



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON GPS Y
CONTROL DE SEGURIDAD VEHICULAR CON
COMUNICACIÓN GSM”

DAVID ALEJANDRO CERDA SÁNCHEZ
IVÁN PATRICIO PAZMIÑO DÍAS

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL GRADO DE

INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Año 2011

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON GPS Y CONTROL DE SEGURIDAD VEHICULAR CON COMUNICACIÓN GSM” fue desarrollado por **DAVID ALEJANDRO CERDA SÁNCHEZ** e **IVÁN PATRICIO PAZMIÑO DÍAS**, bajo nuestra supervisión, cumpliendo con normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Latacunga, Abril de 2011.

Ing. Germán Erazo
DIRECTOR

Ing. Julio Acosta
CO-DIRECTOR

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, David Alejandro Cerda Sánchez
Iván Patricio Pazmiño Días

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON GPS Y CONTROL DE SEGURIDAD VEHICULAR CON COMUNICACIÓN GSM”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto del diplomado en mención.

Latacunga, Abril de 2011.

David Cerda
C.I. 050281598-8

Patricio Pazmiño
C.I. 050214363-9

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, David Alejandro Cerda Sánchez

Iván Patricio Pazmiño Días

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, del trabajo: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON GPS Y CONTROL DE SEGURIDAD VEHICULAR CON COMUNICACIÓN GSM”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Abril de 2011.

David Cerda

C.I. 050281598-8

Patricio Pazmiño

C.I. 050214363-9

DEDICATORIA

A mis Padres Cecilia y Estuardo;
que han sido mi guía todos los días de mi vida;
a mis queridos hermanos Stephanie y Gabriel;
y a mi amada esposa Carolina.

David Cerda

AGRADECIMIENTO

Que Dios nos de la sabiduría para descubrir lo correcto, la voluntad para elegirlo y la fuerza para hacer que perdure.

Agradezco a Dios, a mis Padres, por la oportunidad de existir y los estímulos brindados con infinito amor, gracias a ellos ha sido posible la culminación de esta etapa de mi vida.

A mi esposa, Carolina y a mis hermanos, Gabriel y Stephanie por su apoyo incondicional día a día.

A los ingenieros Germán Erazo y Julio Acosta por abrirme las puertas y guiarme en la consecución de este proyecto, y a todos aquellos maestros que no se limitaron en transmitirme sus conocimientos, sino que me enseñaron a crecer como persona y me alentaron a seguir adelante.

A los amigos y compañeros que compartieron conmigo la vida universitaria y fueron partícipes de cada experiencia, gracias por permitirme aprender de ustedes.

David Cerda

DEDICATORIA

A mis Padres Patricio y Francisca;

que son los principales gestores de este logro;

a mis hermanos Francisco y Gustavo;

y a todos mis familiares y amigos

que de una u otra forma apoyaron para que este sueño se vuelva realidad.

Patricio Pazmiño

AGRADECIMIENTO

A mis Padres en primer lugar, ya que ellos son los principales inversionistas de este proyecto de vida, a mis hermanos que sin su valioso recordatorio; de que los tengo que mantener, no tendría esa ambición y las ganas de ser grande, ni podría haber vencido todos los retos y a veces decepciones que hubo al trajinar de mi vida estudiantil, a mis abuelos maternos que fueron quienes pusieron el hombro cuando alguna vez pensé en desertar, y a mis demás familiares que de una u manera con sus bromas, consejos y demás ocurrencias, apoyaron para que este sueño se convirtiera en realidad.

A los Ingenieros Germán Erazo y Julio Acosta que pusieron todo su empeño en guiarnos entregarnos todos sus conocimientos, y a todos nuestros maestros que nunca fue suficiente tan solo el impartir su cátedra, si no que al pasar de los años entregaron su amistad, y sus experiencias de vida que nos ayudaron a crecer tanto como estudiantes y personas.

Sin olvidar a los nuevos integrantes de mi familia, Ximena, María Fernanda y Martín, que sin su apoyo incondicional no habría podido concluir con esta tan trascendental etapa, de este largo proyecto de vida.

Patricio Pazmiño

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	- 1 -
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	- 1 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 1 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	- 2 -
1.3. OBJETIVO GENERAL	- 3 -
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	- 3 -
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	- 4 -
CAPÍTULO 2	- 6 -
2. MARCO TEÓRICO	- 6 -
2.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS	- 6 -
2.1.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS	- 6 -
2.1.2 INTRODUCCIÓN A LOS RECEPTORES GPS	- 8 -
a. TIPOS DE RECEPTORES GPS	- 9 -
2.2 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES GSM	- 9 -
2.2.1 FRECUENCIAS USADAS POR GSM	- 10 -
2.2.2 ARQUITECTURA DE LA RED GSM	- 11 -
a. REPARTO DEL ESPECTRO DISPONIBLE	- 11 -
b. CAPA DE RADIO Y CONTROL DE RADIO: SUBSISTEMA DE ESTACIONES BASE O BSS	- 12 -
b.1 DIVISIÓN EN CELDAS: ESTACIONES BASE O BS	- 13 -
c. HANDOVER: EL CONTROLADOR DE ESTACIONES BASE O BSC	- 15 -
d. SEÑALIZACIÓN	- 16 -
e. SUBSISTEMA DE RED Y CONMUTACIÓN O NSS	- 18 -
f. CENTRAL DE CONMUTACIÓN MÓVIL O MSC	- 18 -
g. REGISTROS DE UBICACIÓN BASE Y VISITANTE (HLR, VLR)	- 19 -
h. OTROS SISTEMAS	- 20 -

2.2.3 TARJETA SIM _____	- 20 -
2.2.4 SERVICIOS _____	- 21 -
a. SERVICIOS BÁSICOS _____	- 21 -
b. SERVICIOS SUPLEMENTARIOS _____	- 21 -
2.2.5 SERVICIO SMS _____	- 22 -
2.3 SISTEMAS DEL VEHÍCULO SUZUKI SIDEKICK _____	- 23 -
2.3.1 DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DEL VEHÍCULO _____	- 24 -
2.3.2 IDENTIFICACIÓN DEL CÓDIGO DE MOTOR _____	- 27 -
2.3.3 SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA _____	- 27 -
2.3.4 INYECCIÓN ELECTRÓNICA MULTEC - MPFI _____	- 28 -
2.3.5 DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE _____	- 29 -
2.3.6 COMPONENTES DEL SISTEMA MULTEC – MPFI _____	- 29 -
2.3.7 SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO. _____	- 32 -
a. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO. _____	- 32 -
b. NÚMERO DE PINES DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO. _____	- 34 -
2.3.8 SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN _____	- 34 -
a. BOMBA DE COMBUSTIBLE _____	- 35 -
2.3.9 SUBSISTEMA DE INGRESO DE AIRE _____	- 37 -
2.3.10 SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO _____	- 38 -
2.3.11 ENCENDIDO ELECTRÓNICO _____	- 39 -
a. DISTRIBUIDOR _____	- 40 -
b. ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO _____	- 41 -
CAPÍTULO 3 _____	- 44 -
3. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS _____	- 44 -
3.1 HIPÓTESIS _____	- 44 -
3.1.1 HIPÓTESIS GENERAL _____	- 44 -
3.1.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS _____	- 44 -

3.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN _____	- 45 -
3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE _____	- 45 -
3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE _____	- 45 -
3.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES _____	- 45 -
a. VARIABLE INDEPENDIENTE _____	- 45 -
b. VARIABLE DEPENDIENTE _____	- 46 -
CAPÍTULO 4 _____	- 47 -
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN _____	- 47 -
4.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN _____	- 47 -
4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS _____	- 47 -
4.2.1 DISEÑO DE ENCUESTAS PARA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN _____	- 48 -
4.3 PRUEBA PILOTO _____	- 50 -
4.4 POBLACIÓN Y MUESTRA _____	- 50 -
4.4.1 POBLACIÓN _____	- 50 -
4.4.2 TIPO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA _____	- 51 -
4.5 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS _____	- 52 -
4.6 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS _____	- 52 -
4.7 INFORME DE RESULTADOS _____	- 52 -
4.8 DISEÑO ELECTRÓNICO _____	- 64 -
4.8.1 DISEÑO ELECTRÓNICO DE HABILITACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL MÓDULO HACIA EL VEHÍCULO SUZUKI SIDEKICK _____	- 64 -
4.8.2 LISTA DE MATERIALES _____	- 67 -
4.9 DISEÑO DEL SOFTWARE _____	- 69 -
4.10 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE _____	- 82 -
4.11 ANÁLISIS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES _____	- 85 -
4.12 MANUALES DE USUARIO _____	- 94 -
4.12.1 CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO GPS / GSM _____	- 94 -
4.12.2 MANUAL DE USUARIO _____	- 96 -

CONCLUSIONES	_____	- 109 -
RECOMENDACIONES	_____	- 110 -
BIBLIOGRAFÍA	_____	- 111 -
ANEXOS	_____	- 113 -
ANEXO A: ARTÍCULO	_____	- 114 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Diagrama de aplicación.	- 5 -
Figura 2.1: Funcionamiento del sistema GPS.	- 7 -
figura 2.2 esquema general de una red GSM.	- 13 -
Figura 2.3: Servicio SMS.	- 22 -
Figura 2.4 Suzuki Sidekick	- 23 -
Figura 2.5 Suzuki Sidekick	- 23 -
Figura 2.6 Motor del vehículo Suzuki Sidekick	- 25 -
Figura 2.7 Ubicación de los inyectores en el motor del vehículo	- 26 -
Figura 2.8 Sistema de control del motor del vehículo Suzuki Sidekick	- 27 -
Figura 2.9 Diagrama de bloque del sistema de inyección de combustible	- 29 -
Figura 2.10 Componentes del sistema Multec MPFI.....	- 31 -
Figura 2.11 Ubicación de la ECU.	- 34 -
Figura 2.12 Esquema del subsistema de alimentación.....	- 35 -
Figura 2.13 Bomba de combustible	- 37 -
Figura 2.14 Subsistema de ingreso de aire	- 37 -
Figura 2.15 Conector obdi del vehículo Suzuki Sidekick.....	- 39 -
Figura 2.16 Estructura del sensor hall.....	- 40 -
Figura 2.17 Distribuidor.....	- 41 -
Figura 2.18 Conector del distribuidor	- 41 -
Figura 2.19 Esquema eléctrico del sistema de encendido.....	- 42 -
Figura 4.1: Pregunta 1	- 53 -
Figura 4.2: Pregunta 2	- 54 -
Figura 4.3: Pregunta 3	- 55 -
Figura 4.4: Pregunta 4	- 56 -
Figura 4.5: Pregunta 5	- 57 -
Figura 4.6: Pregunta 6	- 58 -
Figura 4.7: Pregunta 7	- 59 -
Figura 4.8: Pregunta 8	- 60 -
Figura 4.9: Pregunta 9	- 61 -
Figura 4.10: Pregunta 10	- 62 -
Figura 4.11: Pregunta 10	- 63 -
Figura 4.12 Plano de conexiones eléctricas del módulo gps/gsm hacia el vehículo.....	- 66 -
Figura 4.13 Pantalla de inicio.....	- 69 -
Figura 4.14 Menú principal.....	- 70 -
Figura 4.15 Bloqueo de encendido de vehículo.....	- 71 -
Figura 4.16 Bloqueo de bomba de combustible.....	- 71 -
Figura 4.17 Habilidad ON.....	- 72 -

Figura 4.18	Habilitación OFF	- 72 -
Figura 4.19	Opción de accesorios	- 73 -
Figura 4.20	Menú de accesorios.....	- 73 -
Figura 4.21	Submenú de opciones – Abrir seguros	- 74 -
Figura 4.22	Submenú de opciones – Cerrar seguros.....	- 74 -
Figura 4.23	Intervalo de datos.....	- 75 -
Figura 4.24	Intervalo de datos - Opciones	- 75 -
Figura 4.25	Exceso de velocidad	- 76 -
Figura 4.26	Exceso de velocidad - Opciones	- 76 -
Figura 4.27	Salida del perímetro	- 77 -
Figura 4.28	Salida del perímetro - Opciones	- 77 -
Figura 4.29	Ahorro de energía	- 78 -
Figura 4.30	Ahorro de energía – Opciones	- 78 -
Figura 4.31	Consultas	- 79 -
Figura 4.32	Posición	- 79 -
Figura 4.33	Link google.....	- 80 -
Figura 4.34	Posición por llamada	- 80 -
Figura 4.35	Acerca	- 81 -
Figura 4.36	Acerca - Opciones.....	- 81 -
Figura 4.37	Módulo GPS / GSM	- 82 -
Figura 4.38	Antenas GPS y GSM	- 82 -
Figura 4.39	Conexión de entradas y salidas.....	- 83 -
Figura 4.40	Switch de habilitación de alarma de puertas	- 83 -
Figura 4.41	Pulsadores de puertas laterales	- 84 -
Figura 4.42	Pulsador de puerta de capot	- 84 -
Figura 4.43	Cableado de pulsadores	- 84 -
Figura 4.44	Mensaje de botón de pánico	- 85 -
Figura 4.45	Mensaje de apertura de puertas.....	- 85 -
Figura 4.46	Salida 4 activada	- 86 -
Figura 4.47	Salida 4 desactivada.....	- 86 -
Figura 4.48	Salida 2 activada	- 87 -
Figura 4.49	Salida 2 desactivada.....	- 87 -
Figura 4.50	Salida 3 activada	- 88 -
Figura 4.51	Salida 3 desactivada.....	- 88 -
Figura 4.52	Salida 5 activada	- 89 -
Figura 4.53	Salida 5 desactivada.....	- 89 -
Figura 4.54	Posición	- 90 -
Figura 4.55	Convertidor a decimal.....	- 90 -
Figura 4.56	Mapa	- 91 -
Figura 4.57	Posición por link google	- 91 -

Figura 4.58 Mapa google	- 92 -
Figura 4.59 Posición por llamada	- 92 -
Figura 4.60 Exceso de velocidad	- 93 -
Figura 4.61 Salida del perímetro	- 93 -
Figura 4.62 Ahorro de energía	- 94 -
Figura 4.63 Bloqueos	- 96 -
Figura 4.64 Bloqueos – opciones	- 96 -
Figura 4.65 Opciones	- 97 -
Figura 4.66 Bloquear.....	- 97 -
Figura 4.67 Bloquear.....	- 98 -
Figura 4.68 Accesorios.....	- 98 -
Figura 4.69 Puertas	- 99 -
Figura 4.70 Abrir / Cerrar seguros	- 99 -
Figura 4.71 Mensajes de confirmación	- 100 -
Figura 4.72 Intervalo de datos.....	- 100 -
Figura 4.73 Opciones	- 101 -
Figura 4.74 Mensaje de confirmación.....	- 101 -
Figura 4.75 Exceso de velocidad	- 102 -
Figura 4.76 Mensaje de confirmación.....	- 102 -
Figura 4.77 Perímetros	- 103 -
Figura 4.78 Opciones	- 103 -
Figura 4.79 Ahorro de energía	- 104 -
Figura 4.80 Mensaje de confirmación.....	- 104 -
Figura 4.81 Posición y velocidad	- 105 -
Figura 4.82 Mensaje de confirmación.....	- 105 -
Figura 4.83 Link google	- 106 -
Figura 4.84 Mensaje de confirmación.....	- 106 -
Figura 4.85 Posición por llamada	- 107 -
Figura 4.86 Mensaje de confirmación.....	- 107 -
Figura 4.87 Acerca	- 108 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Frecuencias usadas por GSM.....	- 10 -
Tabla 2.2 Características del Motor	- 24 -
Tabla 2.3 Sistema de Alimentación de Combustible	- 24 -
Tabla 2.4 Transmisión.....	- 24 -
Tabla 2.5 Seguridad del Vehículo	- 25 -
Tabla 2.6: Sistema de Control del Motor del Vehículo Suzuki Sidekick	- 28 -
Tabla 2.7 Componentes del Sistema Multec – MPFI	- 30 -
Tabla 2.8 Subsistema de Ingreso de Aire.....	- 38 -
Tabla 2.9 Esquema eléctrico del sistema de encendido	- 43 -
Tabla 3.1. Operacionalización de la variable independiente.....	- 45 -
Tabla 3.2. Operacionalización de la variable dependiente.....	- 46 -
Tabla 4.1 Encuesta	- 49 -
Tabla 4.2 Matriz de segmentación de mercados	- 50 -
Tabla 4.3: Pregunta 1	- 53 -
Tabla 4.4: Pregunta 2	- 54 -
Tabla 4.5: Pregunta 3	- 55 -
Tabla 4.6: Pregunta 4	- 56 -
Tabla 4.7: Pregunta 5	- 57 -
Tabla 4.8: Pregunta 6	- 58 -
Tabla 4.9: Pregunta 7	- 59 -
Tabla 4.10: Pregunta 8	- 60 -
Tabla 4.11: Pregunta 9	- 61 -
Tabla 4.12: Pregunta 10	- 62 -
Tabla 4.13: Pregunta 10	- 63 -
Tabla 4.14 Materiales.....	- 67 -
Tabla 4.15: Mensajes de configuración del módulo GPS / GSM	- 95 -

RESUMEN

La inseguridad es un problema que ha afecta a la sociedad y con el pasar de los años sus índices han aumentado de manera alarmante en nuestro país, el hurto y robo de vehículos es uno de los delitos más preocupantes, hasta el mes de abril del presente año el robo de carros registrado por la policía ascienden a 1.967.

La falta de herramientas tecnológicas aumenta el problema de la inseguridad, ya que no permite la rápida, ágil, y efectiva acción policial, permitiendo el tránsito normal por las calles y carreteras de vehículos robados en nuestro país.

Consientes de las amenazas externas a las unidades vehiculares que aumentan continuamente por la delincuencia, se ha decidido diseñar un sistema de seguridad vehicular, que permite el bloqueo remoto de un automóvil por parte del usuario autorizando la red de un operador celular (GSM). Esta alarma no solamente suena cuando la seguridad del vehículo ha sido violada, sino que inmediatamente será reportada al teléfono celular.

El sistema se controla mediante mensajes de texto (SMS), a través de los cuales se podrá bloquear el sistema eléctrico de un vehículo sin necesidad de adquirir un control de mando adicional.

La red GSM se comunica a un MODEM, que en su interior posee un módulo GPRS/GSM y una unidad GPS. El MODEM principal está conectado a una unidad microcontrolada que permitirá la interconexión de este con el dispositivo de bloqueo del automóvil.

Una de las principales ventajas de este sistema es que el beneficiario puede tener el completo control sobre su vehículo desde la comodidad de su hogar u oficina con la ayuda de su celular. Llamadas, mensajes de texto cortos y fáciles de recordar. De esta manera aunque los vehículos sean manejados por terceros el control será del dueño del automotor.

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el pasar del tiempo, la protección de los vehículos se ha tornado una preocupación latente por los elevados índices de delincuencia en nuestro país y su perfeccionamiento técnico con lo que han vuelto obsoletas las alarmas comunes, siendo necesario nuevas alternativas tecnológicas para aumentar la seguridad en los vehículos.

Con el avance tecnológico, la fusión existente entre la electrónica aplicada y la ingeniería automotriz, se ha vuelto más compacta y conjunta. Por ello, existen innumerables aplicaciones que día a día mejoran el desempeño, control y seguridad de los vehículos.

El sistema de posicionamiento global mediante satélites (GPS: Global Positioning System) supone uno de los más importantes avances tecnológicos de las últimas décadas. Diseñado inicialmente como herramienta militar para la estimación precisa de posición, velocidad y tiempo y que se ha utilizado también en múltiples aplicaciones civiles. Las aplicaciones civiles siguen proliferando a un ritmo exponencial, obteniendo mayor cantidad de señales que representan un aviso, así como también con mayor capacidad de control.

La integración entre el vehículo y el sistema de posicionamiento global ha permitido tener conocimiento de la ubicación de cualquier tipo de vehículo móvil, en cualquier momento y lugar del globo terrestre.

El objetivo de este sistema es la localización de uno o más móviles desde un centro de control (con parámetros con diversas medidas ya sea por frecuencia

horas, distancias recorrida, superación de velocidades, tiempos de parada, tiempo sin parar, por entrada o salidas a puntos o zonas geográficas que se determinen, por desviación de rutas, etc.), que permitirá un control de flotas.

Este sistema junto con la tecnología GSM se utiliza en algunos celulares para vincularse a un receptor GPS diseñado para tal efecto. Son módulos independientes del teléfono que se comunican vía inalámbrica, bluetooth, o implementados en el mismo terminal móvil, y que le proporcionan los datos de posicionamiento que son interpretados por un programa de navegación.

A pesar de estas prestaciones, el grado de penetración de estos productos en el mercado ha sido muy pequeño hasta el momento actual, por lo que es necesario implementar este sistema a menor costo para que permita un control de la movilidad, el desplazamiento y la localización del vehículo, brindando seguridad y confort a su propietario.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ESPE Extensión Latacunga oferta varias carreras y entre ellas se encuentra la de Ingeniería Automotriz, que tiene como propósito analizar sistemas electrónicos y mecánicos aplicados en los vehículos por lo que el problema se formula tomando en consideración las siguientes interrogantes.

¿Cuál es el funcionamiento de sistema de posicionamiento global utilizado en los vehículos automotrices?

¿Cuáles son las aplicaciones para la red GSM para la recepción de señales desde y hacia el vehículo?

¿Qué sistemas del vehículo se pueden controlar por medio de módulos?

¿Qué elementos eléctricos y electrónicos son necesarios para la implementación del sistema en el vehículo?

¿Cuál es el procedimiento de instalación del módulo GPS/GSM con el fin de conocer la ubicación del vehículo y su velocidad, así como, neutralizar su funcionamiento en casos de emergencia por medio de un teléfono móvil?

¿Qué pruebas son necesarias para revisar el óptimo funcionamiento del sistema?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM para elevar el nivel de seguridad de vehículos automotrices.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- Investigar sobre el funcionamiento del equipo de posicionamiento global utilizado en los vehículos automotrices.
- Aplicar la comunicación GSM para la recepción de señales del vehículo.
- Investigar acerca de los sistemas que se pueden controlar en el vehículo por medio de los módulos.
- Seleccionar los elementos eléctricos y electrónicos necesarios para la implementación del sistema.
- Instalar el módulo GPS/GSM con el fin de conocer la ubicación del vehículo y su velocidad, así como, neutralizar su funcionamiento en casos de emergencia por medio de un teléfono móvil.
- Realizar pruebas del sistema en el vehículo para condiciones normales.
- Realizar un manual de usuario que sintetice el funcionamiento del sistema, así como su correcta utilización.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En la actualidad los vehículos no disponen de un dispositivo estándar de posicionamiento global, por lo que es necesario realizar una investigación relacionada con la aplicación de tecnología GSM en lo referente a ubicación, seguridad y control de vehículos automotrices.

El sistema permitirá determinar la posición, velocidad, tiempo del vehículo mediante las señales del GPS, y al mismo tiempo se puede realizar maniobras de control que permitan accionar diferentes tipos de alarmas y opciones de control del vehículo.

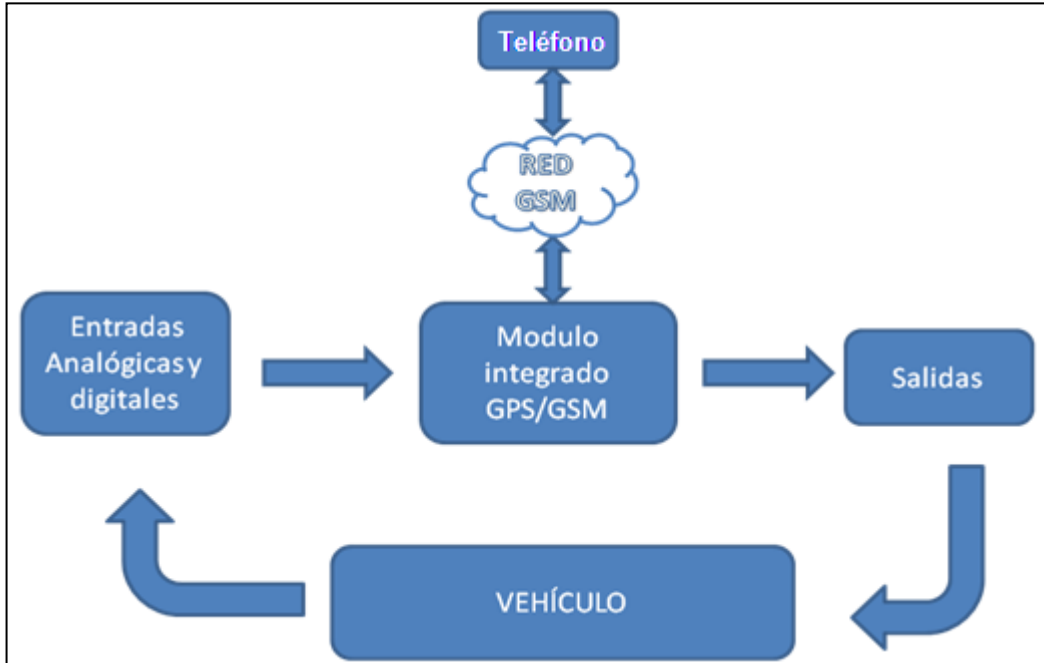
La localización de uno o más móviles a través de este sistema permitirá:

- Control del encendido del vehículo.
- Tratamiento específico en función de esos valores como la generación de alarmas.
- Utilización del medio de comunicación disponible que es la tecnología GSM.

Es interesante destacar, la gran utilidad de estos dispositivos para cuestiones de seguridad, si se considera la cantidad de pérdida de vidas y de situaciones traumáticas que se podrían evitar, si en cualquier tipo de actividad al aire libre en la que las cosas se han complicado y se requiere la actuación de un equipo de rescate, se les pudiera facilitar la posición exacta que se encuentra un accidentado.

Probablemente, parezca un tanto sofisticado y poco ortodoxo, andar por ahí con un GPS y un teléfono móvil GSM por si se tiene problemas, pero las prestaciones de seguridad y control son incalculables.

La aplicación a realizar esta basado en el siguiente diagrama de bloques:



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 1.1: Diagrama de aplicación.

Sin duda, el futuro está en la plena obtención de la satisfacción del propietario del vehículo, a través del cumplimiento de los requerimientos establecidos o esperados definidos por la seguridad, monitoreo y control de su automóvil, la que parece ser la situación del sector de la gestión de flotas de vehículos.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

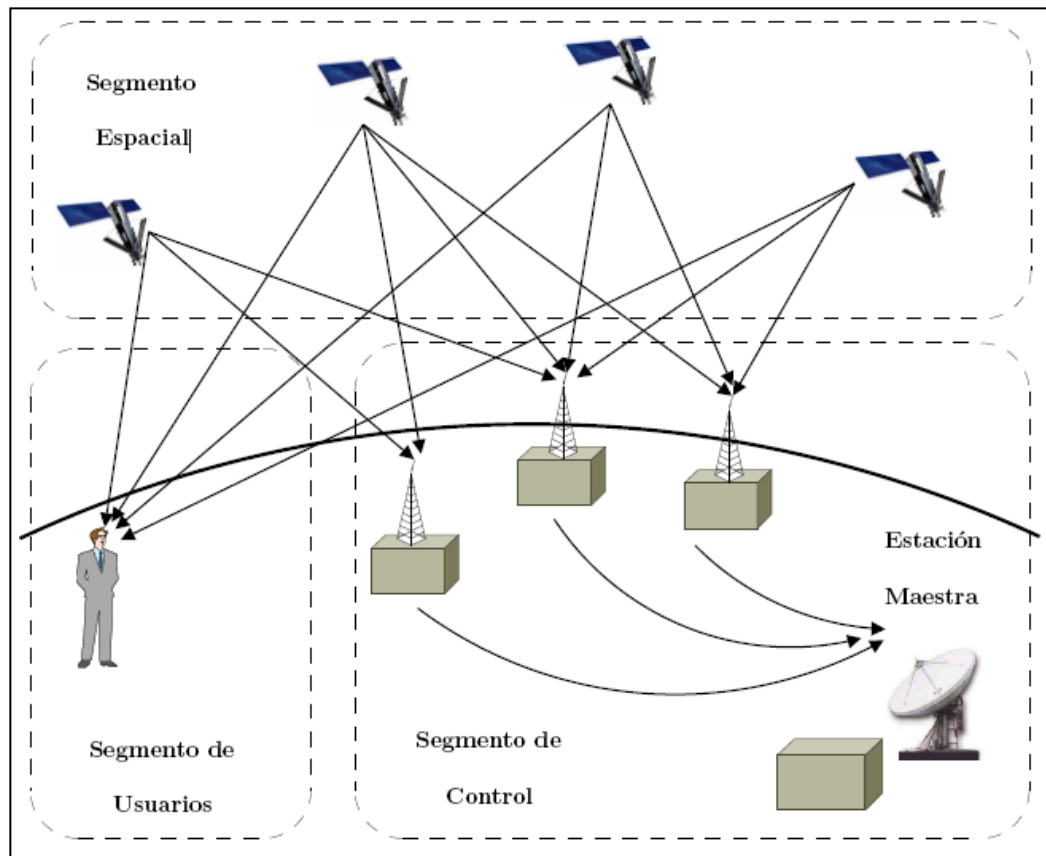
2.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS

El GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento global) es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros. Aunque su invención se atribuye al gobierno francés y belga, el sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

2.1.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS

El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo, a 20 200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red como se muestra en la figura 2.1, de los que recibe las señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el retraso de las señales (es decir, la distancia al satélite). Por "triangulación" calcula la posición en que este se encuentra. En el caso del GPS, la triangulación se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición. También se

consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.



Fuente: Herring T.: "The Global Positioning System", Scientific American, 1996

Figura 2.1: Funcionamiento del sistema GPS.

Cada uno de estos satélites da la vuelta al mundo dos veces al día, transmitiendo constantemente su identificación personal, trayectoria, posición respecto a un eje de coordenadas situado en el centro de la Tierra, y tiempo.

Por otro lado, se encuentra el denominado segmento de control, esto es, una estación maestra situada en Colorado Springs (EE.UU.) enlazada con una serie de estaciones monitoreadas, cada una de las cuales sigue a los satélites que se encuentran a su vista, transmitiendo la información entre estos satélites y la estación maestra.

El propósito de este intercambio de información no es otro que el de permitir al satélite transmitir una señal que es cuidadosamente cronometrada.

Finalmente se encuentra el segmento de usuarios, donde un observador mediante un receptor GPS puede determinar su posición y tiempo resolviendo un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas; observando las señales de cuatro satélites.

La transmisión de la información se realiza mediante la técnica de Spread Spectrum, todos los satélites transmiten en la misma frecuencia, pero cada uno utiliza un código particular que lo identifica. Un receptor extrae la señal de uno en particular mediante un decorrelator.

De esta manera, la posición se determina en base a la medición de las distancias desde el observador a los satélites, considerando el tiempo de propagación de la señal.

2.1.2 INTRODUCCIÓN A LOS RECEPTORES GPS

El receptor GPS es un sistema microprocesado con una capacidad de procesamiento suficiente para poder resolver el sistema de ecuaciones planteado. Consta de una etapa que procesa y extrae las señales de los satélites, y una etapa procesadora de alto desempeño. Cada canal es un decorrelator que permite extraer la señal de un satélite, y mediante el procesamiento adecuado se puede utilizar la información que este provee en la resolución del sistema de ecuaciones. El sistema de ecuaciones basado en cálculos de distancias y tiempos de propagación es un sistema no lineal, por lo que la resolución es en realidad una aproximación.

Explicado de una forma más práctica, cada vez que un observador solicita al receptor GPS la posición en la que se encuentra, el aparato compara la hora en que el mensaje fue enviado con la hora en que este fue recibido. Esta diferencia de

tiempo le dice al GPS lo lejos que el observador se encuentra de un satélite en particular, a lo que se añaden las mediciones de distancias efectuadas con respecto a otros satélites, de tal manera que su posición queda triangulada.

Además si se mantiene el GPS constantemente actualizado, también se puede llegar a saber datos como la velocidad y la dirección a la que se está navegando.

a. TIPOS DE RECEPTORES GPS

Existen dos tipos de receptores GPS: Los secuenciales y los multicanal (o continuos). Los primeros cuentan con un único canal, lo que supone que son más lentos y no ofrecen tanta precisión como los multicanal, que disponen de un mínimo de 4 canales. Actualmente, los GPS secuenciales han quedado desfasados, comercializándose casi únicamente los multicanal.

2.2 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES GSM

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM, proviene de "Groupe Special Mobile") es un sistema estándar, completamente definido, para la comunicación mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y puede hacer, enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por internet, acceso seguro a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) o mensajes de texto.

GSM se considera, por su velocidad de transmisión y otras características, un estándar de segunda generación (2G). Su extensión a 3G se denomina UMTS y difiere en su mayor velocidad de transmisión, el uso de una arquitectura de red ligeramente distinta y sobre todo en el empleo de diferentes protocolos de radio (W-CDMA).

La Asociación GSM (GSMA o GSM Association), este estándar es el más extendido en el mundo, con un 82% de los terminales mundiales en uso. GSM cuenta con más de 3.000 millones de usuarios en 212 países distintos, siendo el estándar predominante en Europa, América del Sur, Asia y Oceanía, y con gran extensión en América del Norte.

La utilidad del estándar GSM ha sido una ventaja tanto para consumidores (beneficiados por la capacidad de itinerancia y la facilidad de cambio de operador sin cambiar de terminal, simplemente cambiando la tarjeta SIM) como para los operadores de red (que pueden elegir entre múltiples proveedores de sistemas GSM, al ser un estándar abierto que no necesita pago de licencias).

2.2.1 FRECUENCIAS USADAS POR GSM

El interfaz de radio de GSM se ha implementado en diferentes bandas de frecuencia, por asuntos legales de disponibilidad de frecuencias no asignadas.

Tabla 2.1 Frecuencias usadas por GSM

Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Notas
GSM 850	GSM 850	128 – 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0	Usada en los EE.UU., Sudamérica y Asia.
GSM 900	P-GSM 900	1-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	La banda con que nació GSM en Europa
	E-GSM 900	975 – 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	E-GSM, extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0	GSM ferroviario (GSM-R).
GSM1800	GSM 1800	512 – 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	
GSM1900	GSM 1900	512 – 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0	Usada en Norteamérica, incompatible con 1800

Fuente: GSM Association, “GSM Roaming - Ecuador”, [citado el 11 de diciembre, 2007], disponible en: http://www.gsmworld.com/roaming/gsminfo/cou_ec.shtml

GSM provee recomendaciones, no requerimientos. Las especificaciones GSM definen las funciones y los requisitos de la interfaz en detalle, pero no dicen nada respecto al hardware.

La razón de esto, es limitar lo menos posible a los diseñadores y en cambio permitir a los operadores de telefonía celular comprar equipos de diferentes proveedores.

2.2.2 ARQUITECTURA DE LA RED GSM

a. REPARTO DEL ESPECTRO DISPONIBLE

Al diseñar la estructura de red para un sistema de telefonía móvil es la limitación en el rango de frecuencias disponibles. Cada "conversación" (o cada cliente de tráfico de datos) requiere un mínimo de ancho de banda para que pueda transmitirse correctamente.

A cada operador en el mercado se le asigna cierto ancho de banda, en ciertas frecuencias delimitadas, que debe repartir para el envío y la recepción del tráfico a y desde los distintos usuarios (por una parte, reciben la señal del otro extremo, y por otra envían su parte del texto). Por tanto, no puede emplearse una sola antena para recibir la señal de todos los usuarios a la vez, ya que el ancho de banda no sería suficiente; y además, deben separarse los rangos en que emiten unos y otros usuarios para evitar interferencias entre sus envíos. A este problema, o más bien a su solución, se le suele referir como reparto del espectro o división del acceso al canal. El sistema GSM basa su división de acceso al canal en combinar los siguientes modelos de reparto del espectro disponible. El primero es determinante a la hora de especificar la arquitectura de red, mientras que el resto se resuelve con circuitería en los terminales y antenas del operador:

- Empleo de celdas contiguas a distintas frecuencias para repartir mejor las frecuencias (SDMA, *Space Division Multiple Access* o acceso múltiple por división del espacio); reutilización de frecuencias en celdas no contiguas.
- División del tiempo en emisión y recepción mediante TDMA (*Time Division Multiple Access*, o acceso múltiple por división del tiempo).
- Separación de bandas para emisión y recepción y subdivisión en canales radioelétricos (protocolo FDMA, *Frequency Division Multiple Access* o acceso múltiple por división de la frecuencia).
- Variación pseudoaleatoria de la frecuencia portadora de envío de terminal a red (FHMA, *Frequency Hops Multiple Access* o acceso múltiple por saltos de frecuencia).

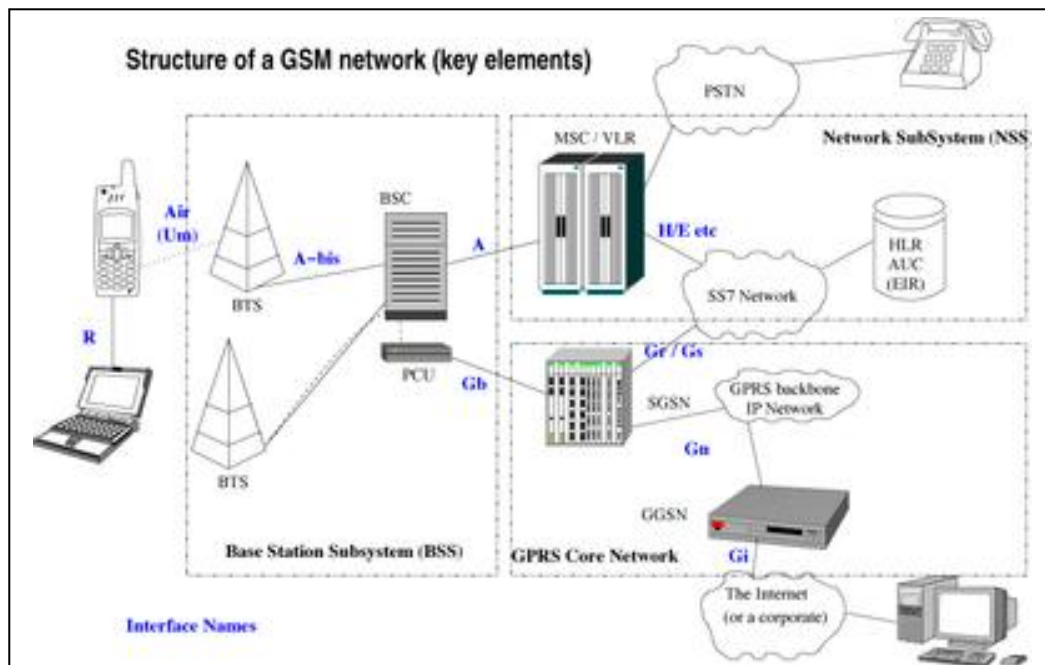
La BSS, capa inferior de la arquitectura (terminal de usuario – BS – BSC), resuelve el problema del acceso del terminal al canal. La siguiente capa (NSS) se encargará, por un lado, del enrutamiento (MSC) y por otro de la identificación del abonado, tarificación y control de acceso (HLR, VLR y demás bases de datos del operador). Este párrafo con tantas siglas se explica a continuación con más claridad, pero sirve de resumen general de la arquitectura de red empleada.

Por otra parte, las comunicaciones que se establezcan viajarán a través de distintos sistemas. Para simplificar, se denomina canal de comunicaciones a una comunicación establecida entre un sistema y otro, independientemente del método que realmente se emplee para establecer la conexión. En GSM hay definidos una serie de canales lógicos para el tráfico de llamadas, datos, señalización y demás propósitos.

b. CAPA DE RADIO Y CONTROL DE RADIO: SUBSISTEMA DE ESTACIONES BASE O BSS

Esta capa de red se ocupa de proporcionar y controlar el acceso de los terminales al espectro disponible, así como del envío y recepción de los datos.

b.1 DIVISIÓN EN CELDAS: ESTACIONES BASE O BS



Fuente: Lee W.: "Wireless & Cellular Telecommunications". 3rd Ed., McGraw Hill, 2006

Figura 2.2 Esquema general de una red GSM.

El sistema debe ser capaz de soportar una gran carga de usuarios, con muchos de ellos utilizando la red al mismo tiempo. Si sólo hubiera una antena para todos los usuarios, el espacio radioeléctrico disponible se saturaría rápidamente por falta de ancho de banda. Una solución es reutilizar las frecuencias disponibles. En lugar de poner una sola antena para toda una ciudad, se colocan varias, y se programa el sistema de manera que cada antena emplee frecuencias distintas a las de sus vecinas, pero las mismas que otras antenas fuera de su rango. A cada antena se le reserva cierto rango de frecuencias, que se corresponde con un cierto número de canales radioeléctricos (cada uno de los rangos de frecuencia en que envía datos una antena). Así, los canales asignados a cada antena de la red del operador son diferentes a los de las antenas contiguas, pero pueden repetirse entre antenas no contiguas.

Además, se dota a las antenas de la electrónica de red necesaria para comunicarse con un sistema central de control y para que puedan encargarse de la gestión del interfaz radio: el conjunto de la antena con su electrónica y su enlace con el resto de la red se llama estación base (BS, Base Station). El área geográfica a la que proporciona cobertura una estación base se llama celda o célula. A este modelo de reparto del ancho de banda se le denomina a veces SDMA o división espacial, el cual lo podemos observar más gráficamente para una mayor comprensión en la figura 2.2

El empleo de celdas requiere de una capa adicional de red que es novedosa en el estándar GSM respecto a los sistemas anteriores: es el controlador de estaciones base, o BSC, (*Base Station Controller*) que actúa de intermediario entre el “corazón” de la red y las antenas, y se encarga del reparto de frecuencias y el control de potencia de terminales y estaciones base. El conjunto de estaciones base coordinadas por un BSC proporcionan el enlace entre el terminal del usuario y la siguiente capa de red, ya la principal, que veremos más adelante. Como capa de red, el conjunto de BSs + BSC se denomina subsistema de estaciones base, o BSS (*Base Station subsystem*).

Una estación base GSM puede alcanzar un radio de cobertura a su alrededor desde varios cientos de metros (*en estaciones urbanas*) hasta un máximo práctico de 35 km (en zonas rurales), según su potencia y la orografía del entorno. Sin embargo, el número de usuarios que puede atender cada BS está limitado por el ancho de banda (subdividido en canales) que el BSC asigna a cada estación, y aunque podría pensarse que las estaciones base deberían tener una gran potencia para cubrir mayor área, tienen una potencia nominal de 320 W como máximo y, de hecho siempre emiten al menor nivel de potencia posible para evitar interferir con celdas lejanas que pudieran emplear el mismo rango de frecuencias, motivo por el cual es raro que se instalen modelos de más de 40 W. Es más, en zonas urbanas muy pobladas o túneles se instala un mayor número de BSs de potencia muy limitada (menor que 2,5 W) para permitir la creación de las llamadas pico y

microceldas, que permiten mejor reutilización de las frecuencias (cuantas más estaciones, más reutilización de frecuencias y más usuarios admisibles al mismo tiempo) o bien dan cobertura en lugares que una BS normal no alcanza o precisan de gran capacidad (túneles de metro o de carreteras, espacios muy concurridos, ciudades muy pobladas).

Por tanto, en zonas donde exista una gran concentración de usuarios, como ciudades, debe instalarse un gran número de BSs de potencia muy limitada, y en zonas de menor densidad de uso, como áreas rurales, puede reducirse el número de estaciones y ampliar su potencia. Esto asegura además mayor duración de la batería de los terminales y menor uso de potencia de las estaciones base.

El terminal no se encuentra emitiendo durante el transcurso de toda la llamada. Para ahorrar batería y permitir un uso más eficiente del espectro, se emplea el esquema de transmisión TDMA (*Time Division Multiple Access*, o acceso múltiple por división del tiempo). El tiempo se divide en unidades básicas de 4,615 ms, y estas a su vez en 8 *time slots* o ranuras de tiempo de 577 μ s. Durante una llamada, se reserva el primer *time slot* para sincronización, enviada por la BS; unos *slots* más tarde, el terminal emplea un *slot* para enviar de terminal a BS y otro para recibir, y el resto quedan libres para el uso de otros usuarios en la misma BS y canal. Así se permite un buen aprovechamiento del espectro disponible y una duración de batería superior, al no usar el emisor del terminal constantemente sino solo una fracción del tiempo.

c. HANDOVER: EL CONTROLADOR DE ESTACIONES BASE O BSC

Al mismo tiempo, la comunicación no debe interrumpirse porque un usuario se desplace y salga de la zona de cobertura de una BS, deliberadamente limitada para que funcione bien el sistema de celdas. Tanto el terminal del usuario como la BS calibran los niveles de potencia con que envían y reciben las señales e informan de ello al controlador de estaciones base o BSC (*Base Station Controller*).

Además, normalmente varias estaciones base al mismo tiempo pueden recibir la señal de un terminal y medir su potencia. De este modo, el controlador de estaciones base o BSC puede detectar si el usuario va a salir de una celda y entrar en otra, y avisa a ambas BSs y al terminal para el proceso de salto de una BS a otra: es el proceso conocido como handover o traspaso entre celdas, una de las tres labores del BSC, que en uso. En ese caso el BSC remite al terminal a otra estación contigua, menos saturada, incluso aunque el terminal tenga que emitir con más potencia. Por eso es habitual percibir cortes de la comunicación en zonas donde hay muchos usuarios al mismo tiempo. Esto nos indica la segunda y tercera labor del BSC, que son controlar la potencia y la frecuencia a la que emiten tanto los terminales como las BSs para evitar cortes con el menor gasto de batería posible.

d. SEÑALIZACIÓN

Además del uso para llamadas del espectro, reservando para ello los canales precisos mientras se estén usando, el estándar prevé que el terminal envíe y reciba datos para una serie de usos de señalización, como por ejemplo el registro inicial en la red al encender el terminal, la salida de la red al apagarlo, el canal en que va a establecerse la comunicación si entra o sale una llamada, la información del número de la llamada entrante. Y prevé además que cada cierto tiempo el terminal avise a la red de que se encuentra encendido para optimizar el uso del espectro y no reservar capacidad para terminales apagados o fuera de cobertura.

Este uso del transmisor, conocido como ráfagas de señalización, ocupa muy poca capacidad de red y se utiliza también para enviar y recibir los mensajes cortos SMS sin necesidad de asignar un canal de radio. Es sencillo escuchar una ráfaga de señalización si el teléfono se encuentra cerca de un aparato susceptible de captar interferencias, como un aparato de radio o televisión.

En GSM se definen una serie de canales para establecer la comunicación, que agrupan la información a transmitir entre la estación base y el teléfono. Se definen los siguientes tipos de canal:

- Canales de tráfico (*Traffic Channels, TCH*): albergan las llamadas en proceso que soporta la estación base.
- Canales de control.
- Canales de difusión (*Broadcast Channels, BCH*).
- Canal de control broadcast (*Broadcast Control Channel, BCCH*): comunica desde la estación base al móvil la información básica y los parámetros del sistema.
- Canal de control de frecuencia (*Frequency Control Channel, FCCH*): comunica al móvil (desde la BS) la frecuencia portadora de la BS.
- Canal de control de sincronismo (*Synchronization Control Channel, SCCH*). Informa al móvil sobre la secuencia de entrenamiento (*training*) vigente en la BS, para que el móvil la incorpore a sus ráfagas.
- Canales de control dedicado (*Dedicated Control Channels, DCCH*).
- Canal de control asociado lento (*Slow Associated Control Channel, SACCH*).
- Canal de control asociado rápido (*Fast Associated Control Channel, FACCH*).
- Canal de control dedicado entre BS y móvil (*Stand-Alone Dedicated Control Channel, SDCCH*).
- Canales de control común (*Common Control Channels, CCCH*).
- Canal de aviso de llamadas (*Paging Channel, PCH*): permite a la BS avisar al móvil de que hay una llamada entrante hacia el terminal.
- Canal de acceso aleatorio (*Random Access Channel, RACH*): alberga las peticiones de acceso a la red del móvil a la BS.
- Canal de reconocimiento de acceso (*Access-Grant Channel, AGCH*): procesa la aceptación, o no, de la BS de la petición de acceso del móvil.
- Canales de Difusión Celular (*Cell Broadcast Channels, CBC*).

e. SUBSISTEMA DE RED Y CONMUTACIÓN O NSS

El subsistema de red y conmutación (*Network and Switching System* o NSS), también llamado núcleo de red (*Core Network*), es la capa lógica de enrutamiento de llamadas y almacenamiento de datos. Notemos que, hasta el momento, sólo teníamos una conexión entre el terminal, las estaciones base BS y su controlador BSC, y no se indicaba manera de establecer conexión entre terminales o entre usuarios de otras redes. Cada BSC se conecta al NSS, y es éste quien se encarga de tres asuntos:

- Enrutar las transmisiones al BSC en que se encuentra el usuario llamado (central de conmutación móvil o MSC);
- Dar interconexión con las redes de otros operadores.
- Dar conexión con el subsistema de identificación de abonado y las bases de datos del operador, que dan permisos al usuario para poder usar los servicios de la red según su tipo de abono y estado de pagos (registros de ubicación base y visitante, HLR y VLR).

f. CENTRAL DE CONMUTACIÓN MÓVIL O MSC

La central de conmutación móvil o MSC (*Mobile Switching Central*) se encarga de iniciar, terminar y canalizar las llamadas a través del BSC y BS correspondientes al abonado llamado. Es similar a una centralita telefónica de red fija, aunque como los usuarios pueden moverse dentro de la red realiza más actualizaciones en su base de datos interna.

Cada MSC está conectado a los BSCs de su área de influencia, pero también a su VLR, y debe tener acceso a los HLRs de los distintos operadores e interconexión con las redes de telefonía de otros operadores.

g. REGISTROS DE UBICACIÓN BASE Y VISITANTE (HLR Y VLR)

El HLR (*Home Location Register*, o registro de ubicación base) es una base de datos que almacena la posición del usuario dentro de la red, si está conectado o no y las características de su abono (servicios que puede y no puede usar, tipo de terminal, etcétera). Es de carácter más bien permanente; cada número de teléfono móvil está adscrito a un HLR determinado y único, que administra su operador móvil.

Al recibir una llamada, el MSC pregunta al HLR correspondiente al número llamado si está disponible y dónde está (es decir, a qué BSC hay que pedir que le avise) y enruta la llamada o da un mensaje de error.

El VLR (*Visitor Location Register* o registro de ubicación de visitante) es una base de datos más volátil que almacena, para el área cubierta por un MSC, los identificativos, permisos, tipos de abono y localizaciones en la red de todos los usuarios activos en ese momento y en ese tramo de la red. Cuando un usuario se registra en la red, el VLR del tramo al que está conectado el usuario se pone en contacto con el HLR de origen del usuario y verifica si puede o no hacer llamadas según su tipo de abono. Esta información permanece almacenada en el VLR mientras el terminal de usuario está encendido y se refresca periódicamente para evitar fraudes (por ejemplo, si un usuario de prepago se queda sin saldo y su VLR no lo sabe, podría permitirle realizar llamadas).

El sistema GSM permite acuerdos entre operadores para compartir la red, de modo que un usuario en el extranjero por ejemplo puede conectarse a una red (MSC, VLR y capa de radio) de otro operador. Al encender el teléfono y realizar el registro en la red extranjera, el VLR del operador extranjero toma nota de la información del usuario, se pone en contacto con el HLR del operador móvil de origen del usuario y le pide información sobre las características de abono para permitirle o no realizar llamadas. Así, los distintos VLRs y HLRs de los diferentes

operadores deben estar interconectados entre sí para que todo funcione. Para este fin existen protocolos de red especiales, como SS7 o IS-41; los operadores deciden qué estándar escoger en sus acuerdos bilaterales de *roaming* (itinerancia) e interconexión.

h. OTROS SISTEMAS

Además, los MSC están conectados a otros sistemas que realizan diversas funciones.

Por ejemplo, el AUC (authentication user center, centro de autenticación del usuario) se encarga del cifrado de las señales y de la identificación de usuarios dentro del sistema; el EIR (equipment identification register, registro de identificación de equipo) guarda listas de permiso de acceso al terminal, al que identifica unívocamente mediante su número de serie o IMEI, para evitar que los terminales robados y denunciados puedan usar la red; los SMSCs o centros de mensajes cortos; y así varios sistemas más, entre los que se incluyen los de gestión, mantenimiento, prueba, tarificación y el conjunto de transcodificadores necesarios para poder transferir las llamadas entre los diferentes tipos de red (fija y diferentes estándares de móvil).

2.2.3 TARJETA SIM

Una de las características principales del estándar GSM es el módulo de identidad del suscriptor, conocida como tarjeta SIM. La tarjeta SIM es una tarjeta inteligente desmontable que contiene la información de suscripción del usuario, parámetros de red y Directorio telefónico. Esto permite al usuario mantener su información después de cambiar su teléfono. Paralelamente, el usuario también puede cambiar de operador de telefonía, manteniendo el mismo equipo simplemente cambiando la tarjeta SIM. Algunos operadores introducen un candado para que el teléfono utilice una solo tipo de tarjeta SIM, o sólo una tarjeta

SIM emitida por la compañía donde se compró el teléfono, esta práctica se conoce como bloqueo de sim, y es ilegal en algunos países.

2.2.4 SERVICIOS

a. SERVICIOS BÁSICOS

Hay dos tipos básicos de servicios que se pueden ofrecer a través de GSM: telefonía (teleservicios) y datos (servicios portadores). Los servicios de telefonía son principalmente servicios de voz que proveen a los suscriptores la capacidad total (incluyendo el equipo terminal necesario) para comunicarse con otros suscriptores. Los servicios de datos proveen la capacidad necesaria para transmitir datos entre dos puntos de acceso, creando una interfaz de red. Además de la telefonía normal y llamadas de emergencia, GSM también soporta los siguientes servicios de suscriptor:

- DTMF (Dual-tone multifrequency)
- Fax
- SMS (Short Message Service)
- Buzón de voz

b. SERVICIOS SUPLEMENTARIOS

GSM soporta un amplio conjunto de servicios suplementarios que pueden complementar a los servicios de telefonía y datos. A continuación se listan algunos servicios suplementarios:

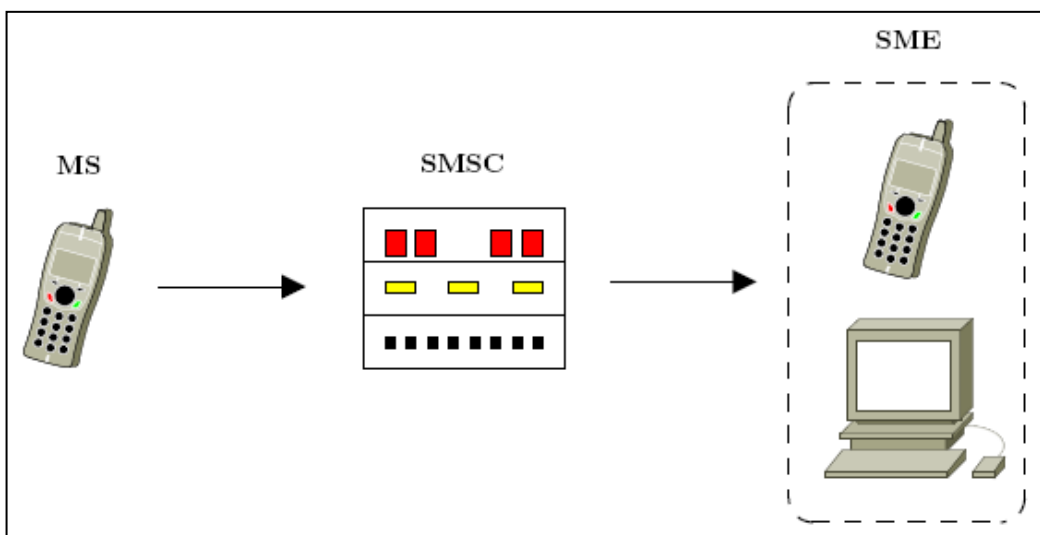
- Transferencia de llamada
- Llamada en espera
- Conferencia
- Bloqueo llamadas salientes
- Bloqueo llamadas entrantes

- Facturación detallada
- Marcación abreviada.
- Identificación de llamadas

2.2.5 SERVICIO SMS

El servicio SMS permite transferir un mensaje de texto entre una MS y otra entidad denominada SME (Short Messaging Entity) a través de un centro de servicio SMSC (Short Message Service Center) como se muestra en la figura 2.3.

El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre la MS y la entidad SME. La entidad puede ser otra MS o puede estar situada en una red fija. En el caso de envío de un mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles. Cuando se envía un mensaje para solicitar algún tipo de servicio, un extremo es una MS y la otra es un servidor que atiende las peticiones.



Fuente: Lee W.: “Wireless & Cellular Telecommunications”. 3rd Ed., McGraw Hill, 2006

Figura 2.3: Servicio SMS.

2.3 SISTEMAS DEL VEHÍCULO SUZUKI SIDEKICK

En este punto revisaremos los sistemas a utilizarse del vehículo SUZUKI SIDEKICK, que podemos apreciarlo en la figura 2.4 y 2.5, y que fue seleccionado para realizar todas las pruebas necesarias del sistema de posicionamiento global con comunicación GSM.



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda
Figura 2.4 Suzuki Sidekick



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda
Figura 2.5 Suzuki Sidekick

2.3.1 DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DEL VEHÍCULO

Tabla 2.2 Características del Motor

Tipo	G16B
Cilindraje	1590 cc
Potencia	94,7 hp - 5600 rpm
Torque	13,5 kg m - 4000 rpm
Relación de Compresión	9,5 : 1
Nº de cilindros	4 en línea
Posición	Longitudinal
Nº de válvulas	16
Orden de encendido	1 - 3 - 4 - 2

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Tabla 2.3 Sistema de Alimentación de Combustible

Tipo	Inyección Electrónica Multipunto
Capacidad del Tanque	11,1 gal

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Tabla 2.4 Transmisión

Tipo / Palanca de cambio	Mecánica, 5 velocidades, sincronizada
Embrague	Monodisco seco, Diafragma
Relación final de engranajes	5125
Relación de engranajes transferencia 4x4 Alta	1000
Relación de engranajes transferencia 4x4 Baja	1816
Suspensión Delantera*	
Tipo	Independiente
Resortes	Helicoidales
Amortiguadores	Hidráulicos de doble acción
Suspensión Trasera*	
Tipo	Articulación libre con horquillas central
Resortes	Helicoidales
Amortiguadores	Hidráulicos de doble acción

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Tabla 2.5 Seguridad del Vehículo

Equipo de Seguridad	
Seguro columna de seguridad	Desempeñador eléctrico vidrio trasero
Cinturones de seguridad delatente de 3 puntos retráctiles (altura)	Desempeñador vidrio panorámico y ventanas laterales
Limpiaparabrisas delantero y trasero	Luces halógenas
Pito eléctrico	Tracción 4x4
Sistema de Frenos	
Tipo	Hidráulicos
Delanteros	Disco
Traseros	Tambor
Freno de mano	Mecánico sobre ruedas traseras

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

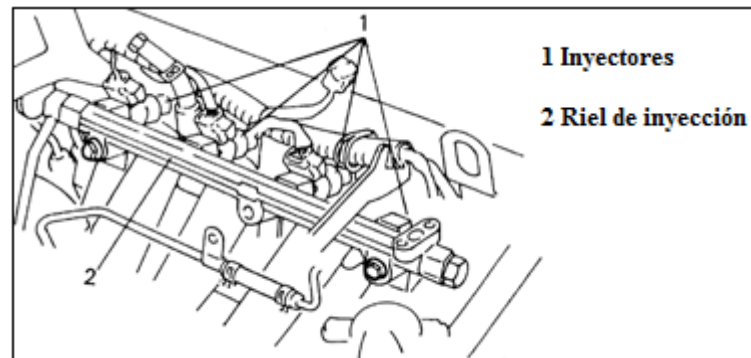


Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 2.6 Motor del vehículo Suzuki Sidekick

Los motores con inyección multipuerto (MPFI) cuentan con un inyector independiente para cada cilindro montados en el múltiple de admisión o en la cabeza, encima de los puertos de admisión como se puede observar en la figura 2.7.

En este sistema de inyección, la Unidad de Control Electrónico ECU, energiza los inyectores de manera independiente y de acuerdo a la secuencia de encendido del motor, mejorando la potencia y reduciendo emisiones a la atmósfera.



Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993

Figura 2.7 Ubicación de los inyectores en el motor del vehículo

Los sensores que posee el motor del vehículo Suzuki Sidekick detectan las condiciones de funcionamiento y envían señales de información a la ECU, mediante esta comunicación se determina la cantidad de mezcla (aire combustible) y el tiempo de inyección óptimos para la correcta operación del mismo.

Entre los principales sensores que encontramos en el motor del vehículo Suzuki Sidekick tenemos:

- Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS)
- Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (WTS)
- Sensor de flujo másico de aire (MAF)
- Sensor de Oxígeno (HEGO)
- Sensor de posición del árbol de levas (CAS)
- Sensor efecto hall, localizado en el distribuidor

2.3.2 IDENTIFICACIÓN DEL CÓDIGO DE MOTOR

Para identificar los motores de este tipo de vehículos se utilizan 4 dígitos, los cuales poseen un significado, así tenemos:

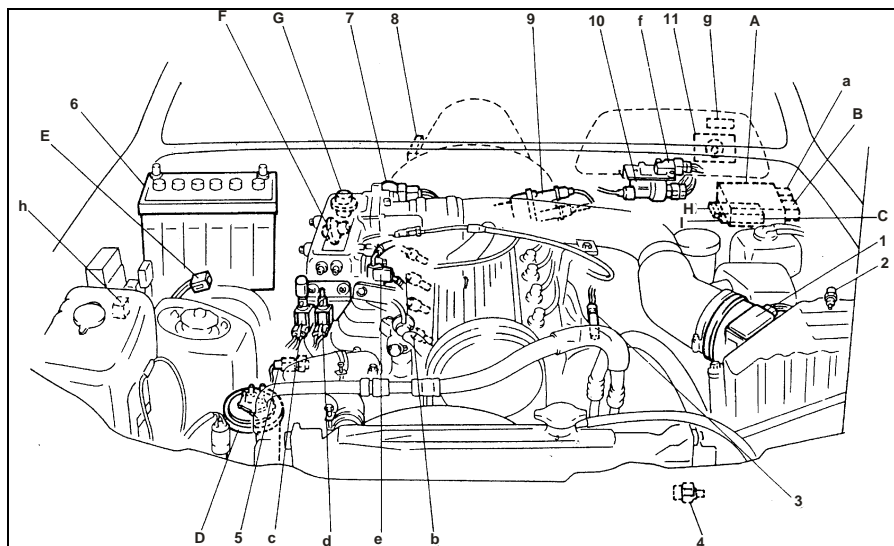
G16B:

- G** : Indica los límites de emisión de gases.
- 16** : Indica el cilindraje del motor.
- B** : Sistema SOHC (16 válvulas – 1 árbol de levas)

2.3.3 SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

El sistema de control del motor de combustión interna utilizado en el vehículo Suzuki Sidekick está compuesto por los siguientes subsistemas:

- Inyección electrónica de combustible
- Encendido electrónico



Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993

Figura 2.8 Sistema de control del motor del vehículo Suzuki Sidekick

Tabla 2.6: Sistema de Control del Motor del Vehículo Suzuki Sidekick

1	Sensor MAF	A	Relé Bomba de comb.	A	ECM
2	Sensor IAT	B	Inyector	B	Rele principal
3	Sensor de Oxígeno	C	EGR	C	Caja de fusibles
4	Switch de ignición	D	EVAP	D	EVAP
5	Sensor ECT	E	IAC	E	Conector de diag.
6	Batería	F	Luz Mil	F	EGR
7	Sensor TPS	G	Rele	G	Modulador
8	Switch T/A	H	Sensor de Oxígeno (Vehí. 93 California)	H	Conector de diag.
9	Sensor CMP			I	Conector de Datos
10	Bobina				
11	VSS				

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

2.3.4 INYECCIÓN ELECTRÓNICA MULTEC - MPFI

Este sistema inyección electrónica dispone de un inyector para cada uno de los cilindros. Con esto se consigue una inyección precisa, lo que se traduce en un funcionamiento del motor más suave y regular, con menos consumos.

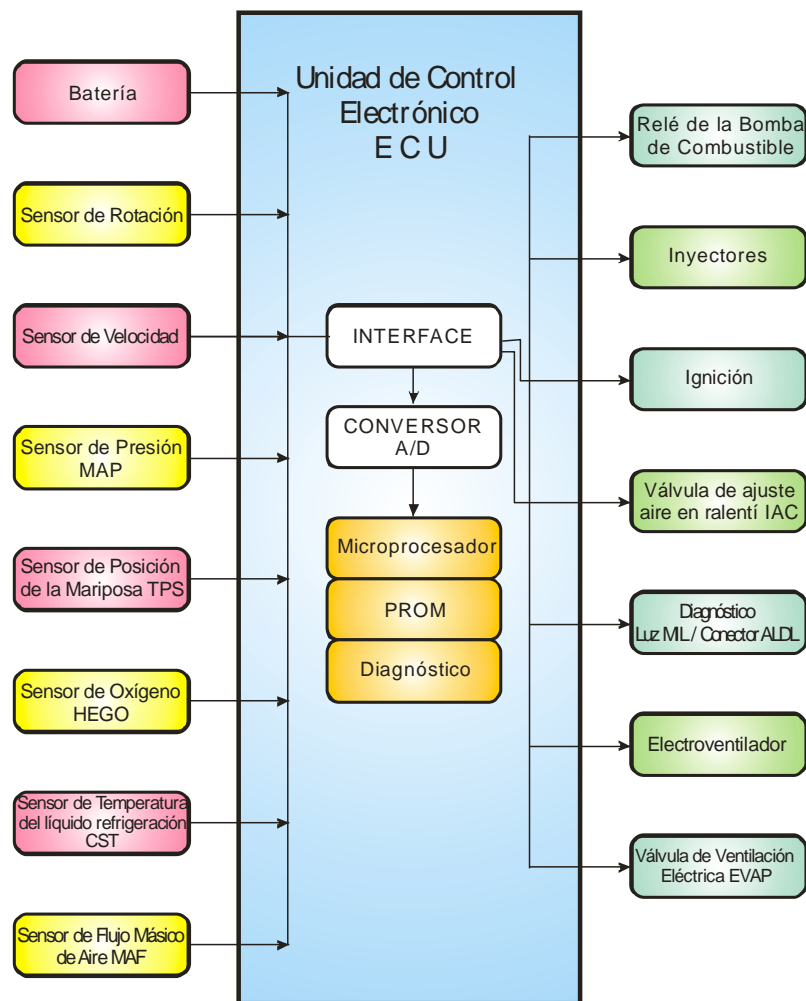
En el sistema MULTEC MPFI SECUENCIAL, el combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.

Las ventajas que nos proporciona este tipo de sistema son:

- Consumo reducido
- Mayor potencia
- Gases de escape menos contaminantes
- Arranque en frío y fase de calentamiento

2.3.5 DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

El sistema de inyección electrónica de combustible dispone del siguiente diagrama de bloques que se indica en la figura 2.9



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 2.9 Diagrama de bloque del sistema de inyección de combustible

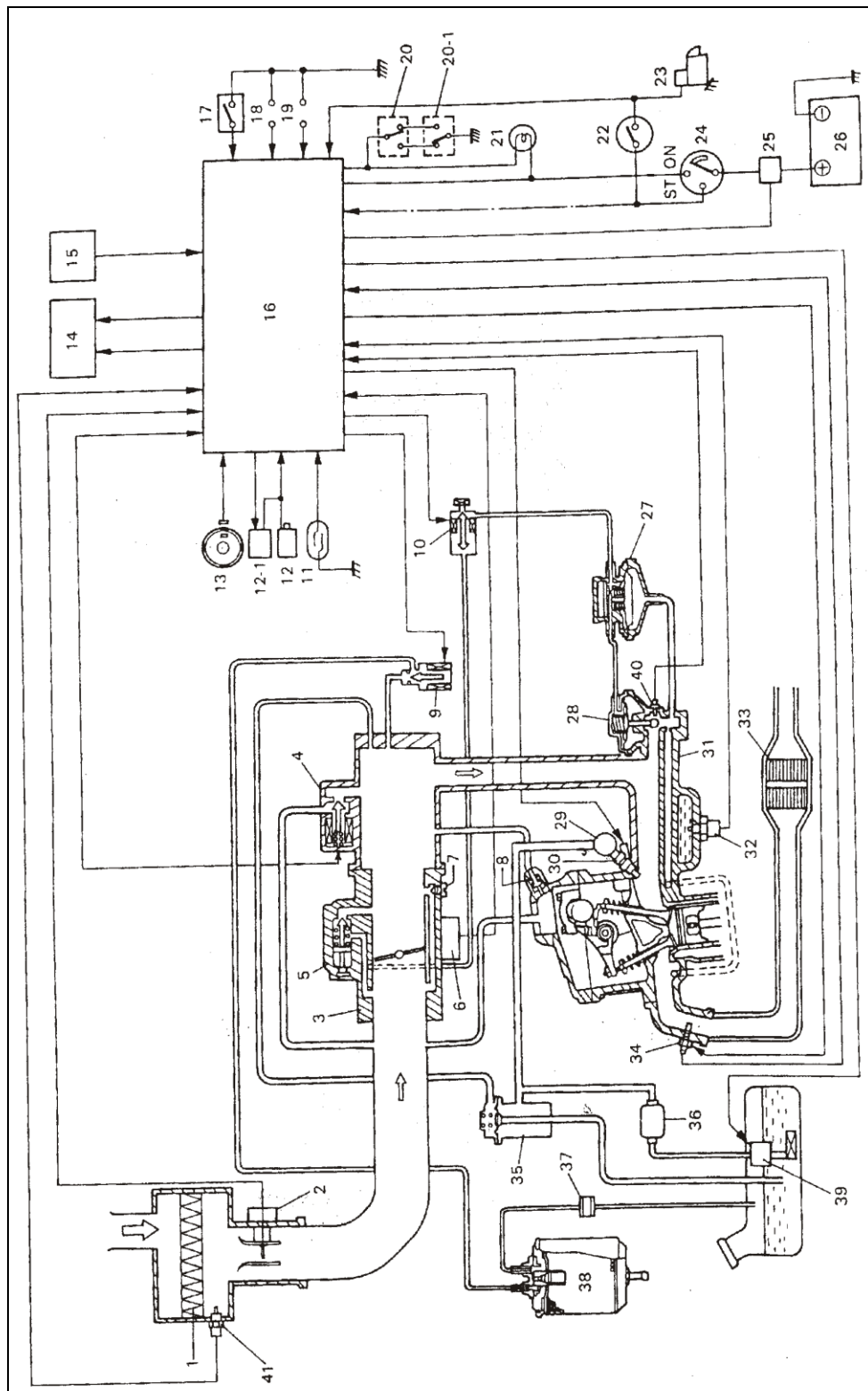
2.3.6 COMPONENTES DEL SISTEMA MULTEC – MPFI

En la tabla 2.7 nos indica los componentes que posee un sistema Multec – MPFI, este sistema es el que podemos encontrar en el Suzuki Siderick.

Tabla 2.7 Componentes del Sistema Multec – MPFI

1	Filtro
2	Sensor MAF
3	Cuerpo del estrangulador
4	Válvula IAC
5	Válvula de control de aire
6	Sensor TPS
7	Tornillo de ajuste de velocidad (entrada de aire)
8	Válvula PCV
9	EVAP
10	EGR
11	Sensor de velocidad del vehículo
12	Bobina de ignición 12-1 ignición
13	Sensor CMP
14	Modulo de control de la tracción T/A
15	A/C
16	ECM
17	Interruptor de presión (full equipo)
18	Terminal de interruptor de test
19	Terminal del interruptor de diagnostico
20	Solo para vehículo 93 california
21	Solo para vehículo 93 california
22	Interruptor de posición de pedal de aceleración T/M
23	Interruptor magnético
24	Interruptor principal
25	Fusible principal
26	Batería
27	Modulador EGR
28	Válvula EGR
29	Riel de combustible
30	Inyector
31	Múltiple de succión
32	Sensor de temperatura del refrigerante
33	Catalizador
34	Sensor de oxígeno
35	Regulador de presión de combustible
36	Filtro de combustible
37	Control de presión tanque de combustible
38	Canister
39	Bomba de combustible
40	Sensor de temperatura EGR (solo vehículo california esp.)
41	Sensor IAT (solo vehículo california esp.)

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda



Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation,

1993

Figura 2.10 Componentes del sistema MULTEC MPFI

2.3.7 SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.

El subsistema de control electrónico, está conformado por distintos sensores y la ECU que detectan el estado del motor y las condiciones de conducción. La ECU que controla los actuadores de acuerdo con las señales de los sensores.

a. UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO.

Esta realiza un seguimiento, controla la temporización de encendido y la entrada de combustible en una serie de condiciones y parámetros de conducción. La programación de esta ajusta los mapas de encendido y combustible mejorando así el rendimiento del vehículo.

Esta funciona a través de las memorias PROM, ROM, RAM, cuyo funcionamiento es el siguiente.

La PROM contiene información acerca del tamaño, peso, motor relación final de tracción, transmisión, diseño de leva y dispositivos de control de emisiones.

La ECU utiliza microprocesadores para reunir información, procesarla y enviar señales a los transistores excitadores para que activen los diferentes circuitos actuadores. Los tres procesadores principales son: la RAM (memoria temporal), ROM (programa básico de computadora) y PROM (programa de sintonía fina).

ROM (Read Only Memory), este microprocesador contiene el programa básico del ECU. Es la parte que dice cuando veo que esto sucede, tengo que hacerlo que suceda. La ROM presenta una memoria no volátil, esto significa que aun cuando la potencia se va la ROM, retendrá su programa y memoria indefinidamente.

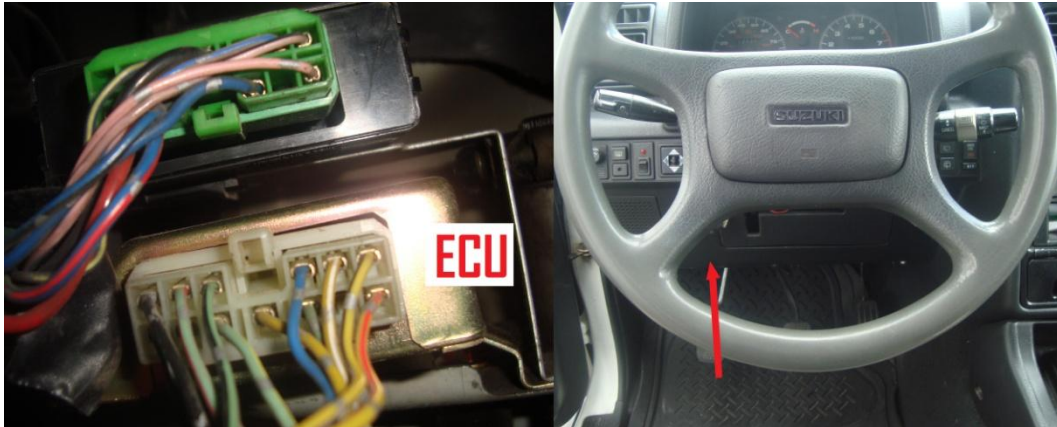
PROM (Programmable Read Only Memory), es el microprocesador de calibración o sintonía fina. Al igual que la ROM, la PROM es también no volátil. Este chip contiene información acerca de la especificación del auto en el cual se instala la ECU, el tipo de información incluye lo siguiente:

- Tamaño del vehículo.
- Clase y peso.
- Resistencia aerodinámica.
- Resistencia de rodamiento.
- Tamaño del motor.
- Relación de la tracción final.
- Tipo de transmisión.
- Diseño del árbol de levas.
- Dispositivos utilizados para el control de emisiones.

La información de la PROM es utilizada por la ROM para ayudarle a tomar decisiones, cuando se realizan modificaciones al motor de inyección de combustible, la PROM se debe reemplazar con una que contenga un programa de alto rendimiento.

RAM (Random Acces Memory), es utilizado por la ECU para el almacenamiento temporal de la información o para llevar a cabo cálculos matemáticos. Además la ECU almacena información acerca de la historia de la proporción de aire – combustible del motor y de las fallas que han sido detectadas en los circuitos sensores y actuadores del sistema de inyección combustible.

La ECU está ubicada en la parte baja izquierda de la columna de la dirección, en la cabina del vehículo como se observa en la figura 2.11.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 2.11 Ubicación de la ECU.

b. NÚMERO DE PINES DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO.

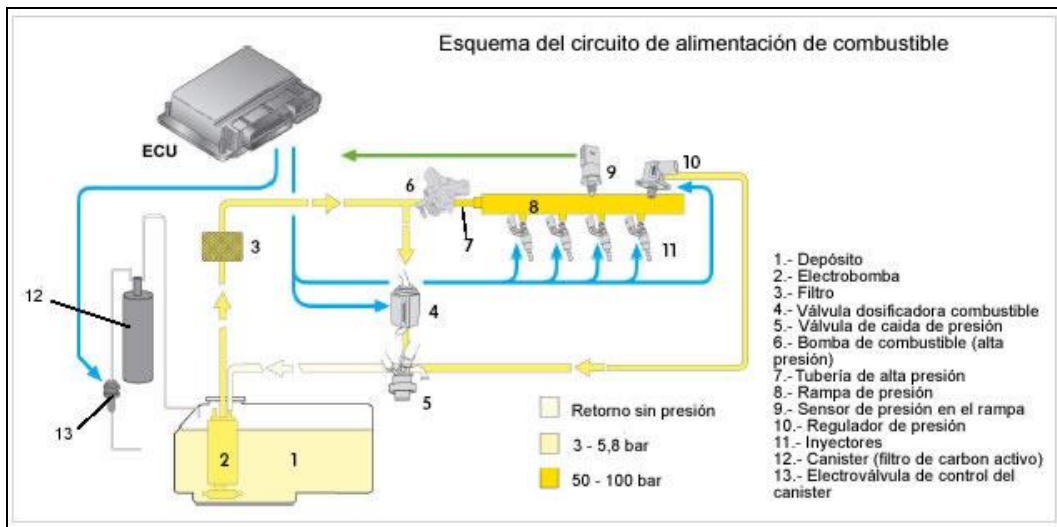
La ECU del vehículo Suzuki Sidekick dispone de dos conectores, de 13 pines cada uno.

2.3.8 SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El sistema de alimentación suministra combustible en volumen necesario para las más diferentes condiciones de carga y revolución del motor.

El subsistema de combustible está dividido en una parte de baja presión y en otra de alta presión.

El sistema de combustible de baja presión: esta formado por un depósito (1), en su interior y sumergida una bomba eléctrica (2) eleva el combustible hacia un filtro (3) que se encarga de limpiarlo de impurezas, una vez filtrado el combustible se dirige a la bomba de alta presión (6). La presión del combustible en funcionamiento normal es de 3 bares y durante el arranque en caliente es de 5,8 bares como máximo.



Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993

Figura 2.12 Esquema del subsistema de alimentación

El sistema de combustible de alta presión: la bomba de alta presión (6) bombea el combustible hacia la rampa de inyección (8). La presión del combustible es medida allí por el sensor (9) correspondiente y la válvula reguladora se encarga de regularla desde 50 hasta 100 bares. La inyección corre a cargo de los inyectores de alta presión (11).

Dentro del sistema de combustible encontramos como elemento secundario el depósito de carbón activo o Canister (12). Sirve para tratar los gases que genera el combustible en su almacenamiento en el depósito.

a. BOMBA DE COMBUSTIBLE

Con la aparición de los sistemas de inyección electrónicos en la década de los ochenta nacen las bombas eléctricas de gasolina, algunas instaladas en el exterior del tanque y otras (actualmente la mayoría) sumergidas en el tanque de gasolina.

El uso de este nuevo componente exige que el mecánico tenga conocimiento de electricidad para poder entender su funcionamiento, los métodos de desmontaje e

instalación y los pasos para efectuar diagnósticos acertados de las fallas que se puedan presentar no solo en la bomba, sino también en el resto de los componentes del sistema de alimentación de combustible.

Las bombas eléctricas trabajan normalmente con un voltaje que varía entre 12 y 13 voltios suministrados al momento de pasar el interruptor de ignición a la posición de encendido.

En ese momento comienza a girar el motor eléctrico, suministrando la presión requerida por el sistema de combustible que puede variar desde 14,5 hasta 55 libras por pulgada cuadrada dependiendo del tipo de vehículo y el sistema de inyección que utiliza.

En el caso de las bombas eléctricas alojadas en el tanque de gasolina en sistemas carburados, la presión del sistema generalmente es de 3 a 8 libras por pulgada cuadrada. En todo caso, es necesario consultar la presión del sistema indicada en el manual de servicio del fabricante del vehículo.

Las bombas eléctricas de gasolina de algunas marcas son sometidas a rigurosas pruebas de funcionamiento, como por ejemplo operar en forma continua 500 horas a 4.000 rpm con salida total o ensayos de duración en condiciones extremas donde las bombas alcanzan períodos típicos de 100.000 millas de óptima operación, ofreciendo así garantía de calidad y larga vida.

Independientemente de la calidad, la vida útil de una bomba de gasolina puede ser afectada por el uso de gasolina contaminada con partículas extrañas, óxido ó por el uso indebido de alcohol o metanol.

Sin embargo la falla más frecuente de las bombas de gasolina se debe a la falta de mantenimiento (cambio) de los filtros de gasolina, los cuales al obstruirse producen restricción del flujo de gasolina hacia los inyectores ocasionando que el

motor eléctrico de la bomba trabaje al máximo, produciéndose recalentamiento de sus componentes y daño prematuro de la bomba.

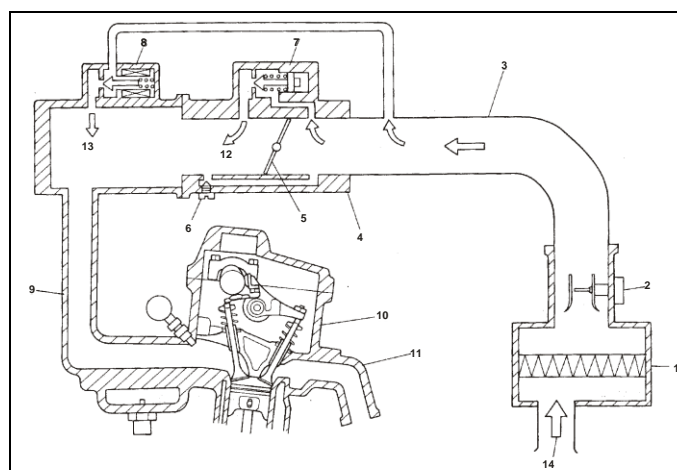


Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993

Figura 2.13 Bomba de combustible

2.3.9 SUBSISTEMA DE INGRESO DE AIRE

El sistema de admisión consta de filtro de aire, colector de admisión, cuerpo de mariposa y los tubos de admisión conectados a cada cilindro. El sistema de admisión tiene por misión hacer llegar a cada cilindro del motor la cantidad de aire para que la misma sea emulsionada con el combustible (relación práctica 14,7-1) necesaria a cada carrera de explosión del pistón.



Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993

Figura 2.14 Subsistema de ingreso de aire

Tabla 2.8 Subsistema de Ingreso de Aire

1	Filtro de aire
2	Sensor MAF
3	Tobera
4	Cuerpo del Estrangulador
5	Estrangulador
6	Tornillo de ajusta de velocidad (ingreso de aire)
7	FIA
8	IAC
9	Múltiple de admisión
10	Cabezote
11	Múltiple de escape
12	Flujo de aire cuando el vehí. esta frío
13	Flujo de aire cuando la válvula IAC trabaja
14	Ingreso de aire

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

2.3.10 SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO

Al tiempo en que los fabricantes de autos iniciaron la introducción de las computadoras y sensores electrónicos para el control del motor en los vehículos, fue necesario el desarrollo de sistemas de diagnostico para estos. El sistema cayó en dos categorías: diagnóstico externo y diagnóstico interno o diagnóstico abordado. El diagnóstico externo utiliza herramientas separadas para correr rutinas de diagnostico, mientras que el diagnostico interno incorpora esas pruebas dentro de la computadora del vehículo (ECU).

A partir de ese momento el sistema de diagnostico abordado (OBD) incorpora una luz piloto llamada “check engine” para informar al conductor que ocurrió una falla en el vehículo. Este sistema fue conocido como sistema de diagnostico abordado de primera generación (OBD I por sus siglas en ingles).

Uno de los principales problemas del sistema OBD I fue que cada fabricante tenía su propio “lenguaje” para comunicarse con las computadoras de los autos. Para solventar esto, se estableció que todos los vehículos vendidos en los Estados

Unidos de América a partir del año 1996 deben cumplir con un nuevo sistema de diagnóstico (llamado OBD II) común para todas las marcas, de esta forma las computadoras de los autos deberán tener el mismo “lenguaje” y podrán ser diagnosticadas con una misma herramienta común llamada scanner.

En el caso del vehículo Suzuki Sidekick, tiene un conector de 6 pines que poseen los OBD I como se observa en la figura 2.15.



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 2.15 Conector OBDI del vehículo Suzuki Sidekick

2.3.11 ENCENDIDO ELECTRÓNICO

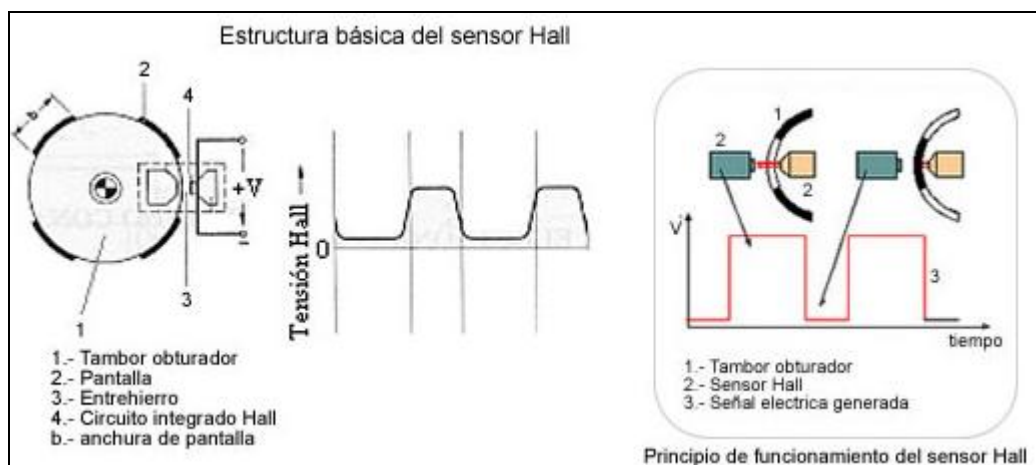
El sistema de encendido electrónico utilizado en el vehículo Suzuki Sidekick, dispone el generador de impulsos el llamado de "efecto Hall". El funcionamiento del generador de impulsos de "efecto Hall" se basa en crear una barrera magnética para interrumpirla periódicamente, esto genera una señal eléctrica que se envía a la ECU que determina el punto de encendido.

En el distribuidor se dispone el generador de efecto Hall que está compuesto por un tambor obturador, de material diamagnético, solidario al eje del distribuidor de encendido, con cuatro ranuras (ya que el motor tiene cuatro cilindros). El tambor obturador, en su giro, se interpone entre un cristal semiconductor alimentado por

corriente continua y un electroimán. Cuando la parte metálica de pantalla se sitúa entre el semiconductor y el electroimán, el campo magnético de este último es desviado y cuando entre ambos se sitúa la ranura del semiconductor, recibe el campo magnético del imán y se genera el "efecto Hall".

Cuando el motor gira, el obturador va abriendo y cerrando el campo magnético Hall generando una señal de onda cuadrada que va directamente al modulo de encendido.

El sensor Hall está alimentado directamente por la unidad de control a una tensión de 7,5 V aproximadamente.

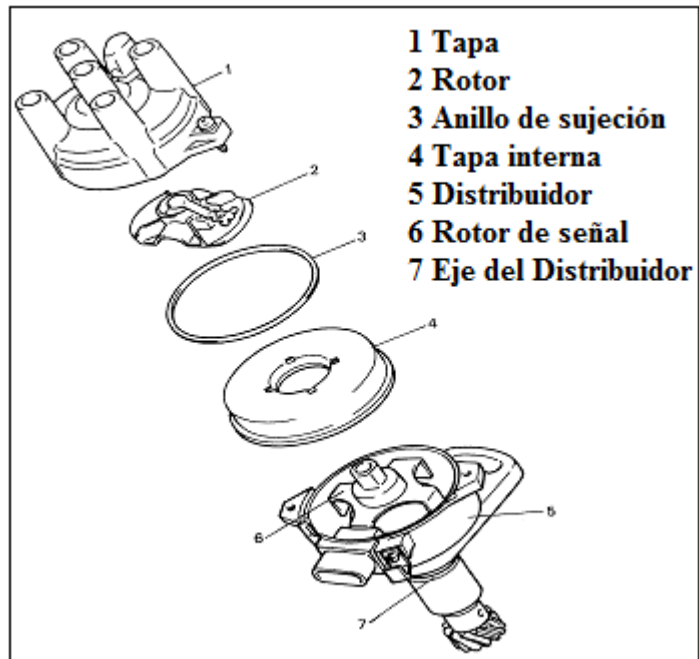


Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993

Figura 2.16 Estructura del sensor hall

a. DISTRIBUIDOR

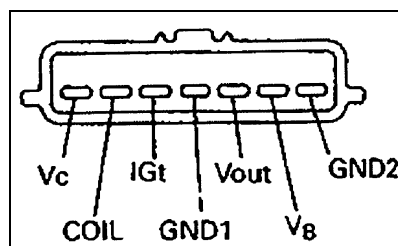
El distribuidor es el elemento encargado de transmitir la corriente a cada bujía en el momento adecuado según el orden de encendido, figura 2.17.



Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993

Figura 2.17 Distribuidor

En el vehículo Suzuki Sidekick, el diseño del distribuidor contiene inmerso la bobina de encendido y el sensor CMP; dando la forma del conector del distribuidor de la siguiente manera como se observa en la figura 2.18.

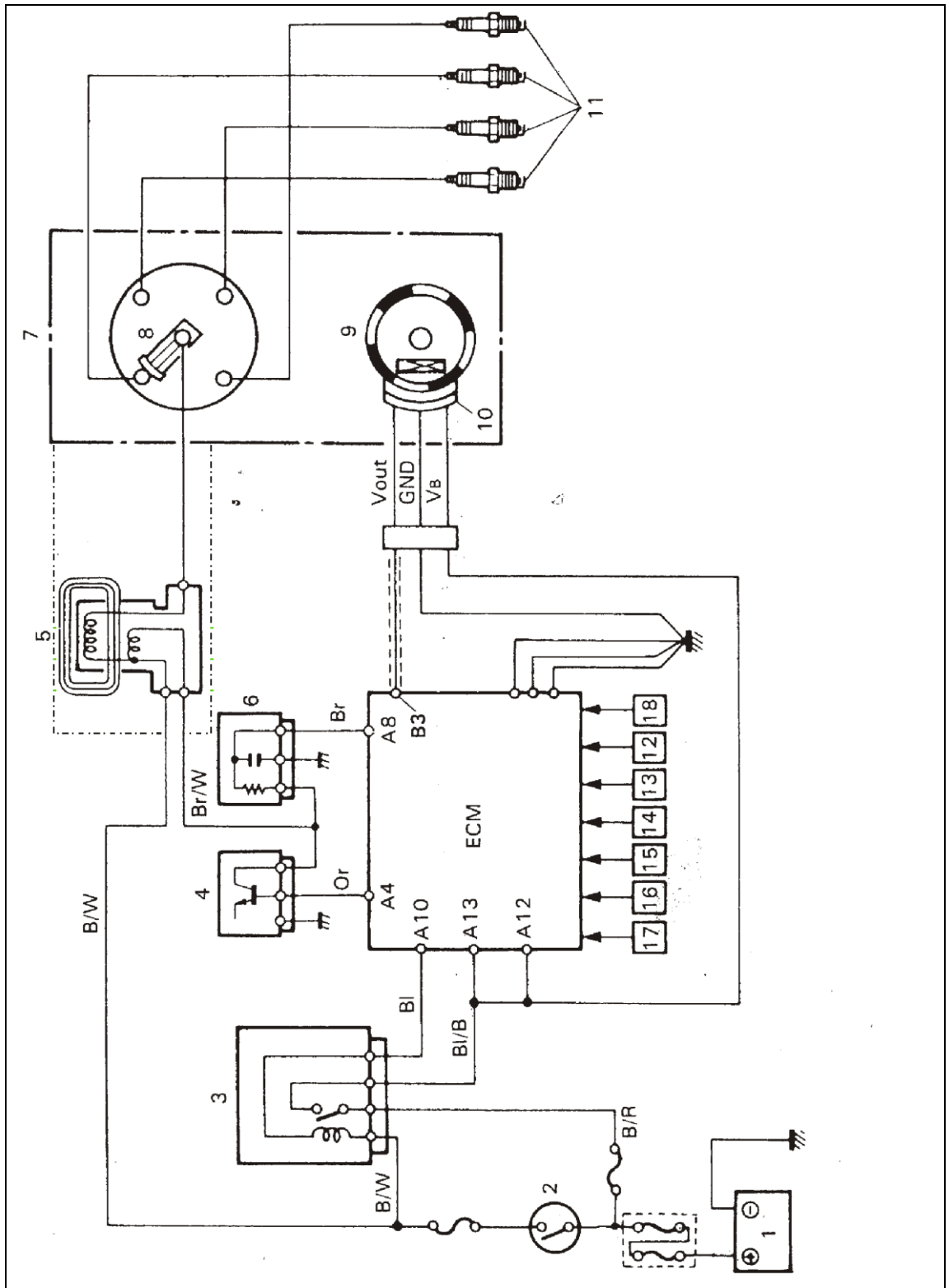


Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993

Figura 2.18 Conector del distribuidor

b. ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

El sistema de encendido utiliza señales de varios sensores conectados como se muestra en la figura 2.19.



Fuente: Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993

Figura 2.19 Esquema eléctrico del sistema de encendido

Tabla 2.9 Esquema eléctrico del sistema de encendido

1	Batería
2	Interruptor
3	Relé principal
4	Interruptor de ignición
5	Bobina de encendido
6	Supresor de ruido
7	Distribuidor
8	Rotor del distribuidor
9	Señal del rotor
10	CMP sensor
11	Bujías
12	Sensor MAF
13	Sensor TPA
14	Sensor ECT
15	Interruptor de encendido del motor
16	Terminal del interruptor de test
17	VSS
18	Sensor IAT solo versión california 93

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

CAPÍTULO 3

3. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 HIPÓTESIS GENERAL

¿La Implementación y diseño de un sistema GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM incrementa el nivel de seguridad y control de vehículos automotrices?

3.1.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los profesionales del área automotriz deben disponer de conocimientos generales en sistemas de posicionamiento global y comunicación a fin de realizar un control eficiente en los sistemas GPS y GSM que se están utilizando en el control y seguridad de vehículos.
- Es importante determinar los equipos y las bandas con las que se puede trabajar en el sistema GSM.
- Una reacción adecuada y rápida como la que nos ofrece el sistema GPS con comunicación GSM puede prevenir el robo o hurto del vehículo así como la rápida detección después de algún incidente por medio de su señal satelital.
- Se registra un aumento considerable en el número de personas que prefieren implementan en su vehículo un nuevo sistema de alarma no convencional (sistema de localización GPS con comunicación GSM).

3.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Diseñar e implementar un sistema GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM para elevar el nivel de seguridad de vehículos automotrices.

3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseñar e implementar un sistema GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM.

3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Elevar el nivel de seguridad de vehículos automotrices.

3.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

a. VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 3.1. Operacionalización de la variable independiente.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Diseñar e implementar un sistema GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM	Académica	Número de Sistemas del Vehículo Suzuki Sidekick ≥ 2 .	¿Cuántos sistemas se pueden controlar en el vehículo Suzuki Sidekick?
		Número de Módulos Electrónicos en el Vehículo ≥ 1 .	¿Cuántos módulos electrónicos utiliza el vehículo Suzuki Sidekick?
	Tecnológica	Número de elementos controlados por el Sistema ≥ 2 .	¿Es posible que los elementos se controlen sin la red GSM?
		Número de elementos de Comunicación utilizados en el Sistema ≥ 1 .	¿Es suficiente la cobertura del celular que comanda el sistema?
		Cableado y elementos de conexión utilizado en el Sistema ≥ 6 .	¿Es complejo el cableado de control e instalación del sistema?

Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

b. VARIABLE DEPENDIENTE

Tabla 3.2. Operacionalización de la variable dependiente.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
Elevar el nivel de seguridad de vehículos automotrices.	Académica	Número de pruebas de diagnóstico para el sistema ≥ 4 .	¿Es posible que el sistema sea controlado por medio de un celular?
	Tecnológica	Número de formas para conocer la posición del vehículo ≥ 1 .	¿Cuántos mensajes son utilizados para conocer la posición y velocidad del vehículo?
		Número de botones de SOS ≥ 1 .	¿Cuántos botones de emergencia se encuentran instalados en el vehículo y que mensaje envían?
		Número de controles activos de seguridad vehicular ≥ 2 .	¿Se puede apagar el vehículo a través del sistema?
		Número de indicaciones de estados de la seguridad del vehículo ≥ 2 .	¿Se puede conocer si el capo del vehículo se encuentra abierto?
Número de Software utilizados en el celular para controlar ≥ 1 .	¿Es necesario un software de manejo para los mensajes de control?		

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación a utilizarse será cualitativa la misma que se basa en la toma de muestras pequeñas, es decir grupos de población reducidos. Además se aplicará un análisis descriptivo. Puesto que pretende describir, registrar e interpretar la naturaleza actual, la composición y los procesos de los fenómenos para presentar una interpretación correcta, se pregunta ¿cómo es? ¿Cómo se manifiesta?

4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Es importante destacar que los métodos de recolección de datos, se puede definir como: el medio a través del cual el investigador se relaciona con los participantes para obtener la información necesaria que le permita lograr los objetivos de la investigación.

De modo que para recolectar la información hay que tener presente:

- Seleccionar un instrumento de medición el cual debe ser válido y confiable para poder aceptar los resultados
- Aplicar dicho instrumento de medición
- Organizar las mediciones obtenidas, para poder analizarlas

La recolección de la información se la realizará mediante el instrumento que es la encuesta.

La encuesta es una técnica de recolección de información, por la cual los informantes responden por escrito a preguntas entregadas por escrito.

La encuesta necesita del apoyo de un cuestionario, este instrumento dispone una serie de preguntas impresas sobre hechos y aspectos que interesan investigar, las cuales son contestadas por la muestra de estudio. La finalidad del cuestionario es obtener, de manera sistemática, información de la población investigada, sobre las variables que interesan investigar.

4.2.1 DISEÑO DE ENCUESTAS PARA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN

Para nuestro estudio se elaboró la encuesta, con el objetivo de determinar el grado de aceptación que la ciudadanía tendrá con la creación de un sistema GPS con comunicación GSM para aumentar el nivel de seguridad vehicular, con la que se conseguirá la información que será de gran importancia para el desarrollo del presente, las preguntas son sencillas y de fácil comprensión para los encuestados. A continuación se presenta el formulario para el desarrollo de la encuesta en la tabla 4.1:

Tabla 4.1 Encuesta

Escuela Politécnica del Ejército		
Reciba un atento saludo, con el objetivo de determinar el grado de aceptación que la ciudadanía tendrá con la creación de un sistema GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM para aumentar el nivel de seguridad de vehículos automotrices.		
1	Señale su edad promedio 18-25 () 26-30() 31-40() 41-50() 51 en adelante ()	NSE: -----
2	Señale su Genero Masculino () Femenino ()	NSE: -----
3	¿Su vehículo o parte de él ha sido objeto de robo o hurto?	SI () NO ()
4	¿Qué clase de alarma prefiere que esté instalada en su vehículo?	Convencional () No convencional () Ninguna ()
5	¿Cree Ud. Que las alarmas convencionales son seguras para su vehículo?	SI () No () Algunas ()
6	¿Instalaría en su vehículo algún tipo de alarma no convencional para aumentar la seguridad de su vehículo?	SI () No ()
7	¿Estaría Ud. Dispuesto a instalar en su vehículo un sistema GPS (sistema de posicionamiento global por satélite), con comunicación GSM (mensajes de texto a través del celular), para aumentar el nivel de seguridad?	SI () NO ()
8	¿Le gustaría enterarse a través de su celular, vía mensajes de texto si su vehículo está siendo violentado?	SI () NO ()
9	¿Le gustaría tener el control absoluto (bloqueo total, cerrar puertas, rastreo satelital, etc.) de su vehículo a través de su celular sin necesidad de estar cerca?	SI () NO ()
10	¿Usted conoce de algún centro de instalación especializado de alarmas no convencionales?	SI () NO () Cual? ----- -----
MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN		

Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

4.3 PRUEBA PILOTO

Con la encuesta elaborada se procedió a realizar la prueba piloto a 10 familias del sector urbano de Latacunga que deberían cumplir con el criterio de selección establecido que es: tener ingresos mayores a \$500.00 y que sean propietarios de un vehículo, con la finalidad de establecer el nivel de aceptación.

4.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Tabla 4.2 Matriz de segmentación de mercados

GEOGRAFICAS		HABITANTES
País	Ecuador	14. 005.449
Región	Sierra	6.294.076
Provincia	Cotopaxi	416.167
Ciudad	Latacunga	171.422
DEMOGRAFICAS		HABITANTES
Ingresos	Ingresos mayores a \$500,00 en adelante (sector urbano)	4227
Promedio familiar (3.4)	Número de familias	1243

Fuente: INEC

Elaborado por: Patricio Pazmiño, David Cerda

4.4.1 POBLACIÓN

La población considerada para el estudio son las familias que se encuentran en el sector urbano de la ciudad de Latacunga que perciben ingresos superiores a 500.00 dólares, datos que se han tomados de los últimos datos publicados por el INEC.

4.4.2 TIPO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se plantea realizar una investigación descriptiva con un análisis cuantitativo, a través de un muestreo no probabilístico, lo que quiere decir que se desconoce la probabilidad de que cualquier miembro de la población sea elegido, siempre y cuando éste cumpla la condición de que la familia tenga un vehículo. Para el criterio de selección de los elementos de la población que conformarán la muestra se utilizará el muestreo por juicio, según los sectores o barrios afines al segmento basado en el NSE estudiado.

Para poder determinar el tamaño de la muestra, que esta sea confiable y arrojen datos con los menores errores, se considera la aplicación de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{Z^2 P Q + N e^2}$$

Ecuación 1

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población (en base a la segmentación de mercado)

Z = Valor de Z crítico, correspondiente a un valor dado un nivel de confianza.

P = Porcentaje de aceptación del servicio. (Obtenido de la prueba piloto realizado a 10 familias, obteniendo un P=0,50).

Q = Proporción de rechazos. (Obtenido de la prueba piloto, 1-p = q).

e = error.

N = 1243

Z = 1.96

P = 50% → 0.50

Q = 50% → 0.50

e = 5%

$$n = \frac{1,96^2 * 0,50 * 0,50 * 1243}{0,05^2 * 0,50 * 0,50 + 1243 * 0,05^2}$$

Ecuación 2

n = 293 encuestas a las familias de la ciudad de Latacunga.

Las encuestas han sido realizadas en la zona urbana del sector de Latacunga en octubre del 2010, a la muestra establecida, tomando el criterio inicial de ingresos y condición de tener vehículo. Para el establecimiento del universo se ha considerado a 1243 familias tomando en cuenta la composición familiar de 3,4 de acuerdo al los datos del INEC.

4.5 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS

De las encuestas que se realizará, se procederá a la codificación de los datos y a la tabulación en el programa SPSS, a fin de determinar los hallazgos más importantes de nuestra investigación.

4.6 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

El Instrumento utilizado para la recolección de la información, fue la encuesta, la misma que fue aplicada a 293 familias del sector urbano de Latacunga con ingresos mayores a \$500.00. La muestra fue calculada con una confiabilidad del 95%, un margen de error del 5% y un porcentaje de aceptación del 50% obtenido de la prueba piloto realizada a 10 familias con los criterios de selección antes mencionados.

4.7 INFORME DE RESULTADOS

Las encuestas fueron aplicadas en el cantón Latacunga, en el mes de octubre del año 2010.

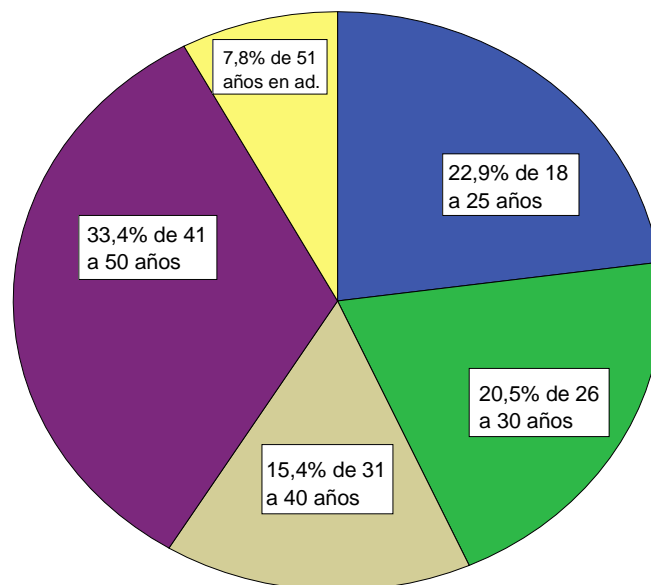
1.-Señale su edad promedio.

Tabla 4.3: Pregunta 1 Señale su edad promedio

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	18-25	67	22,9%
	26-30	60	20,5%
	31-40	45	15,4%
	41-50	98	33,4%
	51 en adelante	23	7,8%
	Total	293	100,0%

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Señale su edad promedio



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.1: Pregunta 1

Análisis e interpretación

El 33.4% de los encuestados se encuentra en una edad de 41-50 años, el 22.9% de 18-25 años, el 20.5% de 26-30 años, 15.4% de 31-40% y el 7.8% de 51 años en adelante.

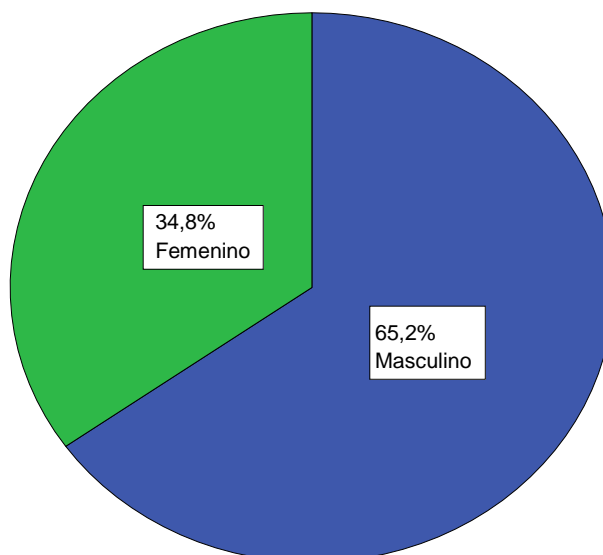
2.- Señale su género

Tabla 4.4: Pregunta 2 Señale su género

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	Masculino	191	65,2%
	Femenino	102	34,8%
	Total	293	100,0%

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Señale su género



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.2: Pregunta 2

Análisis e interpretación

El 65.2% de los encuestados pertenecieron al género masculino y el 34.8% fueron de género femenino.

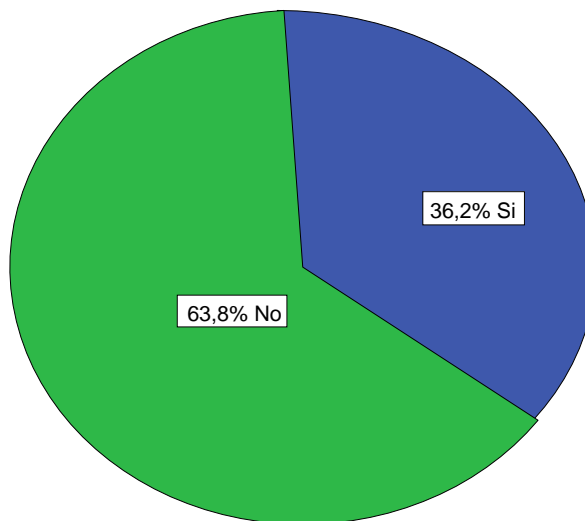
3.- ¿Su vehículo o parte de él ha sido objeto de robo o hurto?

Tabla 4.5: Pregunta 3 ¿Su vehículo o parte de él ha sido objeto de robo o hurto?

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	Si	106	36,2%
	No	187	63,8%
Total		293	100,0%

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

¿Su vehículo o parte de él ha sido objeto de robo o hurto?



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.3: Pregunta 3

Análisis e interpretación

De las 293 familias encuestadas, el 63.8% aseverarán que no han sido objeto de robo o hurto, mientras que el 36.2% dijo que si lo han sido.

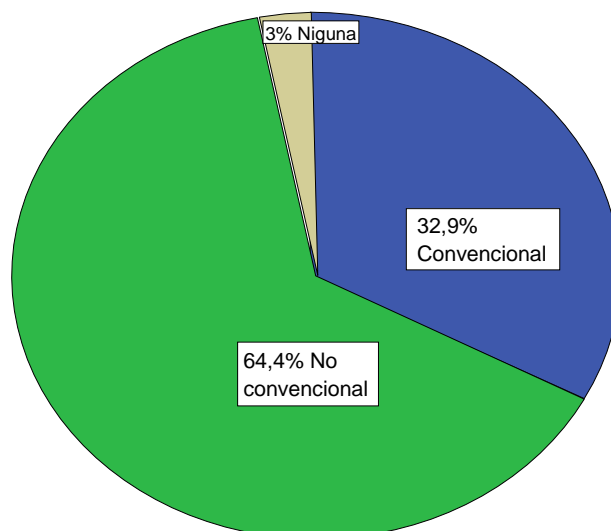
4.- ¿Qué clase de alarma prefiere que esté instalada en su vehículo?

Tabla 4.6: Pregunta 4 ¿Qué clase de alarma prefiere que esté instalada en su vehículo?

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	Convencional	96	32,8%
	No convencional	188	64,2%
	Ninguna	9	3,0
Total		293	100,0

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

¿Qué clase de alarma prefiere que esté instalada en su vehículo?



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.4: Pregunta 4

Análisis e interpretación

El 64.4% de los encuestados responden que preferirían instalar una alarma no convencional en su vehículo, el 32.9% una alarma convencional y 3% ninguna

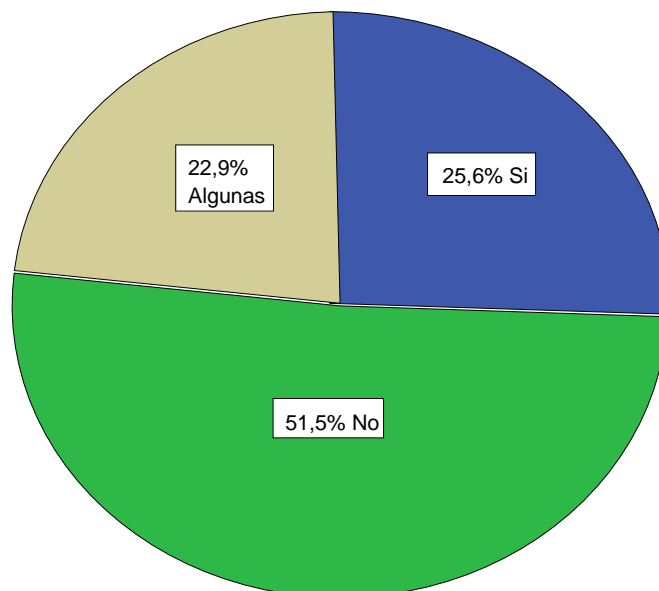
5.- ¿Cree Ud. Que las alarmas convencionales son seguras para su vehículo?

Tabla 4.7: Pregunta 5 ¿Cree Ud. qué las alarmas convencionales son seguras para su vehículo?

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	Si	75	25,6%
	No	151	51,5%
	Algunas	67	22,9%
Total		293	100,0%

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

¿Cree Ud. que las alarmas convencionales son seguras para su vehículo?



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.5: Pregunta 5

Análisis e interpretación

El 51.5% de los encuestados opinan que las alarmas convencionales no son seguras para sus vehículos, el 25.6% dice que si son seguras y el 22.9% que algunas son seguras.

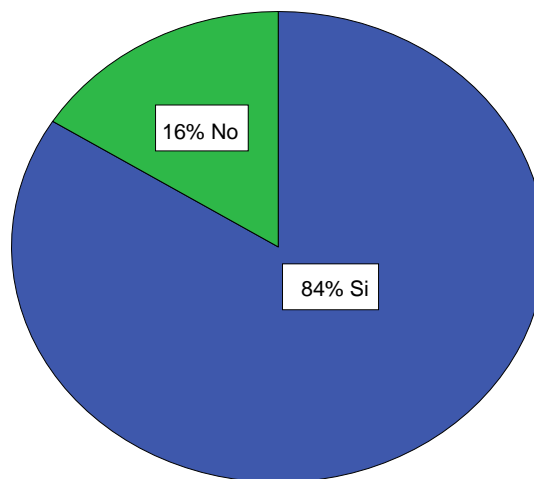
6.- ¿Instalaría en su vehículo algún tipo de alarma no convencional?

Tabla 4.8: Pregunta 6 ¿Instalaría en su vehículo algún tipo de alarma no convencional para aumentar la seguridad de su vehículo?

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	Si	246	84,0%
	No	47	16,0%
	Total	293	100,0%

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

¿Instalaría en su vehículo alguntipo de alarma no convencional para aumentar la seguridad de su vehículo?



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.6: Pregunta 6

Análisis e interpretación

El 84% de los encuestados considera que si instalaría algún tipo de alarma no convencional en su vehículo para aumentar el nivel de seguridad, mientras que el 16% no la instalaría.

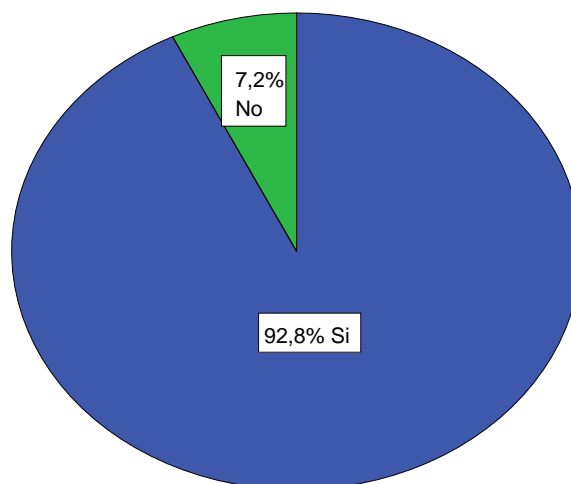
7.- ¿Estaría Ud. dispuesto a instalar en su vehículo un sistema GPS (sistema de posicionamiento global por satélite), con comunicación GSM (mensajes de texto a través del celular), para aumentar el nivel de seguridad?

Tabla 4.9: Pregunta 7 ¿Estaría Ud. dispuesto a instalar en su vehículo un sistema GPS, con comunicación GSM, para aumentar el nivel de seguridad?

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	Si	272	92,8%
	No	21	7,2%
	Total	293	100,0%

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

¿Estaría ud. dispuesto a instalar en su vehículo un sistema GPS, con comunicación GSM, para aumentar el nivel de seguridad?



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.7: Pregunta 7

Análisis e interpretación

El 92.8% de los encuestados estarían dispuestos a instalar en su vehículos un sistema GPS con comunicación GSM para aumentar el nivel de seguridad, mientras que el 7.2% no está dispuesto a hacerlo.

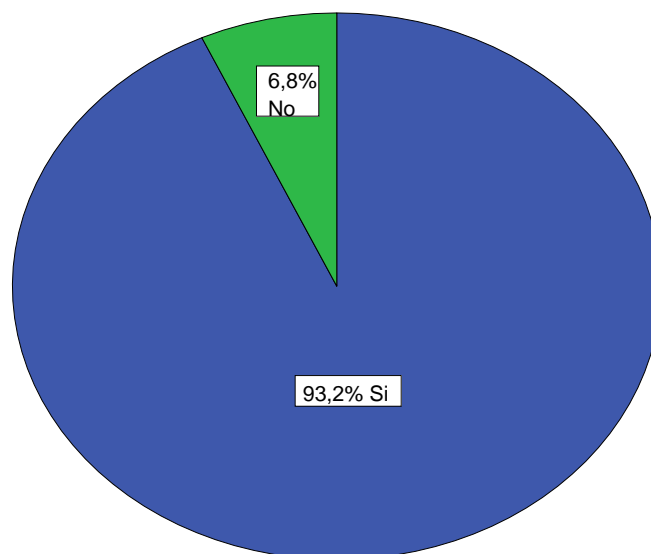
8.- ¿Le gustaría enterarse a través de su celular, vía mensajes de texto si su vehículo está siendo violentado?

Tabla 4.10: Pregunta 8 ¿Le gustaría enterarse a través de su celular, vía mensajes de texto si su vehículo está siendo violentado?

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	Si	273	93,2%
	No	20	6,8%
	Total	293	100,0%

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

¿Le gustaría enterarse a través de su celular, vía mensajes de texto si su vehículo está siendo violentado?



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.8: Pregunta 8

Análisis e interpretación

El 93.2% de los encuestados les gustaría enterarse a través de su celular, vía mensajes de texto, si su vehículo está siendo violentado, el 6.8% no le gustaría.

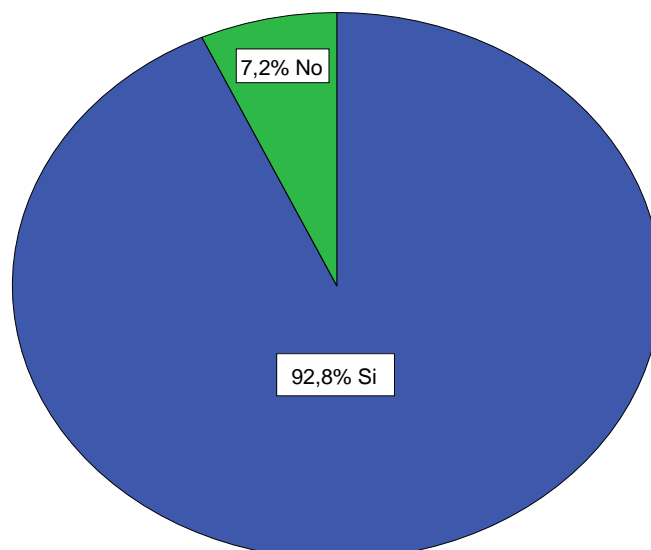
9.- Le gustaría tener el control absoluto (bloqueo total, cerrar puertas, bloqueo satelital, etc.) de su vehículo a través de su celular sin necesidad de estar cerca?

Tabla 4.11: Pregunta 9 ¿Le gustaría tener el control absoluto de su vehículo a través de su celular sin necesidad de estar cerca?

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	Si	270	92,8%
	No	21	7,2%
Total		293	100,0%

Elaborado por: Patricio Pazmiño, David Cerda

¿Le gustaría tener el control absoluto de su vehículo a través de su celular sin necesidad de estar cerca?



Elaborado por: Patricio Pazmiño, David Cerda-

Figura 4.9: Pregunta 9

Análisis e interpretación

Al 92.8% de los encuestados si les gustaría tener el control de su vehículo a través de su celular sin necesidad de estar cerca, mientras que al 7.2% no le gustaría.

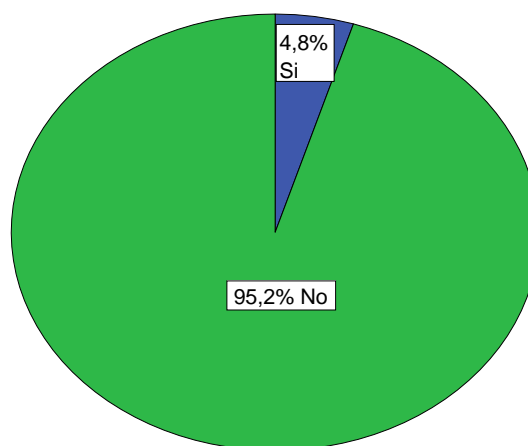
10.- ¿Ud. Conoce de algún centro de instalación especializado de alarmas no convencionales?

Tabla 4.12: Pregunta 10 ¿Usted conoce de algún centro de instalación especializado de alarmas no convencionales?

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	Si	14	4,8%
	No	279	95,2%
	Total	293	100,0%

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

¿Usted conoce de algún centro de instalación especializado de alarmas no convencionales?



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.10: Pregunta 10

Análisis e interpretación

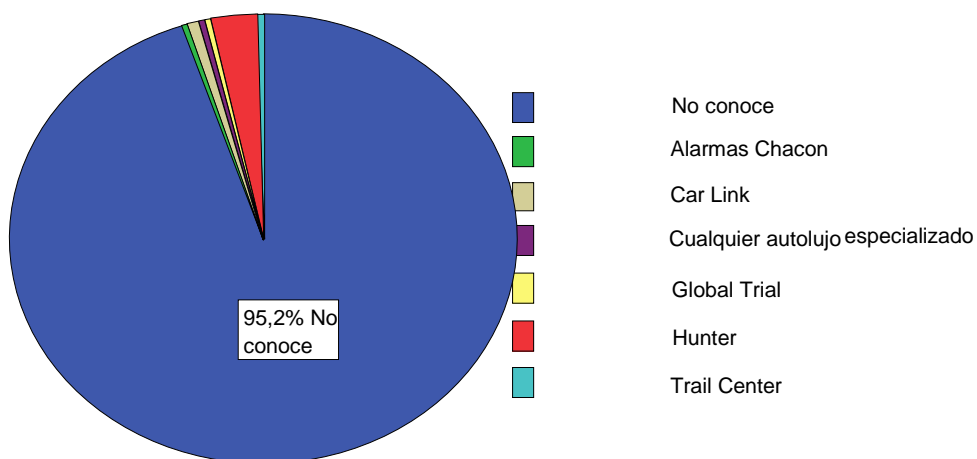
El 95.2% de los encuestados no conocen ningún centro de instalación especializado de alarmas no convencionales, mientras que el 4.8% si lo conoce.

Tabla 4.13: Pregunta 10 ¿Qué centro de instalación especializado de alarmas no convencionales conoce?

Opción		F. Absoluta	F. Relativa
Válidos	No conoce	279	95,2%
	Alarmas Chacón	1	,3%
	Car Link	2	,7%
	Cualquier auto lujo especializado	1	,3%
	Global Trial	1	,3%
	Hunter	8	2,7%
	Trail Center	1	,3%
	Total	293	100,0%

Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

¿Que centro de instalación especializado de alarmas no convencionales conoce?



Fuente: Patricio Pazmiño, David Cerda

Figura 4.11: Pregunta 10

Análisis e interpretación

Del 4.8% de los encuestados que si conoce un centro de instalación especializado de alarmas no convencionales, el 2.7% dice conocer Hunter, el 0.7% Car Link, 0.3% Alarmas Chacón, el 0.3% Global Trial y el 0.3% piensa que se puede instalar en cualquier auto lujos especializado.

4.8 DISEÑO ELECTRÓNICO

4.8.1 DISEÑO ELECTRÓNICO DE HABILITACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL MÓDULO HACIA EL VEHÍCULO SUZUKI SIDEKICK

Las conexiones que se muestran en la figura 4.62 detallan las conexiones del que se han establecido entre el módulo GPS / GSM y el vehículo Suzuki Sidekick de la siguiente manera:

Alimentación: Se ha tomado 12V de la batería y 0V del chasis del vehículo.

Entrada Digital 1: Se toma la señal de un pulsante denominado botón de pánico que ingresa hacia el módulo un cambio lógico de 1 a 0.

Entrada Digital 2: Se toma la señal de un pulsante ubicado en el capot del vehículo que ingresa hacia el módulo un cambio lógico de 1 a 0.

Entrada Digital 3: Se toma la señal de los cinco pulsantes ubicados en las puertas del vehículo, que ingresa hacia el módulo un cambio lógico de 1 a 0 de cualquiera de las puertas; pero estas señales tienen una habilitación principal de un switch que permitirá al usuario elegir si desea o no que esta opción se encuentre activa.

Salida Digital 2: Se obtiene la señal del módulo y se la utiliza para activar la bobina de un relé automotriz, de manera que al cambiar la posición los contactos activen y desactiven la apertura de seguros.

Salida Digital 3: Se obtiene la señal del módulo y se la utiliza para activar la bobina de un relé automotriz, de manera que al cambiar la posición los contactos activen y desactiven el cierre de seguros.

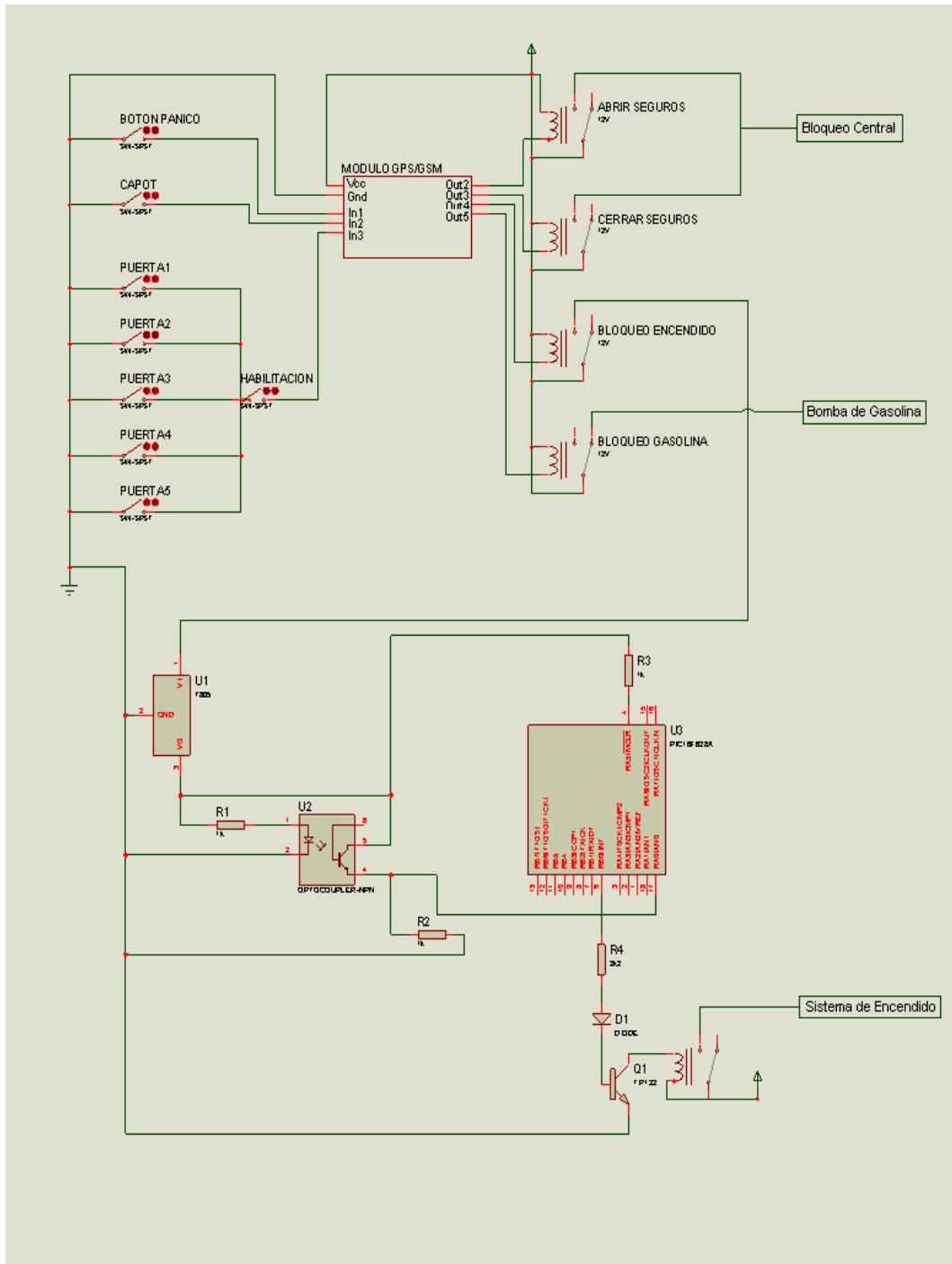
Salida Digital 4: Se obtiene la señal del módulo y se la utiliza para activar la bobina de un relé automotriz, de manera que al cambiar la posición los contactos desactiven y activen el encendido del vehículo.

Se ha diseñado un circuito de control para modificar el bloqueo de encendido, en base a que éste opera apagando el vehículo, pero si la velocidad fuese alta podría ocasionar un accidente por lo que el circuito genera una falla en el vehículo que obligue al conductor a reducir su velocidad.

El funcionamiento del circuito de control se basa en la activación de la salida digital 4 que activa el relé de bloqueo de encendido apagando el vehículo, siendo éste contacto de salida el que alimenta al circuito de control con una señal de 12V y 0V tomado del chasis, que mediante un LM7805 obtenemos el voltaje de control (5V), luego enviamos la señal a un optotransistor que debido a su constitución genere estados lógicos de 0 y 1 que ingresan a un microcontrolador y por medio de programación se ejecute una secuencia a través de una salida que se encuentra directamente conectada a un transistor de potencia para conseguir la activación del relé de falla que generará un corte de energía en el encendido.

El relé de falla se encuentra conectado en paralelo al sistema de encendido, siendo éste el que proporcione la energía alterna para mantener alimentado el sistema en intervalos de tiempo hasta que se reduzca la velocidad y el vehículo pueda ser bloqueado.

Salida Digital 5: Se obtiene la señal del módulo y se la utiliza para activar la bobina de un relé automotriz, de manera que al cambiar la posición los contactos desactiven y activen la bomba de combustible.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.12 Plano de conexiones eléctricas del módulo GPS/GSM hacia el vehículo

4.8.2 LISTA DE MATERIALES

El listado de materiales y el costo de cada uno se detallan a continuación en la Tabla 4.14:

Tabla 4.14 Materiales

Item	Descripción	Cantidad	Precio Unit.	Precio Total
1	Módulo GPS/GSM	1	150	150
2	Switch	2	1,5	3
3	Relé Automotriz	5	3	15
4	Cable Flexible #16	15 m	0,30	4,50
5	Batería de alimentación modulo	1	25	25
6	LM7805	1	1,5	1,5
7	Optotransistor	1	1	1
8	Pic 16F628A	1	12	12
9	TIP 122	1	1,5	4,50
10	Diodo	1	0,2	0,2
11	Resistencias	4	0,05	0,2
12	Borneras	1	0,5	0,5
13	Placa Baquelita	1	10	10
			TOTAL	\$227,40

Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

- **Módulo GPS/GSM:** se ha seleccionado este elemento luego de realizar un análisis en base a las características principales de transmisión y recepción de coordenadas, comunicaciones, rapidez de respuesta y tomando en consideración su costo para reducir el presupuesto del proyecto.
- **Switch:** con la finalidad de poder habilitar o deshabilitar la opción de información de estado de las puertas, se ha elegido un switch de dos posiciones para realizar esta acción.

- **Relé Automotriz:** Hemos optado por este elemento debido a que está diseñado para funcionar con las características de corriente y voltaje que entrega un vehículo y utilizando su funcionamiento para activar y desactivar los sistemas del auto.
- **Cable Flexible #16:** se utilizó este tipo de cable para realizar las conexiones internas en el vehículo y porque la corriente de circulación no es alta ($I_{m\acute{a}x}=8mA$).
- **Batería de Alimentación al módulo:** se ha elegido colocar una batería en el módulo con el fin de no perder la información ni el control si por cualquier motivo la alimentación principal (batería) falle.
- **LM7805:** es un elemento electrónico que lo hemos seleccionado para regular el voltaje de la batería (12V) a un voltaje de control (5V) que permita funcional los circuitos electrónicos.
- **Optotransistor:** utilizado para captar en la entrada la señal que envía el módulo y a la salida emite la señal TTL (0 – 5V) que ingresará al microcontrolador.
- **Microcontrolador PIC 16F628A:** se ha elegido este elemento electrónico por su fácil acceso a la programación, costo moderado y por su comercialización en el mercado; para realizar un programa interno en el que se genere una señal de tren de pulsos que permita activar y desactivar el elemento de control.
- **Transistor de Potencia TIP 122:** se ha seleccionado un transistor de potencia para activar un relé automotriz. El Tip 122 funciona en corte y saturación para habilitar y deshabilitar la salida, siendo su alimentación el voltaje proporcionado por la batería
- **Diodo:** el diodo de germanio se utilizó en el circuito para impedir un retorno de corriente hacia el microcontrolador y tomando en cuenta que su caída de voltaje no representa pérdida significativa.
- **Resistencias:** las resistencias utilizadas en el circuito fueron elegidas con el fin de regular la corriente que circula por los integrados y para proteger a los mismos.

- **Borneras:** se han utilizado borneras de conexión para mantener fijos los cables que llevan voltajes y estados de entradas o salidas, e igualmente para mejorar la presentación del circuito.
- **Placa Baquelita:** una vez finalizadas las pruebas en protoboard, se adquirió una placa baquelita para quemar el circuito y dejarlo listo para montarlo en el vehículo.

4.9 DISEÑO DEL SOFTWARE

Con el objetivo de no memorizar los códigos expuestos anteriormente y conseguir una interfaz amigable al usuario de fácil uso, se ha realizado una programación básica en la plataforma java que permita descargarse la aplicación en el celular con sus múltiples opciones.

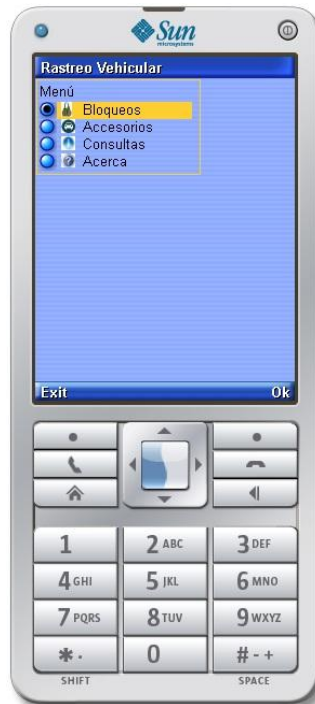
Pantalla de Inicio: Consta de una animación para inicializar la aplicación. En la figura 4.13 se muestra la presentación de la pantalla de inicio.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.13 Pantalla de inicio

Menú Principal: Muestra todas las opciones que se pueden realizar y son, bloqueos, accesorios, consultas y acerca. En la figura 4.14 se observan las preferencias que ofrece el menú principal.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.14 Menú principal

Bloqueos: Presenta las configuraciones de bloqueo que se puede realizar en el vehículo y son: encendido de vehículo y bomba de combustible, cada una con las habilitaciones ON/OFF.

En la figura 4.15 se encuentra seleccionada la opción de bloqueo que corresponde al Encendido de Vehículo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.15 Bloqueo de encendido de vehículo

El bloqueo de la bomba de combustible que se encuentra resaltado en la figura 4.16 corresponde al segundo ítem de esta opción.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.16 Bloqueo de bomba de combustible

La figura 4.17 muestra la habilitación ON que permite enviar la señal de activación hacia el vehículo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.17 Habilidad ON

La figura 4.18 muestra la habilitación OFF que permite enviar la señal de activación hacia el vehículo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.18 Habilidad OFF

Accesorios: Permite operar las salidas de control, así como también las funciones que permiten obtener un registro de datos del vehículo como salida del perímetro y exceso de velocidad. En la figura 4.19 se observa este ítem en el menú principal.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.19 Opción de accesorios

Puertas: Controla el cierre y apertura de los seguros del vehículo mediante un submenú de opciones.

La figura 4.20 muestra la primera opción de Accesorios que corresponde a Puertas.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.20 Menú de accesorios

Al seleccionar Puertas aparece un submenú que permitirá abrir los seguros del vehículo, como se muestra en la figura 4.21.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.21 Submenú de opciones – Abrir Seguros

En la figura 4.22 se observa la habilitación para enviar la orden para cerrar los seguros del vehículo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.22 Submenú de opciones – Cerrar Seguros

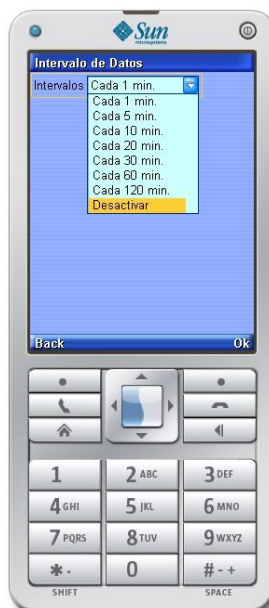
Intervalo de Datos: Permite activar la opción para recibir los datos de posición, velocidad y fecha en un intervalo de tiempo programado como se indica en la figura 4.23.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.23 Intervalo de datos

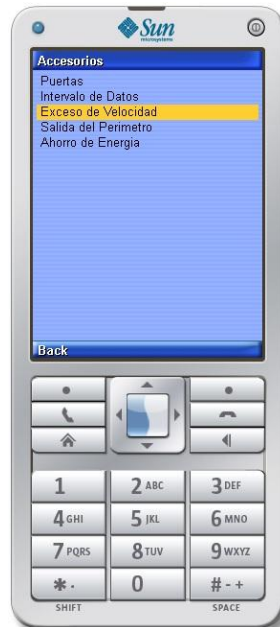
Al ingresar en Intervalo de Datos se tiene un submenú de opciones que permitirá escoger una configuración deseada, como se observa en la figura 4.24.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

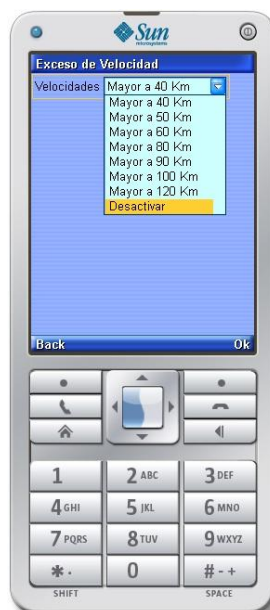
Figura 4.24 Intervalo de datos - Opciones

Exceso de Velocidad: Permite activar una alarma que le informe si el vehículo rebasó un límite de velocidad establecido, como se observa en las figura 4.25.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.25 Exceso de Velocidad

Dentro de la opción Exceso de Velocidad se despliega un submenú como el de la figura 4.26, que permite escoger una velocidad.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.26 Exceso de velocidad - Opciones

Salida del Perímetro: Esta opción activa una alarma que indica si el vehículo ha traspasado una distancia pre-asignada como se indica en la figuras 4.27.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.27 Salida del perímetro

De igual forma que en las opciones anteriores, en salida del perímetro existe un submenú que se muestra en la figura 4.28.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.28 Salida del perímetro - Opciones

Ahorro de Energía: Activa la opción para que el sistema ahorre su energía por un intervalo de tiempo como se observa en la figuras 4.29.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.29 Ahorro de energía

La opción de ahorro de energía accede a un submenú de tiempo que se indica en la figura 4.30.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.30 Ahorro de energía – Opciones

Consultas: Con esta opción se puede realizar preguntas que permitan conocer la posición del vehículo por diferentes formas que se detallan a continuación.

Posición: Permite enviar un sms al sistema y con ello retorna la información del vehículo como se muestra en la figura 4.31.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.31 Consultas

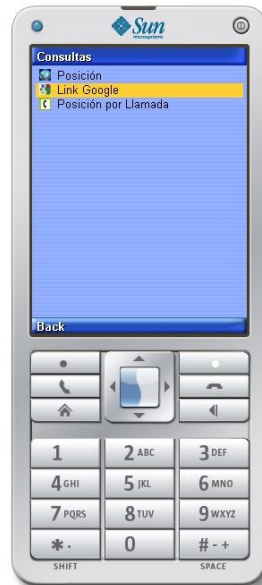
La figura 4.32 indica las opciones de Consulta a las que se pueden acceder en esta parte.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

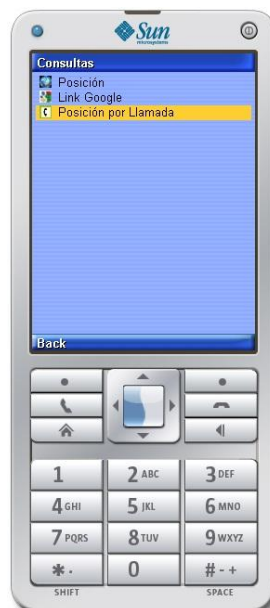
Figura 4.32 Posición

Link Google: Con esta opción el sistema devuelve un link de internet que mediante un mapa se localizará el vehículo como se observa en la figura 4.33.



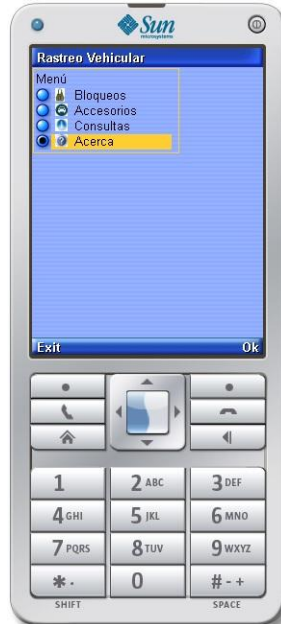
Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.33 Link Google

Posición por Llamada: Como su nombre lo indica, el sistema realiza una llamada y retorna un sms con la información del vehículo como se muestra en la figura 4.34.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.34 Posición por Llamada

Acerca: Muestra la información relevante de las personas desarrolladoras del programa como se muestra en la figura 4.35.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.35 Acerca

En la figura 4.36 se observan los nombres y una dirección electrónica de los desarrolladores del software.



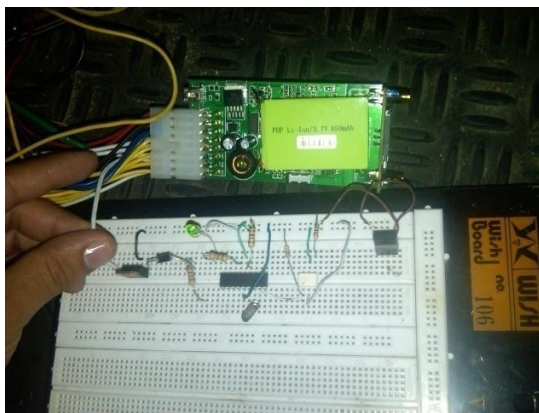
Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.36 Acerca - Opciones

4.10 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

El objetivo primordial de este proyecto es la seguridad que se pueda brindar al usuario dueño de un vehículo que con un monitoreo constante se evite pérdidas considerables.

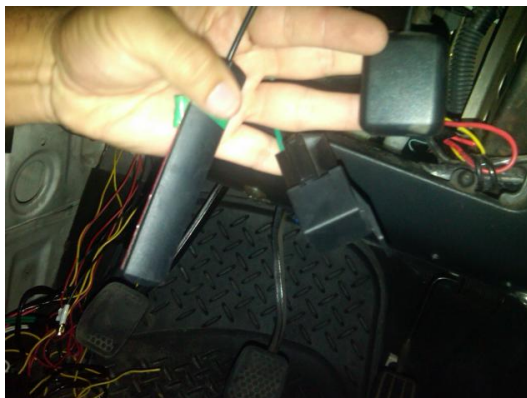
En la figura 4.37 se muestra el módulo GPS / GSM junto con el circuito de control para el bloqueo:



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.37 Módulo GPS / GSM

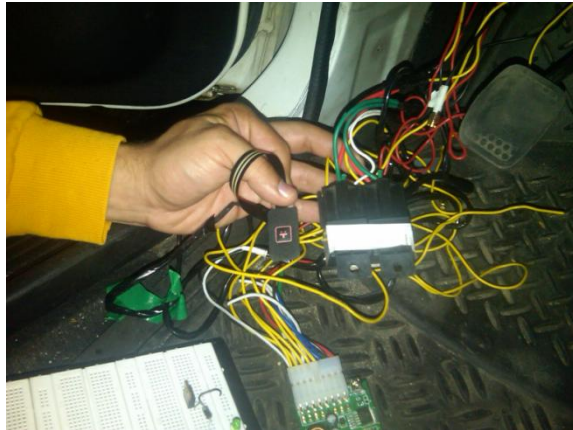
El módulo no podría funcionar sin las antenas GPS y GSM que se encuentran estratégicamente ubicadas para que se pueda recibir y enviar señales, como se aprecia en la figura 4.38.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.38 Antenas GPS y GSM

Como se ha enunciado anteriormente, las entradas y salidas se encuentran distribuidas en todo el vehículo, tanto para tomar señales como para enviarlas. En la figura 4.39 se observa el botón de pánico (entrada) y los relés (salidas) que controlan los seguros.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.39 Conexión de entradas y salidas

En la figura 4.40 se observa la instalación de un switch que permite la activación o desactivación del envío de alarmas al abrir o cerrar una puerta, es decir, el fin de esta opción es simplemente habilitarla cuando el vehículo se encuentre abandonado por un tiempo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.40 Switch de habilitación de alarma de puertas

La figura 4.41 muestra uno de los cuatro pulsadores de las puertas que se encuentran instalados en el vehículo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.41 Pulsadores de puertas laterales

La figura 4.42 indica el pulsador del capot que envía la señal al módulo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.42 Pulsador de puerta de capot

En la figura 4.43 se observa el cableado del pulsador del capot.



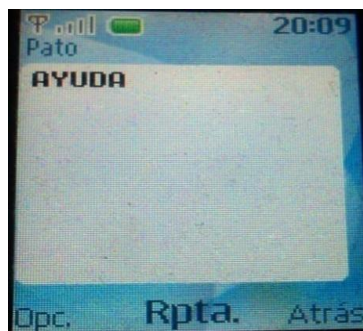
Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.43 Cableado de Pulsadores

4.11 ANÁLISIS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

Cuando se envía una orden al vehículo, éste responde de dos formas: la primera es la ejecución de la tarea y a continuación llegará una confirmación del hecho sucedido al usuario que le permitirá conocer el estado de su auto y mantener un registro de acciones.

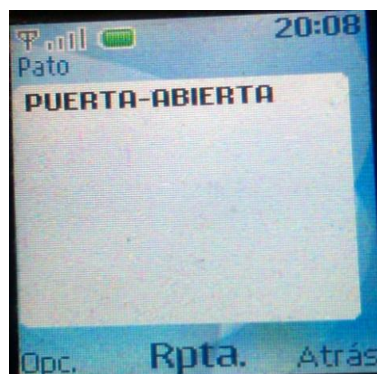
En el caso de las entradas tenemos las siguientes pruebas:

- a) **Botón de Pánico:** al presionar dicho botón, el vehículo enviará la respuesta que se muestra en la figura 4.44.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.44 Mensaje de botón de pánico

- b) **Apertura de Puertas:** una vez que se haya activado el switch de habilitación, y se abra una puerta, el mensaje que llegará será el de la figura 4.45.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.45 Mensaje de apertura de puertas

Las salidas y control presentan las siguientes opciones:

- c) **Sistema de Ignición:** corresponde a la salida 4, permite habilitar y deshabilitar temporal o permanente dicho sistema y el mensaje de notificación.

El mensaje de notificación llega en el idioma inglés y significa lo siguiente:

Set Output Ok/4,1: Salida 4 activada

Set Output Ok/4,0: Salida 4 desactivada

Los números **1** y **0** indican activación y desactivación respectivamente.

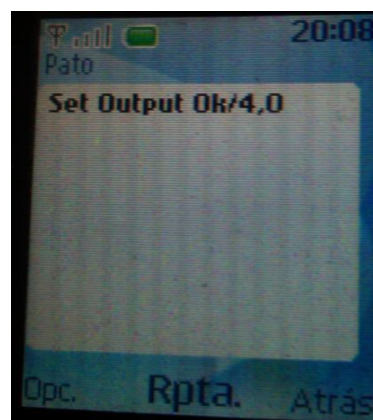
La figura 4.46 indica el mensaje de activación de la salida 4.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.46 Salida 4 activada

En la figura 4.47 se muestra la salida 4 desactivada.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.47 Salida 4 desactivada

- d) **Apertura y Cierre de Seguros:** corresponde a la salida 2 y 3, el mensaje que retornará cuando se hayan abierto o cerrado los seguros.

De igual forma los mensajes de retorno tienen el mismo significado que se describe a continuación:

Set Output Ok/2,1: Salida 2 activada

Set Output Ok/2,0: Salida 2 desactivada

Set Output Ok/3,1: Salida 3 activada

Set Output Ok/3,0: Salida 3 desactivada

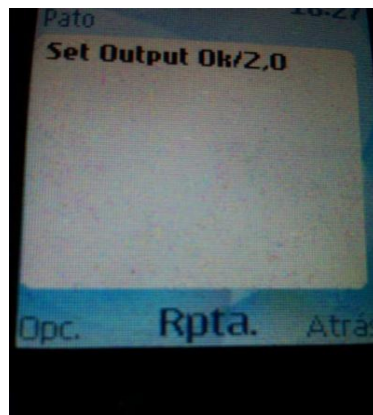
En la figura 4.48 se muestra que la salida 2 se encuentra activa y los seguros se han abierto.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.48 Salida 2 activada

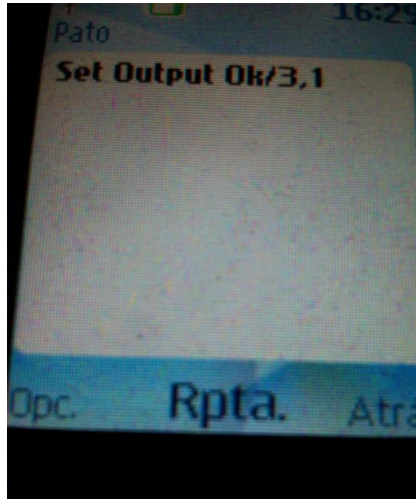
La figura 4.49 nos indica la deshabilitación de la salida 2.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.49 Salida 2 desactivada

En la figura 4.50 se observa la activación de la salida 3 que cerrará los seguros del vehículo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.50 Salida 3 activada

La figura 4.51 muestra la deshabilitación de la salida 3.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.51 Salida 3 desactivada

e) **Bomba de Gasolina:** corresponde a la salida 5, permitirá controlar la bomba y la notificación.

Set Output Ok/5,1: Salida 5 activada

Set Output Ok/5,0: Salida 5 desactivada

La figura 4.52 muestra la salida 5 activa para el bloqueo de gasolina.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.52 Salida 5 activada

En la figura 4.53 se muestra la deshabilitación de la salida 5.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.53 Salida 5 desactivada

En cuanto a las notificaciones de posicionamiento, tenemos lo siguiente:

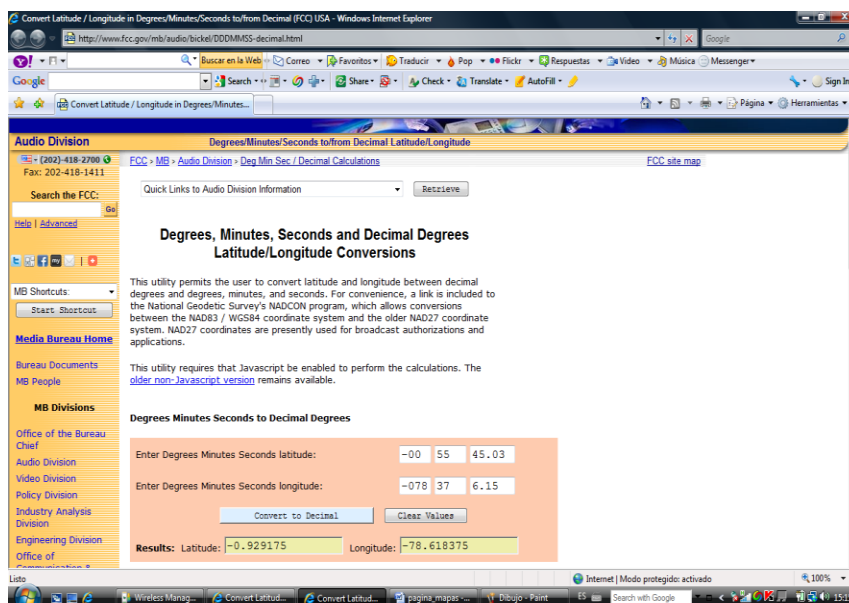
- f) **Posición:** en la figura 4.54 se indica el posicionamiento del vehículo por GPS y las características importantes del mismo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.54 Posición

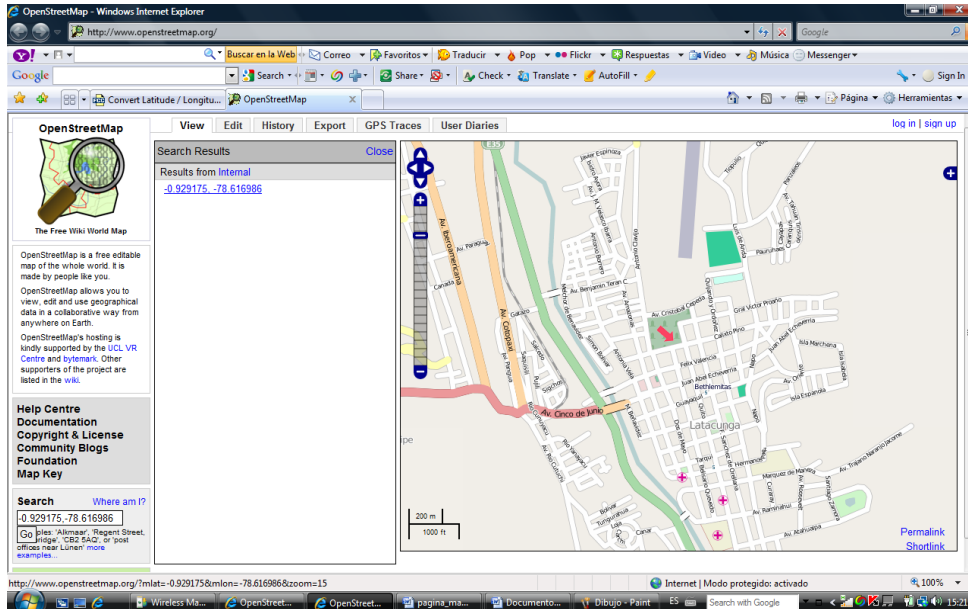
En lo que corresponde a las coordenadas, es necesario trasladarlas a un convertidor a decimales para colocarlas en el mapa y mirar la posición del vehículo.

Hay que tener en cuenta que cuando se representa el norte y el este son coordenadas positivas; mientras que cuando es el sur y oeste son negativas, como se observa en la figura 4.55.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.55 Convertidor a decimal

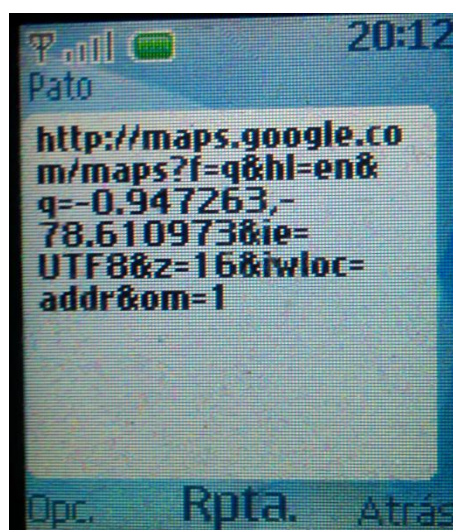
En la figura 4.56 se muestra la ubicación de las coordenadas en el mapa google.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.56 Mapa

- g) **Link Google:** el vehículo devolverá el mensaje que se muestra en la figura 4.57, esta es una dirección web que permitirá al usuario ingresarla en internet y observar la posición del vehículo en un mapa de GOOGLE MAP.

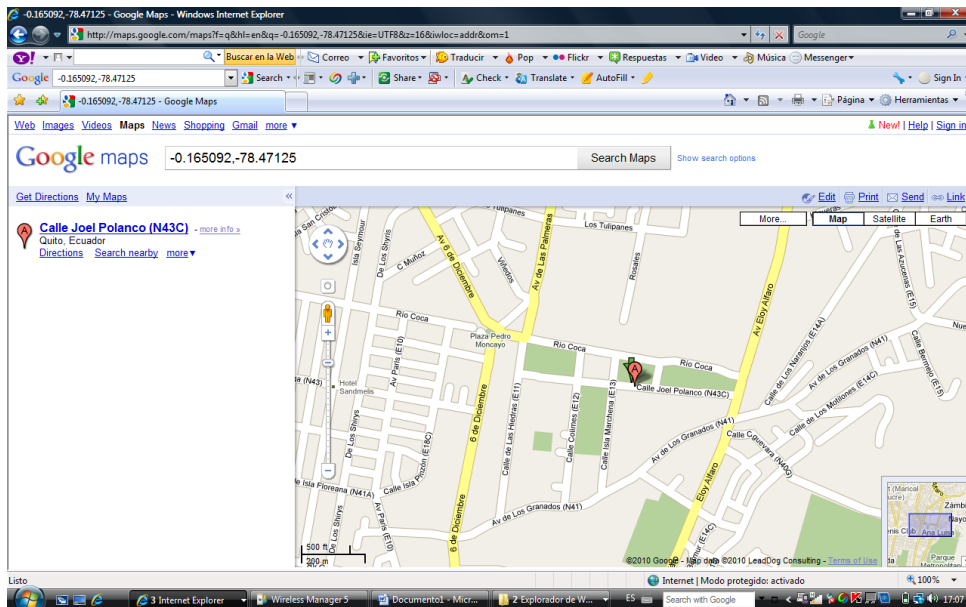


Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.57 Posición por link google

Al colocar el link en una página de internet aparecerá como en la figura 4.58.

<http://maps.google.com/maps?f=q&hl=en&q=0.165092,78.47125&ie=UTF8&z=16&iwloc=addr&om=1>



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.58 Mapa google

h) **Posición por Llamada:** el resultado que se obtiene por este medio es el mismo que el de posición, la diferencia radica en que si no se tiene mensajes solamente se timbra al vehículo y devuelve su posición como se aprecia en la figura 4.59.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.59 Posición por llamada

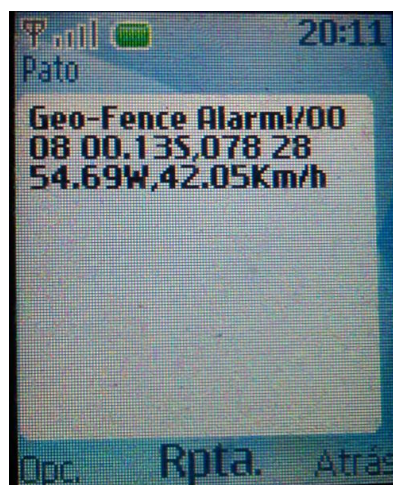
De acuerdo a las configuraciones que se realicen tendremos los siguientes resultados:

- i) **Exceso de velocidad:** cuando el vehículo exceda la velocidad programada, el mensaje de alarma que llegará será el de la figura 4.60.



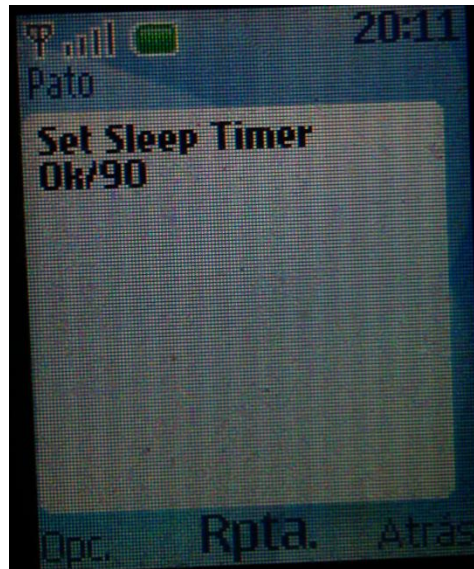
Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.60 Exceso de velocidad

- j) **Salida del Perímetro:** cuando se ha establecido un área del que no se deba salir, el vehículo enviará un mensaje como el de la figura 4.61.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.61 Salida del perímetro

- k) **Ahorro de Energía:** cuando se active esta opción, el mensaje de notificación será el que se muestre en la figura 4.62.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.62 Ahorro de energía

4.12 MANUALES DE USUARIO

4.12.1 CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO GPS / GSM

La configuración del módulo GPS/GSM se realiza a través de mensajes enviados desde el celular hacia el módulo que se encuentra con una tarjeta SIM como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.15: Mensajes de configuración del módulo GPS / GSM

Descripción	Comando	Comentarios
Obtener la ubicación actual	W ***** , 000	Obtener la ubicación actual del vehículo
Cambiar la contraseña de usuario	W ***** , 001 ,#####	***** Es la contraseña antigua ##### Es la contraseña nueva
Ajusta el intervalo para el informe automático temporizado	W ***** , 002, XXX	XXX es el intervalo en minutos. Si XXX = 000 dejará el seguimiento
Establecer el número de teléfono predefinido para botón de SOS	W ***** , 003, M, P, T	M = 0, para desactivar esta función; M= 1, para enviar SMS; Como botón de SOS está vinculada a IN1, P = 1. T: número de teléfono preestablecido. Número máximo de 16 dígitos
Establecer alerta de baja potencia Cuando el voltaje del módulo es menor que el valor de preselección, se enviará una alerta de baja potencia para el número de emergencia predefinido.	W ***** , 004, X	X (el valor predeterminado de tensión) = 0, para desactivar esta función = 1, <3,3 enviar SMS de alerta = 2, <3.4V enviar SMS de alerta = 3, <3.5V enviar SMS de alerta (por defecto) = 4, <3,6 enviar SMS de alerta = 5, <3,7 enviar SMS de alerta
Puesto sobre alerta de velocidad Cuando el módulo capta velocidades más altas que el valor de preselección, se enviará un SMS al número de emergencia predefinido.	W ***** , 005, XX	XX (el valor predeterminado de la velocidad) = 00, para desactivar esta función = [01 a 20] (unidad: 10 km / h) Por ejemplo, W000000,005,08, será enviado de alerta cuando está sobre 80 km / h
Establecer Geo-cerca de alerta Cuando el módulo se mueve fuera del ámbito predefinido, se enviará un SMS Geo-cerca al número de emergencia predefinido.	W ***** , 006, XX	XX (distancia prefijada con el lugar original) = 00, cerca de = 01, 30 = 02, 50m = 03, 100 = 04, 200 = 05, 300 = 06, 500 = 07 de 1000m = 08 m, 2.000 m
Configuración de entrada	W***** ,033,P,F	P = 1, In 1 = 2, In 2 = 3, In 3 F= mensaje de 32 dígitos sin espacios
Control de salida	W ***** , 020, P, F	P = 1, OUT1 = 2, OUT2 = 3, OUT3 = 4, OUT4 = 5, OUT5 F = 0, para cerrar la salida = 1, para abrir la salida

Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

4.12.2 MANUAL DE USUARIO

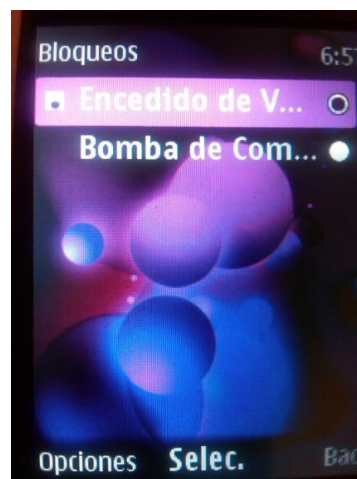
Bloqueos: corresponde una de las opciones de la pantalla principal del sistema de seguridad vehicular como se aprecia en la figura 4.63.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.63 Bloqueos

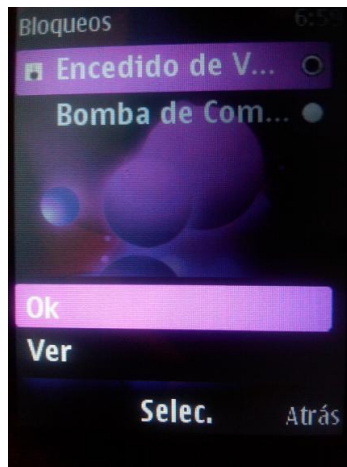
Al hacer click en **OK** aparecerán las opciones de bloqueos de encendido y de bomba de gasolina como se observa en la figura 4.64.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.64 Bloqueos – Opciones

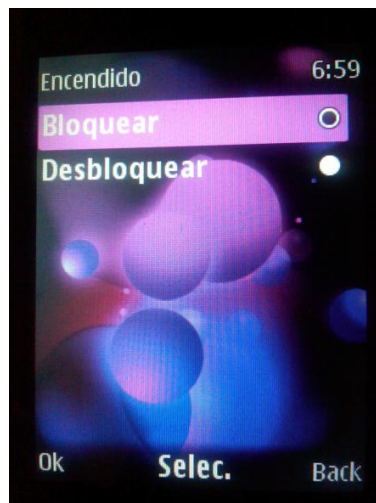
Encendido de Vehículo / Bomba de combustible: con la opción **SELEC**, escogemos un bloqueo y el siguiente paso es hacer click en **Opciones** para habilitarla como se muestra en la figura 4.65.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.65 Opciones

Al seleccionar **Ok** aparecerá la pantalla de la figura 4.66, en el que se debe escoger bloquear / desbloquear según el caso.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.66 Bloquear

Bloquear: Al hacer click en ok se ejecutará la orden, pero el sistema mostrará un mensaje de confirmación que el usuario deberá aceptar, como en la figura 4.67.

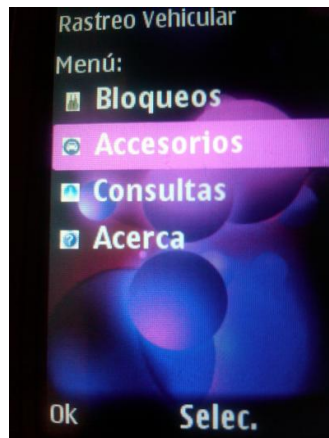


Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.67 Bloquear

Cuando hacemos click en **Si** el sms se enviará y la orden se realizará en el vehículo.

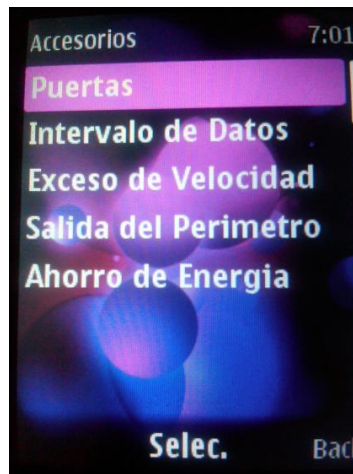
Accesorios: con esto accedemos a las opciones de seguridad del vehículo, que controlan las entradas y las configuraciones del módulo como se observa en la figura 4.68.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.68 Accesorios

Puertas: con la opción puertas, se habilita que el vehículo envíe una alerta cuando se abre este accesorio, como se ve en la figura 4.69.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.69 Puertas

Al escoger **Selec** se abre la figura 4.70 en la que se observa las opciones Abrir Seguros / Cerrar Seguros y nuevamente con **Selec** elegimos una de las dos opciones.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.70 Abrir / Cerrar Seguros

A continuación con **Ok** aparecerá un mensaje de confirmación para enviar la orden al vehículo como se ve en la figura 4.71.



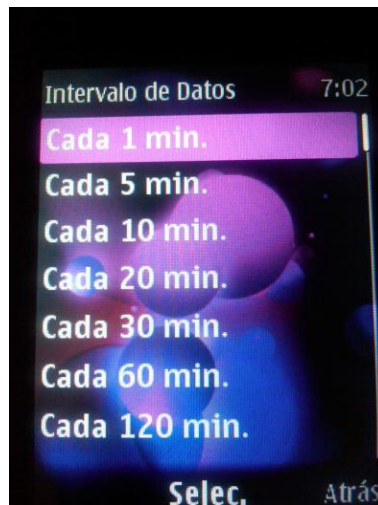
Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.71 Mensajes de confirmación

Intervalo de Datos: con esta opción se escoge el tiempo de envío de mensajes con la posición, velocidad, fecha y hora del vehículo, como se observa en la figura 4.72.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.72 Intervalo de datos

En la figura 4.73 se despliega el menú de opciones de las que se pueden escoger para habilitar este accesorio.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.73 Opciones

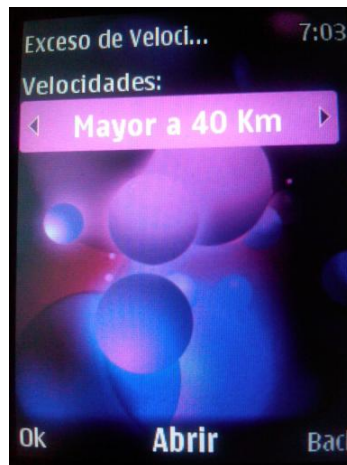
Y en la figura 4.74 se mira el mensaje de confirmación.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.74 Mensaje de confirmación

Exceso de Velocidad: se habilita esta opción, para que el vehículo devuelva un mensaje de alarma cuando se ha excedido el límite seleccionado como se muestra en a figura 4.75.



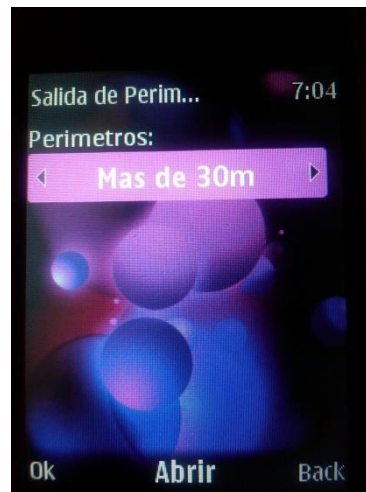
Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.75 Exceso de velocidad

Al seleccionar **abrir** se despliega el menú de opciones como se observa en la figura 4.76, junto con el mensaje de confirmación.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.76 Mensaje de confirmación

Salida del Perímetro: esta opción se configura cuando se requiere establecer un área física dentro de la cual el vehículo puede movilizarse como se muestra en la figura 4.77, si sale del espacio restringido el vehículo enviará una alarma.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.77 Perímetros

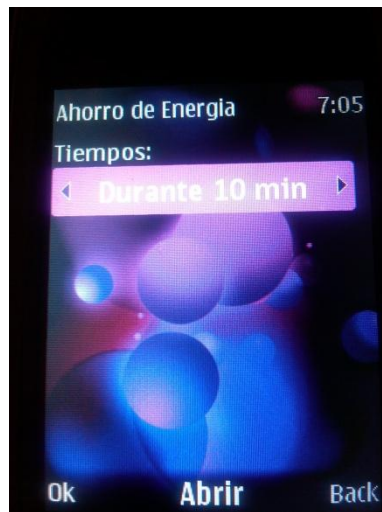
Al seleccionar **Abrir** se despliegan las opciones de perímetro y al presionar **Ok** aparecerá el mensaje de confirmación, como se muestra en la figura 4.78.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.78 Opciones

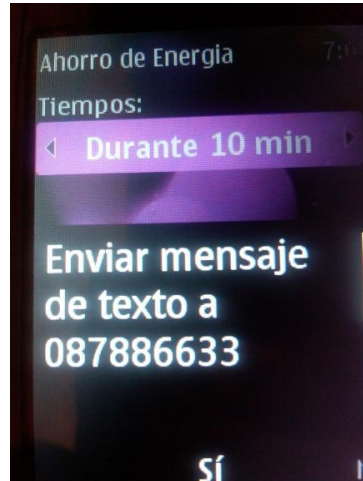
Ahorro de Energía: esta opción permite habilitar que el sistema ahorre su batería en un intervalo de tiempo como se observa en la figura 4.79.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.79 Ahorro de Energía

Al seleccionar **Abrir** se despliega el menú de opciones y al presionar **Ok** aparecerá el mensaje de confirmación, como se observa en la figura 4.80.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.80 Mensaje de confirmación

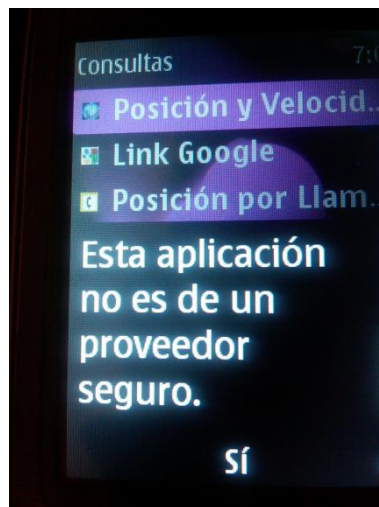
Consultas: esta opción permite preguntar al sistema en cualquier momento la posición del vehículo, velocidad, fecha y hora.

Posición y Velocidad: con esta opción se enviará un mensaje con la petición de posición y velocidad del vehículo como se observa en la figura 4.81.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.81 Posición y Velocidad

Al escoger **Selec.** aparecerá el mensaje de confirmación como se muestra en la figura 4.82.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.82 Mensaje de confirmación

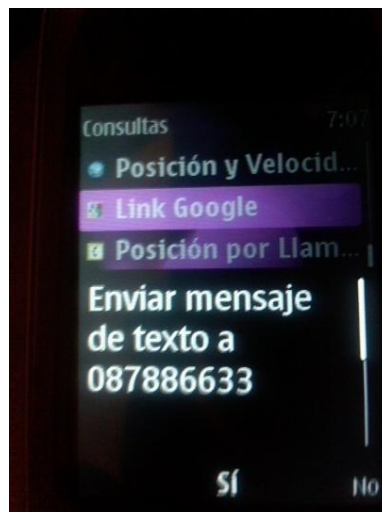
Link Google: con esta opción el sistema devolverá en un mensaje el link del mapa google, en donde se puede mirar la posición del vehículo como se muestra en la figura 4.83.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.83 Link google

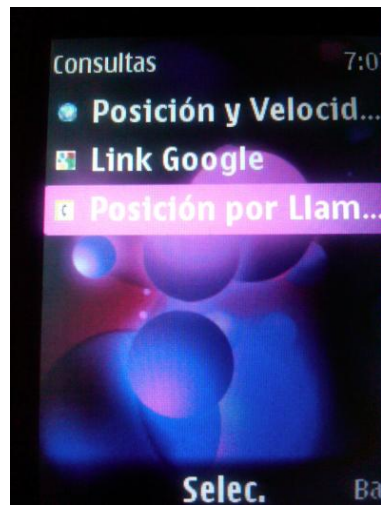
Al escoger **Selec.** aparecerá el mensaje de confirmación como se muestra en la figura 4.84.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda

Figura 4.84 Mensaje de confirmación

Posición por Llamada: con esta opción realizamos una llamada telefónica al sistema como se observa en la figura 4.85, y éste nos devolverá con un mensaje la posición y velocidad del vehículo.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.85 Posición por llamada

Al escoger **Selec.** aparecerá el mensaje de confirmación como se muestra en la figura 4.86.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.86 Mensaje de confirmación

Acerca: se muestra la información de los desarrolladores como se observa en la figura 4.87.



Fuente: Patricio Pazmiño y David Cerda
Figura 4.87 Acerca

CONCLUSIONES

- Al finalizar el proyecto se “Diseño e implemento un sistema GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM para elevar el nivel de seguridad de vehículos automotrices”.
- Se realizó el análisis del funcionamiento del equipo GPS, destacando entre sus beneficios el fácil uso y aplicación de su tecnología para la determinación de la ubicación del vehículo.
- Con base en la encuesta realizada el 92.8% de los propietarios de los automotores, manifestaron la aceptación de un sistema de alarma que permita controlar por medio de mensajes las seguridades de puertas, bomba de gasolina y sistema de encendido del vehículo
- Se aplicaron las pruebas del sistema en el vehículo Suzuki Sidekick para todas las posibles condiciones de uso, obteniendo como resultado el 100% de efectividad en los test de seguridades del sistema.
- Se elaboró un manual de usuario del sistema de seguridad vehicular de fácil comprensión y gráficas ilustrativas que permita el adecuado uso del sistema.
- Se diseño un programa en lenguaje JAVA para facilitar la utilización de las opciones de menú que ofrece el módulo localizador.
- Una vez finalizado el proyecto de investigación podemos concluir que el costo total del sistema de seguridad vehicular es menor y brinda mayores beneficios que los sistemas de seguridad comunes disponibles en el mercado.

RECOMENDACIONES

- Analizar los sistemas de encendido, de alimentación de combustible, electrónicos y conexiones del vehículo con el fin de evitar daños permanentes
- Capacitar a los usuarios del programa con el objetivo de que conozcan y utilicen adecuadamente las opciones del dispositivo
- Verificar que las instalaciones no sean manipuladas por los usuarios para evitar daños irreversibles.
- Conocer las características de los equipos antes de manipularlos
- Verificar que las conexiones no tengan cables pelados provocando malos contactos
- Seguir de una manera sistemática los procedimientos que se exponen en el manual de usuario para conseguir un correcto funcionamiento y evitar una saturación del sistema.
- Verificar que no existan sueldas frías entre los elementos del circuito y la placa.
- En caso de alguna falla o avería en el funcionamiento del sistema consultar en el presente documento.

BIBLIOGRAFÍA

- Fernández J. Seco G. “Sistemas de posicionamiento: de GPS a GNSS”. Mundo Electrónico, 1997.
- Herring T.: “The Global Positioning System”, Scientific American, 1996.
- Lee W.: “Wireless & Cellular Telecommunications”. 3rd Ed., McGraw Hill, 2006
- Mena L.: “Diseño e implementación de un bloqueador de teléfonos celulares para banda G.S.M. que opera en la banda B” Biblioteca ESPE-L, 2009.
- Pozo J.: “Diseño y construcción de un sistema de alarma con bloqueo G.S.M.” Biblioteca ESPE-L, 2010.
- Rappaport, T.: “Wireless Communications”. Principles and Practice, 2nd Ed., Prentice Hall, 2002.
- Sidekick Suzuki.: “Manual de Operación y Mantenimiento”. Editorial Suzuki Motor Corporation, 1993.
- Shankar M.: “Introduction to Wireless Systems”. Wiley, 2002.

INTERNET

- GSM, artículo disponible en:
<http://bc.inter.edu/facultad/cgonzalezr/ELEN4618/GSM.pdf>
- Manual Chevrolet Vitara disponible en:
<http://www.chevrolet.com.ec>

- Artículo disponible en:
www.3gsmworldcongress.com
- Artículo disponible en:
www.gsmworld.com
- Artículo disponible en:
www.3gsm.co.uk
- Artículo disponible en:
www.youtube.com/watch?v=8kLFPfaxQ6U
- GPS, artículo disponible en:
<http://www.iai.csic.es/users/gpa/postscript/Pozo-Ruz00a.pdf>
- Mapa de google disponible en:
<http://maps.google.com/maps?f=q&hl=en&q=0.165092,78.47125&ie=UTF8&z=16&iwloc=addr&om=1>
- Mapa disponible en:
<http://www.openstreetmap.org/>
- Convertidor de coordenadas disponible en:
<http://www.fcc.gov/mb/audio/bickel/DDDMMS-decimal.html>

ANEXOS

ANEXO A: ARTÍCULO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CON GPS Y CONTROL VEHICULAR CON COMUNICACIÓN GSM

Ing. David Cerda AUTOR¹
Ing. Patricio Pazmiño AUTOR²
Ing. Germán Erazo AUTOR³
Ing. Julio Acosta AUTOR⁴

1Departamento de Energía y Mecánica Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez S/N y Márquez de Maenza Latacunga, Ecuador;
e-mail : davidcblp@hotmail.com

2Departamento de Energía y Mecánica Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez S/N y Márquez de Maenza Latacunga, Ecuador;
e-mail : patovan747_mc@hotmail.com

2Departamento de Energía y Mecánica Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez S/N y Márquez de Maenza Latacunga, Ecuador;
e-mail : wgerazo@espe.edu.ec

4Departamento de Electrónica y Electricidad Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Quijano y Ordóñez S/N y Márquez de Maenza Latacunga, Ecuador;
e-mail : jacosta@espe.edu.ec

Resumen.

El presente artículo expone una investigación sobre la utilización de un GPS con comunicación GSM para el control y seguridad vehicular enfocado a todo el campo automotriz que permita conocer al usuario datos importantes del vehículo como son la posición, velocidad, hora, fecha, y controles como apertura y cierre de seguros, estado de las puertas y capot, exceso de velocidad, salida del perímetro y bloqueos tanto al encendido como al suministro de la bomba de combustible, todo esto de forma remota mediante el uso de un celular convencional.

Esta investigación genera resultados que influyen en los distintos ámbitos de la seguridad y control vehicular para usuarios particulares como para control de flotas.

I. INTRODUCCIÓN.

La inseguridad es un problema que ha afecta a la sociedad y con el pasar de los años sus índices han aumentado de manera alarmante en nuestro país, el hurto y robo de vehículos es uno de los delitos más preocupantes, hasta el mes de abril del presente año el robo de carros registrado por la policía ascienden a 1.967.

La falta de herramientas tecnológicas aumenta el problema de la inseguridad, ya que no permite la rápida, ágil, y efectiva acción policial, permitiendo el tránsito normal por las calles y carreteras de vehículos robados en nuestro país.

Consientes de las amenazas externas a las unidades vehiculares que aumentan continuamente por la delincuencia, se ha decidido diseñar un sistema de seguridad vehicular, que permite el bloqueo remoto de un automóvil por parte del usuario autorizando la red de un operador celular (GSM). Esta alarma no solamente suena cuando la seguridad del vehículo ha sido violada, sino que inmediatamente será reportada al teléfono celular.

El sistema se controla mediante mensajes de texto (SMS), a través de los cuales se podrá bloquear el sistema eléctrico de un vehículo sin necesidad de adquirir un control de mando adicional.

La red GSM se comunica a un MODEM, que en su interior posee un módulo GPRS/GSM y una unidad GPS. El MODEM principal está conectado a una unidad microcontrolada que permitirá la interconexión de este con el dispositivo de bloqueo del automóvil.

Una de las principales ventajas de este sistema es que el beneficiario puede tener el completo control sobre su vehículo desde la comodidad de su hogar u oficina con la ayuda de su celular. Llamadas, mensajes de texto cortos y fáciles de recordar. De esta manera aunque los vehículos sean manejados por terceros el control será del dueño del automotor.

II. SISTEMAS PRINCIPALES DEL PROYECTO: GPS, GSM Y SUZUKI SIDEKICK.

SISTEMA GPS

El GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento global) es un **sistema global de navegación por satélite** que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros.

El GPS funciona mediante una red de 27 **satélites** (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo, a 20 200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la **Tierra**. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red como se muestra en la figura 1, de los que recibe las señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos.

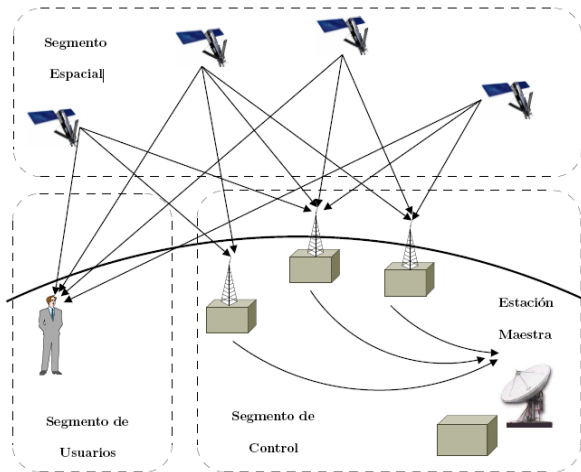


Figura 1. Funcionamiento del sistema GPS.

SISTEMA GSM

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM, proviene de "Groupe Special Mobile") es un sistema estándar, completamente definido, para la comunicación mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y puede hacer, enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por internet, acceso seguro a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) o mensajes de texto.

SISTEMAS DEL VEHÍCULO SUZUKI SIDEKICK

Los sistemas del vehículo Suzuki Sidekick se sintetizan en las siguientes tablas que se muestran a continuación:

Tabla 1 Características del Motor

Tipo	G16B
Cilindraje	1590 cc
Potencia	94,7 hp - 5600 rpm
Torque	13,5 kg m - 4000 rpm
Relación de Compresión	9,5 : 1
Nº de cilindros	4 en línea
Posición	Longitudinal
Nº de válvulas	16
Orden de encendido	1 - 3 - 4 - 2

Tabla 2 Sistema de Alimentación de Combustible

Tipo	Inyección Electrónica Multipunto
Capacidad del Tanque	11,1 gal

Tabla 3 Transmisión

Tipo / Palanca de cambio	Mecánica, 5 velocidades, sincronizada
Embrague	Monodisco seco, Diafragma
Relación final de engranajes	5125
Relación de engranajes transferencia 4x4 Alta	1000
Relación de engranajes transferencia 4x4 Baja	1816
Suspensión Delantera*	
Tipo	Independiente
Resortes	Helicoidales
Amortiguadores	Hidráulicos de doble acción
Suspensión Trasera*	
Tipo	Articulación libre con horquillas central
Resortes	Helicoidales
Amortiguadores	Hidráulicos de doble acción

Tabla 4 Seguridad del Vehículo

Equipo de Seguridad	
Seguro columna de seguridad	Desempañador eléctrico vidrio trasero
Cinturones de seguridad delatente de 3 puntos retráctiles (altura)	Desempañador vidrio panorámico y ventanas laterales
Limpiaparabrisas delantero y trasero	Luces halógenas
Pito eléctrico	Tracción 4x4
Sistema de Frenos	
Tipo	Hidráulicos
Delanteros	Disco
Traseros	Tambor
Freno de mano	Mecánico sobre ruedas traseras

III. DISEÑO ELECTRÓNICO Y SOFTWARE

DISEÑO ELECTRÓNICO

Las conexiones que se muestran en la figura 2 detallan las conexiones que se han establecido entre el módulo GPS / GSM, modulo de control de falla de encendido, relés automotrices y el vehículo Suzuki Sidekick

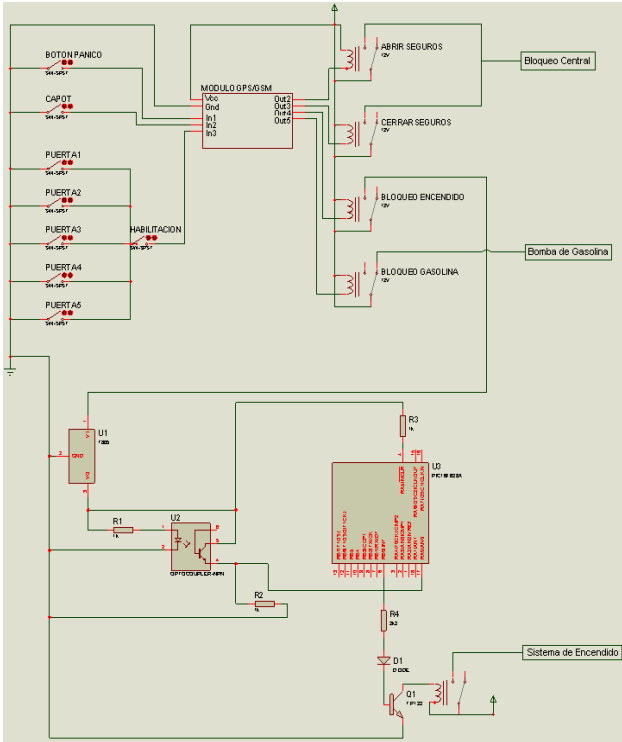


Figura 2 Plano de conexiones eléctricas del módulo GPS/GSM hacia el vehículo

DISEÑO DE SOFTWARE

Con el objetivo de no memorizar los códigos expuestos anteriormente y conseguir una interfaz amigable al usuario de fácil uso, se ha realizado una programación básica en la plataforma java que permita descargarse la aplicación en el celular con sus múltiples opciones.

Menú principal: En la figura 3 se muestra todas las opciones que se pueden realizar y son, bloqueos, accesorios, consultas y acerca.



Figura 3 Menú principal

En la figura 4 podemos apreciar el menú de bloqueos como son: Encendido de vehículo y Bomba de combustible, cada una de estas con la opción de bloqueo y desbloqueo.



Figura 4 Menú de Bloqueos

En la figura 5 podemos observar el menú de accesorios como son: Puertas en esta con opciones de Abrir/Cerrar Puertas, Intervalo de datos en esta con opciones de 1, 5, 10, 20, 30, 60, 120min. y desactivar, Exceso de velocidad en esta con opciones de 40, 50, 60, 80, 90, 100, 120km. y desactivar, Salida del perímetro en esta con opciones de 30, 50, 100, 200, 300, 500,1000, 2000m. y desactivar, Ahorro de energía en esta con opciones de 10, 20, 20, 60, 90min. y desactivar.



Figura 5 Menú de accesorios

En la figura 6 podemos observar el Menú de consultas que incluyen la obtención de: Posición y Velocidad, Link Google y Posición por Llamada.



Figura 6 Menú consultas

En la figura 7 podemos apreciar el menú de acerca en el cual se observa los nombres y dirección electrónica de los desarrolladores del software.



Figura 7 Menú acerca

IV. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

El objetivo primordial de este proyecto es la seguridad que se pueda brindar al usuario dueño de un vehículo que con un monitoreo constante se evite pérdidas considerables.

En la figura 8 se muestra el módulo GPS / GSM junto con el circuito de control para el bloque:

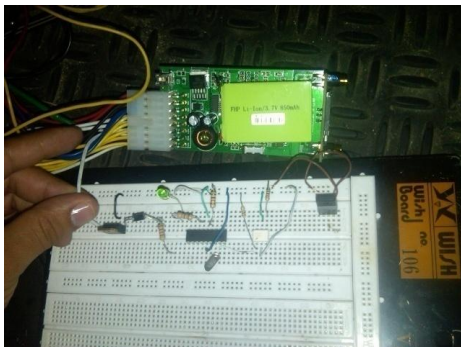


Figura 8 Módulo GPS / GSM

El módulo no podría funcionar sin las antenas GPS y GSM que se encuentran estratégicamente ubicadas para que se pueda recibir y enviar señales, como se aprecia en la figura 9.

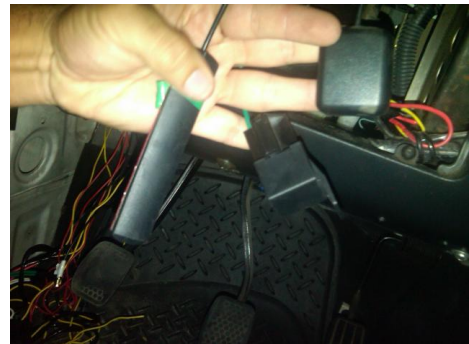


Figura 9 Antenas GPS y GSM

Como se ha enunciado anteriormente, las entradas y salidas se encuentran distribuidas en todo el vehículo, tanto para tomar señales como para enviarlas. En la figura 10 se observa el botón de pánico (entrada) y los relés (salidas) que controlan los seguros.

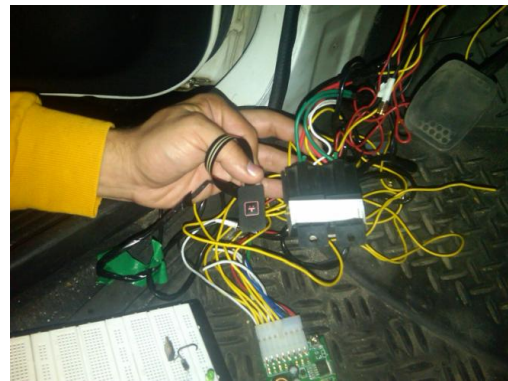


Figura 10 Conexión de entradas y salidas

En la figura 11 se observa la instalación de un switch que permite la activación o desactivación del envío de alarmas al abrir o cerrar una puerta, es decir, el fin de esta opción es simplemente habilitarla cuando el vehículo se encuentre abandonado por un tiempo.



Figura 11 Switch de habilitación de alarma de puertas

La figura 12 muestra uno de los cuatro pulsadores de las puertas que se encuentran instalados en el vehículo.



Figura 12 Pulsadores de puertas laterales

V. ANÁLISIS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

Cuando se envía una orden al vehículo, éste responde de dos formas: la primera es la ejecución de la tarea y a continuación llegará una confirmación del hecho sucedido al usuario que le permitirá conocer el estado de su auto y mantener un registro de acciones.

En el caso de las entradas tenemos las siguientes pruebas:

a) **Botón de Pánico:** figura 13.

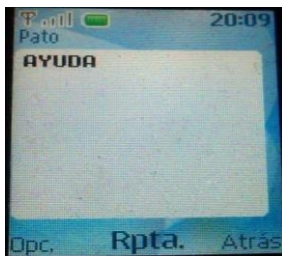


Figura 13 Mensaje de botón de pánico

b) **Apertura de Puertas:** figura 14

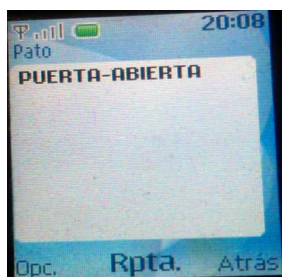


Figura 14 Mensaje de apertura de puertas

Las salidas y control presentan las siguientes opciones:

- c) **Sistema de Ignición**
- d) **Apertura y Cierre de Seguros**
- e) **Bomba de Gasolina**

Los mensajes de notificación llegan en el idioma inglés y significa lo siguiente:

- Set Output Ok/2,1:** Salida 2 activada
- Set Output Ok/2,0:** Salida 2 desactivada
- Set Output Ok/3,1:** Salida 3 activada
- Set Output Ok/3,0:** Salida 3 desactivada
- Set Output Ok/4,1:** Salida 4 activada
- Set Output Ok/4,0:** Salida 4 desactivada
- Set Output Ok/5,1:** Salida 5 activada
- Set Output Ok/5,0:** Salida 5 desactivada

Los números **1** y **0** indican activación y desactivación respectivamente.

Por ejemplo en la figura 15 indica el mensaje de activación de la salida 4.



Figura 15 Salida 4 activada

En la figura 16 se muestra la salida 4 desactivada.

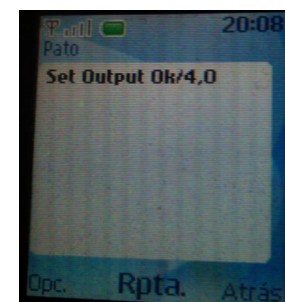


Figura 16 Salida 4 desactivada

En cuanto a las notificaciones de posicionamiento que nos indica el posicionamiento del vehículo por GPS y las características importantes del mismo y tenemos lo siguiente:

f) **Posición:** figura 17



Figura 17 Posición

g) **Link Google:** el vehículo devolverá el mensaje que se muestra en la figura 18, esta es una dirección web que permitirá al usuario ingresarla en internet y observar la posición del vehículo en un mapa de GOOGLE MAP.



Figura 18 Posición por link google

Al colocar el link en una página de internet aparecerá como en la figura 19.

<http://maps.google.com/maps?f=q&hl=en&q=0.165092,78.47125&ie=UTF8&z=16&iwloc=addr&om=1>

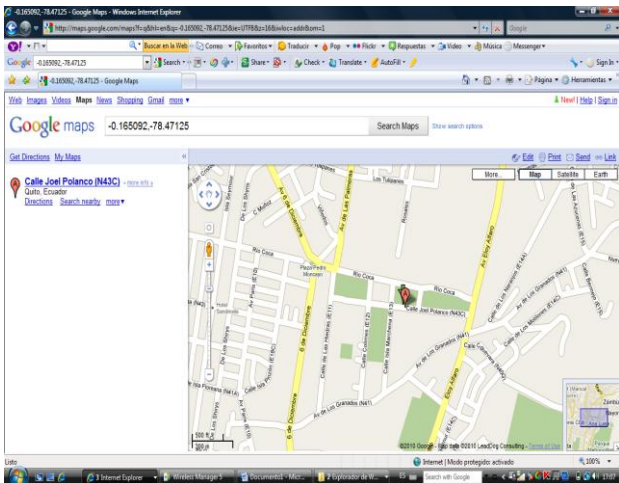


Figura 19 Mapa google

h) **Posición por Llamada:** figura 20.



Figura 20 Posición por llamada

De acuerdo a las configuraciones que se realicen el modulo enviara una alerta cuando el conductor exceda las condiciones configuradas como son las siguientes:

i) **Exceso de velocidad:** figura 21.



Figura 21 Exceso de velocidad

j) **Salida del Perímetro:** figura 22.



Figura 22 Salida del perímetro

k) **Ahorro de Energía:** cuando se active esta opción, el mensaje de notificación será el que se muestre en la figura 23, esta sirve para que el modulo no consuma energía innecesariamente.

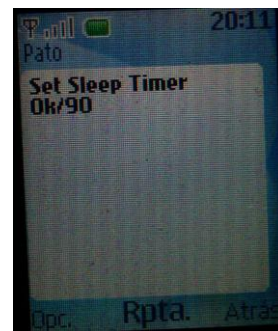


Figura 23 Ahorro de energía

VI. CONCLUSIONES.

- Al finalizar el proyecto se “Diseño e implemento un sistema GPS y control de seguridad vehicular con comunicación GSM para elevar el nivel de seguridad de vehículos automotrices”.
- Se realizó el análisis del funcionamiento del equipo GPS, destacando entre sus beneficios el fácil uso y aplicación de su tecnología para la determinación de la ubicación del vehículo.

- Con base en la encuesta realizada el 92.8% de los propietarios de los automotores, manifestaron la aceptación de un sistema de alarma que permita controlar por medio de mensajes las seguridades de puertas, bomba de gasolina y sistema de encendido del vehículo
- Se aplicaron las pruebas del sistema en el vehículo Suzuki Sidekick para todas las posibles condiciones de uso, obteniendo como resultado el 100% de efectividad en los test de seguridades del sistema.
- Se elaboró un manual de usuario del sistema de seguridad vehicular de fácil comprensión y gráficas ilustrativas que permita el adecuado uso del sistema.
- Se diseñó un programa en lenguaje JAVA para facilitar la utilización de las opciones de menú que ofrece el módulo localizador.
- Una vez finalizado el proyecto de investigación podemos concluir que el costo total del sistema de seguridad vehicular es menor y brinda mayores beneficios que los sistemas de seguridad comunes disponibles en el mercado.
- Mena L.: "Diseño e implementación de un bloqueador de teléfonos celulares para banda G.S.M. que opera en la banda B" Biblioteca ESPE-L, 2009.
- Pozo J.: "Diseño y construcción de un sistema de alarma con bloqueo G.S.M." Biblioteca ESPE-L, 2010.
- Rappaport, T.: "Wireless Communications". Principles and Practice, 2nd Ed., Prentice Hall, 2002.
- Sidekick Suzuki.: "Manual de Operación y Mantenimiento". Editorial Suzuki Motor Corporation, 1993.

VII. RECOMENDACIONES.

- Analizar los sistemas de encendido, de alimentación de combustible, electrónicos y conexiones del vehículo con el fin de evitar daños permanentes
- Capacitar a los usuarios del programa con el objetivo de que conozcan y utilicen adecuadamente las opciones del dispositivo
- Verificar que las instalaciones no sean manipuladas por los usuarios para evitar daños irreversibles.
- Conocer las características de los equipos antes de manipularlos

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Fernández J. Seco G. "Sistemas de posicionamiento: de GPS a GNSS". Mundo Electrónico, 1997.
- Herring T.: "The Global Positioning System", Scientific American, 1996.
- Lee W.: "Wireless & Cellular Telecommunications". 3rd Ed., McGraw Hill, 2006

Latacunga, Abril de 2011.

AUTORES:

David Alejandro Cerda Sánchez

Iván Patricio Pazmiño Días

Ing. Juan Castro

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Dr. Eduardo Vásquez

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO