ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD PARA VEHÍCULOS MEDIANTE GPS Y TELEFONÍA CELULAR (SMS Y DTMF)

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

JORGE EDUARDO CHAMORRO GUACAPIÑA

jorgeeducil@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PABLO WILIAN HIDALGO LASCANO

pablo.hidalgo@epn.edu.ec

Quito, Junio 2013

DECLARACIÓN

Yo, Jorge Eduardo Chamorro Guacapiña, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Jorge Eduardo Chamorro Guacapiña

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Eduardo Chamorro Guacapiña, bajo mi supervisión.

_____

Ing. Pablo Hidalgo

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la sabiduría, la constancia que me ha otorgado durante todos los años de mi vida, por ayudarme a tomar las mejores decisiones y protegerme en cada momento.

A mi Madre, por ser la persona a la que le debo la vida y apoyarme en cada momento a seguir adelante.

A mi esposa e hijo, por ser mi inspiración de lucha cada día.

Al Ing. Pablo Hidalgo y la Señora Soraya Bonilla, por brindarme su amistad, por la colaboración durante mi proyecto, por los consejos de sus experiencias y sabiduría.

A la Escuela Politécnica Nacional y a todos mi maestros durante mi carrera, por abrirme las puertas y haber compartido todos sus conocimiento de forma ética y profesional.

Jorge Chamorro

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Amada, a mi esposa Esthela y mi hijo Camilo, por todo el apoyo incondicional, por ser las personas más importantes que Dios me puedo regalar y poner en mi camino.

Jorge Chamorro

CONTENIDO

DECLARACIÓN i
CERTIFICACIÓN ii
AGRADECIMIENTO iii
DEDICATORIA iv
CONTENIDO v
RESUMEN xii
PRESENTACIÓN xiii

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS 1
1.1 OBJETIVO GENERAL 1
1.2 SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR 1
1.2.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD 1
1.2.2 FUNCIONES DEL MONITOREO PROFESIONAL 2
1.3 SISTEMAS DE TELEFONÍA CELULAR 3
1.3.1 GENERACIONES DE LA TELEFONÍA INALÁMBRICA 4
1.3.1.1 Primera Generación 1G 4
1.3.1.2 Segunda Generación 2G 4
1.3.1.3 Tercera Generación 3G 5
1.3.1.4 Cuarta Generación 4G 6
1.3.2 ESTADO ACTUAL DE LA TELEFONÍA MÓVIL 6
1.3.2.1 IS-136 6
1.3.2.2 CDMA 6
1.3.2.3 GSM 7
1.3.2.4 UMTS 7
1.3.2.5 LTE 7
1.4 TECNOLOGÍA GSM 8
1.4.1 INTRODUCCIÓN 8
1.4.2 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES 8
1.4.2.1 Comunicación Inalámbrica 8
1.4.2.2 Comunicación Celular 8
1.4.2.3 WLAN 8

1.4.3 TOPOLOGÍA DE UN SISTEMA CELULAR 9
1.4.3.1 MSC (*Mobile Switching Center*) 9
1.4.3.2 Células 9
1.4.3.3 Estación Móvil 10
1.4.4 DIVISIÓN CELULAR 10
1.4.5 INTERFERENCIA Y CAPACIDAD DEL SISTEMA 11
1.4.5.1 Interferencia Co-canal 11
1.4.5.2 Interferencia entre canales adyacentes 12
1.5 RED DE TELEFONÍA MÓVIL GSM 13
1.5.1 INICIOS 13
1.5.2 ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA DE LA RED GSM 13
1.5.2.1 Estacíon Móvil (MS) 14
1.5.2.1.1 *SIM (Subscriber Identify Module)* 15
1.5.2.1.2 *Equipo Móvil (ME)* 15
1.5.2.2 Subsistema de Estación Base (BSS) 16
1.5.2.2.1 *BTS (Base Transceiver Station)* 16
1.5.2.2.2 *BSC (Base Station Controller)* 16
1.5.2.2.3 *TRAU (Unidad Transcodificación)* 17
1.5.2.3 Subsistemas de Red y Conmutación (NSS) 17
1.5.2.3.1 *MSC (Centro de Conmutación de Servicios Móviles)* 17
1.5.2.3.2 *HLR (Home Location Registerl)* 17
1.5.2.3.3 *VLR (Visitor Location Registerl)* 17
1.5.2.3.4 *AuC (Authentificacion Center)* 17
1.5.2.3.5 *EIR (Equipment Identify Register)* 18
1.5.2.4 Subsistemas de Operación y Mantenimiento (OSS*)* 18
1.5.3 ENRUTAMIENTO DE LLAMADAS 18
1.5.4 CAMBIO DE UNA CÉLULA A OTRA 20
1.6 SERVICIO DE MENSAJES (SMS) 21
1.6.1 DEFINICIÓN 21
1.6.2 CARACTERÍSTICAS 22
1.6.3 ELEMENTOS DE RED Y ARQUITECTURA 22
1.6.4 OPERACIONES PARA EL ENVÍO DE SMS 24
1.6.5 PASOS PARA EL ENVÍO 25
1.6.6 PASOS PARA LA RECEPCIÓN 26
1.6.7 PRINCIPALES APLICACIONES 26
1.7 COMANDOS AT 27
1.7.1 DESCRIPCIÓN 27
1.7.2 FINALIDAD 27
1.7.3 COMANDOS AT MÁS UTILIZADOS 28
1.7.3.1 Comandos Generales 28

1.7.3.2 Comandos del Servicio de Red 28
1.7.3.3 Comandos de Seguridad 28
1.7.3.4 Comandos para la agenda del Teléfono 29
1.7.3.5 Comandos para SMS 29
1.8 SEÑALES DTMF 30
1.8.1 PRINCIPIO DE LA CODIFICACIÓN DTMF 31
1.8.2 PRINCIPIO DE LA DECODIFICACIÓN DTMF 31
1.8.3 DECODIFICADOR MT8870D 32
1.9 SISTEMA DE ENCENDIDO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN 33
1.9.1 INTRODUCCIÓN 33
1.9.1.1 Efectos de un mal sistema de ignición 34
1.9.1.2 Objetivos del sistema de ignición 35
1.9.2 TIPOS DE SISTEMAS DE IGNICIÓN 35
1.9.3 SISTEMAS DE ENCENDIDO CON PLATINOS 35
1.9.3.1 Desventajas del sistema con platinos 36
1.9.3.2 Partes del sistema de encendido con platinos 36
1.9.3.3 Funcionamiento del sistema de encendido con platinos 36
1.9.4 SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO 38
1.9.4.1 Caracteristicas del sistema de encendido electrónico 38
1.9.4.2 Partes del sistema de encendido electrónico 38
1.9.4.3 Funcionamiento del sistema de encendido electrónico 39
1.10 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS 40
1.10.1 INTRODUCCIÓN 40
1.10.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA GPS 41
1.10.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS GPS 41
1.10.4 CADENAS DE CÓDIGOS GPS 44
1.10.5 FUENTES DE ERROR DE LOS GPS 44
1.10.6 APLICACIÓN DE LOS GPS 45

CAPÍTULO 2 : DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA 48

2.1 INTRODUCCIÓN 48
2.1.1 POSICIONAMIENTO DE UN VEHÍCULO MEDIANTE UN SISTEMA GPS 49
2.1.2 SISTEMA DE BLOQUEO Y DESBLOQUEO DEL VEHÍCULO 51
2.1.3 MENSAJE DE EMERGENCIA Y BOTÓN DE PÁNICO 52
2.1.4 CONTROL DE ESTADO DEL VEHÍCULO 54
2.2 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS 55
2.2.1 MÓVIL GSM REMOTO 55
2.2.1.1 Características 55

2.2.1.2 Sony Ericson T290 56
2.2.1.3 Puerto de Comunicación Sony Ericson T290 56
2.2.2 Equipos GPS 59
2.2.2.1 GPS 59
2.2.2.2 Criterios de selección GPS 60
2.2.2.3 Selección del receptor GPS 61
2.2.2.4 GPS Globalsat BR-355 61
2.2.2.5 Características técnicas del GPS BR-355 63
2.2.3 ESTÁNDAR NMEA 63
2.2.3.1 Formato de la Sentencia NMEA 65
2.2.4 MICROCONTROLADOR 68
2.2.4.1 Requerimiento del Sistema 68
2.2.4.2 Características de los microcontroladores 69
2.2.4.3 Microcontrolador Atmega 164p 71
2.3 DESARROLLO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR (SSV) 71
2.3.1 ESTACIÓN DE MONITOREO FIJA 72
2.3.1.1 Hardware que constituye la estación fija 72
2.3.1.2 Función de la estación fija 73
2.3.2 ESTACIÓN DE MONITOREO REMOTA 73
2.3.2.1 Hardware que constituye la estación remota 73
2.3.2.2 Funcion de la estación remota 74
2.3.2.3 Configuración inicial del microcontrolador 74
2.3.2.4 Sistema de visualización 76
2.3.2.5 Sistema de alimentación y batería de respaldo 79
2.3.2.6 Verificación de las fuentes de alimentación 80
2.3.2.7 Comunicación mediante el circuito integrado Max 232 83
2.3.2.7.1 *Comunicación entre microcontrolador y módulo GPS* 83
2.3.2.7.2 *Comunicación entre microcontrolador y móvil remoto* 84
2.3.2.8 Decodificación de tonos DTMF 85
2.3.2.9 Sistema de bloqueo vehicular 86
2.3.2.10 Estado de batería 86
2.3.2.11 Estado de puertas y botones de pánico 88
2.3.3 ESTACIÓN DE USUARIO 89
2.3.4 DISEÑO DE LA PLACA 89
2.3.5 DIAGRAMA COMPLETO DEL SISTEMA 90

CAPITULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR (SSV) 98

3.1 DESARROLLO DEL SOFTWARE UTILZANDO EL MICROCONTROLADOR 98
3.2 DECLARACIÓN DE VARIABLES 98
3.2.1 CONFIGURACIÓN DE LOS PINES DEL MICROCONTROLADOR 101
3.3 SUBRUTINA DE CONFIGURACIÓN DEL TELÉFONO MÓVIL REMOTO 104
3.4 INTERRUPCIÓN DE BOTÓN DE PÁNICO 105
3.5 INTERRUPCIÓN SMS Y LLAMADA AL PÓRTICO SERIAL 106
3.5.1 CUANDO EL CONTENIDO ES UN SMS 107
3.5.2 CUANDO EL CONTENIDO ES UNA LLAMADA 111
3.6 SUBRUTINA LECTURA DE SMS (CONTENIDO Y NÚMERO) 111
3.7 SUBRUTINA ENVÍO DE SMS 114
3.8 SUBRUTINA DE ESTADO DE BATERÍA 115
3.9 SUBRUTINA DE BLOQUEO DEL VEHÍCULO 115
3.10 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 117
3.10.1 SOFTWARE DE INTERFAZ “LABVIEW” 117
3.10.1.1 Descripción 117
3.10.1.1.1 *Panel Frontal* 118
3.10.1.1.2 *Diagrama de Bloques* 118
3.10.1.1.3 *Paleta de Herramientas* 118
3.10.1.1.4 *Paleta de Controles* 118
3.10.1.1.5 *Paleta de Funciones* 120
3.10.1.2 Tipos de datos numéricos 120
3.10.1.3 Barra de herramientas del panel frontal 122
3.10.1.3.1 *Ejecutar* 122
3.10.1.3.2 *Ejecutar Continuamente* 123
3.10.1.3.3 *Abordar Ejecución* 123
3.10.1.3.4 *Pausar* 123
3.10.1.3.5 *Fuentes* 124
3.10.1.3.6 *Alineación* 124
3.10.1.3.7 *Descripción* 124
3.10.1.3.8 *Reorganización* 124
3.10.1.4 Comunicación serial con LabVIEW 124
3.10.1.4.1 *Puerto serial de Comunicación* 124
3.10.1.4.2 *Escritura en el puerto seria* 125
3.10.1.4.3 *Lectura en el puerto seria* 125
3.10.1.4.4 *Cierre del puerto serial* 126
3.10.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA EN LABVIEW 126
3.10.2.1 Descripción 126

3.10.2.1.1 *Presentación y Configuración del Móvil* 126
3.10.2.1.2 *Lectura de Mensajes de Texto* 128
3.10.2.1.3 *Consultar Usuario* 129
3.10.2.1.4 *Crear Usuario* 131
3.10.2.1.5 *Posición Vehicular* 131
3.10.2.1.6 *Envío de Posición Vehicular* 131

CAPÍTULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD, COSTOS 133

4.1 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA (SSV)..... 133
4.1.1 PRUEBAS PREVIAS A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO..... 133
4.1.1.1 Comunicación entre PC y teléfono móvil 133
4.1.1.2 Comunicación entre PC y GPS 136
4.1.2 PRUEBAS PUESTA EN MARCHA 137
4.1.2.1 Descripción y montaje de elementos 137
4.1.2.2 Configuración del móvil 137
4.1.2.3 Verificar Estados 137
4.1.2.3.1 *Verificación del Estado de la Batería* 138
4.1.2.3.2 *Estado de Botones de Pánico* 139
4.1.2.4 Leer Mensaje de Texto 139
4.1.2.4.1 *Leer número* 139
4.1.2.4.2 *Leer contenido* 140
4.1.2.5 Bloqueo del vehículo 140
4.1.2.6 Desbloqueo del vehículo 141
4.1.2.7 Estado de Puertas 141
4.1.2.8 Envío de SMS 142
4.1.3 PRUEBAS EN LA INTERFAZ HMI..... 142
4.1.3.1.1 *Presentación y Configuración del Movil* 143
4.1.3.1.2 *Lectura de mensajes de texto* 144
4.1.3.1.3 *Consultar Usuario* 146
4.1.3.1.4 *Crear Usuario* 146
4.1.3.1.5 *Posición Vehicular* 146
4.1.3.1.6 *Envío de Posición Vehicular* 147
4.1.3.1.7 *Pruebas del prototipo en el vehiculo* 148
4.1.4 COSTOS 151

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 153

5.1 CONCLUSIONES 153
5.2 RECOMENDACIONES 158

BIBLIOGRAFÍA 160

ANEXOS

RESUMEN

El presente proyecto se planteó con el único objetivo de contribuir al avance de los sistemas de seguridad vehicular, buscar una alternativa y cumplir con los requerimientos que los usuarios buscan en un sistema de seguridad, permitiendo de esta manera preservar la tranquilidad de las personas y cumplir sus expectativas de un buen servicio.

Para cumplir con cada uno de estos objetivos se construyó un sistema microprocesado que monitorea las puertas en el vehículo, la comunicación serial con el teléfono celular y la comunicación serial con el módulo GPS, para de esta manera mantener una información completa del estado y ubicación del vehículo, la misma que es proporcionada al usuario. La comunicación entre el usuario y el sistema de seguridad se realiza en base al intercambio de mensajes de texto y envió de correos electrónicos para monitorear y controlar al vehículo. Adicionalmente, se hace uso de llamadas telefónicas para bloquear el encendido del vehículo mediante el ingreso de tonos DTMF al sistema. Una base de monitoreo local que consta de un computador personal, acceso a Internet, un móvil, y la aplicación HMI desarrollada en Labview, permite localizar al vehículo mediante Google Maps y proporcionar una ubicación exacta al usuario.

Se realizaron pruebas dentro y fuera de la ciudad de Quito, no se presentaron problemas de interferencia en el sistema al momento del encendido vehicular. Se tomaron muestras a lo largo de las avenidas obteniendo un error aproximadamente de 10 m en función de la posición real. El sistema de seguridad envió cada uno de los mensajes y cumplió con las acciones de monitoreo y bloqueo del vehículo emitidas por el usuario, con un 100% de confiabilidad.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto denominado Sistema de Seguridad Vehicular (SSV), diseña e implementa un prototipo que permite localizar un vehículo desde cualquier parte del planeta mediante el Sistema de Posicionamiento Global, haciendo uso de un módulo GPS y un teléfono móvil remoto.

El sistema consta de un microcontrolador, que mediante comunicación serial interactúa con el módulo GPS y el teléfono móvil, los mismos que instalados en un vehículo permiten monitorear los datos de posicionamiento global y el estado de sus puertas.

El sistema también realiza un bloqueo en caso de robo evitando el encendido del vehículo; la señal para realizar el bloqueo es enviada mediante un mensaje de texto SMS o una llamada telefónica desde el móvil del usuario al móvil del vehículo.

El proyecto cuenta adicionalmente con una estación de monitoreo fija, conformada por un móvil fijo y una interfaz hombre máquina HMI, la misma que permite monitorear constantemente la posición del vehículo e informar al usuario.

En el Capítulo 1 se detallan todos los datos teóricos que sirven como base importante para el desarrollo del proyecto, resaltando la estructura de la tecnología GSM, los elementos que integran las comunicaciones y mensajería de textos (SMS).

En el Capítulo 2 se describen los equipos y elementos que intervienen en el hardware del proyecto, resaltando al microcontrolador, módulos de comunicación, módulo GPS, teléfono móvil, y elementos de control electrónico, etc.

En el Capítulo 3 se detallan todos los pasos para el desarrollo y ejecución del proyecto, incluye los diagramas de flujo de la programación del microcontrolador,

las diferentes ventanas de aplicación en la programación de la interfaz grafica realizadas en Labview.

En el Capítulo 4 se describen las pruebas de funcionamiento del sistema de seguridad en el vehículo, las comunicaciones entre los diferentes módulos que intervienen en el proyecto, así como la ejecución e interpretación de resultados en la interfaz hombre máquina HMI.

En el Capítulo 5 se presentan las conclusiones y recomendaciones que han surgido durante le ejecución del proyecto.

CAPÍTULO 1
FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 OBJETIVO GENERAL [1], [2]

El presente Proyecto de Titulación tiene como objetivo diseñar y construir un sistema de seguridad para vehículos, mediante la adquisición de datos con mensajería de texto y posicionamiento global, haciendo uso de telefonía celular y sistemas GPS.

El sistema de seguridad permitirá la adquisición de datos de posicionamiento global del vehículo y su estado, como apertura de puertas en un intento de robo. Mediante el envío de mensajes de texto, en el caso de ser sustraído el vehículo, el usuario tiene la posibilidad de bloquearlo con una llamada telefónica directamente al vehículo en cualquier momento.

Adicionalmente el sistema de seguridad dispondrá de una estación fija de monitoreo permanente mediante la cual el usuario obtendrá la posición exacta del vehículo cuya información llegara a su correo electrónico, con el propósito de proporcionar mayor confiabilidad al servicio.

1.2 SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR

1.2.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD

Desde la aparición del hombre sobre la tierra, éste ha sentido la necesidad de protegerse. Con la creación de las primeras sociedades, la función del estado ha sido la de proveer una administración de justica y seguridad.

La inseguridad social es un problema que aparece y se genera en la sociedad y aumenta cuanto mayor es su concentración y su aparente evolución social, pues las causas que la generan son cada vez más complejas e interrelacionadas.

Por esta razón el Estado encargado de brindar seguridad, fue ineficiente en combatirla, ya que se concentró mas en las consecuencias antes que en las causas que lo generan.

Así como para una casa de campo un perro puede ser un idóneo sistema de seguridad, para una casa en la ciudad una alarma puede ser una solución inteligente para solucionar la inseguridad.

Al tratar entornos conflictivos y más problemáticos, la seguridad sólo podrá ser cubierta mediante una mezcla de distintas soluciones y alternativas, en donde no debería faltar un servicio de monitoreo profesional, normalizado y confiable.

1.2.2 FUNCIONES DEL MONITOREO PROFESIONAL

El monitoreo profesional cumple dos funciones fundamentales para proporcionar un servicio confiable:

- Asegurar el efectivo funcionamiento del sistema en todo momento.
- Minimizar las falsas alarmas.

Para asegurar un alto grado de confiabilidad se necesita que las instalaciones y procedimientos se realicen estrictamente bajo normas nacionales e internacionales, sin dejar de lado también que los sistemas de seguridad deben contar con servicios de auditorías accesibles e ineludibles.

Las características de los sistemas de seguridad varían de acuerdo a la cultura del entorno, el estándar y condiciones de vida, así como a factores psicológicos directos e indirectos de las personas.

Los involucrados pueden proveerse de un sistema de seguridad, desde comprar un perro, instalar rejas, blindar su casa, hasta colocar un sistema de seguridad electrónico.

En consecuencia, un sistema de seguridad no es sólo un servicio aislado sino también una combinación de elementos físicos, electrónicos, y fundamentalmente un compromiso, por parte del usuario, de utilizar apropiadamente el sistema.

Considerando algunas cifras de robos de vehículos en diferentes partes del mundo, los sistemas de seguridad vehicular han visto la necesidad de evolucionar tecnológicamente; un sistema de seguridad vehicular inicialmente constaba únicamente de un módulo de alarma, donde el usuario esperaba que suene la alarma para ser avisado y dirigirse al vehículo a observar la causa que la origina.

En la actualidad esos sistemas se han visto caducos frente a las nuevas técnicas delictivas de sustraer un vehículo. Con la evolución de los sistemas de comunicaciones, hoy en día un sistema de seguridad vehicular consta de un modem GSM para que el usuario interactúe con el sistema de seguridad vehicular a través de mensajes de texto o llamadas telefónicas, y un módulo GPS para poder localizar un automóvil con una precisión de centímetros en todo el globo terráqueo. Estas dos tecnologías fusionadas han permitido que los sistemas de seguridad vehicular sean más confiables, proporcionando de esta manera seguridad a muchas familias.

1.3 SISTEMAS DE TELEFONÍA CELULAR [14]

El pionero en los sistemas de telefonía celular es Martin Cooper considerado como el “padre de la telefonía celular” al introducir el primer radio teléfono en 1973 en los Estados Unidos mientras trabajaba para Motorola; pero no fue hasta 1979 cuando aparece el primer sistema comercial en Tokio Japón, elaborado por la compañía NTT (*Nippon Telegraph & Telephone Corp*).

En 1981 en los países Nórdicos se introduce un sistema celular similar a AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), mientras que en los Estados Unidos se crea el primer servicio comercial de telefonía celular en Octubre de 1983, iniciando sus operaciones en la ciudad de Chicago.

A partir de este momento varios países, en diferentes continentes, adoptan la telefonía celular como una alternativa a la telefonía convencional alámbrica.

La tecnología alámbrica empieza a tener una gran aceptación, por lo que pocos años después de implantarse se empezó a saturar el servicio, y hubo la imperiosa necesidad de desarrollar e implementar varias formas de acceso múltiple al canal y transformar los sistemas analógico a digitales para dar cabida a más usuarios, considerando sus diferentes etapas como generaciones.

1.3.1 GENERACIONES DE LA TELEFONÍA INALÁMBRICA [14]

1.3.1.1 Primera Generación 1G

La 1G de la telefonía móvil que hizo su aparición en 1979, se caracterizó básicamente por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz eran muy bajos, con velocidades de 2400 bauds [1].

Mientras que la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían baja capacidad basadas en FDMA (*Frequency Divison Multiple Access*) y no existía seguridad. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (*Advanced Mobile Phone System*).

1.3.1.2 Segunda Generación 2G

La segunda generación 2G inicia en 1990 y se caracteriza por ser digital a diferencia de la primera. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y son uno de los sistemas de telefonía celular utilizados en la actualidad. Las tecnologías predominantes son:

- GSM (*Global System for Mobile Communications*)
- IS-136 (conocido también como TIA/EIA-136 o ANSI-136)
- CDMA (*Code Division Multiple Access*)
- PDC (*Personal Digital Communications*), este último utilizado en Japón.

---

[1] Baudios: Unidad de medida en telecomunicaciones representa el número de símbolos transmitidos por segundo en una red analógica.

Una de las características de 2G es su velocidad que es más alta para voz pero limitada en comunicaciones de datos. Adicionalmente ofrece servicios auxiliares tales como datos, fax y SMS (*Short Message Service*).

1.3.1.3 Tercera Generación 3G

La tercera generación 3G se caracteriza por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y mayores velocidades en la transmisión de datos. Una característica importante es que los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan más altas velocidades de información, enfocados para aplicaciones mas allá de la voz tales como audio (MP3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet.

Las redes 3G empezaron a operar en el 2001 en Japón por NTT DoCoMo, en Europa y parte de Asia en el 2002, posteriormente en Estados Unidos y otros países.

Una de las características técnicas de 3G es su velocidad que alcanza hasta 384 Kbps[2] permitiendo una movilidad total a usuarios que viajan a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores, en tanto que se tiene una velocidad máxima de 2 Mbps permitiendo una movilidad limitada a usuarios que caminen a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores.

Entre las tecnologías empleadas en esta generación se tienen:

- UMTS (*Universal Mobile Telephone Service*)
- CDMA 2000
- IMT-2000
- ARIB[3GPP]
- UWC-136, entre otras.

---

[2] Kbps: Unidad de medida usa en telecomunicaciones para calcular la velocidad de transmisión de información en una red.

1.3.1.4 Cuarta Generación 4G [14]

La cuarta generación 4G es considerada como un proyecto a largo plazo que será 50 veces más rápida en velocidad que la tercera generación. Se planearon hacer pruebas de esta tecnología hasta el 2005 y se esperaba que se empiecen a comercializar la mayoría de los servicios hasta el 2010.

1.3.2 ESTADO ACTUAL DE LA TELEFONÍA MÓVIL [A]

Actualmente en el mundo existen cuatro tipos de tecnologías en telefonía celular predominantes: GSM, CDMA 2000, UMTS, LTE.

1.3.2.1 IS-136

IS-136 (*Interim Standard 136*) fue la primera tecnología digital de telefonía celular (D-AMPS, versión digital de AMPS) desarrollada en Estados Unidos. IS-136 está basada en TDMA (*Time Division Multiple Access*), una técnica de acceso múltiple la cual divide los canales de radio en tres ranuras de tiempo, cada usuario se comunica en una ranura diferente.

Este método permite a tres usuarios en cada canal de radio comunicarse sin interferirse uno con el otro. D-AMPS (IS-54) es utilizado principalmente en Norteamérica, Latinoamérica, Australia, partes de Rusia y Asia.

1.3.2.2 CDMA

CDMA, tecnología desarrollada por Qualcomm, que utiliza la tecnología de espectro disperso en la cual muchos usuarios comparten simultáneamente el mismo canal pero cada uno con diferente código. Lo anterior permite una mayor capacidad en usuarios por celda. A CDMA de segunda generación se le conoce como CDMAOne.

Hasta diciembre del 2000 existían más de 27 millones de usuarios en más de 35 países alrededor del mundo utilizando CDMAOne.

1.3.2.3 GSM

GSM (siglas derivadas originalmente de *Groupe Speciale Mobile*); es una tecnología celular desarrollada en Europa, considerada como la tecnología celular más madura, con más de 200 millones de usuarios en más de 100 países alrededor del mundo.

GSM es un servicio de voz y datos basado en conmutación de circuitos de alta velocidad la cual combina hasta 4 ranuras de tiempo en cada canal de radio.

1.3.2.4 UMTS

UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), Sistema universal de telecomunicaciones móviles, es una tecnología aplicada a los teléfonos móviles de tercera generación, sucesora de la tecnología GSM. Las características más importantes son las capacidades multimedia, mayor velocidad de acceso a Internet para transmitir audio y video en tiempo real, y finalmente una transmisión de voz de calidad. UMTS introduce una gran cantidad de usuarios a la red global del sistema e incrementa la velocidad a 2 Mbps para usuarios móviles.

1.3.2.5 LTE

LTE (*Long Term Evolution*) considerado como el nuevo estándar de la norma 3GPP y la evolución de la norma 3GPP UMTS (3G), también se la considera coma la nueva arquitectura (4G).

LTE 3GPP tiene como objetivo garantizar una ventaja competitiva sobre las tecnologías móviles existentes. Con LTE se espera obtener diferentes tipos de servicios como la navegación web, FTP, *video streaming*, Voz sobre IP, juegos en línea, video en tiempo real, pulsar para hablar (*push-to-talk*) y pulsar para ver (*push-to-view*).

1.4 TECNOLOGÍA GSM

1.4.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayoría de las personas buscan tener un equipo móvil con la mayor cantidad de servicios y accesos a nuevas tendencias tecnológicas, sin dejar de lado el tamaño y contextura vistosa del móvil.

Una de las últimas tecnologías en celulares es GSM con un gran número de usuarios a nivel mundial.

1.4.2 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES

La finalidad de los sistemas de comunicaciones móviles es, prestar servicios de telecomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrenas o fijas, o entre estaciones móviles.

Existen tres formas de comunicaciones móviles: inalámbrica, celular y WLAN.

1.4.2.1 Comunicación inalámbrica

El radio de acción de esta tecnología es muy limitado. De hecho los equipos móviles y los de transmisión-recepción deben estar situados en zonas geográficas muy cercanas, como por ejemplo, dentro de un mismo edificio o una misma área geográfica limitada. Un ejemplo de esta tecnología es la telefonía fija inalámbrica.

1.4.2.2 Comunicación celular

Tiene una red totalmente definida en la que se incluyen protocolos para establecer y liberar llamadas, así como rastrear las unidades móviles dentro de áreas geográficas definidas llamadas celdas, que dan nombre a la tecnología. Dado que los sistemas celulares operan con una potencia más alta que los inalámbricos, el radio de acción de los primeros es mucho más extenso, pudiendo ser el tamaño de las celdas del orden de kilómetros.

1.4.2.3 WLAN [15]

Las redes inalámbricas de área local WLAN (*Wireless Local Area*), son redes que cubren distancias entre los 10 y 100 metros. Esta pequeña cobertura permite una

menor potencia de transmisión que a menudo utiliza bandas de frecuencias sin licencia. Una red WLAN es una red punto a punto que se configura de acuerdo a necesidades temporales de un servicio, solo se necesita configurar los nodos móviles y usar un protocolo común. No existe una coordinación central en esta topología y como resultado, requiere el uso de protocolos descentralizados MAC (*Medium Access Control*) como CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access, Collision Avoidance*), con todos los nodos teniendo la misma funcionalidad, reduciendo la complejidad de implementación y su costo.

1.4.3 TOPOLOGÍA DE UN SISTEMA CELULAR

A continuación se describen los componentes que conforman un sistema celular.

1.4.3.1 MSC (*Mobile Switching Center*)

MSC (Centro de Conmutación de Servicios Móviles), es el centro de control de los sistemas celulares, se encarga de conmutar las llamadas a las celdas, proporcionar respaldo, conectarse con las redes telefónicas, monitorizar el tráfico para fines de cobro, realizar pruebas y diagnósticos, así como permitir efectuar labores de administración de la red en general.

1.4.3.2 Celdas

Son las distintas áreas geográficas en las que se divide el área total que pretende dar cobertura al sistema (Ver Figura 1.1).

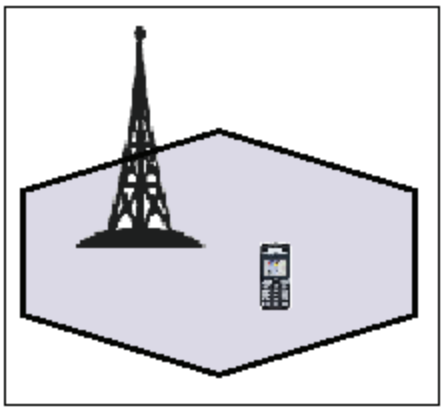


Figura 1.1 Estructura de una celda

1.4.3.3 Estación Móvil

Es el transmisor-receptor móvil, casi siempre situado en un automóvil, camión, embarcación o asociado con personas, y que contiene un módem capaz de cambiar de frecuencia, lo que le permite sincronizarse con una frecuencia dada, designada por el MSC.

1.4.4 DIVISIÓN CELULAR

En diferentes áreas con poblaciones muy elevadas o saturadas como son las áreas urbanas, el gran volumen de tráfico local puede agotar los canales de radio disponibles. Para aumentar el número de usuarios se puede dividir la celda añadiendo más estaciones base y disminuyendo la potencia de transmisión, esto se lo conoce como *splitting*, tal como se observa en la Figura 1.2.

Al reducir el radio de una celda se pueden utilizar las bandas disponibles en celdas no vecinas, por lo que se concluye que el tamaño de la celda depende de la densidad de tráfico, teniendo en zonas rurales celdas muy grandes del orden de (Km) y celdas pequeñas (del orden de metros) en ciudades densamente pobladas.

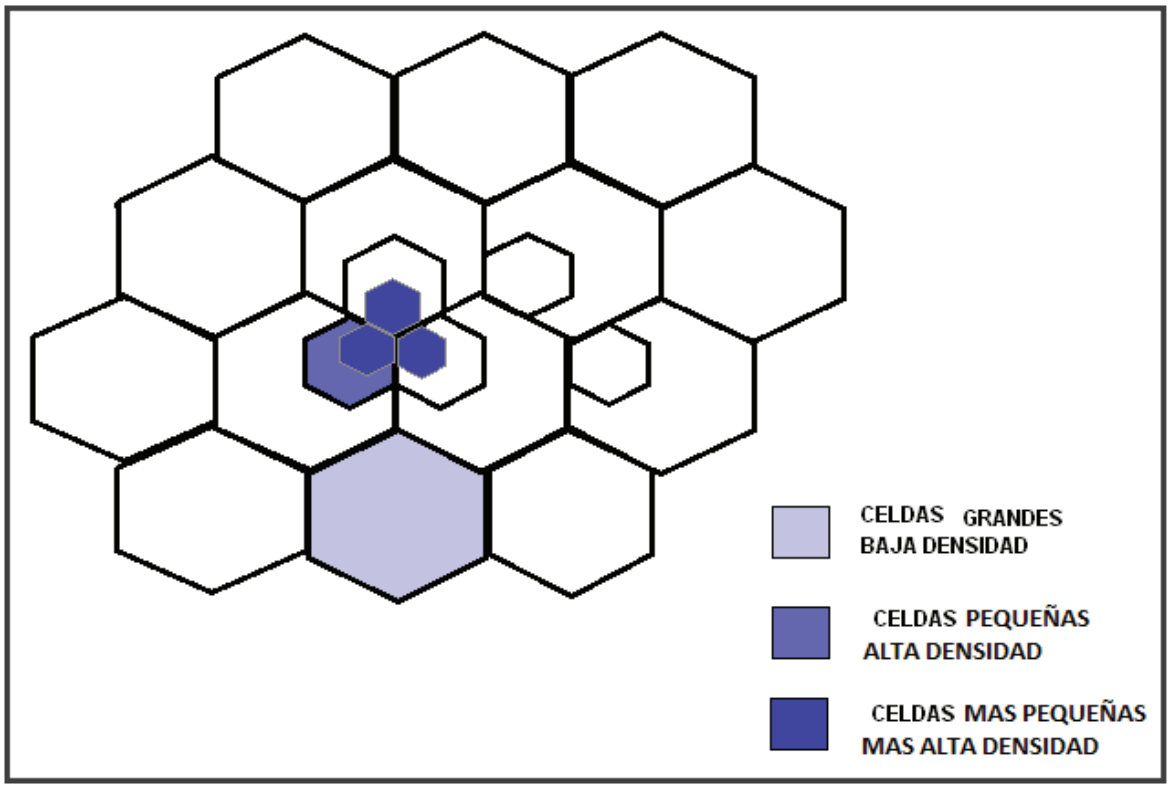


Figura 1.2 División de Celdas

1.4.5 INTERFERENCIA Y CAPACIDAD DEL SISTEMA

El factor que limita el desarrollo de los sistemas celulares es la interferencia. Una de las fuentes de interferencias son las otras estaciones móviles dentro de la misma celda, o cualquier sistema no celular que de forma inadvertida introduce energía dentro de la banda de frecuencia del sistema celular.

Las interferencias en los canales de voz causan el "*cross-talk*", que consiste en que el usuario escucha interferencias de fondo debidas a una transmisión no deseada.

Las interferencias son más fuertes en las áreas urbanas, debido al mayor ruido de radio frecuencia y al gran número de estaciones bases y móviles.

Las interferencias son las responsables de formar un “cuello de botella” en la capacidad del canal y de la mayoría de llamadas entrecortadas.

Existen dos tipos principales de interferencias generadas por el sistema: Interferencia co-canal, e interferencias entre canales adyacentes.

Aunque las señales de interferencia se generan frecuentemente dentro del sistema celular, son difíciles de controlar en la práctica (debido a los efectos de propagación aleatoria).

1.4.5.1 Interferencia Co-canal

La reutilización de frecuencias implica que en un área de cobertura dada haya varias celdas que usen el mismo conjunto de frecuencias. Estas celdas son llamadas celdas co-canales, y la interferencia entre las señales de estas celdas se la llama interferencia co-canal.

Al contrario que el ruido térmico, que se puede superar incrementando la relación señal ruido ("*Signal to Noise Ratio*" ó SNR), la interferencia co-canal no se puede

combatir simplemente incrementando la potencia de portadora de un transmisor. Esto es debido a que un incremento en la potencia de portadora de transmisión de una celda, incrementa la interferencia hacia las celdas co-canales vecinas. Para reducir la interferencia co-canal, las celdas co-canales deben estar físicamente separadas por una distancia mínima que proporcione el suficiente aislamiento debido a las pérdidas de propagación.

En un sistema celular, cuando el tamaño de cada celda es aproximadamente el mismo, la interferencia co-canal es aproximadamente independiente de la potencia de transmisión y se convierte en una función del radio de la celda (R), y de la distancia al centro de la celda co-canal más próxima (D).

Incrementando la relación D/R, se aumenta la separación entre celdas cocanales relativa a la distancia de cobertura. El parámetro Q, llamado factor de reutilización cocanal, está relacionado con el tamaño del *cluster* N. Para una geometría hexagonal la expresión matemática sería:

$$Q = \frac{D}{R} = \sqrt{3N} \qquad \text{Ec 1.1}$$

Un valor pequeño de Q proporciona una mayor capacidad dado que el tamaño del cluster N es pequeño, mientras que un valor de Q grande mejora la calidad de la transmisión, debido a que es menor la interferencia co-canal. Se debe llegar a un compromiso entre estos dos objetivos a la hora del diseño.

1.4.5.2 Interferencia entre canales adyacentes

Entran en este apartado las interferencias procedentes de señales que son adyacentes en frecuencia a la señal deseada. Estas interferencias se producen por la imperfección de los filtros en los receptores, que permiten a las frecuencias cercanas introducirse dentro de la banda pasante. El problema puede ser particularmente serio si un usuario de un canal adyacente está transmitiendo en

un rango muy próximo al receptor de un abonado, mientras que el receptor está intentando recibir una estación base sobre el canal deseado.

A esto se le suele llamar efecto "*nearfar*", donde un transmisor cercano (que puede ser o no del mismo tipo que el utilizado en el sistema celular) captura al receptor del abonado. Otra forma de reducir el mismo efecto es cuando un móvil cercano a una estación base transmite sobre un canal cercano a otro que está usando un móvil débil. La estación base puede tener dificultad para discriminar al usuario móvil deseado del otro debido a la proximidad entre los canales.

Este tipo de interferencias se pueden minimizar filtrando cuidadosamente, y con una correcta asignación de frecuencias. Dado que cada celda maneja sólo un conjunto del total de canales, los canales a asignar en cada celda no deben estar próximos en frecuencias.

1.5 RED DE TELEFONÍA MÓVIL GSM [1], [2]

1.5.1 INICIOS

En 1982 se iniciaron los primeros trabajos con GSM por un grupo dentro del Instituto Europeo de Normas de Comunicaciones (ETSI, *European Telecommunications Standards Institute*). Pero en sus inicios este grupo se llamaba *Groupe Speciale Mobile*, de donde se adoptó el nombre GSM.

El objetivo de la creación de GSM fue diseñar una estructura de comunicaciones a nivel europeo, con un diseño que pueda incluir una amplia variedad de servicios como transmisión de voz y servicios de mensajes de texto entre unidades móviles.

1.5.2 ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA DE LA RED GSM

En la figura 1.3 se detallan los elementos que conforman la arquitectura de una red GSM.

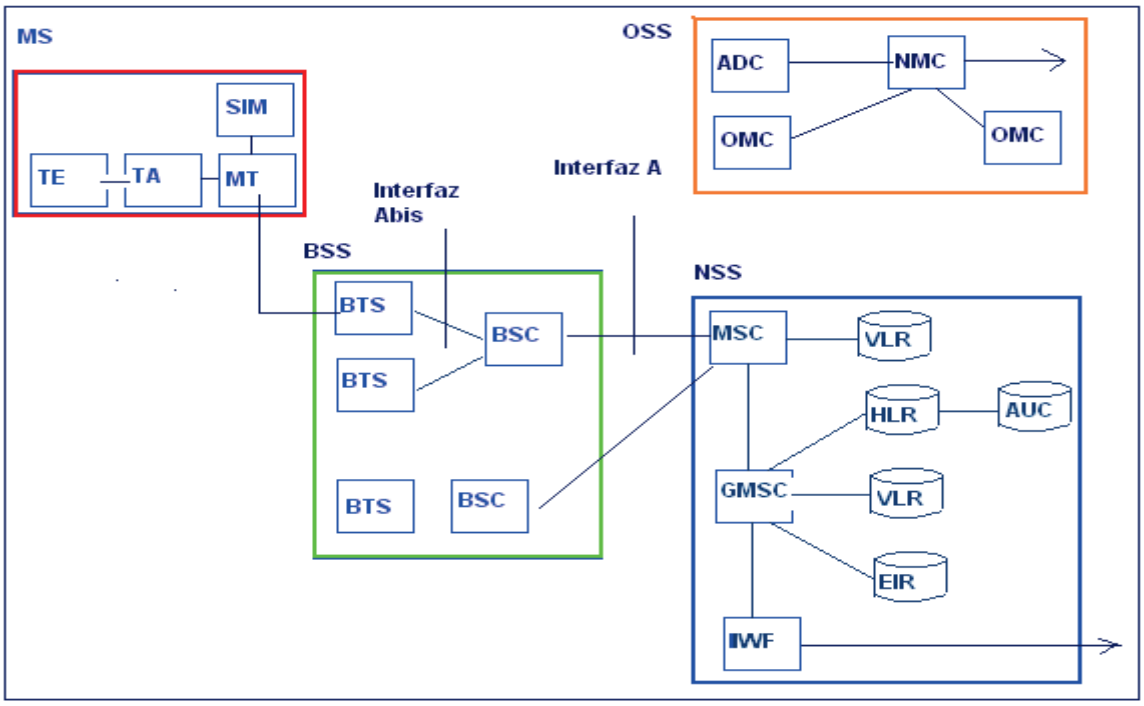


Figura 1.3 Estructura de la red GSM

Una red GSM está conformada por cuatro partes que se detallan a continuación:

- La estación Móvil (MS)
- Subsistema de Estación Base (BSS)
- Subsistema de Conmutación de Red (NSS)
- Subsistema de Operación y Mantenimiento (OSS)

1.5.2.1 Estación Móvil (MS)

La MS (*Mobile Station*), es la combinación entre los datos de usuario y el equipo móvil; a través de esta estación se tiene acceso a la red GSM. Para que un equipo móvil (ME) sea considerado como una estación móvil (MS), el equipo debe estar directamente relacionado y asociado a una tarjeta (SIM) (Ver figura 1.4).

Figura 1.4 Estación Móvil

1.5.2.1.1 SIM (Subscriber Identify Module)

La SIM (Módulo de Identificación de Abonado), es una tarjeta constituida por un microprocesador y una memoria; dentro de la estación móvil (MS) es una de las partes más importantes ya que permite identificar y autentificar a los usuarios dentro de una red (GSM). La SIM almacena los datos de usuario y puede ser utilizada en cualquier equipo móvil (ME) (Ver figura 1.5).

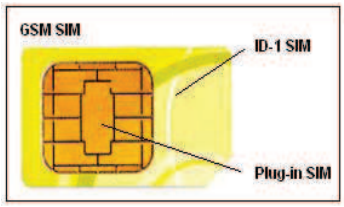


Figura 1.5 Tarjeta SIM

Dentro de los datos de usuario que almacena la SIM se tienen los siguientes:

- Identidad Internacional de Abonado móvil (IMSI)
  Es el identificador de la tarjeta SIM, constituido por el código celular del país (MCC), el código de la red celular (NMC), y por el número de identificación del subscritor (MSIN).
- Identidad Temporal de Abonado (TMSI)
  Es un número asignado por la VLR temporal, de esta forma se asegura la privacidad de la (IMSI).
- Clave de Autenticación (Ki)
  Esta clave se asigna al usuario y se almacena en la (SIM).
- Identificación del Área de Localización (LAI)
  LAI posee un código de identificación del país, código de identificación de operador, y un código de área de localización.

1.5.2.1.2 (ME) Equipo Móvil

Es el equipo móvil sin la tarjeta (SIM); como característica importante posee un número de serie que se asigna al móvil finalizada la fabricación denominada (IMEI) o Identificador Internacional del Equipo Móvil.

1.5.2.2 Subsistema de Estación Base (BSS)

La BSS tiene como objetivo administrar los recursos de radio y los datos de configuración de la celda. Administra áreas geográficas constituidas por varias celdas.

El Subsistema de Estación Base está construido por: BSC, BTS, TRAU.

1.5.2.2.1 BTS (Base Transceiver Station)

La BTS (Estación de Transmisión – Recepción), está constituida por los dispositivos de transmisión y recepción, cuyo objetivo es procesar las señales y minimizar los problemas de transmisión (incluyendo antenas). Estas estaciones existen por cada celda y junto a éstas; también se considera la interfaz entre la unidad móvil y el MSC (Ver figura 1.6).

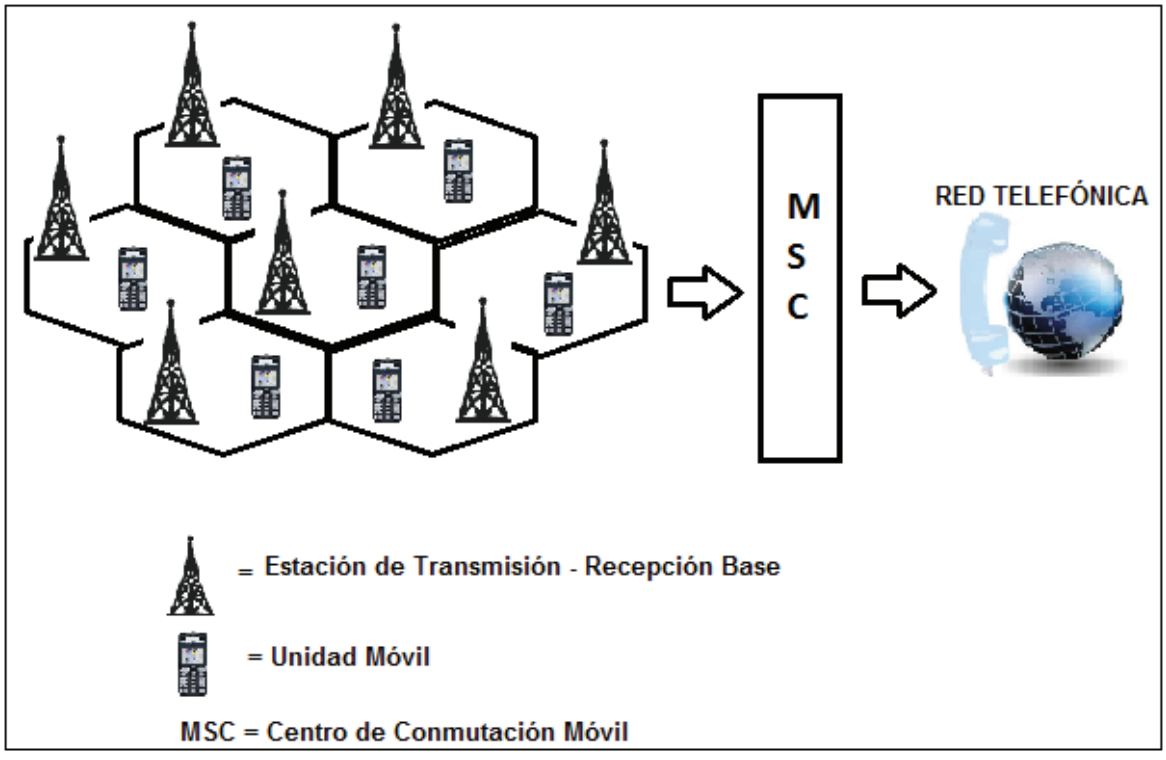


Figura 1.6 Topología representativa de un sistema celular

1.5.2.2.2 BSC (Base Station Controller)

La BSC (Controlador de Estación Base), se encarga de las operaciones de transferencia de control de las llamadas y también de supervisar las señales de potencia entre las BTS y las MS, con lo cual releva al centro de conmutación de varias tareas.

1.5.2.2.3 TRAU (Unidad Transcodificación y Adaptación de Velocidad)

Permite la codificación y decodificación de voz; para la transmisión de datos es el responsable de adaptar las velocidades. Se encuentra en la BSS pero por lo general físicamente se encuentra cerca de la MSC.

1.5.2.3 Subsistemas de Red y Conmutación (NSS)

Dentro de la red GSM este subsistema es el encargado de la conmutación y establecimiento de las llamadas entre terminales; adicionalmente permite acceder a servicios como llamadas de emergencia y sistemas de mensaje de texto. Es el encargado de gestionar la base de datos para el control de movilidad y datos del abonado.

1.5.2.3.1 MSC (Centro de Conmutación de Servicios Móviles)

MSC tiene como finalidad controlar varios BSC, realiza la conmutación y señalización básica. Adicionalmente cumple la acción de establecer, encaminar, controlar y finalizar las llamadas entre los usuarios de la red GSM.

1.5.2.3.2 HLR (Home Location Register)

HLR o Registro de Ubicación de Usuarios Locales, es una base de datos que se encarga de manejar los detalles de subscripción de un usuario dentro de una MSC, por parte del operador de la red GSM; dentro de los datos de usuario se detallan la Ki o clave de identificación, los datos de usuario de tal manera que se encarga de localizarlo cuando quiere establecer una llamada.

1.5.2.3.3 VLR (Visitor Location Register)

VLR (Registro de ubicación de usuarios visitantes), es una base de datos, cuyo objetivo es almacenar información de un móvil que está ubicado en un MSC en algún momento determinado (como visitante).

1.5.2.3.4 AuC (Authentificacion Center)

AuC (Centro de Autentificación), su función es gestionar los datos de seguridad para la autentificación de los usuarios, cuya información se basa en los datos generados por el AuC denominados tripletas.

1.5.2.3.5 EIR (Equipment Identify Register)

EIR (Registro de Identificación de Equipos), es una base de datos que contiene información como los números de serie de los equipos móviles (IMEI), de esta manera permite identificar equipos ME robados. Dentro de las funciones de seguridad realiza bloqueo de llamadas de estaciones móviles robadas, así como evita que ciertas estaciones que no han sido aprobadas por el proveedor de la red la utilicen.

1.5.2.4 Subsistemas de Operación y Mantenimiento (OSS)

Este subsistema monitorea las operaciones en la red y cumple algunas funciones como:

- Mantenimiento de la red
- Configura los elementos de la red
- Gestiona fallas

1.5.3 ENRUTAMIENTO DE LLAMADAS [1]

En la figura 1. 7 se muestra un ejemplo de enrutamiento de llamadas GSM. En el paso 1, un usuario telefónico llama a la unidad móvil a través de la red telefónica pública. La llamada se enruta a un MSC de puerta de acceso (paso 2), el cual examina los dígitos marcados y determina que no puede enrutar la llamada más lejos; por tanto, en el paso 3, interroga el registro de ubicación de origen (HLR) del usuario llamado a través del SS7 TCAP (*Transaction Capabilities Application Part*).

El HLR interroga el registro de ubicación de visitante (VLR) que actualmente está dando servicio al usuario (paso 4). En el paso 5, el VLR devuelve un número de enrutamiento al HLR, que lo devuelve al MSC de acceso. Con base en este número de enrutamiento, el MSC de acceso enruta la llamada al MSC terminal (paso 6).

El MSC terminal consulta entonces con el VLR para comparar la llamada entrante con la identidad del suscriptor receptor (pasos 7 y 8). En el paso 9, la BSS recibe una solicitud de notificación del MSC terminal y envía una señal de notificación. Cuando la señal de usuario regresa, la llamada se completa (paso 10).

A continuación se resumen los pasos en el enrutamiento de una llamada GSM.

1: Se hace una llamada a la unidad móvil
2: La red telefónica reconoce el número y se lo da a la puerta de acceso MSC
3: El MSC no puede enrutar más lejos: Interroga al HLR del usuario

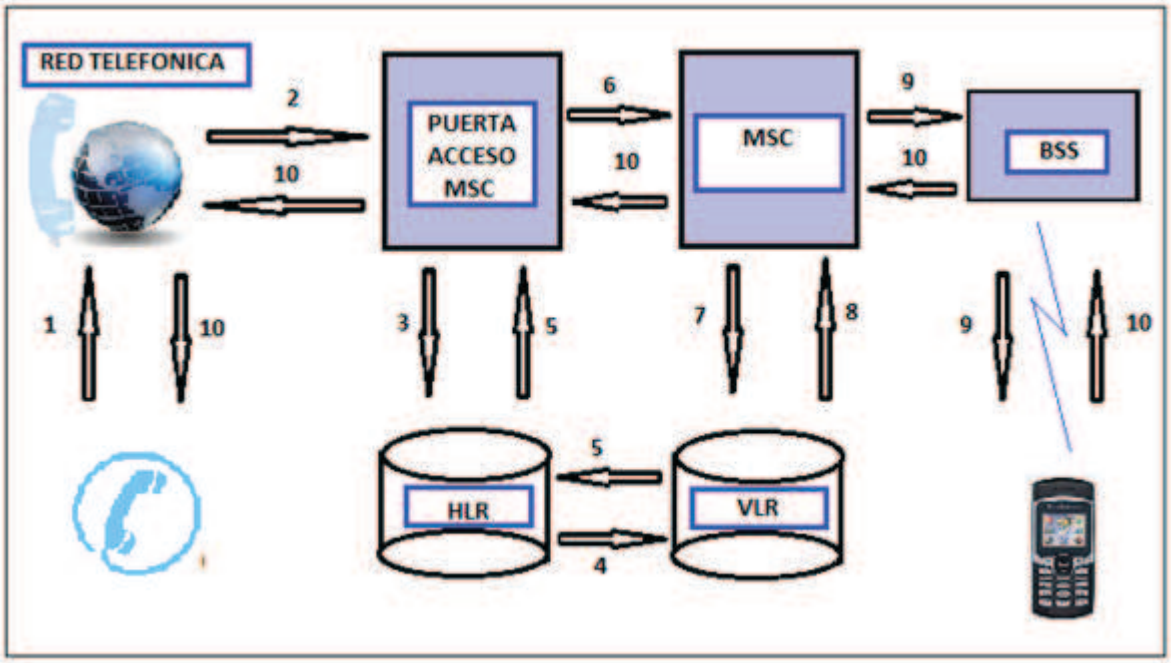


Figura 1.7 Enrutamiento de una llamada GSM

4: Se Interroga al VLR que sirve actualmente al usuario (solicitud de número de "roaming [3]")
5: Número de enrutamiento devuelto al HLR y luego a la puerta de acceso MSC
6: Llamada enrutada al MSC terminal
7: El MSC pide al VLR correlacionar la llamada con el suscriptor
8: El VLR hace lo que se le pide

[3] Roaming: En telecomunicaciones se refiere a la extensión de un servicio de conectividad a un lugar distinto al de origen.

9: Se envía señal a la unidad móvil

10: La unidad móvil responde, los MSC transportan la información de vuelta al teléfono.

1.5.4 CAMBIO DE UNA CELDA A OTRA [1]

La figura 1.8 muestra un ejemplo de cómo un suscriptor puede transmitir de una celda a otra y cómo el sistema monitorea a dicho suscriptor. Cuando una estación móvil cruza una frontera de una nueva celda, la unidad móvil envía automáticamente su solicitud de actualización de ubicación junto con su identificación a la BSS paso1.

El mensaje se enruta al MSC de la nueva celda, que es examinado por su VLR.

En el paso 2 si el VLR nuevo no tiene información acerca de la identidad del mensaje para este usuario (porque el usuario llegó hace poco a esta área), envía un mensaje de solicitud de actualización de ubicación al HLR (registro de ubicación de origen del usuario). Este mensaje incluye la identidad del usuario así como la identidad del VLR que está enviando el mensaje.

En el paso 3, el HLR almacena la nueva ubicación que está enviando el mensaje, así como también almacena la nueva ubicación del suscriptor como VLR nuevo y luego carga línea abajo la base de datos de suscripción del usuario en el nuevo VLR. En el paso 4, al recibir esta información, el nuevo VLR envía el acuse de recibo de la actualización de ubicación a través del nuevo MSC a la BSS y de vuelta al usuario móvil originador.

Por último, en el paso 5, el HLR envía un mensaje de cancelación de ubicación al VLR previo para borrar los datos del suscriptor de su base de datos.

Es importante destacar que sólo un VLR a la vez debe conocer al suscriptor móvil. En este ejemplo, cuando el suscriptor se ha movido a otra área (otra celda), ha sido necesario actualizar el VLR.

1: Solicitud de actualización de ubicación

2: Mensaje de actualización de ubicación

3: Retorno de datos de suscripción

4: Acuse de actualización de ubicación

5: Mensaje de cancelación de ubicación

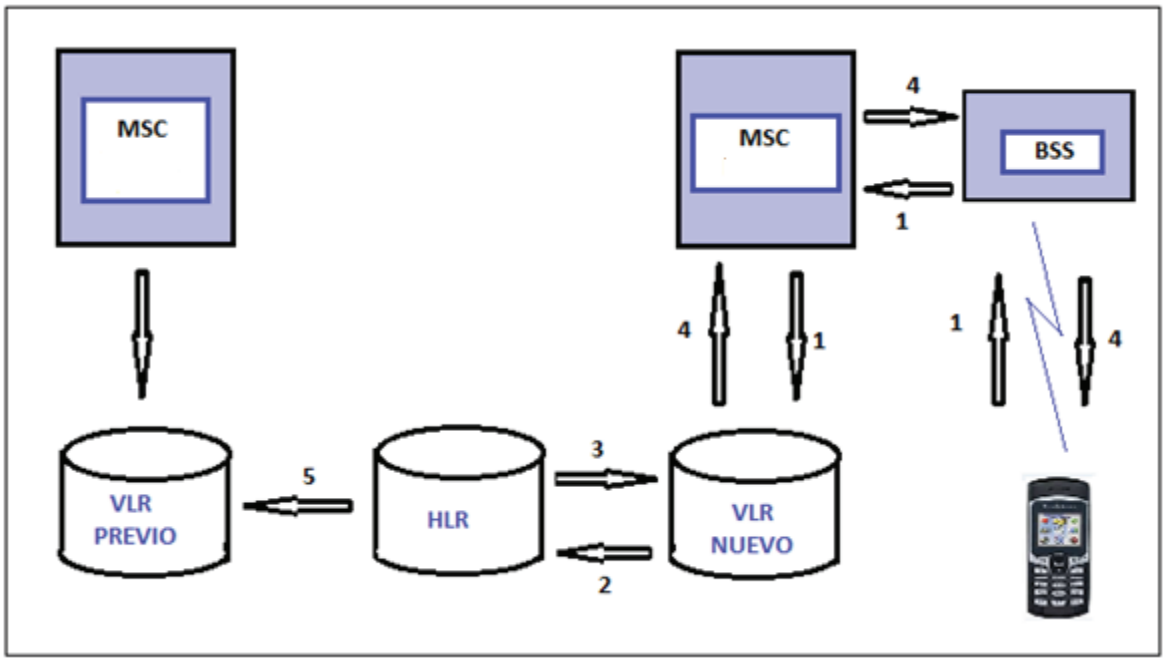


Figura 1.8 Cambio de una celda a otra

1.6 SERVICIO DE MENSAJES (SMS) [1], [2]

1.6.1 DEFINICIÓN

SMS o Servicio de mensajes cortos es un sistema que sirve para enviar y recibir mensajes de texto para y desde teléfonos móviles. El texto puede estar compuesto de palabras o números o una combinación alfanumérica. SMS fue creado como una parte del estándar GSM fase 1.

Cada mensaje puede tener hasta 160 caracteres si se usa el alfabeto latino o 70 caracteres si se emplea otro alfabeto como el árabe o chino. El tiempo de duración de un mensaje es de 24 a 48 horas, si no se entrega en ese tiempo son cancelados.

1.6.2 CARACTERÍSTICAS

El servicio de mensajes (SMS) tiene varias características principales una de ellas es que cada mensaje puede tener una longitud de hasta 160 caracteres; estos caracteres pueden ser palabras, números o una combinación alfa numérica. También se debe tomar en cuenta los mensajes de no-texto (por ejemplo en formato binario).

Se debe considerar que todas las redes de telefonía móvil poseen un centro de mensajería SMS, a donde ingresan primero los mensajes que han sido enviados desde una estación móvil transmisora a una receptora.

Como seguridad, el servicio de mensajes cortos tiene la característica de confirmar un mensaje de salida. Esto se realiza cada vez que el usuario envíe el mensaje de texto, recibirá otro confirmando que el mensaje ha sido o no enviado. Es importante señalar que los mensajes de texto usan canales independientes dedicados a señalización, de los canales de tráfico.

Para utilizar el servicio de mensajes cortos, los usuarios necesitan la suscripción y el hardware específico:

- Una suscripción a una red de telefonía móvil que soporte SMS.
- Un teléfono móvil que soporte SMS.
- Un destino para enviar o recibir el mensaje, ya sea una máquina de fax, un PC, un terminal móvil o buzón de *e-mail*.

1.6.3 ELEMENTOS DE RED Y ARQUITECTURA

SME (*Short Messaging Entity*): Entidad que puede enviar o recibir mensajes cortos, pudiendo estar localizada en la red fija, una estación móvil, u otro centro de servicio.

SMSC (*Short Message Service Center*): El SMSC, es el responsable de la transmisión y almacenamiento de un mensaje corto, entre el SME y una estación móvil.

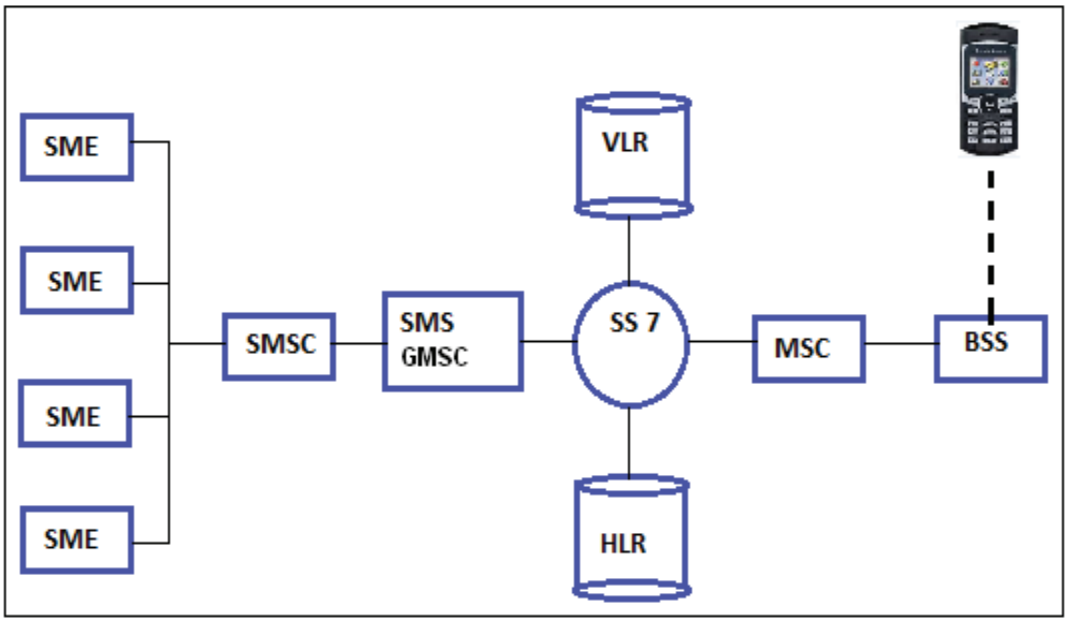


Figura 1.9 Arquitectura de la red para soporte de SMS

***SMS-Gateway/Interworking MSC* (SMS-GMSC):** es un MSC capaz de recibir un mensaje corto de un SMSC, interrogando al HLR (*Home Location Register*) sobre la información de encaminamiento y enviando el mensaje al MSC visitado de la estación móvil receptora. El "*SMS-Gateway/Interworking MSC*" es un MSC capaz de recibir un mensaje corto de la red móvil y enviarlo hacia el SMSC apropiado. El SMS-GMSC/SMS-IWMSC está normalmente integrado en el SMSC.

HLR (*Home Location Register*): Es una base de datos utilizada para el almacenamiento permanente y gestión de los usuarios y el perfil del servicio. Sobre la interrogación del SMSC, el HLR proporciona información de encaminamiento para el usuario indicado. El HLR, también informa al SMSC, el cual previamente inició un intento de envío de SMS fallido a una estación móvil específica, que ahora la estación móvil es reconocida por la red y es accesible.

MSC (*Mobile Switching Center*): Lleva a cabo funciones de conmutación del sistema y el control de llamadas a y desde otro teléfono y sistema de datos.

VLR (*Visitor Location Register*): Es una base de datos que contiene información temporal de los usuarios. Esta información, la necesita el MSC para dar servicio a los usuarios de paso (que están de visita).

BSS (*Base Station System*): Formada por el BSCs (*Base-Station Controllers*) y por BTSs (*Base-Transceiver Stations*), su principal responsabilidad es transmitir el tráfico de voz y datos entre las estaciones móviles.

MS (*Mobile Station*): terminal sin hilos (*wireless*) capaz de recibir y originar tanto mensajes cortos como llamadas de voz. La infraestructura de la red sin hilos está basada en SS7 (*Signaling System 7*).

El SMS hace uso del MAP (*Mobile Application Part*), el cual define los métodos y mecanismos de comunicación en las redes sin hilos, y usa el servicio SS7 TCAP (*Transation Capabilities Application Part*).

Una capa del servicio SMS hace uso del MAP y permite la transferencia de mensajes cortos entre el par de entidades.

1.6.4 OPERACIONES PARA EL ENVÍO DE SMS

El MAP, define las operaciones necesarias para dar soporte al SMS. Ambos estándares, el americano y el europeo han definido el MAP usando los servicios del SS7 TCAP.

Solicitud de Información de Encaminamiento: El SMSC extrae esta información del HLR para determinar el servicio MSC para la estación móvil tratada. Este proceso se realiza antes de entregar el mensaje, y se lleva a cabo usando mecanismos de *SMSrequest y sendRouting Info For ShorMsg* en IS-41 y GSM respectivamente.

Envío del Mensaje Punto a Punto: Mecanismo que da significado al SMSC para transmitir un mensaje corto hacia el MSC que sirve a la estación móvil e intenta enviar un mensaje a una MS siempre que la MS está registrada. La operación del envío del mensaje corto proporciona un servicio de envío confirmado. La operación trabaja conjuntamente con el subsistema de la MS mientras el mensaje está siendo remitido del MSC hacia la MS. Por lo tanto el éxito o fracaso de la operación puede ser causado por múltiples razones.

Indicación de Espera del Mensaje Corto: Esta operación se activa cuando el intento de envío por parte del SMSC falla debido a algún incidente temporal. Esto da lugar a que el SMSC solicite al HLR que añada una dirección SMSC a la lista de SMSC's para ser informado cuando la estación móvil indicada está accesible.

Alerta del Centro de Servicio: Esta operación hace que el HLR informe al SMSC, el cual previamente ha intentado enviar un mensaje corto sin éxito a la estación móvil especificada, que la estación móvil es accesible en ese momento.

1.6.5 PASOS PARA EL ENVÍO

1. El mensaje corto es enviado del SME al SMSC.
2. Después de completar su proceso interno, el SMSC pregunta al HLR y recibe información de encaminamiento del usuario móvil.
3. El SMSC envía el mensaje corto hacia el MSC.
4. El MSC extrae la información del usuario del VLR. Esta operación puede incluir un procedimiento de autentificación.
5. El MSC transfiere el mensaje corto al MS.
6. El MSC devuelve al SMSC el resultado de la operación que se está llevando a cabo.
7. Si lo solicita el SME, el SMSC retorna un informe indicando la salida del mensaje corto.

1.6.6 PASOS PARA LA RECEPCIÓN

1. La MS transfiere el mensaje corto al MSC.
2. El MSC interroga al VLR para verificar que el mensaje transferido no viola los servicios suplementarios o las restricciones impuestas.
3. El MSC envía el mensaje corto al SMSC usando el mecanismo *ForwardShortMessage*.
4. El SMSC entrega el mensaje corto al SME.
5. El SMSC reconoce al MSC el éxito del envío.
6. El MSC devuelve a la MS el resultado de la operación de envío.

1.6.7 PRINCIPALES APLICACIONES

- Mensajes simples de persona a persona. - Los usuarios de telefonía móvil, para comunicarse con otro, utilizan rutinariamente el Servicio de Mensajes Cortos.

- Notificaciones del buzón de voz y fax - El uso más común de SMS, es para notificar al usuario de telefonía móvil que tiene un nuevo mensaje de voz o fax. Cuando un nuevo mensaje nos llega a nuestro buzón, una alerta en forma de SMS, nos informa de este hecho.

- Mensajes Unificados - Se trata de un servicio emergente de red de valor añadido particularmente convincente, ya que proporciona una interfaz a la gente, para acceder a las diferentes clases de SMSs que recibe (voz, fax, *e-mail*). El usuario recibe un mensaje corto, notificándole que tiene un nuevo mensaje en su buzón de mensajes, incluyendo éste a menudo una indicación del tipo del nuevo mensaje que ha sido depositado.

- Alertas de *e-mail* - Uniendo el correo electrónico con SMS, los usuarios pueden ser notificados cada vez que reciben un *e-mail*.

- Descarga de Melodías.

- Chat basado en SMS, se trata de una aplicación que está emergiendo.

- Servicios de información se solicita a una fuente pública o privada que envíe periódicamente información sobre algún tema en concreto al terminal móvil. El rango de información que se puede recibir es amplísimo.

1.7 COMANDOS AT [2]

1.7.1 DESCRIPCIÓN

Los comandos AT (*Attention Command*) son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un Terminal MODEM.

Los comandos AT fueron desarrollados en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un MODEM [4] para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono.

Posteriormente, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo.

1.7.2 FINALIDAD

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales.

De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, permiten acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal.

---

[4] Modem: Dispositivo que sirve para enviar una señal llamada modulante mediante otra señal llamada portadora.

Es claro que la implementación de los comandos AT corresponde a los dispositivos GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable serial, canal Infrarrojos, Bluetooth, etc.

1.7.3 COMANDOS AT MÁS UTILIZADOS [5]

1.7.3.1 Comandos Generales

Permiten tener información específica del modem como por ejemplo: número de serie del modem, estado del modem, nombre del fabricante etc (Ver Tabla 1.1).

COMANDOS GENERALES	
a) AT+CGMI:	Identificación del fabricante
b) AT+CGSN:	Obtener número de serie
c) AT+CIMI:	Obtener el IMSI.
d) AT+CPAS	Leer estado del modem

Tabla 1.1 Comandos AT Generales

1.7.3.2 Comandos del servicio de red

Proporcionan información acerca de la calidad de la señal, permite selección de la operadora telefónica entre otros servicios (Ver tabla 1.2).

COMANDOS DEL SERVICIO DE RED	
a) AT+CSQ:	Obtener calidad de la señal
b) AT+COPS:	Selección de un operador
c) AT+CREG:	Registrarse en una red
d) AT+WOPN:	Leer nombre del operador

Tabla 1.2 Comandos AT Servicio de Red

1.7.3.3 Comandos de seguridad

Permiten configurar parámetros de seguridad en el modem como por ejemplo: cambio de *password*, ingreso de PIN etc (Ver tabla 1.3).

COMANDOS DE SEGURIDAD	
a) AT+CPIN:	Introducir el PIN
b) AT+CPINC:	Obtener el número de reintentos que quedan
c) AT+CPWD:	Cambiar *password*

Tabla 1.3 Comandos AT de Seguridad

1.7.3.4 Comandos para la agenda del teléfono

Estos comandos permiten administrar los contactos o números de teléfono (Ver tabla 1.4).

COMANDOS PARA LA AGENDA DEL TELÉFONO	
a) AT+CPBR:	Leer todas las entradas
b) AT+CPBF:	Encontrar una entrada
c) AT+CPBW:	Almacenar una entrada
d) AT+CPBS:	Buscar una entrada

Tabla 1.4 Comandos AT Agenda del Teléfono

1.7.3.5 Comandos para SMS

Son aquellos comandos empleados en el manejo de mensajes de texto (Ver tabla 1.5).

COMANDOS PARA SMS	
a) AT+CPMS:	Seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS
b) AT+CMGF:	Seleccionar formato de los mensajes SMS
c) AT+CMGR:	Leer un mensaje SMS almacenado
d) AT+CMGL:	Listar los mensajes almacenados
e) AT+CMGS:	Enviar mensaje SMS
f) AT+CMGW:	Almacenar mensaje en memoria
g) AT+CMSS:	Enviar mensaje almacenado
h) AT+CSCA:	Establecer el Centro de mensajes a usar
i) AT+ WMSC:	Modificar el estado de un mensaje

Tabla 1.5 Comandos AT Para SMS

1.8 SEÑALES DTMF [6] [7]

Las señales DTMF se forman sumando y combinando dos señales sinusoidales simultáneas, una señal del grupo de frecuencias altas y otra del grupo de frecuencias bajas.

Las frecuencias de los tonos fueron cuidadosamente seleccionadas de tal forma que sus armónicos no se encuentran relacionados, y que los productos de su intermodulación produzcan un deterioro mínimo en la señalización.

Este esquema permite 16 combinaciones únicas. Diez de estos códigos representan los números del cero al nueve, los seis restantes (*, #, A, B, C, D) son reservados para señalización especial. En la tabla 1.6 se indican las frecuencias DTMF para cada código.

La mayoría de los teclados en los teléfonos contienen diez interruptores de presión numéricos más el asterisco (*) y el símbolo de numeral (#). Los interruptores se encuentran organizados en una matriz; cada uno selecciona el tono del grupo bajo de su fila respectiva y el tono del grupo alto de su columna correspondiente.

		Grupo de Altas frecuencias (Hz)			
		1209	**1336**	**1477**	**1638**
Grupo de Bajas frecuencias (Hz)	**697**	1	2	3	A
	770	4	5	6	B
	852	7	8	9	C
	941	*	0	#	D

Tabla 1.6 Frecuencias DTMF

1.8.1 PRINCIPIO DE LA CODIFICACIÓN DTMF

El esquema de marcado DTMF fue diseñado por los laboratorios BELL e introducido en los Estados Unidos a mediados de los años 60 como una alternativa a la marcación por pulsos o rotatoria. Ofrece incremento en la velocidad de marcado, mejora la fiabilidad y la conveniencia de señalización de punto a punto.

Muchas aplicaciones en las telecomunicaciones requieren de transmisión de señales DTMF para el marcado y envío de datos. El estándar DTMF fue diseñado originalmente por los Laboratorios Bell para su uso en los sistemas telefónicos de AT&T.

DTMF es un sistema de señales que se utiliza en los teléfonos para el marcado por tonos, con su correspondiente par de frecuencias según se muestra en la figura 1.10

El sistema de señales DTMF son generadas por un codificador, y son la suma algebraica en tiempo real de dos tonos; uno de baja frecuencia y otro de alta; el tono alto normalmente es de + 1.5 % (2 dB) con respecto del tono bajo (como se muestra en la figura) para compensar pérdidas de señal en las largas líneas de conexión con la central telefónica.

1.8.2 PRINCIPIO DE LA DECODIFICACIÓN DTMF

El propósito de decodificación DTMF es detectar señales sinusoidales en presencia de ruido.

En la actualidad existe gran variedad de métodos para decodificar señales DTMF, dentro de los cuales se puede citar filtros pasa-banda, decodificadores integrados, y el uso de microprocesadores. Los métodos más comunes usan la transformada discreta de Fourier para su análisis.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el decodificador MT8870D

1.8.3 DECODIFICADOR MT8870D

El circuito integrado MT8870CE fabricado por MITEL, es un decodificador de doble tono multifuncional receptor; su función principal es filtrar e identificar los tonos a la entrada. Reconoce los tonos dobles generados por el teclado de un teléfono en modalidad digital; estos tonos son decodificados y después convertidos a cantidades binarias de 4 bits que corresponden a un valor numérico determinado.

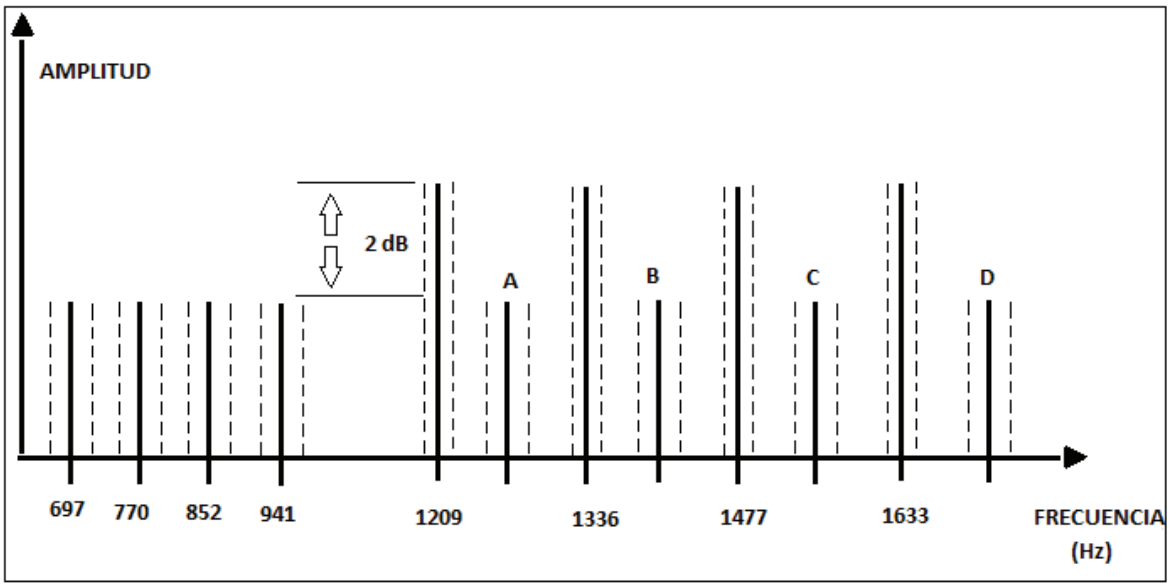


Figura 1.10 Espectro de señales DTMF

Estos valores binarios funcionan como comandos o datos de acuerdo al orden con que son ingresados al sistema de control, en el caso del proyecto un microcontrolador (Ver figura 1.11).

En la etapa de filtrado permite separar el conjunto de frecuencias altas con el conjunto de frecuencias bajas, en esta etapa discrimina frecuencias entre los 350 y 440 Hz, de esta manera evita decodificar tonos no deseados.

En la etapa de decodificación, emplea técnicas de conteo digital para detectar y decodificar los 16 pares de dobles tonos y proporciona como resultado una salida de 4 bits en forma binaria.

En la figura 1.12 se observan los códigos a la salida en los pines Q4, Q3, Q2, Q1, con la respectiva equivalente del tono de entrada. Siendo L= Nivel Lógico Bajo, H=Nivel Lógico Alto, Z=Alta impedancia, X= Valor no importa.

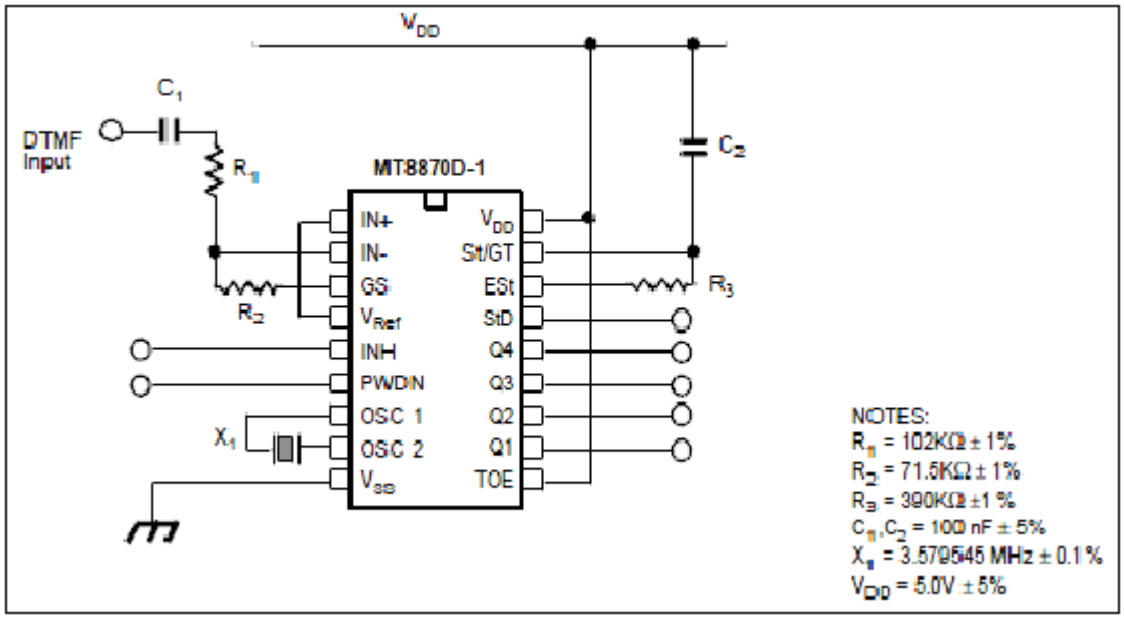


Figura 1.11 Decodificador MT8870D

1.9 SISTEMA DE ENCENDIDO O DE IGNICIÓN DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA. [8]

1.9.1 INTRODUCCIÓN

El sistema de ignición es muy importante para el buen funcionamiento del motor, ya que afecta de manera directa el consumo de combustible y, por lo tanto, su rendimiento. En algunos casos puede ser el culpable de dejarlo “abandonado” en la calle al no permitir que su motor arranque.

Este sistema proporciona impulsos de alto voltaje (de 20,000 a 40,000 voltios) entre los electrodos de las bujías en el cilindro del motor. Estos impulsos producen arcos eléctricos en el espacio comprendido entre los electrodos de la bujía, chispas que inflaman la mezcla comprimida en la cámara de combustión.

Cada arco eléctrico se sincroniza de manera que salte cuando el pistón se aproxima al punto muerto superior en la carrera de compresión.

Es por ello importante conocer sus componentes y la forma en la cual funciona este sistema, ya que puede afectar la potencia del motor, el arranque, el sistema de control de emisiones y otros.

Digit	TOE	INH	ESt	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

Figura 1.12 Valores de entrada/salida del decodificador MT8870D

1.9.1.1 Efectos de un mal sistema de ignición

Un sistema de ignición mantenido de manera inadecuada puede producir los siguientes efectos:

- Falta de corriente en el arranque
- Debilitamiento del acumulador o batería

- Mayor emisión de contaminantes
- Daño al convertidor catalítico por una mala combustión
- Daño al motor de arranque o “marcha”
- Daño a la bobina de encendido
- Daño al alternador
- Daño al porta fusibles

1.9.1.2 Objetivos del sistema de ignición

El sistema de ignición tiene varios objetivos. Entre ellos, se pueden mencionar los siguientes:

- Suministrar el voltaje necesario para producir la chispa en las bujías y generar la combustión en los cilindros.
- Generar la chispa en cada bujía en el momento preciso (cuando el pistón se encuentra en la parte superior del cilindro y la mezcla aire-combustible comprimida).
- Distribuir el alto voltaje a cada uno de los cilindros.
- Modificar el momento en el cual se debe generar la chispa en cada cilindro (tiempo de encendido)

1.9.2 TIPOS DE SISTEMAS DE IGNICIÓN

Existen dos tipos muy importantes de sistemas de ignición:

- El encendido convencional (platinos y condensador)
- Encendido electrónico

1.9.3 SISTEMAS DE ENCENDIDO CON PLATINOS Y CONDENSADOR

Los antiguos sistemas de encendido utilizaban contactos que abrían y cerraban un circuito. A estos elementos se les conocían como platinos y tenían un condensador para permitir el corte instantáneo de corriente.

1.9.3.1 Desventajas del sistema con platinos

1. Necesidad de calibración de los platinos (separación entre los contactos).
2. Desgaste de los platinos por el continuo contacto físico.
3. Al aumentar las revoluciones del motor se perdía eficiencia en la generación de la chispa
4. La duración de los platinos era de aproximadamente 10000 Km. (6 meses aproximadamente)
5. No eran confiables (podían fallar en cualquier momento).

1.9.3.2 Partes del sistema de encendido con platinos y condensador

En la figura 1.13, se aprecian los elementos que intervienen en el sistema de encendido con platinos y condensador.

1. Batería
2. *Switch* (conmutador) de encendido
3. Resistencia de balastra
4. Bobina (devanado primario)
5. Platinos
6. Condensador
7. Bobina (devanado secundario)
8. Placa porta platinos
9. Bomba de vacío
10. Tapa del distribuidor
11. Distribuidor
12. Rotor
13. Leva
14. Cables de bujías
15. Bujías

1.9.3.3 Funcionamiento del sistema de encendido con platinos y condensador

Cuando los platinos se cierran, la corriente fluye desde el acumulador hasta los platinos pasando a través del devanado primario de la bobina.

Inicialmente el flujo de corriente empieza a incrementarse rápidamente, apareciendo una fuerza electromotriz en el devanado primario que se opone a ella, hasta llegar a una corriente máxima.

Una vez que la corriente fluye a través del devanado primario, se induce un campo magnético que corta al devanado secundario produciendo un alto voltaje en éste.

Debido a que la fuerza electromotriz se opone al flujo de corriente, el voltaje en el primario es de baja intensidad, por lo que también en el secundario el voltaje inducido es bajo y no lo suficiente como para vencer el dieléctrico entre los electrodos de las bujías y producir el arco eléctrico.

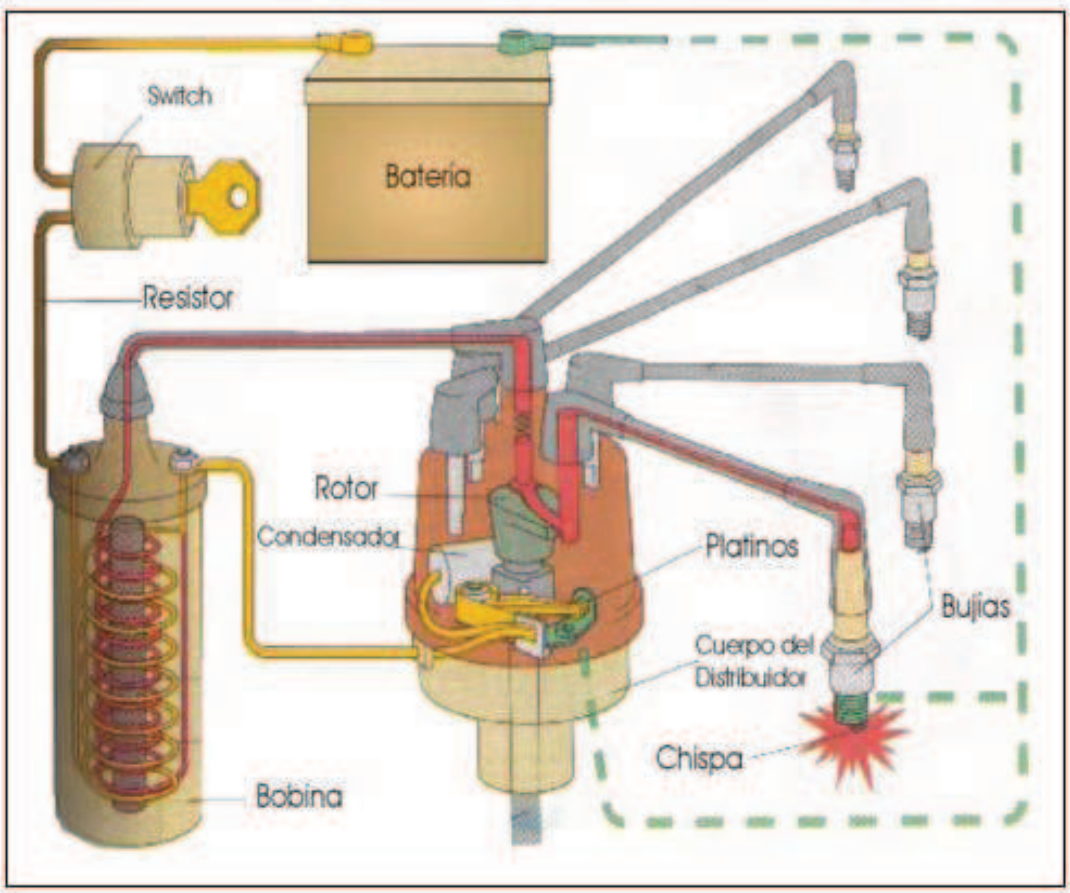


Figura 1.13 Partes de un sistema de encendido con platinos y condensador

El sistema está diseñado de manera que la corriente en el primario alcance su máximo cuando los platinos se abren. Con el circuito primario abierto, el

acumulador no proporciona corriente a través de aquel y el campo magnético de la bobina se corta, este corte induce una corriente en el primario que trata de formar un arco en los platinos abiertos, para mantener el flujo de corriente. Si este flujo se mantuviese, el campo magnético decrecería lentamente y no podría inducirse suficiente voltaje a través del devanado secundario.

Lo que se necesita es un corte instantáneo del devanado primario para inducir un alto voltaje en el devanado secundario; para ello se utiliza un condensador. El condensador absorbe la corriente que se induce cuando se abren los platinos haciendo caer la corriente en el primario repentinamente hasta cero, provocando el corte instantáneo deseado.

1.9.4 SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO

Los sistemas de encendido electrónico no tienen platinos y condensador pero cuentan con elementos que hacen la misma función que ellos. En algunos casos pueden ser el reluctor y la pastilla magnética, el sensor óptico o el de efecto Hall, los que producen este funcionamiento.

Estos sistemas permiten producir mayores voltajes para generar la chispa en las bujías, el cual puede ser de hasta 40000 voltios.

1.9.4.1 Características del sistema de encendido electrónico

1. No requieren una calibración continua.
2. No hay desgaste debido a que no hay contacto físico entre sus componentes.
3. Al aumentar las revoluciones del motor no pierde eficiencia el sistema.
4. Tienen una gran duración (del orden de años).
5. Son altamente confiables.
6. No requieren mantenimiento periódico.

1.9.4.2 Partes del sistema de encendido electrónico

En la figura 1.14, se aprecian los elementos que intervienen en el sistema de encendido electrónico.

1. Batería
2. *Switch* (conmutador) de encendido
3. Resistencia de balastra
4. Bobina (devanado primario)
5. Reluctor
6. Pastilla magnética
7. Bobina (devanado secundario)
8. Bomba de vacío
9. Tapa del distribuidor
10. Distribuidor
11. Rotor
12. Cables de bujías
13. Bujías
14. Módulo o unidad de control electrónico ECU
15. Compensador de altura
16. Sensor de detonación
17. Computadora

1.9.4.3 Funcionamiento del sistema de encendido electrónico

Cuando alguno de los dientes del reluctor coincide con la pastilla magnética, se envía una señal al módulo de control electrónico, el cual permite que la corriente fluya desde el acumulador hasta el devanado primario de la bobina. Inicialmente el flujo de corriente empieza a incrementarse rápidamente, apareciendo una fuerza electromotriz en el devanado primario que se opone a ella, hasta llegar a una corriente máxima.

Una vez que la corriente fluye a través del devanado primario, se induce un campo magnético que corta al devanado secundario produciendo un alto voltaje en éste.

Debido a que la fuerza electromotriz se opone al flujo de corriente, el voltaje en el primario es de baja intensidad, por lo que también en el secundario el voltaje

inducido es bajo y no lo suficiente como para vencer el dieléctrico entre los electrodos de las bujías y producir el arco eléctrico.

El sistema está diseñado de manera que la corriente en el primario alcance su máximo cuando los dientes del reluctor se alejen de la pastilla magnética. Esto genera otra señal en el módulo de control electrónico que corta la corriente a la bobina. Con el circuito primario abierto, el acumulador no proporciona corriente a través de aquel y el campo magnético de la bobina se corta; este corte induce un alto voltaje en el devanado secundario. Este alto voltaje es distribuido a cada una de las bujías a través de sus respectivos cables.

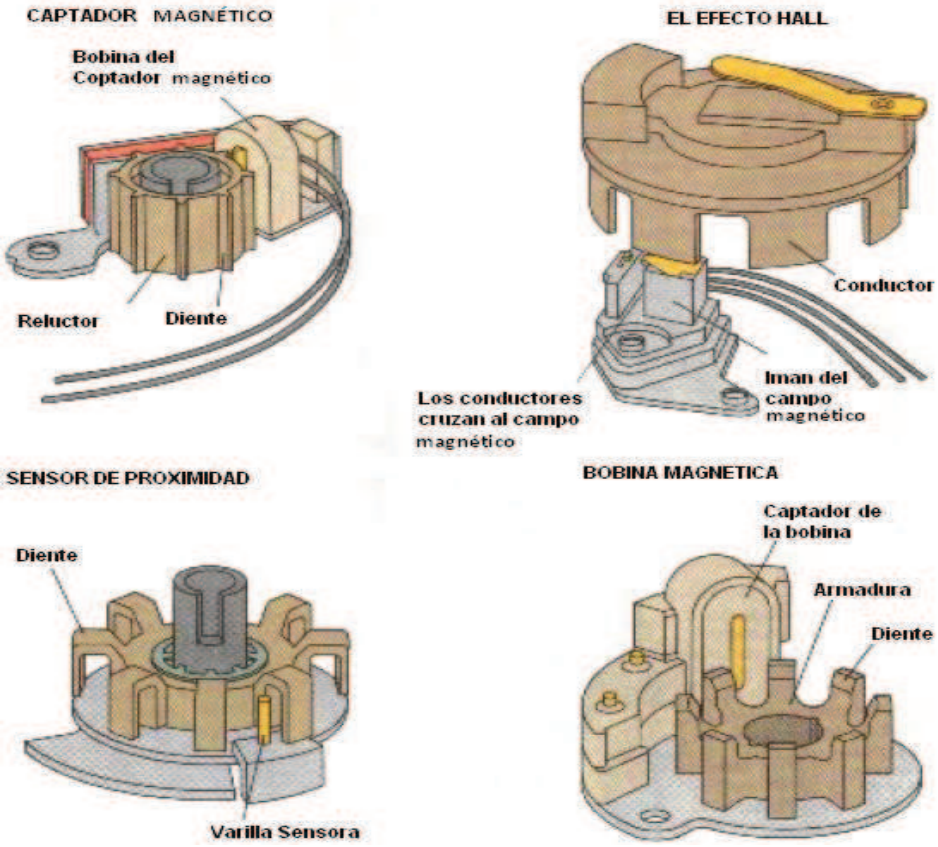


Figura 1.14 Partes de un sistema de encendido electrónico

1.10 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS [12]

1.10.1 INTRODUCCIÓN

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización, diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines

militares, para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo; operativo desde 1995 utiliza conjuntamente una red de ordenadores y una constelación de 24 satélites para determinar por triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre.

1.10.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA GPS

El sistema se descompone en tres segmentos básicos, los dos primeros de responsabilidad militar:

1. Segmento espacio, formado por 24 satélites GPS con una órbita de 26560 Km. de radio y un periodo de 12 horas.
2. Segmento control, que consta de cinco estaciones monitoras encargadas de mantener en órbita los satélites y supervisar su correcto funcionamiento; tres antenas terrestres que envían a los satélites las señales que deben transmitir y una estación experta de supervisión de todas las operaciones.
3. Segmento usuario, formado por las antenas y los receptores pasivos situados en tierra. Los receptores, a partir de los mensajes que provienen de cada satélite visible, calculan distancias y proporcionan una estimación de posición y tiempo.

1.10.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS GPS

El sistema GPS tiene por objetivo calcular la posición de un punto cualquiera en un espacio de coordenadas (x, y, z), partiendo del cálculo de las distancias del punto a un mínimo de tres satélites cuya localización es conocida.

La distancia entre el usuario (receptor GPS) y un satélite se mide multiplicando el tiempo de vuelo de la señal emitida desde el satélite por su velocidad de propagación. Para medir el tiempo de vuelo de la señal de radio es necesario que los relojes de los satélites y de los receptores estén sincronizados, pues deben generar simultáneamente el mismo código.

Ahora bien, mientras los relojes de los satélites son muy precisos, los de los receptores son osciladores de cuarzo de bajo costo y por tanto imprecisos. Las distancias con errores debidos, al sincronismo se denominan *pseudodistancias*. La desviación en los relojes de los receptores añade una incógnita más que hace necesario un mínimo de cuatro satélites para estimar correctamente las posiciones, tal como se observa en la figura 1.15.

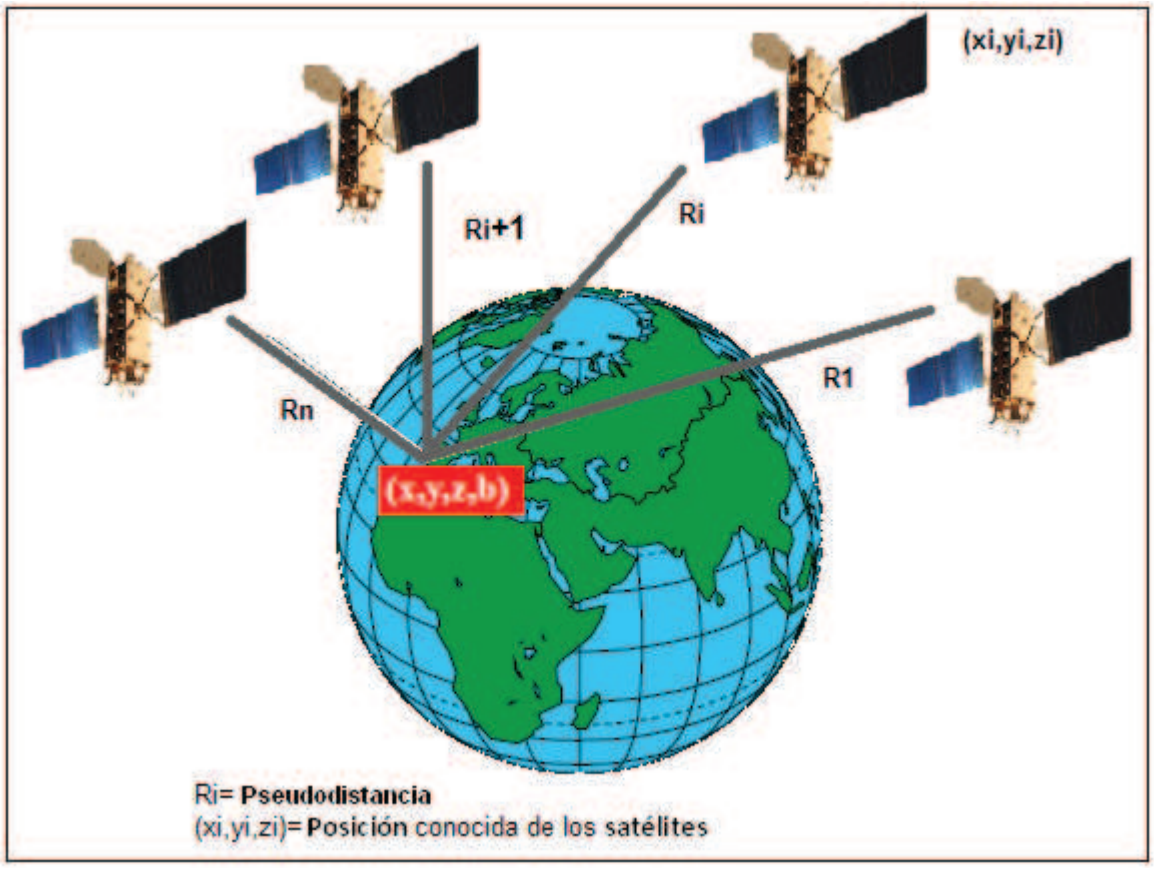


Figura 1.15 Principio de funcionamiento del sistema GPS

En el cálculo de las *pseudodistancias* hay que tener en cuenta que las señales GPS son muy débiles y se hallan inmersas en el ruido de fondo en la banda de radio inherente al planeta. Este ruido natural está formado por una serie de pulsos aleatorios, lo que motiva la generación de un código pseudo-aleatorio artificial por los receptores GPS como patrón de fluctuaciones.

En cada instante un satélite transmite una señal con el mismo patrón que la serie pseudo-aleatoria generada por el receptor. En base a esta sincronización, el

receptor calcula la distancia, realizando un desplazamiento temporal de su código pseudo-aleatorio hasta lograr la coincidencia con el código recibido; este desplazamiento corresponde al tiempo de vuelo de la señal como se observa en la figura 1.16. Este proceso se realiza de forma automática, continua e instantánea en cada receptor.

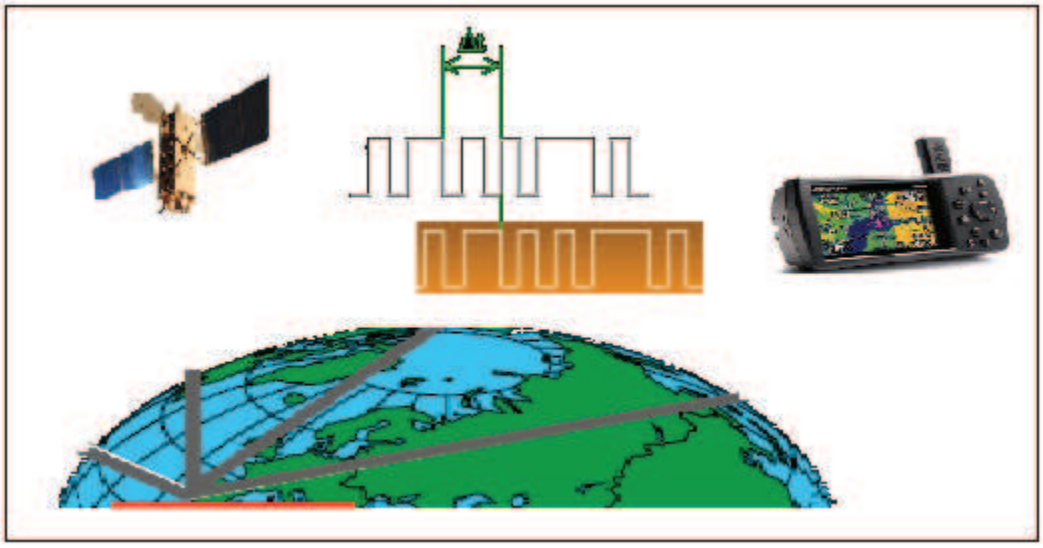


Figura 1.16 Medida de la distancia a los satélites

La utilización de estos códigos pseudo-aleatorios permite el control de acceso al sistema de satélites, de forma que en situaciones conflictivas se podría cambiar el código, obligando a todos los satélites a utilizar una banda de frecuencia única sin interferencias pues cada satélite posee un código GPS propio.

Aunque la velocidad de los satélites es elevada (4 Km/s), la posición instantánea de los mismos puede estimarse con un error inferior a varios metros en base a una predicción sobre las posiciones anteriores en un período de 24 a 48 horas. Las estaciones terrestres revisan periódicamente los relojes atómicos de los satélites, dos de cesio y dos de rubidio, enviando las efemérides[6] y las correcciones de los relojes, ya que la precisión de los relojes y la estabilidad de la trayectoria de los satélites son claves en el funcionamiento del sistema GPS.

---

[6] Las efemérides son las predicciones de la posición actual de los satélites que se transmite al usuario en el mensaje de datos

1.10.4 CADENAS DE CÓDIGOS GPS

El código pseudo-aleatorio transmitido se compone de tres tipos de cadenas:

1. El código C/A *(Coarse/Acquisition)*, con frecuencia 1.023 MHz, utilizado por los usuarios civiles.
2. El código P *(Precisión Code)*, de uso militar, con una frecuencia 10 veces superior al código C/A.
3. El código Y, que se envía encriptado en lugar del código P cuando está activo el modo de operación antiengaños.

Los satélites transmiten la información en dos frecuencias:

• Frecuencia portadora L1, a 1575.42 MHz, transmite los códigos C/A y P.

• Frecuencia portadora L2, a 1227.60 MHz, transmite información militar modulada en código P.

El satélite transmite además una señal de 50 Hz. en ambas portadoras L1 y L2, que incluye las efemérides y las correcciones por desviación de sus relojes.

1.10.5 FUENTES DE ERROR DE LOS GPS

A continuación se describen las fuentes de error que en la actualidad afectan de forma significativa a las medidas con el GPS:

Perturbación ionosférica. La ionósfera está formada por una capa de partículas cargadas eléctricamente que modifican la velocidad de las señales de radio que la atraviesan.

Fenómenos meteorológicos. En la tropósfera, cuna de los fenómenos meteorológicos, el vapor de agua afecta a las señales electromagnéticas disminuyendo su velocidad. Los errores generados son similares en magnitud a los causados por la ionósfera, pero su corrección es prácticamente imposible.

Imprecisión en los relojes. Los relojes atómicos de los satélites presentan ligeras desviaciones a pesar de su cuidadoso ajuste y control; lo mismo sucede con los relojes de los receptores.

Interferencias eléctricas imprevistas. Las interferencias eléctricas pueden ocasionar correlaciones erróneas de los códigos pseudo-aleatorios o un redondeo inadecuado en el cálculo de una órbita. Si el error es grande resulta fácil detectarlo, pero no sucede lo mismo cuando las desviaciones son pequeñas y causan errores de hasta un metro.

Error multisenda. Las señales transmitidas desde los satélites pueden sufrir reflexiones antes de alcanzar el receptor. Los receptores modernos emplean técnicas avanzadas de proceso de señal y antenas de diseño especial para minimizar este error, que resulta muy difícil de modelar al ser dependiente del entorno donde se ubique la antena GPS.

Interferencia "Disponibilidad Selectiva S/A". Constituye la mayor fuente de error y es introducida deliberadamente por el estamento militar.

Topología receptor-satélite. Los receptores deben considerar la geometría receptor-satélites visibles utilizada en el cálculo de distancias, ya que una determinada configuración espacial puede aumentar o disminuir la precisión de las medidas. Los receptores más avanzados utilizan un factor multiplicativo que modifica el error de medición de la distancia (*dilución de la precisión geométrica*)

1.10.6 APLICACIÓN DE LOS GPS

Estudio de fenómenos atmosféricos. Cuando la señal GPS atraviesa la tropósfera el vapor de agua, principal causante de los distintos fenómenos meteorológicos, modifica su velocidad de propagación. El posterior análisis de la señal GPS es de gran utilidad en la elaboración de modelos de predicción meteorológica.

Localización y navegación en regiones inhóspitas. El sistema GPS se utiliza como ayuda en expediciones de investigación en regiones de difícil acceso y en escenarios caracterizados por la ausencia de marcas u obstáculos. Un ejemplo son los sistemas guiados por GPS para profundizar en el conocimiento de las regiones polares o desérticas.

Modelos geológicos y topográficos. Los geólogos comenzaron a aplicar el sistema GPS en los 80 para estudiar el movimiento lento y constante de las placas tectónicas, para tratar de predecir terremotos en regiones geológicamente activas. En topografía, el sistema GPS constituye una herramienta básica y fundamental para realizar el levantamiento de terrenos y los inventarios forestales y agrarios.

Ingeniería Civil. En este campo se utiliza la alta precisión del sistema GPS para monitorizar en tiempo real las deformaciones de grandes estructuras metálicas o de cemento sometidas a cargas.

Sistemas de alarma automática. Existen sistemas de alarma conectados a sensores dotados de un receptor GPS para supervisión del transporte de mercancías tanto contaminantes de alto riesgo como perecederas (productos alimentarios frescos y congelados). En este caso la utilización de un sistema GPS permite mejorar y acelerar los tiempos de entrega y asistir rápidamente a un vehículo en el caso se produzca una alarma de falla.

Sincronización de señales. La industria eléctrica utiliza el GPS para sincronizar los relojes de sus estaciones monitoras a fin de localizar posibles fallos en el servicio eléctrico. La localización del origen del fallo se realiza por triangulación, conociendo el tiempo de ocurrencia desde tres estaciones con relojes sincronizados.

Navegación y control de flotas de vehículos. El sistema GPS se emplea en planificación de trayectorias y control de flotas de vehículos. La policía, los servicios de socorro (bomberos, ambulancias), las centrales de taxis, los servicios

de mensajería, empresas de reparto, etc. organizan sus tareas optimizando los recorridos de las flotas desde una estación central. Algunas compañías ferroviarias utilizan ya el sistema GPS para localizar sus trenes, máquinas locomotoras o vagones, supervisando el cumplimiento de las señalizaciones.

Navegación marítima y tareas en el espacio. Se están incorporando sistemas DGPS (Diferencial GPS), los cuales toman los datos de los sistemas GPS y con estaciones de referencia en tierra calculan las diferencias o correcciones permitiendo una posición más exacta, ayudando de esta manera al transporte marítimo permitiendo maniobrar de forma precisa en zonas de intenso tráfico, en vehículos autónomos terrestres que realizan su actividad en entornos abiertos y realizando tareas repetitivas, como vigilancia en medios hostiles (fuego, granadas, contaminación de cualquier tipo) y en todos aquellos vehículos que realizan transporte de carga, tanto en agricultura como en minería o construcción. La alta precisión de las ubicaciones ha permitido importantes avances en el espacio en órbitas bajas y así permitir realizar tareas de alto riesgo de inspección, mantenimiento y ensamblaje de satélites artificiales pueden ahora realizarse mediante robots autónomos.

CAPÍTULO 2
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR (SSV)

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se desarrollan los procedimientos utilizados para el diseño y construcción del hardware del SSV.

En la figura 2.1 se muestran todos los elementos y etapas que conforman el SSV.

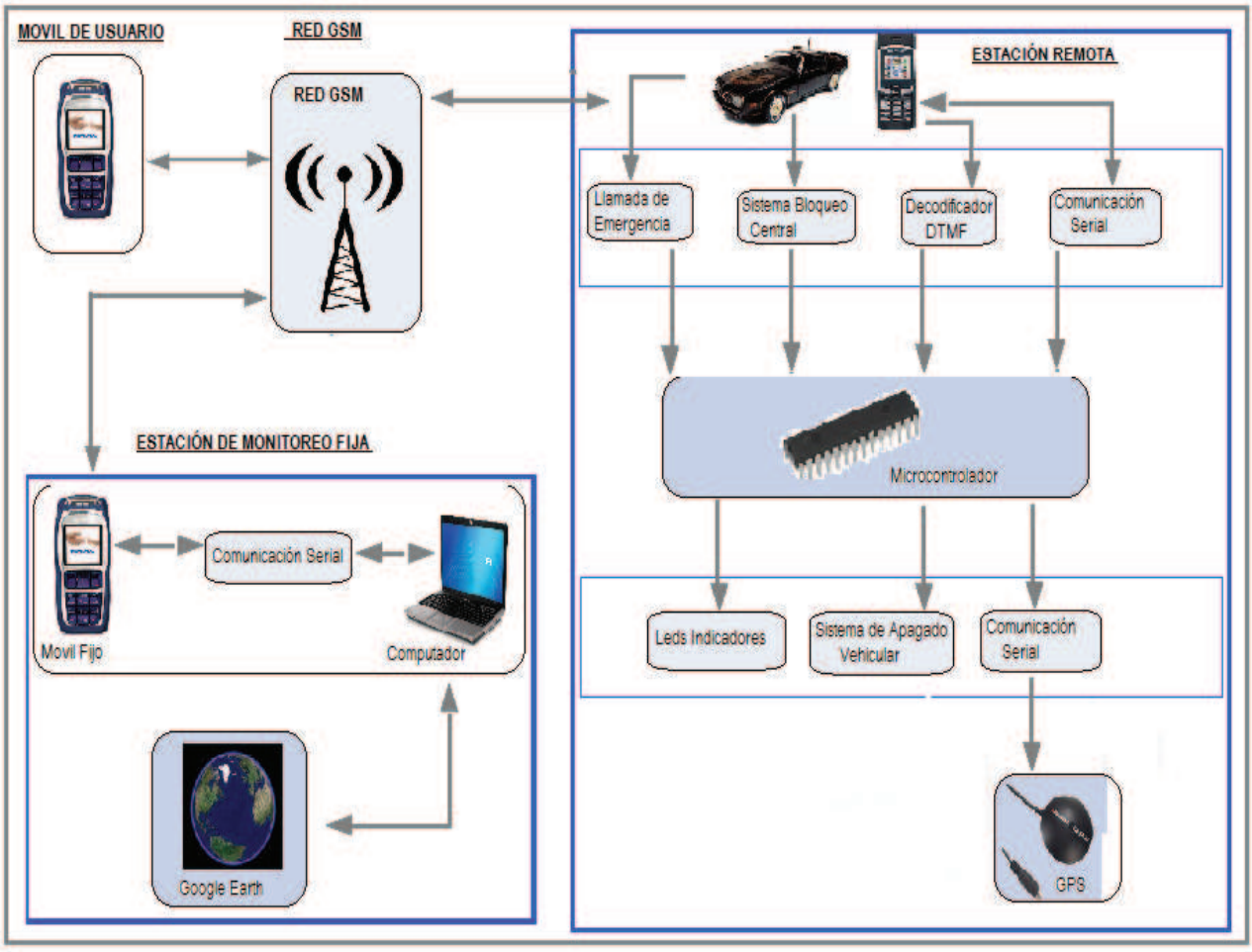


Figura 2.1 Hardware del SSV

Para una mejor explicación del sistema de seguridad vehicular, se ha dividido el sistema en cuatro partes fundamentales sobre las cuales se desarrolla todo el proyecto.

1.-Posicionamiento del vehículo mediante un sistema GPS
2.-Bloqueo y Desbloqueo del vehículo
3.-Mensaje de emergencia y botones de pánico
4.- Control del estado de seguridad del vehículo

2.1.1 POSICIONAMIENTO DE UN VEHÍCULO MEDIANTE UN SISTEMA GPS

Para una mejor descripción del funcionamiento del proyecto, la explicación se realizará utilizando el gráfico de la figura 2.2.

Primero el usuario puede solicitar en cualquier momento la posición del vehículo al sistema de seguridad vehicular SSV, para lo cual enviará un mensaje de texto con el código correspondiente (E.1) mediante la red GSM; este mensaje será recibido por el SSV (E.2). El SSV consta de un teléfono móvil, que en este caso se llamará móvil remoto, instalado en el vehículo. Este teléfono al recibir el mensaje de petición del usuario, realizará una comunicación serial (E.3) mediante el circuito integrado Max 232 con el microcontrolador (E.4). El Max 232 se utiliza para el cambio de niveles de RS232 a TTL, ya que el móvil trabaja con valores de voltaje de 3.6 V, en tanto que el microcontrolador lo hace con niveles de voltaje TTL de 5 V.

En la segunda parte del proceso, cuando se ha iniciado la comunicación, el microcontrolador activa un led indicador (E.5); al mismo tiempo mediante una comunicación serial (E.6), comanda al módulo GPS (E.7), para obtener la señal de posicionamiento proveniente de los diferentes satélites para finalmente enviar el posicionamiento del vehículo al usuario.

El módulo GPS envía la información (R.1) mediante una comunicación serial al microcontrolador (R.2); el mismo que codificará la información con las coordenadas necesarias. Por medio de una comunicación serial (R.3) con el móvil remoto (R.4), el microcontrolador ordena el envío de un mensaje de texto, con la posición del vehículo en forma de coordenadas descritas como latitud y longitud (R.5) a la nube GSM.

La estación de monitoreo recibirá el mensaje (R.6), mediante un móvil fijo el mismo que será monitoreado por un operador, este mensaje se receptará mediante comunicación serial (M.1) para ser procesado en un computador (M.2); el ordenador verificará en la base de datos de los usuarios el número del móvil remoto para identificar al cliente, posteriormente haciendo uso de Google Maps o Google Earth (M.3) ubicará la posición del vehículo en los mapas y obtendrá el nombre de las avenidas e intersecciones donde se encuentra el vehículo.

El contenido de la ubicación vehicular no llegará directamente al usuario, ya que debe ser procesada en la estación de monitoreo fija, para que el usuario pueda obtener una información más entendible y de esta manera realizar una mejor ubicación vehicular, la información procesada será enviado a través de un *e-mail* **(I.1)** al correo electrónico del usuario, desde donde se describen los nombres de las avenidas y el sector donde se encuentra el vehículo.

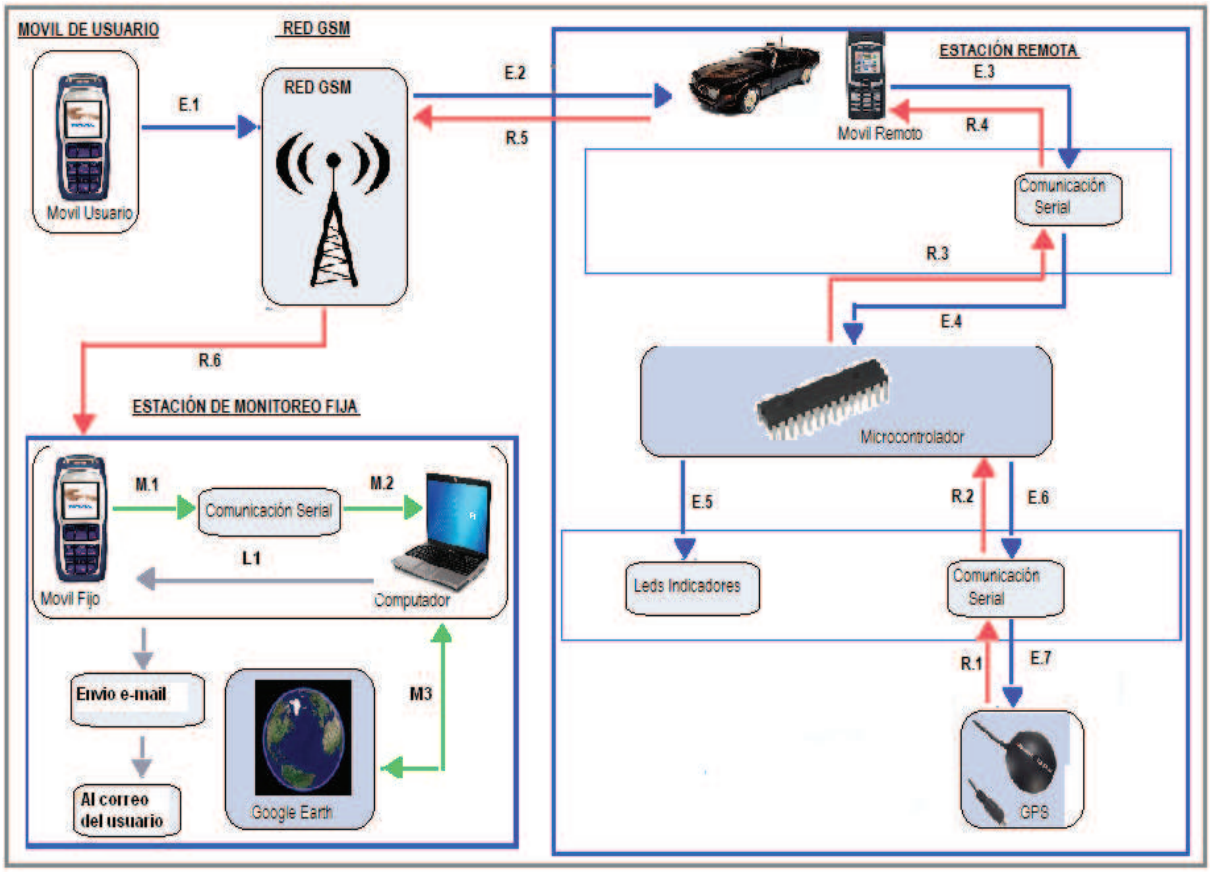


Figura 2.2 Posicionamiento del vehículo mediante un módulo GPS

La disposición de las letras en el gráfico indican los siguientes estados:

E= Envío
R=Recepción
M=Monitoreo
I =Informe

2.1.2 SISTEMA DE BLOQUEO Y DESBLOQUEO DEL VEHÍCULO Y MENSAJE DE CONFIRMACIÓN

El bloqueo o desbloqueo del vehículo hace referencia a energizar o desenergizar el sistema de encendido electrónico remotamente con la ayuda de una llamada telefónica o un mensaje de texto (Ver figura 2.3).

Primero el usuario está en la posibilidad de bloquear el sistema de encendido sea que el vehículo esté o no en peligro de robo. Cuando el vehículo ha sufrido un intento de robo, como la apertura forzada de puertas o incluso la sustracción del mismo, el sistema enviará un mensaje de texto desde el microcontrolador (R.1) el cual mediante una comunicación serial (R.2) ordenará al móvil remoto enviar un SMS a la red GSM (R.3) indicando al usuario el estado de intento de robo del vehículo (R.4).

El usuario mediante una llamada telefónica o un mensaje de texto (E.1) desde cualquier teléfono celular (E.2) se comunicará con el móvil remoto (E.3); mediante un decodificador DTMF en el caso de ser una llamada, se transforman los tonos del teclado a códigos binarios, los mismos que ingresarán al microcontrolador (E.4). Al leer el código el microcontrolador activará un led dando inicio a la comunicación (E.5), al mismo tiempo el microcontrolador activará o desactivará el sistema de encendido electrónico vehicular (E.6) (E.7).

Finalizado el proceso, el usuario recibirá un mensaje de texto indicando la confirmación del bloqueo o desbloqueo del vehículo, para posteriormente solicitar el posicionamiento del vehículo haciendo uso del sistema GPS.

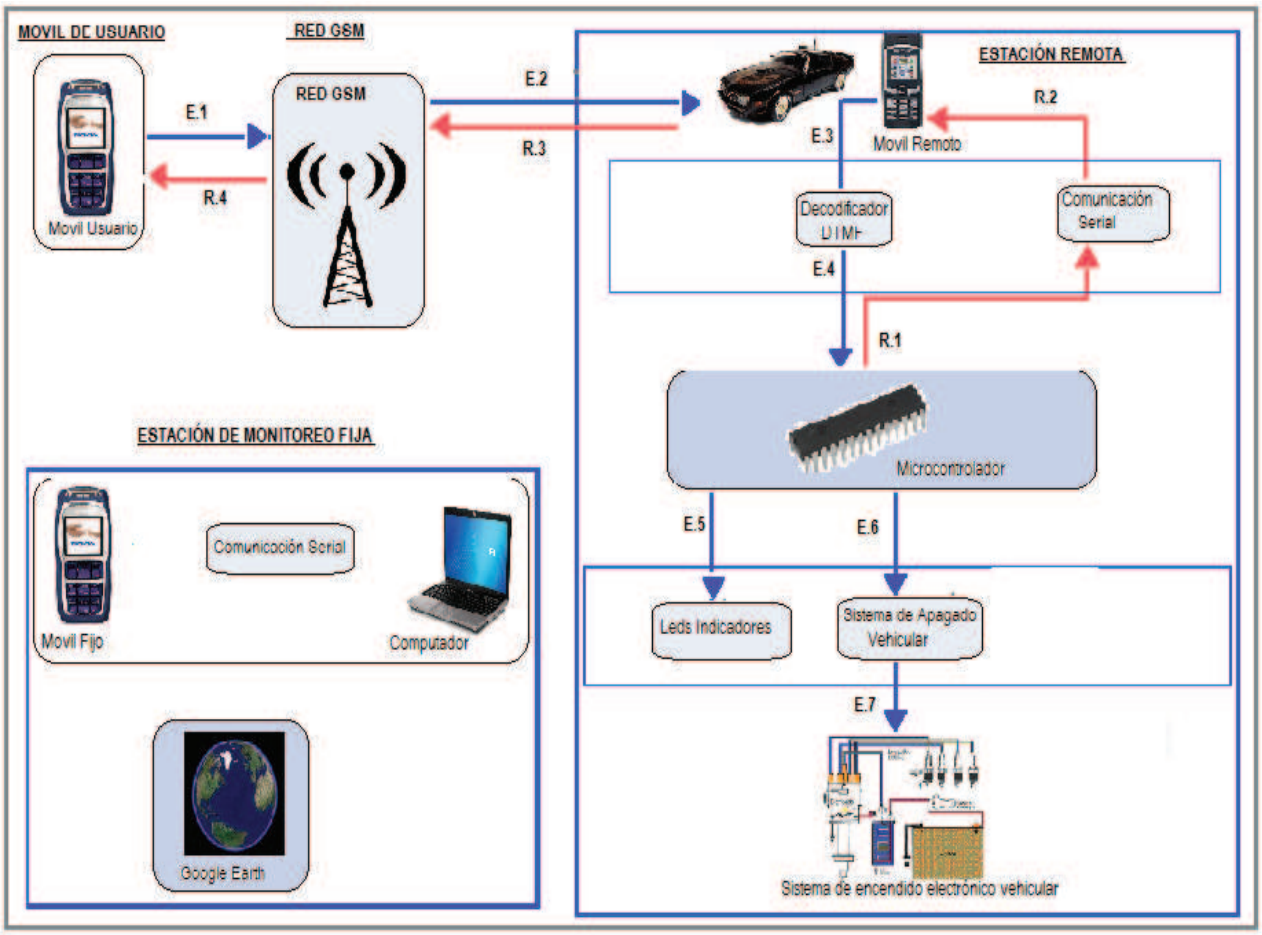


Figura 2.3 Bloqueo y Desbloqueo del vehículo y mensaje de confirmación

2.1.3 MENSAJE DE EMERGENCIA Y BOTÓN DE PÁNICO

En el momento que el usuario es amenazado con un intento de robo, el sistema dispone de tres botones de pánico estratégicamente colocados: en la cabina del conductor, en los asientos y finalmente en la cajuela; cuando se produzca un secuestro el usuario tendrá la posibilidad de pedir ayuda solo presionando uno de los tres botones. El número telefónico receptor del mensaje de emergencia será previamente escogido entre algún familiar o un amigo cercano que podría acudir en su ayuda.

En el SSV cuando se ha producido el intento de robo o secuestro del usuario, se presionará cualquiera de los tres botones de pánico, los mismos que tienen una comunicación directa con el microcontrolador (E.1), (E.2), (E.3).

Luego que el microcontrolador detecta a los pulsadores, se comunica vía serial (R.1) con el móvil remoto que se encuentra en el SSV (R.2). El microcontrolador envía todos los comandos necesarios para que se ejecute el mensaje de emergencia a un teléfono de confianza (R3). El SMS sale a la red GSM para llegar al destino (R.4); al mismo tiempo el SMS llegará a la estación de monitoreo fija (R.5), donde el operador buscará en la base de datos al usuario. Posteriormente rastreará el vehículo, lo bloqueará según sea el caso, para luego comunicarse con las entidades policiales indicando el suceso y que se tomen las medidas correspondientes.

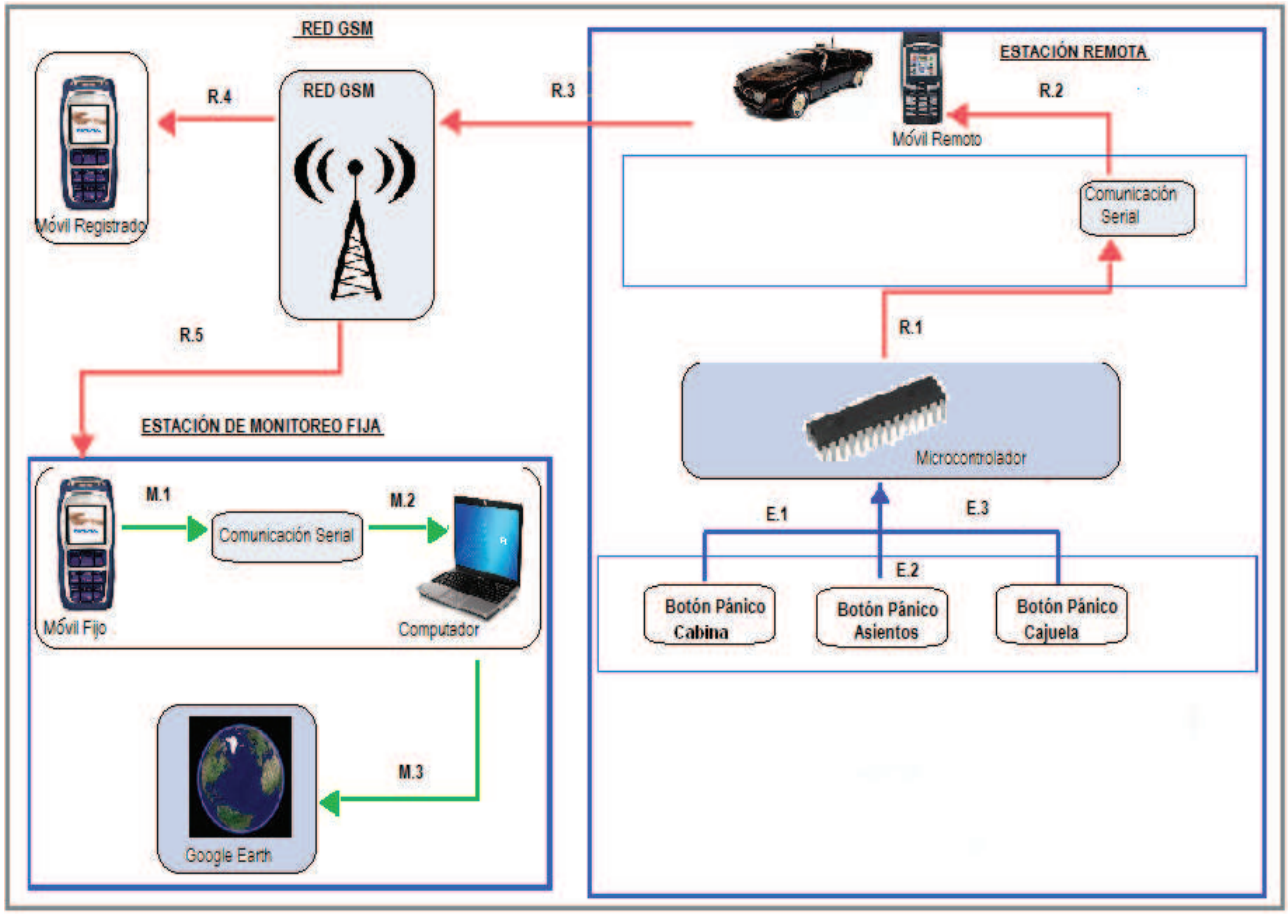


Figura 2.4 SMS de emergencia y botones de pánico

2.1.4 CONTROL DE ESTADO DEL VEHÍCULO

El usuario está en la capacidad de controlar diferentes estados de seguridad del vehículo mediante un SMS.

El control de estado se puede realizar en cualquier momento las 24 horas del día, enviando el usuario un SMS (E.1) desde el móvil de usuario, mediante la red GSM (E.2), a la estación del SSV. El móvil remoto toma el SMS con el código correspondiente (E.3), para luego mediante una comunicación serial (E.4) codificar el SMS en el microcontrolador; el mismo al recibir la orden de control de estado activará un led indicando el inicio de la comunicación, y monitoreará el sistema de bloqueo central del vehículo (E.5), donde se analizará el estado de las puertas para el caso que hayan sido víctimas de un atraco.

Posteriormente el microcontrolador enviará un SMS (R.1) mediante comunicación serial, ordenando al móvil remoto (R.2) enviar el SMS con la información de control de estado (R.3), haciendo uso de la red GSM recibiendo el móvil de usuario la información requerida (R.4) (Ver figura 2.5).

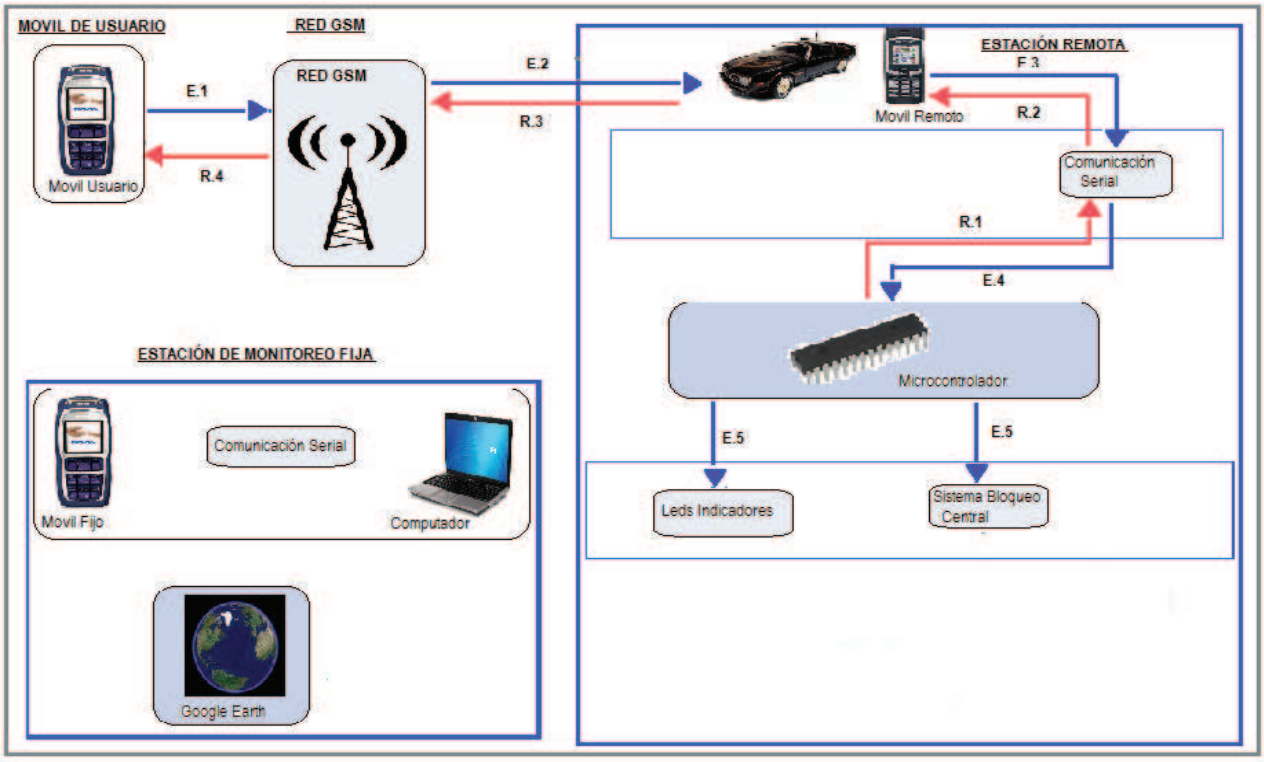


Figura 2.5 Control de estado del vehículo

2.2 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS

2.2.1 MÓVIL GSM REMOTO [7]

2.2.1.1 Características

Para el desarrollo del proyecto las alternativas de comunicación permiten seleccionar como móvil remoto a un teléfono celular o un módulo GSM.

Sin embargo se requerirá que el dispositivo tenga ciertas característica diferentes a los demás, por ejemplo que disponga de un puerto de comunicación serial, el cual permitirá la comunicación con el microprocesador y el computador; de esta manera se podrá hacer uso del estándar de comunicaciones mediante comandos AT (*Attention Command*) y tener un sistema de comunicación bidireccional (Ver figuras 2.6 y 2.7).

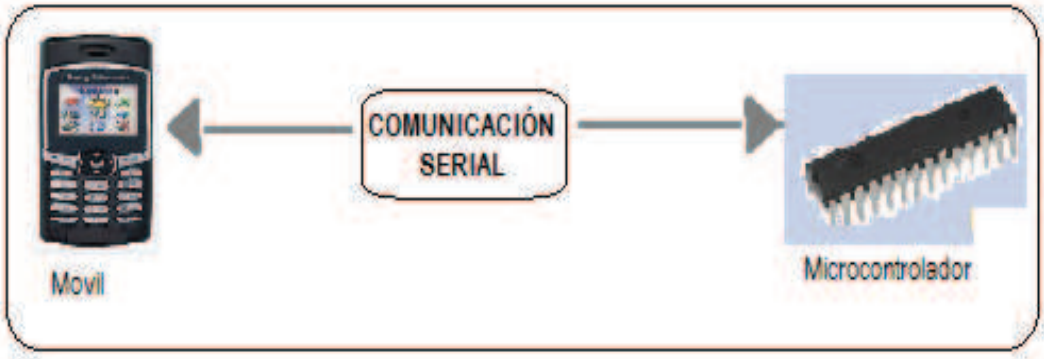


Figura 2.6 Comunicación Móvil (T290) - Microcontrolador

Figura 2.7 Comunicación Móvil (T290) - Computador

2.2.1.2 Sony Ericsson T290

El terminal móvil GSM seleccionado para el proyecto es el Sony Ericsson T290. Sus características generales, así como las de fabricación se presentan en las tablas 2.1 y 2.2.

Sony Ericsson T290

A continuación se listan los requerimientos mínimos generales que cumple este teléfono:

- Bajo costo
- Disponibilidad en el mercado
- Posee comunicación serial
- Se configura mediante comandos AT
- Trabaja con tecnológica GSM
- Posee llamadas de manos libres
- Soporta mensajes de texto

2.2.1.3 Puerto de comunicación del Sony Ericsson T290

La comunicación serial del Sony Ericsson T290 se la realiza mediante un cable de datos propio del fabricante. El un extremo del cable cuenta con un conector USB (*Universal Serial Bus*) y el otro extremo un conector DCU-11 cuya distribución de pines se muestra en la figura 2.8. La función de cada uno de ellos se menciona en la tabla 2.3.

Para el diseño del SSV se debe tomar muy en cuenta los parámetros eléctricos, tanto de corriente como de voltaje del teléfono Sony Ericsson T290, que se indican en la tabla 2.4.

CARACTERÍSTICAS DE FABRICA SONY ERICSSON T290		
Bandas de operación	GSM 900 / GSM 1800	
Dimensiones	101 x 44 x 19 mm	
Peso	73 gr.	
Autonomía en espera	300 horas	
Autonomía en conversación	12 horas	
Memoria	400 KB de memoria compartida	
Pantalla	Tipo	STN
	Resolución	101 x 80 píxeles
	Colores	4.096 colores
WAP/GPRS	1.2.1/Clase 8 (4+1)	
Correo Electrónico	Cliente de correo SMTP, POP3, IMAP4	
Cámara	No	

Tabla 2.1 Características de fabricación del móvil Sony Ericsson T290 [8]

CARACTERÍSTICAS DE MEMORIA SONY ERICSSON T290	
memoria en SIM	250KB
memoria en el teléfono	200 KB
memoria dinámica	400 KB de memoria compartida
llamadas realizadas	10 KB
llamadas recibidas	20 KB
llamadas perdidas	20 KB
memoria SMS	400 KB de memoria compartida
memoria calendario	400 KB de memoria compartida
memoria agenda/tareas	400 KB de memoria compartida

Tabla 2.2 Características de la memoria del móvil Sony Ericsson T290 [8]

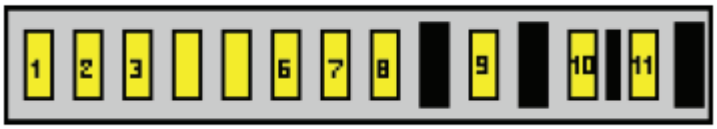


Figura 2.8 Puerto de Comunicación del móvil Sony Ericsson T290

PIN	NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	ATMS	←	Audio de celular (Micrófono)
2	AFMS/RTS	→	Audio de celular (Parlante)
3	CTS/ONREQ	—	CTS/Mobil Station On Request
4	RX	←	Dato de ingreso al celular(Rx)
5	TX	→	Data de salida de celular (Tx)
6	ACC in	←	Acceso de control del celular para flashing
7	ACC out	→	Acceso de control del celular /(handsfree)
8	AGND	—	Señal de audio , ground + Ov de referencia
9	FLASH	—	Voltaje de Memoria flash
10	DGND	—	GND
11	VCC	—	VCC

Tabla 2.3 Pines del Puerto de Comunicación del móvil Sony Ericsson T290

CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS SONY ERICSSON T290			
Tecnología			GSM
Bandas de frecuencia			900-1900 Mhz
Velocidad Tx de datos			32-40 Kbps
Mensajería			SMS, MMS, EMS, Email
Batería			Li-Ion 700mAh
Llamada	**Duración llamada**		Hasta 12 horas
	Corriente	**900 Mhz**	52,9 - 230.8 mA
		1800 Mhz	50,2 - 186,2 mA
Standby	**Duración llamada**		300 horas
	Corriente	**900 Mhz**	2,2 - 4,1 mA
		1800 Mhz	
Voltajes de Operación	**900 Mhz**		3,6 V 1L
	1800 Mhz		0 V 0L
Datos			Adquisición WSG-84

Tabla 2.4 Características eléctricas del móvil Sony Ericsson T290

2.2.2 EQUIPOS GPS [9]

2.2.2.1 GPS

En la actualidad en el mercado existe una gran variedad de dispositivos GPS en diferentes presentaciones, que proporciona una gran cantidad de datos, algunos innecesarios para la aplicación del SSV. Sin embargo se han estudiado todas las presentaciones GPS posibles para seleccionar la mejor opción. A continuación se citan algunas de ellas.

- Receptores GPS

Son dispositivos pequeños, livianos y de bajo costo, los cuales no poseen una pantalla para indicar las rutas o el posicionamiento de un objeto; por esta razón el fabricante proporciona un software y mediante el uso de una computadora se puede observar la posición, según sea el caso.

En la actualidad Google proporciona Google Maps en Internet, donde haciendo uso de los datos obtenidos del receptor se puede posicionar un punto sin ninguna complicación.

Una de las características importantes que tienen los receptores GPS es el puerto de comunicación serial, que permite conectar el receptor con cualquier computador y realizar una interfaz con un microcontrolador según sea la aplicación.

Los receptores GPS también vienen en una presentación sin carcasa de protección, solo como una tarjeta electrónica, la cual sirve para acoplar de una manera directa a un circuito electrónico, tal como se observa en la figura 2.9

- Dispositivos GPS

  Son dispositivos de navegación robustos, costosos, los cuales contienen dos módulos en una misma carcasa, uno para el posicionamiento global y el otro para la visualización en una pantalla, en donde se puede observar a través de mapas digitales las rutas que ha seguido el GPS, así como

también los puntos de ubicación. Estos dispositivos se utilizan normalmente para seguir rutas en vehículos (Ver figura 2.10).

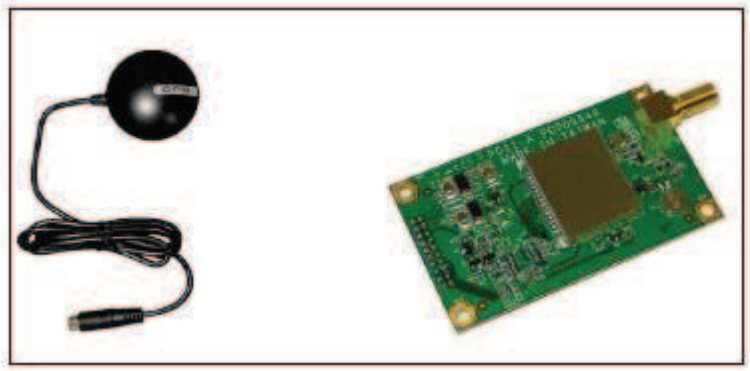


Figura 2.9 Receptores GPS

Figura 2.10 Dispositivo GPS

Para el diseño del SSV se ha escogido como, mejor opción un receptor GPS por su bajo costo, bajo consumo de energía, carcasa de protección frente a condiciones ambientales, y la facilidad de comunicación con un computador y un microcontrolador.

2.2.2.2 Criterios de selección GPS

- El receptor GPS debe tener una buena precisión para minimizar el margen de error en cada una de las posiciones obtenidas.
- El receptor GPS debe tener una comunicación compatible con el microcontrolador, para que de esta manera este último interprete la

información del receptor y permita el envío de un SMS mediante un móvil remoto, indicando la posición del vehículo en un lenguaje entendible al usuario.

- El proyecto se desarrollará para uso en diferentes medios de transporte, para lo cual el receptor GPS como requerimiento adicional debe ser resistente a vibración, humedad, calor e impactos pequeños.

2.2.2.3 Selección del receptor GPS

Considerando todos los aspectos antes citados se tomó la decisión de trabajar con el GPS Globalsat BR-355, por su disponibilidad en el mercado así como por presentar todos los requerimientos necesarios para el desarrollo e implementación del SSV. Como factor de decisión importante se tomó en cuenta su interfaz de comunicación la cual se detallará más adelante.

2.2.2.4 GPS Globalsat BR-355 *[10]*

El GPS *GlobalSat* BR-355 está construido con el chip *SiRF Star* III, que es un chip de última generación de muy alta sensibilidad en comparación con otros dispositivos (-159 dBm) y un menor consumo de potencia (62 mW), compatible con el estándar NMEA 0183, con una interfaz de salida serial (Ver figura 2.11).

Figura 2.11 GPS Globalsat BR-355

El GPS no necesita ser alimentado con una fuente externa o batería, ya que tanto la energía como los datos son transmitidos mediante un cable PS2 (*Personal System* 2).

El GPS ha sido probado en condiciones climáticas desfavorables permitiendo tener una confiabilidad por parte de los fabricantes; su uso se extiende a vehículos, navegaciones marítimas y aéreas, para monitoreo comercial de flotas de buses y camiones, para controlar las rutas vehiculares, y como seguridad de mercadería.

La comunicación serial se realiza a través del cable PS2 (Ver figura 2.12), sin embargo el fabricante para realizar la comunicación hace uso de un cable compuesto por un conector hembra (Ver figura 2.13) y un conector macho (Ver figura 2.14).

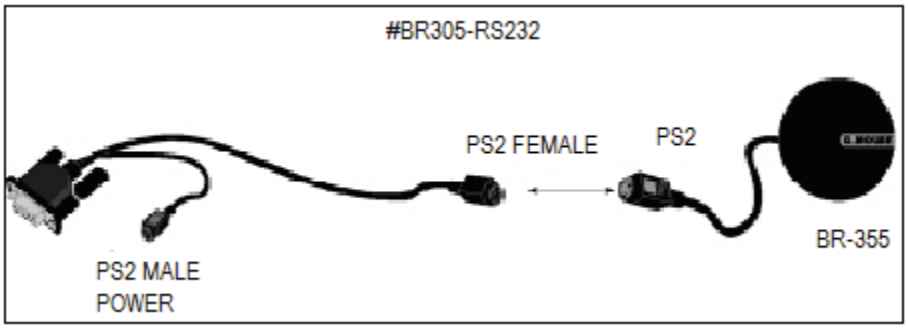
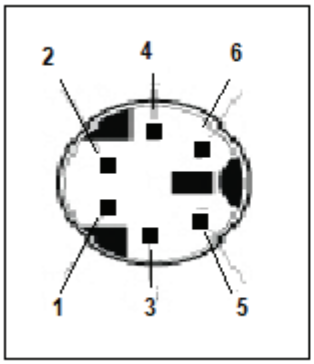
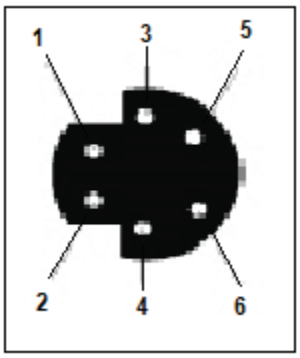


Figura 2.12 Cables PS2



PS2 6 PIN FEMALE CONNECTOR		
PIN	FUNCION	COLOR
1	GND	Negro
2	VCC (+)	Rojo
3	N/C	Amarillo
4	RX	Verde
5	TX	Blanco
6	N/C	---------

Figura 2.13 Pines *Female* Conector PS2



PS2 6 PIN MALE CONNECTOR		
PIN	FUNCION	COLOR
1	N/C	---------
2	N/C	---------
3	GND	Negro
4	VCC (+)	Rojo
5	N/C	---------
6	N/C	---------

Figura 2.14 Pines *Male* Conector PS2

Para realizar la comunicación con el módulo Gps se hace uso de cuatro pines del terminal macho PS2, siendo estos la señal de alimentación VCC (+), el pin GND, el pin de transmisión (TX), y el pin de recepción de la información (RX).

2.2.2.5 Características técnicas del GPS BR-355 [10]

En la tabla 2.5 se presentan algunas de las características más importantes del GPS BR-355.

2.2.3 ESTÁNDAR NMEA [11]

Es un protocolo desarrollado por la NMEA (*National Marine Electronics Association*) que se usa tanto para la navegación marítima como para la navegación terrestre.

Este protocolo indica la manera cómo se comunican los módulos GPS con diferentes dispositivos electrónicos, como es el caso de la comunicación entre un GPS con otro GPS, un GPS con un computador y viceversa, y un GPS con un microcontrolador,

NMEA utiliza instrucciones llamadas sentencias las cuales son totalmente independientes unas de otras. Estas sentencias permiten incluso la transmisión en tiempo real de la posición de un GPS con información que contiene coordenadas, rutas, etc.

Las sentencias como estándar tienen un prefijo de dos letras, que define el dispositivo que se está utilizando, así por ejemplo para los receptores GPS el prefijo es GP. El prefijo va seguido de tres letras que definen el contenido de la sentencias.

CARACTERÍSTICAS TECNICAS DEL GPS BR-355	
Parámetro	**Especificación**
Chipset	
Chipset	SiRF Star III
Frecuencia	L1, 1575.42 MHz
Códigos C/A	1.023 MHz
Canales	20 canales en seguimiento
Sensibilidad	-159 dBm
Exactitud de Precisión	10 metros 2D RMS [7]
Velocidad	0,1 m / s
Tiempo de Adquisición	
Readquisición	0.1 seg
Arranque en Caliente	1 seg
Arranque en Frío	42 seg
Condiciones Dinámicas	
Altitud	18000 metros (60.000 pies)
Velocidad	515 m/s
Aceleración	4 gravedades
Condiciones Eléctricas	
Energía de Entrada	4.5Vdc ~ 6.5Vdc
Consumo Corriente	80 mA
Protocolo Nivel	nivel TTL
Salida de Voltaje	0 Vdc ~ 2.85Vdc
Velocidad de transmisión	4.800 bps
Mensaje de Salida	NMEA 0183 GGA, GSA, GSV, RMC, VTG, GLL
Temperatura de Funcionamiento	-40°C a +85 °C

Tabla 2.5 Especificaciones técnicas del módulo GPS BR-355

[7] 2D RMS: Representa el radio de un círculo que contiene el 98% de las lecturas del GPS. 10m 2D RMS significa que tiene las lecturas del GPS dentro de un radio de 10m 98% del tiempo.

La información de tipo NMEA se ha estandarizado a nivel mundial. Además de la posición, suministra información de la dirección del desplazamiento, la velocidad actual, determina el *waypoint* (punto en una ruta) de destino, de qué satélites está recibiendo la información, la intensidad de las señales que se reciben, la posición de los satélites (si están hacia el norte, sur, etc.).

Hay sentencias NMEA que indican cuál es la profundidad de una sonda que se encuentra bajo el agua.

INTERFAZ SERIAL ASINCRONICA NMEA	
Velocidad de transmisión	4800 bps
Bit de Inicio	1 bit
Bit de Datos	8bit
Bit de Parada	1bit
Bit de Paridad	Ninguno

Tabla 2.6 Interfaz asincrónica NMEA

Este protocolo fue público por primera vez en marzo de 1983 y la última versión se publicó en el 2001. Este protocolo tiene como estándar RS-232 compatible con las especificaciones para comunicación, que se presentan en la tabla 2.6.

2.2.3.1 Formato de la sentencia NMEA [16]

En el formato NMEA los datos son transmitidos en forma de tramas, que contienen tanto información básica como avanzada, por ejemplo la altitud, longitud, ángulos de inclinación de los satélites, altura a la que se encuentra el GPS receptor, así como su velocidad, dirección y movimiento, potencia de las señales recibidas por los satélites, entre otros etc.

Existen tres tipos de sentencias NMEA y son las siguientes:

- Sentencias de envío (*Talker Sentences*)
- Sentencias propias del equipo (*Propietary Sentences*)
- Consulta

Cada sentencia inicia con el símbolo ($) y termina con un <CR><LF> (CR: *Carriage Return*, LF: *Line Feed*). La cantidad de datos no puede ser mayor a 80 caracteres de texto visible y están delimitados por comas dentro de la sentencia. Los datos recibidos son texto ASCII y pueden variar en su cantidad de acuerdo a la precisión contenida en el mensaje. Al final de cada sentencia existe un campo de *checksum* que es precedido por el símbolo (*) y contiene dos dígitos hexadecimales que representan un OR exclusivo entre todos los caracteres sin incluir el „$" y „*".

La palabra que está entre el símbolo ($) y la primera coma, define la interpretación del resto de la sentencia. El estándar NMEA no define órdenes para indicar al GPS algún cambio en su funcionamiento, más bien cada receptor envía todos los datos y espera que la mayor parte de ellos sean utilizados. Algunos receptores tienen la posibilidad de seleccionar un subconjunto de todas las sentencias o en algunos casos, pueden enviar sentencias individuales. No hay ningún modo de pedir retransmisión de las sentencias, cuando no son leídas correctamente, o pedir una de las sentencias ya leídas. Con el campo de *checksum* [9] se realiza la verificación; si es incorrecta se espera a las siguientes sentencias para tener datos válidos.

En las tablas 2.7 a 2.13 se detalla el formato de algunas de las tramas NMEA más utilizadas.

$GPZDA= Despliega la información de tiempo	
$GPZDA,105512,12,11,2003,,*48	
$GP	Header Protocolo ZDA
ZDA	Despliega la información de tiempo
105512	Hora a la que se tomó la información
12	Día
11	Mes
2003	Año
***48**	Suma de Verificación
<CR><LF>	Fin de sentencia

Tabla 2.7 Formato NMEA para GPZDA

[9] *Cheksum, c*ampo de una trama que se encarga del control de errores.

$GPGGA =Datos fijos del Sistema de Global de Posicionamiento	
$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,*47	
$GP	Header Protocolo GGA
GGA	Datos del Fijo del Sistema Global de Posicionamiento
123519	Hora UTC en formato de hh:mm:ss
4807.038	Latitud actual en formato de ggmm.mm
N	Hemisferio de latitud ("N" o "S")
01131.000	Longitud actual en formato de ggmm.mm
E	Hemisferio de longitud ("E" o "W")
1	Indicador de la Calidad de GPS (0=no Válido; 1=Fijo de GPS; 2=Fijo de GPS dif.)
8	Número de Satélites en uso (aquellos que no se ven)
0.9	Disolución Horizontal de la Posición
545.4	Altitud de la Antena Sobre/Bajo Nivel del Mar Intermedio (geoide)
M	Metros (Unidad de la altura de la antena)
46.9	Separación Geoidal
M	Metros (Unidad de la separación geoidal)
*47	Suma de Verificación
<CR><LF>	Fin de sentencia

Tabla 2.8 Formato NMEA para GPGGA

$GPRMC =Mínimo de Datos GPS/TRANSIT Específicos Recomendados	
$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W*69	
$GP	Header Protocolo RMC
RMC	Mínimo de datos GPS/TRANSIT Específicos Recomendados.
123519	Hora UTC en formato de hh:mm:ss
A	Estado de datos (A=Dato válido, V=Dato no válido)
4807.038	Latitud actual en formato de ggmm.mm
N	Hemisferio de latitud ("N" o "S")
01131.000	Longitud actual en formato de ggmm.mm
E	Hemisferio de longitud ("E" o "W")
022.4	Velocidad de nudos
084.4	El curso verdadero en grados
230394	Fecha en formato de dd.mm.aa
003.1	Variación magnética en grados
W	("E" o "W")
*69	Suma de verificación
<CR><LF>	Fin de sentencia

Tabla 2.9 Formato NMEA para GPRMC

$GPGLL = Muestra información de posicionamiento y hora tiene 8 campos fijos	
$GPGLL,3537.1483,N,13943.8511,E,034639,A,A*41	
$GP	Header Protocolo RMC
GLL	Muestra información de posición y tiempo
3537.1483	Latitud actual en formato de ggmm.mm
N	Hemisferio de latitud ("N" o "S")
13943.8511	Longitud actual en formato de ggmm.mm
E	Hemisferio de longitud ("E" o "W")
034639	Tiempo en que se registran los datos (UTC)
A	Estado de datos (A=Dato válido, V=Dato no válido)
A	Indicador del modo: A o autónomo, D o DGPS y N o no válido
41	Suma de verificación
<CR><LF>	Fin de sentencia

Tabla 2.10 Formato NMEA para GPGLL

$GPGSA = Despliega información de los satélites utilizados para el posicionamiento	
$GPGSA, A,3,05,06,09,14,18,23,25,30,…..01.6,01.0,01.3*05	
$GP	Header Protocolo RMC
GSA	Muestra información de satélites
A	Modo: M = Manual A= Automático
3	Modo de posicionamiento: 1=Fijación no disponible 2=2D 3=3D
05…….	Ubicación de los satélites que usa el GPS
01.6	PDOP Disolución de precisión de los satélites
01.0	HDOP Disolución de precisión horizontal
01.3	VSOP Disolución de precisión vertical
5	Suma de comprobación
<CR><LF>	Fin de sentencia

Tabla 2.11 Formato NMEA para GPGSA

2.2.4 MICROCONTROLADOR

2.2.4.1 Requerimiento del sistema

En la actualidad en el mercado existe una gran variedad de microcontroladores. Para la selección del microcontrolador mas apropiado para la ejecución del SSV, se deben tomar en cuenta algunos factores de interés, como por ejemplo los elementos que se conectarán el módulo GPS con comunicación serial, como por

ejemplo el teléfono celular con comunicación serial, algunos elementos adicionales como iluminación y relés. Considerando las conexiones de comunicación, se necesita un microcontrolador de información.

$GPGSV =Número de SV en vista, números de PRN, elevación, azimut y valores SNR:	
$GPGSV,2,1,08,01,40,083,46,02,17,308,41,12,07,344,39,14,22,228,45*7	
$GP	Header Protocolo GSV
GSV	Número de Satélites en vista, numero de PRN, elevación, azimut & valores SNR
2	Número total de mensajes de este tipo en este ciclo
1	Número de mensajes
8	Número de Satélites en vista
01	Número de Satélites PRN
40	Elevación en grados 90 como máximo
83	Azimut, grados del norte verdadero, de 000 a 359
46	SNR, 00-99Db (nulo cuando no hay track)
02,17,…	A continuación informe sobre el segundo y cuarto satélite en vista
*47	Suma de Verificación
<CR><LF>	Fin de sentencia

Tabla 2.12 Formato NMEA para GPGSV

$GPVTG= Curso y Velocidad	
$GPVTG,054.7,T,034.4,M,005.5,N,010.2,K,*6E	
$GP	Header Protocolo VTG
VTG	Curso y velocidad sobre tierra
054.7	Curso en grados
T	T Indica que el curso es Relativo al Norte Verdadero
034.4	Curso en grados
M	T Indica que el curso es Relativo al Norte Magnético
005.5	Velocidad en nudos
N	N Indica que la velocidad está en nudos
010.2	Velocidad en Km/h
T	T Indica que la velocidad está en Km/h
*6E	Suma de Verificación
<CR><LF>	Fin de sentencia

Tabla 2.13 Formato NMEA para GPVTG

2.2.4.2 Características de los microcontroladores

Para los diferentes sistemas de control electrónico se ha hecho uso de dos marcas en microcontroladores como es Atmega y Microchip. Para una mejor

elección se comparan en la tabla 2.14 las características técnicas entre los dos microcontroladores el PIC16F877A y el ATMEGA164P.

Microcontrolador	PIC 16F877A	ATMEGA 164P
Frecuencia Máxima	20 Mhz	20 Mhz
Rango de Voltaje	2 - 5.5 V	2.7 - 5.5 V
Corriente máxima entre sus pines	25 mA	40 mA
Corriente máxima	200 mA	200 mA
Memoria de programa (flash)	8 KB	16 KB
Posiciones RAM de datos	368 bytes	1 Kbytes
Posiciones EEPROM de datos	256 bytes	512 bytes
Puertos E/S	5	4
Timers	3	3
Comunicación serial	USART	2 USART
Convertidor A/D	10 bits	10 bits
Arquitectura	Harvard	Harvard
Instrucciones de tipo RISC	35	131
Canales P.W.M	2	6

Tabla 2.14 Comparación entre microcontroladores

A partir del análisis de las características presentadas en la tabla 2.14, y tomando en cuenta que se necesitan dos puertos para la comunicación serial, se ha seleccionado el microcontrolador ATMEGA 164P.

En la familia ATMEGA hay tres microcontroladores con características similares que podrían ser óptimos para le ejecución del SSV. En la tabla 2.15 se presentan las diferencias entre ellos.

Device	Flash	EEPROM	RAM
Atmega 164p	16 Kbyte	512 Bytes	1 Kbyte
Atmega 324p	32 Kbyte	1 Kbyte	2 Kbyte
Atmega 664p	64 Kbyte	2 Kbyte	4 Kbyte

Tabla 2.15 Comparación entre microcontroladores familia Atmega

Para la ejecución del proyecto se seleccionó el microcontrolador Atmega 164p.

2.2.4.3 Microcontrolador Atmega 164p

El microcontrolador consta de 40 pines cuyas funciones correspondientes, se observan en la figura 2.15 y se describen en la tabla 2.16.

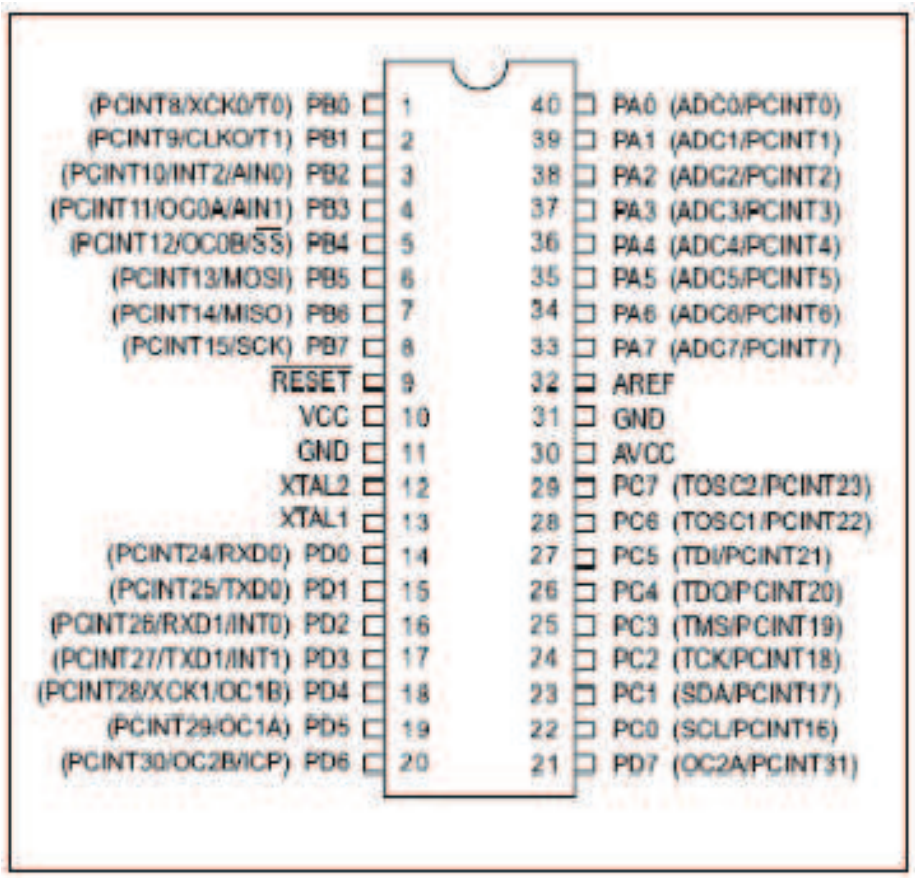


Figura 2.15 Distribución de pines del Atmega 164p

2.3 DESARROLLO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR (SSV)

Para una mejor compresión del funcionamiento y desarrollo, el sistema se lo ha dividido por estaciones de funcionamiento, las mismas que se detallan a continuación.

- Estación de monitoreo fija
- Estación remota
- Estación de usuario

Pin	Función
VCC	Alimentación de Voltaje Digital
GND	Tierra
Puerto A (PA7:PA0)	Sirve como entrada analógica para el conversor A/D Sirve como puerto bidireccional de 8 bits con resistencia pull up interna (seleccionable para cada bit).
Puerto B(PB7:PBO)	Puerto bidireccional de 8 bits de I/O con resistencias pull up internas (seleccionable para cada bit).
Puerto C(PC7:PCO)	Puerto bidireccional de 8 bits I/O con resistencias pull up internas (seleccionable para cada bit).
Puerto D(PD7:PDO)	Puerto bidireccional de 8 bits I/O con resistencias pull up internas (seleccionable para cada bit).
Reset	Entrada de reset. Un pulso de nivel bajo en este pin por periodos de pulso mínimo genera un reset.
XTAL1	Entrada para el amplificador del oscilador invertido y entrada para el circuito de operación del reloj interno.
XTAL2	Salida del Oscilador amplificador de salida
AVCC	Alimentación de voltaje para el pin del puerto F y el Conversor Análogo a Digital.
AREF	Referencia para el pin de la conversación Análogo a Digital

Tabla 2.16 Funciones de los pines del microcontrolador Atmega 164p

2.3.1 ESTACIÓN DE MONITOREO FIJA

La finalidad de la estación fija es monitorear el SSV, actuando como un medio de seguridad e información entre la estación remota y la estación de usuario. Esta estación trabajará las 24 horas del día sin interrupción, ya que de ella depende la seguridad del vehículo y del usuario; adicionalmente tiene una conexión directa con las entidades de seguridad pública en este caso la Policía Nacional.

2.3.1.1 Hardware que constituye la estación fija

La estación fija para su funcionamiento está conformada por los siguientes elementos:

- Un teléfono celular (fijo)
- Un computador personal
- Una interfaz de comunicación entre el móvil y el PC

2.3.1.2 Función de la estación fija

El teléfono celular recibirá dos tipos de SMS de acuerdo al pedido requerido. El primer SMS se refiere a la solicitud por parte de la estación de usuario acerca de la localización del vehículo; al recibir la posición en formato NMEA y mediante la interfaz con el computador determinará la posición exacta y la enviará mediante un *e-mail* al usuario.

La segunda función se produce al recibir un SMS por activación del botón de pánico en la que la estación fija tomará las seguridades necesarias para localizar al vehículo con ayuda de la Policía Nacional.

2.3.2 ESTACIÓN DE MONITOREO REMOTA

Esta estación se encontrará ubicada en un lugar estratégico del vehículo. Su finalidad será la de permitir la información entre el GPS con el medio exterior, así como la de informar a la estación de usuario sobre el estado remoto del vehículo, y cumplir con algunas acciones de seguridad.

2.3.2.1 Hardware que constituye la estación remota

Los elementos que constituyen la estación remota son los siguientes:

- Un teléfono celular (remoto)
- Un microcontrolador
- Un receptor GPS
- Un decodificador DTMF
- Pulsadores
- Finales de carrera
- Relés de Activación

- Elementos de iluminación
- Fuente de alimentación

2.3.2.2 Función de la estación Remota

El cerebro de la estación es el microcontrolador, cuya función es ejecutar las acciones requeridas por la estación de usuario. Entre estas acciones está la comunicación con el GPS, accionar el sistema de encendido y apagado del vehículo, y actuar como el centro desde donde se envían todos los SMS a las diferentes estaciones acerca del estado del vehículo.

2.3.2.3 Configuración Inicial del Microcontrolador

En el siguiente diseño se describen todas las entradas y salidas de los pines del microcontrolador, sean de control y de visualización (Ver figura 2.16).

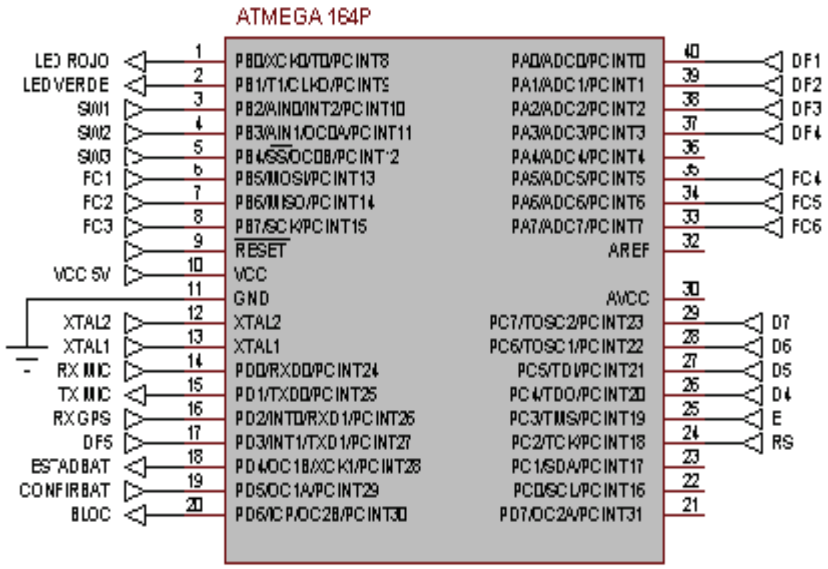


Figura 2.16 Descripción de pines de I/O

En el microcontrolador se instaló un pulsador (reset), y un cristal de 8 MHz. El reset esta en 1 lógico es decir, siempre permite el ingreso de 5 Vdc al microcontrolador; cuando se presiona el pulsador, se produce un cambio de estado de 1L a 0L reseteando al microcontrolador y de esta manera reinician todas las funciones.

Durante el diseño del circuito se consideraron los valores máximos de corriente en la entrada y salida de cada pin; de acuerdo a los datos técnicos, el

microcontrolador puede entregar una corriente máxima de 40 mA, así mismo soporta una corriente máxima de 40 mA.

Datos:

$V = 5\,Vdc \quad I = 40\,mA$

$V = I * R$

$R = \frac{V}{I}$

$R = \frac{5\,V}{40\,mA}$

$R = 125\,\Omega$

Esto indica que la mínima resistencia a colocar sería de 125 Ω para estar en el límite del valor de la corriente de entrada, sin embargo no se aconseja trabajar a los límites para lo cual se recomienda colocar una resistencia que este entre los valores de 1 K Ω a 10 K Ω, así el microcontrolador estará trabajando entre 5 mA o 0.5 mA; para el proyecto se escoge una resistencia R9=5.6 K Ω, (Ver figura 2.17).

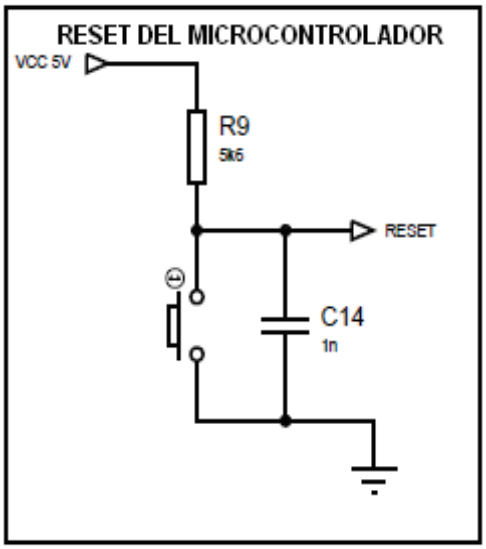


Figura 2.17 Reset del microcontrolador

El cristal que se que usa en el proyecto es de 8 MHz, los valores de los capacitores son tomados de la tabla 2.17 obtenida del manual del microcontrolador (Ver figura 2.18).

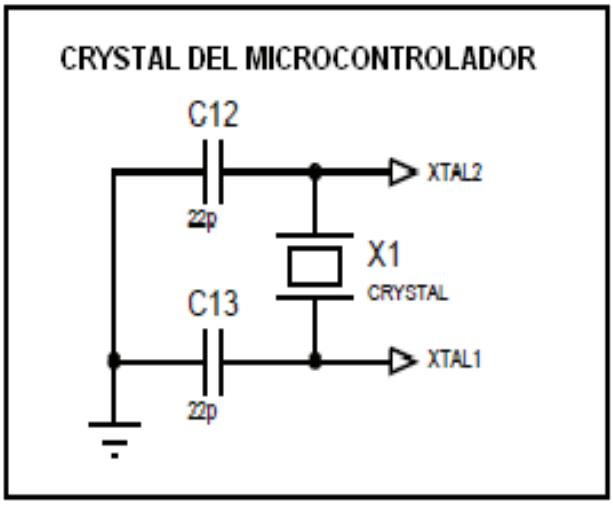


Figura 2.18 Oscilador del microcontrolador

Rango de Frecuencia (MHz)	Rango de Capacitores (pF)
0.4 - 0.9	-
0.9 - 3.0	12 a 22
3.0 - 8.0	12 a 22
8.0 - 16.0	12 a 22

Tabla 2.17 Valores de Oscilador y Capacitores

2.3.2.4 Sistema de Visualización

En el proyecto se ha instalado para la visualización un LCD 4 x 20, para interpretar la información y el proceso que está ejecutando el sistema de seguridad; un LCD en un sistema de seguridad no tendría caso instalarlo ya que el sistema debe estar oculto, sin embargo por razones prácticas se instaló. En la tabla 2.18 se describe la información que cada uno de los pines del LCD.

En el diseño para regular el contraste del cristal liquido que puede estar entre 0 a +5 Vdc, se instaló una potenciómetro R8= 1 KΩ con una resistencia en serie de 330Ω, formando de esta manera un divisor de voltaje que varía entre +5 V dc y +1 V dc respectivamente (Ver figura 2.19).

Pin	Simb	Descripción
1	Vss	Tierra de alimentación GND
2	Vdd	Alimentación de +5V dc
3	Vo	Ajuste del contraste del cristal liquido (0 a +5V dc)
4	RS	Selección del registro control/datos RS=0 reg. control RS=1 reg.datos32
5	R/W	Lectura /escritura de LCD R/W=0 escritura (Write) R/W=1 lectura (Read)
6	E	Habilitación E=0 módulo desconectado E=1 módulo conectado
7	D0	Bit menos significativo (bus de datos bidireccional)
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	Bit mas significativo (bus de datos bidireccional)
15	A	Alimentación del backlight +3.5V o +5V dc (según especificaciones técnicas)
16	K	Tierra GND del backlight

Tabla 2.18 Distribución de pines del LCD

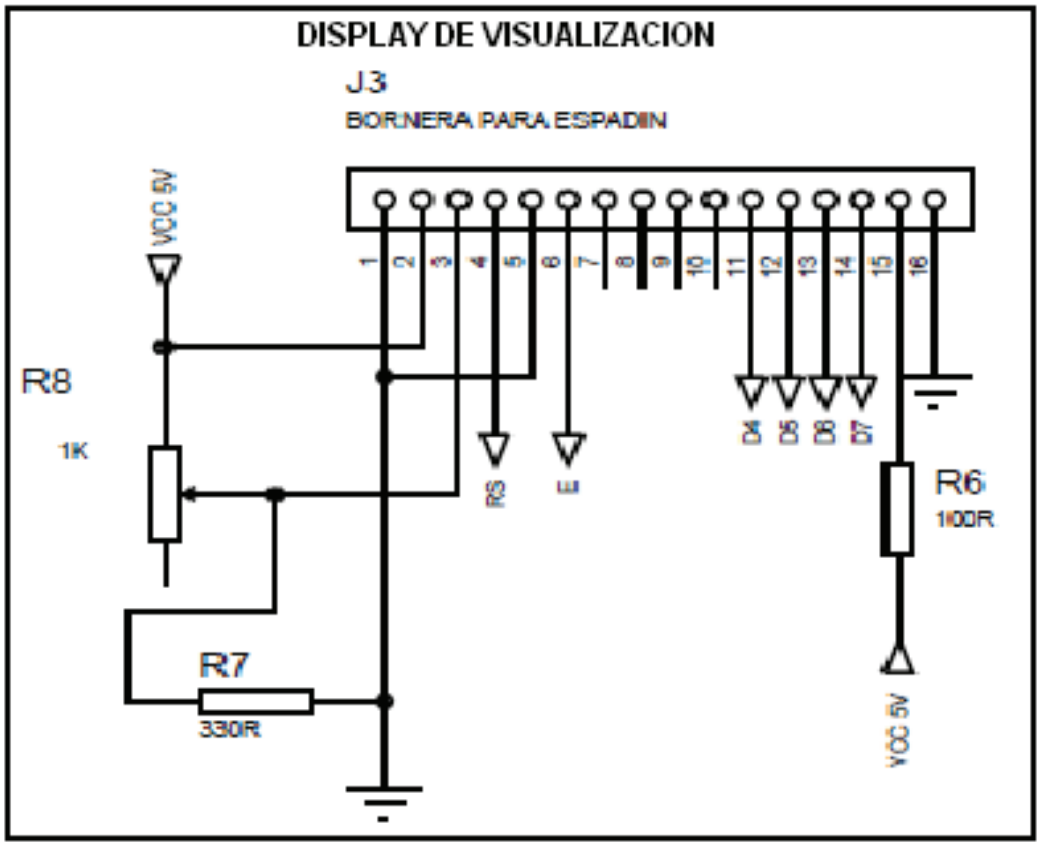


Figura 2.19 Distribución de pines del LCD- Microcontrolador

$R1 = 1K\Omega \quad R2 = 300\Omega \ \text{V} = 5 \text{ v}$

$$Vout = \frac{R2 * V}{R1 + R2}$$

$$Vout1 = \frac{300\Omega * 5V}{1000\Omega + 300\Omega}$$

$$Vout1 = 1.15\ V$$

$$Vout2 = \frac{300\Omega * 5V}{0\Omega + 300\Omega}$$

$$Vout2 = 5\ V$$

Para determinar el estado del sistema de seguridad sea en modo *run* o modo *stop* se encienden dos leds Rojo y Verde: donde verde indica que el microcontrolador está ejecutando alguna acción solicitada por el usuario o se está ejecutando una comunicación y rojo indica que el sistema de seguridad se encuentra sin realizar ninguna acción.

Para realizar el cálculo de las resistencias de cada led, se consideró que la corriente máxima a la salida de cada pin en el microcontrolador es de 40 mA, y la corriente requerida por cada led es de 15 mA.

Datos:

$V = 5\ Vdc \quad I = 15\ mA$

$$V = I * R$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{5\ V}{0.015\ A}$$

$$R = 333.33\ \Omega$$

Para el presente caso se escogerán valores de 330 Ω para R4 y R5 por ser un valor estandarizado y disponible en el mercado (Ver figura 2.20).

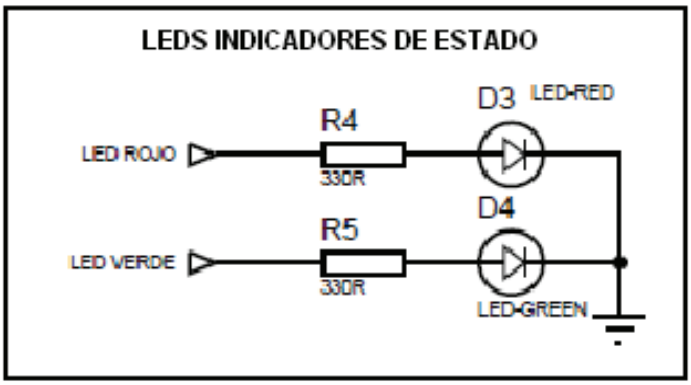


Figura 2.20 Leds indicadores

2.3.2.5 Sistema de alimentación y Batería de Respaldo

El sistema de seguridad es alimentado con el voltaje de la batería principal de 12 Vdc, adicionalmente está conectada una batería auxiliar de 12 Vdc en caso de emergencia (Ver figura 2. 21).

Los diodos D1, D2 sirven de protección en caso de una polarización inversa. Los capacitores C1, C2 actúan como filtros permitiendo regular el voltaje. El relé RL1 permite la conmutación entre la batería principal y la batería auxiliar. Los fusibles FU1, FU2 sirven para protección del circuito.

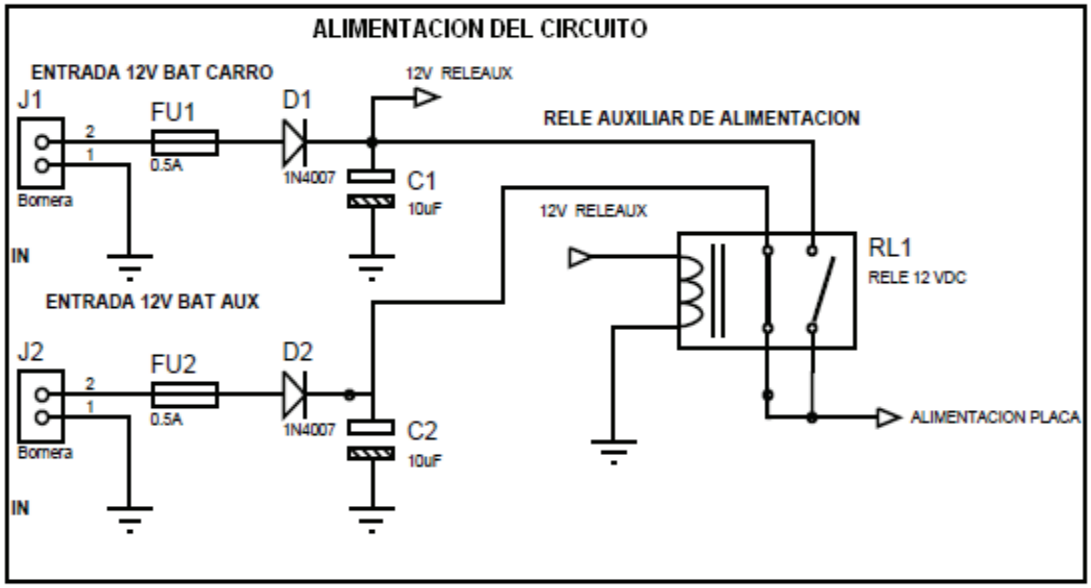


Figura 2.21 Fuentes de alimentación

Mediante los reguladores de voltaje 7805 y 7812 se obtienen los valores de 5 Vdc y 12 Vdc respectivamente, que alimentarán los diferentes dispositivos electrónicos.

De acuerdo a los datos del fabricante los reguladores 7805 y 7812 proporcionan una corriente de salida entre 5 mA<Io<1 A con una potencia de salida de Po < 15 W. Las corrientes de consumo de los dispositivos electrónicos de acuerdo con los datos técnicos son:

- Microcontrolador 400 mA
- Display LCD 40 mA
- Módulo GPS 80 mA
- Leds entre 5 a 15 mA
- Circuito Integrado Max 232 entre 8 a 10 mA
- Circuito Integrado Opto Acoplador 4N35 60 mA
- Circuito Integrado MT8870D 10 mA

El valor total de consumo de corriente del circuito es de 600 mA aproximadamente; de esta manera un regulador que tiene una corriente máxima de salida de 1 A puede proporcionar la corriente necesaria para alimentar a los diferentes dispositivos electrónicos del SSV. Los valores de los capacitores en el diseño de los reguladores se tomaron de acuerdo a los datos del fabricante (Ver figura 2.22).

2.3.2.6 Verificación de las fuentes de alimentación

El sistema de seguridad constantemente monitorea cuál de las dos baterías están alimentando al circuito (entre la batería principal y la batería auxiliar), este monitoreo lo realiza a través del PIN 18 (ESTADBAT) del microcontrolador, recibiendo un 1L si está conectada la batería principal o un 0L si fue desconectada la batería principal e ingreso a alimentar la batería auxiliar a través del PIN 19 (CONFIRBAT), para posteriormente informar al usuario mediante un SMS su estado.

De los datos técnicos del microcontrolador la corriente máxima por pin es de 40 mA, para esto se calcula una resistencia limitadora R15 (Ver figura 2.23).

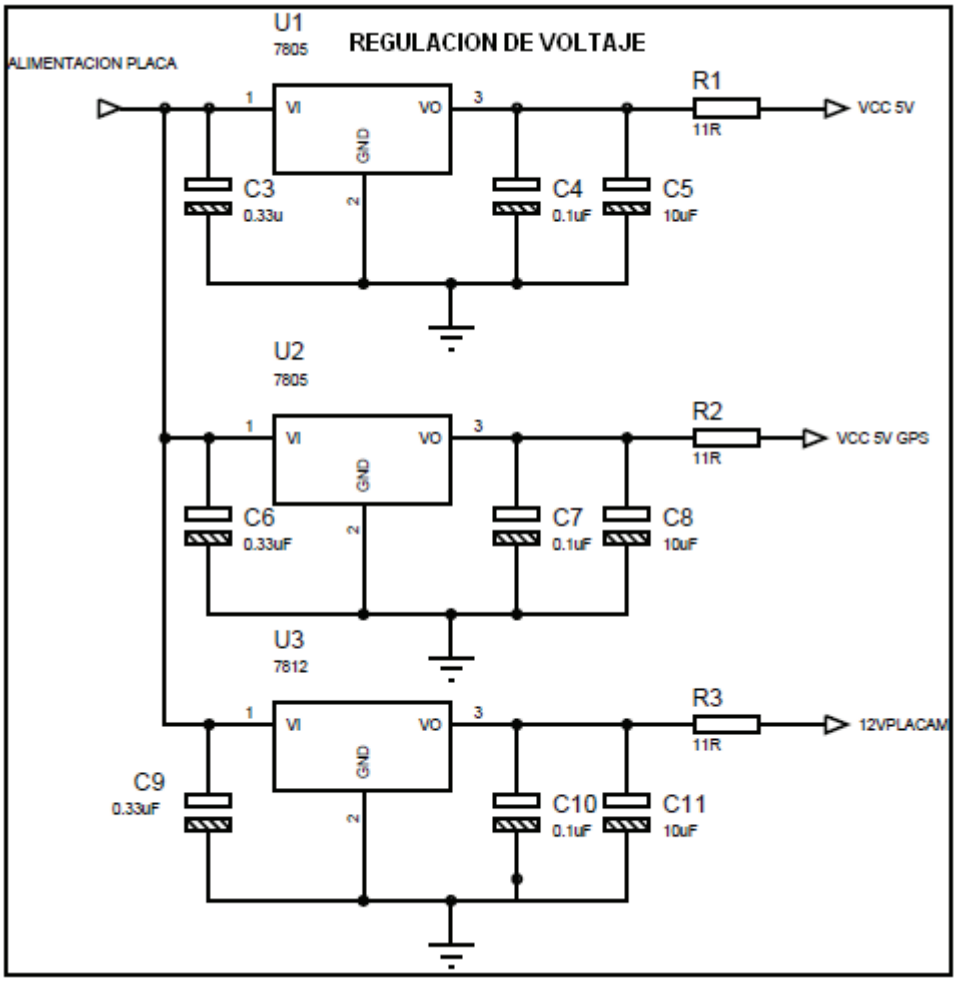


Figura 2.22 Regulación de Voltaje

Para una corriente máxima de entrada por pin (de acuerdo al fabricante es de 40 mA) se necesita una resistencia mínima de 125 Ω, se ha escogido una resistencia de 5.6 kΩ obteniendo una corriente de 0.89 mA mucho menor a lo permitido por el fabricante asegurando que no se produzca daños al microcontrolador al trabajar a los límites máximos permitidos.

$V = 5\ Vdc \quad R = 5.6\ K\Omega$

$V = I * R$

$I = \frac{V}{R}$

$$I = \frac{5\ V}{5.6\ K\Omega}$$

$$I = 0.89\text{mA}$$

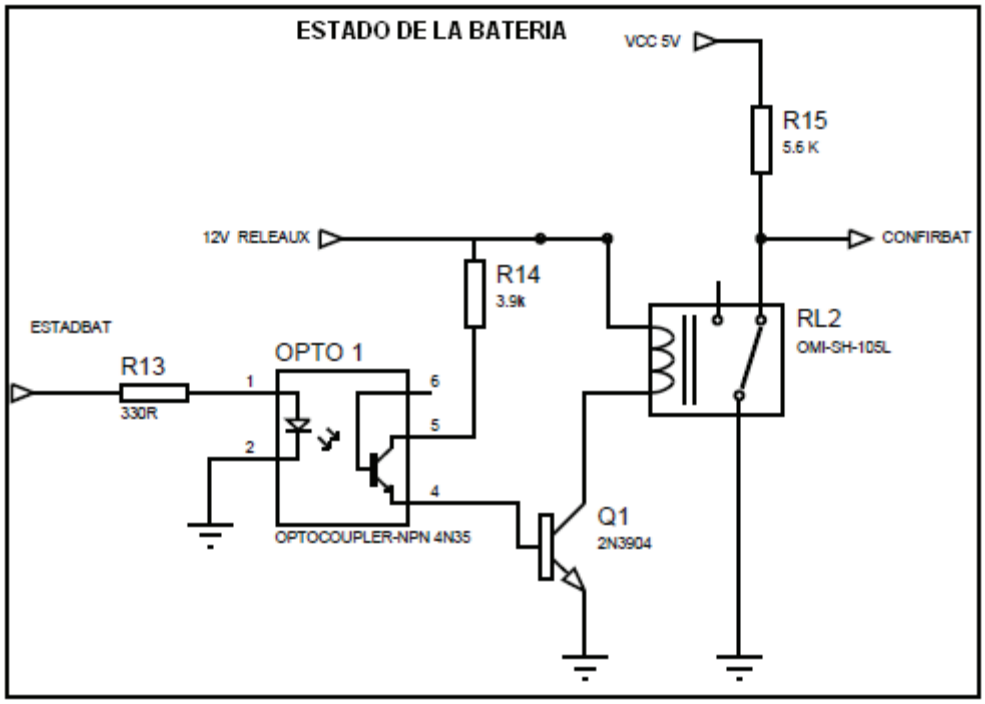


Figura 2.23 Verificación del sistema de alimentación de las baterías

La resistencia base del transistor 2N3904 se calcula en función de la Ic del optoacoplador y la ganancia. De acuerdo al manual la Ic del optoacoplador es 150 mA; por razones comerciales se escoge una resistencia R14=3,9 KΩ.

En la figura 2.23 la resistencia R15 limita la corriente que ingresa al microcontrolador con un valor de R15= 5,6 KΩ consiguiendo de esta manera una corriente menor a 40 mA para evitar daños en el microcontrolador.

Datos del transistor:

$Ic = 150\ mA \quad \beta = 50\ \ Vcc = Vin = \ 12\ \ Vdc\ \ Vbe = 0{,}7\ \ Vdc$

$$Ib = \frac{Ic}{\beta} = \frac{150\ mA}{50} = 0{,}003\ A$$

$$R14 = \frac{Vin - Vbe}{Ib} = \frac{12V - 0{,}6V}{0{,}003\ A} = 3800\ \ \Omega$$

$R14 = 3{,}8\ \ K\Omega$

$R14 = 3{,}9\ K\Omega$ Se escoge este valor por la disponibilidad en el mercado.

2.3.2.7 Comunicación mediante el circuito integrado Max 232

2.3.2.7.1 Comunicación entre microcontrolador y el módulo GPS

En las especificaciones del receptor GPS BR 355 se detalló que la norma de comunicación de datos de salida con la que trabaja es EIA 232, con niveles de voltaje que van desde 0 - 2,85 (V). Considerando que el microcontrolador trabaja con niveles de voltaje TTL, y para estabilizar la comunicación el integrado más apropiado es el MAX 232. La comunicación entre el módulo GPS y el microcontrolador se podría hacer de forma directa, pero para estabilizar y tener una comunicación eficiente se hace uso de este integrado (Ver figura 2.24).

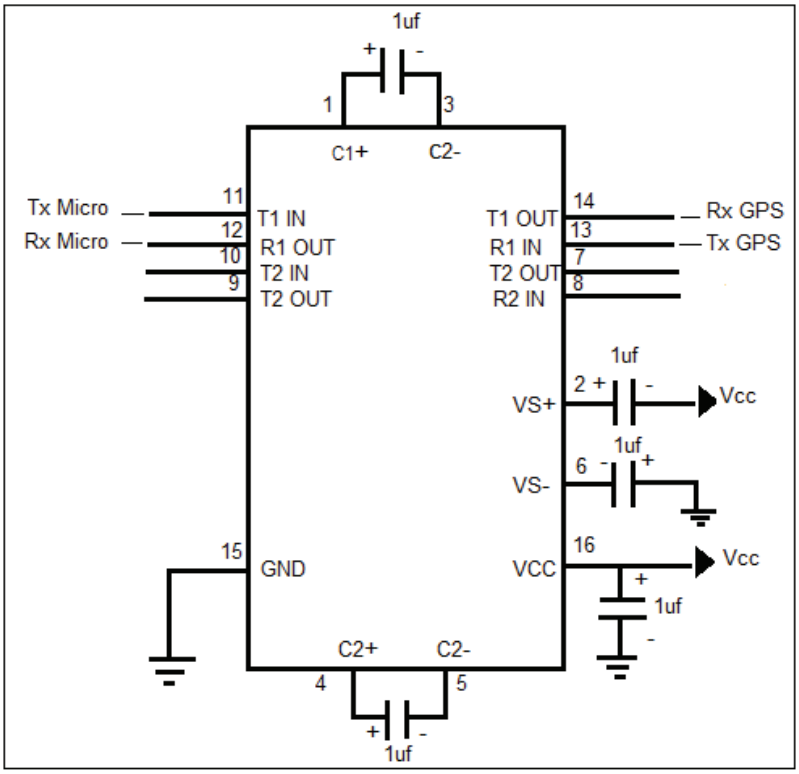


Figura 2.24 Interfaz serial Microcontrolador – GPS

El receptor GPS trabaja con el protocolo NMEA 0813 para proporcionar información de la comunicación; dentro de este protocolo la sentencia RMC es la más utilizada por la gran información que proporciona.

Esta información será transmitida a uno de los puertos seriales del microcontrolador ATMEGA 164p.

2.3.2.7.2 Comunicación entre microcontrolador y móvil remoto

El teléfono móvil para comunicación trabaja con niveles de voltaje de 3,6 (V), en transmisión y recepción, mientras que el microcontrolador lo hace con niveles TTL. Al conectar directamente los dos dispositivos se quemaría el puerto de conexión del móvil Sony Ericsson T290, por la diferencia de voltaje para el pin receptor (Rx) ya que necesita únicamente 3,6 V para funcionar.

Para solucionar este inconveniente se ha utilizado un Max 232 con un diodo zener 1N4729A en el receptor del móvil, haciendo uso de el cambio de niveles TTL a EIA 232 y viceversa controlando el valor de 3,6 (V) para evitar que uno de los elementos se dañe. En la figura 2.25 se muestra el circuito.

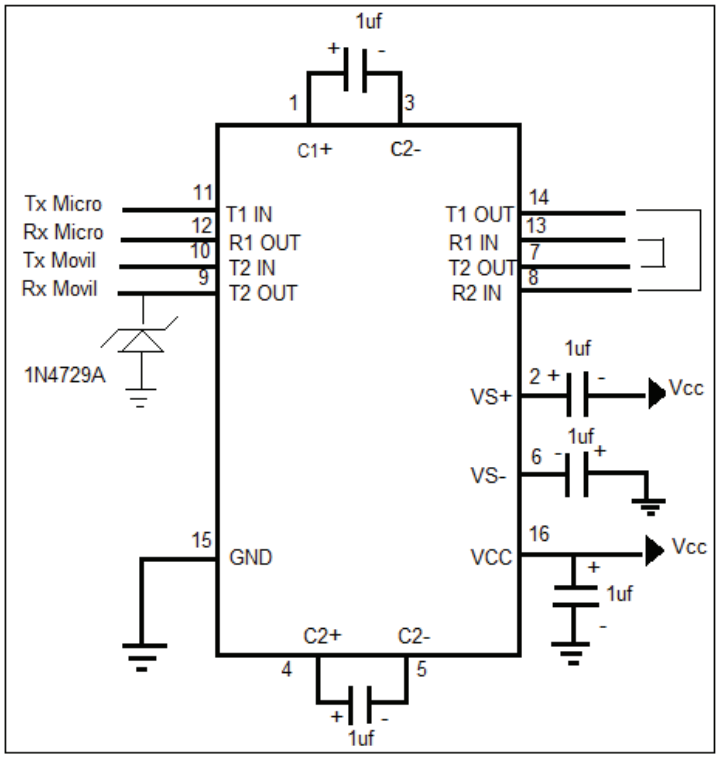


Figura 2.25 Interfaz serial Microcontrolador - Móvil T290

2.3.2.8 Decodificación de tonos DTMF

EL sistema de seguridad realiza el bloqueo del vehículo a través de un SMS o una llamada telefónica, la llamada telefónica genera los tonos DTMF para luego ser codificados mediante el circuito integrado MT8870D; por la entrada DTMF del circuito integrado ingresa la señal DTMF proveniente del móvil T290 y se obtiene

a la salida una combinación binaria de 4 dígitos en los pines PIN 11 (DF1), PIN 12 (DF2), PIN 13 (DF3), PIN 14 (DF4), a cada usuario se le asigna la combinación numérica en forma de contraseña para poder bloquear el vehículo (Ver figura 2.26).

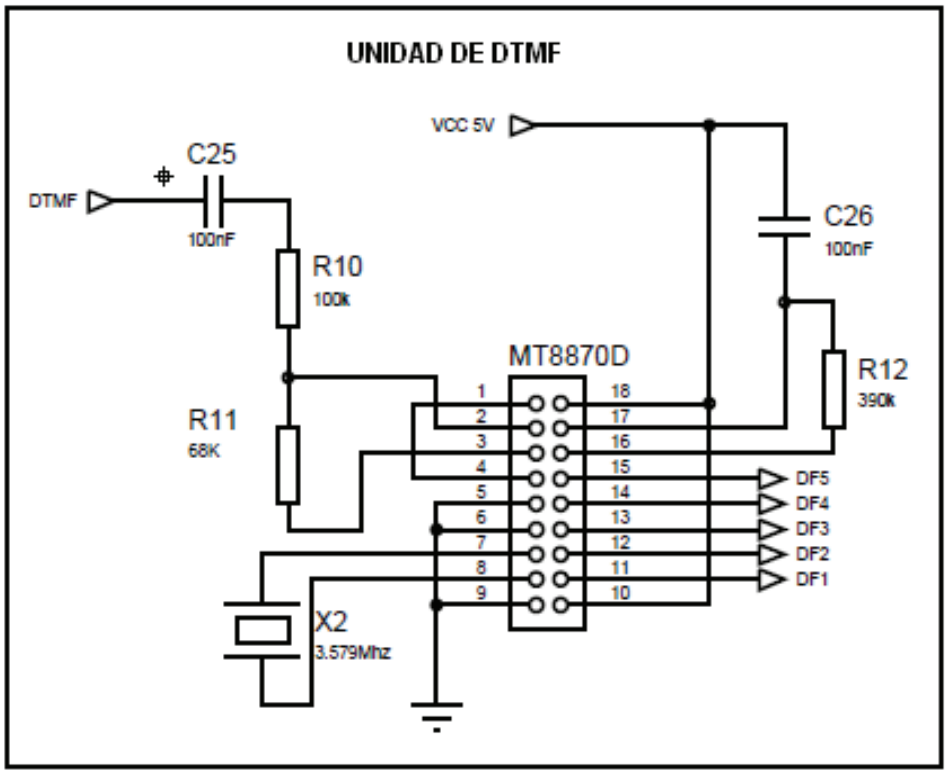


Figura 2.26 Circuito Integrado MT8870D

El microcontrolador ejecuta una interrupción para la lectura de los cuatro dígitos binarios. Esta interrupción envía el CI MT8870D a través de la salida del PIN 14 (DF5), la misma que va al transistor Q3, y finalmente mediante el colector del transistor la señal ingresa al microcontrolador a través del PIN 17 (DF5DTMF); cuando el estado está en 0L se produce la interrupción. De acuerdo a los datos de placa del integrado, la corriente máxima de salida por pin es de 10 mA, al usar una resistencia R28=4,7 KΩ se tiene una corriente de 1 mA, garantizando que el integrado MT8870D no sufra algún daño (Ver figura 2.27).

Datos:

$V = 5\ Vdc \quad R = 4{,}7K\Omega$

$V = I * R$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{5\ V}{4700\Omega}$$

$$I = 1\ mA$$

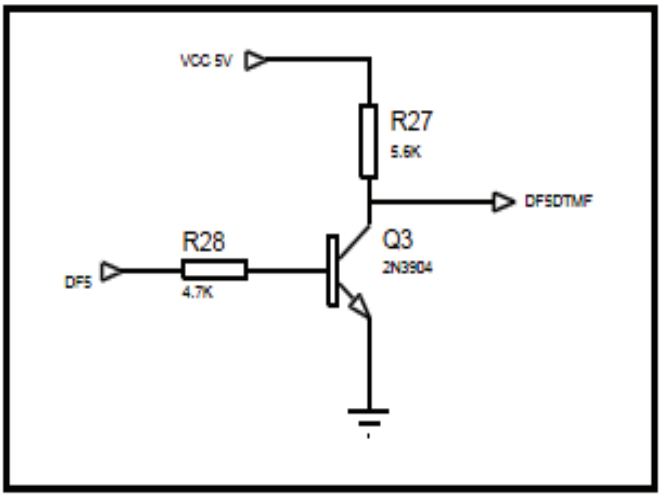


Figura 2.27 Interrupción al Microcontrolador

2.3.2.9 Sistema de bloqueo vehicular

Para realizar el bloqueo del vehículo se limita el paso del voltaje al sistema de encendido, para lo cual el microncontrolador activa el PIN 20 (BLOC); la resistencia R16= 330 Ω limita la corriente de consumo del optoacoplador a 15 mA, la resistencia R17= 3,9 KΩ permite activar al transistor Q2 2N3904 con una corriente equivalente de 1 mA en la base. El paso de voltaje lo controla el relé RL3 a través de un contacto normalmente cerrado; en la bornera J6 se conecta el cable que alimenta al sistema de encendido vehicular (Ver figura 2.28).

2.3.2.10 Estado de la batería

El sistema de seguridad continuamente está monitoreando si la alimentación proviene de la batería principal o de la batería auxiliar. Para realizar esta acción el microcontrolador activa el PIN 18 (ESTADBAT) para confirmar si la batería principal fue desconectada, la respuesta lo recibe a través del PIN 19 (CONFIRBAT). Si el sistema está alimentado con la batería principal la entrada CONFIRBAT al microcontrolador se pone en 1L indicando que la batería principal está conectada, caso contrario esta entrada se pondrá en 0L lo que indicaría que el sistema está alimentado con la batería auxiliar (Ver figura 2.29).

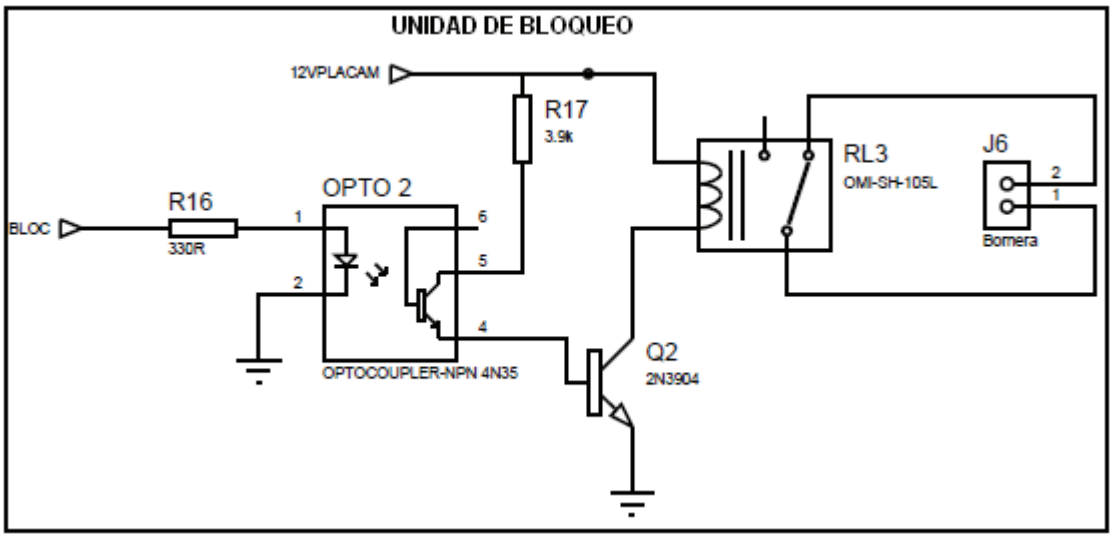


Figura 2.28 Bloqueo vehicular

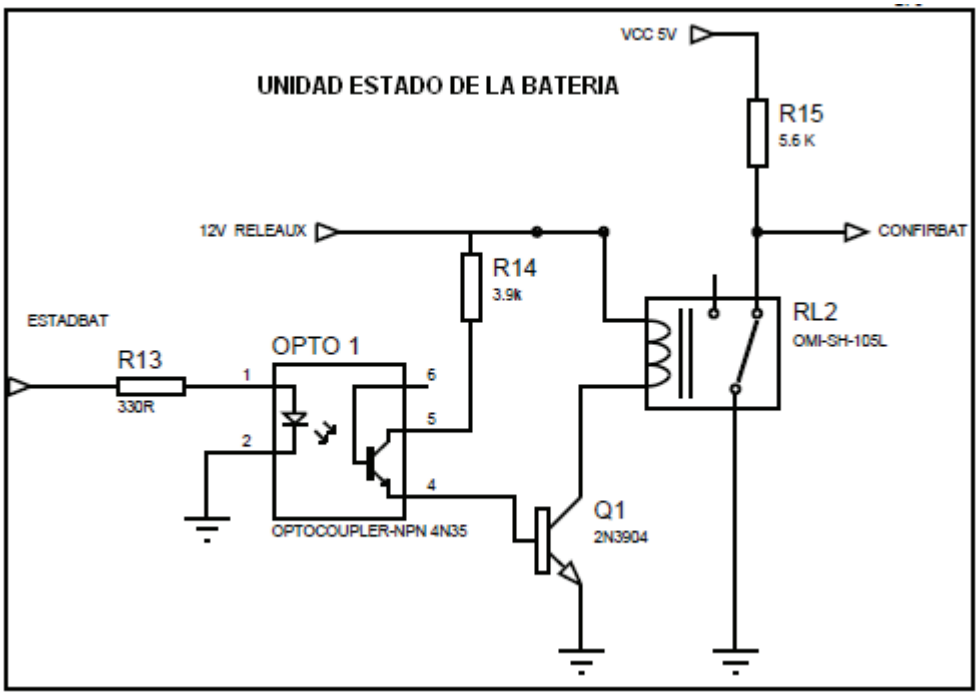


Figura 2.29 Confirmación de la alimentación de la batería principal y auxiliar

2.3.2.11 Estado de puertas y botones de pánico

El sistema cuenta con 3 *switches*, que actúan como botones de pánico, en el caso que se presente una emergencia, y 6 finales de carrera instalados en las puertas, Estas entradas tomarán el valor de 1L cuando se encuentren normalmente cerradas y 0L cuando estén normalmente abiertas. Se coloca resistencias de 5,6 KΩ para limitar la corriente de entrada al microcontrolador y capacitores C=10

nf para evitar rebotes. Existen dos técnicas para evitar rebotes por hardware y software, por hardware se añade al circuito un retardo de tiempo implementando una red RC o una red RC y un inversor con histéresis. Por software se añade retardos justo en el momento de detectar el primer flanco de bajada, al terminar el retardo se lee el estado del pin. Para nuestra aplicación usamos una red RC (Ver figura 2.30).

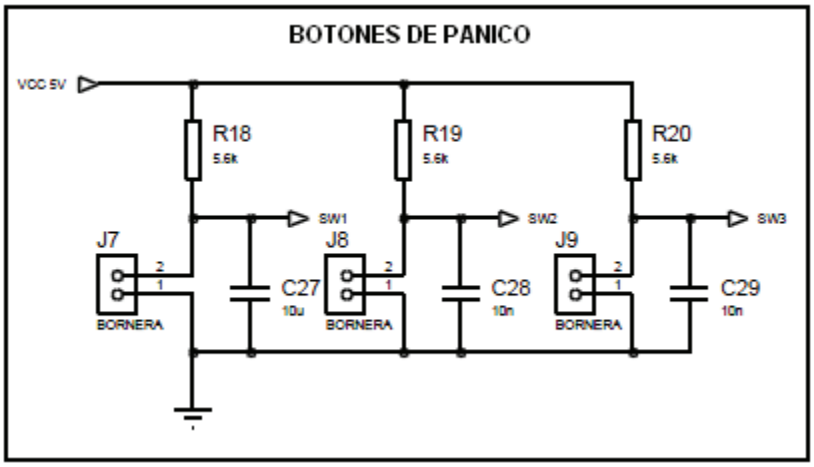


Figura 2.30 Botones de Pánico

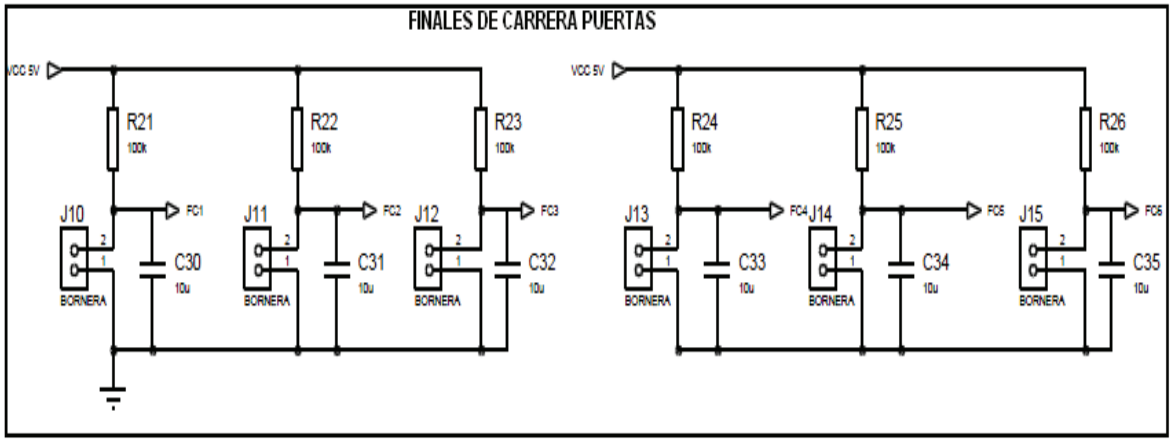


Figura 2.31 Finales de carrera

2.3.3 ESTACIÓN DE USUARIO

Esta estación se hallará ubicada junto con el usuario del vehículo, como un teléfono celular desde donde el usuario monitoreará el estado del sistema. El SSV como objetivo tiende a ser autónomo, es decir que el propio usuario pueda controlar y recibir toda la información del vehículo, como la posición y estado del

mismo, independientemente de la estación de monitoreo que solo sirve como un apoyo a la seguridad.

Luego de haber entendido las funciones de cada elemento se procederá a explicar de manera detallada las interfaces que se han aplicado para el desarrollo del SSV.

2.3.4 DISEÑO DE LA PLACA

El diseño y el ruteo de la placa se realizó en el software ISIS, con una dimensión de 20 cm de largo por 10 cm de ancho, la figura 2.32 muestra el diagrama circuital de la placa.

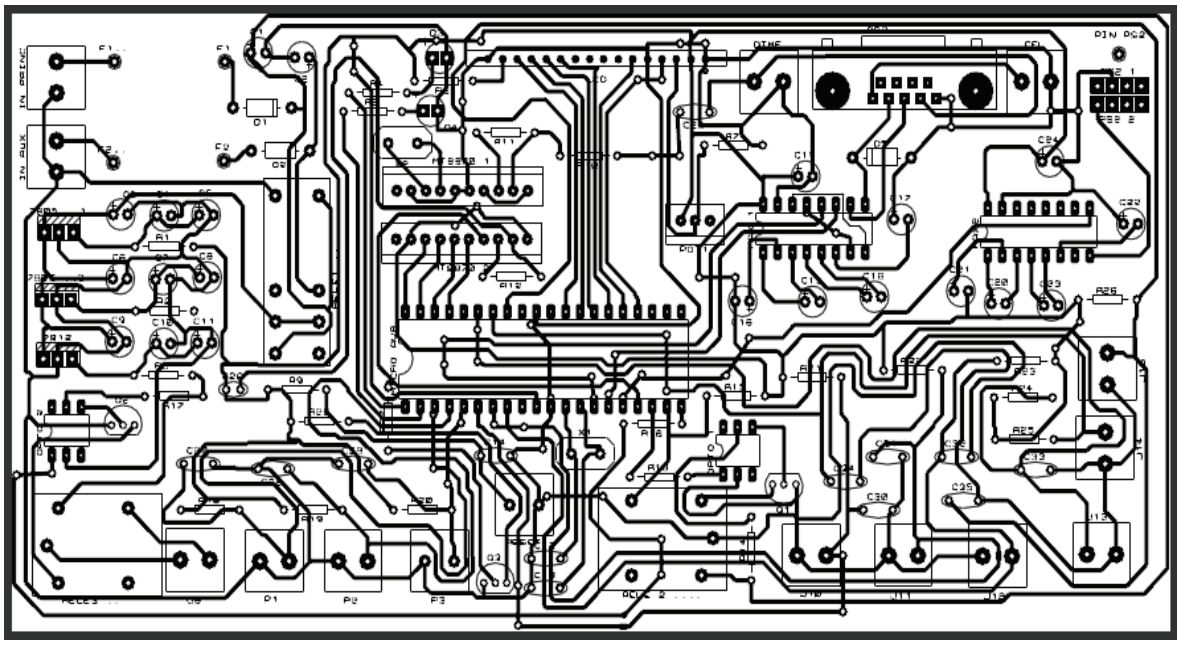


Figura 2.32 Diagrama Circuital de la Placa

El ruteo de la placa se realizó a doble lado por la complejidad del circuito y por tratar de minimizar las dimensiones de la placa, en la figura 2.33 se visualizan las pistas en el lado superior e inferior del circuito.

En la figura 2.34 se muestra la distribución de los elementos soldados en placa.

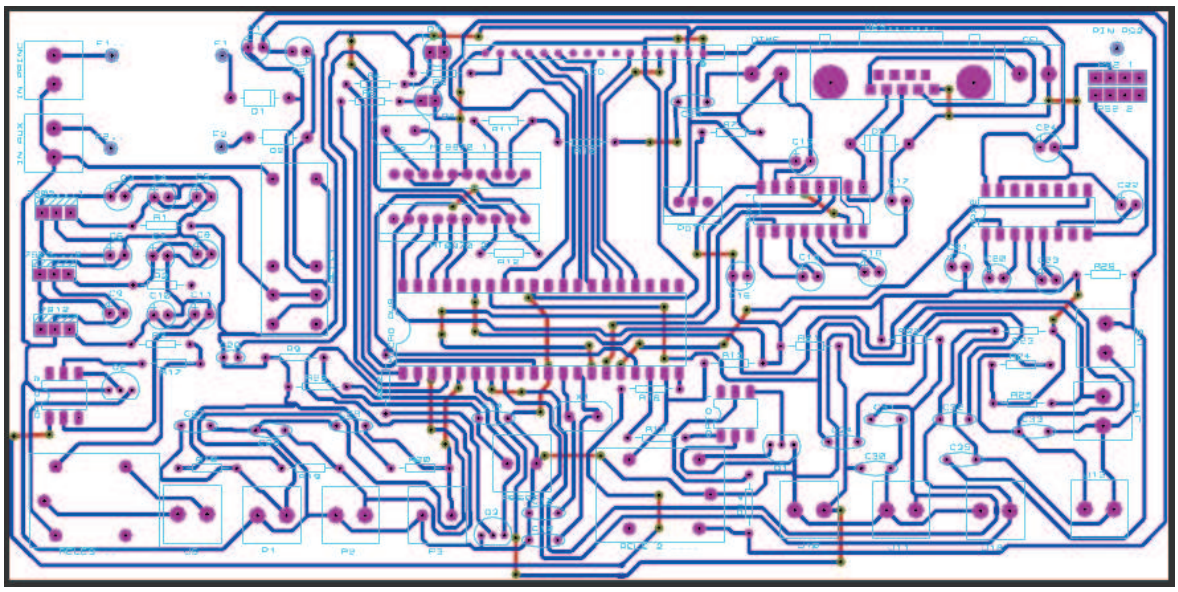


Figura 2.33 Lado superior e inferior de la placa

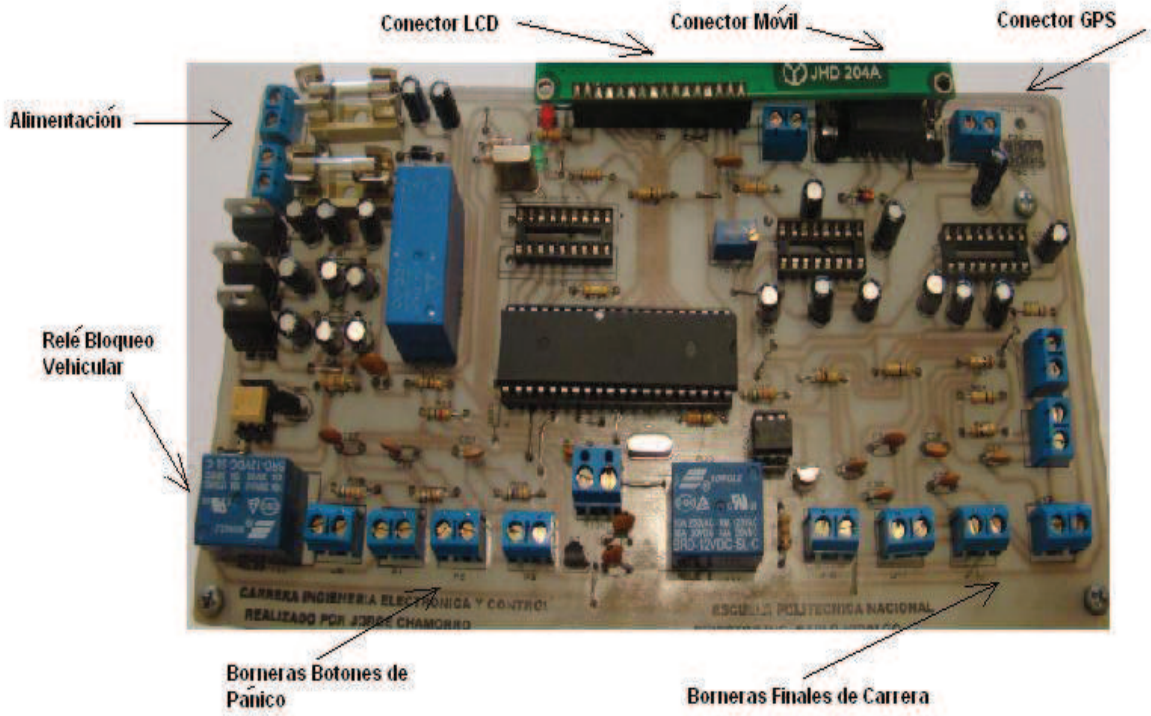


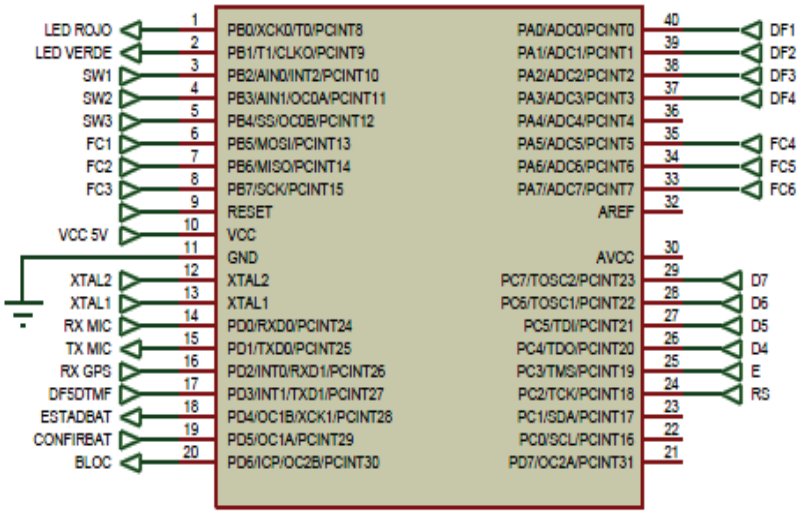
Figura 2.34 Distribución de los elementos

2.3.5 DIAGRAMA COMPLETO DEL SISTEMA

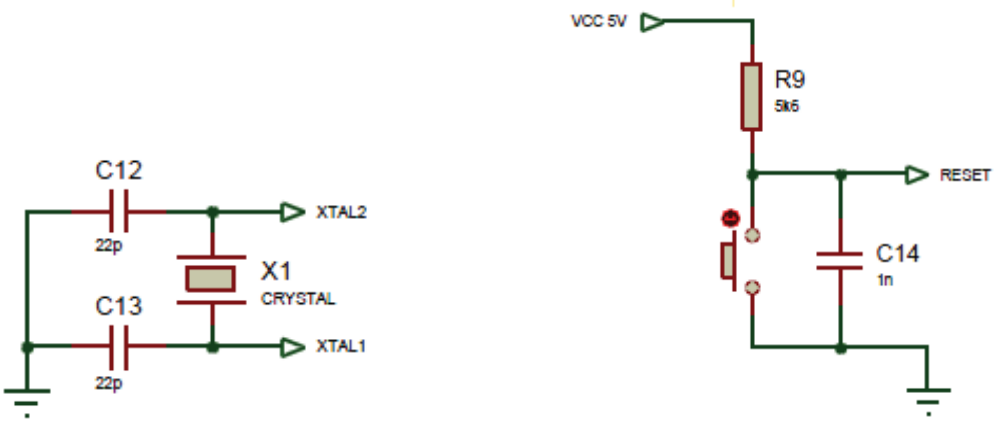
En las siguientes figuras se presenta el diagrama completo del SSV.

SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR

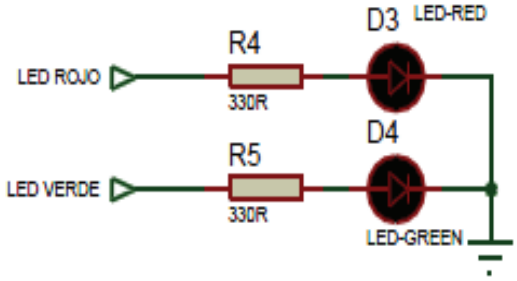
ATMEGA 164



Crystal y Reset del Microcontrolador



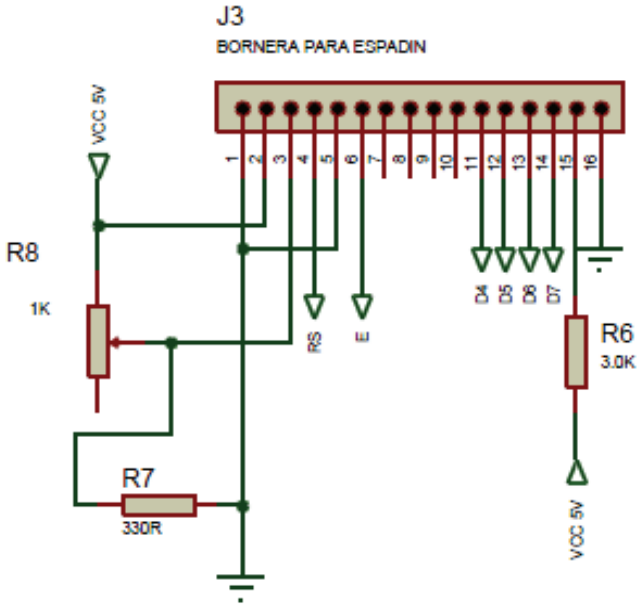
Leds Indicadores



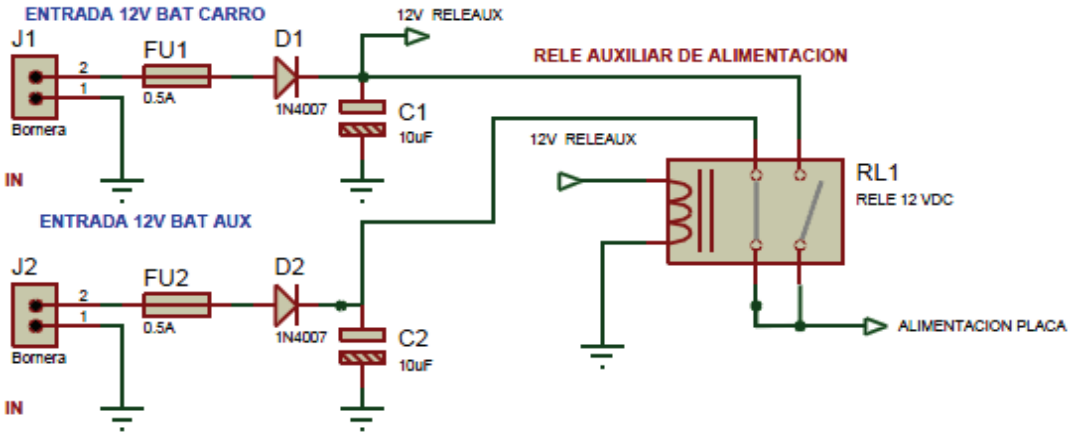
Realiza:	Jorge Chamorro	**EPN**		**MICROCONTROLADOR**
Fecha:	Abril 2013			Actual: S01 Siguiente: S02

SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR

Display de Visualización



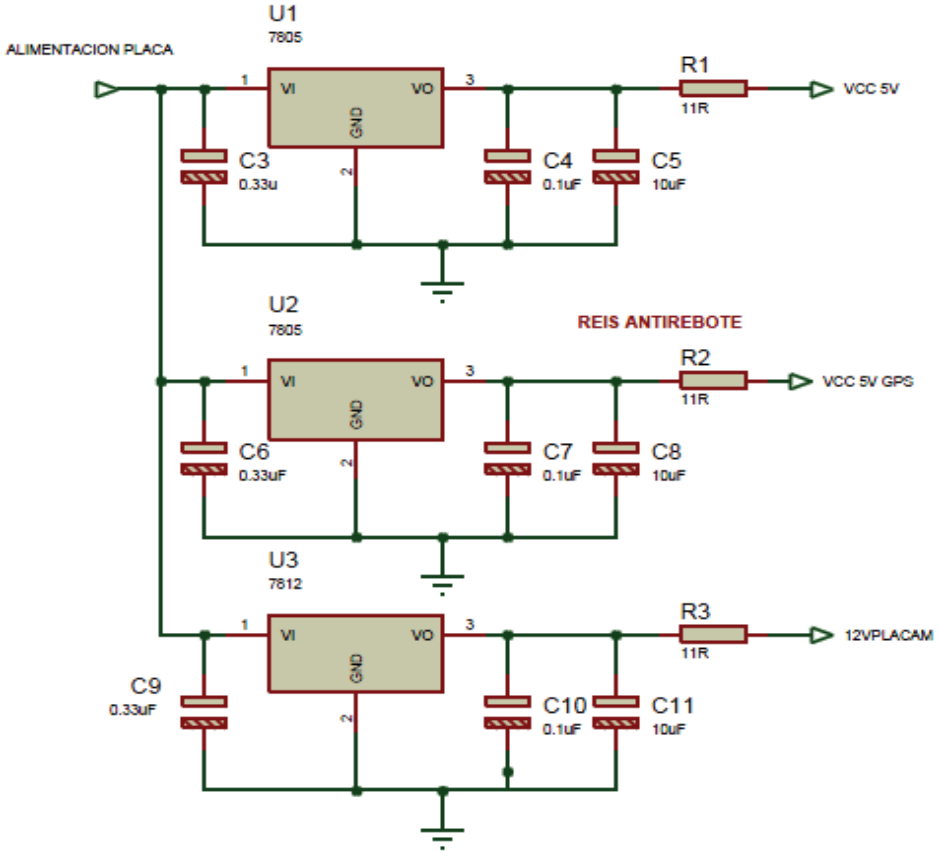
Alimentación de voltaje



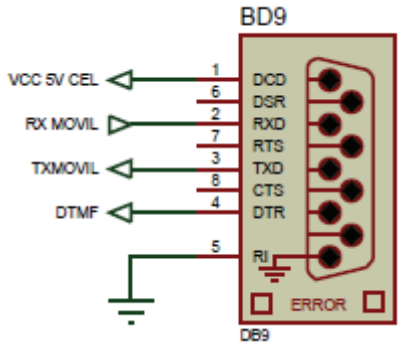
Realiza:	Jorge Chamorro	**EPN**		**ALIMENTACION**
Fecha:	Abril 2013			Actual: S02 Siguiente: S03

SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR

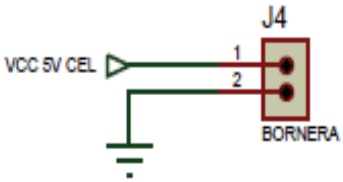
Reguladores de Voltaje



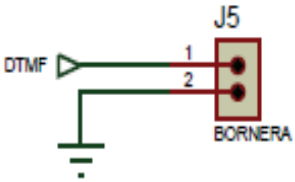
Conector del Teléfono Móvil



Cargador del Móvil



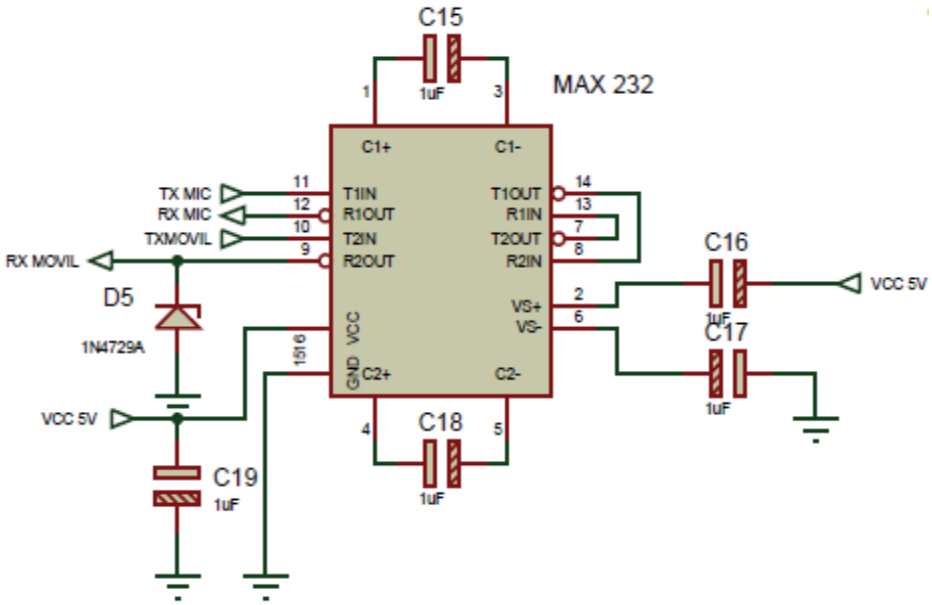
Conector DTMF



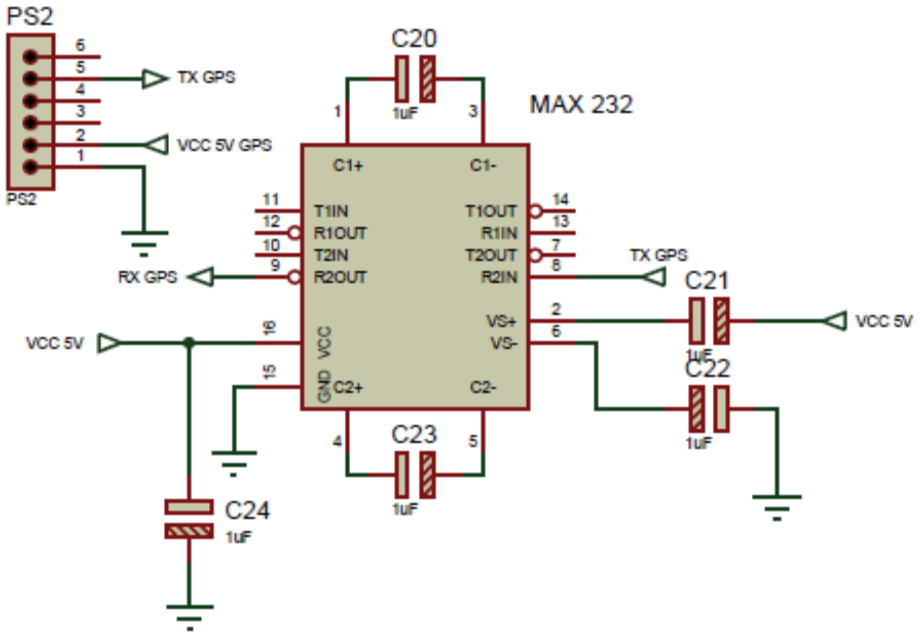
Realiza:	Jorge Chamorro	**EPN**		**REGULADORES**
Fecha:	Abril 2013			Actual: S03 Siguiente: S04

SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR

Comunicación Serial Microcontrolador - Móvil



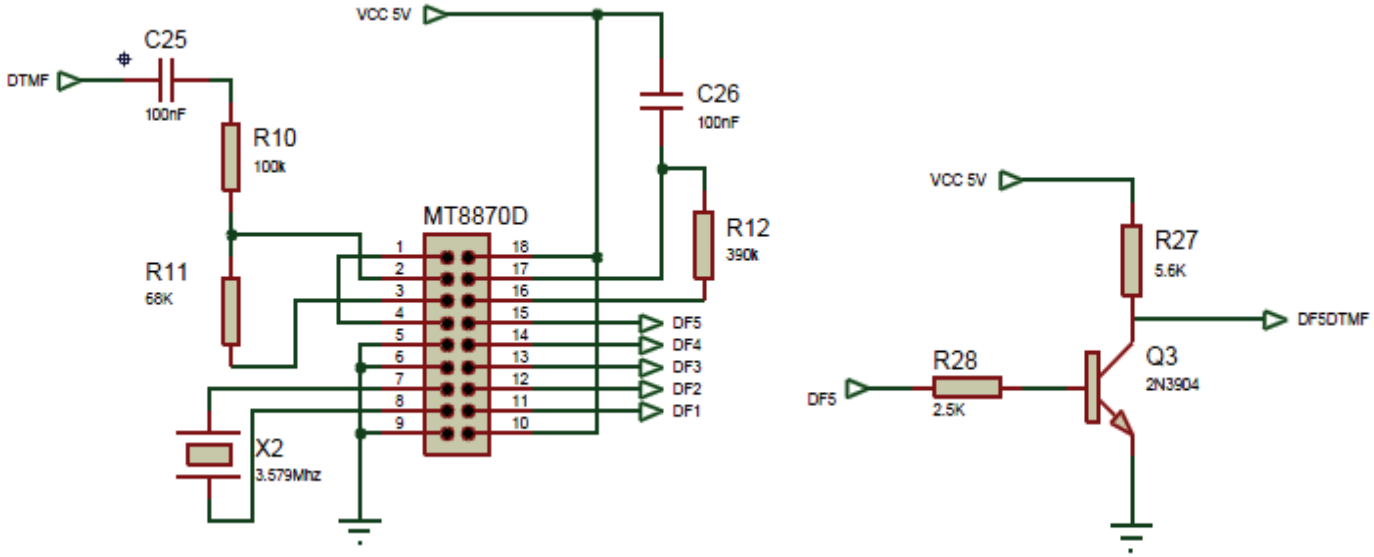
Comunicación Serial Microcontrolador – GPS y Conector PS2



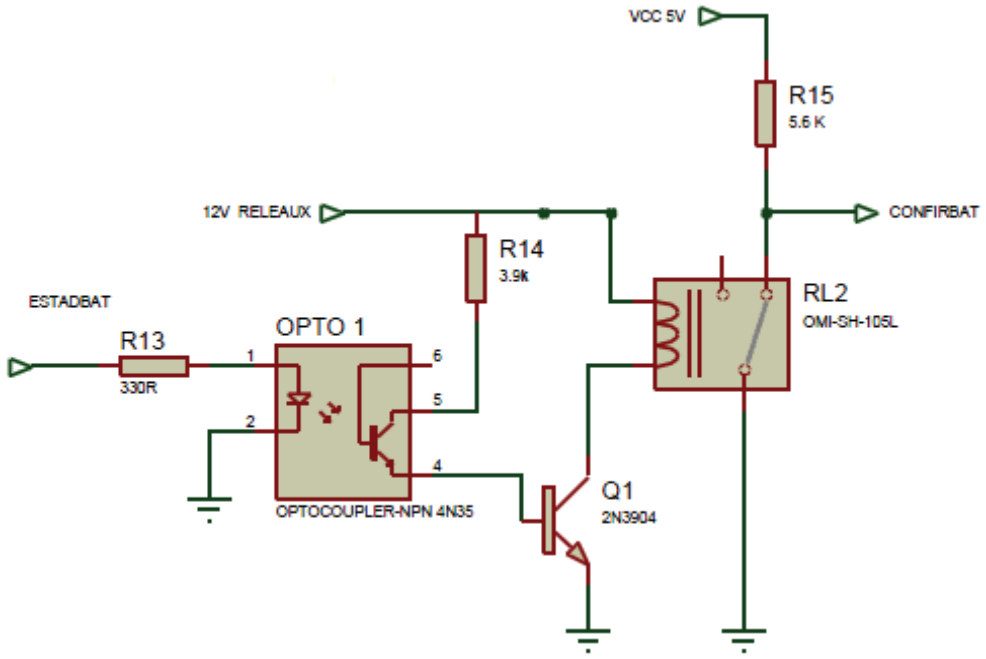
Realiza:	Jorge Chamorro	**EPN**		**COMUNICACIONES**
Fecha:	Abril 2013			Actual: S04 Siguiente: S05

SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR

Comunicación DTMF



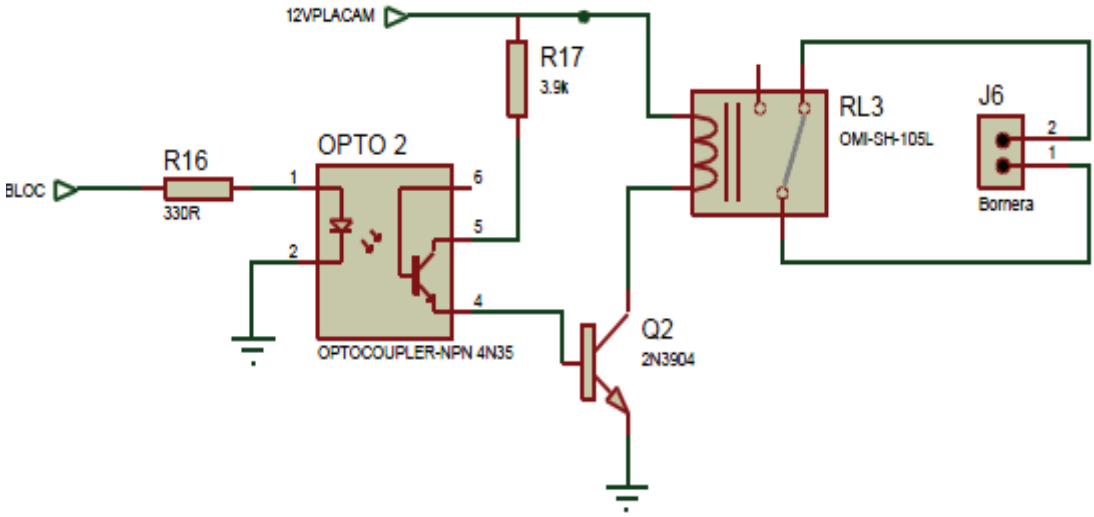
Estado de la Alimentación



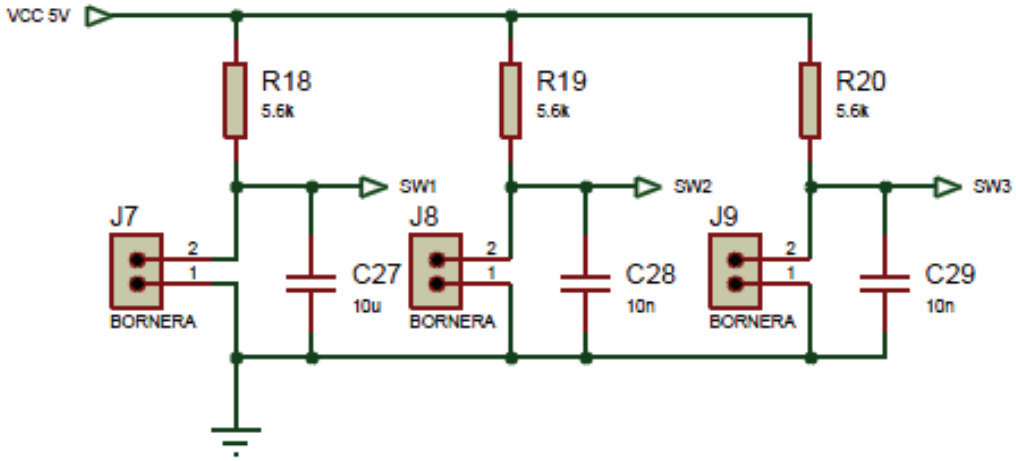
Realiza:	Jorge Chamorro	**EPN**		**DTMF**
Fecha:	Abril 2013			Actual: S05 Siguiente: S06

SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR

Bloqueo Vehicular



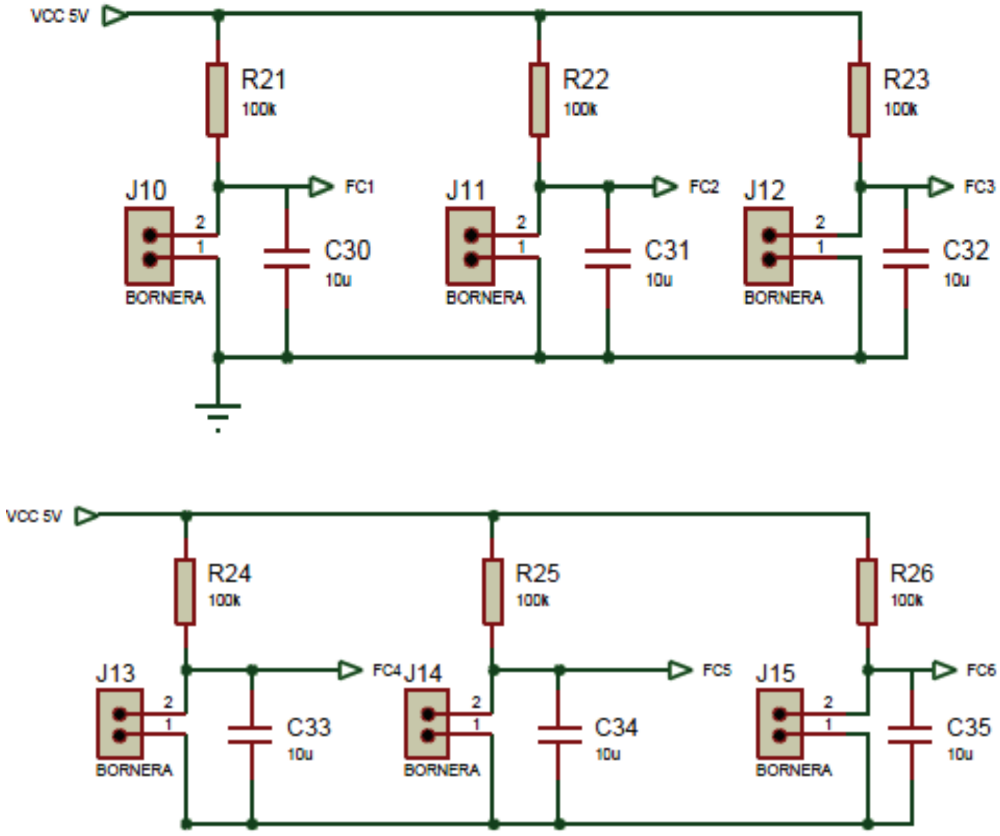
Botones de Pánico



Realiza:	Jorge Chamorro	**EPN**		**BLOQUEO**
Fecha:	Abril 2013			Actual: S06 Siguiente: S07

SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR

Finales de Carrera en Puertas



Realiza:	Jorge Chamorro	**EPN**		**FINALES DE CARRERA**
Fecha:	Abril 2013			Actual: S07 Siguiente:

CAPÍTULO 3
IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR (SSV)

3.1 DESARROLLO DEL SOFTWARE UTILIZANDO EL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P

La programación del SSV se ha desarrollado utilizando el microcontrolador Atmega 164p, por las ventajas que éste presenta; el software tiene como finalidad la interacción entre el usuario y el hardware implementado. La programación se realizó en un lenguaje entendible que presta todos los servicios para la seguridad del vehículo.

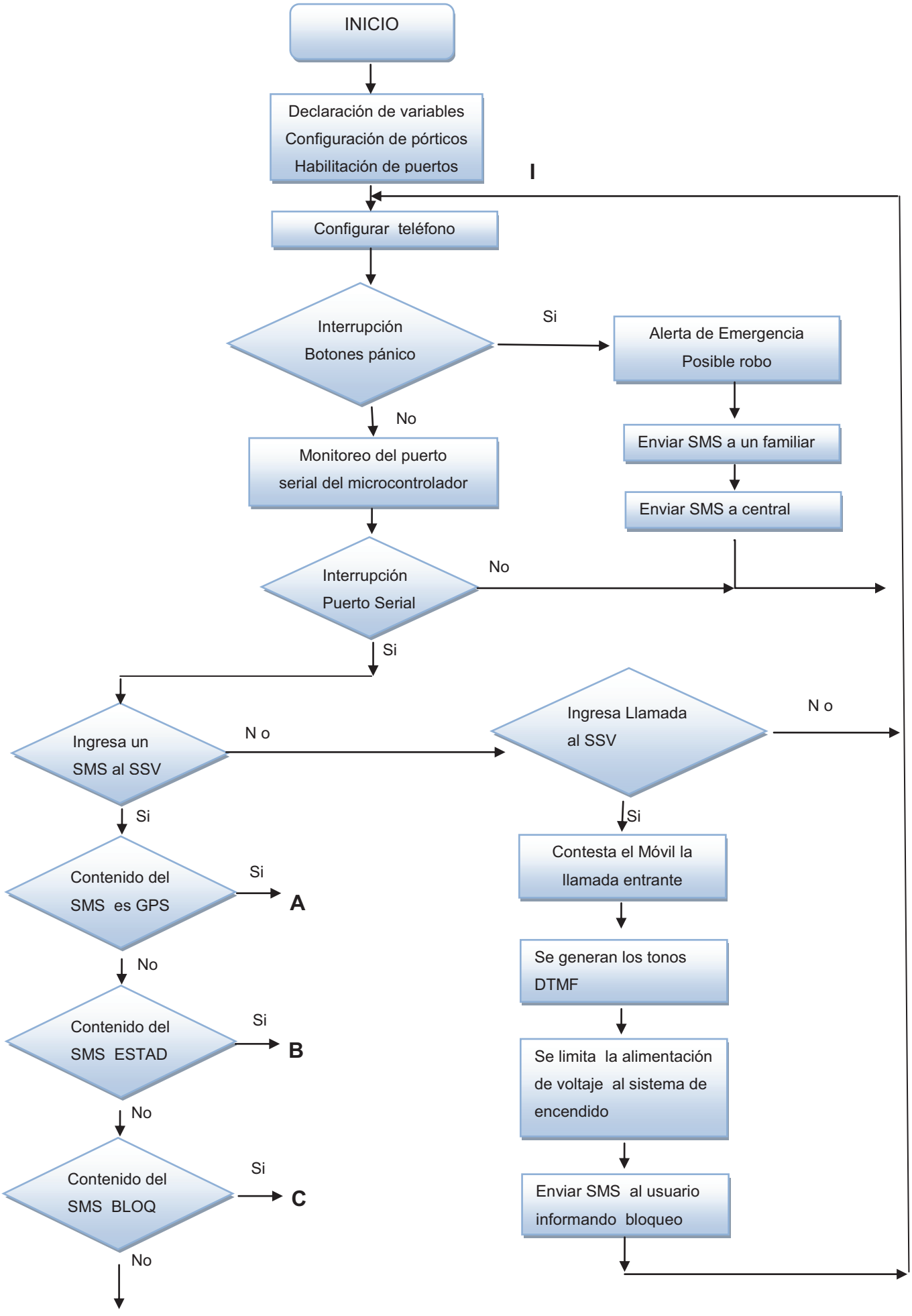
Para cumplir con todos los objetivos planteados, el programa en el Atmega 164p debe cumplir con las siguientes tareas, las mismas que se presentan en la figura 3.1:

- Mantener y establecer la comunicación entre el microcontrolador y el teléfono celular para el envío y recepción de los mensajes de texto.
- Mantener e interpretar la información entre el microcontrolador y el módulo GPS.
- Monitorear el estado del vehículo y enviar esta información al usuario.
- Ejecutar todas las acciones de control pedidas por el usuario mediante mensajes de texto y llamadas telefónicas.

3.2 DECLARACIÓN DE VARIABLES Y CONFIGURACIÓN DE PÓRTICOS Y PUERTOS

Al inicio del programa se configuran todas las variables que se van a usar. A continuación se detalla la secuencia de la configuración.

- Configuración de todas las variables a usar con sus respectivos nombres y dimensiones.
- Configuración de los dos puertos seriales para la comunicación.
- Habilitación de los pórticos como entradas y salidas.


INICIO
Declaración de variables
Configuración de pórticos
Habilitación de puertos
I
Configurar teléfono
Interrupción
Botones pánico
Si
Alerta de Emergencia
Posible robo
Enviar SMS a un familiar
Enviar SMS a central
No
Monitoreo del puerto
serial del microcontrolador
Interrupción
Puerto Serial
No
Si
Ingresa un
SMS al SSV
N o
Ingresa Llamada
al SSV
N o
Si
Si
Contenido del
SMS es GPS
Si
A
No
Contenido del
SMS ESTAD
Si
B
No
Contenido del
SMS BLOQ
Si
C
No
Contesta el Móvil la
llamada entrante
Se generan los tonos
DTMF
Se limita la alimentación
de voltaje al sistema de
encendido
Enviar SMS al usuario
informando bloqueo

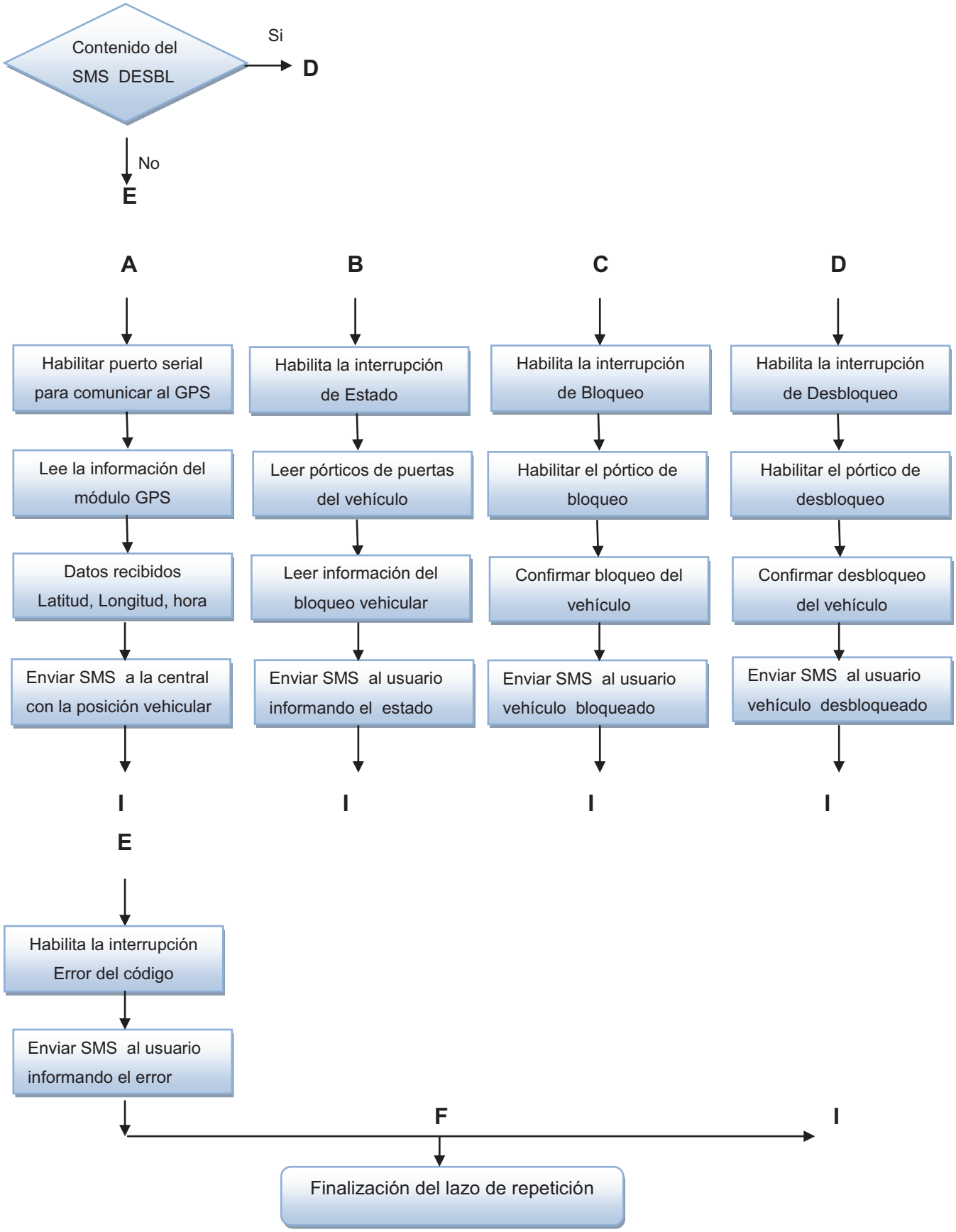


Figura 3.1 Diagrama de flujo del microcontrolador Atmega 164p

- Configuración de los pines para el LCD
- Declaración de todas las subrutinas que serán empleadas en el programa.

3.2.1 CONFIGURACIÓN DE LOS PINES DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P

Para definir y establecer cada pin del microcontrolador se analizó el número de entradas y salidas, así como su uso y aplicación respecto al proyecto, y la factibilidad para la construcción de la placa.

En la tabla 3.1 en primera instancia se realizó la declaración de todas las variables y la asignación de las diferentes tareas que cumplirán cada uno de los pines del microcontrolador siendo éstas: el Pin 1 (LED ROJO) y Pin 2 (LED VERDE) permiten encender los dos leds el verde y el rojo respectivamente para indicar que se está iniciando una comunicación con el microcontrolador; a los tres botones de pánico instalados en el vehículo se les asignó los pines Pin 2 (SW1), Pin 3 (SW1), Pin 4 (SW1) respectivamente.

Los seis finales de carrera colocados en cada una de las puertas del vehículo ingresan a los pines del microcontrolador Pin 6 (FC1), Pin 7 (FC2), Pin 8 (FC3), Pin 35 (FC4), Pin 34 (FC5), Pin 32 (FC6), como entradas digitales.

La comunicación serial entre el microcontrolador con el móvil remoto se realiza a través de los siguientes pines: Pin 14 (RX MIC) para la transmisión y el Pin 15 (TX MIC) para la recepción.

La comunicación serial entre el microcontrolador y el módulo GPS se realiza por el Pin 16 (RX GPS) para la recepción de datos.

Adicionalmente el sistema cuenta con una interrupción generada por el móvil remoto a través del decodificador DTMF; cuando ingresa una llamada telefónica

al SSV el microcontrolador interpreta la interrupción por el Pin 17 (DF5DTMF), el decodificador genera la combinación binaria que representan los tonos ingresados por el usuario los mismos que son leídos por los pines del microcontrolador: Pin 26 (D4), Pin 27 (D5), Pin 28 (D6), Pin 29 (D7).

El microcontrolador realiza el bloqueo del vehículo a través del Pin 20 (BLOC).

PIN		FUNCION	DESCRIPCION
PB0	**1**	OUT DIGITAL	LED DE ESTADO ROJO
PB1	**2**	OUT DIGITAL	LED DE ESTADO VERDE
PB2	**3**	IN DIGITAL	BOTON DE PANICO 1
PB3	**4**	IN DIGITAL	BOTON DE PANICO 2
PB4	**5**	IN DIGITAL	BOTON DE PANICO 3
PB5	**6**	IN DIGITAL	FINAL DE CARRERA PUERTA CAPO
PB6	**7**	IN DIGITAL	FINAL DE CARRERA PUERTA 1 DERECHA
PB7	**8**	IN DIGITAL	FINAL DE CARRERA PUERTA 1 IZQUIERDA
RESET	**9**		RESET
VCC	**10**		ALIMENTACION 5VDC
GND	**11**		TIERRRA
XTAL 2	**12**		CRISTAL
XTAL 1	**13**		CRISTAL
PD0	**14**	RX MIC	COMUNICACIÓN SERIAL MICRO-MOVIL
PD1	**15**	TX MIC	COMUNICACIÓN SERIAL MICRO-MOVIL
PD2	**16**	RX GPS	COMUNICACIÓN SERIAL MICRO-GPS
PD3	**17**	IN DTMF INTERRUPCION	ENTRADA DIG INTERRUPCION DTMF
PD4	**18**		
PD5	**19**		
PD6	**20**	OUT DIGITAL	SALIDA DIG BLOQUEO DEL VEHICULO

Tabla 3.1 Declaración de Pines del Microcontrolador AVR 164P Parte 1

En la tabla 3.2 se describen las entradas al microcontrolador generadas por el decodificador DTMF, para la interpretación de los cuatro dígitos que forman la combinación binaria.

Para realizar la visualización del sistema en el LCD los pines que intervienen en el microcontrolador son Pin 24 (RS), Pin 25 (E), Pin 26 (D4), Pin 27 (D5), Pin 28 (D6), Pin 29 (D7).

PIN		FUNCION	DESCRIPCION
PA0	40	IN DTMF Q4	ENTRADA DIG BINARIO DTMF
PA1	39	IN DTMF Q3	ENTRADA DIG BINARIO DTMF
PA2	38	IN DTMF Q2	ENTRADA DIG BINARIO DTMF
PA3	37	IN DTMF Q1	ENTRADA DIG BINARIO DTMF
PA4	36		
PA5	35	IN DIGITAL	FINAL DE CARRERA PUERTA POSTERIOR
PA6	34	IN DIGITAL	FINAL DE CARRERA PUERTA 2 DERECHA
PA7	33	IN DIGITAL	FINAL DE CARRERA PUERTA 2 IZQUIERDA
AREF	32		
GND	31		
AVCC	30		
PC7	29	LCD	D7 LCD
PC6	28	LCD	D6 LCD
PC5	27	LCD	D5 LCD
PC4	26	LCD	D4 LCD
PC3	25	LCD	E LCD
PC2	24	LCD	RS LCD
PC1	23		
PC0	22		
PD7	21		

Tabla 3.2 Declaración de Pines del Microcontrolador AVR 164P Parte 2

3.3 SUBRUTINA DE CONFIGURACIÓN DEL TELÉFONO MÓVIL REMOTO

El microcontrolador enviará los respectivos comandos AT para realizar la configuración básica del móvil remoto y de esta manera tener un mejor rendimiento del móvil. En la figura 3.2 se muestra la secuencia de los comandos AT para la configuración del teléfono móvil remoto.

Cada uno de los comandos AT proporcionan una configuración determinada detallada de la siguiente manera:

El comando AT&F restaura el móvil a configuración de fábrica; el comando AT+CMGF=1 da formato para los SMS en modo texto; el comando AT+CPMS="ME" permite seleccionar la memoria donde se guardarán los SMS sea en la memoria del móvil o del chip, finalmente el comando AT+CNMI="2, 1, 0, 0,0" configura al móvil para que informe el ingreso de un nuevo SMS.

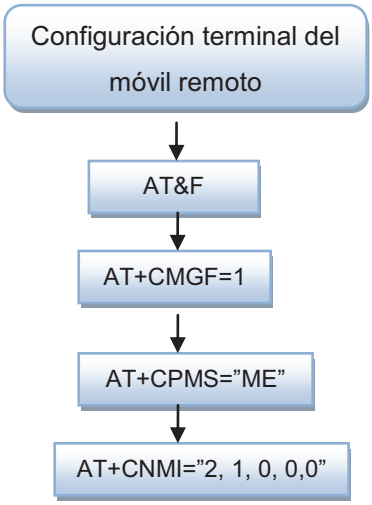


Figura 3.2 Configuración del terminal móvil remoto

En la figura 3.3 se detalla la comunicación entre el teléfono móvil y el computador a través de la interfaz de comunicación HyperTerminal.

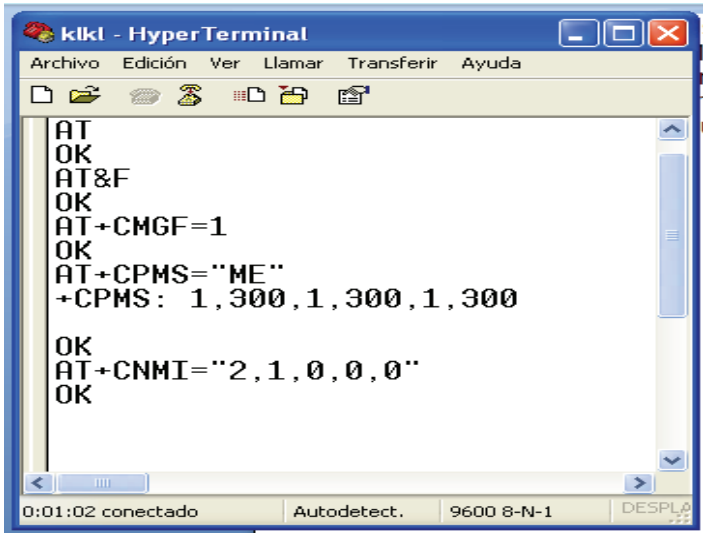


Figura 3.3 Comunicación del móvil a través de HyperTerminal

3.4 INTERRUPCIÓN GENERADA POR LOS BOTONES DE PÁNICO

El sistema de seguridad vehicular brinda al usuario la posibilidad de mantener un contacto directo con la central de monitoreo y con un familiar cercano.

En el caso de que el usuario haya sido asaltado o secuestrado, en el interior del vehículo existen tres botones de pánico estratégicamente ubicados: el primero junto a la cabina principal, el segundo en los asientos detrás del conductor y el tercero en la cajuela del vehículo.

En el momento que el usuario presiona uno de estos tres botones, el sistema se pone en alerta de emergencia. Primero envía un SMS de alerta a un teléfono móvil previamente establecido que puede ser de un familiar directo, mediante el comando AT+CMGS, luego de lo cual el sistema consulta la posición del vehículo con el módulo GPS a través del puerto serial, para enviar un SMS a la central de monitoreo cuyo contenido es una alerta y la posición física del vehículo.

La central de monitoreo y/o el familiar directo se pondrán en contacto para monitorear constantemente la posición del vehículo e informar a las autoridades pertinentes. En la Figura 3.4 se explica la programación en forma secuencial.

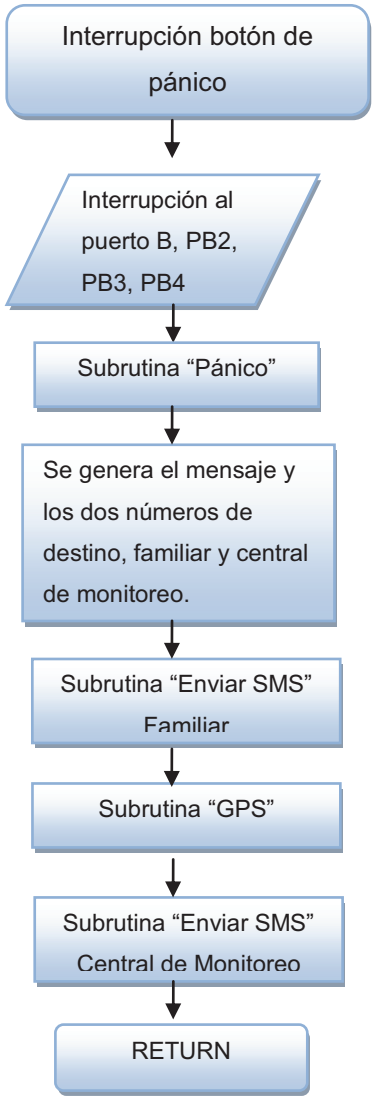


Figura 3.4 Interrupción botón de pánico

3.5 INTERRUPCIÓN SMS Y LLAMADA AL PÓRTICO SERIAL

El pórtico serial del microcontrolador a través de los pines Pin 14 (RX MIC) y Pin 15 (TX MIC) se utiliza para la comunicación serial entre el móvil remoto y el microcontrolador; cada vez que existe una interrupción al puerto serial del microcontrolador, el programa se dirige a la subrutina respectiva que permite identificar si es un SMS o una llamada telefónica.

Cuando es un SMS la trama proporcionada por el móvil inicia con la descripción +CMTI, y cuando se trata de una llamada telefónica la trama únicamente

proporciona el nombre RING. Haciendo uso de estas dos características y mediante la lectura del puerto serial del microcontrolador se puede determinar las acciones respectivas para cada uno de los comandos antes mencionados (Ver figura 3.5).

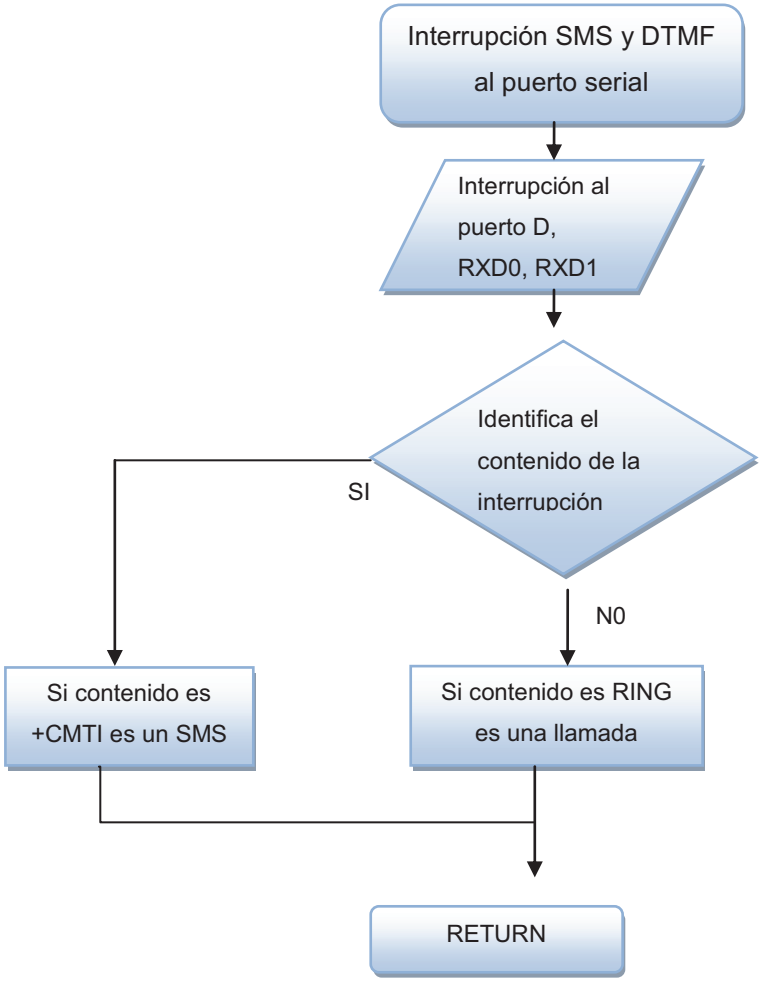


Figura 3.5 Interrupción SMS y llamada telefónica

3.5.1 CASO 1: EL CONTENIDO ES UN SMS

Al identificar al comando como un SMS, el programa procede a leer el contenido del SMS, considerando cinco alternativas la primera si el código es GPS, EST, BLO, DES y RES.

Cuando el contenido es RES el sistema se resetea regresando a las configuraciones iníciales de operación y se envía un SMS de confirmación de la acción ejecutada.

Cuando el código es GPS, el microcontrolador lee a través del pórtico serial la señal del módulo GPS, obteniendo las coordenadas de posición como son latitud, longitud y tiempo, para luego transmitirlas mediante un SMS al centro de monitoreo.

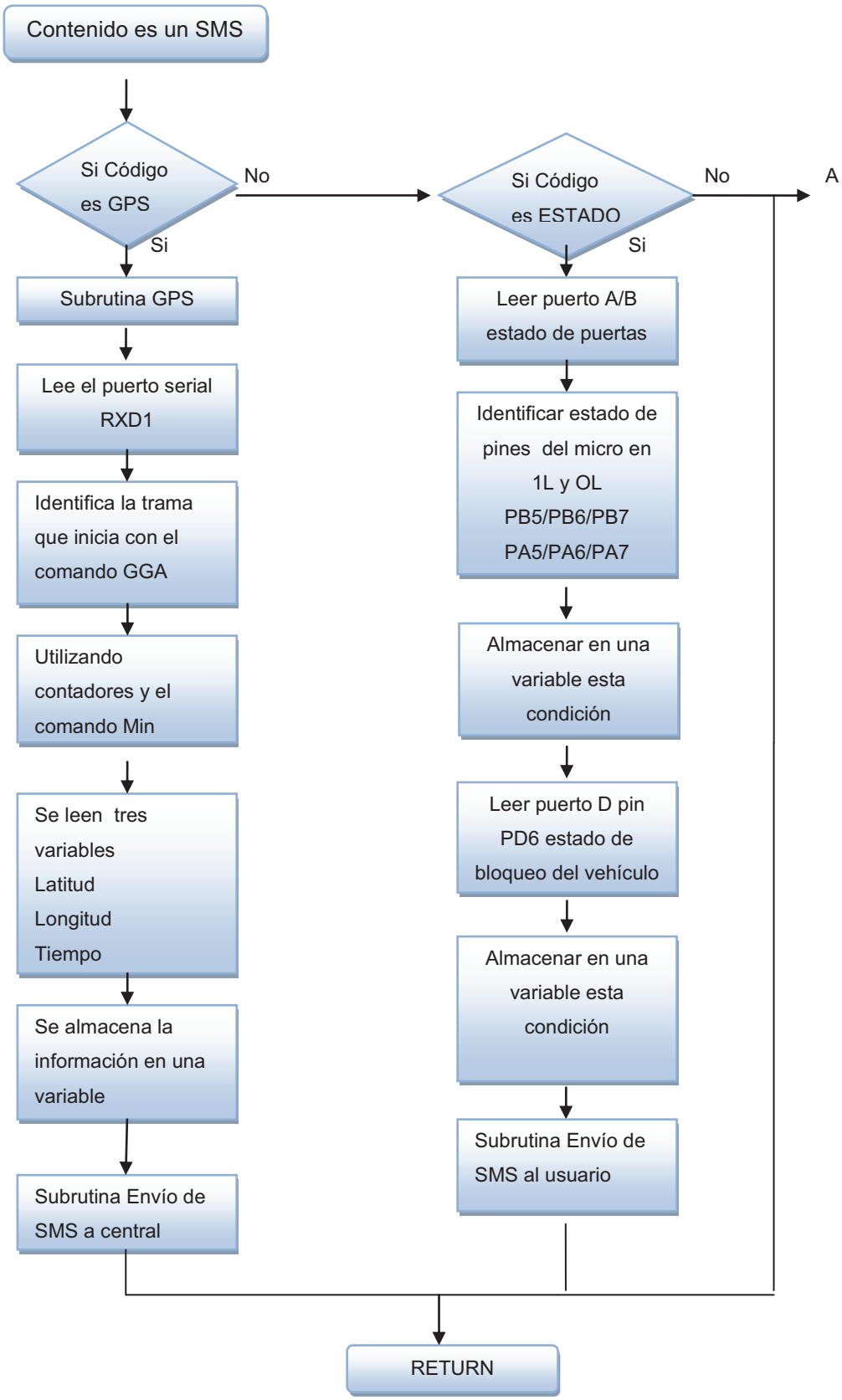
Cuando el código es EST, el microcontrolador automáticamente lee los pórticos cuyas conexiones dan el estado de las puertas y el pórtico de bloqueo vehicular; a continuación el microcontrolador envía un SMS al usuario indicando el estado actual del vehículo (Ver figura 3.6).

Cuando el código es BLO, el microcontrolador reconoce esta orden para bloquear el vehículo y no permitir el encendido en caso de robo; el sistema de SSV notificará al usuario que el vehículo se ha bloqueado enviando seguidamente un SMS con la posición satelital del vehículo.

Finalmente cuando el código es DES, el microcontrolador desbloquea el vehículo para poder encender, finalizada esta acción el sistema envía un SMS notificando al usuario.

Todos los códigos que sean entregados al usuario son susceptibles de cambio por contraseñas propias del usuario previamente registradas.

Cuando el usuario pide al sistema SSV la posición del vehículo, la información obtenida por el GPS no se envía directamente al usuario ya que el contenido está codificado; por ello primero el SMS se envía al centro de monitoreo para que se procese la información haciendo uso de una aplicación interfaz hombre máquina HMI, para luego enviar un *e-mail* al usuario cuyo contenido tendrá una dirección física con nombre de avenidas y sectores de la posición vehicular.


Contenido es un SMS
Si Código es GPS
No
Si
Si Código es ESTADO
No
A
Si
Subrutina GPS
Lee el puerto serial RXD1
Identifica la trama que inicia con el comando GGA
Utilizando contadores y el comando Min
Se leen tres variables Latitud Longitud Tiempo
Se almacena la información en una variable
Subrutina Envío de SMS a central
Leer puerto A/B estado de puertas
Identificar estado de pines del micro en 1L y OL PB5/PB6/PB7 PA5/PA6/PA7
Almacenar en una variable esta condición
Leer puerto D pin PD6 estado de bloqueo del vehículo
Almacenar en una variable esta condición
Subrutina Envío de SMS al usuario
RETURN

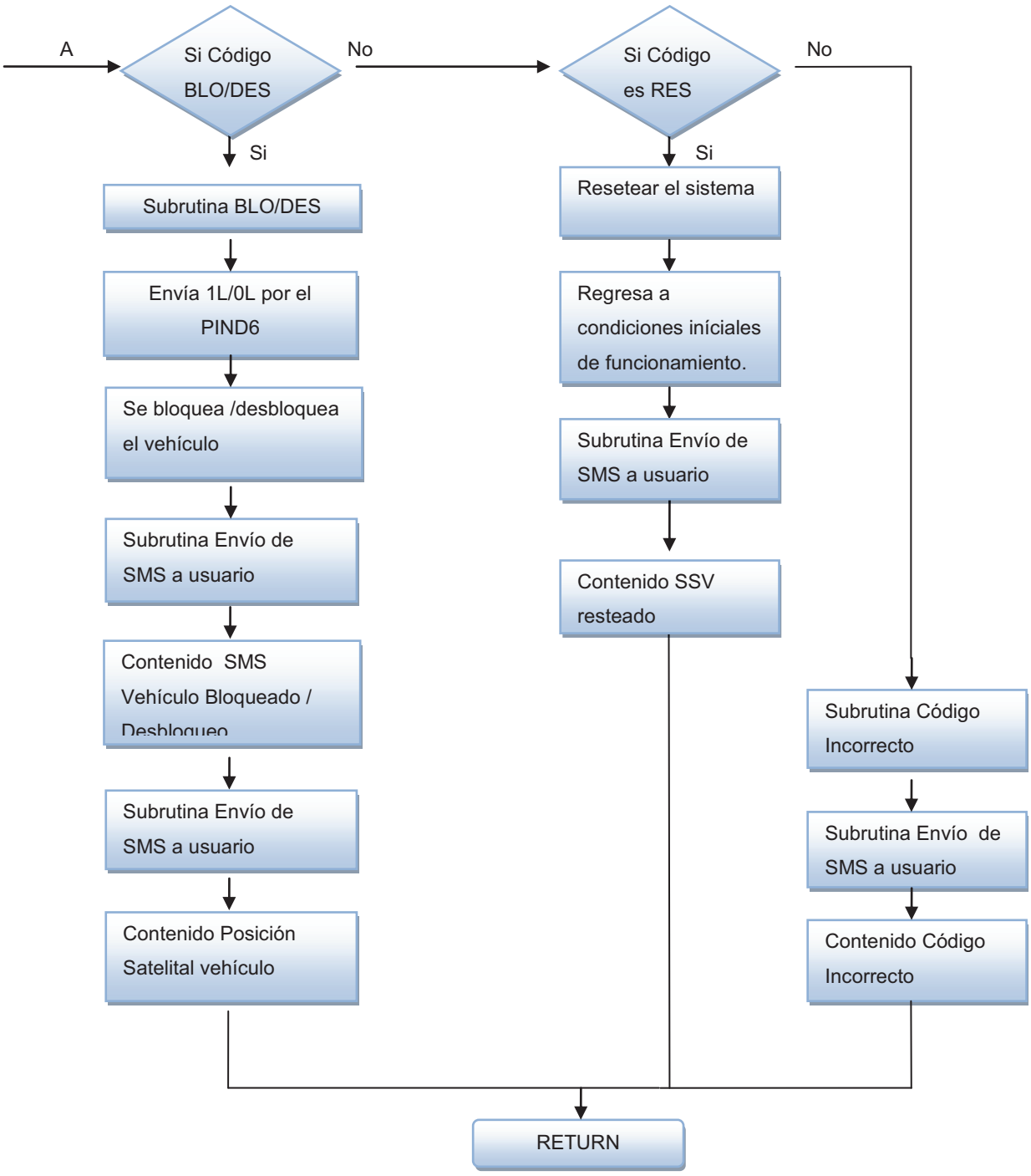


Figura 3.6 Subrutina contenido SMS

3.5.2 CASO 2: EL CONTENIDO ES UNA LLAMADA

Al producirse una llamada telefónica se genera una interrupción en el puerto serial del mcirocontrolador el cual identifica el contenido como un RING; posteriormente el usuario ingresa su código, el mismo que se decodifica en el integrado MT8870D, produciendo al microcontrolador una interrupción en el Pin 17 (DF5 DTMF) para poner en alerta al sistema, La clave ingresa al microcontrolador en forma de número binario por el pórtico A, por los pines Pin 26 (D4), Pin 27 (D5), Pin 28 (D6), Pin 29 (D7); si la clave es correcta se activará o desactivará el relé que comanda el paso de la alimentación al sistema del encendido vehicular.

Si la clave es incorrecta el programa regresará a su estado inicial. Una vez bloqueado o desbloqueado el vehículo el sistema enviará un SMS al usuario informando la acción ejecutada, seguido de un SMS con la posición satelital del vehículo. La secuencia de programación se aprecia en la figura 3.7.

Adicionalmente cabe destacar que el sistema de seguridad vehicular tiene la alternativa de bloquear el encendido del vehículo mediante un SMS o realizando una llamada telefónica al sistema, con la finalidad que el usuario tenga las dos posibilidades de bloqueo en el caso de producirse una emergencia.

3.6 SUBRUTINA LECTURA DE UN SMS (CONTENIDO Y NÚMERO)

Cuando se genera la interrupción al pórtico serial y se identifica que es un SMS se procede a la lectura del mismo.

Si es un SMS primero se leerá el número telefónico y luego el contenido del mensaje. El número telefónico de la persona que envía el SMS se almacena y luego se lo reenvía. No se discrimina si es un número desconocido, con el propósito de que si se produce un robo del vehículo el usuario pueda, acceder desde cualquier teléfono para bloquear el vehículo o pedir información al SSV.

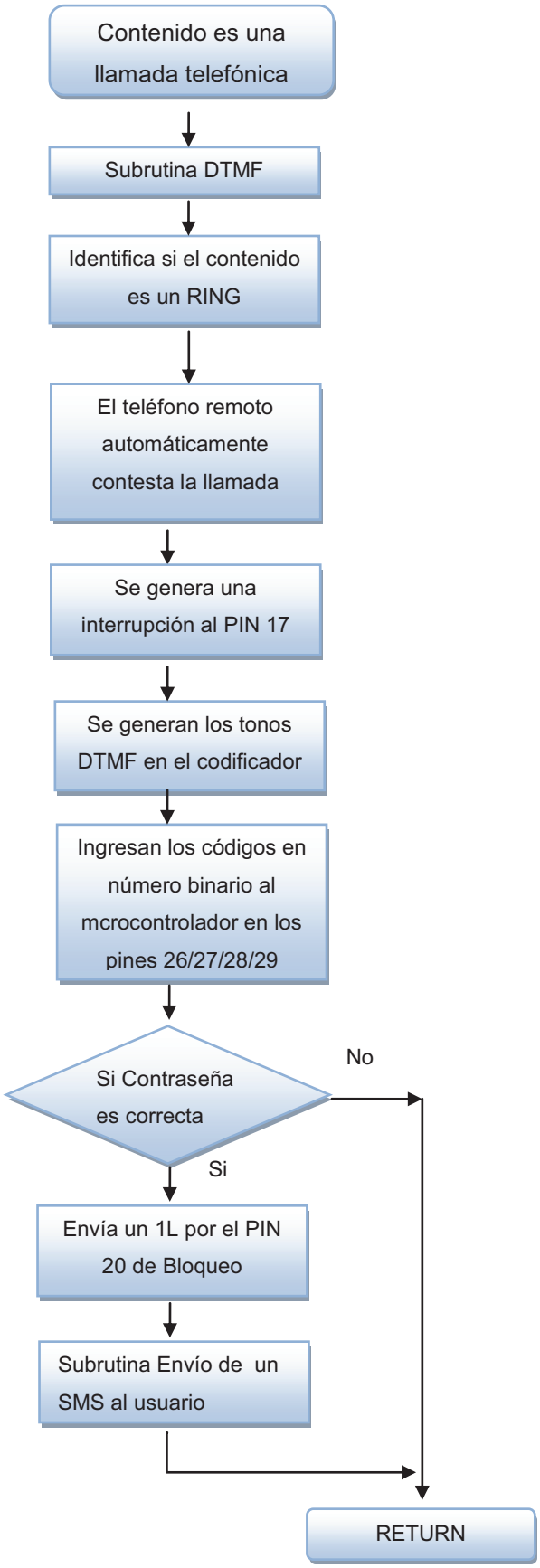


Figura 3.7 Subrutina Ingreso de una llamada telefónica al sistema

Luego el sistema leerá el contenido del SMS, para lo cual el sistema comparará los códigos de ingreso del SMS como son GPS, RES, EST, BLO y DES, previamente establecidos, o los códigos que el usuario señale para su utilización. Cuando los códigos están dentro de este margen, el SSV ejecutará las acciones pedidas; cuando se trate de un SMS equivocado con un código incorrecto el SSV enviará una notificación de ERROR DE CODIGO más el número de teléfono del mensaje que ingreso, al móvil del usuario, con la finalidad que esté informado si alguna persona quiere ingresar al SSV y ejecutar alguna acción.

La lectura se la realiza a través del comando AT+CMGR, posteriormente se enviará el carácter Chr (13) que corresponde a un ENTER que genera el microcontrolador al teléfono; una vez realizada esta acción el móvil genera una trama de información con el contenido, fecha, hora, número de teléfono. Haciendo uso de comandos for, mid, se logra obtener los datos de contenido y el número del remitente (Ver figura 3.8).

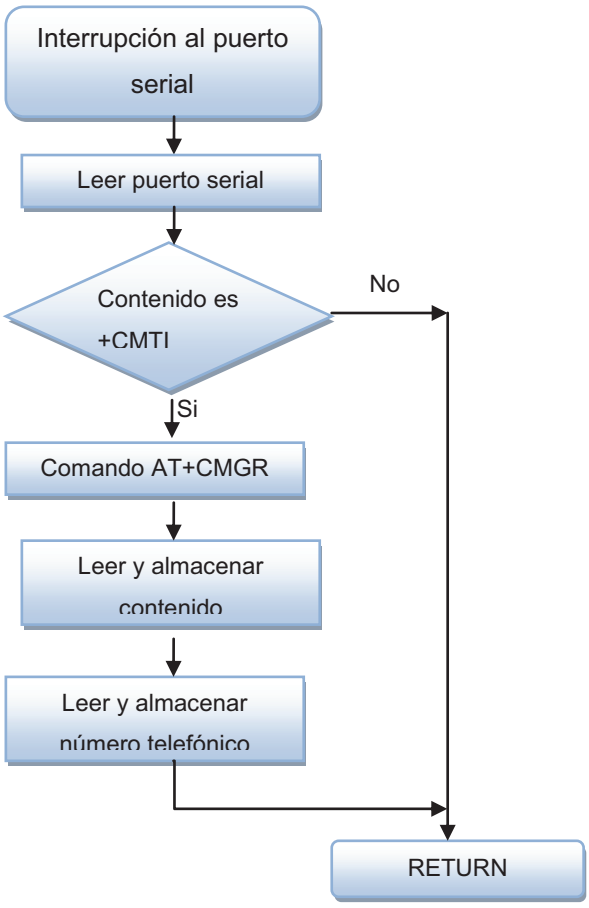


Figura 3.8 Lectura de un SMS y número telefónico

3.7 SUBRUTINA ENVÍO DE SMS

Esta subrutina es una de las más utilizadas por el SSV, la cual cumple con la función de informar al usuario de todos los cambios y acciones ejecutadas por el sistema. Una vez almacenados el contenido en una variable y el número de teléfono a enviar, el microcontrolador invoca a la subrutina para el envío del SMS, para lo cual se genera el comando AT+CMGS más el número del móvil a enviar; unos segundos después el móvil responde con el carácter >.

Posteriormente se coloca la variable con el contenido seguido del carácter ctrl+z para poder enviar el SMS al usuario. El proceso de programación se visualiza en la figura 3.9.

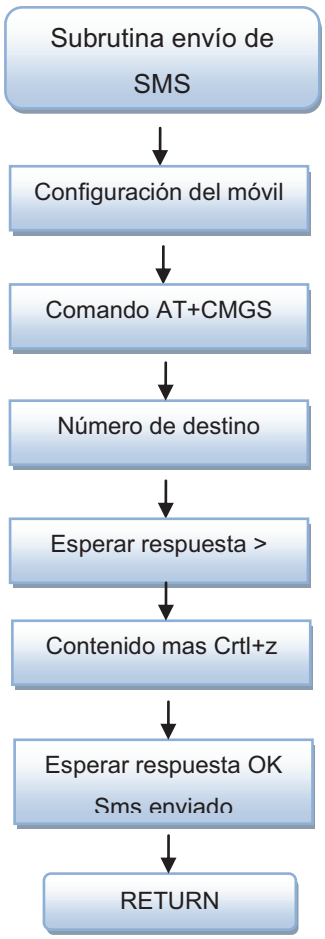


Figura 3.9 Envío de un SMS

En la figura 3.10 se visualiza el proceso para el envío de un SMS a través de la interfaz HyperTerminal.

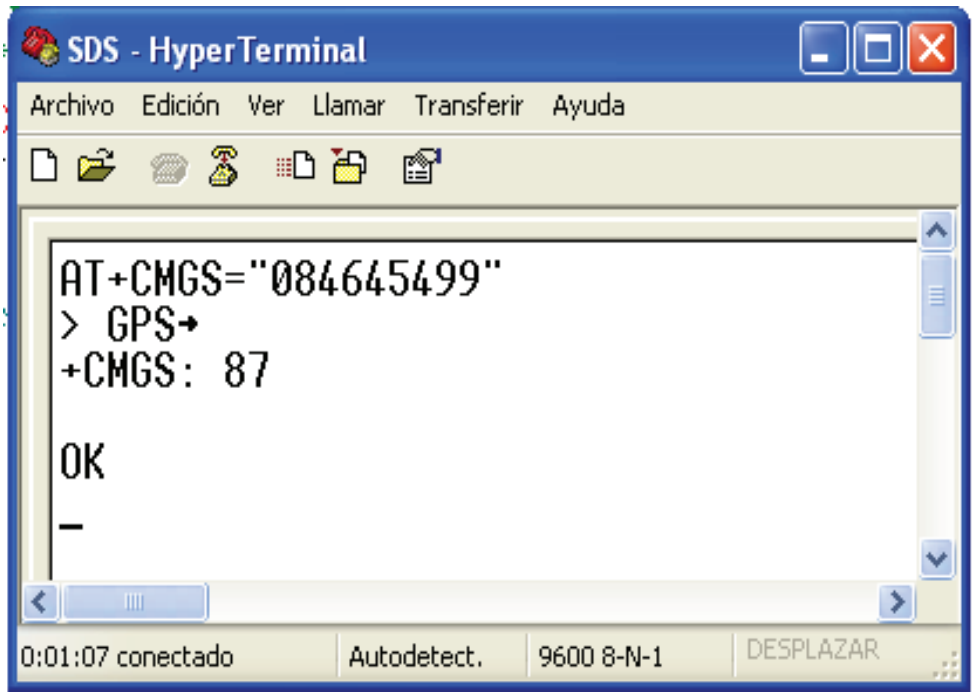


Figura 3.10 Envío de un SMS con HyperTerminal

3.8 SUBRUTINA DE ESTADO DE LA BATERÍA

Los sistemas de seguridad vehicular actual son vulnerables a alteraciones, ya que disponen de una sola fuente de alimentación principal y ésta es de fácil acceso; sin embargo considerando esta vulnerabilidad se ha instalado una fuente de alimentación auxiliar externa la cual mediante un arreglo de circuitería ingresa a una entrada digital del microcontrolador con lo que se puede conocer con qué batería está trabajando el sistema, y poder informar al usuario mediante un SMS. Lo mencionado se observa en la figura 3.11

3.9 SUBRUTINA DE BLOQUEO DEL VEHÍCULO

El bloqueo del vehículo se lo realiza de dos formas a través de un SMS o mediante una llamada telefónica usando tonos DTMF. En la presente aplicación el bloqueo del vehículo se realizará limitando la alimentación general al sistema de encendido del vehículo desde la fuente de alimentación, como se observa en la figura 3.12.

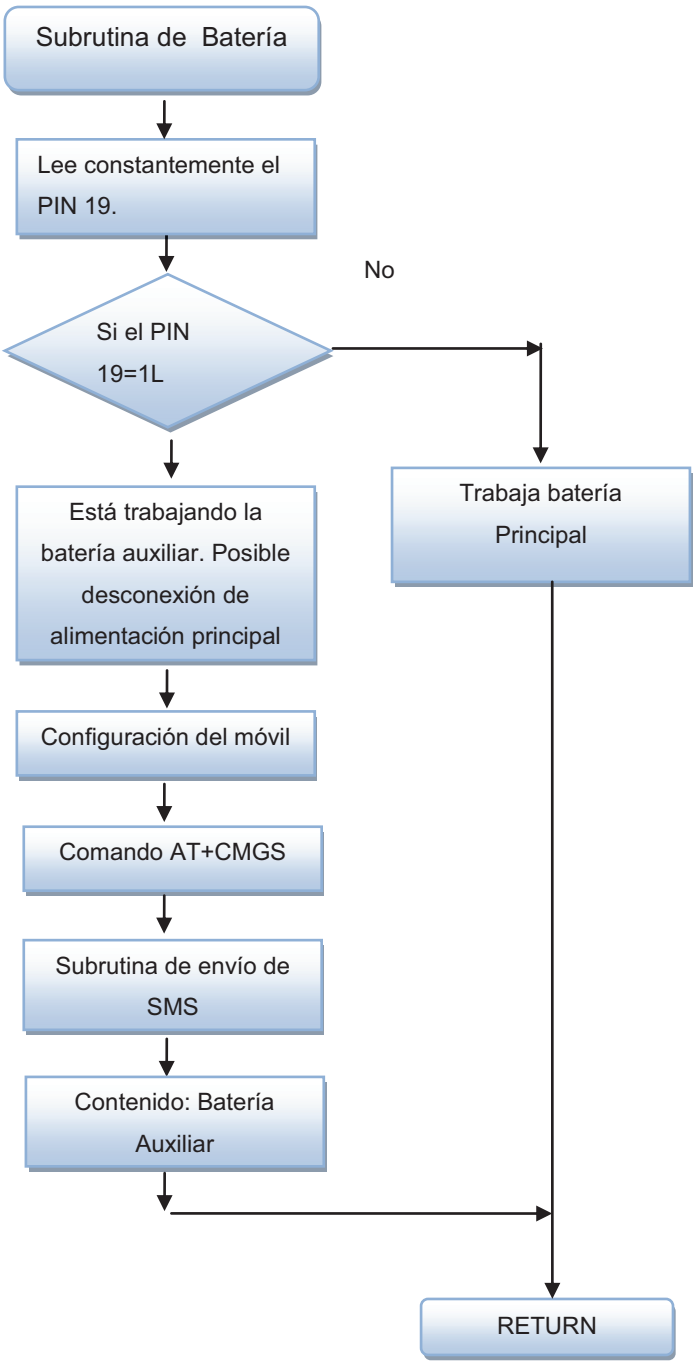


Figura 3.11 Desconexión de la Batería principal

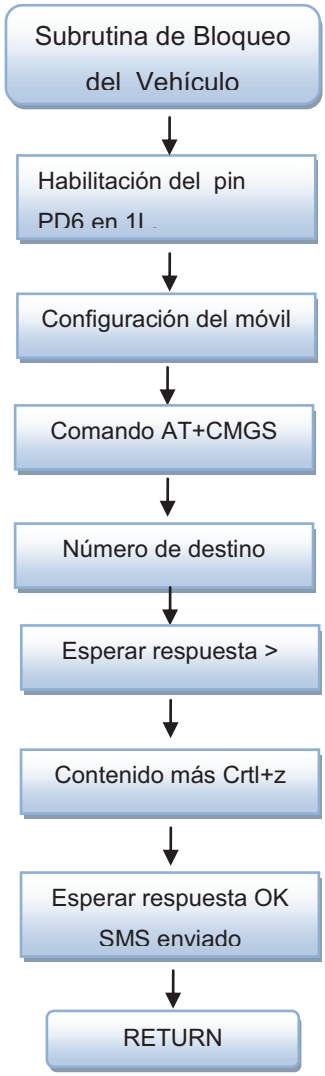


Figura 3.12 Bloqueo del vehículo

3.10 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.10.1 SOFTWARE DE INTERFAZ "LABVIEW" [17]

3.10.1.1 Descripción [17]

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*), es un sistema de desarrollo basado en programación gráfica orientado a producir aplicaciones para instrumentos. Integra una seria de librerías para comunicación con instrumentos electrónicos como GPIB, RS232 o RS485 con tarjetas de

adquisición de datos, sistemas de adquisición y acondicionamiento como VXI o SCXI, comunicaciones en redes TCP/IP, UDP, o con estándares de software COM, OLE,DDE,DLL o ActiveX para Windows, así como AppleEvents para MacOS o PIPE para UNIX.

Los programas realizados en LabVIEW se llaman instrumentos virtuales “VI”, ya que tienen la apariencia de los instrumentos reales; sin embargo, poseen analogías con funciones provenientes de lenguajes de programación convencionales.

Cada VI en LabVIEW cuenta con dos interfaces: panel frontal y diagrama de bloques. Adicionalmente cada una cuenta con paletas que contienen los objetos necesarios para implementar y desarrollar tareas. En la figura 3.13 se aprecian las dos interfaces.

3.10.1.1.1 Panel Frontal

Es la interfaz gráfica que simula el panel de un instrumento real, permite la entrada y salida de datos. Puede contener pulsadores, perillas, botones, gráficos, en general controles e indicadores.

3.10.1.1.2 Diagrama de Bloques

El diagrama de bloques contiene el código fuente gráfico de VI; posee funciones y estructuras que relacionan las entradas con las salidas creadas en el panel frontal.

3.10.1.1.3 Paleta de Herramientas

La Paleta de Herramientas contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos del panel (Ver figura 3.14).

3.10.1.1.4 Paleta de Controles

Es utilizada única y exclusivamente en el panel frontal y contiene los objetos necesarios para crear una interfaz de entrada y salida de datos (controles e indicadores).

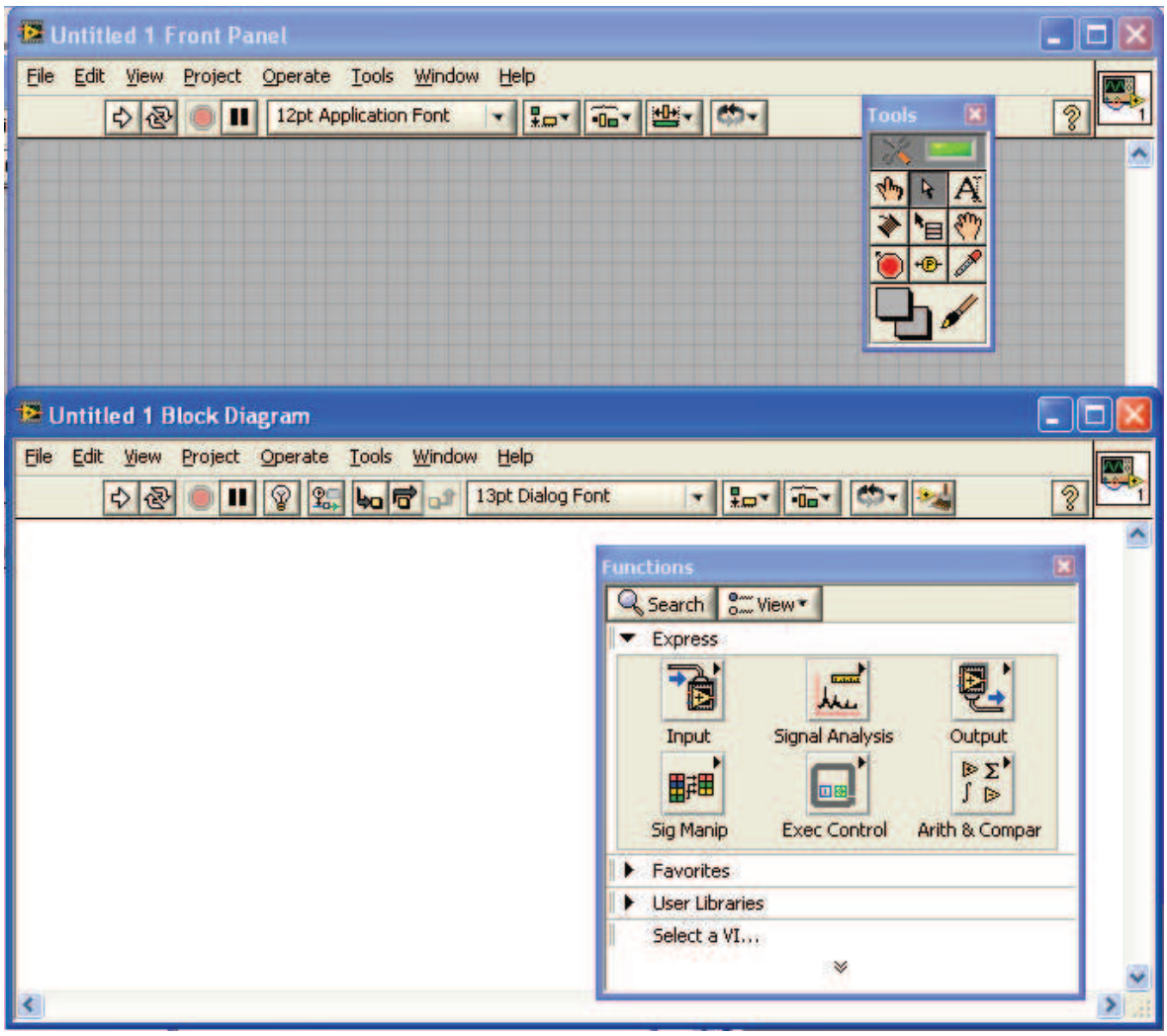


Figura 3.13 Panel Frontal y Diagrama de Bloques de programación

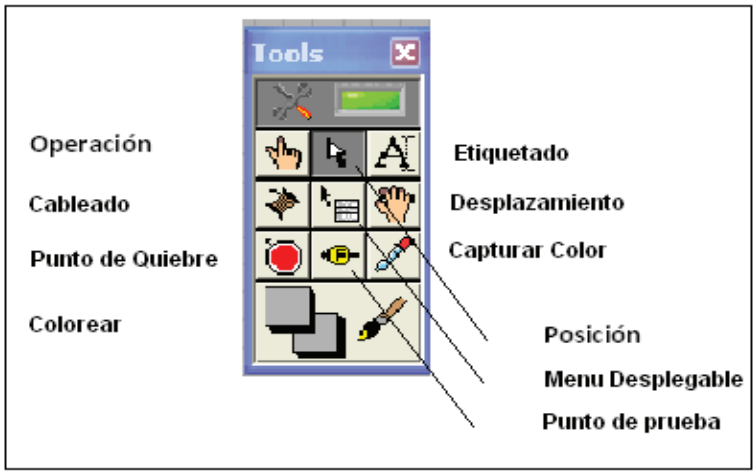


Figura 3.14 Paleta de Herramientas

Para obtener la paleta se accede con un clic en View / Controls Palette o dando un clic derecho sobre el panel frontal (Ver figura 3.15).

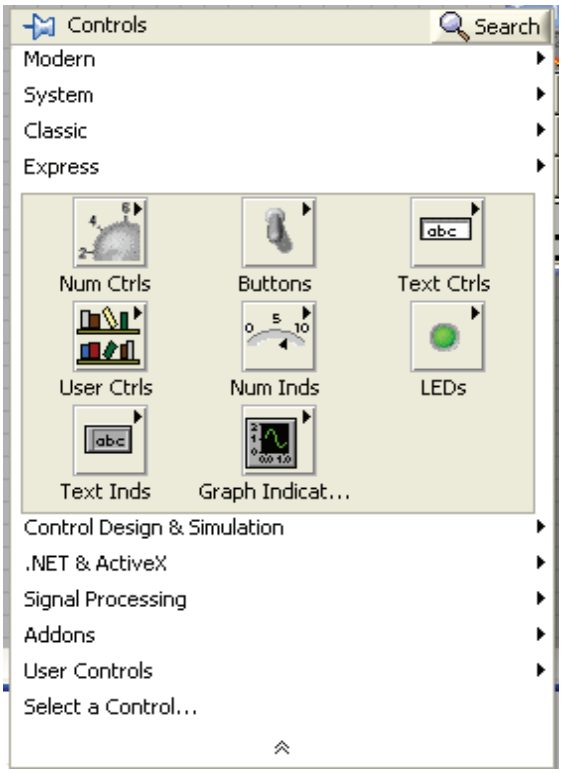


Figura 3.15 Paleta de Controles

3.10.1.1.5 Paleta de Funciones

Es utilizada únicamente en el diagrama de bloques y contiene todos los objetos para crear y editar el código fuente (Ver figura 3.16).

Para obtener esta paleta se ingresa en la barra de menús a la opción View / Functions Palette o haciendo clic derecho en el diagrama de bloques.

3.10.1.2 Tipos de datos numéricos

Los datos numérico son de diferentes tipos según su naturaleza y el tamaño que ocupan en memoria (Ver figura 3.17 y Tabla 3.3).

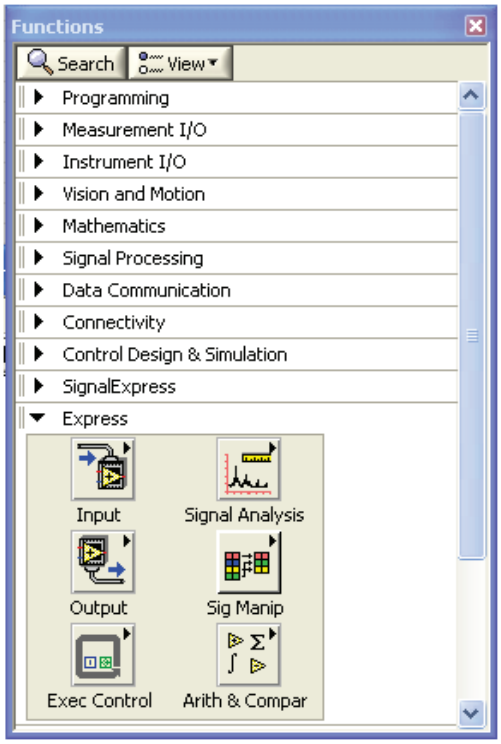


Figura 3.16 Paleta de Funciones

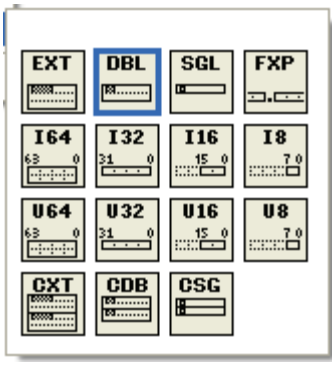


Figura 3.17 Datos Numéricos

TIPO		COLOR	BITS
ENTERO-LONG	**I32**	Azul	32 (4 bytes)
ENTERO-WORD	**I16**	Azul	16 (2 bytes)
ENTERO-BYTE	**I8**	Azul	8 (1 bytes)
NATURAL-LONG	**U32**	Azul	32 (4 bytes)
NATURAL-WORD	**U16**	Azul	16 (2 bytes)
NATURAL-BYTE	**U8**	Azul	8 (1 bytes)
REAL- EXTENDIDO	**EXP**	Naranja	128 (12 bytes)
REAL- DOBLE	**DBL**	Naranja	64 (8 bytes)
REAL- SIMPLE	**SGL**	Naranja	32 (4 bytes)
COMPLEJO- EXTENDIDO	**CXT**	Naranja	2 *128 (24 bytes)
COMPLEJO- DOBLE	**CBD**	Naranja	2 *64 (16 bytes)
COMPLEJO- SIMPLE	**CSG**	Naranja	2 *32 (8 bytes)

Tabla 3.3 Descripción de los Datos Numéricos

3.10.1.3 Barra de herramientas del panel frontal

La barra de herramientas realiza las acciones de ejecución, depuración, y organización de los VI (Ver figura 3.18).

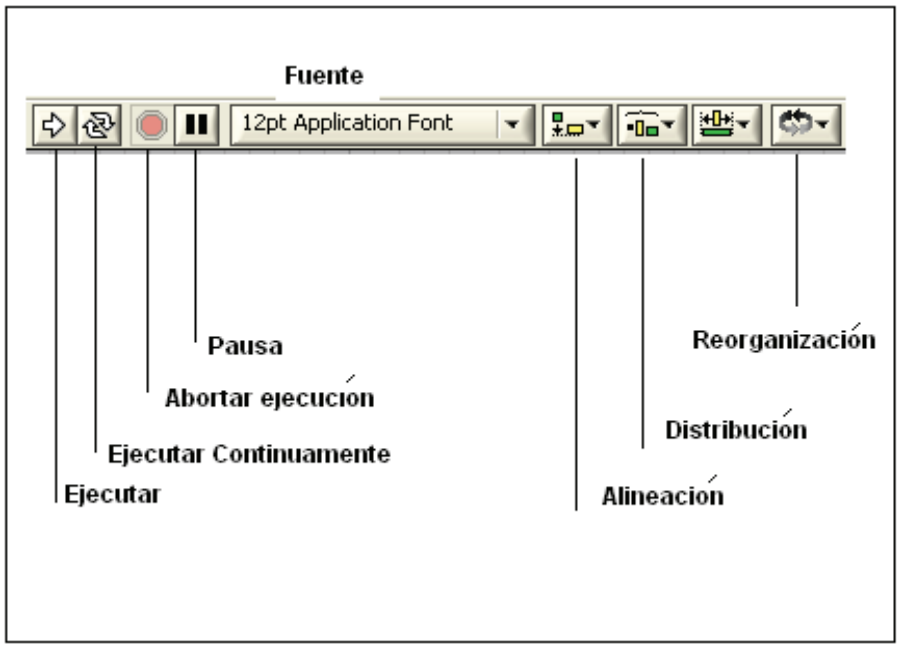


Figura 3.18 Barra de Herramientas

3.10.1.3.1 Ejecutar

Botón para "correr" la aplicación, su forma varía de acuerdo al nivel jerárquico donde se ejecute (Ver figura 3.19).

Figura 3.19 Botón Ejecutar

Botón Ejecutar cuando se "corre" una aplicación a nivel superior.

Botón Ejecutar cuando se "corre" una aplicación a nivel inferior.

Botón Ejecutar cuando hay problemas con el código que impide "correr" la aplicación. Haciendo clic sobre él se pueden localizar las causas del problema.

3.10.1.3.2 Ejecutar Continuamente

Botón para ejecutar la aplicación repetidamente hasta que sea presionado de nuevo o se presione el botón abortar (Ver figura 3.20).

Figura 3.20 Botón Ejecutar Continuamente

Apariencia del botón cuando un VI se está ejecutando continuamente.

3.10.1.3.3 Abortar Ejecución

Aborta la ejecución de una aplicación (Ver figura 3.21).

Figura 3.21 Botón Abortar Ejecución

Apariencia del botón Abortar cuando un VI se está ejecutando.

3.10.1.3.4 Pausar

Botón para pausar la aplicación. Si se presiona nuevamente, la ejecución continuará (Ver figura 3.22).

Figura 3.22 Botón Pausar

Apariencia del botón Pausar cuando un VI está pausado.

3.10.1.3.5 Fuentes

Menú para seleccionar tipos de letra en objetos y textos (Ver figura 3.23).

Figura 3.23 Barra de selección tipo de letra

3.10.1.3.6 Alineación

Permite alinear objetos tanto en el panel frontal como en el diagrama de Bloques (Ver figura 3.24).

Figura 3.24 Botón de Alineación

3.10.1.3.7 Distribución

Permite distribuir uniformemente objetos tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques (Ver figura 3.25).

Figura 3.25 Botón de Distribución de Objetos

3.10.1.3.8 Reorganización

Permite reorganizar la posición de los objetos tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques (Ver figura 3.26).

Figura 3.26 Botón de Reorganización de Objetos

3.10.1.4 Comunicación serial con LabVIEW

3.10.1.4.1 Puerto serial de Comunicación

Visa Configure Serial Port, permite configurar todos los parámetros para establecer una comunicación serial entre la interfaz HMI y un dispositivo electrónico que puede ser un microcontrolador, un teléfono celular, etc. Los

parámetros a configurar son: puerto de comunicación, velocidad de transmisión, bits de datos, paridad, y bits de stop (Ver figura 3.27).

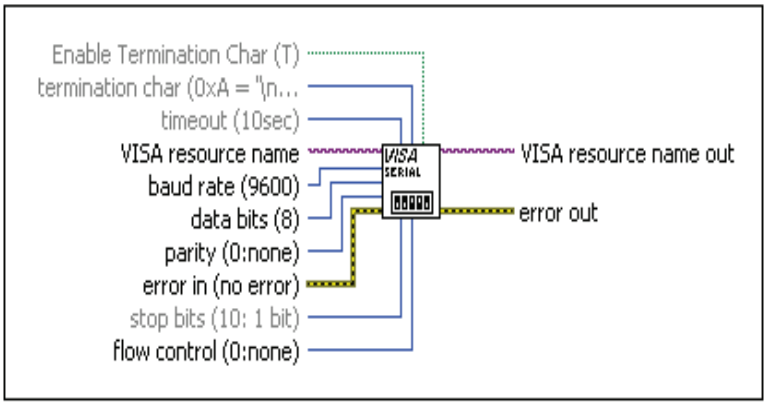


Figura 3.27 *Visa Configure Serial Port*

3.10.1.4.2 Escritura en el puerto serial

Visa Write: esta función permite escribir en el puerto serial, con el proposito de enviar los datos desde el PC hacia el teléfono móvil. Los parámetros a considerar en esta función son: el puerto de comunicación y el *buffer* de escritura donde se escriben todos los datos que serán enviados al móvil en la estación. En la figura 3.28 se describe la función de escritura.

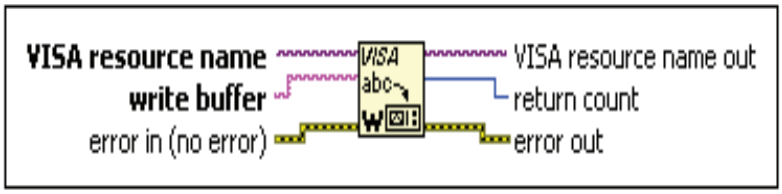


Figura 3.28 *Visa Write*

3.10.1.4.3 Lectura en el puerto serial

Visa Read: esta función permite leer la información en el puerto serial, que proviene de un dispositivo. Los parámetros a considerar son: el puerto de comunicación, el número de datos que van a ser leídos; la información se almacena en el *buffer* de lectura. En la figura 3.29 se describe la función de lectura.

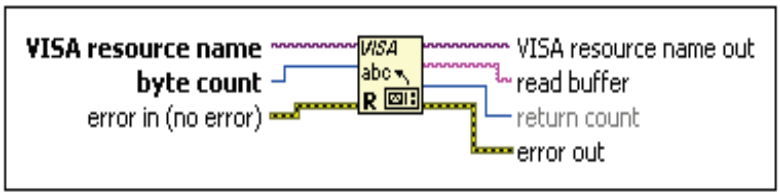


Figura 3.29 *Visa Read*

3.10.1.4.4 Cierre del puerto serial

Visa Close: esta función permite liberar el puerto de comunicación para ser utilizado por algún otro dispositivo. En la figura 3.30 se describe la función *Close*.

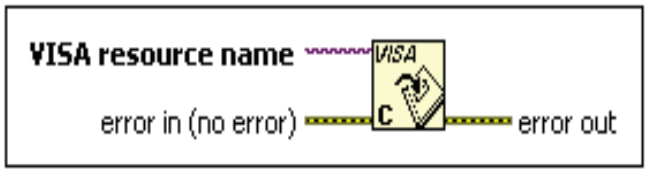


Figura 3.30 *Visa Close*

3.10.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA EN LABVIEW PARA EL SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR

3.10.2.1 Descripción

La interfaz HMI desarrollada en el software Labview, cuenta con seis ventanas de aplicación para el monitoreo de los vehículos asociados a este sistema. Las ventanas son:

- Presentación y Configuración del teléfono Móvil Local
- Lectura de los mensajes de texto
- Consultar usuario en la base de datos
- Crear un usuario nuevo en la base de datos
- Consultar Posición Vehicular
- Envío de posición vehicular mediante un *e-mail*

3.10.2.1.1 Presentación y Configuración del Móvil

En la pantalla principal, se configura la comunicación serial entre el móvil local y la interfaz (HMI), en la cual el usuario o administrador ingresa el puerto de comunicación y la velocidad de transmisión de datos, mientras que la cantidad de

bits de datos, los bits de stop y paridad son configurados en el diagrama de bloques directamente (Ver figura 3.31).

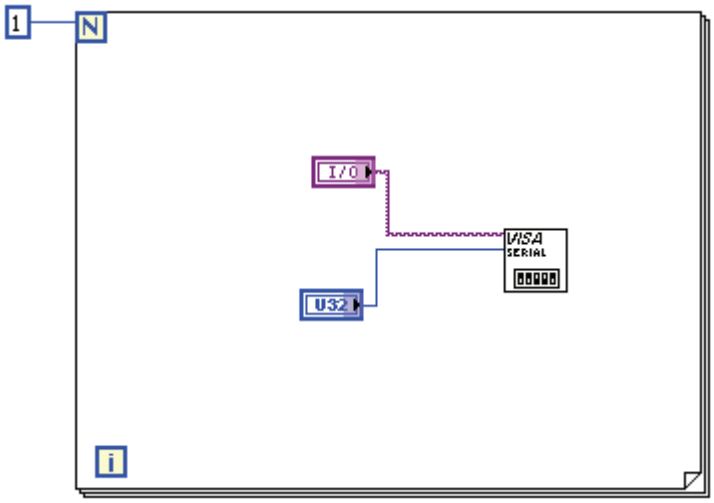


Figura 3.31 Configuración de parámetros de la Comunicación Serial

Al igual que el móvil remoto se configuró mediante el microcontrolador, en el móvil local de la estación de monitoreo, se debe configurar los valores iníciales mediante comandos AT, siendo estos AT&F, AT+CMGF=1, AT+CPMS=”ME” (Ver figuras 3.32).

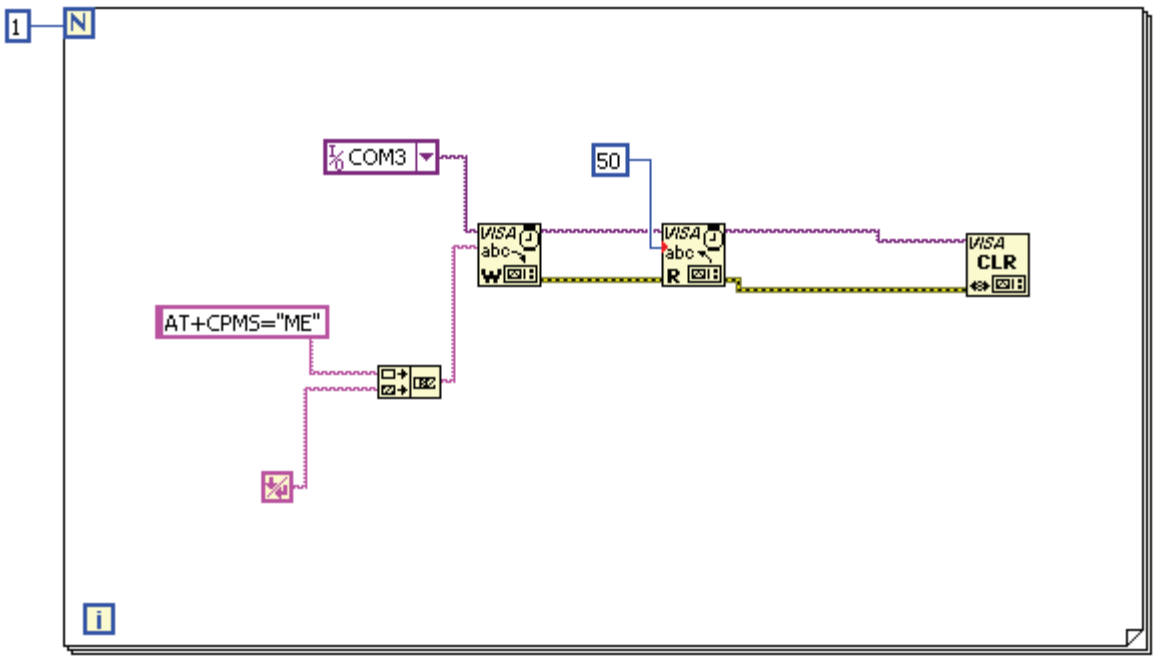


Figura 3.32 Configuración del teléfono móvil local

3.10.2.1.2 Lectura de Mensajes de Texto

Los mensajes de texto son almacenados en la memoria de teléfono móvil, de donde se lee toda la información que ha sido dividida en dos partes la primera que corresponde a los datos de usuario y la segunda al contenido del SMS, donde se registra la posición del vehículo, en formato de latitud y longitud (Ver figura 3.33).

Los datos de usuario almacenados en la memoria del teléfono móvil corresponden a:

- Código de Usuario
- Numero del móvil
- Fecha del mensaje
- Hora del mensaje

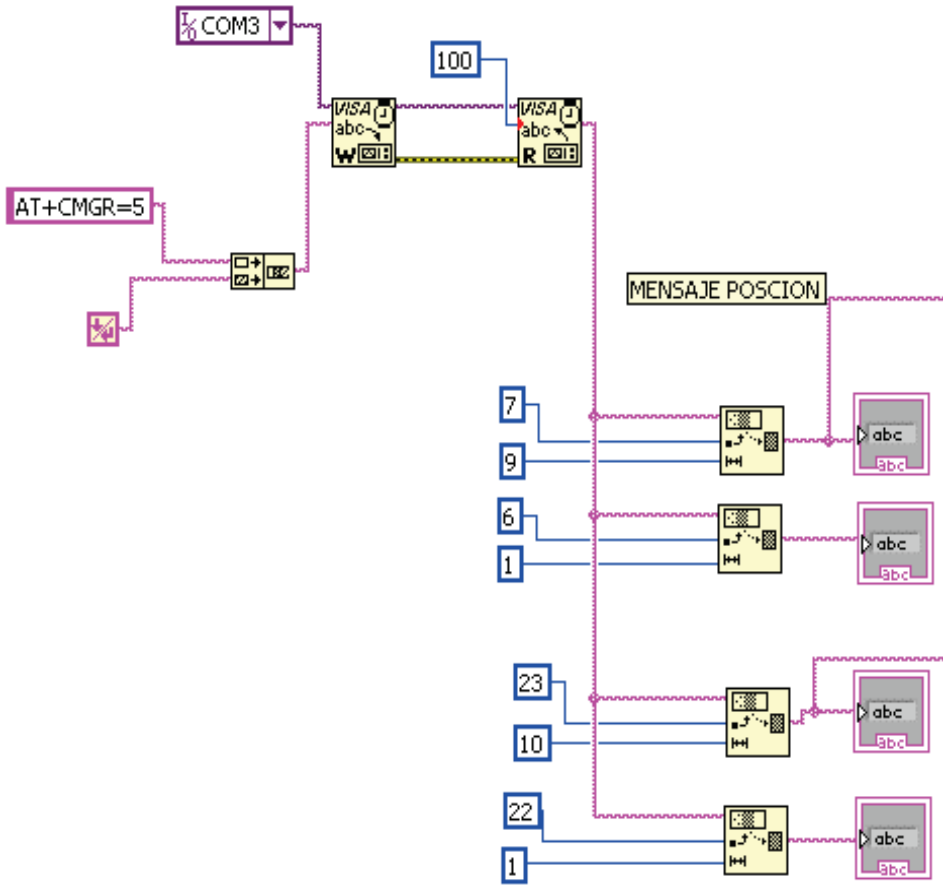


Figura 3.33 Lectura de la posición vehicular

La información correspondiente a la posición vehicular se calcula en función de las horas, minutos, y segundos, para esto se realiza un cálculo matemático (Ver figura 3.34).

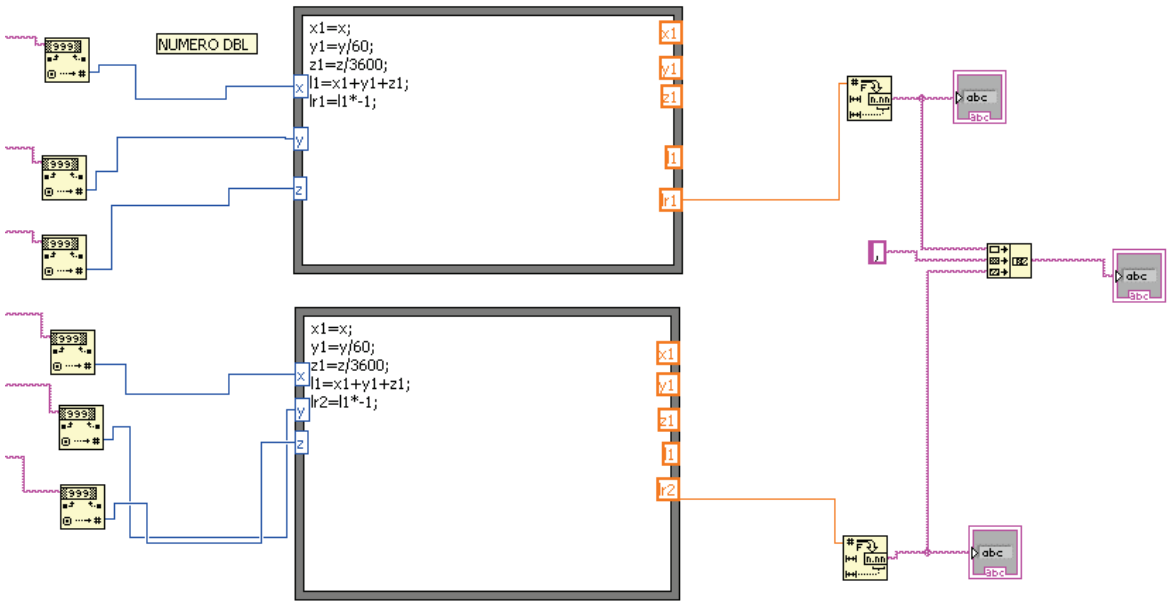


Figura 3.34 Posicionamiento vehicular formato latitud y longitud

3.10.2.1.3 Consultar Usuario

Los usuarios que pertenecen al sistema de seguridad vehicular, son ingresados a una base de datos donde son registrados. A los usuarios se les asigna un código de identificación, el mismo que corresponde a los cuatro últimos dígitos del móvil de usuario más las iníciales del nombre. La información se almacena en un archivo de texto, haciendo uso de la paleta File I/O, la misma que permite buscar el archivo correspondiente al usuario seleccionado y de esta manera obtener la información de cada persona desplegada de la siguiente manera (Ver las figuras 3.35 y 3.36).

- Nombre Usuario
- Apellido Usuario
- Ciudad
- Marca del Vehículo
- Número de Placa
- Número telefónico fijo
- Número telefónico móvil

- Número telefónico de un familiar
- Correo Electrónico

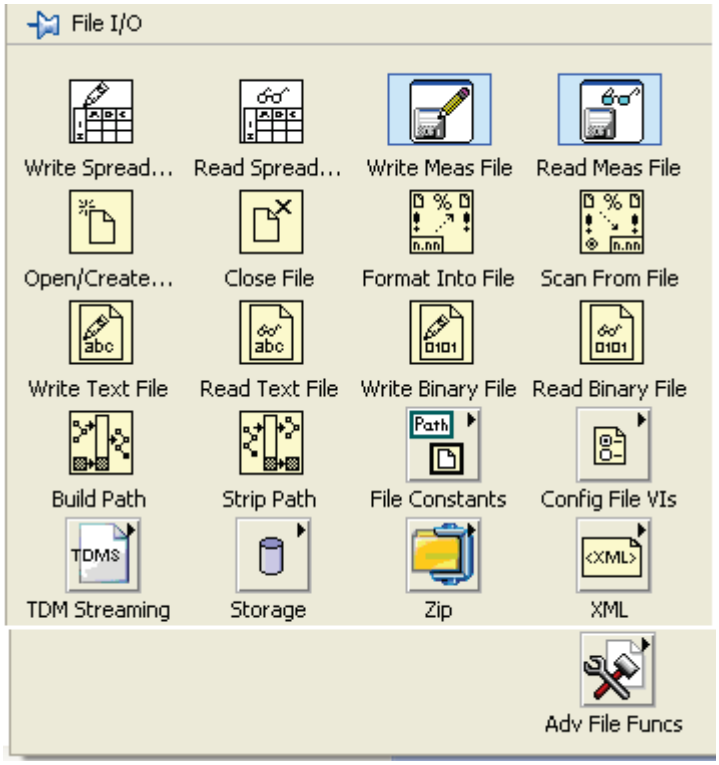


Figura 3.35 Paleta File I/O

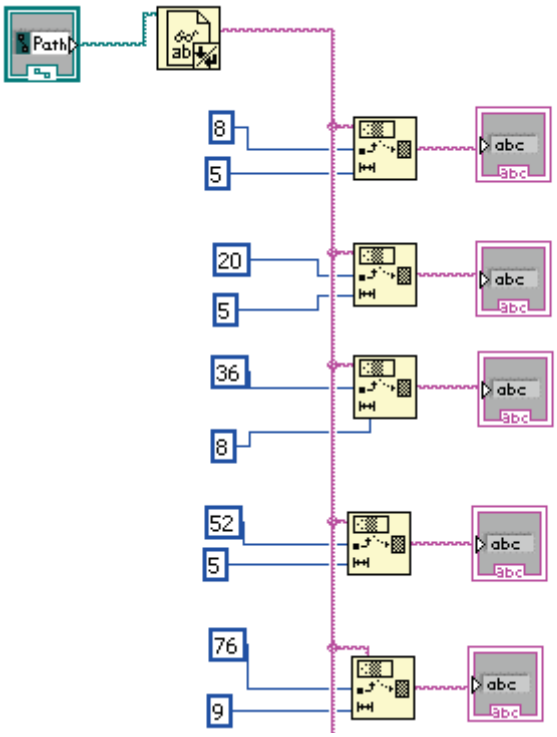


Figura 3.36 Clasificación de la Información de Usuario

3.10.2.1.4 Crear Usuario

La interfaz HMI permite crear diferentes usuarios, para incorporar en la base de datos. Para realizar esta acción se busca la carpeta donde se almacenará el archivo, se ingresa toda la información y se envía a guardar (Ver figura 3.37).

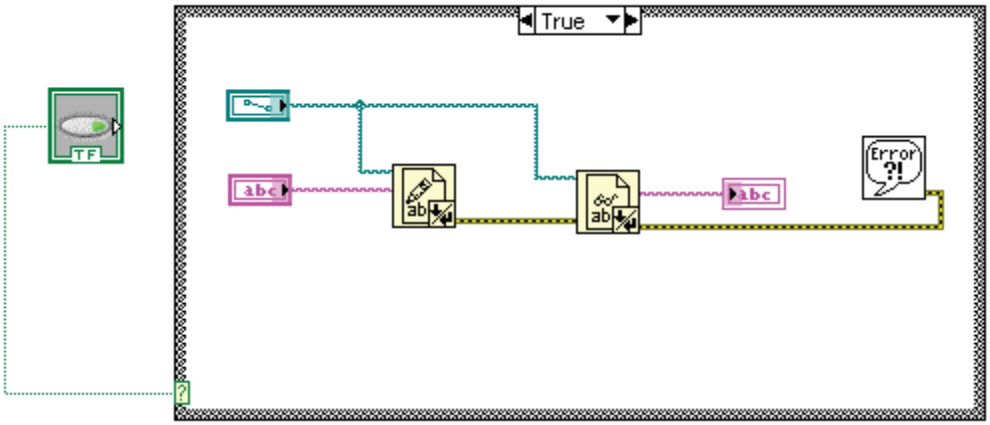


Figura 3.37 Crear Nuevo Usuario

3.10.2.1.5 Posición Vehicular

Luego de haber leído el mensaje y la posición vehicular, se realiza una búsqueda en la web, con la ayuda de Google Maps. Para esto se ingresa y realiza la búsqueda en Google, luego se ingresa la posición vehicular y el sistema indica la ubicación exacta del vehículo proporcionado el nombre de las avenidas e intersecciones donde éste se encuentra (Ver figura 3.38).

3.10.2.1.6 Envío de Posición Vehicular

Una vez establecida la ubicación del vehículo, se envía esta información al correo electrónico personal del usuario, En este correo se transmite la posición exacta del vehículo con el nombre de las avenidas e intersección y el sector de ubicación dentro de la ciudad (Ver figura 3.39).

El *e-mail* con la información se envía, adicionalmente dependiendo de la situación y el requerimiento del usuario a un familiar y al correo electrónico propio del sistema de seguridad para tener un respaldo de toda la información transmitida.

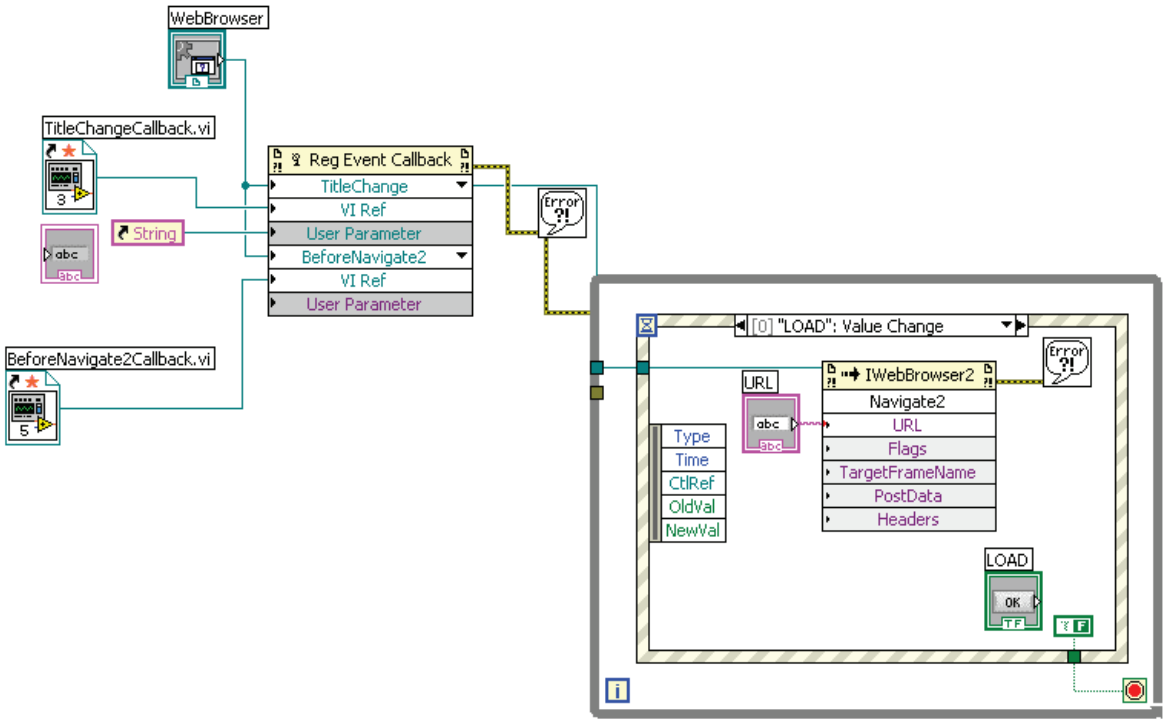


Figura 3.38 Ubicación del Vehículo

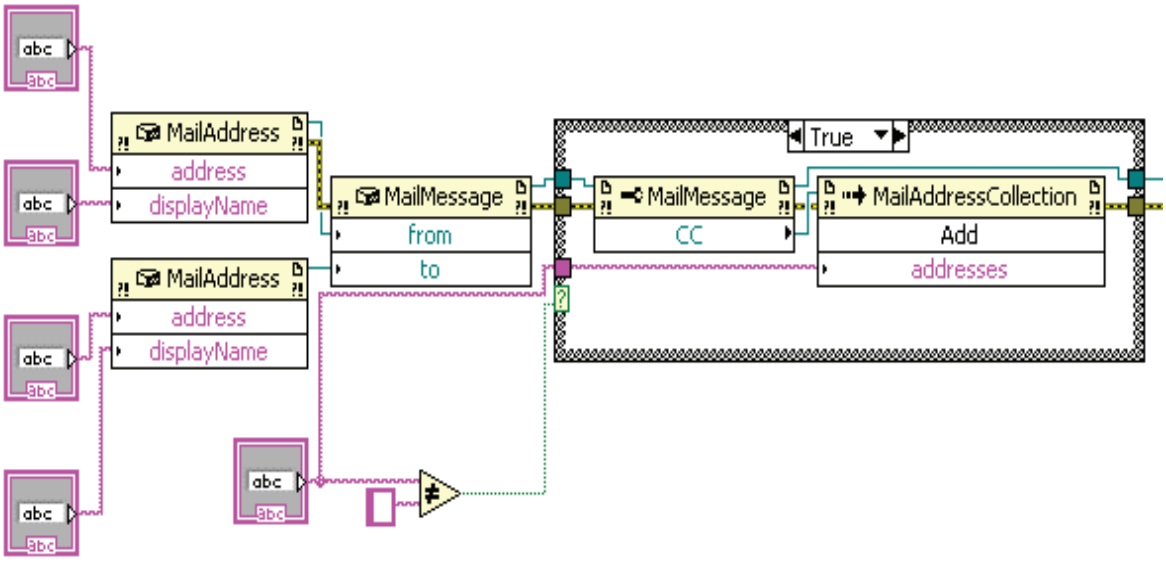


Figura 3.39 Envío de posición vehicular

CAPÍTULO 4
PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD, COSTOS

4.1 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA (SSV)

Al inicio del proyecto se verificó y comprobó por separado cada parte que conforma el Sistema de Seguridad Vehicular (SSV).

En el desarrollo del proyecto se realizaron pruebas de ejecución fuera de la aplicación y posteriormente se ejecutaron como parte de la aplicación.

4.1.1 PRUEBAS PREVIAS A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

4.1.1.1 Comunicación entre el PC y el teléfono móvil

Con el objetivo de determinar la comunicación serial entre el móvil Sony Ericsson 7290 con el PC, para verificar el manejo de los comandos AT y el estado del puerto de comunicación del móvil, se realizó una comunicación con el emulador HyperTerminal. Inicialmente se configuraron los parámetros para establecer la comunicación como la velocidad de transmisión establecida en 38400 bits/s, 8 bits de datos, paridad ninguna, 1 bit de parada, tal como se observa en la figura 4.1.

En esta comunicación se prueba cada uno de los comandos AT, y la configuración del teléfono móvil. Al transmitir el primer comando AT se tiene como respuesta un OK, que indica que se estableció ya una comunicación. Posteriormente se envía el comando AT+CMGF=1 para seleccionar el modo de los SMS en formato texto para finalmente enviar el comando AT+CPMS=”ME” para almacenar los SMS en la memoria del teléfono (Ver la figura 4.2).

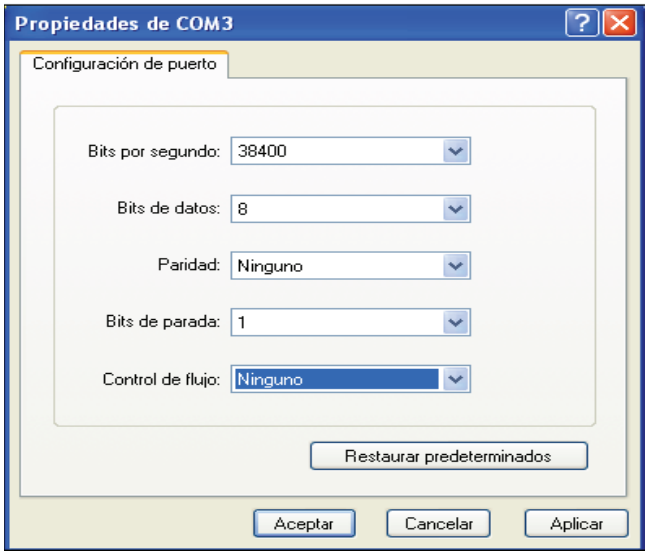


Figura 4.1 Parámetros de Comunicación Móvil con HyperTerminal

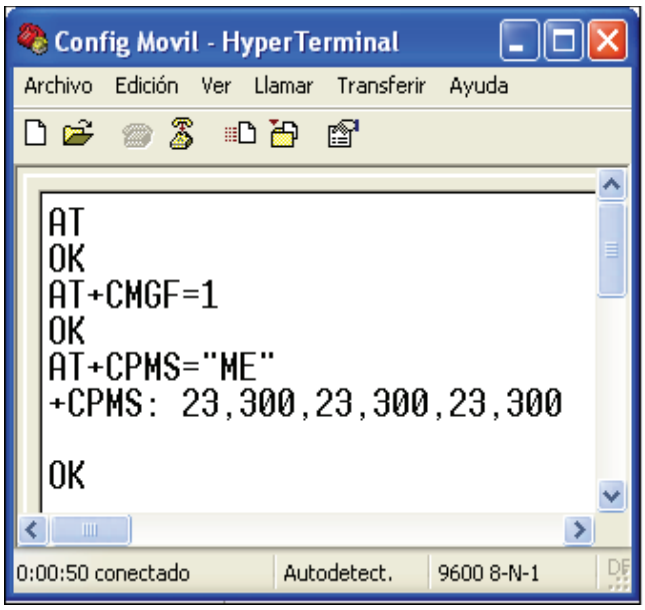


Figura 4.2 Configuración del Móvil local con HyperTerminal

En la unidad de monitoreo el sistema de seguridad lee los SMS que ingresan al móvil, para lo cual la interfaz HMI utiliza el comando AT+CMGR el mismo que permite la lectura de un SMS almacenado en el teléfono.

El comando AT+CPMS permite seleccionar la localidad de memoria del teléfono móvil de la central de monitoreo, donde se almacenará todo la información que ingrese al móvil en forma de un SMS.

En la figura 4.3 se representa la lectura de un mensaje almacenado en la localidad de memoria del móvil. Para este ejemplo se ha solicitado la lectura del SMS ubicado en la posición número 5; en el SMS se aprecia el número del remitente, la fecha de envío, hora de transmisión y el contenido del mensaje.

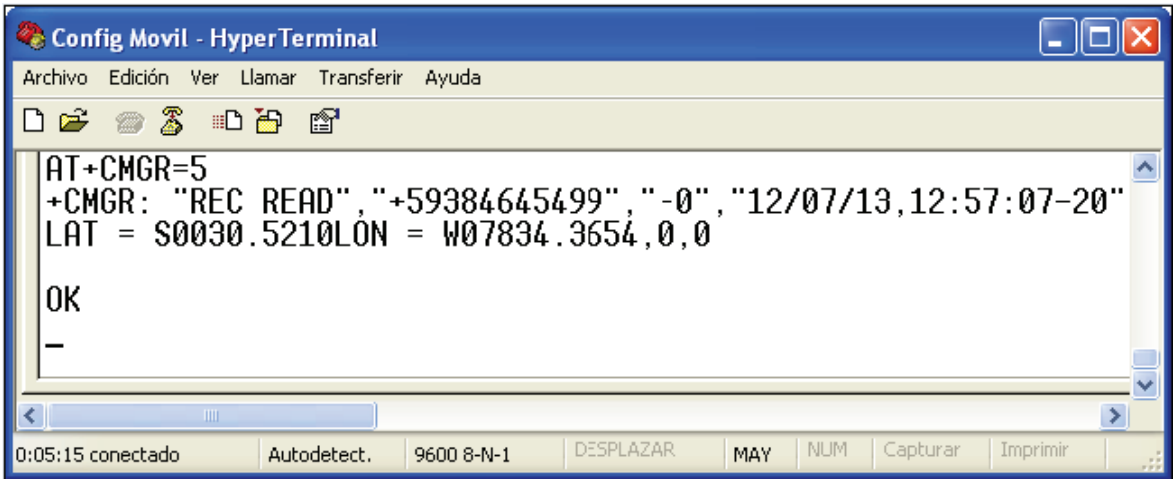


Figura 4.3 Lectura de un SMS desde HyperTerminal

El envío de un SMS desde HyperTerminal se observa en la figura 4.4. El comando AT+CMGS permite ejecutar esta acción, se coloca el número del destinatario entre comillas “08XXXXXXX” seguido de un ENTER, finalmente el móvil responde y se escribe el contenido del SMS seguido de CTRL+Z; automáticamente el móvil envía el SMS al destinatario.

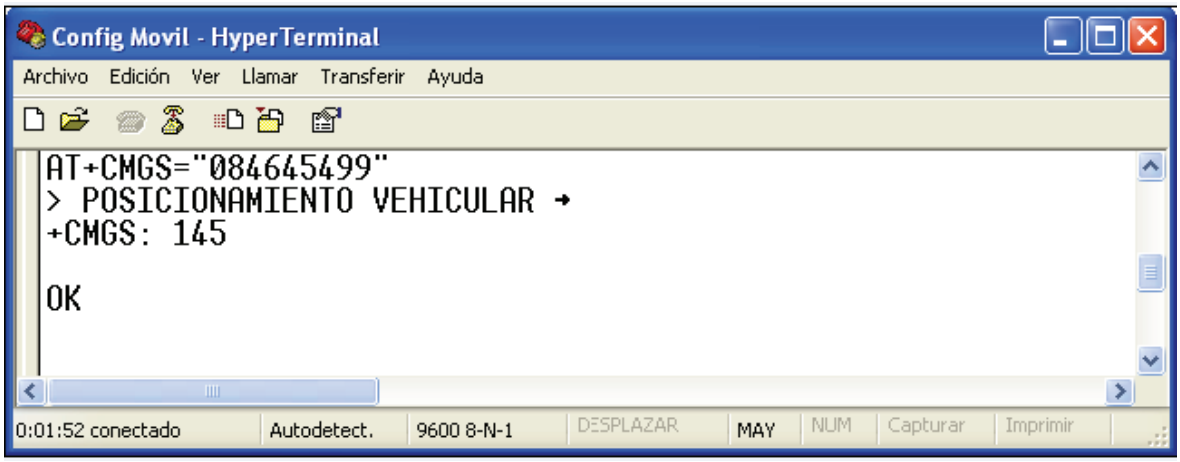


Figura 4.4 Envío de un SMS desde el teléfono móvil con HyperTerminal

4.1.1.2 Comunicación entre el PC y el GPS

Durante la comunicación entre el PC y el módulo GPS se verificó la información que genera el GPS de acuerdo a las normas NMEA, determinando cual se ajustaría de mejor manera al proyecto para obtener la mayor información y beneficio de cada uno de los datos que proporciona GPRMC. Se realizó una comunicación RS232, obteniendo de esta manera todos los datos de tiempo, latitud, altitud, etc.

Inicialmente en HyperTerminal, se configuran los parámetros para establecer la comunicación con una velocidad de transmisión de 4800 bits/s (manual GPS), 8 bits de datos, paridad ninguna, 1 bit de parada. Las tramas de datos obtenidas con las normas NMEA se aprecian en la figura 4.5.

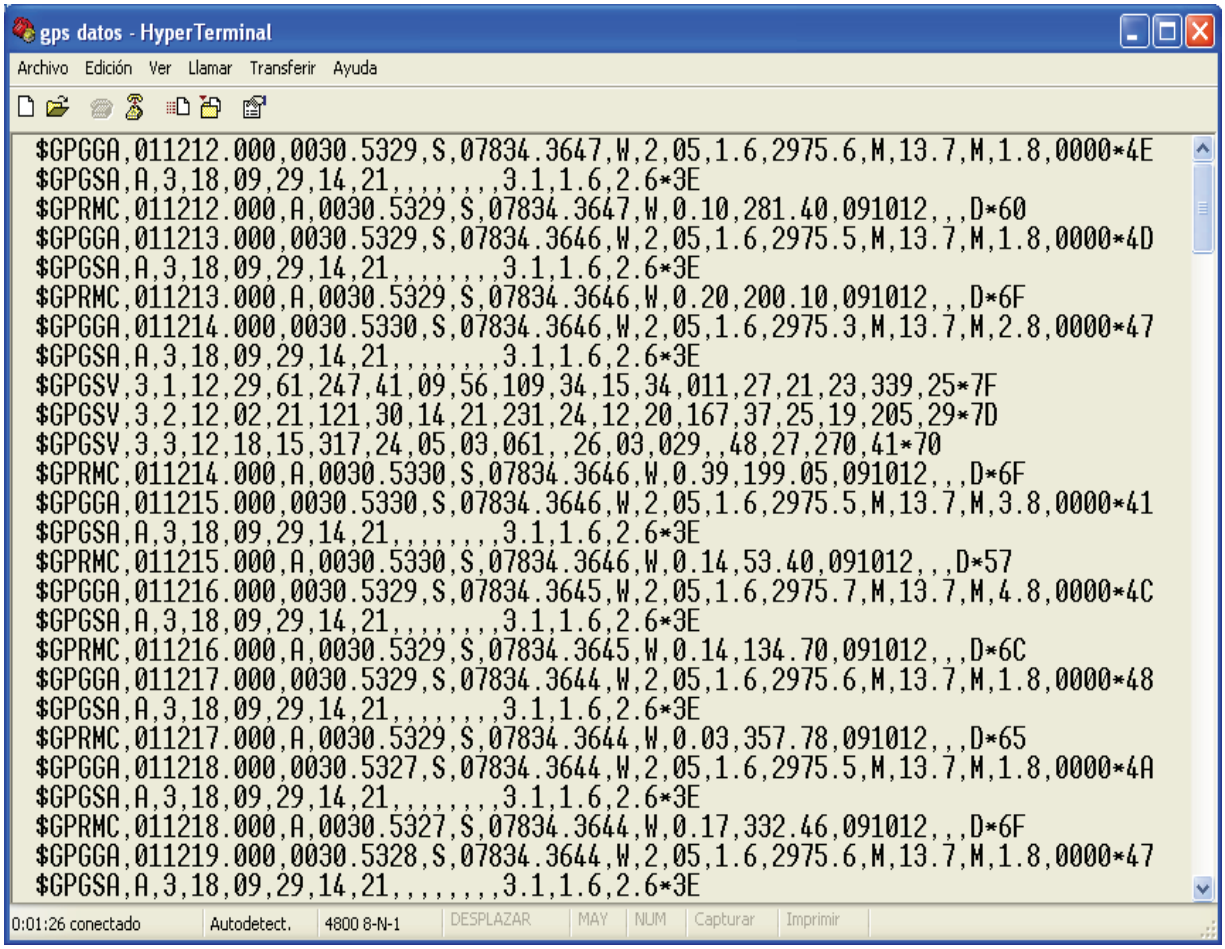


Figura 4.5 Comunicación PC-GPS con HyperTerminal

4.1.2 PRUEBAS PUESTA EN MARCHA

Posterior a las pruebas previas a la ejecución de proyecto, se realizaron las pruebas de puesta en marcha simulando el proyecto con la placa y los elementos de entrada y salida como finales de carrera, pulsadores de emergencia o pánico, comunicaciones entre microcontrolador-GPS y microcontrolador-móvil, obteniéndose resultados adecuados, por lo que se procedió al montaje de los equipos en el vehículo.

4.1.2.1 Descripción y montaje de elementos

Los finales de carrera instalados en cada una de las puertas se ubicaron cuidadosamente con el objetivo de no ser visibles, cuidando la parte estética y seguridad de los elementos y acometidas; en la instalación se usó la misma guía de paso de cables propios del vehículo.

Los pulsadores de pánico se instalaron en puntos estratégicos y seguros donde solo tenga conocimiento el dueño del vehículo, y sea de difícil acceso.

4.1.2.2 Configuración del móvil

Al energizar el sistema de seguridad el primer paso que se realiza es configurar el móvil, de manera que el equipo esté listo para poder realizar las acciones de lectura y transmisión de mensajes de texto; si por alguna razón el equipo no se encuentra conectado al puerto o se encuentra apagado el sistema no continuará con el proceso de seguridad. La pantalla que determina que el móvil ha sido configurado se observa en la figura 4.6.

Figura 4.6 Configuración del teléfono móvil remoto sistema puesta en marcha

4.1.2.3 Verificar Estados

El sistema de seguridad básicamente se desarrolla en un lazo donde continuamente verifica el estado de la batería o alimentación que se encuentra energizando el circuito y verifica los botones de pánico o auxilio instalados en el vehículo, considerando que si la batería principal es desconectada entraría a alimentar la batería auxiliar, para esto el sistema reconoce qué batería está operativa, tal como se observa en las figuras 4.7 y 4.8 respectivamente.

Figura 4.7 Estado de Batería sistema puesta en marcha

Figura 4.8 Estado de Botones de pánico sistema puesta en marcha

4.1.2.3.1 Verificación del Estado de la Batería

En el caso que la batería principal haya sido desconectada el sistema reconoce esta acción, y se direcciona al menú estado de batería. Posteriormente envía un mensaje de texto al usuario con la posición del vehículo, con el propósito que si la batería tarda unos minutos en descargarse se tenga un registro de la posición si se ha producido un robo vehicular, informando este particular para que se tomen las medidas necesarias. El menú estado batería se observa en la figura 4.9.

Figura 4.9 Estado de la Batería sistema puesta en marcha

4.1.2.3.2 Estado Botones de Pánico

El estado botones de pánico se acciona cuando uno de los tres botones instalados en el vehículo ha sido activado; normalmente esta acción se produce en el caso de un secuestro o cuando el usuario se encuentre en una situación de riesgo o peligro. Posteriormente a esta acción el sistema automáticamente envía un SMS a la central de monitoreo y a un familiar del usuario para informar lo ocurrido, el sistema también envía la posición vehicular a la central de monitoreo para determinar la posición del vehículo en el instante que se activo el botón de pánico. Este menú se visualiza en la figura 4.10.

Figura 4.10 Envío del SMS generado por el Botón de Pánico

4.1.2.4 Leer Mensaje de Texto

Los mensajes de texto que ingresan al móvil remoto, son previamente seleccionados para diferenciar que ha ingresado un mensaje con la codificación exacta para que cumpla una función en el sistema de seguridad, o si se trata de un mensaje erróneo ingresado por equivocación. La lectura de los mensajes se realiza en dos subrutinas lectura del número y lectura del contenido.

4.1.2.4.1 Leer número

En esta subrutina se lee el número del remitente por seguridad y se almacena, pero no se discrimina un número de teléfono extraño, ya que el dueño del vehículo si ha sufrido un robo del celular puede hacer uso de otro equipo y comandar el sistema de seguridad sin ningún problema, lo importante es que conozca los códigos de acceso. En la figura 4.11 se observa esta subrutina.

Figura 4.11 Lectura del número del SMS que ingresa al SSV

4.1.2.4.2 Leer contenido

En la lectura del contenido del mensaje el usuario, comanda el sistema de seguridad para que cumpla las acciones requeridas, siendo estas:

- Consultar Posición Vehicular
- Verificar estado de puertas
- Bloquear el Vehículo
- Desbloquear el vehículo
- Realizar un *reset* del sistema de seguridad
- Ejecutar un código de error

Las subrutinas son ejecutadas siempre y cuando se verifique la contraseña que ingresa como el contenido del mensaje de texto, esta información se compara con las contraseñas asignadas al usuario y almacenadas en el programa del microcontrolador, si las contraseñas coinciden se ejecuta la subrutina que solicita el usuario. Por esta razón el usuario puede hacer uso de controlar y pedir información al SSV desde cualquier móvil que tenga acceso.

El código de error se ejecuta cuando por equivocación el usuario ingreso mal la contraseña o si cualquier usuario envió un SMS al sistema de seguridad; en este punto el usuario recibirá un SMS de código de error únicamente al número registrado como el móvil de usuario, por seguridad del sistema (Ver figura 4.12).

Figura 4.12 Lectura del contenido de un SMS al SSV

4.1.2.5 Bloqueo del vehículo

El bloqueo del vehículo actúa sobre el sistema de encendido limitando la alimentación de voltaje a través de un relé. El sistema de bloqueo puede realizarse a través de un mensaje de texto con el respectivo código o mediante una llamada telefónica al móvil remoto, ingresando por teclado un código

previamente suministrado al usuario del vehículo. Por seguridad, el bloqueo del vehículo debe realizarse cuando el auto esté estacionado. Luego de bloquearse el vehículo no se podrá encenderlo hasta desbloquear el vehículo; el usuario recibirá un mensaje de confirmación de la acción ejecutada, tal como se observa en la figura 4.13.

Figura 4.13 Bloqueo del vehículo sistema puesta en marcha

4.1.2.6 Desbloqueo del vehículo

El desbloqueo del vehículo solo se realizará mediante el envío de un mensaje al móvil remoto, el mismo que ejecutará la acción de energizar nuevamente el sistema de encendido. El usuario también recibirá un mensaje de confirmación de la ejecución que se ha realizado (Ver figura 4.14).

Figura 4.14 Desbloqueo del vehículo sistema puesta en marcha

4.1.2.7 Estado de puertas

El usuario puede estar informado del estado de apertura y cierre de puerta en el vehículo a través de un mensaje de texto enviado al sistema de seguridad.

El usuario para tener acceso a esta información enviará un SMS solicitando el estado del vehículo, como se observa en las figuras 4.15 y 4.16.

Figura 4.15 Vehículo abierto sistema puesta en marcha

Figura 4.16 Vehículo cerrado sistema puesta en marcha

4.1.2.8 Envío de un SMS

Cada acción ejecutada por el sistema de seguridad vehicular es informada al usuario para indicar y confirmar la acción; si el usuario no recibe la confirmación significa que no se ejecutó el requerimiento.

En la figura 4.17 se observa el momento que un mensaje es enviado.

Figura 4.17 Envío de un mensaje de texto al usuario

4.1.3 PRUEBAS EN LA INTERFAZ HMI

La interfaz grafica está diseñada de tal manera que sea lo más sencilla de interpretar y manejar en cada una de las ventanas para el desarrollo del monitoreo vehicular. La distribución de las ventanas se visualiza en la figura 4.18.

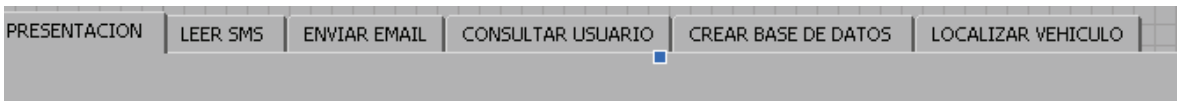


Figura 4.18 Ventanas de la interfaz gráfica

En la figura 4.19 se visualiza la pantalla principal del SSV, en esta ventana se configura la comunicación serial y el teléfono móvil.

4.1.3.1.1 Presentación y Configuración del Móvil

Al iniciar la interfaz hombre máquina se debe configurar los parámetros para la comunicación, siendo éstos; el puerto de comunicación, la velocidad de transmisión de datos.

Figura 4.19 Pantalla Principal de la aplicación

El teléfono móvil debe ser configurado cada vez que se inicialice la aplicación, de esta manera el móvil estará listo para recibir y almacenar todos los mensajes de texto que ingresan a la central de monitoreo.

Para garantizar que el móvil se ha configurado correctamente en la pantalla principal junto al símbolo de cada comando AT aparecerá un “OK”, garantizando que se realizó la comunicación entre el móvil y la HMI, y fue configurado (Ver figura 4.20).

Figura 4.20 Configuración de la comunicación y el móvil local

4.1.3.1.2 Lectura de Mensajes de Texto

En el momento en que el usuario solicita la posición del vehículo, el sistema remoto consulta su ubicación mediante el módulo GPS, y envía un SMS al móvil

local en el sistema de monitoreo; el administrador detecta la entrada de un mensaje y manda a leer la información, indicando:

- Código de Usuario
- Número del móvil
- Fecha y Hora que ingresó el SMS
- Posición Vehicular

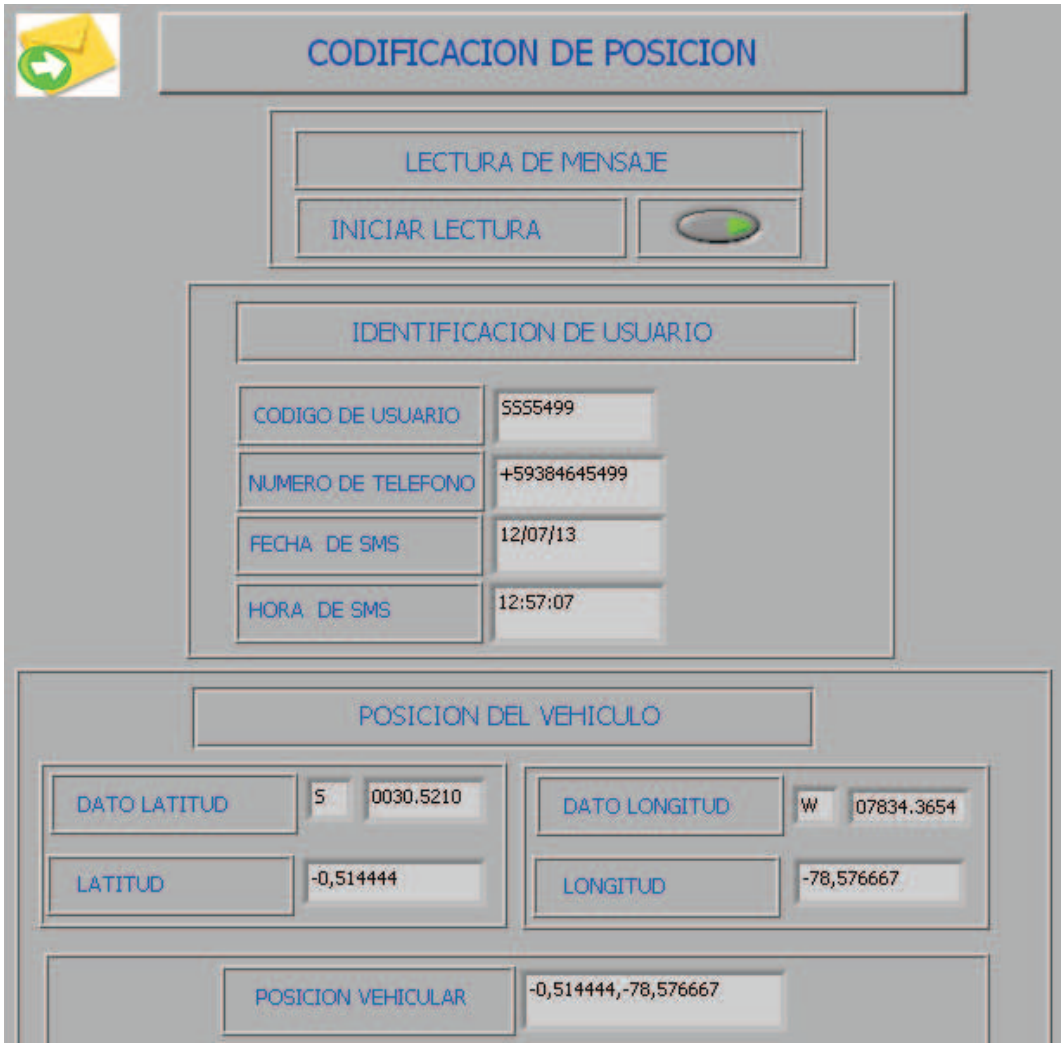


Figura 4.21 Lectura de los SMS que ingresan a la interfaz HMI

Es importante mencionar que la información enviada por el GPS tiene un formato diferente para establecer una localización en la web, la interfaz realiza las operaciones necesarias para obtener la información concreta de la posición del vehículo (Ver figura 4.21).

4.1.3.1.3 Consultar Usuario

En la lectura del contenido del mensaje se identifica al usuario, mediante esta información obtenida en la ventana Consultar Usuario se busca el archivo correspondiente al código de usuario y se despliega toda la información (Ver figura 4.22).

Figura 4.22 Desplegar información de usuario

4.1.3.1.4 Crear Usuario

Esta interfaz permite ingresar nuevos usuarios al sistema; para esto se debe seleccionar la carpeta donde se guardará el archivo, y proceder a completar toda la información (Ver figura 4.23).

4.1.3.1.5 Posición Vehicular

Una vez obtenida la información del usuario, y finalizada la lectura del mensaje de texto, se ingresará la posición vehicular en la web de Google Maps, obteniendo de esta manera la posición exacta del vehículo (Ver figura 4.24).

Figura 4.23 Crear archivo con la información del usuario

4.1.3.1.6 Envío de Posición Vehicular

El usuario obtendrá la información de la posición vehicular en su correo electrónico. En la Figura 4.25 se describen los pasos a seguir para configurar el envío de un *e-mail* a un usuario.

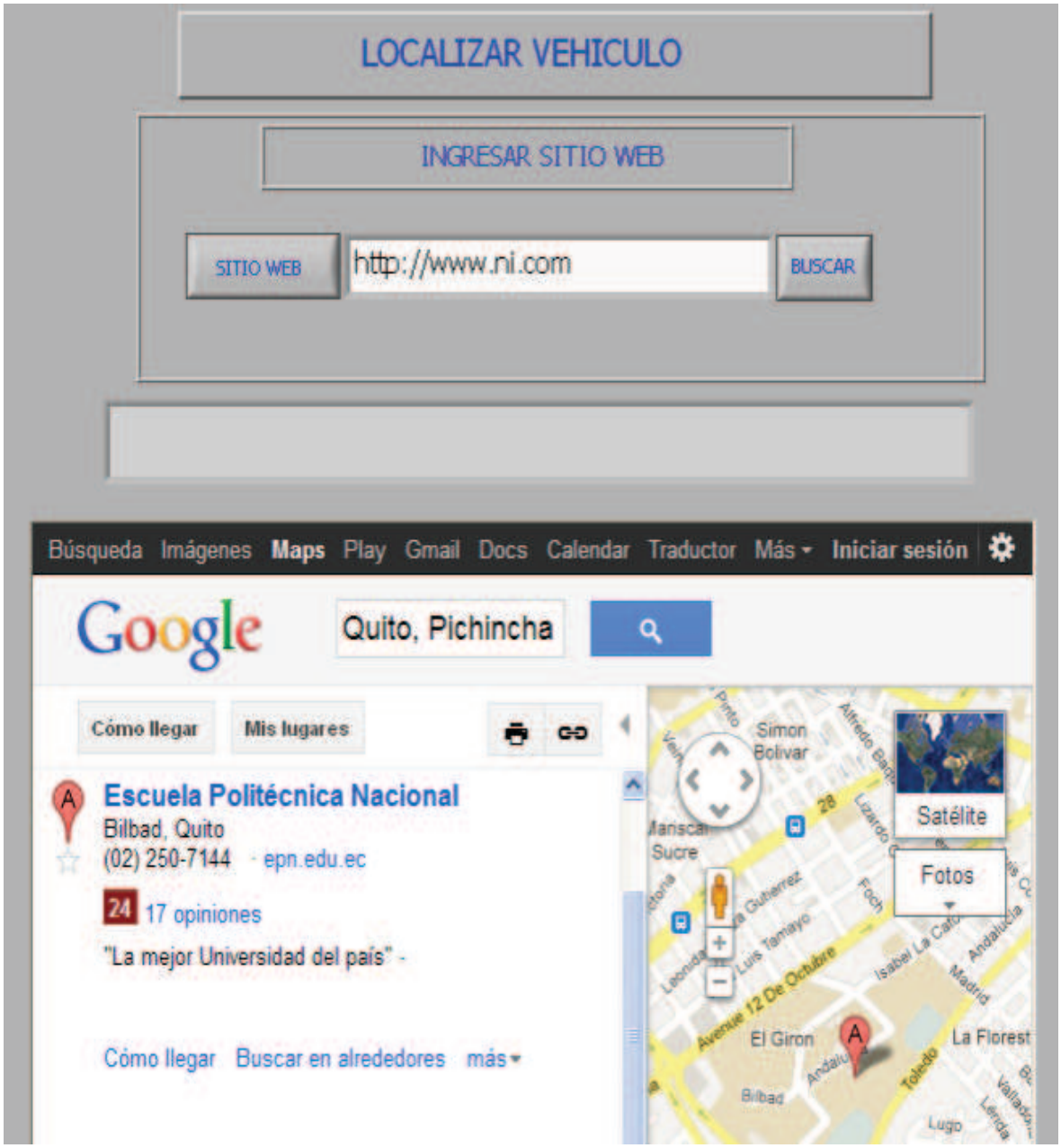


Figura 4.24 Consultar posición vehicular en Google Maps

4.1.3.1.7 Pruebas del prototipo en el vehículo

El prototipo se probó en un vehículo Chevrolet Sail, se acondiciono e implementó los finales de carrera en todas las puertas del vehículo, se tomo la alimentación de 12 Vdc del encendedor para simular una desconexión de la batería principal (Ver figuras 4.27).

Figura 4.25 Envío de un *e-mail* al usuario

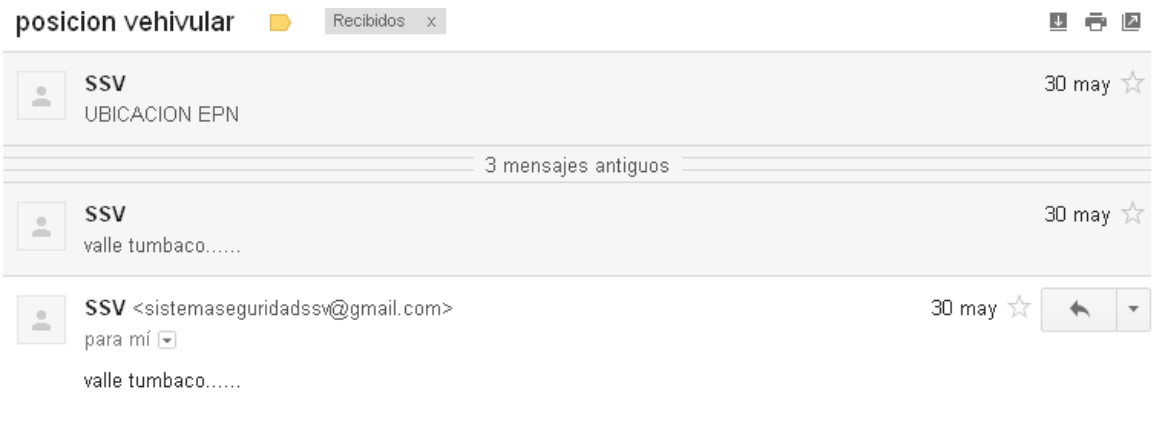


Figura 4.26 Lectura del *e-mail* en el correo del usuario

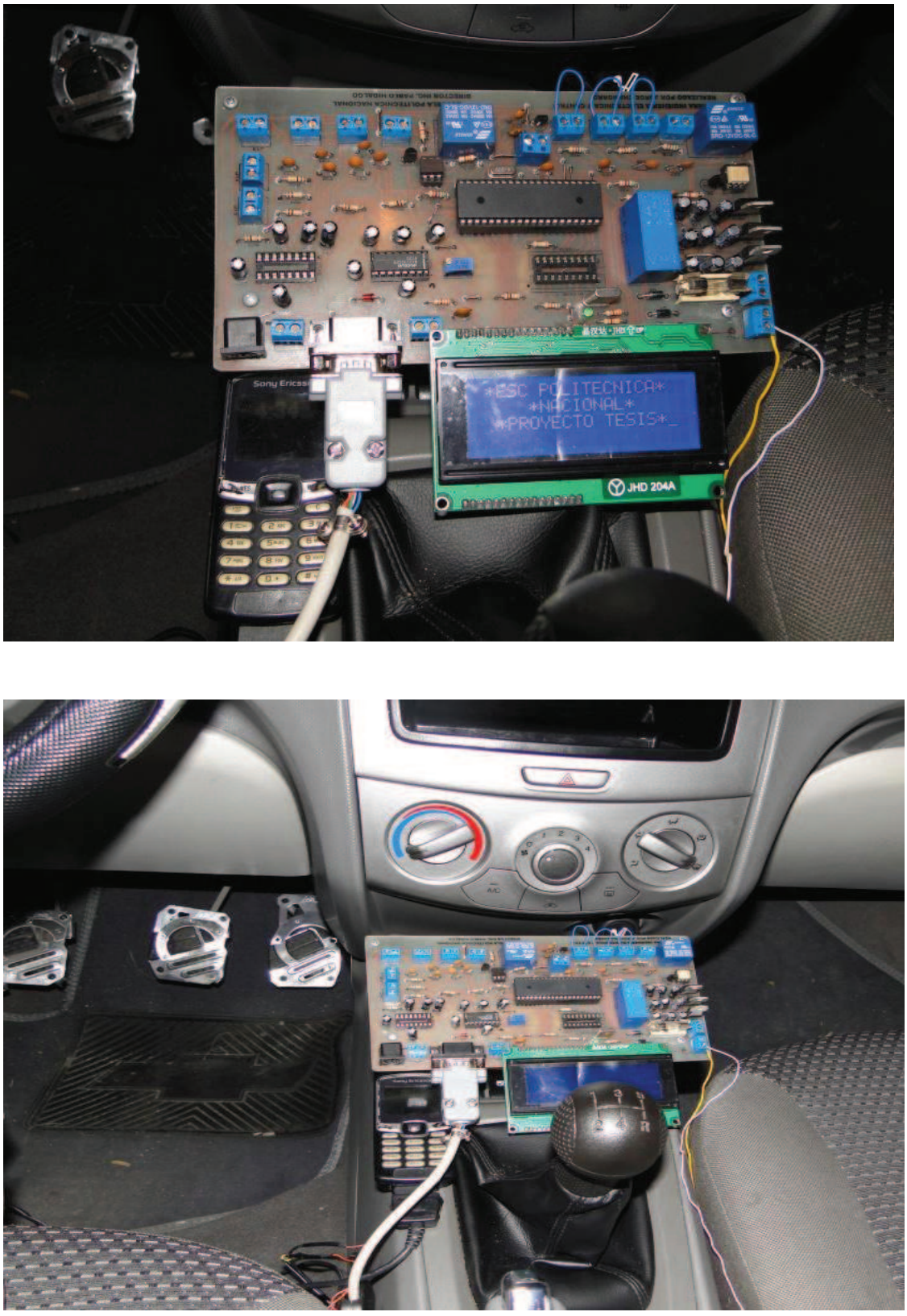


Figura 4.27 Implementación del prototipo en el vehículo

4.1.4 COSTOS

El costo total para la ejecución del sistema de seguridad vehicular, se lo ha dividido en dos partes:

1. Costo del Hardware: Se incluye el costo con IVA de todos los materiales y elementos que intervienen en el diseño de la placa (Ver tabla 4.1).

HARDWARE	CANTIDAD	V. UNITARIO($)	V. TOTAL($)
DIODOS	2	0,30	0,60
CAPACITOR CILINDRICOS	11	0,06	0,66
RELE 12 VDC	3	0,72	2,16
REGULADOR 7805	2	0,90	1,80
REGULADOR 7812	1	0,90	0,90
RESISTENCIAS 1/4 W	24	0,06	1,44
DIODO LED ROJO/VERDE	2	0,06	0,12
POTENCIÓMETRO	1	1,00	1,00
CAPACITOR TIPO VAINA	13	0,06	0,78
CRISTAL	2	0,50	1,00
PULSADOR	3	0,10	0,30
MAX 232	2	1,85	3,70
DIODO ZENER	1	0,10	0,10
OPTOACOPLADOR	2	0,50	1,00
TRANSISTOR	3	0,08	0,24
BORNERA PARA IMPRESO	14	0,40	5,60
BORNERA TIPO ESPADIN	1	0,40	0,40
CONECTOR DB9 HEMBRA	1	0,60	0,60
CONECTOR PS2 HEMBRA	1	0,60	0,60
BATERÍA AUXILIAR	1	25,00	25,00
ATMEGA 164P	2	7,80	15,60
CABLE UTP	10	0,35	3,50
LCD 16x4	1	12,00	12,00
FINALES DE CARRERA	10	0,20	2,00
ESPADINES	1	0,40	0,40
ZÓCALO DE 40 PINES	1	0,20	0,20
INTEGRADOS DTMF MT8870	2	2,50	5,00
COMPUTADOR	1	1000,00	1000,00
MÓVIL SONY ERICSSON T290	1	35,00	35,00
MÓVIL SAMSUNG	1	130,00	130,00
MÓDULO GPS	1	70,00	70,00
PLACA	1	100,00	100,00
TOTAL			**1421,70**

Tabla 4.1 Costo del Hardware

2. Costos de Ingeniería y Software: Se incluye el costo en función del tiempo invertido en la ejecución del proyecto, tomando como referencia el costo por hora en el mercado laboral de los servicios profesionales.

   Adicionalmente se ha considerado el costo del software que permitió realizar la programación del microcontrolador y de la aplicación HMI sobre la plataforma Labview el mismo que fue otorgado por el Laboratorio de Microcontroladores de la EPN. Los valores incluyen IVA (Ver tabla 4.2).

SOFTWARE / ELEMENTOS DE PROGRAMACIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO($)	V. TOTAL($)
PROGRAMADOR DE MICROCONTROLADORES	1	30,00	30,00
SOFTWARE LABVIEW	1	0,00	0,00
SOFTWARE DEL PC	1	1000,00	1000,00
SUB TOTAL 1			**1030,00**
COSTO HORAS PROFESIONALES	200	20,00	4000,00
SUB TOTAL 2			**4000,00**

Tabla 4.2 Costo de Ingeniería /Software

En la tabla 4.3 se muestra el costo total invertido en la ejecución y elaboración del proyecto.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	V. TOTAL($)
TOTAL HARDWARE	1421,70
TOTAL SOFTWARE	1030,00
TOTAL COSTOS DE INGENIERÍA	4000,00
TOTAL COSTO DEL PROYECTO	**6451,70**

Tabla 4.3 Costo Total del Proyecto

El costo total para la ejecución del proyecto es de $6451,70 dólares americanos. Este valor ha permitido desarrollar toda la funcionalidad del proyecto hasta concluirlo, incluyendo la instalación en el vehículo. Es importante mencionar que para realizar y comercializar este sistema de seguridad su costo bajaría en función de la cantidad de las placas construidas tomando un valor de $500 dólares americanos.

CAPÍTULO 5
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El sistema de seguridad desarrollado y ejecutado en este proyecto, tiene una diversidad de aplicaciones en la vida cotidiana de los seres humanos, siendo aplicable bajo la misma estructura: en la medicina para la localización de personas que sufran alguna enfermedad mental, en la transportación para rastrear paquetes dentro de un área geográfica, entre otros.

El prototipo puede ser empleado en la seguridad de casas, departamentos, e inmuebles en general, retirando la etapa de posicionamiento global, e implementando sensores de presencia para puertas, ventanas, adicionalmente se incorporan relés para activar una alarma y accionar la iluminación.

Actualmente en el desarrollo de métodos de seguridad vehicular se ha implementado una gran cantidad de prototipos, así mismo han aparecido empresas que prestan servicios de seguridad y monitoreo. Haciendo hincapié en este avance se desarrolló un método de seguridad vehicular confiable, seguro y de bajo costo, integrando algunas de las tecnologías que están al alcance de cualquier usuario como es: la comunicación móvil, el envío de mensajes de texto, y el posicionamiento global; al unir estas tres tecnologías se ha conseguido un prototipo seguro y de fácil manejo para el usuario.

El usuario para interactuar con el sistema de seguridad vehicular hace uso de la tecnología GSM, a través del envío y recepción de mensajes de texto, en cualquier lugar en el cual se encuentre; se ha escogido este método de comunicación por ser de bajo costo, confiable y estar al alcance de cualquier persona que desee adquirir el sistema.

La comunicación con los dos teléfonos el móvil fijo (estación) y el móvil remoto (vehículo), se realizó empleando los comandos AT, enviando y recibiendo

instrucciones codificadas previamente experimentadas entre el usuario y los móviles. El intercambio de información se realizó sobre el protocolo de comunicación serial mediante circuitos integrados como el CI Max 232.

Para tener un bloqueo más confiable en el encendido del vehículo, éste se lo efectuó de dos formas: mediante el envío de un SMS y a través de una llamada telefónica haciendo uso tonos DTMF. Al recibir una llamada telefónica el móvil local interpreta la combinación de tonos, descartando las combinaciones erróneas y aceptando la combinación correcta previamente entregada al usuario, evitando de esta manera que se realice un bloqueo por equivocación; al finalizar la operación el usuario recibirá un SMS de confirmación indicando si el vehículo fue bloqueado o desbloqueado.

El bloqueo vehicular se desarrolló sobre el sistema de encendido electrónico interrumpiendo el paso de voltaje a través de un relé dimensionado en función de la acción que va a ejecutar. Adicionalmente se concluye que existen otras formas de realizar un bloqueo vehicular, por ejemplo limitando la alimentación de voltaje a la bomba de combustible, este método es muy usado en la actualidad con interruptores de paso.

La implementación de los módulos de Posicionamiento Global, instalados en diferentes aparatos electrónicos como celulares, computadores personales, y medios de transporte están aportando para entender e interactuar de una forma más amplia con nuestro entorno, contribuir con la seguridad y pérdida de vehículos, y en general para realizar cálculos precisos en el campo de la ingeniería y arquitectura.

Para seleccionar al microcontrolador Atmega 164p como parte principal del proyecto, se consideraron algunos factores siendo los más importantes, la capacidad de memoria de almacenamiento y la disponibilidad de hacer un uso directo de los dos puertos USART de comunicación. Sin embargo en el mercado existen otras opciones de microcontroladores, de diferentes marcas que podrían

encajar sin ningún problema en la ejecución del proyecto como es el caso del PIC 16F877A.

El móvil empleado en el proyecto es procedente de la marca Sony Ericsson modelo T290; se escogió este móvil por la facilidad de emplear una comunicación 232 con otros elementos, su bajo costo, y adicionalmente por permitir interactuar a través de comandos AT.

Para la ejecución de proyectos similares existe una diversidad de teléfonos móviles que pueden ser utilizados, simplemente deben cumplir con ciertos requerimientos: como tener comunicación serial, contestación automática; por ejemplo se podría usar el móvil NOKIA 3220.

Se empleó el módulo GPS Globalsat BR-355, por tener una construcción de última generación, una alta sensibilidad, es de fácil manejo y sobre todo por su resistente a cualquier condición de trabajo.

Se concluye que no necesariamente se puede usar un móvil y un módulo GPS por separado, en el mercado existen módulos GSM-GPS en una sola placa como por ejemplo el módulo NM1010, el cual incorpora un equipo de posicionamiento global y un módulo GSM; para realizar la comunicación utiliza el protocolo RS232.

En el momento que se produzca una interrupción de la alimentación, sea por que se desconectó la batería principal del vehículo, el sistema cuenta con una batería de respaldo ubicada estratégicamente; el sistema de seguridad tiene la opción de detectar la interrupción de la alimentación principal, poner a trabajar la batería auxiliar e informar mediante un mensaje de texto al usuario.

Al seleccionar la plataforma de programación en el cual se desarrollaría la interfaz hombre máquina se consideraron algunos aspectos importantes siendo éstos: disponibilidad del software en el mercado, un lenguaje de programación gráfico, bajo costo del paquete, y la factibilidad de realizar una comunicación

serial con cualquier dispositivo; considerando estas alternativas se seleccionó a Labview.

El sistema de seguridad se desarrolló, pensando en la factibilidad de demanda en el mercado, y la facilidad de uso, siendo un sistema amigable para la operación e interpretación de la información, con el objetivo que todos los miembros de una familia puedan acceder al sistema de una forma fácil y sencilla.

El desarrollar la programación en Labview basados en un lenguaje gráfico facilitó estructurar secuencialmente las ventanas que contienen la aplicación; la estructura de programación se realizó en función de las necesidades de uso del usuario evitando tener una complejidad en el manejo de cada sub ventana. Al igual que la programación del microcontrolador, se desarrolló haciendo uso de subrutinas relacionadas unas con otras siguiendo una estructura patrón de programación.

Las pruebas se realizaron en las avenidas de la ciudad de Quito, se consideró como factor importante que los valores de voltaje en la alimentación sean constantes, no se produjo ninguna interferencia en el prototipo durante el encendido del vehículo, en definitiva el circuito trabajó de forma permanente sin presentar ningún problema.

La transmisión de información durante las pruebas se efectuó eficientemente, no se produjo pérdida de datos, ni retraso en el flujo de la información; dada esta particularidad se considera al SSV como un sistema de posicionamiento estable, confiable, y de bajo costo.

Al finalizar las pruebas se realizó una comparación de posicionamiento con otro módulo GPS para determinar el error de posición con relación al punto exacto del vehículo, obteniendo una error mínimo despreciable para nuestra aplicación.

Para realizar las pruebas y el diseño se puede hacer uso de un móvil en este caso el T290 pero, se podría utilizar un módulo GSM.

Los criterios de ejecución y desarrollo del sistema pueden ser aplicables en áreas distintas a la seguridad, como ejemplo en el área de la Demótica para la automatización de edificios inteligentes, cumpliendo acciones de encendido de iluminación, encendido de sistemas de riego para plantas y jardines, alimentación de mascotas, etc.

Para la comercialización del prototipo se puede desarrollar una producción de placas en serie reduciendo los costos de diseño, y asumiendo los costos de producción de las placas y elementos, con un costo aproximado de $500 dólares para la comercialización.

Para mejorar y optimizar el sistema se podría incluir sensores de proximidad para que el usuario pueda visualizar en el display la distancia entre vehículos durante el parqueo.

El sistema de seguridad vehicular se realizó con la tecnología que se encuentra en el medio y al alcance en el país, desarrollando de esta manera una tecnología propia que podría competir con los servicios de seguridad de cualquier empresa dedicada a la seguridad vehicular, de esta manera se está aportando al desarrollo técnico del país, dentro de una matriz productiva generadora de empleo y cumpliendo con los lineamientos del gobierno.

El software Labview y la licencia otorgada por la Escuela Politécnica Nacional, es de uso exclusivo para la ejecución del proyecto y no se realizará la producción y comercialización del mismo con fines económicos.

De acuerdo a los datos tomados de posicionamiento y comparados con las ubicaciones reales del vehículo se concluye que existe un error aproximado de 10 m de la ubicación real, sin embargo para los fines y objetivos del proyecto este error de posicionamiento no es considerado significativo por las dimensione del vehículo ya que se podría considerar tolerables hasta unos 10m de error.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Durante las pruebas de funcionamiento se determinó que la alimentación del módulo GPS con valores de voltaje menores a 5 V no permite iniciar su funcionamiento, por lo cual se recomienda mantener un valor de voltaje constante tanto en la batería del vehículo como en la batería de respaldo..

2. Para ejecutar el bloqueo del vehículo, se envía un SMS o se realiza una llamada telefónica al teléfono móvil; para realizar esta acción es recomendable bloquearlo mientras el vehículo está estacionado caso contrario si está en movimiento podría ser la causa de un accidente.

3. El sistema de seguridad es vulnerable a la desconexión de la batería principal del vehículo, por esta razón se recomienda recargar cada 6 meses la batería auxiliar para garantizar que ingrese a funcionar en el momento que se la requiera; es importante también realizar pruebas de funcionamiento de la alimentación auxiliar, desconectando la alimentación principal, para garantizar el buen funcionamiento del sistema.

4. Es recomendable probar por lo menos una vez al mes el sistema de seguridad para garantizar que está operativo y no presenta ningún problema.

5. Para realizar un uso más eficiente y confiable del sistema de seguridad se debe activar mensualmente un paquete de mensajes de texto en el móvil remoto, para poder establecer la comunicación e interactuar con la información sobre el estado del vehículo y el bloqueo.

6. Para un funcionamiento más seguro del proyecto, se recomienda usar en lugar del teléfono móvil un módulo GSM, que conste de comunicación serial, salida de audio, y comunicaciones en el formato AT, con una entrada de alimentación constante para evitar cargar la batería del móvil

constantemente, ya que si el móvil se encuentra apagado el sistema de seguridad no funcionará.

7. Con el objetivo de mejorar el sistema de seguridad y minimizar, el tamaño del prototipo, es recomendable usar módulos GSM-GPS siendo estos elementos que presentan las mismas características y prestan los mismos servicios, que los módulos por separado.

8. El módulo de monitoreo local que consta de un PC y un móvil conectados a través del puerto serial, es recomendable que se encuentre en un lugar seguro, donde exista la mayor cobertura de la operadora celular ya que la información llega a través de mensajes de texto; si alguno mensaje no llega a tiempo el sistema de seguridad tardará en notificar y ejecutar los requerimientos solicitados por el usuario.

9. La pruebas del prototipo se realizaron usando la alimentación del encendedor con fines prácticos para poder simular la desconexión de la batería, ya que físicamente no se podía desconectar la batería por los sistemas de seguridad contratados para el vehículo; sin embargo es recomendable usar una conexión directa en paralelo a la batería principal y que sea de difícil acceso, para garantizar el buen funcionamiento del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

PÁGINAS WEB

[1] http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0183_EO.pdf
Tecnología GSM por Enrice Forner Clavijo archivo en internet

[2] http://alarmagsm.googlecode.com
alarmagsm.googlecode.com/files/COMANDOS%20AT.doc

[3] bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2241/1/CD-2986.pdf

[4] http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1176/1/T%2011037

[5] http://mural.uv.es/masimo/DTMF.html

[6] http://www.4x4noja.es/tecnicas/mecanica_basica/sistema_de_encendido.pdf

[7] http://www.smart-gsm.com/moviles/sony-ericsson-t290

[8] www.smart-gsm.com/moviles/sony-ericsson-t290

[9] http://www.aecomo.org/telefonos-moviles/default.asp

[10] http://www.expansys.es/globalsat-br-355-serial-receptor-gps-waas-enabled-151674/

[11] Tesis Carlos Amay Dorian Carrera CD-3108

[12] http://www.iai.csic.es/users/gpa/postscript/Pozo-Ruz00a.pdf

[13] http://todoelectronica.com/receptor-canales-conector-p-6500.html

[14] http://www.adecom.biz/pdf/pdf_agosto2005/La%20evolucion%20de%20la%2

[15] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/valle_i_lf/capitulo1.pdf

[16] http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8661/5/T10767CAP1.pdf

LIBROS Y TEXTOS:

[17] CURSO BÁSICO DE LABVIEW / Germán Andrés Holguín Londoño / Universidad Tecnológica de Pereira

ANEXOS

ANEXO A: DATOS TÉCNICOS DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P

ANEXO B: DATOS TÉCNICOS DEL MÓDULO GPS 355

ANEXO C: DESCRIPCIÓN DE LAS TABLAS NMEA

ANEXO D: DATOS TÉCNICOS DEL MÓVIL SONY ERICSSON T290

ANEXO E: DATOS TÉCNICOS DEL CIRCUITO INTEGRADO MAX232

ANEXO F: CÓDIGO FUENTE DEL MICROCONTROLADOR

ANEXO G: CÓDIGO FUENTE DE LA INTERFAZ GRÁFICA EN LABVIEW

ANEXO H: MANUAL DE INSTALACIÓN