro externo de 5 a 12 voltios.

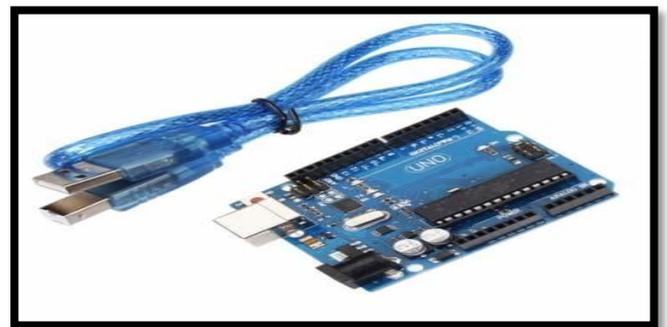


Figura 7. Micro controlador ARDUINO.

### A. Características de placa arduino.

### 1) Entradas y salidas.

- Tiene 14 pines digitales (pin 0 al pin 13), pueden usarse como entradas y salidas que funcionan a 5 voltios con un suministro hasta 40mA. Cada pin dispone de una resistencia pull-up interna de entre 20 y 50 Kilo ohmios.
- Tiene 6 pines de entradas analógicas (pin A0 al pin A5), que trasladan la señal a un convertidor analógico/digital de 10 bits (binario digital).
- Tiene 6 pines de salidas analógicas (pines 3, 5, 6, 9, 10, y 11) que realmente son salidas digitales que imitan a salidas analógicas.

### 2) Pines especiales de entrada y salida.

- Rx y Tx (pines 0 y 1): Se utilizan para transmisiones en series de señales TTL.
- Interrupciones externas (pines 2 y 3): pueden generar una interrupción en el atmega. Las interrupciones se disparan cuando se encuentra un valor bajo en dichas entradas.
- PWM (Pulse Width Modulation): Tiene 6 salidas para generación de señales por modulación de ancho de pulso, la cual modifica la separación entre los diferentes pulsos de señal de hasta 8 bits; (ejemplo: variar la intensidad de un led o hacer funcionar un servo).
- SPI (Serial Peripheral Interface): Los pines 10, 11, 12 y 13 se pueden utilizar para comunicaciones serial, con traslado de información full-dúplex en un entorno maestro esclavo.
- I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit): Es una interfaz para interconexiones de sistemas embebidos, la cual puede conectar dispositivos como pantallas LCD, memorias, sensores, etc.

### 3) Pines de alimentación.

- IOREF (Referencia de tensión): Sirve para que la placa reconozca el tipo de alimentación que requieren los shields.

- RESET (Reiniciar): Pin para reiniciar la placa.
- VIN (Input voltaje): Voltaje de entrada, también se puede alimentar la placa por este pin.
- 3,3v: Suministra voltaje de salida de 3,3 voltios.
- 5v: suministra voltaje de salida de 5 voltios.
- GND (Ground): Pines a tierra de la placa.
- AREF (Referencia de voltaje): Este pin sirve para suministrar un voltaje diferente a 5v por los pines digitales.

### 4) Memoria.

- El Atmega 328 tiene 32KB (con 0,5 KB ocupado por el gestor de arranque). Tiene 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM (que puede ser leído y escrito con la biblioteca EEPROM).

### 5) Voltaje y Corriente.

- Tensión de funcionamiento: 5v.
- Voltaje de entrada recomendado: 7 – 12 voltios.
- Voltaje de entrada límite: 6 – 20 voltios.
- Corriente Continua pin I/O: 20mA.
- Corriente Continua para pin 3,3v: 50mA.

### 6) Programación.

Arduino ofrece un entorno integrado con funciones pre establecido que reducen la lógica a lectura de entradas, control de tiempos y salidas de una manera intuitiva.

La placa se conecta directamente por medio de cable serial USB hacia la PC para cargar los programas sin riesgo a dañar la tarjeta debido a su protección adicional.

La estructura básica programable de arduino en 2 partes:

- Setup (): Preparación del programa, incluye la declaración de variables y es la primera función a ejecutarse en el programa.
- Loop (): Es la ejecución, contiene el código a ser ejecutado continuamente.

### B. Aplicaciones de arduino.

- Desarrollo de diversas variedades de proyectos que requieren un control basado en código.

- Desarrollo de sistemas de automatización.
- Aprendizaje de programación AVR.
- Nivel de entrada de diseño de circuitos.
- Domótica
- Robótica.

#### IV. SISTEMA GLOBAL DE COMUNICACIONES MÓVILES (GSM).

La red GSM apareció en el siglo XXI. Es un estándar de segunda generación (2G) ya que las comunicaciones se producen de modo digital.

En 1982, se denominó por primera vez “Groupe Special Mobile” y en 1991 se cambia a un estándar internacional llamado “Sistema Global de Comunicaciones Móviles”.

El estándar GSM tiene un rendimiento máximo de 9,6 Kbps, transmisiones de voz y datos digitales de volumen bajo, ejemplo, mensajes de texto (SMS) o mensajes multimedia (MMS).

##### A. Características de GSM.

TABLA I.  
Bandas GSM.

Bandas GSM.				
Sistema.	Hacia el BS Mhz	Desde el BS Mhz.	Ancho del canal Khz	Número máximo de canales.
GSM-900	890-915	935-960	200	125
E-GSM	880-915	925-960	200	175
GSM-1800	1710-1785	1805-1880	200	375
GSM-1800	1850-1910	1930-1990	200	300

Está compuesta por cuatro sistemas principales (véase tabla I):

- GSM-900, red celular original y opera a 900 Mhz y es para áreas extensas por lo que requiere más potencia para operar.
- EGSM es una versión mejorada de GSM-900 donde se extendió la banda de operación y se redujo el área de cobertura con menos potencia de operación.

- GSM-1800 y GSM-1900, los cuales incorporan servicio de comunicación personal, las cuales trabajan en frecuencias de 1800 y 1900 Mhz respectivamente. GSM-1800 se diseñó para operar en Europa mientras que GSM-1900 opera en América.

Con la tecnología GSM el cliente se puede comunicar desde cualquier país ya que pueden tener “ROAMING”.

GSM es una tecnología con alto grado de flexibilidad y eficiencia espectral, tiene gran calidad de señal e integridad entre las redes.

La eficiencia espectral es una medida para aprovechar eficazmente una determinada banda de frecuencia que es usada para transmitir datos. Cuando mayor es este valor, mejor esta aprovechada la banda.

##### B. Servicios GSM.

- Servicio de voz.- Llamadas telefónicas.
- Servicio de Mensajes.- Mensajes de textos.
- Servicio de Entretenimiento.- Juegos.
- Servicio de video.- Video conferencias.

##### C. Arquitectura de la red GSM.

La arquitectura de red GSM está conformado por los siguientes subsistemas (véase figura 9):

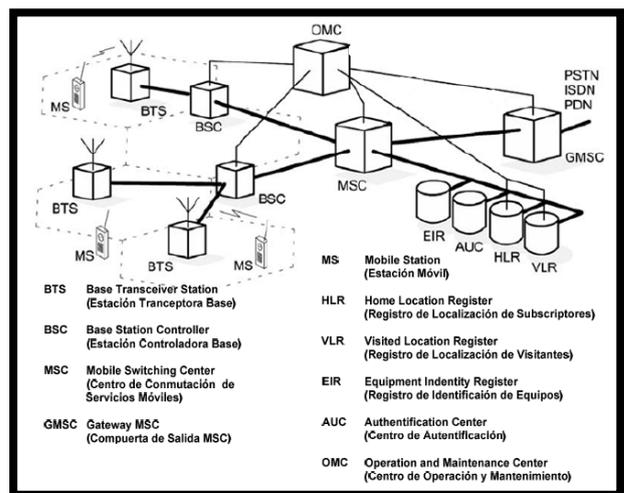


Figura 9. Arquitectura GSM.

1) *Subsistema de estación de Radio (RSS) o Subsistema de estación de base. (BSS).*

Esta capa de red proporciona y controla el acceso de los terminales al espectro disponible, envío y recepción de datos en una región.

Se subdivide en:

- **Base transceiver station (BTS).**- Estación transeptora base es la que administra el enlace de comunicación entre usuarios y la red dentro del área de cobertura.
- **Base Station Controller (BSC).**- Controlador de estación base es la que mantiene el enlace de comunicación entre (BTS) y equipo terminal móvil, se encarga del proceso “handover” que permite el enlace de llamada sin interrupción al momento de que el equipo móvil cambie de celda de comunicación al trasladarse a otro lugar. El BSC toma decisión al iniciar el proceso handover para asignar el control de la celda que se encuentra el móvil.

2) *Switching subsystem (SSS).*

El subsistema de conmutación se divide en:

- **Mobile Switching Center services (MSC).** - Centro de conmutación de servicios móviles controla el proceso “handover” entre las BSCs, establece, controla y finaliza cualquier llamada.
- **Location register (HLR).**- Registro de Posiciones con base de datos que almacena el estado de la línea de un usuario dentro de la red.
- **Visitor Location Register (VLR).** - Registro de Visitantes de Ubicación que contiene información de estado de todos los usuarios registrados dentro de una zona.
- **Authentication Center (AC o AuC).** - Centro de Autenticación que provee parámetros de autenticación y encriptación para la identificación

del usuario y asegurar la confiabilidad de las llamadas telefónicas móviles.

- **Equipment identification register (EIR).** - Equipos de registro de identificación es una lista de equipos móviles que se encuentran registrados en la red. Lista de IMEI validados.

3) *Operation and maintenance subsystem (OMS).*

Subsistema de operación y mantenimiento ofrece al cliente actividades de mantenimiento, facturación a los abonados y soporte técnico requeridos por la red GSM.

D. *Servicios de mensajes cortos (SMS).*

Es un servicio disponible en los teléfonos móviles y módems GSM, este servicio permite el envío y recepción de mensajes de textos de corta longitud, con 140 o 160 caracteres de longitud entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue creado como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, el servicio puede incluir imágenes y sonidos como es el caso de mensajes multimedia.

1) *Evolución del sistema SMS.*

En la evolución del sistema SMS se introducen nuevos formatos EMS y para la tercera generación se introduce el MMS.

- **SMS:** Es un servicio de mensajes cortos (alfanuméricos) sobre las redes GSM.
- **EMS:** Es un servicio que amplía las posibilidades gráficas del SMS, incorporando sonidos polifónicos y animaciones gráficas, gracias a la vinculación de varios mensajes cortos.
- **MMS:** Es un servicio estandarizado para la tercera generación (3G). Este servicio está sobre las infraestructuras de red (GSM), es necesario que soporten la capacidad multimedia en los terminales móviles.

### E. Estructura del sistema SMS.

La estructura del sistema SMS está conformada por (véase figura 10):

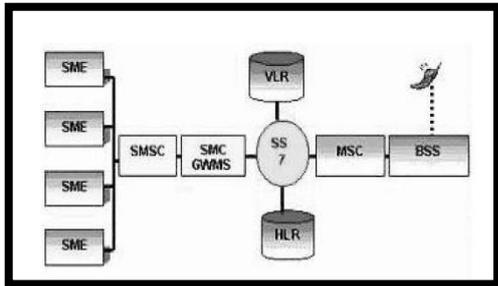


Figura 10. Arquitectura de red SMS.

- **Short Messaging Entities (SMC o SME).** - Entidades de mensajería corta son elementos que envían y reciben mensajes cortos, para localizarse en la red fija, estación móvil u otros centros de servicios.
- **Center Short Messaging Service (SMSC).** - Centro de servicios de mensajería corto es un elemento que almacena y envía los mensajes cortos entre distintos SMC y una estación móvil.
- **SMS-Gateway.-** Este elemento permite hacer una consulta al registro de localización de inicio cuando llega un mensaje para obtener información que permita direccionar el mensaje al destino final.
- **Home location register (HLR).**- Registro de localización de inicio es una base de datos para el almacenamiento, gestión de usuarios y perfil del servicio. Proporciona información de encaminamiento para el usuario indicado.
- **Visitor location register (VLR).** - Registro de localización del visitante es una base de datos con información temporal de los usuarios. Esta información la utiliza el centro de conmutación móvil para dar servicio al usuario de paso.
- **Mobile switching center (MSC).**- Centro de conmutación móvil es la conmutación del sistema y control de llamadas desde otro dispositivo móvil o sistema de datos.

- **Base station system (BSS).**- Sistema de estación base es la responsable de transmitir el tráfico de voz y datos entre las diferentes estaciones móviles.

### F. Envío y recepción de mensajes cortos.

Para el envío y recepción de mensajes de texto en la red GSM se realiza los siguientes pasos:

#### 1) Pasos para el envío de SMS.

- El mensaje corto es enviado de la entidad de mensajería corta al centro de servicios de mensajería.
- El centro de servicio revisa los registros de localización de inicio y recibe la información de encaminamiento del usuario móvil.
- El centro de servicio de mensajería envía el mensaje corto hacia el centro de conmutación móvil.
- El centro de conmutación móvil extrae la información del usuario de la base de datos temporal. Esta operación puede incluir un procedimiento de autenticación.
- El centro de conmutación móvil transfiere el mensaje corto a la estación móvil.
- El centro de conmutación móvil reenvía al centro de servicios de mensajería los resultados de operación que se llevó a cabo.
- Si solicita la entidad de mensajería, el centro de servicios de mensajería retorna un informe indicando la salida del mensaje corto.

#### 2) Pasos para la recepción del SMS.

- La estación móvil transfiere el mensaje corto al centro de conmutación móvil.
- El centro de conmutación móvil pregunta a la base de datos temporal para verificar que el mensaje transferido no evade los servicios suplementarios o las restricciones impuestas.

- El centro de conmutación móvil envía el mensaje corto al centro de servicios de mensajería, usando el mecanismo mensaje corto hacia adelante.
- El centro de servicios de mensajería entrega el mensaje corto a la entidad de mensajería corto.
- El centro de mensajería corto informa al centro de conmutación móvil el éxito del envío.
- El centro de conmutación devuelve a la estación móvil el resultado de la operación de envío del mensaje.

#### G. Clases de mensajes cortos.

- Clase 0 o Flash SMS.- El mensaje de texto se visualiza en la pantalla del dispositivo móvil y no se almacena en la memoria del dispositivo.
- Clase 1.- El mensaje de texto se almacena en el dispositivo móvil.
- Clase 2.- El mensaje de texto se almacena en la tarjeta SIM.
- Clase 3.- El mensaje de texto se almacena en la tarjeta SIM del dispositivo móvil que lo recibe y en una aplicación externa que se ejecuta en un ordenador conectado a este dispositivo móvil.

#### H. Trama SMS.

DCS	TIPO	DD	PID	NR	COD	PV	LD	DATOS.
	PDU							

Figura 11. Trama SMS.

La trama SMS está compuesta por los siguientes elementos (véase figura 11):

- DCS.- Dirección de centro de servicio.
- PDU.- Tipo de trama.
- DD.- Dirección destino.
- PID.- Protocolo de identificación.
- NR.- Numero de referencia.
- COD.- Codificación de trama de datos.
- PV.- Campo de periodo de vigencia.
- LD.- Longitud de cadenas de datos.

- DATOS.- Mensaje a enviar hexadecimal.

## V. GPRS (GENERAL PACKET RADIO SERVICES).

GPRS es un sistema de conmutación de paquetes que comparte el rango de frecuencias de la red GSM. La conmutación de paquetes sirve para transmitir datos de mejor manera y mayor eficacia, utiliza la red cuando es necesario.

A través de GPRS facilita el envío y recepción de información utilizando el mismo equipo celular a través del navegador WAP (wireless Access protocol).

#### A. Características de GPRS.

- Velocidad de datos de transferencia 144 Kbps, utilizando 8 canales de tiempo de GSM.
- El usuario permanece en conexión permanente a la red GPRS.
- Utilización de diversos canales al mismo tiempo.
- Reservas de canales al compartir la red entre distintos usuarios
- Servicio de punto a punto.
- Servicio de punto a multipunto.
- Seguridad contra errores de paquetes transmitidos por medio de la codificación GEA (algoritmo de cifrado) con algoritmo secreto.
- Disponible en dispositivos móviles.

#### B. Clases de GPRS.

- **Clase A.-** Soporta de forma simultánea GPRS Y GSM.
- **Clase B.-** Puede registrarse y activarse simultáneamente GSM y GPRS, pero en una llamada la conexión GPRS se detiene.
- **Clase C.-** Solo se registra y soporta servicios GPRS o GSM de forma alternativa.

Los fabricantes implementan en los dispositivos la clase B, ya que tiene prioridad el tráfico de voz.

#### C. Ventajas de GPRS.

- El usuario puede conectarse todo el tiempo que desee, ya que no hará recursos de la red cuando no reciba o transmita información.
- Pago solo por cantidad de información transmitidos.
- Mayor velocidad de transmisión por usar esquema de codificación.
- Posibilidad de realizar y recibir llamadas de voz mientras esté conectado a otra aplicación de GPRS.
- Transmisión asimétrica adaptada al tipo de tráfico de navegación HTML (4 slots de subida y 1 slot de bajada).
- Permite la conexión a internet, mensajería instantánea, videoconferencias de gama baja, etc.
- Nuevas terminales ofreciendo al usuario una interfaz gráfica más orientados a las aplicaciones de datos.
- Uso eficiente de los recursos de la red por compartición de los canales de comunicación entre diferentes usuarios.

#### D. Aplicaciones.

- Transmisiones poco frecuentes de pequeños o grandes cantidades de información.
- Transmisiones intermitentes de tráfico de información.
- Telemetría y tele alarma.
- Control de tráfico.
- Aviso de recepción de correo en el móvil.
- Descargas de ficheros.
- Acceso a internet.
- Acceso a base de datos.
- Transferencias de archivos.

#### E. Red GPRS.

El sistema de GPRS, introducido por ETSI (European Telecommunication Standard Institute) para la evolución del sistema GSM, se accede a la red por medio de paquetes.

Las redes GPRS se dividen en cuatro partes fundamentales (véase figura 12):

##### 1) La Estación Móvil o Mobile Station (MS).

Consta a su vez de dos elementos básicos, el terminal o equipo móvil y por otro lado el SIM o Subscriber Identity Module.

El SIM es una tarjeta pequeña capaz de identificar las características del dispositivo móvil terminal, está autenticado por cuatro dígitos numerales conocido como PIN o Personal Identification Number.

##### 2) La Estación Base o Base Station Subsystem (BSS).

Esta estación conecta las estaciones móviles a los subsistemas de conmutación, es encargado de transmitir y recibir, constan de dos elementos diferenciados: La Base Transceiver Station (BTS) o Base Station y la Base Station Controller (BSC). La BTS tiene transceivers y antenas en cada célula de la red, se encuentran en el centro de la célula. Los BSC son controladores de los BTS, su función es estar al cargo de los handovers y controlar las frecuencias de radio de los BTS.

##### 3) Subsistema de Conmutación y Red o Network and Switching Subsystem (NSS).

Este sistema dirige las comunicaciones de los distintos usuarios de la red, se divide en:

- **Mobile Services Switching Center (MSC):** El Centro de Conmutación de Servicios Móviles realiza las conmutaciones internas de la red, y realiza conectividad con diferentes redes.
- **Gateway Mobile Services Switching Center (GMSC):** Puerta de enlace Servicios del Centro de Conmutación Móvil son traductores (puede ser software o hardware) que enlazan dos redes.
- **Home Location Register (HLR):** Registro de Localización es una base de datos con datos de los usuarios conectados a un determinado MSC.

- **Visitor Location Registrar (VLR):** Registro de localización del visitante tiene todos los datos de un usuario y así ingrese a los servicios de red.
- **Authentication Center (AuC):** Centro de autenticación contiene las medidas necesarias para que el usuario se autentifique dentro de la red.
- **Equipment Identity Registrar (EIR):** Registro de identificación del equipo proporcionar seguridad en las redes GSM, contiene los International Mobile Equipment Identity o IMEI de cada terminal, si se encuentra localizado en la base de datos podrá utilizar la red.
- **GSM Interworking Unit (GIWU):** Unidad de interconexión GSM sirve como interfaz de comunicación entre diferentes redes.

4) *Subsistemas de soporte y Operación o Operation support and Subsystems (OSS).*

Los OSS se enlazan a distintos NSS y BSC para monitorear y controlar toda la red GSM. (Sánchez, 2005)

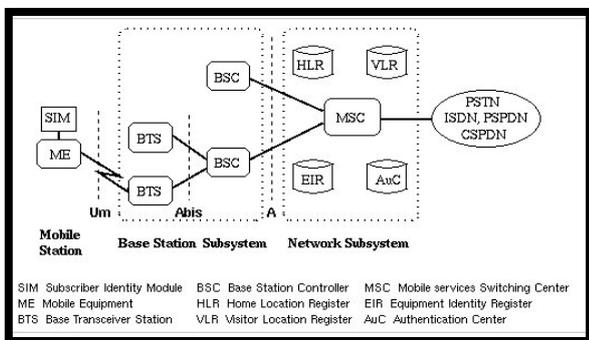


Figura 12. Red GPRS.

F. *Arquitectura GPRS.*

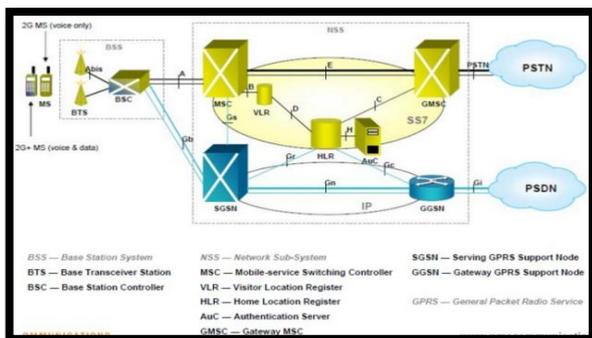


Figura 13. Arquitectura GPRS.

1) *Nodo de soporte de servicio GPRS o Service support node (SGSN).*

El SGSN está conectado al BSC por una interfaz y establece un punto de acceso para el terminal móvil con el servicio de la red GPRS (véase figura 13).

Sus funciones son:

- Retransmisión de datos entre el terminal GPRS y el SGSN correspondiente. Se realiza en ambos sentidos, según la procedencia de datos.
- Gestionar la autenticación de los terminales móviles GPRS, registran datos en la red GPRS y de su gestión de movilidad.
- Aviso (Pagina). El SGSN cambia el terminal móvil del estado STANDBY al READY para intercambiar datos.
- Reúne datos necesarios para generar CDRs (Call Detail Recordings) de facturación y transmitirlos al CG.
- Ejecuta la conversión del protocolo IP (Protocol internet) empleado en la red troncal, controla el cifrado y la compresión de los datos.

2) *Puerta de enlace GPRS nodo de soporte o Gateway GPRS support node (GGSN).*

El GGSN interconecta la red GPRS y las redes de paquetes de datos externas (véase figura 14), como por ejemplo Internet, Intranets corporativas, etc.

El GGSN oculta la infraestructura de la red GPRS a redes externas.

El GGSN recibe información destinados a un terminal GPRS específico, comprueba la dirección que se encuentre activa y envía datos al SGSN del terminal.

Las funciones que realiza son:

- Recibir datos de usuario desde una Intranet o Internet y transmitirlos al SGSN que controla el terminal.
- Recibe paquetes de datos de una red troncal GPRS (desde SGSN) y encamina la información del usuario hacia la Intranet o Internet.
- Recibir datos de señalización de la red troncal y

realiza configuraciones de operación correspondiente.

- Provee privacidad y seguridad a la red y al terminal GPRS, el GGSN genera una puerta de acceso entre las redes.
- Otorga direcciones IP a terminales GPRS cuando emplea direccionamiento dinámico.
- Proporciona servicios para el acceso a ISPs.
- Realizar el traspaso entre SGSNs.

### 3) Otros elementos de la red GPRS.

Otros elementos son:

- **Border Gateway (BG):** Puerta de enlace de borde establece una conexión segura.
- **Domain Name System (DNS):** Sistema de nombres para llevar las direcciones físicas de los GSNs.
- **Charging Gateway (CG):** Puerta de enlace de carga recoge CDRs generados en los SSGNs y GGSNs, los consolida y pre procesa antes de pasarlos al sistema de facturación.
- **Firewall:** Es una barrera segura entre dos redes. Mantiene a los intrusos fuera de la red GPRS.

### G. Funcionamiento de GPRS.

El funcionamiento de GPRS tiene la siguiente operatividad (véase figura 14):

- **GPRS Tunneling Protocol (GTP).** – Protocolo de túnel GPRS transporta los paquetes y señales del usuario vinculadas entre los nodos de soporte de GPRS.
- **Sub network Dependent Convergence Protocol (SNDCP).** - Red de Sub Protocolo de Convergencia Dependiente transfieren paquetes de información entre las estaciones móviles y el SGSN.
- **Air Interface.-** Relaciona las comunicaciones de la estación móvil y el subsistema de estación base. Relaciona la capa de enlace de datos (Data Link

Layer) y la capa física (Physical Layer) como parte del Interfaz Aire.

- **Data Link Layer.-** Capa de enlace de datos. Está ubicada entre la estación móvil (el móvil GPRS) y la red.

Se subdivide en:

**La capa LLC (Control de enlace lógico):** Brinda un enlace confiable entre (MS – SGSN) cuenta con control de secuencia, entrega de paquetes en orden, control de flujo de datos, detecta errores de transmisión y retransmisión.

**La capa RLC/MAC (entre MS - BSS):** RLC tiene la división y el re ensamblado de las tramas LLC en bloques de datos RLC. La capa MAC controla los accesos de una estación móvil a un canal de radio compartido por varias estaciones manuales.

- **Physical Layer.-** Capa física entre MS y BSS. Se divide en:

Capa de enlace físico entrega un canal físico. Se encarga de la codificación del canal (errores de transmisión).

La capa de enlace de radio frecuencia trabaja por debajo de la capa física contiene la modulación y la demodulación.

- **Interfaz BSS-SGSN.** - El protocolo de aplicación BSS GPRS (BSSGP) propone el direccionamiento y lo perteneciente a información de la QoS entre BSS y SGSN.

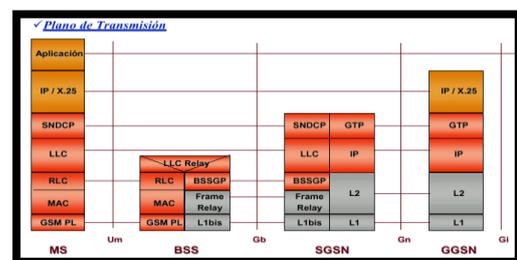


Figura 14. Plano de transmisión.

### H. Flujo de datos.

Unidad de datos del protocolo de la capa de red o paquete, se receipta de la capa de red y transmite por la interfaz de aire entre la estación móvil y el Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN) usando el protocolo de control de enlace lógico (LLC) (véase figura 15).

Primero la Red de Sub Protocolo de Convergencia Dependiente (SNDCP) cambia los paquetes en tramas LLC,

este proceso comprime la cabecera de datos, segmentación y encriptado.

Una trama LLC es dividida en bloques de control de enlace de radio (RLC), formados dentro de la capa física, cada bloque son de 4 ráfagas normales similares a las de TDMA.

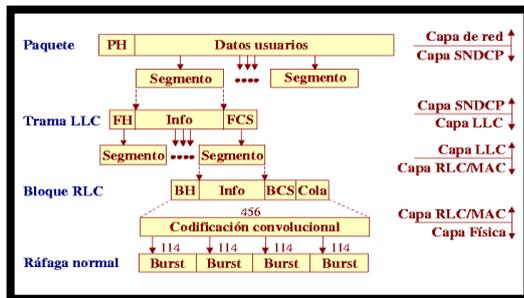


Figura 15. Flujo de datos.

### I. Terminales GPRS.



Figura 16. Terminales GPRS.

GPRS combina 8 canales para la transferencia de datos, y cada canal transfiere a velocidad de 8 a 12 Kbps. Esta tecnología extiende la transmisión de voz y datos en canales diferentes que transmiten en forma paralela, así permite la conversación sin cortar la transmisión de datos.

Existen tarjetas GPRS que conectan portátiles a Internet, tarjetas que conectan el ordenador de sobremesa, etc.

Los terminales GPRS permiten la visualización de contenidos y utilizar servicios de Internet en sus monitores reducidos.

Los terminales se clasifican en función del uso que le vaya a dar el usuario (véase figura 16):

- Teléfonos móviles, que permiten el uso de información escrita o gráfica de forma resumida.
- Terminales tipo agenda electrónica, con funciones mixtas de voz y datos.
- Terminales tipo ordenador personal de mano con

pantalla de mayor formato y gran capacidad gráfica.

- Ordenadores portátiles con conexión inalámbrica de un teléfono móvil GPRS.

## VI. DESARROLLO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INALÁMBRICO PARA MOTOS.

Se plantea un diseño electrónico para brindar una seguridad a los vehículos de dos ruedas y así evitar o conocer cuando alguien no autorizado manipule el vehículo. Este dispositivo tendrá la funcionalidad de alerta al propietario de la moto mediante un SMS y también de dar la ubicación del vehículo por medio de una página web.

### VII. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO GENERAL.

Mediante un diagrama de funcionamiento (véase figura 17) se muestra el proceso del sistema de alerta desde la manipulación de la moto por alguna persona no autorizada, hasta la recepción de alerta del SMS al propietario del vehículo.

Este proceso es para alertar al propietario de algún intento de robo de la motocicleta y acudir inmediatamente al vehículo para evitar el robo del mismo.

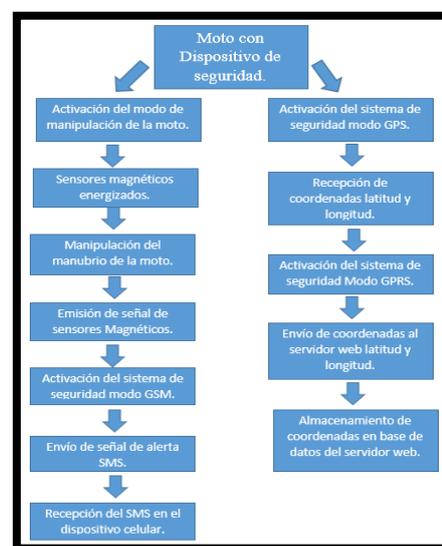


Figura 17. Diagrama de funcionamiento del sistema de seguridad.

Con respecto a la figura 17, el propietario de la moto estaciona el vehículo y procede a encender el sistema de seguridad, si una persona no autorizada manipula el vehículo, los sensores emiten una señal al sistema de seguridad. El sistema de seguridad envía un SMS al dispositivo móvil celular del propietario de la moto, alertando de la manipulación del vehículo por algún evento desconocido; el propietario recibe el SMS de alerta y procederá a verificar el estado del vehículo.

### VIII. DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO.

Mediante un diagrama de bloques (véase figura 18) se muestra como está compuesto el sistema de alerta desde la fuente de alimentación hasta la recepción del SMS al dispositivo celular y la recepción de coordenadas del GPS al servidor web.

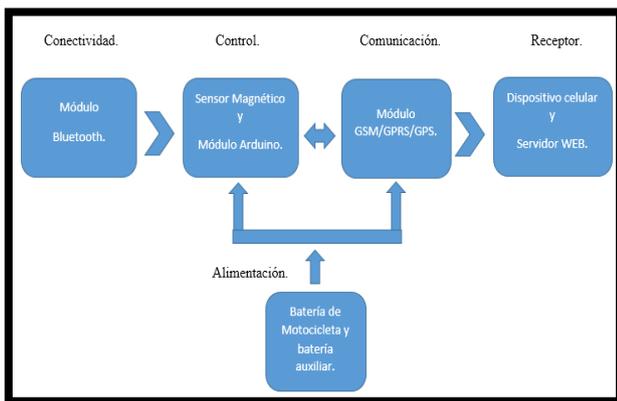


Figura 88. Bloque general.

#### A. Bloque de control.

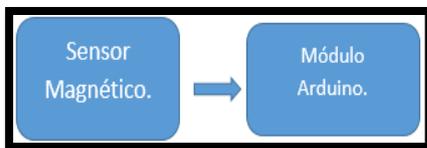


Figura 19. Diagrama de control.

El bloque de control consta del sensor y del módulo arduino (véase figura 19), son los encargados de enviar señales para la ejecución del sistema de alerta.

Se utiliza sensor magnético por su alta sensibilidad y por detección a distancia más amplia con una forma más reducida, captan los campos magnéticos producidos por imanes o corrientes eléctricas, trabajan normalmente

cerrado, esto quiere decir, que permanecen los contactos unidos como circuito cerrado y con solo separarlos se pasa a circuito abierto. Esto hace que el dispositivo de alerta funcione con los sensores magnéticos en circuito cerrado y cuando alguien manipule el manubrio de la moto separará los magnéticos y abrirá el circuito produciendo el envío de señal al módulo arduino.

El módulo arduino recibe la señal de los sensores y envía comandos de órdenes para activar el sistema de comunicación de GSM.

El módulo arduino Uno tiene la capacidad de memoria EEPROM y memoria RAM necesario para la programación del mismo y esto hace que el dispositivo funcione a una velocidad adecuada para la ejecución del proyecto, tiene poco espacio físico y de menor costo para la adquisición del dispositivo.

El módulo arduino Uno dispone de conectores tipo hembra lo que facilita para el crecimiento de módulos por su sistema embebido y ahorrando espacio físico, dispone de pines de poder que sirven para alimentación de otros dispositivos, para este proyecto servirá de alimentación al módulo bluetooth y al sensor magnético, utilizando los mismos recursos de la placa arduino.

#### Circuito de conexión sensor magnético – Arduino.

En la figura 20 se puede observar que el sensor magnético se conectará al módulo arduino por medio del pin (2) que sirve para la recepción de la señal de alerta cuando se separen los sensores magnéticos.

El sensor magnético se alimentará a través del módulo arduino por el pin 3.3v, que suministra el voltaje y la corriente necesaria para su respectivo funcionamiento.

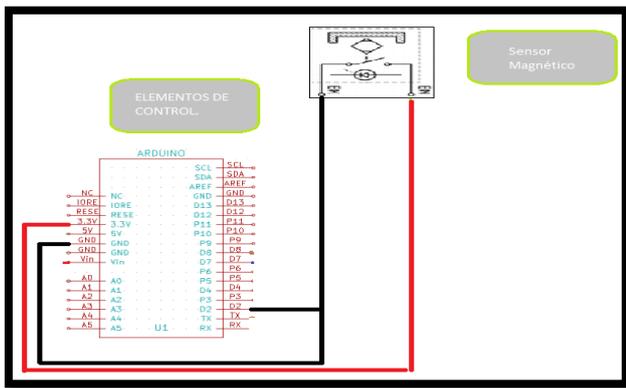


Figura 20. Circuito de conexión bluetooth.

Si el sistema de alerta está activado, el sensor magnético entra en funcionamiento cuando se separen los sensores y emitirán una señal al módulo arduino, caso contrario, los sensores no emitirán ninguna señal.

*B. Bloque de conectividad.*

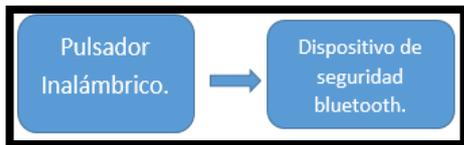


Figura 21. Diagrama de conectividad.

El bloque de conectividad está conformado por un pulsador inalámbrico y el dispositivo bluetooth del sistema de seguridad (véase figura 21), el pulsador inalámbrico se basa en una aplicación instalada en el celular del usuario que establecerá una comunicación con el módulo bluetooth del dispositivo de alerta para encender o apagar la señal de envío de SMS que se emitirá al dispositivo celular móvil del propietario de la moto como señal de alerta de manipulación del manubrio del vehículo.

En el dispositivo celular del propietario se instalará una aplicación (véase figura 22) para la activación y desactivación del sistema de alerta de seguridad.



Figura 22. Aplicación de control.

Considerando las características de los módulos bluetooth, el dispositivo de seguridad solo se utilizará la recepción de datos del dispositivo celular al módulo bluetooth, por lo tanto, se utilizará el modulo bluetooth H06 que funciona en modo Esclavo para la recepción de datos de encendido y apagado del sistema de seguridad.

El módulo bluetooth H 06 tiene una configuración básica y no necesita de una configuración compleja ni de un control de pines ya que solo receptorá datos básicos (1 y 0), trabaja a 5 voltios y en frecuencia a 2.4Ghz, tiene un alcance de 10 metros para el establecimiento de la conexión con el sistema de seguridad.

*Circuito de conexión bluetooth – Arduino.*

En la figura 23 se puede observar que el modulo bluetooth se conectará al módulo arduino por medio de los pines (0 y 1) que sirven para la comunicación Rx y Tx respectivamente con la siguiente conexión (Rx bluetooth con Tx Arduino, Tx bluetooth con Rx Arduino).

El módulo bluetooth se alimentará a través del módulo arduino por el pin 5v que suministra el voltaje y la corriente necesaria para su respectivo funcionamiento.

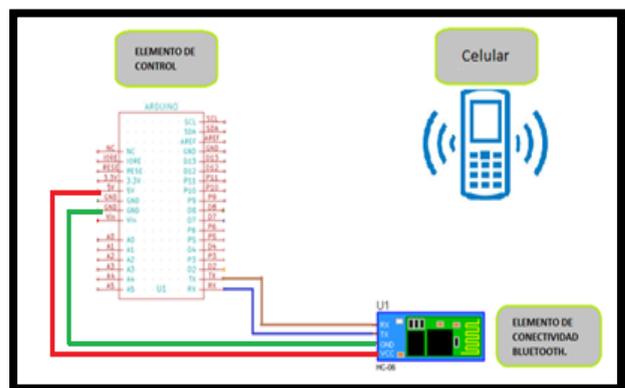


Figura 23. Circuito de conexión bluetooth.

Una vez establecido la conexión bluetooth del celular y el dispositivo de seguridad, si es activado el sistema de alerta por medio de la aplicación instalada en el celular del propietario, se recibe un SMS cuando el manubrio de la moto se ha manipulado por alguna causa, si es apagado el sistema de alerta no se enviará un SMS al dispositivo celular móvil del propietario.

### C. Bloque de comunicación.

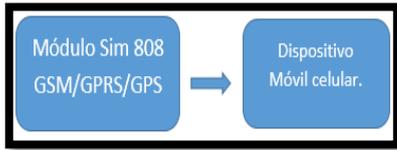


Figura 24. Diagrama de comunicación.

El bloque de comunicación consta de un módulo sim GSM/GPRS/GPS y el dispositivo móvil celular (véase figura 24).

Se trabaja con el modulo sim 808 por tener la tecnología GPRS necesaria para este proyecto, la configuración se lo hace por comandos AT facilitando su programación, soporta voltajes de alimentación de 5 a 26 voltios, cuenta con red GSM en las bandas utilizadas en el país.

Tiene incluido un sistema de GPS integrado con una precisión de 2,5 metros lo que hace que la localidad detectada sea más visible. Con su sistema integrado no se necesita otro modulo GPS y esto favorece al proyecto en ahorro físico. Cuenta con otros sistemas incluidos como la utilización de micrófono y parlantes integrados lo que servirá para futuro mejoramiento del proyecto y utilizar al máximo este módulo.

### Circuito de conexión módulo de comunicación – Arduino.

En la figura 25 se puede observar que el módulo de comunicación se conectará al módulo arduino por medio de los pines (7 y 8) que sirven para la comunicación Rx y Tx respectivamente con la siguiente conexión (Rx módulo comunicación con Tx Arduino (pin 8), Tx módulo comunicación con Rx Arduino (pin 7)).

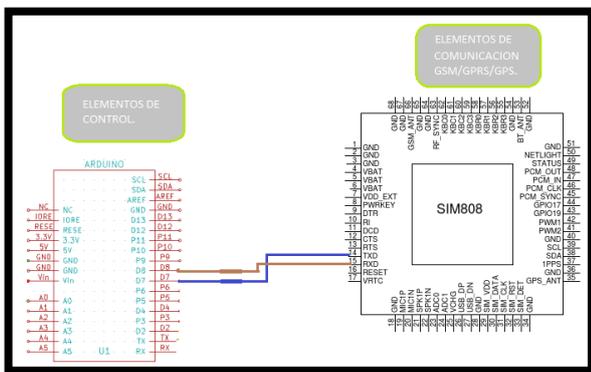


Figura 25. Conexión módulo sim 808 y arduino.

Este módulo sirve para la comunicación del dispositivo de alerta con el dispositivo celular móvil del propietario, ya que emitirá un SMS cuando indique el módulo de control para alertar al usuario del vehículo, que el vehículo se ha manipulado por alguien no autorizado.

Este módulo cuenta con un sistema GPS que recepta señales de coordenadas de localización (latitud y longitud) y serán enviadas por medio de tecnología GPRS para que se almacene en una base de datos en un servidor web.

### D. Bloque receptor.

El bloque receptor consta de un dispositivo móvil celular y un servidor web. El dispositivo celular será quien reciba el SMS de alerta cuando el módulo de control ordene y el propietario verificará el estado del vehículo.

El servidor web es el encargado de recibir los datos de coordenadas del GPS por medio de tecnología GPRS y almacenarlo para luego que el propietario pueda acceder y verificar las rutas que se han realizado por tiempo y fecha mediante la visualización de una página web.

**Servidor web.-** Es un programa que ejecuta una aplicación para establecer enlaces unidireccionales como también enlaces bidireccionales con el cliente. Sirve para la estancia de una página web. Permanecen a la espera de alguna petición realizada por un cliente o algún usuario en internet.

Se utiliza el hosting 000webhosting por su capacidad de almacenamiento en disco de 1.5 Gb suficiente para la recepción de las coordenadas por un tiempo de un año, tiene una transferencia mensual de 100 Gb cantidad suficiente para el envío de las coordenadas.

Tiene base de datos y utilización de lenguaje de programación PHP facilitando su programación, para realizar pruebas de funcionamiento se utiliza una base de datos para el almacenamiento de información y un subdominio para el alojamiento de la página web donde el usuario podrá visualizar los datos remotamente.

El CPanel (Panel de Configuración) es fácil de manejar ya que es amigable para el usuario teniendo varias opciones de configuración.

1) *Conexión de los dispositivos receptores.*

El dispositivo de seguridad mediante tecnología GSM enviará un mensaje de texto al dispositivo móvil del propietario (véase figura 26).

El dispositivo de seguridad enviará coordenadas de latitud y longitud al servidor web mediante tecnología GPRS.

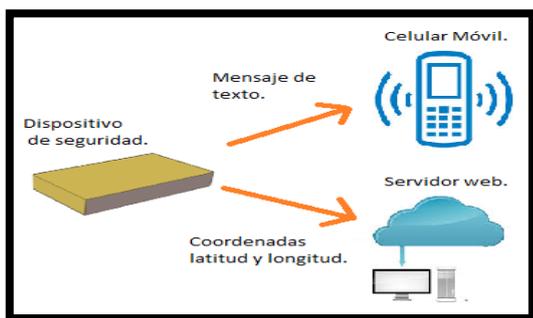


Figura 26. Conexión dispositivos receptores.

2) *Análisis y Cálculo de envío de datos.*

Para el análisis de envío de datos por medio de tecnología GPRS se ha tomado en consideración una distancia que recorre un vehículo de dos ruedas teniendo en cuenta la capacidad del ladrón en caso de robo del vehículo y dentro de la ciudad en zona poblada.

Se ha tomado un punto inicial de salida de referencia y una distancia recorrida de 300 metros, en la figura 27 la velocidad que puede tener el delincuente dependiendo de la capacidad del mismo; en línea recta puede avanzar a una velocidad de 70 Km/h y en una curva puede avanzar a una velocidad de 50 Km/h.

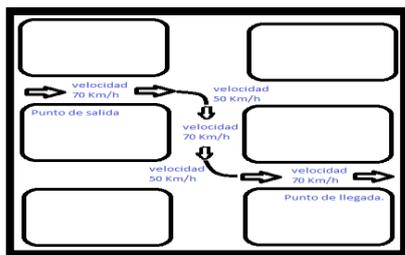


Figura 27. Referencia de velocidades.

Dentro de una ciudad poblada se toma una velocidad de partida promedio de la moto de 60 Km/h obteniendo una distancia de 250 metros con lo cual se procede a calcular el tiempo de transmisión del envío de coordenadas para el rastreo de una moto. Para saber el tiempo de transmisión de datos GPS se calcula mediante la fórmula 1 donde la distancia (d) es igual a velocidad (V) por tiempo (t).

$$d = v \times t. \tag{1}$$

$$t = (d / v)$$

$$t = (250 \text{ m} / (60 \text{ Km/h})) \left( (1 \text{ Km/h}) / 1000 \text{ m} \right) (3600 \text{ s} / 1 \text{ h})$$

**Tiempo = 15 segundos.**

Una moto en caso de robo en una velocidad de 60 Km/h promedio dentro de una ciudad poblada por la diferente variación de velocidades en las curvas recorrerá una distancia de 250 metros en un tiempo de 15 segundos. Este tiempo de 15 segundos se tomará para el envío de coordenadas por medio de GPRS.

Cada 15 segundos se envían datos al servidor web de las coordenadas del GPS (latitud y longitud). Las coordenadas de (latitud y longitud) están dadas en caracteres alfanumérico (número o letra), está constituido por 8 bits, los datos de latitud (6 caracteres) y longitud (8 caracteres) más una coma (,) de separación entre los dos valores dan al final 15 caracteres que se enviarán por medio de GPRS cada 15 segundos.

3) *Cálculo de envío de datos.*

Con el valor obtenido de 15 segundos hacemos el cálculo de datos a enviar:

Tamaño de paquete = Caracteres de envío por 8 bits.

$$\text{Tamaño} = 26 \times 8 = \mathbf{208 \text{ bits.}}$$

Un día tiene 86400 segundos, para nuestro caso se envía cada 15 segundos.

$$86400 / 15 = \mathbf{5760 \text{ veces.}}$$

El servidor recibe datos por día:

$$5760 \times 208 = \mathbf{1198080 \text{ bits por día.}}$$

Se hace una regla de tres para convertir los bits en megabits y ver su consumo en megabits:

1 Kb equivale 1024 bits, 1198080 bits cuantos Kb?

$$xKb = \frac{1198080 \text{ bits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{1170 \text{ Kb.}}$$

1 Megabit equivale 1024 Kb, 1170 Kb cuantos Mb?

$$xMb = \frac{1170 \text{ Kbs}}{1024 \text{ Kbs}} = \mathbf{1.1425 \text{ Megas por día.}}$$

La recepción de datos al mes es de:

$$1.1425 \text{ Mb} \times 30 = \mathbf{34.277 \text{ Megas al mes.}}$$

Consumo en dólares de 1 Mb equivale a \$0,23 centavos de dólar, esto quiere decir:

$$34.277 \text{ Mb} \times \$0,23 = \mathbf{\$7.883}$$

El consumo en dólares al mes que el usuario debe realizar es de \$7 dólares con 88 centavos mensuales para que el sistema de envío de coordenadas del GPS al servidor web esté en funcionamiento.

El usuario recibirá las coordenadas de ubicación del vehículo (latitud y longitud) cada 15 segundos o cada 250 metros teniendo un costo de recarga de \$7.88 Dólares. Por lo tanto si el usuario requiere obtener los datos del GPS a una menor o mayor distancia variará el consumo en saldo de recarga (véase tabla II).

TABLA II.

CALCULO DE CONSUMO EN DÓLARES SEGÚN DISTANCIA Y TIEMPO.

Distancia (metros).	Tiempo (segundos).	Consumo en dólares.
100	6	19.70
250	15	7.88
400	24	4.93

### E. Bloque de alimentación.

El bloque de alimentación es la parte principal del proyecto porque brinda la energía necesaria para el

funcionamiento del sistema de seguridad, consta de una batería propia de la motocicleta 12 voltios, 5 amperios de corriente fuente principal para el dispositivo de seguridad, y se implementará una batería de respaldo que se utilizará como fuente de alimentación alterna.

El sistema de alerta está formado por varios dispositivos y cada uno consume una corriente diferente (véase tabla III).

TABLA III.

CORRIENTES DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS.

Dispositivo.	Corriente.	Voltaje.	Corriente.	Voltaje.
Módulo arduino uno.	120mA	5V.	103mA	7.4v
Módulo SIM 808.	250mA	5V.	205mA	7.4v
Módulo Bluetooth.	36mA	5V.	36mA	5v
Sensor Magnético.	15mA	3.3v.	15mA	3.3v
<b>TOTAL</b>	<b>421mA</b>		<b>359mA</b>	

Mediante pruebas de consumo de energía realizadas con un multímetro se ha verificado la cantidad de paso de corriente de cada elemento del dispositivo de seguridad (véase Tabla III), con lo cual el dispositivo de seguridad funcionará a un voltaje de 7.4 voltios por el consumo de energía que es óptimo para el funcionamiento y menos utilización de corriente en cada uno de los elementos del sistema de seguridad.

El Módulo arduino usa 1 pin de E/S para la lectura del sensor magnético, el cual tiene una corriente de 15mA, el consumo de corriente del módulo bluetooth es de 36mA y el consumo de los pines de comunicación entre Arduino y el módulo GPRS y módulo bluetooth se utiliza aproximadamente 52mA dando un total de consumo de corriente del módulo arduino de 103mA y una potencia de 0.76W.

El voltaje de alimentación del Módulo SIM 808 está en el rango de 4.8 V a 12V (datos del fabricante), con un consumo de corriente de 205mA a un voltaje de 7.4 voltios

y una potencia de 1.51W, esta corriente máxima se tiene durante las ráfagas de trasmisión.

El voltaje de alimentación para el dispositivo bluetooth es de 5 voltios obtenido del módulo arduino con una corriente de 36mA y una potencia de 0.18W.

El sensor magnético funciona con un voltaje de 3.3 voltios y una corriente de 15mA y una potencia de 0.049W.

1) *Circuito regulador de voltaje de 12 voltios a 7.4 voltios.*

Se ha establecido que el sistema de seguridad trabaje a un voltaje de 7.4 voltios por el bajo consumo de corriente obtenido anteriormente.

Se establece un circuito que regule el voltaje de entrada (véase figura 28) de la batería de 12 voltios de la moto a 7.4 voltios para el funcionamiento del dispositivo de seguridad.

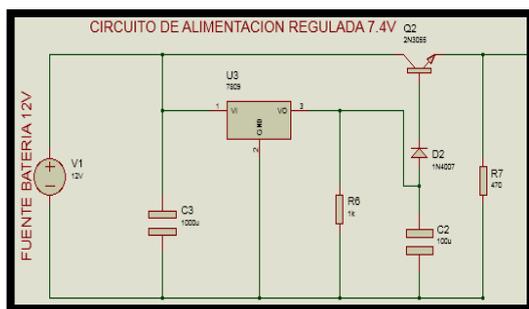


Figura 28. Circuito de alimentación regulada.

D2 (1n4007) Diodo que sirve de protección del circuito de alimentación para evitar el retorno de corriente y provocar daños hacia los elementos utilizados.

TTL 7809 Regulador de voltaje de salida a 9 voltios.

C2 (100 uf) Capacitor para rectificar y mantener una corriente constante.

C3 (1000 uf) Capacitor para mejorar la respuesta a transitorios que es la corriente de extinción en el tiempo.

R6 (1 K ohm) Se utilizan para ajustar la tensión de salida 1Kohm con una potencia de 0.054 W.

2n3055 para el aumento de la corriente en la salida y regulación de voltaje de salida.

2) *Circuito de alimentación de la batería de respaldo.*

Mediante un circuito de alimentación (véase figura 29) se procede a la realimentación de la batería de respaldo para que siempre se encuentre alimentada de corriente y cuando se desconecte la fuente principal (batería 12v de la moto) entre a funcionar la batería de respaldo y el sistema de seguridad siga en funcionamiento.

Se establece una batería de LIPO de dos celdas por tener un voltaje de 7.4 voltios que alimentará al dispositivo de seguridad sin ningún inconveniente y tiene una corriente de 2000 mili amperios lo cual da más tiempo de durabilidad de descarga. Esta batería ocupa poco espacio físico y tiene gran tamaño de almacenamiento de corriente.

Para el diseño del circuito de alimentación se necesita una salida de voltaje de 7.4 voltios para la carga de la batería de LIPO.

$$R4 = 100 \text{ ohm} \quad V_{out} = 7.4 \text{v} \quad V_{ref} = 1.25 \text{v}$$

$$R5 = (R2/1.25) (V_{out} - 1.25) \quad (1)$$

$$R5 = (100 \text{ohm}/1.25) (7.4 - 1.25)$$

$$R5 = (80 \text{ohm}) (6.15)$$

$$R5 = 492 \text{ ohm.}$$

Después del cálculo realizado de R5 se utiliza una resistencia de 510 ohm que se encuentra disponibles en resistencias comerciales.

$$P = V^2/R = (7.4 * 7.4) / 510 = 0.10 \text{ W}$$

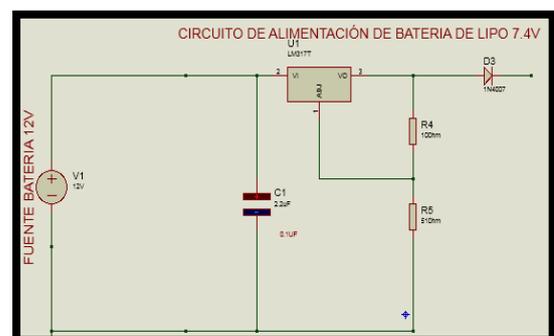


Figura 29. Circuito de alimentación de batería.

D3 Diodo que sirve de protección del circuito de alimentación para evitar el retorno de corriente y provocar daños hacia los elementos utilizados.

C1 (2.2 uf) Capacitor que se pone al inicio del circuito para rectificar y mantener una corriente constante.

Lm317 Regula el voltaje de salida desde 1.25 voltios hasta 37 voltios.

R4 Resistencia de 100 ohm referencial para obtener el valor de la resistencia R5 (510 ohm) mediante un divisor de voltaje.

Si en algún instante es cortada la alimentación de la batería propia de la moto, el dispositivo de alerta seguirá funcionando ya que entra en funcionamiento la batería de LIPO porque es una fuente de respaldo.

### 3) Circuito de alimentación del sistema de seguridad.

Con el circuito de alimentación de batería y el circuito regulador de voltaje se puede alimentar el dispositivo de seguridad mediante el circuito directo del regulador de 7.4 voltios o con la batería de LIPO de 7.4 voltios.

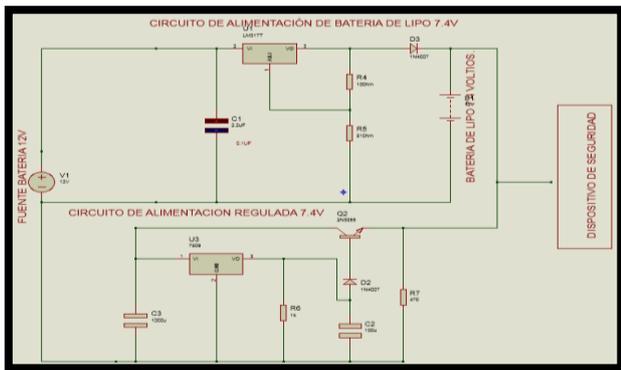


Figura 30. Circuito de alimentación.

Como se muestra en la figura 30, el dispositivo de seguridad tendrá una alimentación de 7.4 voltios ya sea por el circuito regulador diseñado para el bajo consumo de corriente o por la utilización de la batería de 7.4 voltios que estará realimentándose y entrará en funcionamiento cuando deje de operar el circuito regulador. El dispositivo de seguridad tendrá un voltaje constante de operación de 7.4 voltios y un bajo consumo de corriente.

El diseño de este circuito para la alimentación del sistema de seguridad y circuito de carga de batería de LIPO se lo realiza en baquelita.

## IX. CONECCIONES DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO.

En la figura 31 se muestra las conexiones electrónicas y elementos utilizados para el desarrollo del sistema de alerta, manipulación, rastreo y localización de una moto.

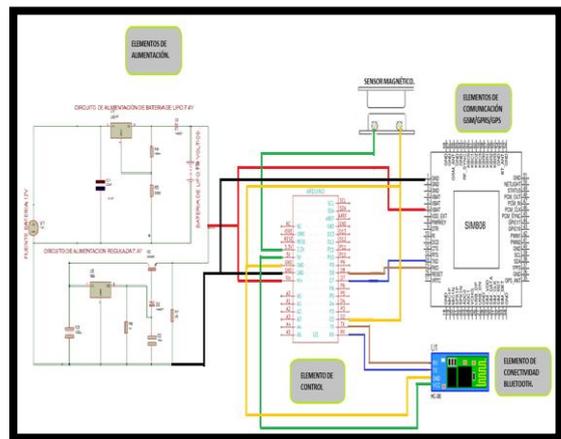


Figura 31. Circuito electrónico.

El circuito de alimentación consta de un circuito de alimentación de batería que realimentará a una batería de LIPO de 7.4 voltios para que sirva de respaldo, también consta de un circuito regulador de 12 voltios (batería de la moto) a 7.4 voltios que es el voltaje que funcionará el sistema de seguridad minorando el consumo de corriente.

El sistema de seguridad consta de un módulo arduino Uno, un módulo SIM 808, un módulo bluetooth y un sensor magnético.

El módulo arduino y el modulo SIM 808 estarán alimentados a 7.4 voltios, el módulo bluetooth se conectara el pin RX con TX del arduino y TX con RX del arduino Uno; y estará alimentado por 5 voltios provenientes del pin 5v del arduino Uno. El módulo SIM 808 se conectará RX en el pin 7 del arduino y TX en el pin 8 del arduino Uno. El sensor magnético estará conectado en el pin 2 del arduino, y alimentado por 3.3 voltios provenientes del arduino Uno.

## X. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD.

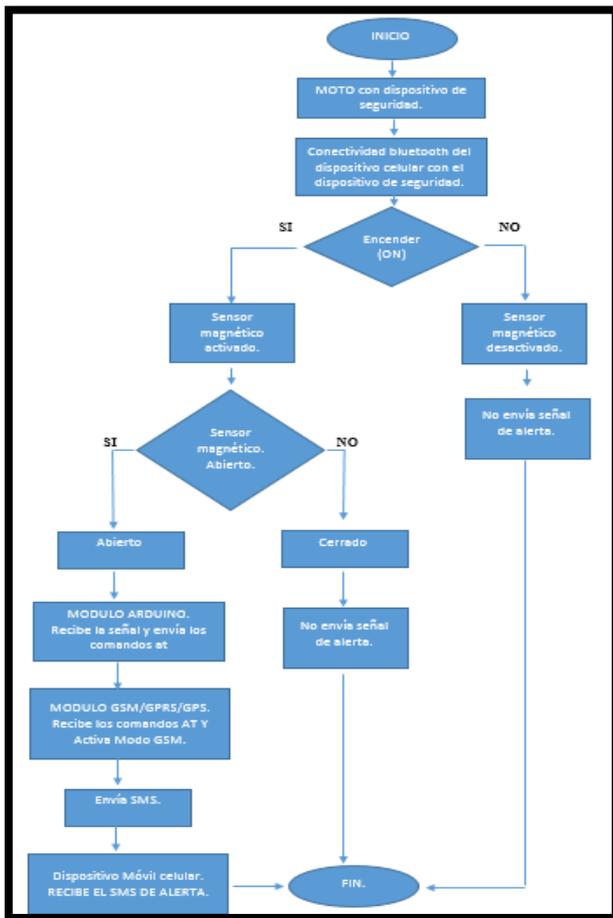


Figura 32. Diagrama de flujo del sistema de seguridad.

Mediante la figura 32 se da a conocer el funcionamiento del dispositivo de seguridad, en la cual se empieza por el estacionamiento de la motocicleta y se establece conexión del dispositivo celular con el dispositivo de seguridad por medio de bluetooth mediante la aplicación instalada en el celular del propietario y se puede encender el sistema de alerta, rastreo y localización de moto.

Cuando los sensores magnéticos se encuentren cerrados, no envían ninguna señal de control al módulo arduino pero si es movido el manubrio del vehículo por alguna persona no autorizada, los sensores magnéticos se abrirán y envían la señal al módulo arduino. El módulo arduino envía comandos AT al módulo GSM y se enviará un SMS al dispositivo móvil celular del propietario, el dispositivo celular móvil recepta el SMS y puede visualizar el texto del mensaje.

Con la aplicación instalada en el celular el propietario puede apagar el dispositivo de seguridad y los sensores magnéticos no enviarán ninguna señal cuando esté abierto o cerrado.

### A. Programación y configuración de los módulos bluetooth, arduino uno y módulo GSM/GPRS/GPS y aplicación de control para el dispositivo móvil.

Cada módulo tiene sus funciones y sus propias configuraciones detalladas a continuación:

- Para el diseño y la programación de la aplicación de conectividad se lo realiza en página [www.appinventor2.com](http://www.appinventor2.com).
- Configuración de modulo bluetooth.
  - AT+NAMExxxx //Colocamos el nombre que se visualizará al módulo bluetooth.//
  - AT+PINxxxxx //Colocamos un código para cuando algún dispositivo se quiera vincular con el módulo bluetooth.//
- Configuración de módulo GSM para el envío de SMS.
  - AT //Retorna un OK si se establece la comunicación con el módulo GSM. //
  - AT+CREG? //Retorna un 0,1 si está registrado en alguna red. //
  - AT+CGSN //Retorna el identificador del dispositivo, número IMEI. //
  - AT+COPS //Retorna la red a la que se encuentra enlazada. //
  - AT+CMGF=1 //Activa el formato del SMS en modo texto. //
  - AT+CMGS=xxxxxxxxx //Asigna el número destinatario para la recepción del SMS, escribir el SMS en modo texto. //
- Programación del módulo arduino.
  - #include <SoftwareSerial.h> //Incluye una librería para asignar dos pines en comunicación serial. //
  - SoftwareSerial ss (Rx, Tx); //Asigna la comunicación serial a los pines Rx y Tx. //

```

Int, char. //Asigna el tipo de variables, int = valor
entero, char = valor con signo numeral o letras. //
pinMode (2,INPUT); //Asigna un pin del arduino
en modo entrada de señal.//
ss.begin (9600); //Asigna la rapidez de los bits por
segundo para la transferencia de datos en serie. //

```

web recibe la información del módulo GPRS y almacena en una base de datos las coordenadas del GPS.

#### A. Programación y configuración de los módulos GPS/GPRS y módulo arduino uno.

Se configura el módulo de comunicación en modo GPS y GPRS y se programa el módulo arduino para que realice el control de envío de información al servidor web.

### XI. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL GPS Y GPRS.

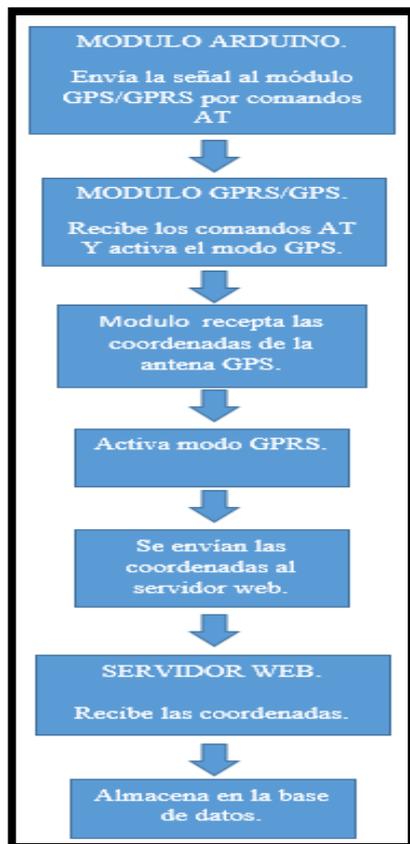


Figura 33. Diagrama de funcionamiento de GPS y GPRS.

En la figura 33 se muestra el funcionamiento del GPS Y GPRS.

El módulo arduino envía señales por comandos AT al módulo de comunicación GPS/GPRS, el módulo de comunicación recibe los comandos AT y activa el modo GPS. El modulo GPS receipta información de los satélites de coordenadas en longitud y latitud mientras que el módulo de comunicación activa el modo GPRS para el envío de dicha información (latitud y longitud). El módulo GPRS envía las coordenadas del modo GPS a un servidor web por medio del protocolo HTTP en donde el servidor

- **Configuración modo GPS.**

```

AT+CGNSPWR //Comando AT para la
activación de modo GPS. //

```

```

AT+CGNSTST //Comando AT para activar el
modo test del GPS y recibir las coordenadas de
GPS. //

```

- **Configuración modo GPRS.**

```

AT+SAPBR //Activa el modo GPRS. //

```

```

AT+SAPBR=3, 1, "APN" //Colocación de
nombre del punto de acceso GPRS. //

```

```

AT+SAPBR=3,1,"USER" //Colocación de
nombre de usuario GPRS. //

```

```

AT+SAPBR=3,1,"PWD" //Colocación de clave
GPRS. //

```

```

AT+HTTPIPINIT //Inicialización el servicio HTTP.

```

```

AT+HTTPACTION //Acción de modo de envío.

```

```

AT+HTTPPARA="URL" //Asignación de
dirección web http. //

```

- **Programación de módulo arduino.**

```

#include <TinyGPS.h> //Librería de arduino para
utilización de datos GPS. //

```

```

Float //Variable para la recepción de datos GPS. //

```

```

gps.f_get_position ( , ) //Recepción de datos del
GPS de latitud y longitud. //

```

## XII. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SERVIDOR WEB.

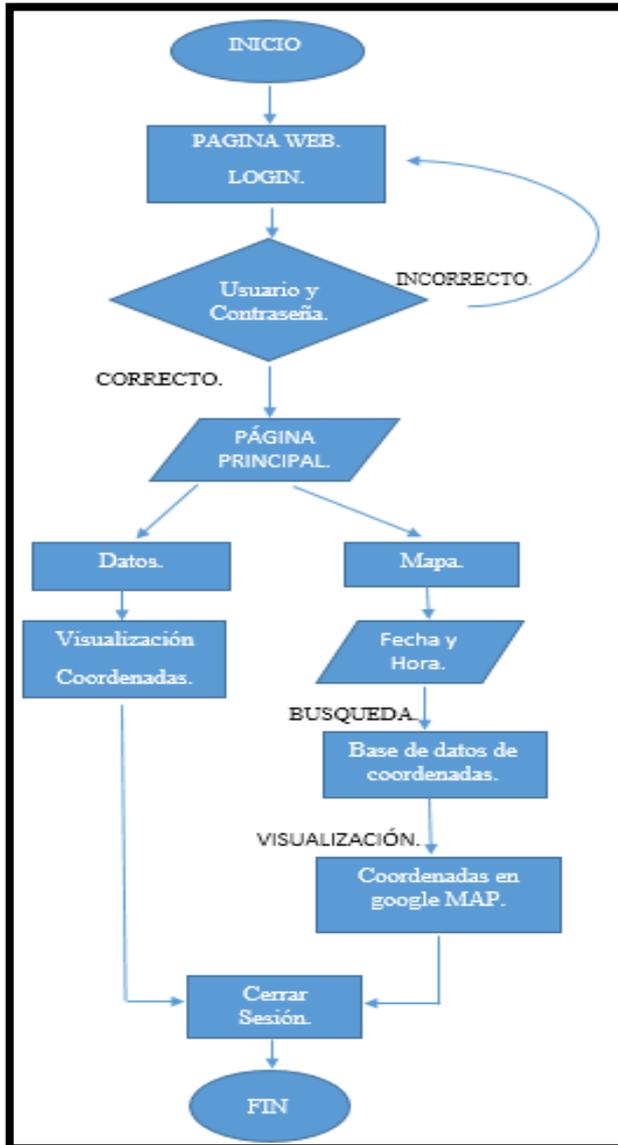


Figura 34. Diagrama del flujo del servidor web.

En la figura 34 se muestra el funcionamiento del servidor web en la cual se ingresa a la página web juliomoto2016.comlu.com donde el usuario tendrá acceso con su debida restricción, la página web tiene acceso de identificación por medio de usuario y contraseña, una vez digitalizado correctamente el usuario y contraseña se dirigirá a la página principal donde hay tres opciones (Datos, Mapa y Cerrar sesión).

En el botón Dato se puede visualizar las coordenadas de latitud, longitud, fecha y hora almacenadas en el servidor, en el botón Mapa se puede seleccionar la fecha y hora para la visualización de los puntos de coordenadas en el mapa y

hacer un rastreo de localidad y seguimiento del vehículo y por último en el botón cerrar sesión, se puede cerrar la página y regresa a la página de autenticación de usuario.

### A. Configuración del servidor web.

En el navegador se introduce la dirección web del servidor a crear [www.000webhost.com](http://www.000webhost.com) obteniendo la página principal del servidor (véase figura 35).



Figura 95. Free web hosting.

Se realiza un registro para la creación de nueva cuenta y tener acceso al servidor web obteniendo los datos de la creación de cuenta (véase figura 36).

» Customer Details	
Name	JULIO
Email	juliorntm_88@hotmail.com
Password	Change
Registration	2016-04-13 01:20
Account Status	Active
Last Login From	186.46.201.107
» Premium Hosting	
<a href="#">Order Now</a>	

Figura 106. Cuenta de usuario.

Se crea el subdominio que se encuentre disponible para la visualización de nuestra página web. juliomoto2016.comlu.com (véase figura 37).

» Account Information	
Domain	juliomoto2016.comlu.com
Username	a7019627
Password	Change
Disk Usage	2.01
Bandwidth	100000 MB (100GB)
Home Root	/home/a7019627
Server Name	server38.000webhost.com
IP Address	31.170.160.102
Apache ver.	2.2.19 (Unix)
PHP version	5.2.*
MySQL ver.	5.1
Activated On	2016-04-13 01:19
Status	Active
Plan	Free (Upgrade!)

Figura 117. Subdominio.

Para el registro de datos en la web se necesita crear una base de datos (véase figura 38) donde se almacenarán las coordenadas del GPS provenientes del Módulo GSM/GPRS.

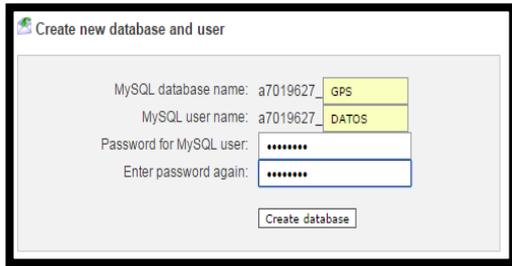


Figura 38. Base de datos.

Una vez creada la base de datos se procede a crear las tablas (véase figura 39) donde se almacenaran los datos necesarios de las coordenadas del GPS.

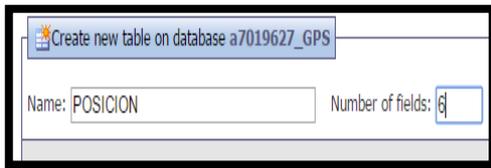


Figura 39. Creación de tabla.

Realizada la creación de la tabla se tiene donde se van almacenar los datos recibidos por el sistema de alerta mediante GPRS (véase figura 40).

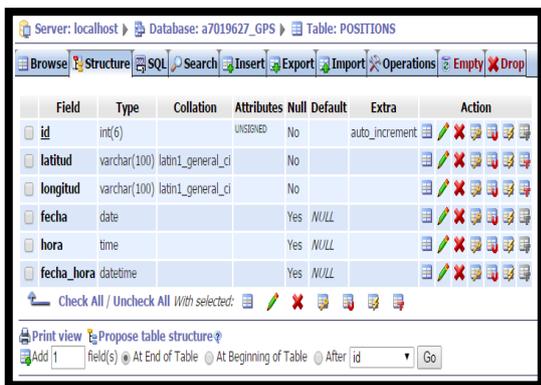


Figura 40. Tabla position.

Para la visualización de la página web creada mediante código HTML, es mediante la dirección web: juliomoto2016.comlu.com (véase figura 41).

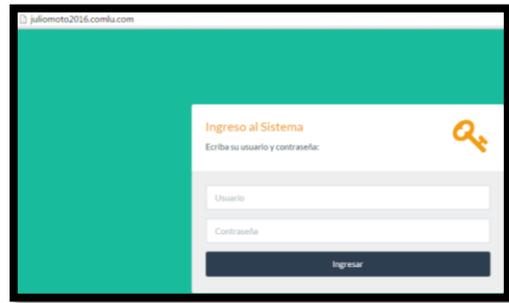


Figura 41. Página web.

Se necesita permisos de ingreso con lo cual se tendrá que llenar los campos de usuario y contraseña para acceder a la información (véase figura 42), registrados en la base de datos.



Figura 42. Página web principal.

Dentro de la página web se tiene tres opciones en la cual se puede seleccionar. Datos para visualizar las coordenadas, Mapa para visualizar el o los puntos en el mapa de google map y Cerrar sesión para volver a la página de autenticación.

En el botón Datos se puede ver los puntos de coordenadas en latitud y longitud (véase figura 43) como también la fecha y hora recibida del sistema de seguridad.

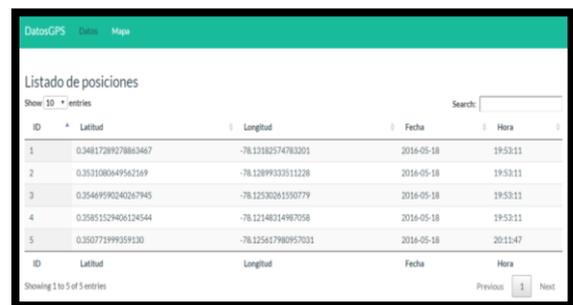


Figura 43. Visualización datos.

Para el botón Mapa (véase figura 44) hay que escoger la fecha y hora de inicio y fin para que muestre los puntos de dicho rango ingresado por el usuario y verificar el recorrido o ubicación de la moto.

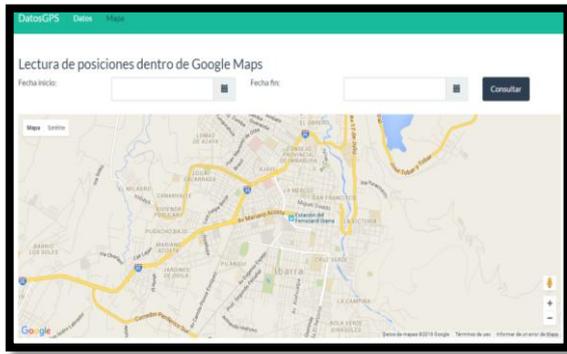


Figura 44. Visualización mapa.



Figura 47. Eje de la moto.

### XIII. IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD.

La motocicleta cuenta con un chasis que es la parte principal de la moto ya que es la estructura que soporta los elementos de la moto.



Figura 45. Chasis de moto.

En la parte interna de la moto, estructura del chasis (véase figura 45) se instalará el equipo de seguridad (véase figura 46) para que no pueda ser fácilmente manipulado y funcione correctamente el sistema de seguridad.

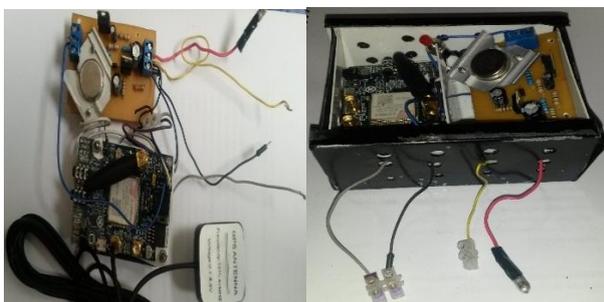


Figura 46. Estuche del dispositivo de seguridad.

El sensor magnético se colocara en la parte delantera en el eje dela moto (véase figura 47), con finalidad de al bloquear la moto haga contacto la parte del imán con el sensor magnético.

### XIV. FUNCIONAMIENTO DEL MODO DE ALERTA DE MANIPULACIÓN.

El propietario del vehículo estaciona la moto con el manubrio girado hacia la izquierda (véase figura 48), y así los sensores magnéticos se junten esperando ser energizados.



Figura 48. Motocicleta.

Hay que establecer conexión mediante bluetooth para activar el sistema de alerta por medio de la aplicación instalado en el celular del propietario (véase figura 49).



Figura 49. APP.

Cuando muevan el manubrio de la moto por algún evento no autorizado, los sensores se abrirán y enviarán la señal de alerta por medio del envío de SMS de alerta desde el dispositivo de seguridad al celular del propietario (véase figura 50).

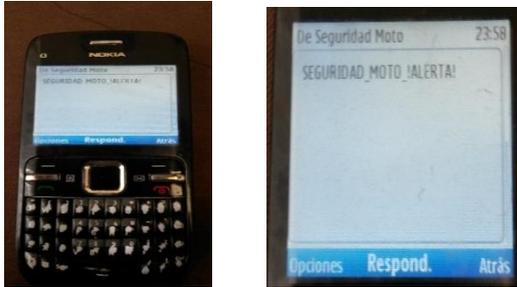


Figura 50. Dispositivo del propietario.

## XV. FUNCIONAMIENTO DEL MODO DE ENVÍO DE COORDENADAS AL SERVIDOR WEB.

Las coordenadas del GPS (latitud y longitud) se estarán enviando constantemente a la base de datos del servidor web y se podrá visualizar esa información (latitud y longitud) en la página web [julimoto2016.comlu.com](http://julimoto2016.comlu.com) (véase figura 51).

ID	Latitud	Longitud	Fecha	Hora
481	0.3506	-76.1255	2016-06-22	11:40:30
482	0.3506	-76.1255	2016-06-22	11:41:43
483	0.3506	-76.1255	2016-06-22	11:42:57
485	0.3506	-76.1257	2016-06-22	13:31:13
486	0.3506	-76.1257	2016-06-22	13:32:24
487	0.3506	-76.1257	2016-06-22	13:33:43
488	0.3506	-76.1257	2016-06-22	13:34:00
489	0.3506	-76.1257	2016-06-22	13:34:18
490	0.3506	-76.1257	2016-06-22	13:34:36
491	0.3506	-76.1257	2016-06-22	13:34:53

Figura 51. Coordenadas GPS.

También se puede visualizar en la página web la ubicación de la motocicleta mediante la fecha y hora insertada por el usuario para verificar la posición en donde estacionó el vehículo (véase figura 52). También se puede visualizar el recorrido que se haya procedido a realizar durante un determinado tiempo en fecha y hora.

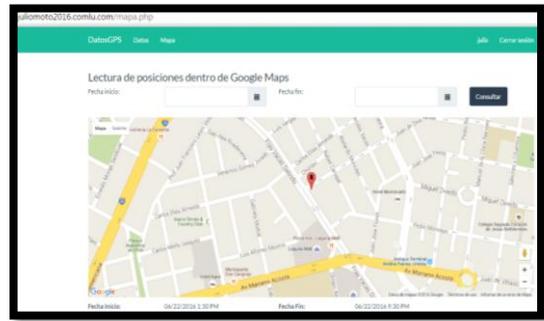


Figura 52. Visualización de coordenadas de la moto.

### A. Beneficio del proyecto.

Para saber el beneficio del dispositivo de seguridad para motos, se realiza una comparación del sistema de seguridad propuesto en este proyecto mediante la relación que existe con otros sistemas de seguridad de rastreo y localización (véase tabla IV).

TABLA IV.

COMPARATIVA ENTRE OTROS SISTEMAS DE RASTREO Y LOCALIZACIÓN.

Sistema de seguridad propuesto.	Sistema de rastreo GEO LOCATOR G100	Sistema de rastreo Star.
Conectividad GPRS y SMS GPS con 66 canales de adquisición / 22 de seguimiento	Conectividad GPRS y SMS GPS con 20 canales de seguimiento.	Conectividad GPRS y voz. GPS con 20 canales de seguimiento.
Precisión en localización (2.5 metros).	Precisión en Localización (3 metros).	Precisión en Localización (3 metros).
Tarifa mensual \$ 11,38	Tarifa mensual \$ 9,99	Tarifa mensual \$ 41.66
Precio del equipo \$ 130.88	Precio del equipo \$ 149	Precio del equipo \$ 211.48
Mantenimiento. \$ 25	Mantenimiento. \$ 35	Mantenimiento. \$ 40
Manipulación, rastreo y localización. Envío de datos cada 15 segundos.	Rastreo y localización. Envío de datos cada 1 minuto.	Rastreo y localización. Envío de datos cada 3 minutos.

Las ventajas con respecto a los diferentes Sistema de rastreo (véase tabla IV), tenemos en capacidad de canales del GPS lo que hace tener más opciones de conectividad al satélite, tiene más precisión para la localización de 2.5 metros con lo cual nos brinda una localidad del vehículo más eficaz; precio del equipo más económico con

funcionamientos de manipulación, rastreo y localización incluido y el envío de datos de coordenadas cada 15 segundos teniendo más información a cada momento, estos datos se pueden verificar personalmente y a cada hora dentro de la página web teniendo la ubicación y teniendo un rastreo del vehículo las 24 horas del día.

Otras ventajas del proyecto son de tener la opción de modificar el tiempo de envío de coordenadas del GPS lo que serviría para tener mayor dato de rastreo y así el usuario escogerá el tiempo que desee recibir las coordenadas de su vehículo, con un costo de mantenimiento de \$25 dólares.

## XVI. CONCLUSIONES

Se ha construido un dispositivo de alerta de manipulación para avisar el movimiento del manubrio de la moto por personas no autorizadas y evitar el hurto del vehículo.

Con la construcción del dispositivo de seguridad para el rastreo y localización, se puede hacer un seguimiento del vehículo y recuperar la moto en algún momento de pérdida del mismo.

Los sensores magnéticos brindan las características necesarias para la alerta de manipulación por su funcionamiento en circuito cerrado produciendo una señal de alerta cuando la moto sea manipulada o el cable del sensor ha sido cortado.

El empleo de la tecnología GPRS ha garantizado la comunicación del dispositivo de seguridad y el servidor web de forma rápida económica y optimizando el tiempo de transmisión a un bajo costo.

El dispositivo de seguridad permite el rastreo y localización de la moto durante las 24 horas con datos en intervalos de tiempo de 15 segundos obteniendo diversos puntos de la ruta realizada en el día o por horas

La moto que tenga implementado el dispositivo de seguridad contará con una señal de alerta (mensaje de texto) cuando muevan el manubrio de la moto.

Las coordenadas de la moto recibidas del GPS y almacenados en el servidor web facilitan al propietario rastrear y localizar el vehículo en cualquier momento desde un dispositivo con acceso a internet.

## RECONOCIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Ing. Omar Oña por el apoyo y tiempo aportado en el proceso del presente trabajo de titulación. A la Universidad Técnica del Norte por haberme permitido realizar mis estudios y obtener los conocimientos para la realización del presente y futuros proyectos en el área de Electrónica y Redes de Comunicación.

## REFERENCIAS

ALEJANDRO, B. W. (2010). *Característica de Servicio de Mensajería corta (SMS)*. Cuenca.: Universidad Politécnica Salesana.

ARDUINO. (03 de 2016). *ARDUINO*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

Carolina., R. (2012). *Sistema Global para Comunicaciones Móviles*. Puerto Rico.: Universidad Interamericana de Puerto Rico.

CLAVIJO, E. F. (2008). *TECNOLOGIA GSM*.

David, R. (2005). *Comunicaciones Inalambricas*. Alfaomega-Ra-Ma.

GROUP, B. (03 de 2016). *CCM*. Obtenido de <http://es.ccm.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>

Habram, I. J. (s.f.). *Universidad Tecnológica de Puebla*. Obtenido de <https://docs.google.com/presentation>

JPomares. (02 de 2015). *Universidad de Alicante*. Obtenido de [http://dfists.ua.es/~jpomares/arduino/page\\_04.htm](http://dfists.ua.es/~jpomares/arduino/page_04.htm)

MORA, Q. P. (2012). *Diseño y Construcción de un sistema de seguridad vehicular basado en mensajería corta (SMS) y Tonos DTMF a través de teléfonos celulares*. Quito.: Escuela Politécnica Nacional.

NACIONAL. (2010). *NACIONAL U. P.* Obtenido de <http://www.clusterfile.epn.edu.ec/ibernal/html/Inalambricas>

Pelaez., L. (03 de 06 de 2012). *Departamento de electricidad y electrónica*. Obtenido de [http://www.ele.uva.es/~lourdes/docencia/Master\\_IE/Sensor es.pdf](http://www.ele.uva.es/~lourdes/docencia/Master_IE/Sensor es.pdf)

Prieto, F. (2006). *Transmision de imagenes de video mediante Servicios Web XML sobre J2ME*. España: Universidad de Sevilla.

RoboMart. (03 de 2016). *RoboMart*. Obtenido de [www.RoboMart.com](http://www.RoboMart.com)

Sánchez, J. A. (2005). *Análisis y Estudio de red GPRS*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.

SIMCom, W. (2015). *www.sim.com*. Obtenido de [www.sim.com](http://www.sim.com)

SuperRobótica. (04 de 01 de 2016). *SuperRobótica*. Obtenido de [www.SuperRobotica.com](http://www.SuperRobotica.com)

Turnero., P. (2014). *Monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos101/sistema-gprs/sistema-gprs2.shtml>

Wordpress. (2013). *MARTINGONZALESPROYECTOS*. Obtenido de <https://martingonzalezproyectos.wordpress.com>

000webhost. (2016). *000webhost*. Obtenido de [www.000webhost.com](http://www.000webhost.com)



**Julio Rogelio Tamayo Morocho, Autor.** Realizó sus estudios secundarios en el colegio “Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre” de la ciudad de Ibarra obteniendo el bachillerato en “Físico Matemático”, los estudios universitarios los realizó en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la Universidad Técnica del Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación (CIERCOM).



**Omar Oña, Director.**

Profesional en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Actualmente es profesor de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) en la Universidad Técnica de Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación (CIERCOM), en áreas tales como electrónica, sistemas digitales y otros campos relacionados. Tiene experiencia en el campo de Asesoría Técnica, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de computación, instalación y mantenimiento de redes. A través de su servicio ha trabajado constantemente e incondicional en el desarrollo de proyectos de electrónica y telecomunicaciones.