

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERIA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CENTRAL DE  
MONITOREO PARA SEGURIDAD ELECTRÓNICA Y  
LOCALIZACIÓN DE VEHÍCULOS MEDIANTE RADIO BASES**

**SANTIAGO ACOSTA – FLAVIO HERRERA**

**Sangolquí – Ecuador**

**2009**

## CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones, titulado “Diseño e Implementación de una central de monitoreo para seguridad electrónica y localización de vehículos mediante radio bases”, fue desarrollado en su totalidad y bajo nuestra dirección y supervisión por los señores: “Santiago Acosta ” con cédula de identidad 1715548903, y “Flavio Augusto Herrera Vivanco ” con cédula de identidad 1103610760.

Atentamente,

---

Dr. Ing. Gonzalo Olmedo

**DIRECTOR**

---

Sr. Ing. Julio Larco

**CODIRECTOR**

## RESUMEN

Dentro del mercado de accesorios de seguridad para automóviles se han presentado distintas soluciones de sistemas, que utilizan la telefonía celular, permitiendo controlar algunas funciones de los vehículos.

Este proyecto brinda una solución a bajo costo para la implementación de un sistema de seguridad para automóviles, utilizando la tecnología GSM, a través de un terminal celular, un microcontrolador gama alta, una etapa de potencia y actuadores ó relés. Además de una Interfaz computacional de monitoreo de las novedades de los vehículos. El propietario del automóvil enviando un mensaje corto SMS al número del terminal celular instalado en el automóvil puede detener la marcha del auto. Además, en caso de robo puede llevar a cabo la localización del automóvil utilizando triangulación GSM. El sistema está en la capacidad de activar desde la central de monitoreo o desde el celular del propietario del auto dos salidas relé con las que pueden controlar la corriente eléctrica al encendido y los seguros de las puertas.

Para la realización de las pruebas de localización del vehículo, mediante radio bases, se utilizó como zona de prueba el área de cobertura de la ciudad de Sangolquí, por cuanto las políticas internas de las compañías celulares existentes en el país restringen el uso de información de sus radio bases.

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por todos los sacrificios realizados para que esta meta se haya podido cumplir, a mis padres Herminio Herrera y Mery Vivanco, pilares fundamentales en los cuales e cimentando mi formación personal, a mis hermanos, Alexandra, Luís y Diana Herrera a mi sobrino Carlos David, por el apoyo y cariño brindado, a mis tíos y primos, y como no mencionar, a mi viejita querida mi abuelita Victoria Villavicencio.

A todas las personas que intervinieron de una u otra forma en la realización de este proyecto, con aportes técnicos y legales, a todos ellos Muchas Gracias.

**Atte. Flavio Herrera**

En especial a mis padres por el sacrificio realizado al brindarme la oportunidad de tener una educación de excelencia y enseñarme que el éxito viene con el esfuerzo, a mi hermana y sobrina por darme fuerzas en momentos difíciles y finalmente a mi novia que fue, mas que un apoyo, una ayuda indispensable para culminar mis estudios.

Aquellas personas que impulsaron la realización de este proyecto, con conocimientos y consejos.

**Atte. Santiago Acosta**

## **AGRADECIMIENTO**

Son tantas las personas a las cuales debo parte de este triunfo, de lograr mi culminación académica, la cual es el anhelo de todos los que así lo deseamos.

Definitivamente, Dios, mi Señor, mi Guía, mi Proveedor. A mis padres y hermanos por darme la estabilidad emocional, económica, sentimental, para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes. **GRACIAS** por darme la posibilidad de que de mi boca salga la palabra...**FAMILIA**. A mis viejos del alma, mis **PADRES** quienes serán siempre mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo es al final recompensa. Su esfuerzo se convirtió en su triunfo y el mío.

A todos mis amigos pasados y presentes; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes por estar siempre conmigo apoyándome en todas las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría. Sobre todo a mi gran amigo Santiago Acosta, por el gran grupo de trabajo formado, y haberme permitido, lograr alcanzar juntos esta meta.

**Atte. Flavio Herrera**

Agradezco al ser supremo por permitirme culminar mis estudios y el presente proyecto, a mis padres y familiares y finalmente a los directores del proyecto por su ayuda indispensable.

**Atte. Santiago Acosta**

Sin lugar a duda este trabajo no pudo haberse realizado sin la formación recibida durante cinco años en la Facultad de Eléctrica y Electrónica de la ESPE, gracias a todos los maestros que contribuyeron en nuestra formación a todos los ingenieros por sus formidables clases, su paciencia y su amistad.

## PRÓLOGO

En estos tiempos se vive una gran inseguridad en cualquier aspecto de la vida diaria, y el robo de autos es uno de los problemas más comunes. En los últimos años esta práctica se ha convertido en un negocio que deja grandes ganancias a todos los involucrados. La elaboración de este proyecto de grado no pretende detener el robo de vehículos sino más bien el crear una alarma que además de proteger al automóvil, nos de información acerca de la situación actual del mismo de una manera efectiva, para estar más tranquilos y sentirnos seguros que nuestro automóvil se encuentra bien sin la necesidad de estar cerca de éste en todo momento.

La mayoría de las alarmas sólo reportan al propietario de que algo le está ocurriendo a los bienes, pero muy pocas permiten ejecutar una acción a distancia para poder protegerlos en el momento en que algo les ocurre. Es por ello que se pensó en un sistema de monitoreo, rastreo y control remoto, que nos permita saber sobre la situación actual y ejecutar una acción a distancia si es necesario, para tratar de evitar que algo más le ocurra al bien que se quiere proteger.

Dentro del mercado de accesorios de seguridad para automóviles se han presentado distintas soluciones de sistemas, que utilizan la telefonía celular, permitiendo controlar algunas funciones de los vehículos, sin embargo hemos creído conveniente incursionar en este mercado, para brindar una solución a bajo costo que permita dar al cliente un mayor grado de seguridad y confiabilidad, permitiéndole un control remoto de su vehículo, el cual le permitirá detener la marcha del mismo mediante un SMS, además de estar informado de abertura de puertas y localización.

Teniendo en claro los antecedentes que preceden a la elaboración de este proyecto de grado, se diseñara e implementar un sistema de seguridad eficiente, que permita competir con las empresas que brindan este servicio en precio y en calidad ya que se utilizara módulos GSM de uso público (celulares), y mediante la utilización de radio bases de una red celular se realizara la localización del vehículo en caso de robo. A diferencia de otros sistemas de localización vía satélite en los que prácticamente el dueño tiene que pedir permiso para localizar su unidad y hasta para abrirla.

Para la manipulación de las funciones de seguridad en el vehículo se utilizara el servicio SMS y de llamadas de voz que brinda el dispositivo celular, el control de estas funciones se lo realizara mediante una unidad central compuesto por un microcontrolador que enviara y receptara órdenes por medio de comandos AT que permiten utilizar a un celular como un modem GSM de bajo costo.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.2 RESUMEN.....	2
1.1.3 UNIDAD CENTRAL DEL VEHICULO.....	4
<b>1.2 COMANDOS AT.....</b>	<b>7</b>
1.2.1 INTRODUCCIÓN.....	7
1.2.2 CONTROL DE LLAMADAS.....	8
1.2.3 CONTROL DE ERRORES.....	8
1.2.4 CÓDIGO DE ACCESO.....	8
1.2.5 MENSAJES SMS.....	9
1.2.6 TRANSFERENCIA DE DATOS O LLAMADAS.....	10
1.2.7 LECTURA DE LA AGENDA Y REGISTRO DE LLAMDAS.....	12
1.2.8 FECHA Y HORA.....	12
1.2.9 IDENTIFICACIÓN.....	13
<b>1.3 MODEMS GSM.....</b>	<b>13</b>
<b>1.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN CELULAR-MICROCONTROLADOR.....</b>	<b>15</b>
1.4.1 SERVICIO DE MENSAJES CORTOS (SMS).....	15
1.4.1.1 Definición.....	15
1.4.1.2 Introducción.....	16
1.4.1.3 Características.....	16
1.4.1.4 Aplicaciones para SMS.....	17
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>20</b>
<b>LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL VEHICULO UTILIZANDO LA RED CELULAR</b>	
<b>2.1 FUNCIONAMINETO DE UNA RED CELULAR.....</b>	<b>20</b>
2.1.1 INTRODUCCIÓN.....	20
2.1.2 RESEÑA HISTÓRICA.....	21
2.1.3 TELEFONÍA CELULAR.....	25

2.1.4	OPERACIONES CELULARES .....	28
2.1.5	ESTABLECIMIENTO DE UNA LLAMADA.....	31
2.1.6	FUNCIONAMIENTO DEL TELÉFONO CELULAR.....	32
2.1.7	FRECUENCIAS.....	37
2.1.8	GENERACIONES DE LA TELEFONÍA CELULAR .....	39
2.1.8.1	Generación Cero (0G).....	39
2.1.8.2	Primera Generación (1G) .....	39
2.1.8.3	Segunda Generación (2G) .....	41
2.1.8.4	Generación (2.5G) .....	42
2.1.8.5	Tercera Generación (3G).....	43
2.1.9	TRANSMISIÓN DE ONDAS .....	45
<b>2.2</b>	<b>ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN POR RADIO BASES.....</b>	<b>46</b>
2.2.1	INTRODUCCIÓN .....	46
2.2.2	TERMINALES MÓVILES .....	47
2.2.3	TÉCNICAS DE LOCALIZACIÓN DE MS (TELEFONÍA CELULAR) .....	47
2.2.3.1	Técnica de Localización Esférica .....	48
2.2.3.2	Técnica de Localización Elíptica .....	48
2.2.3.3	Técnica de Localización Hiperbólica.....	49
2.2.3.4	Métodos Para Resolver los Sistemas de Ecuaciones.....	49
2.2.4	EFFECTO DEL CONTROL DE POTENCIA.....	51
 <b>CAPITULO 3: ARQUITECTURA DE HADWARE DEL SISTEMA.....</b>		<b>54</b>
 <b>3.1 ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO DEL AUTO ..</b>		<b>54</b>
3.1.1	INTRODUCCIÓN.....	54
3.1.2	SISTEMA DE GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO .....	55
3.1.3	SISTEMA DE ENCENDIDO .....	56
3.1.3.1	Generación de la chispa .....	57
3.1.3.2	Momento del encendido.....	57
3.1.3.3	Distribución del encendido .....	59
3.1.4	EL DIAGRAMA BÁSICO .....	59
3.1.5	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES .....	60
3.1.5.1	Fuente de alimentación.....	61
3.1.5.2	Generación del alto voltaje.....	61
3.1.6	DISTRIBUCIÓN.....	63
3.1.7	SISTEMA COMPLETO DE ENCENDIDO .....	64
3.1.8	SISTEMA DE ARRANQUE.....	66

3.1.8.1	Generalidades .....	66
3.1.8.2	Arranque por motor eléctrico.....	67
3.1.8.3	El motor eléctrico .....	68
3.1.8.3.1	El mecanismo de accionamiento .....	69
3.1.8.3.2	Sistema de inyección de gasolina.....	70
3.1.9	INSTRUMENTOS DE CONTROL.....	73
3.1.9.1	Instrumentos de control técnico.....	74
3.1.9.2	Instrumentos para el control vial.....	74
3.1.9.3	Señales de alarma.....	75
3.1.9.4	Señales de alerta.....	75
<b>3.2</b>	<b>PARÁMETROS DE ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR CON CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN CON EL MODULO GSM .....</b>	<b>76</b>
3.2.1	CARACTERÍSTICAS .....	77
<b>3.3</b>	<b>PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA. ....</b>	<b>79</b>
<b>CAPITULO 4</b>	<b>:SOFTWARE .....</b>	<b>81</b>
<b>4.1</b>	<b>DISEÑO DEL PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR .....</b>	<b>81</b>
4.1.1	INTRODUCCIÓN.....	81
4.1.2	DISEÑO DEL SOFTWARE .....	81
4.1.2.1	Consideraciones Previas.....	81
4.1.2.2	Descripción del Código .....	82
4.1.2.2.1	Configuración Interna.....	82
4.1.2.2.2	Variables .....	83
4.1.2.2.3	Descripción de Funciones.....	84
4.1.2.2.4	Descripción de acciones.....	88
<b>4.2</b>	<b>DISEÑO DEL PROGRAMA VISUAL BASIC COMO CENTRO DE CONTROL (ESTACION DE MONITOREO) .....</b>	<b>94</b>
4.2.1	CONSIDERACIONES PREVIAS.....	94
4.2.2	DISEÑO DE SOFTWARE .....	94
4.2.2.1	Base de datos.....	94
4.2.2.2	Uso Eficiente del Puerto .....	95
4.2.2.3	Visualización amigable de ubicación Geográfica.....	95
4.2.3	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PROGRAMA .....	95
4.2.3.1	Herramientas Utilizadas.....	97
4.2.3.2	Modos de inicialización del Programa .....	97
4.2.3.3	Variables.....	98

4.2.4	DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN POR INTERFACES.....	99
4.2.4.1	Funciones interfaz de inicialización.....	99
4.2.4.2	Funciones interfaz principal.....	100
4.2.4.2.1	Interrupciones dentro de la interfaz principal .....	102
4.2.4.2.1.1	Interrupciones mediante botones .....	103
4.2.4.2.1.2	Interrupciones producidas por el puerto celular .....	105
4.2.4.2.1.3	Interrupciones por acción sobre FlexGrid.....	108
4.2.4.2.1.4	Interrupciones por menú .....	111
4.2.4.3	Funciones interfaz G.E.....	114
4.2.5	PROCESO DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA .....	115

## **CAPITULO 5: IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA..... 120**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>120</b>
<b>5.1 PRE-DISEÑO .....</b>	<b>120</b>
<b>5.2 CONEXIONES DE ETAPAS DE POTENCIA.....</b>	<b>122</b>
5.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	123
5.2.1.1 Bloqueo del Auto.....	123
5.2.1.2 Apertura de Puertas.....	124
<b>5.3 INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS DE CONTROL E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA AL AMBIENTE FÍSICO DEL AUTO.....</b>	<b>126</b>
5.3.1 DESCONEXIÓN DEL CABLE .....	127
5.3.2 CONEXIÓN DEL PUENTE A CADA LADO .....	127
<b>5.4 MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA .....</b>	<b>129</b>
5.4.1 INTRODUCCIÓN.....	129
5.4.2 PARA LA EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS .....	129
5.4.2.1 Instalación del dispositivo principal (circuito central, cable de conexión y celular) 129	
5.4.2.1.1 Instalación en el tablero principal.....	129
5.4.2.1.2 Instalación dentro del asiento del piloto.....	132
5.4.2.1.3 Instalación dentro del tablero de ventilación .....	134
5.4.2.2 Instalación del cable de conexión al celular .....	134
5.4.2.3 Instalación del cableado para apertura de puertas y para el corte de la bobina de alimentación del distribuidor así como los relés actuadores.....	135
5.4.2.4 Reemplazo de elementos.....	139
5.4.2.5 Solución de problemas.....	141
5.4.3 MANUAL DE MANEJO DE LA CENTRAL DE MONITOREO .....	142

5.4.3.1	Instalación del software.....	142
5.4.3.2	Descripción de menús.....	146
5.4.3.2.1	Prestaciones.....	147
5.4.3.2.2	Envío de Comandos.....	149
5.4.3.2.3	Solución de problemas .....	151
5.4.3.3	Instalación del celular en la central de monitoreo.....	152
5.4.4	PARA EL USUARIO FINAL DEL SISTEMA.....	154
5.4.4.1	Primeros pasos .....	154
5.4.4.2	Ingreso al sistema.....	155
5.4.4.3	Envío de órdenes .....	156
 <b>CAPITULO 6: PRUEBAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>158</b>
 <b>6.1</b>	<b>PRUEBAS .....</b>	<b>158</b>
6.1.1	RUTA ESPE (INTERNA).....	159
6.1.1.1	Celdas obtenidas .....	159
6.1.2	RUTA ESPE (EXTERNA).....	161
6.1.2.1	Celdas obtenidas .....	161
6.1.3	RUTA ESPE (SECTOR EL TRIANGULO) .....	164
6.1.3.1	Celdas obtenidas .....	164
<b>6.2</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>166</b>
<b>6.3</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>168</b>
 <b>ANEXO.....</b>		<b>170</b>
 <b>CIRCUITO IMPRESO (RUTEO DE PISTAS)....</b>		<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
 <b>DIAGRAMA DE COMPONENTES .....</b>		<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
 <b>FOTOGRAFÍAS DEL DISPOSITIVO .....</b>		<b>173</b>
 <b>LISTA DE MATERIALES .....</b>		<b>177</b>
 <b>HOJA TÉCNICAS .....</b>		<b>178</b>
 <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>189</b>

<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>189</b>
<b>CAPITULO 2 .....</b>	<b>190</b>
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>191</b>
<b>CAPITULO 4 .....</b>	<b>192</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla. 2.1. Calculo de la potencia de la señal .....	53
Tabla. 3.1. Características PIC 16F877 .....	77
Tabla. 5.1. Solución de problemas para el Instalador del Sistema.....	141
Tabla. 5.2. Solución de problemas de la Interfaz de Monitoreo.....	151

## INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Triangulación GSM .....	4
Figura. 1.2. Diagrama Modular del Proyecto .....	6
Figura. 2.1. Guglielmo Marconi.....	21
Figura. 2.2. Martin Cooper con su Motorola DynaTAC .....	23
Figura. 2.3. Celdas o células.....	25
Figura. 2.4. Estaciones base, en cada célula.....	26
Figura. 2.5. Antena de estación central.....	27
Figura. 2.6. Elementos de una red Celular .....	30
Figura. 2.7. Circuito integrado del celular.....	32
Figura. 2.8. Módulos del teléfono celular.....	33
Figura. 2.9. Módulo RF .....	34
Figura. 2.10. Módulo AF .....	35
Figura. 2.11. Módulo lógico de control.....	36
Figura. 2.12. Espectro de frecuencias .....	38
Figura. 2.13. Tipos de codificación.....	39
Figura. 2.14. Etapas de codificación.....	45
Figura. 2.15. Ubicación geográfica del dispositivo móvil en localización esférica.....	53
Figura. 3.1. Sistema de generación y almacenamiento .....	56
Figura. 3.2. Diagrama de bloques de los componentes del sistema de encendido.....	60
Figura. 3.3. Esquema de conversión del voltaje de la batería .....	62
Figura. 3.4. Esquema de funcionamiento del distribuidor .....	64
Figura. 3.5. Sistema de encendido típico por contacto .....	65
Figura. 3.6. Distribuidor.....	66
Figura. 3.7. Arranque mediante motor eléctrico .....	68
Figura. 3.8. Vista de un arranque típico.....	69
Figura. 3.9. Motor de arranque seccionado .....	69
Figura. 3.10. Diagrama de Bloques de un Sistema de Gasolina a inyección .....	71
Figura. 3.11. Panel de Instrumentos de un Vehículo .....	73
Figura. 3.12. Descripción de las Partes PIC16F877A.....	79
Figura. 4.1. Diagrama de Bloques Programación del PIC.....	93
Figura. 4.2. Interfaz de Inicialización.....	96
Figura. 4.3. Interfaz principal.....	96
Figura. 4.4. Interfaz Google Earth .....	97
Figura. 4.5. Atención a sucesos en FlexGrid.....	116

Figura. 4.6. Envío de un SMS a un cliente.....	117
Figura. 4.7. Proceso de Ubicación Geográfica.....	117
Figura. 4.8. Diagrama de Bloques Interfaz Grafica.....	119
Figura. 5.1. Diagrama de la Etapa de Potencia.....	122
Figura. 5.2. Diagrama Bloqueo de Auto .....	124
Figura. 5.3. Diagrama Apertura de Puertas .....	125
Figura. 5.4. Conexión a Tierra de la Bobina del Alternador.....	126
Figura. 5.5. Corte del Cable a Tierra de la Bobina.....	127
Figura. 5.6. Puente Eléctrico de la Tierra de la Bobina.....	128
Figura. 5.7. Desmonte del Tablero Principal.....	130
Figura. 5.8. Ubicación del Dispositivo Central en el Tablero Principal.....	130
Figura. 5.9. Conector para el Cableado .....	131
Figura. 5.10. Desmontaje del Asiento.....	132
Figura. 5.11. Ubicación del Cableado debajo de la Tapicería del Vehículo.....	133
Figura. 5.12. Ubicación del Dispositivo Central dentro del asiento .....	133
Figura. 5.13. Desmontaje del Tablero de Ventilación.....	134
Figura. 5.14. Conexión del Sócalo B al Celular.....	135
Figura. 5.15. Desmontaje de la Tapicería de las Puertas.....	135
Figura. 5.16. Conexión de los motores de las puertas.....	136
Figura. 5.17. Conexión a tierra de la bobina.....	137
Figura. 5.18. Conexión de los relés.....	138
Figura. 5.19. Diagrama Completo de Instalación.....	140
Figura. 5.20. Instalación del Sistema de Seguridad GSM (Paso 1) .....	143
Figura. 5.21. Instalación del Sistema de Seguridad GSM (Paso 2) .....	143
Figura. 5.22. Instalación del Sistema de Seguridad GSM (Paso 3) .....	144
Figura. 5.23. Instalación del Sistema de Seguridad GSM (Paso 4) .....	144
Figura. 5.24. Grafica de la Interfaz Principal.....	145
Figura. 5.25. Grafica de la Interfaz de Autorespuesta.....	146
Figura. 5.26. Interfaz de Prestaciones.....	147
Figura. 5.27. Interfaz de base de datos (Excel).....	148
Figura. 5.28. Grafica de la Interfaz sin Autorespuesta.....	149
Figura. 5.29. Interfaz de Ubicación del vehículo .....	150
Figura. 5.30. Elección del Puerto COM.....	153
Figura. 5.31. Configuración del Puerto COM.....	154
Figura. 5.32. Ingreso de la clave personal del usuario.....	155
Figura. 5.33. Ingreso del Número Celular .....	156
Figura. 6.1. Ruta ESPE interna.....	159

Figura. 6.2. Cobertura de la Celda"071 D" .....	160
Figura. 6.3. Cobertura de la Celda"77A7" .....	160
Figura. 6.4. Ruta ESPE externa .....	161
Figura. 6.5. Cobertura de la Celda"77A9" .....	162
Figura. 6.6. Cobertura de la Celda"04CF" .....	162
Figura. 6.7. Cobertura de la Celda"77A7" .....	163
Figura. 6.8. Cobertura de la Celda"0353" .....	163
Figura. 6.9. Ruta ESPE sector Triangulo .....	164
Figura. 6.10. Cobertura de la Celda"760D" .....	165
Figura. 6.11. Cobertura de la Celda"760F" .....	165

## ÍNDICE DE HOJAS TÉCNICAS

HOJA TECNICA 1 PIC 16F87XA.....	178
HOJA TECNICA 2 ULN2003.....	184
HOJA TECNICA 3 RELAYS BOSCH.....	.187

# GLOSARIO

TERMINOS	SIGNIFICADO
<b>ASIC</b>	Un Circuito Integrado para Aplicaciones Específicas, o ASIC por sus siglas en inglés, es un circuito integrado hecho a la medida para un uso en particular.
<b>AMPS</b>	<i>(Avanced Mobile Phone System)</i> . Sistema Telefónico Móvil Avanzado es un sistema de telefonía móvil de primera generación (1G, voz analógica) desarrollado por los laboratorios Bell. Se implementó por primera vez en 1982 en Estados Unidos. Se llegó a implantar también en Inglaterra y en Japón, con los nombres TACS y MCS-L1 respectivamente.
<b>ARP</b>	El <i>Address Resolution Protocol</i> (protocolo de resolución de direcciones) para la resolución de direcciones en informática, es el responsable de encontrar la dirección de hardware que corresponde a una determinada dirección IP.
<b>ARP</b>	<i>(Autoradiopuhelin)</i> , o Teléfono de Radio para el Carro fue la primera red de telefonía móvil comercial Finlandesa.
<b>AT</b>	Sirven para la comunicación con los módems, a estos comandos se les llama AT ( <i>de attention</i> ). Los móviles actuales suelen tener la capacidad de comportarse como módems de la red de telefonía móvil, por lo que también aceptan estos comandos, a parte de otros comandos específicos para telefonía, denominados AT+.
<b>AT&amp;T</b>	<i>(American Telephone and Telegraph; NYSE: AT&amp;T)</i> es una compañía estadounidense de telecomunicaciones. Provee servicios de voz, video, datos, e internet a negocios, clientes y agencias del gobierno.
<b>BSC</b>	<i>(Base Station Controller)</i> . Es el nodo que gerencia el recurso radio, controlando las BTS
<b>BSS</b>	<i>(Base Station Subsystem)</i> . Subsistema de estación base. En la arquitectura ETSI GSM se denomina BSS al conjunto de un controlador de estaciones base (BSC) y a todas las estaciones base (BTS) que dependen de él.

- BTS** (*Base Transceiver Subsystem*). Es el nodo que permite la comunicación del usuario con la red celular, a partir de las señales de radio
- CDMA** (*Code division Multiple Access*) Acceso Múltiple de División de Código. Norma de transferencia de información por teléfonos inalámbricos.
- CDMA2000 1x.** Es una familia de estándares de telecomunicaciones móviles de tercera generación (3G) que utilizan CDMA, un esquema de acceso múltiple para redes digitales, para enviar voz, datos, y señalización (como un número telefónico marcado) entre teléfonos celulares y estaciones base.
- CPU** (*Central Processing Unit*) unidad de proceso central, es el cerebro del ordenador. A veces es referido simplemente como el procesador o procesador central, la CPU es donde se producen la mayoría de los cálculos. En términos de potencia del ordenador, la CPU es el elemento más importante de un sistema informático.
- DTMF** (*Dual Tone Multifrequency*) Multifrecuencia de doble tono. Tonos en diferentes hertz que utiliza una telefonía para marcar números. Cada número u opción del teléfono tiene su tono que es identificado en la telefonía.
- EDGE** (*Enhanced Data rates for GSM of Evolution*). Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM. También conocida como EGPRS (*Enhanced GPRS*). Es una tecnología de la telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G.
- FDMA** (*Frequency Division Multiple Access*), Acceso múltiple por división de frecuencia es una técnica de multiplexación usada en múltiples protocolos de comunicaciones, tanto digitales como analógicos, principalmente de radiofrecuencia, y entre ellos en los teléfonos móviles de redes GSM.
- FDD** (*Frequency Division Duplex*) Canales separados en frecuencia. La división de frecuencia duplex y subcintas de downlink, como se dice, es separada por " la compensación de frecuencia ". La división de frecuencia duplex es mucho más eficiente en el caso de tráfico simétrico
- NTT** *Nippon Telegraph and Telephone Corporation*, también conocida como NTT es una empresa de telecomunicaciones líder en el mercado nipón. Era una compañía del estado, pero fue privatizada en 1985.

<b>TDMA</b>	<i>(Time Division Multiple Access)</i> . TDMA es una tecnología inalámbrica de segunda generación, que distribuye las unidades de información en ranuras alternas de tiempo, dando acceso múltiple a un número reducido de frecuencias. TDMA permite dar servicios de alta calidad de voz y datos.
<b>GSM</b>	<i>(Global System for Mobile communications)</i> Sistema Global para las comunicaciones Móviles, es el sistema de teléfono móvil digital más utilizado y el estándar de facto para teléfonos móviles en Europa, abierto para que una red digital de teléfono móvil soporte voz, datos, mensajes de texto y roaming en varios países.
<b>GPRS</b>	<i>(General Packet Radio Service)</i> , o servicio general de paquetes vía radio es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles <i>(Global System for Mobile Communications o GSM)</i> para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes).
<b>Handoffs</b>	El handoff es el proceso de pasar una llamada de un canal de voz en una celda a un nuevo canal en otra celda o en la misma, a medida que el usuario se mueve a través de la red.
<b>HLR</b>	<i>(Home Location Register)</i> Base de datos del operador conteniendo información de sus suscriptores.
<b>IDEN</b>	<i>(Integrated Digital Enhanced Network)</i> , Red Mejorada Digital Integrada es una tecnología inalámbrica desarrollada por Motorola en 1994, proporciona a los usuarios múltiples servicios en un único e integrado sistema de comunicaciones móviles.
<b>IS-136</b>	Son sistemas de telefonía móvil de segunda generación (2G), conocidos como Digital AMPS (D-AMPS). Alguna vez fue predominante en América, particularmente en los Estados Unidos y Canadá.
<b>IMEI ID</b>	<i>(Internacional Mobile Equipment Identity)</i> , Es el que permite la identificación del celular dentro de la red, consiste de un código de 15 números que se transmite cuando el teléfono celular se conecta a la red, con este número, la operadora identifica el estado del celular, dentro de una base de datos.
<b>IMT-2000</b>	Telecomunicaciones Móviles Internacionales, es el estándar global para la tercera generación de redes de comunicaciones inalámbricas 3G, definidas por un sistema de estándares de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.
<b>MAN</b>	Módulo de asignación de número.

<b>MSC</b>	<i>(Mobile Switching Center)</i> , central de la Red Celular con las funciones características de conmutación, encaminamiento, tarificación.
<b>NMT</b>	<i>(Nordisk MobilTelefoni o Nordiska MobilTelefoni-gruppen)</i> , Telefonía Móvil Nórdica en español es un sistema de telefonía móvil definido por las autoridades de telecomunicaciones escandinavas.
<b>PCS</b>	<i>(Personal Communication Services)</i> . Es un sistema de telefonía inalámbrica de alguna manera similar a la telefonía celular, pero hace énfasis en el servicio personal y movilidad extendida.
<b>PDC</b>	<i>(Personal Digital Cellular)</i> , es una tecnología de telefonía móvil 2G que se utiliza en comunicaciones de telefonía móvil digital en Japón. Utiliza una variante de TDMA ( <i>Time Division Multiple Access</i> ) que divide cada canal en ranuras de tiempo individuales para incrementar la cantidad de datos que pueden ser transportados.
<b>Roaming</b>	Es un concepto utilizado en comunicaciones inalámbricas que está relacionado con la capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra. Roaming es una palabra del idioma inglés que significa vagar o rondar. El término más adecuado en castellano es "itinerancia".
<b>RNA</b>	
<b>SIM</b>	<i>(Subscriber Identify Module)</i> , 'Módulo de Identificación del Suscriptor' MIS) es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles que almacena de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.
<b>SMS</b>	<i>(Short Messages System)</i>
<b>TACS</b>	<i>(Total Access Communications System)</i> . TACS engloba a todas aquellas tecnologías de comunicaciones móviles analógicas. Puede transmitir voz pero no datos. Actualmente esta tecnología está obsoleta y se espera que desaparezca en un futuro cercano.
<b>TDD</b>	<i>(Time Division Duplex)</i> , hace asignación de recursos para los servicios basados en paquetes, esto es que la longitud de los slots es configurable. Las comunicaciones que usan TDD son adaptativas.

**TD-SCDMA** (*Time Division Synchronous CDMA*), Tecnología CDMA síncrona por división en el tiempo, el cual transmite el tráfico ascendente y descendente sobre diferentes ranuras de tiempo de la misma trama. El espectro ascendente y el descendente se asignan de forma flexible dependiendo del tipo de información a transmitir. Hasta 2Mbps.

**TDOA** (*Time differential of arrival*)

**TIA/EIA136** Conocido como TDMA o también como TIA/EIA136 o ANSI-136), es el sistema regulado por la Telecommunications Industry Association o TIA.

**TLDN** (Temporary Local Directory Number)

**Walkie-Talkie** Un *walkie-talkie*, o transmisor-receptor portátil, es un transceptor de radio portátil.

**UMTS** (*Universal Mobile Telecommunication System*) Es decir, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles, es el primer estándar mundial para la comunicación desde dispositivos móviles, que representa una evolución respecto a los actuales sistemas. También se le denomina Sistema de Comunicaciones de tercera generación (3G), respecto a GSM que representa la segunda generación (2G) y GPRS la segunda y media (2.5G).

**VLR** (*Visitor Location Register*) Base de datos donde se tiene información de suscripción de todos los usuarios servidos por una central

# **CAPÍTULO 1**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA**

#### **1.1.1 Introducción**

El automóvil es un bien indispensable en la sociedad actual que resulta costoso para sus propietarios. Es por ello que se recurre a las compañías de seguro sobre todo para proteger la inversión en caso de robo, en consecuencia cuando ocurre el robo de un vehículo, es necesario contar con un sistema de seguridad que permita el bloqueo del mismo. Si se hace sobre un dispositivo electrónico incorporado a bordo del automóvil, se puede autenticar un vehículo aún cuando su apariencia exterior haya cambiado, además es indispensable que pueda ser localizado en cualquier momento gracias a un dispositivo, que reporte periódicamente su posición a un servidor. Esta información puede ser consultada posteriormente desde un teléfono celular. Por último, junto con estas aplicaciones de seguridad, se puede hacer telemetría sobre un microcontrolador a bordo del vehículo.

Todas estas consultas es conveniente que sean inalámbricas pues se puede localizar e identificar al vehículo aún cuando esté en movimiento y sin que el usuario del sistema esté próximo o dentro del automóvil que se desea consultar. Este proyecto de grado presenta la arquitectura de hardware y software de un sistema para vehículos, con un enlace inalámbrico (terminal celular) para reportar información de identidad, telemetría y localización.

### 1.1.2 Resumen

El presente proyecto de grado consiste en desarrollar un sistema de seguridad para automóviles utilizando la tecnología GSM, a través de un terminal celular y un microcontrolador gama alta, un grupo de sensores y una Interfaz computacional de monitoreo que le permitirán a la empresa estar al tanto de las novedades de los vehículos, el propietario del automóvil, inicialmente obtendrá los siguientes servicios : Enviando un mensaje corto SMS [1] al número del terminal celular instalado en el automóvil, éste podrá, detener la marcha del auto si este está siendo llevado por ladrones. Además en caso de robo se podrá llevar a cabo la localización del automóvil utilizando triangulación GSM, el sistema está en la capacidad de activar (desde la central de monitoreo, o desde el celular del propietario del auto) dos salidas relé con las que pueden controlarse otras funciones, por ejemplo: una salida podrá cortar la corriente eléctrica al encendido y la otra podrá activar Los seguros de las puertas. En este punto cabe destacar el cuidado que se deberá tener en la supresión del encendido para la detención inmediata del vehículo, esto se deberá realizar si es absolutamente necesario para inmovilizar el vehículo y provocar su abandono por parte de los ladrones, si se desencadena esta situación en una autopista o carretera a alta velocidad puede crearse un peligro adicional, quizás muy elevado, para los otros usuarios de la ruta. Esta solución sólo debería utilizarse en la certeza de que el vehículo está parado, por ejemplo, después de recibir dos o más veces consecutivas la misma posición geográfica. Se podrá acceder a las funciones de este sistema desde cualquier lugar del país que cuente con red de telefonía celular.

El estudio de este proyecto de grado se lo divide en dos etapas, la primera es el diseño de una arquitectura de hardware y la segunda de software, formando un sistema completo de monitoreo de seguridades electrónicas, el mismo que puede realizar telemetría, localización e identificación de vehículos, utilizando tecnología inalámbrica GSM, y el uso de comando AT. El levantamiento de los datos del vehículo o la telemetría, se realiza mediante una

unidad central integrada en el automóvil la cual funcionara de forma bi-direccional.

Para la manipulación de las funciones de seguridad en el vehículo se utilizara el servicio SMS, que brinda el dispositivo celular, el control de estas funciones se lo realizara mediante una unidad central compuesto por un microcontrolador que enviara y receptara órdenes por medio de comandos AT que permiten utilizar a un celular como un modem GSM de bajo costo. Además en la realización de las pruebas de localización del vehículo, una vez que haya sido implementado el sistema, se usaran radio bases, restringiendo el área de cobertura a la zona de Sanlgolquí, por cuanto las políticas internas de las compañías celulares existentes en el país restringen el uso de información de sus radio bases.

La central de monitoreo será la encargada de almacenar la información de los sucesos que ocurriesen en el vehículo, para de esta manera según sea el caso entregar reportes al usuario, así como también brindara a la empresa ALTA SEGURIDAD S.A información relevante sobre apertura remota de puertas, localización vehicular etc., cabe mencionar que la central, además tendrá la capacidad de brindar un servicio de mando a distancia en el control de las seguridades del vehículo en los casos que el usuario lo requiera.

Este sistema puede conectarse a la salida de un sistema de alarma ya existente. Por otra parte, se trata de un dispositivo "personal", en el sentido de que la señal de alarma se envía directamente al teléfono móvil del propietario del vehículo. Claro que para ello ha de disponer de teléfono móvil GSM y tenerlo siempre conectado. Los mensajes de alarma, enviados en forma de SMS (*Short Messages System*), contienen las coordenadas geográficas que definen la posición del vehículo robado, ya que el sistema incorpora un terminal celular que hace las veces de un GPS (*Geografic Position System*) de gran precisión [2]. Estos mensajes se transmiten automáticamente si el sistema antirrobo entra en funcionamiento y, además, el equipo puede ser "interrogado" desde el teléfono móvil del propietario en cualquier momento para conocer la

posición exacta del vehículo. A la recepción del mensaje de alarma el propietario puede intervenir personalmente (si el vehículo se encuentra en las inmediaciones) o alertando a la fuerza pública u organismos de seguridad.



**Figura. 1.1. Triangulación GSM**

### 1.1.3 Unidad Central del Vehículo

La unidad central conformada básicamente por un microcontrolador, un terminal celular, y una etapa de potencia, cumple la función de control de funciones o estados del automóvil. Cada uno de ellos se sitúa en el lugar adecuado para realizar por ejemplo: apertura y cierre de puertas, etc.

#### **El microcontrolador posee:**

- ✓ Convertidores analógicos digitales para poder procesar la información receptada del celular.
- ✓ Convertidores digitales analógicos para controlar algún dispositivo desde el microcontrolador.
- ✓ Componentes de comunicación que permiten transferencia a 9600 Kbps sobre un bus que facilita el intercambio de información entre módulos. Las redes de vehículos.

- ✓ Acondicionadores de señales para ajustar los datos entrada y las salidas a los rangos de trabajo de cada módulo.

#### **El Terminal celular:**

- ✓ Realizara la función de un modem GSM
- ✓ Este cumple un papel principal en la realización del presente proyecto de grado, ya que será el encarga, de la recepción y envió de mensajes, tanto al usuario final como a la central de monitoreo.

#### **Etapa de Potencia**

- ✓ Encargada de cumplir las acciones de telecontrol, garantizando una alta confiabilidad.

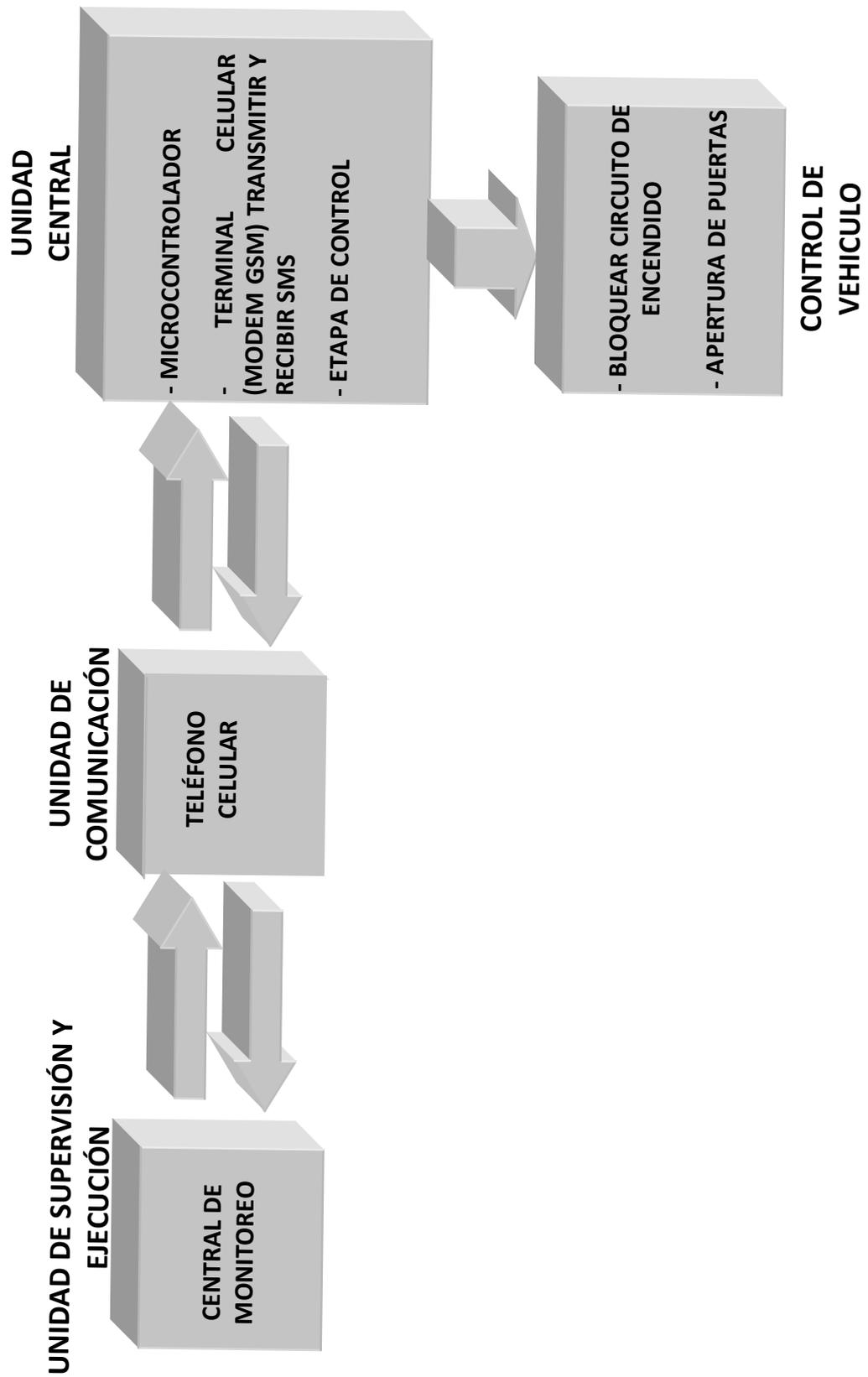


Figura. 1.2. Diagrama Modular del Proyecto

## 1.2 COMANDOS AT

### 1.2.1 Introducción

[4] Una herramienta fundamental en la realización de este proyecto de grado es el uso de comandos AT ya el equipo celular se comunica con la aplicación a través de estos, estableciendo una conversación del tipo pregunta respuesta, ya que todo comando enviado al equipo celular montado dentro del vehículo generara una respuesta inmediata que se traduce mas tarde en aplicaciones de telemetría y control a distancia del auto.

El control del módem GSM (teléfono celular) a través de la interfaz de usuario creada, se basa en el uso de instrucciones o comandos denominados Hayes o AT, de los que exponemos brevemente algunas referencias. Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de *attention*.

Hayes es el nombre de una empresa que en los orígenes de la comunicación por módem definió una serie de comandos u órdenes para que el software de comunicaciones pudiera comunicarse con el módem, pudiendo controlar este último

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.

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.

.Estos comandos tuvieron tanto éxito que se convirtieron en el virtual estándar de comunicaciones, y los módems que los comprenden (son el 99,99% de los módems modernos)

### 1.2.2 Control de Llamadas

Estos son algunos de los comandos más comunes para el control de llamadas.

AT Atención

ATA Contestar llamada

ATD Comando para Llamar

ATH Desconectar una llamada

A continuación presentamos un listado de comandos AT utilizados en este proyecto así como una breve explicación de las instrucciones que ejecuta el celular al recibir dicho comandos.

### 1.2.3 Control de Errores

- AT+CMEE (*Mobile Equipment Error*).

Este comando nos permite configurar el formato de la respuesta en caso de que se produzca algún error. Dependiendo del parámetro que le pasemos, la respuesta sería ERROR, ERROR + un código numérico, o, ERROR + descripción del error. Empleamos este último modo para poder concretar más que tipo de error se ha producido en el envío y recepción de cada uno de los comandos.

### 1.2.4 Código de Acceso

- AT+CPIN (PIN Control).

Dispone de 2 metodologías de uso.

a) Mediante la interrogación AT+CPIN? podemos decretar el estado del celular en cuanto a su control de acceso, si es necesario un primer código PIN (personal identification number), si por el contrario la tarjeta SIM está anclada y es necesario un segundo código denominado PUK (*personal unlock code*) e incluso si es necesario la introducción de la tarjeta en el módulo.

b) Para introducir los códigos anteriormente comentados (PIN o PUK), debemos enviar el comando AT+CPIN y el código requerido. En este caso nos informará si el código es correcto (y el terminal se encuentra preparado), si es incorrecto, si es necesario el código PUK o si la tarjeta está bloqueada por una introducción repetitiva incorrecta de los códigos.

### 1.2.5 Mensajes SMS

Podemos dividir los comandos en 2 tipos, según su funcionalidad:

a) Configuración del sistema de envío o recepción

- **AT+CMGF** (*Message Format*)

Configura el tipo de mensajes que se van a usar. Existen dos tipos, TEXTO o PDU (modo binario).

- **AT+CPMS** (*Preferred Message Storage*).

Selecciona los valores de las 3 memorias existentes. La primera es la que permite la lectura, borrado y reenviado de mensajes, la segunda es la que contiene los mensajes escritos pero no enviados, mientras que la tercera es donde se almacenan los nuevos mensajes recibidos. Estas memorias pueden tomar los valores del celular o de la tarjeta SIM.

- **AT+CSCA** (*Service Centre Address*)

Establece el número del centro de servicio. Este número, correspondiente al servidor, es específico para cada operadora y es destinatario intermedio entre el emisor y el receptor.

- **AT+CSMP** (*Set Text Mode Parameters*).

Entre otros, configura el tiempo máximo de permanencia de un mensaje en el centro de servicio antes de que sea posible el envío al destinatario final.

- **AT+CNMI** (*New Message Indications to TE*)

Configura la metodología de notificación de un nuevo mensaje recibido.

b) Ejecución de acciones

- **AT+CMGR** (*Read Message*).

Lee un mensaje almacenado en la posición pasada como parámetro.

- **AT+CMGD** (*Delete Message*).

Borra un mensaje almacenado en la posición pasada como parámetro.

- **AT+CMGW** (*Write Message to Memory*).

Memoriza un mensaje (el contenido del cual es pasado como parámetro) en la primera posición de memoria libre para un posterior envío, lectura, modificación, etc.

- **AT+CMGS** (*Send Message*).

Envía un mensaje, cuyo contenido debemos escribir, a un destinatario especificado.

- **AT+CMSS** (*Send From Storage*).

Envía un mensaje almacenado en una determinada posición de memoria.

### 1.2.6 Transferencia de Datos o Llamadas

Se dividen también en 2 tipos, según su funcionalidad:

a) Configuración del sistema de envío o recepción

- ATP (*Select Pulse Dialling*)

Selecciona el modo de llamadas por pulsos.

- ATT (*Select Tone Dialling*)

Selecciona el modo de llamadas por tonos.

- ATS0 (*Automatic Answer Control*)

Controla el formato de respuesta ante una llamada entrante. Éste puede ser manual o automático, especificando previamente el número de RINGS que deben acontecer antes de la aceptación de la llamada.

- AT+CBST (*Select Bearer Service Type*)

Establece entre otros aspectos, la velocidad de conexión de la transferencia de datos. Podemos elegir un valor específico o configurarlo de modo automático, ya que permite una selección óptima en cada instante (aumentará la velocidad cuando sea posible).

- ATS2 (*Escape Sequence Character*)

Configura el carácter de la secuencia de escape. Para pasar de modo en línea a modo comando, debemos enviar al módem la secuencia +++AT (donde + es el carácter establecido por este comando)

b) Ejecución de acciones

- ATD (*Dial*)

Establece la comunicación con un terminal remoto. Se debe adjuntar el número del destinatario. La conexión puede ser de datos o de voz, aunque nosotros solo implementaremos la de datos.

- ATA (*Answer*)

Mediante este comando aceptamos una llamada entrante.

- ATH (*Hang up*)

Se finaliza una llamada en curso.

- AT+CHUP

Se rechaza una llamada entrante.

- ATO (*Return to Online Data Mode*)

Pasamos del modo comando al modo en línea.

### 1.2.7 Lectura de la Agenda y Registro de Llamdas

- AT+CPBS (*Phone Storage*).

Se establece el registro al que queremos acceder. Si se trata de la agenda telefónica podemos escoger entre la agenda guardada en el celular o en la tarjeta SIM. Si queremos acceder al registro de llamadas seleccionaremos entre DC, RC, MC (llamadas enviadas, recibidas o no contestadas respectivamente).

- AT+CPBF (*Phonebook Find*).

Se realiza una búsqueda por nombre de la agenda seleccionada en el comando anterior.

- AT+CPBR (*Phonebook Read*).

Permite realizar la lectura tanto del registro de llamadas como de la agenda (dependiendo de CPBS). Se especifica una posición o un rango.

- AT+CPBW (*Phonebook Write*).

Se introduce una nueva entrada en la agenda (se aportan los campos posición, número y nombre)

### 1.2.8 Fecha y Hora

- AT+CCLK (*Set Clock and Date*).

Establece la fecha y la hora actual

### 1.2.9 Identificación

Muestra información referente al celular y a la tarjeta SIM.

- AT+CGMI (*Read MS Manufacturer Identification*). Fabricante.
- AT+CGMM (*Read MS Model Identification*). Modelo.
- AT+CGMR (*Read MS Revision Identification*). Revisión.
- AT+CGSN (*Read MS Product Serial Number Identification*). Número de serie.
- AT+CIMI (*Subscriber Identification*). Número de serie de la tarjeta.

#### NOTA

Para el presente proyecto los comandos que se han señalado con negrillas son los que se utilizarán para la comunicación del sistema diseñado en el vehículo con la central de monitoreo y el usuario.

### 1.3 MODEMS GSM

Antes de empezar la explicación acerca de los modems, es necesario entender el significado del término GSM [3] (Es el Sistema Global para las Comunicaciones Móviles GSM, proviene de "*Groupe Special Mobile*" es un sistema estándar, completamente definido, para la comunicación mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono con su ordenador y puede hacer, enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por Internet, acceso seguro a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) o mensajes de texto.

GSM se considera, por su velocidad de transmisión y otras características, un estándar de segunda generación (2G).

Los módems GSM inalámbricos están diseñados para ser integrados en aplicaciones de comunicación. Utilizado por desarrolladores y creadores de equipo de comunicaciones inalámbricas.

Estos fueron concebidos para ser utilizados en labores de telemantenimiento y telecontrol en dispositivos sin inteligencia. Algunas de las prestaciones que estos tipos de modems ofrecen son:

- Descuelgan siempre y automáticamente una llamada entrante de datos.
- Pin de tarjeta SIM configurable, no es necesario que dejes la tarjeta sin código PIN.
- Permite configurar los números de teléfono válidos para los cuales el módem descolgará las llamadas entrantes. Máxima seguridad. Evita conexiones no autorizadas a tus equipos.
- Envío automático de SMS por cambio de entrada digital. Útil para enviar un SMS de alerta ante fallos de alimentación del sistema central, alertas de intrusión.
- Reinicio automático del módem cada x horas (configurable). Evita fallos de comunicación con el operador. Modem 100% del tiempo disponible.
- Posee canales, en función del número de teléfono desde el que se realiza la llamada GSM el módem utiliza el puerto serie A o puerto serie B. Ideal para controlar con un mismo módem 2 equipos RS232 ahorrándote un módem y una SIM.
- Algunos modems GSM poseen una pasarela serie-serie. Lo cual les permite ser configurados para comportarse como una pasarela serie-serie mientras no haya una comunicación de datos GSM. Esto permite, por ejemplo, utilizar un *dongle bluetooth* (opcional) para hacer un mantenimiento de la misma manera que lo haría una llamada entrante GSM. Ideal tanto para posibilidad de mantenimiento remoto (GSM) y local (*bluetooth* 100 metros) sin cables.

- Posibilidad de configurarse de forma independiente cada uno de los puertos serie como RS232 / RS485 / RS422
- Algunos modems GSM poseen relés incorporados. Control relé abierto / cerrado por mensajes SMS desde teléfonos autorizados.

## **1.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN CELULAR-MICROCONTROLADOR**

Previo a la explicación de la forma de comunicar el terminal celular con el microcontrolador se hablara brevemente sobre el servicio de mensajes cortos SMS, ya que esto será de gran ayuda para un mejor entendimiento de la comunicación.

### **1.4.1 Servicio de Mensajes Cortos (SMS)**

#### **1.4.1.1 Definición**

SMS significa Servicio de mensajes cortos, es una tecnología que permite el envío y recepción de mensajes entre teléfonos celulares.

Tal como lo sugiere el nombre de "Servicio de mensajes cortos", los datos que pueden ser enviados por un mensaje SMS [5], es limitado, lo cual es muy útil para aplicaciones de control a distancia. Una gran ventaja del SMS es que lo podemos encontrar en todos los teléfonos celulares GSM. Casi todos los planes de suscripciones proporcionados por las compañías incluyen servicio de mensajería SMS y son de bajo costo. A diferencia de los SMS, las tecnologías móviles como WAP y Java móviles no son compatibles en muchos modelos de teléfonos celulares.

SMS es un éxito en todo el mundo. El número de mensajes SMS intercambiados todos los días es enorme. La mensajería SMS es hoy una de las fuentes de ingreso más importantes de las prestadoras de servicios de telefonía móvil.

### 1.4.1.2 Introducción

SMS apareció en escena en 1992 en Europa, donde la tecnología inalámbrica digital echo raíces. El Standard Europeo para comunicación inalámbrica digital, es ahora conocido globalmente como el Standard para móviles (GSM) [6], incluye el servicio de mensajería corta desde el principio.

En Norte América, SMS estuvo disponible en las redes inalámbricas digitales construidas por los primeros pioneros tales como *BellSouth Mobility* y Nextel. En 1998, con el desarrollo de las redes basadas en GSM como el servicio de comunicación personal (PCS), código de acceso por división múltiple (CDMA), y acceso por división de tiempo (TDMA), estos métodos ayudaron a la completa implementación del SMS.

El SMS punto a punto provee un mecanismo para transmitir mensajes cortos de y hacia equipos Móviles (Celulares). Tras el envío de un mensaje, este no es enviado directamente para el destinatario sino para un centro de mensajes (SMSC), que lo almacena y envía posteriormente. Este centro hace también la cobranza posterior del servicio. El centro de mensajes reencamina después el mensaje para el destinatario, cuando el móvil esté conectado a la red.

### 1.4.1.3 Características

Hay varias características únicas del servicio de mensajes cortos (SMS), según lo definido dentro del estándar digital de telefonía móvil GSM:

- Un mensaje corto puede tener una longitud de hasta 160 caracteres. Éstos pueden ser palabras, números o una combinación alfanumérica. Los mensajes cortos basados en No-texto (por ejemplo, en formato binario) también se utilizan.
- Los mensajes cortos no se envían directamente del remitente al receptor, sino que se envían a través de un centro de SMS. Cada red de

telefonía móvil que utiliza SMS tiene uno o más centros de mensajería para manejar los mensajes cortos.

- Los mensajes cortos se pueden enviar y recibir simultáneamente a la voz, datos etc. Esto es posible porque mientras que éstas asumen el control de un canal de radio dedicado durante la llamada, los mensajes cortos viajan sobre un canal dedicado a señalización independiente de los de tráfico.
- A través del servicio de SMS se puede recibir datos o alarmas en cualquier momento y lugar.

#### 1.4.1.4 Aplicaciones para SMS

Los SMS fueron inicialmente diseñados para soportar mensajes de tamaño limitado, en la mayoría de los casos notificaciones o paginas alfanuméricas, pero se están descubriendo nuevos usos, que han hecho que este mercado explote.

- **Servicios de notificación:** Los servicios de notificación son unos servicios SMS ampliamente utilizados. Ejemplos de servicios de notificación usando SMS son los mensajes de notificación de correo de voz, notificación de correo electrónico, recordatorio de citas, horarios de reuniones, etc.
- **Interconexión de redes de búsqueda:** Servicios de búsqueda integrados con SMS pueden permitir a los abonados inalámbricos digitales ser accesibles a través de interfaces de búsqueda existentes en otras redes.
- **Servicios de localización:** La habilidad de rastrear la localización de un objeto móvil, o de un usuario, es muy valiosa tanto para los proveedores como para los clientes. Esta aplicación, de nuevo, solo necesita un intercambio de pequeñas cantidades de información, tales como la longitud y latitud en un momento preciso del día, y quizás otros parámetros como velocidad, temperatura o humedad.

Los conceptos, anteriormente expuestos sobre el funcionamiento de los mensajes cortos SMS, nos ayudaran a entender mejor la explicación del tipo de protocolo de comunicación utilizado en el presente proyecto de grado.

Dentro de las prestaciones de seguridad que provee este prototipo, está el envío de mensajes SMS desde un microcontrolador conectado a un modem GSM, en este caso las veces de modem las realizara un terminal celular marca NOKIA, modelo 5070, la unión de estos dos dispositivos serán los encargados del envío de reportes, tanto para la central de monitoreo, como al usuario final del servicio. Un módem GSM es un módem inalámbrico que funciona con GSM a redes inalámbricas. Un módem inalámbrico es similar a una línea telefónica. La diferencia principal es que un módem inalámbrico transmite datos a través de una red inalámbrica y una línea telefónica y un módem común transmite datos a través de una línea telefónica de cobre.

La mayoría de los teléfonos móviles pueden ser utilizados como un módem inalámbrico. Sin embargo, algunos teléfonos móviles tienen ciertas limitaciones en comparación con los módems GSM. Para enviar mensajes SMS, en primer lugar se coloca una tarjeta SIM válida de un operador de telefonía celular, dentro del territorio Ecuatoriano, luego se conecta el modem a un microcontrolador.

Hay varias maneras de conectar un teléfono móvil o módem GSM a un microcontrolador. Para nuestro proyecto se utilizó un cable DKU-5. La forma de interconexión dependerá de la capacidad del teléfono celular.

Después de conectar el teléfono celular o módem GSM al microcontrolador, se podrá controlar las diferentes acciones, como apagado, apertura de puertas remotas del automóvil, y sobre todo la localización del vehículo mediante el envío de instrucciones al mismo o mensajes SMS.

Las instrucciones utilizadas para controlar el teléfono celular o módem GSM son llamados comandos AT. (Ver Capítulo 1.2).

Los comandos AT también se utilizan para controlar la línea telefónica de un módem para cable de teléfono. Tanto los Dial-up módems, como los teléfonos celulares o los módems GSM utilizan un conjunto de comandos estándar AT. Un uso extendido de los comandos AT se utiliza para controlar el envío y recepción de mensajes SMS.

## **CAPÍTULO 2**

### **LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL VEHICULO UTILIZANDO LA RED CELULAR**

#### **2.1 FUNCIONAMIENTO DE UNA RED CELULAR**

##### **2.1.1 Introducción**

[1] Los teléfonos celulares, también conocidos como móviles o simplemente celulares, han creado una nueva área en las comunicaciones de voz. En sus inicios, los teléfonos celulares se mantenían fuera del alcance de la gente común, pero con el avance de la tecnología y la alta demanda, los altos costos involucrados fueron reduciéndose cada vez más y más, permitiendo así su fácil uso y adquisición.

Por tal motivo, las compañías proveedoras de este servicio invierten constantemente tiempo y recursos en encontrar nuevos sistemas de mayor capacidad y menor costo. La telefonía celular es un sistema de comunicación telefónica, que tiene como principal característica la de ser totalmente inalámbrica. Básicamente los sonidos se convierten en señales electromagnéticas, viajan a través del aire, y son recibidas y transformadas nuevamente en mensajes a través de antenas repetidoras o vía satélite.

Inicialmente los celulares eran analógicos, pero debido a múltiples razones se pasó a un sistema digital (lo explicaremos más adelante). Los teléfonos celulares básicamente son radio transmisores personales, con la posibilidad de cambiar constantemente de canal y conectarse con bases.

### 2.1.2 Reseña Histórica

[2] En 1843, el químico de nombre *Michael Faraday* comenzó un profundo estudio sobre la posible conducción de electricidad en el espacio. *Faraday* expuso sus grandes avances respecto a la tecnología del siglo anterior, lo que ayudó en forma incalculable en el desarrollo de la telefonía celular.

En 1876, el teléfono fue inventado por *Alexander Graham Bell*, en 1894 *Guglielmo Marconi* (ver figura 2.1), presenta la comunicación inalámbrica por radio (principalmente por aportes de *Nikolai Tesla*). En el año de 1947, científicos desarrollaron las ideas que permitían el uso de teléfonos móviles usando células que identificaran al usuario en cualquier punto desde donde se efectuara una llamada. Pero debido a la limitada tecnología del momento, los estudios fueron demorados para desarrollos posteriores.

En 1921, la radio móvil fue usada cuando el Departamento de Policía de Detroit utilizó un sistema de radio móvil que operaba a una frecuencia cercana a 2 MHz. En 1940, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) dispuso nuevas frecuencias para la radio móvil en la banda de frecuencia de 30 a 40 MHz. Sin embargo, hasta que los investigadores desarrollaron técnicas de modulación en frecuencia, para mejorar la recepción en presencia de ruido electrónico y desvanecimiento de señales, la radio móvil fue muy útil.



**Figura. 2.1. Guglielmo Marconi**

En 1949, en la época predecesora a los teléfonos celulares en sí, las personas usaban comunicación móvil, mediante radio teléfonos en sus autos. En el sistema radio telefónico, existía sólo una antena central por cada ciudad, y unos pocos canales disponibles en la torre.

Esta antena central significaba que el teléfono en el vehículo requeriría una antena poderosa, lo suficientemente poderosa para transmitir a 50 ó 60 Km de distancia. Esto también significaba que no muchas personas podrían aún usar los radio teléfonos, ya que simplemente no existían suficientes canales para conectarse.

En ese mismo año se autorizaron en EEUU seis canales móviles extras a las portadoras de radio comunes, las cuales se definieron como compañías que no proporcionan un servicio telefónico de línea alámbrica pública, pero si se interconectan a la red telefónica pública y proporcionan un servicio de teléfono inalámbrico equivalente. Luego se incrementó el número de canales de 6 a 11, reduciendo el ancho de banda a 30 KHz. y espaciando los nuevos canales entre los viejos.

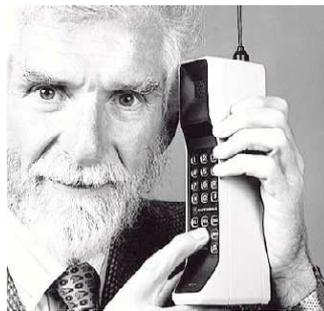
En 1964, y hasta la fecha, los sistemas de telefonía móvil operaban sólo en modo manual; un operador del teléfono móvil especial manejaba cada llamada, desde y hacia cada unidad móvil. En 1964, los sistemas selectores de canales automáticos fueron colocados en servicio para los sistemas de telefonía móvil. Esto eliminó la necesidad de la operación oprimir-para-hablar o *push-to-talk (ptt)* y les permitía a los clientes marcar directamente sus llamadas, sin la ayuda de una operadora.

El *MTS (Sistema de Telefonía Móvil)* usa los canales de radio de FM para establecer enlaces de comunicación, entre los teléfonos móviles y los transceptores de estación de base centrales, los cuales se enlazan al intercambio de teléfono local por medio de las líneas telefónicas metálicas normales. Los sistemas *MTS* sirven a un área de aproximadamente 60 Km. a la redonda y cada canal opera similarmente a una línea compartida. Cada canal

puede asignarse a varios suscriptores, pero sólo un suscriptor puede utilizarlo a la vez. Si el canal preasignado está ocupado, el suscriptor debe esperar hasta que se desocupe, antes de hacer o recibir una llamada.

En 1971, la demanda creciente en el espectro de frecuencia de telefonía móvil saturado, impulsó a buscar un modo de proporcionar una eficiencia del espectro de frecuencia mayor. En este año, *AT&T* hizo una propuesta sobre la posibilidad técnica de proporcionar respuesta a lo anterior. Se comenzaba a delinear el principio de la radio celular.

En ese mismo año en Finlandia se lanza la primera red pública exitosa de telefonía móvil, llamada la red *ARP*. Dicha red es vista como la Generación 0 (0G), estando apenas por encima de redes propietarias y redes de cobertura local.



**Figura. 2.2. Martin Cooper con su Motorola DynaTAC**

En 1973, el *Dr. Martin Cooper* (ver figura 2.2) es reconocido como el inventor del primer teléfono portátil. Considerado como "el padre de la telefonía celular"; siendo gerente general de sistemas de *Motorola* realizó una llamada a sus competidores de *AT&T* desde su teléfono celular, transformándose en la primera persona en hacerlo.

En 1977, Los teléfonos celulares se hacen públicos, dando comienzo las pruebas en el mercado. La ciudad de Chicago fue la primera en comenzar con 2000 clientes. Eventualmente otras líneas de prueba aparecieron en Washington D.C. y Baltimore.

En 1979, Si bien los americanos eran los pioneros en la tecnología, los primeros sistemas comerciales aparecieron en Tokio, Japón por la compañía *NTT*. En 1983, Chicago, Washington D.C. y Baltimore son los escenarios de los primeros lanzamientos de sistemas comerciales de telefonía celular en Estados Unidos.

En 1983, La *AMPS (Sistema Avanzado de Telefonía Móvil)* es lanzada usando frecuencias de banda desde 800 MHz hasta 900 MHz y de 30 KHz. De ancho de banda para cada canal como un sistema totalmente automatizado de servicio telefónico. Es el primer estándar en telefonía celular en el mundo.

En 1986, con ese punto de partida, en varios países se diseminó la telefonía celular como una alternativa a la telefonía convencional inalámbrica. Para 1986 los usuarios de telefonía celular llegan a los 2 millones sólo en Estados Unidos.

Debido a esta gran aceptación, el servicio comenzó a saturarse rápidamente, creándose así la necesidad de desarrollar e implantar otras formas de acceso múltiple al canal y transformar los sistemas analógicos a digitales, con el objeto de darles cabida a más usuarios

En 1987, La Industria llega a los 1000 millones de dólares en ganancias.

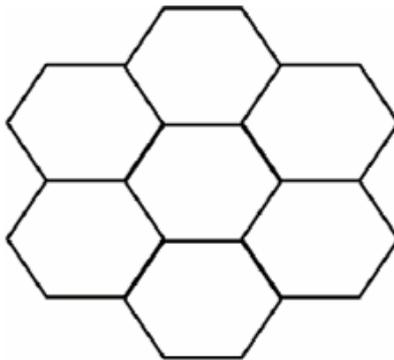
En 1988, cambió muchas de las tecnologías típicas del pasado, se crea un nuevo estándar, el *TDMA Interim Standard 54*, el cual es oficializado en 1991. *Motorola* introduce el teléfono móvil *DynaTAC*, el primer radioteléfono puramente "móvil". El teléfono, apodado "el ladrillo", tenía una hora de tiempo de conversación y ocho horas de tiempo en modo en espera.

En 1996, *Bell Atlantic Mobile* lanza la primera red comercial *CDMA* en los Estados Unidos.

En 1997, Los usuarios de la industria inalámbrica celular, *PCS* y *ESMR* superan los 50 millones

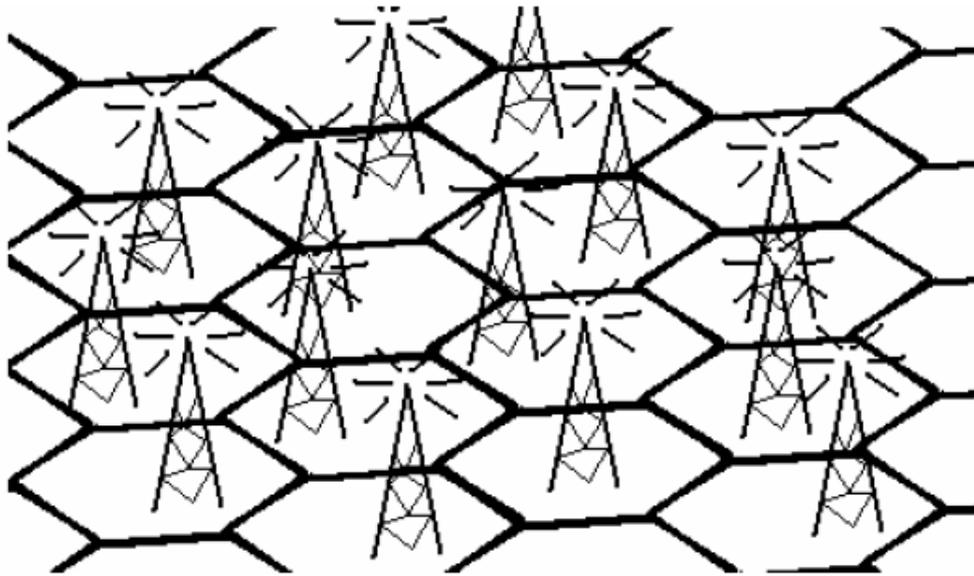
### 2.1.3 Telefonía Celular

En todos los sistemas de telefonía móvil, una región geográfica se divide en celdas o células, razón por lo cual los dispositivos se conocen como teléfonos celulares. Generalmente las celdas normalmente tienen de 10 a 20 Km. de diámetro, en los sistemas digitales las celdas son más pequeñas, cada celda utiliza un conjunto de frecuencias que no es utilizada por ninguno de sus vecinos, este sistema adquiere mayor capacidad por el uso de celdas relativamente pequeñas y la reutilización de frecuencias de transmisión en celdas cercanas pero no adyacentes, debido a su tamaño se necesita menor potencia (0.6 watts aproximadamente), y se reduce el área de cobertura lo cual conduce a dispositivos más pequeños y económicos.



*Figura. 2.3. Celdas o células*

En el centro de cada celda está la estación base a la cual transmiten todos los teléfonos de la celda. La estación base consta de una computadora y un transmisor/receptor conectado a una antena, en el sistema todas las estaciones base están conectadas a una oficina de conmutación de telefonía móvil, en un sistema grande pueden ser necesarias varias oficinas



**Figura. 2.4. Estaciones base, en cada célula**

Cuando un teléfono móvil sale de una celda, su estación base nota que la señal se desvanece, pregunta a las estaciones circundantes cuanta potencia están recibiendo de ella, a continuación, la estación base transfiere la posesión a la celda que está recibiendo la señal más fuerte (la celda donde se encuentra ahora el teléfono), esta informa al celular cual es su nueva base y si está efectuando una llamada se le pide que cambie a un nuevo canal (por que el antiguo no se reutiliza en ninguna celda adyacente), este proceso (transferencia de celda) dura cerca de 300 milisegundos; la reasignación de canal lo realiza la oficina, las estaciones base son solo retransmisoras.

Un proveedor de servicio celular típicamente recibe 832 radio frecuencias para utilizar en una ciudad. Cada teléfono celular utiliza dos frecuencias por llamada, por lo que típicamente hay 395 canales de voz por portador de señal, (las 42 frecuencias restantes son utilizadas como canales de control). Por lo tanto, cada celda tiene alrededor de 56 canales de voz disponibles.

En otras palabras, en cualquier celda, pueden hablar 56 personas en sus teléfonos celulares al mismo tiempo. Con la transmisión digital, el número de canales disponibles aumenta, por ejemplo el sistema digital *TDMA* puede

acarrear el triple de llamadas en cada celda, alrededor de 168 canales disponibles simultáneamente.

Los teléfonos celulares tienen adentro transmisores de bajo poder, muchos teléfonos celulares tienen dos intensidades de señal: 0.6 watts y 3.0 watts (en comparación, la mayoría de los radios de banda civil transmiten a 4 watts.) La estación central también transmite a bajo poder. Los transmisores de bajo poder tienen dos ventajas:

- Las transmisiones de la base central y de los teléfonos en la misma celda no salen de ésta. Por lo tanto, cada celda puede re- utilizar las mismas 56 frecuencias a través de la ciudad.
- El consumo de energía del teléfono celular, que generalmente funciona con baterías, es relativamente bajo, una baja energía significa baterías más pequeñas, lo cual hace posibles los teléfonos celulares.



**Figura. 2.5. Antena de estación central**

La tecnología celular requiere un gran número de bases o estaciones en una ciudad de cualquier tamaño. Una ciudad grande puede llegar a tener cientos de torres, cada ciudad necesita tener una oficina central la cual maneja todas las conexiones telefónicas a teléfonos convencionales, y controla todas las estaciones de la región.

### 2.1.4 Operaciones Celulares

Lo primero que se debe saber sobre una red celular es que se diseña dependiendo del mercado. Es decir, el número de personas con un equipo móvil y la zona geográfica donde estos se encuentran, define el tipo de red celular a ser instalada. En la industria inalámbrica, las áreas de cobertura se conocen como áreas estadísticas metropolitanas (*MSA*) y áreas estadísticas rurales (*RSA*). Está permitido que dos portadores proporcionen servicios celulares dentro de cada *MSA* o *RSA*. Esto significa que las frecuencias se asignan a ambos portadores en bloques. Los dos bloques de frecuencia dentro de un área de mercado se etiquetan como sistema A o sistema B. Los teléfonos celulares deben estar en la capacidad de poder trabajar en ambos sistemas sin importar la tecnología de esa red. Es decir, si el sistema A es una red *AMPS* analógica y el sistema B es una red *CDMA*, los usuarios podrán utilizar sus teléfonos en ambos sistemas.

Dentro de cada bloque de frecuencia existen 21 canales de establecimiento o control. Estos canales funcionan en dos modos hacia delante y en reversa. El canal hacia delante se utiliza para reconocer el estado de la unidad móvil mientras que el reverso lo utiliza la unidad móvil para solicitar una llamada. Cuando un teléfono celular se prende inmediatamente buscará dentro de los 21 canales de control la señal de mayor potencia. Cada canal de control se encuentra asociado con una zona celular. Cuando la unidad móvil determina que señal es la de mayor potencia envía una solicitud de llamada al sitio celular por su canal de control. Así, el sitio celular determinará cuál canal de voz se encuentra disponible y se lo asignará a ese terminal celular asignándole una frecuencia. Entonces, si se realiza una llamada por ese teléfono celular, la voz se conectará a la central por medio de esa frecuencia asignada.

El corazón de las redes celulares es el *MSC (Mobile Switching Center)*, el cual se encarga de administrar el enrutamiento de las llamadas dentro de la red. También controla los *handoffs* y los accesos a ciertas características de los sistemas y accesos a las bases de datos de la red. Existe un *MSC* por cada

*MSA* o *RSA*. El *MSC* también se encarga de coordinar los cambios de un sitio celular a otro, también envía alertas a los teléfonos móviles, registra los momentos en que cada celular es prendido y administra las conexiones con la red *PSTN*.

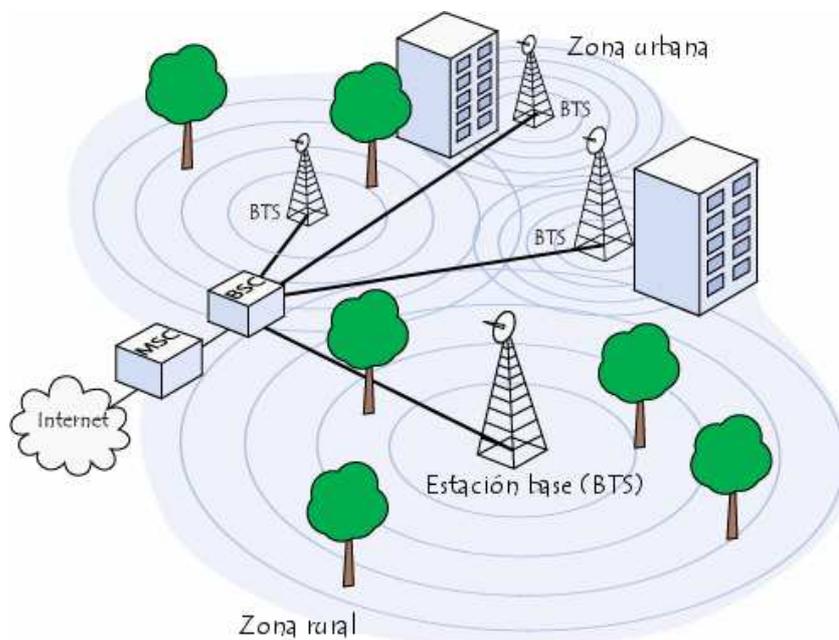
Todos los *MSC* proporcionan acceso con el *HLR* que es una base de datos. Esta base de datos proporciona información acerca de todos los usuarios de una misma área local. El teléfono celular está suscrito con un número serial, un *MIN* (o identificación. En el sistema *IDEN* es conocido como *IMEI ID*) y el número telefónico celular. Toda esta información del equipo está almacenada en el *HLR*. Así, cada usuario debe pertenecer a una área local. De esta manera, cualquier llamada fuera de esta área necesitará de un servicio de *roaming* que puede ser proporcionada por la misma compañía u otro proveedor de servicio. Así, los datos del teléfono de un usuario y los servicios por los que paga se encuentran localizados dentro de la base de datos del área local asignada. Cuando un usuario viaja, la compañía que le brinda el servicio celular debe ser capaz de identificar el área local al que el usuario se ha movilizado. Esto también lo identifica a través del *HLR*.

Por otro lado, los *MSA* o *RSA* tienen acceso a un *VLR*. Esta es una base de datos de ubicaciones. El *HRL* solamente conoce el último que da servicio a un usuario. Esta información permanece hasta que la actualiza el *VLR* que justamente se encarga de reconocer el último sitio donde el terminal móvil se ha ubicado para proporcionarle así el servicio de telefonía.

Entonces, el proceso de conexión de un terminal celular es el siguiente, cuando un usuario realiza una llamada telefónica, el proveedor del servicio de telefonía enrutará la llamada a su *MSC* de su área local. El *MSC* consultará con su base de datos la última localización del usuario cuando hizo la última llamada. Luego, el *MSC* buscará en el *HRL* donde se encuentra el *MIN* de ese terminal celular. En caso de no encontrar el *MIN* en su base de datos, entonces se pasará a examinar el *VLR*. Este *VLR* identificará si el teléfono se encuentra activo en esa red y en caso que sea positivo buscará el sitio celular que se

encuentra dando servicio al teléfono del usuario. En caso de que el usuario no esté utilizando su equipo, el *VLR* estará eliminando la última información adquirida sobre la situación de ese terminal. Así, mientras el teléfono celular se encuentre inactivo periódicamente estará enviando una señal al sitio celular para hacer saber que todavía se encuentra activado. Dentro de esta señal se encuentra el *MIN*, de forma tal que el *VLR* almacenará esa información periódicamente. El *VLR* es una base de datos dinámica, es decir almacena y borra información constantemente.

Un sitio celular se compone básicamente de dos partes, el *BSC* (*Base Station Controller*) y el *BTS* (*Base Transceiver Subsystem*). El *BTS* es el transceptor de radio y las antenas utilizadas en una zona. La combinación entre antenas y transceptores se conoce como *BSS* (*Base Station Subsystem*). Las antenas se encuentran conectadas en un sistema que les permite conmutarse a diferentes transceptores. Esto es controlado por el *BSC*.



**Figura. 2.6. Elementos de una red Celular**

Con la ayuda de la antena de sitio celular se logra la unión con los transceptores de la estación base. Los transceptores son utilizados para transmitir y recibir llamadas vía aérea. Cada transceptor puede soportar una o

múltiples transmisiones por frecuencia, según sea la tecnología de la interfaz aérea. Así, la interfaz aérea se encuentra entre el *BTS* y el teléfono celular. La interfaz aérea puede ser analógica o digital. Esto significa que si un teléfono celular puede utilizar ambas interfases está trabajando en modo dual.

### 2.1.5 Establecimiento de una Llamada

El paso principal para realizar una llamada o recibirla es registrarse con la red. Cuando se activa un teléfono celular, este envía una señal hacia la red celular. Esta señal posee información de registro, la cual es almacenada en el *VLR* y el *HLR* del área de servicio. Así, el registro se envía al *MSC*, el cual administra el registro de todos los teléfonos celulares en su red. El *MSC* examina el *MIN* para determinar si ese equipo debe tener línea activada o no. Luego, el *MSC* envía un mensaje al *VLR*. Este actualiza su información creando un registro para el *MIN* identificado. El *VLR* identifica la posición del equipo con el *MIN* indicado e informa al *HLR* del lugar y solicita un perfil de servicio que se utilizará para el nuevo registro.

Entonces, cuando se marca un número de teléfono celular el código de estación de ese número indica el *MSC* que se encuentra registrado en el *MSC* local para el suscriptor. Ahí el *MSC* debe determinar cómo enrutar la llamada. Cuando el *MSC* recibe la llamada deber verificar los primeros números generados y consultar con su *HRL*. El *HRL* identificará el último *MSC*. Si el último *MSC* fue el *MSC* local el *MSC* puede consultar el *HLR* para determinar exactamente en cuál celda se encuentra ahora el teléfono celular. Si está registrado en otro *MSC*, el *MSC* local debe transferir la llamada hacia el *MSC* de servicio.

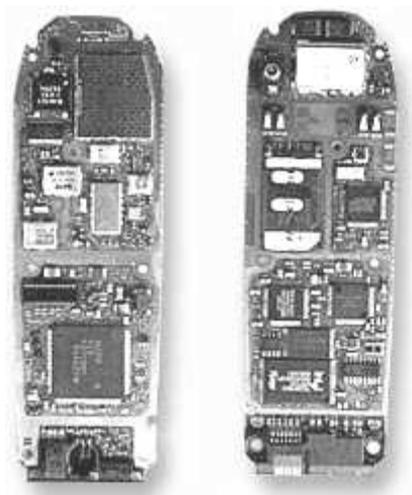
Antes de realizarse la transferencia el *VLR* del lugar consulta con el *MSC* que está en servicio para determinar cómo se debe conectar la llamada. Luego, el *VLR* recibe un número de directorio local temporal llamado *TLDN* (*Temporary Local Directory Number*). Este *TLDN* se introduce en el *VLR*, el cual actualizará el *HLR* para futuras llamadas.

El *VLR* en el área visitada identificará cuál celda es a la que se encuentra solicitando el servicio y determinará si esta está activa o inactiva. Si está activo el *MSC* envía una señal hacia el *BSC* solicitando que el teléfono celular sea buscado. Luego, la señal de búsqueda enviada al celular le dirá al terminal que frecuencia usar. Cuando el teléfono receptor recibe la señal de búsqueda se conmuta a la frecuencia establecida y envía la confirmación a su *BTS* que lo reenvía a su *BSC*, de forma que la llamada se enruta a través del *MSC*.

### 2.1.6 Funcionamiento del Teléfono Celular

A simple vista, los componentes más generales de todo teléfono celular son:

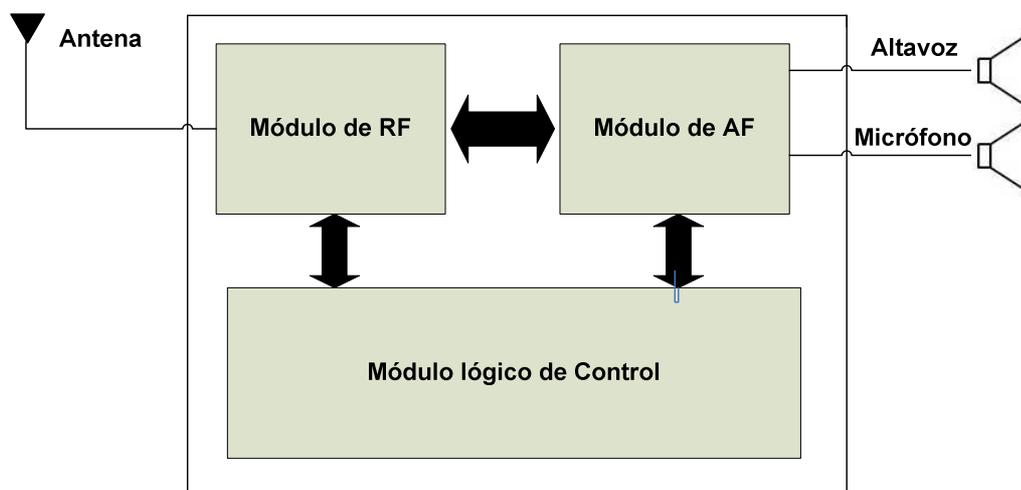
- Un circuito integrado que contiene el cerebro del teléfono.
- Una antena
- Una pantalla de cristal líquido (LCD)
- Un teclado pequeño
- Un micrófono
- Una bocina
- Una batería



**Figura. 2.7. Circuito integrado del celular**

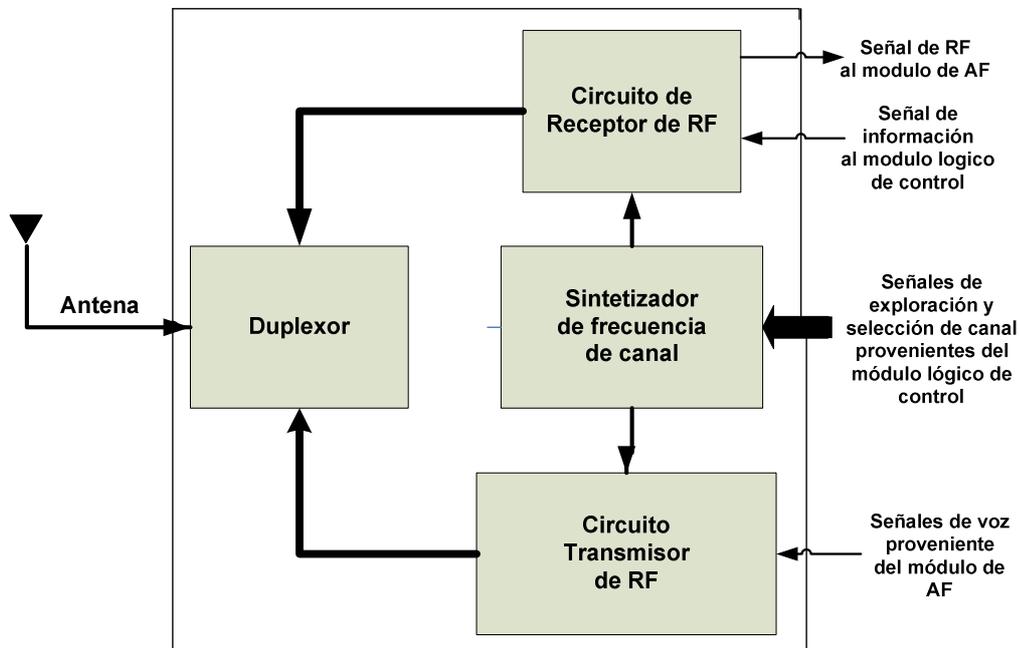
Los teléfonos celulares, por sofisticados que sean y luzcan, no dejan de ser radio transmisores personales. Para empezar los sonidos y datos se convierten en señales electromagnéticas, que pueden viajar por el aire y ser recibidas por las Estaciones Bases o en algunos casos especiales por satélites.

Un teléfono celular es un dispositivo dual, esto quiere decir que utiliza una frecuencia para hablar, y una segunda frecuencia aparte para escuchar. Una radio OC tiene 40 canales, un teléfono celular puede utilizar 1664 canales. Estos teléfonos también operan con "células" (o "celdas") y pueden alternar la célula usada a medida que el teléfono es desplazado. Las células le dan a los teléfonos un rango mucho mayor a los dispositivos que lo comparamos. Un *walkie-talkie* puede transmitir hasta quizás una milla, una radio OC, debido a que tiene un poder mucho más alto, puede transmitir hasta 5 millas. Alguien que utiliza un teléfono celular, puede manejar a través de toda la ciudad y mantener la conversación todo el tiempo, las células son las que dan a los teléfonos celulares un gran rango. Entonces, cuando hacemos una llamada nuestro teléfono móvil empieza a emitir ondas de radio que son interceptadas por la estación base más cercana. En la arquitectura interna de un teléfono celular estándar, podemos ver tres módulos bien definidos (figura 2.8) que son: el módulo de radio (RF radio frecuencia), el módulo de audio (AF audiofrecuencias) y el módulo lógico de control (CPU).



**Figura. 2.8. Módulos del teléfono celular**

- a) **Modulo de RF.** El módulo de RF tiene a su cargo todas las señales que ingresan o salen del teléfono celular (figura 2.9).



**Figura. 2.9. Módulo RF**

El circuito receptor de RF filtra y demodula las señales recibidas, la salida del módulo de RF se aplica al módulo de AF. A diferencia de los radorreceptores tradicionales en los que se usa sintonización manual para definir el canal deseado, el teléfono celular usa un circuito sintetizador de frecuencia de precisión que puede ajustarse a cualquiera de los canales celulares asignados. El canal seleccionado en un momento dado está determinado por el módulo lógico de control. Conforme su teléfono celular se mueve de una celda a otra, las frecuencias de transmisión y recepción se cambian tomando en cuenta los canales disponibles de la nueva celda. Las instrucciones que indican qué frecuencias cambian son recibidas como señales de información y son procesados por un módem en el módulo lógico de control del teléfono celular.

Las señales de voz provienen del módulo de AF y las señales de información provenientes de la unidad lógica de control se envían al circuito

transmisor de RF que las coloca sobre la portadora de RF apropiada, las filtra, las amplifica y las aplica a la antena. La frecuencia portadora de RF está determinada por la celda particular en que se encuentre.

El circuito sintetizador de frecuencia de canal por lo general consta de un oscilador de base que trabaja conjuntamente con un sintetizador de frecuencia de recepción y un oscilador de frecuencia de transmisión. El sintetizador de frecuencia de recepción recibe una señal digital de control de módulo lógico de control y produce un voltaje proporcional a la frecuencia deseada. Un oscilador controlado por voltaje, o Vco, convierte el voltaje proporcional en la señal del oscilador. El circuito de portadora de transmisión es similar. Las señales digitales de control del módulo lógico de control establecen un voltaje que es proporcional a la frecuencia deseada. El voltaje proporcional excita a un Vco que produce la frecuencia del oscilador.

- b) **Modulo de AF.** El módulo de AF es responsable de la conversión de las de las señales de FI (frecuencia intermedia) provenientes del módulo de RF en señales de voz que se puedan oír en el receptor del teléfono celular (figura 2.10).

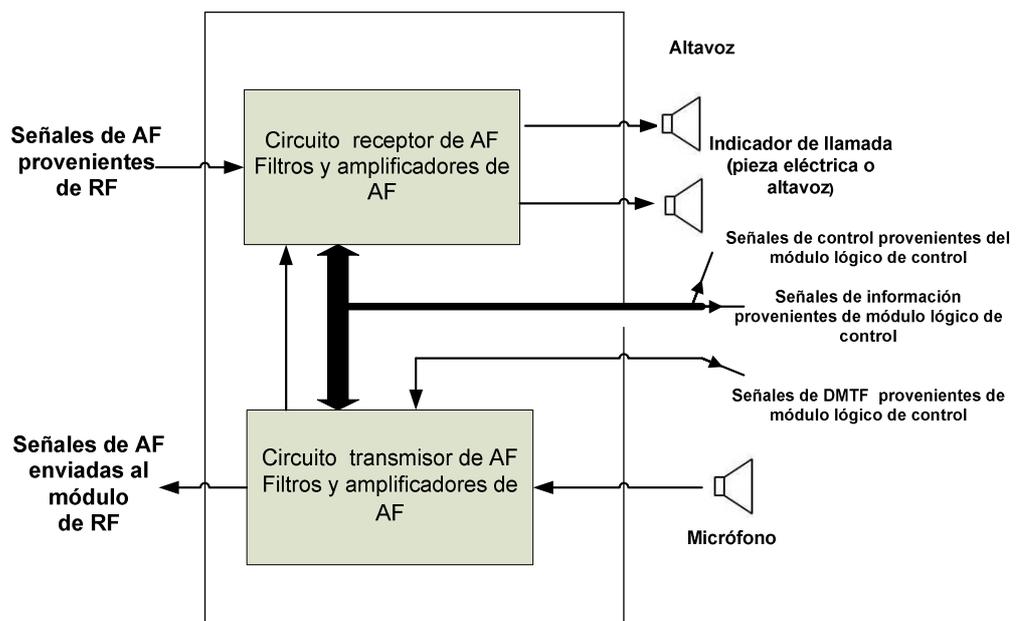
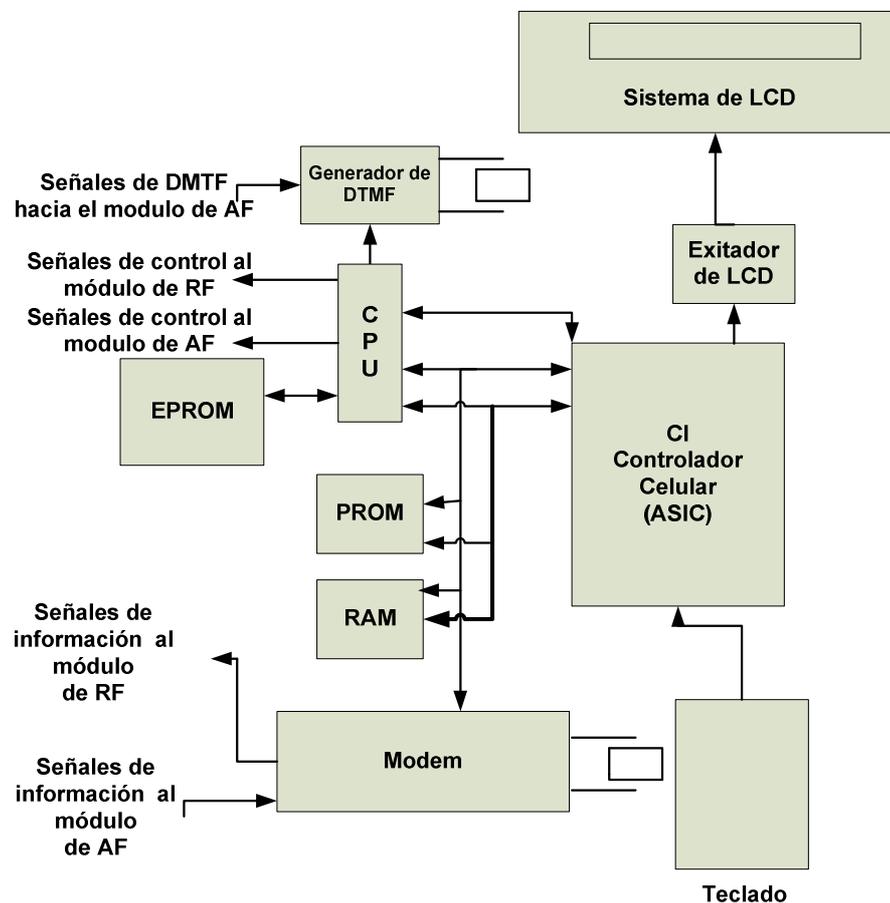


Figura. 2.10. Módulo AF

Generalmente se incluye un segundo elemento receptor para producir señales de advertencia, tales como las señales de llamada. Los tonos de *DTMF* y la voz provenientes de un micrófono se filtran, se mezclan y se aplican al módulo de RF para ser modulados, junto con las señales de control provenientes de un módem en el módulo lógico de control. Una porción de la voz transmitida regresa al receptor como tono local. Las funciones de transmisión y recepción de AF están bajo control directo del módulo lógico de control.

- c) **Modulo lógico de control.** El módulo lógico de control es la base de todo teléfono celular. (figura 2.11)



**Figura. 2.11. Módulo lógico de control**

El módulo lógico de control tiene una estructura similar a la de una computadora personal. La CPU principal controla el teléfono celular con base en un conjunto de instrucciones permanentes (su programa) grabadas en una

memoria permanente (ROM). Se incluye una memoria temporal (RAM) que almacena variables tales como el canal de uso, el valor seleccionado de potencia del transmisor, etc., así como los resultados de cualquier comparación lógica u operación matemática requeridos cuando el programa del teléfono no esté corriendo.

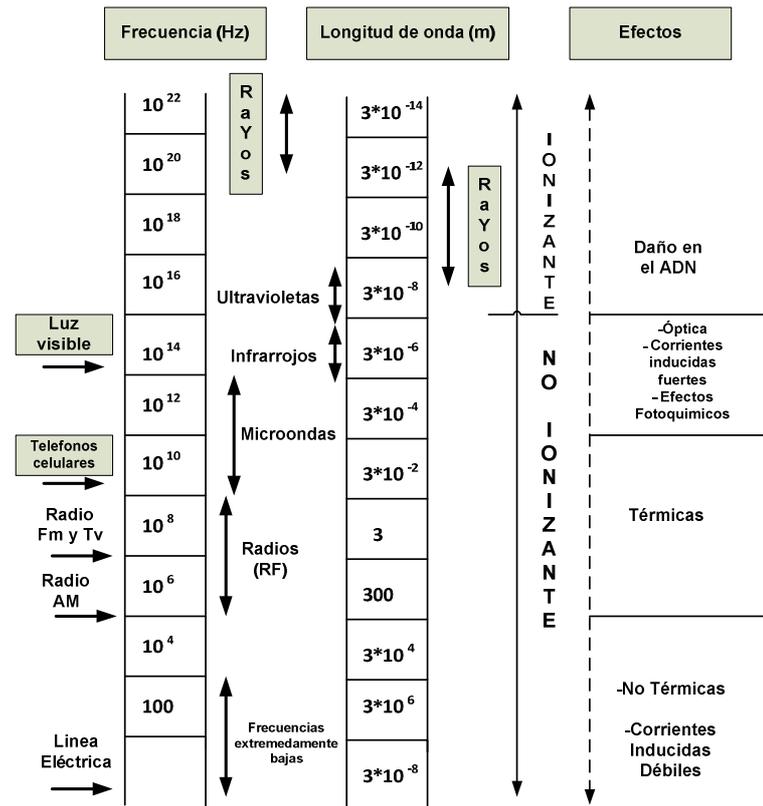
Se usa una memoria volátil (EPROM) para almacenar información que es exclusiva de cada teléfono, tal como el número asignado al teléfono celular. A este tipo de memoria individualiza algunas veces se le denomina *MAN*, o módulo de asignación de número. La CPU tiene el control directo de los módulos AF y de RF, así como el generador de DTMF.

Puesto que un teléfono celular es una parte activa de la red celular, debe estar en contacto constante con la red. Además de las señales de voz y de DTMF, el teléfono celular debe transmitir y recibir información de la estación de celda en uso. Un CI de módem se usa para añadir información a la señal transmitida e interpretar las órdenes e información provenientes de la red celular.

La CPU también se hace cargo del funcionamiento del CI del CI del controlador celular. El controlador celular generalmente es un ASIC sofisticado que es responsable de interconexión con el sistema de presentación visual y de teclado del teléfono celular. El controlador celular realiza los ajustes de los sintetizadores de frecuencia de transmisión y recepción en el módulo de RF.

### **2.1.7 Frecuencias**

Las frecuencias que usa el teléfono celular, están dentro del rango de las ultra altas frecuencias de radio, y las ondas de tipo microondas.



**Figura. 2.12. Espectro de frecuencias**

Más exactamente van desde los 850 MHz, a los 1900 MHz, e incluso más. Las frecuencias que utiliza la telefonía móvil celular son completamente diferentes a las de todos los electrodomésticos, por lo cual no causan ningún tipo de interferencia ni afectan su normal funcionamiento.

Los tipos de codificación de datos, son básicamente digital y analógico:

- Digital.** Un teléfono celular digital envía señales binarias (ceros y unos) a través de ondas de radio. Utilizándola para la transmisión de voz y datos en determinado canal (frecuencia).
- Analógico.** El funcionamiento de este tipo de celular, se basa en la variación de la magnitud de ondas de radio, utilizándola para la transmisión de voz o datos en un canal, así las diferentes modulaciones de voz, son transformadas en diferentes modulaciones de onda.

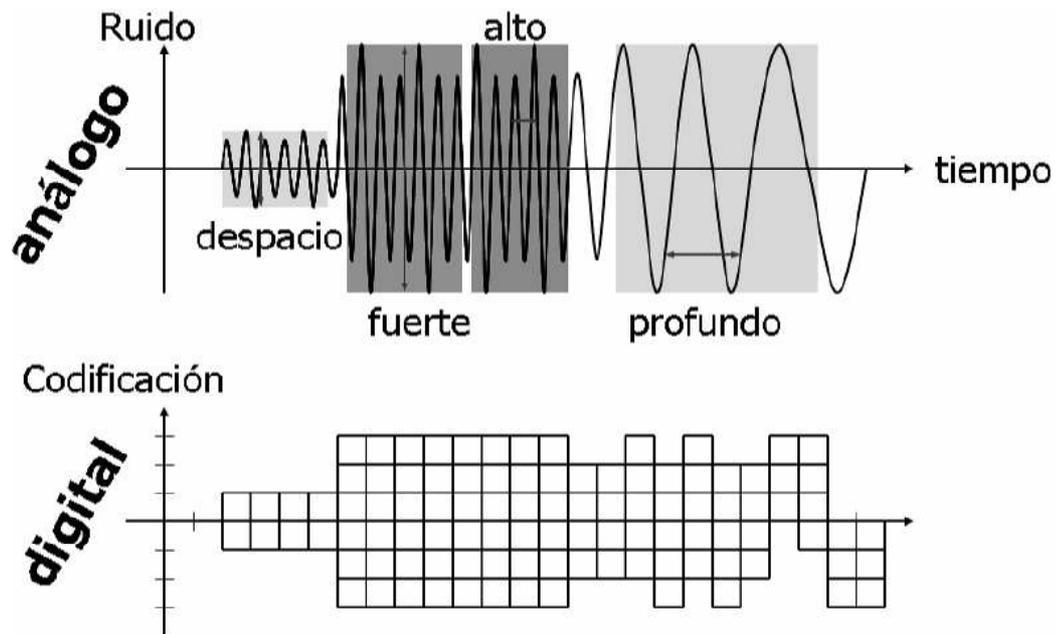


Figura. 2.13. Tipos de codificación

## 2.1.8 Generaciones de la Telefonía Celular

### 2.1.8.1 Generación Cero (0G)

[3] La 0G representa a la telefonía móvil previa a la era celular. Estos teléfonos móviles eran usualmente colocados en autos o camiones, aunque modelos en portafolios también eran realizados. Por lo general, el transmisor (Transmisor-Receptor) era montado en la parte trasera del vehículo y unido al resto del equipo (el dial y el tubo) colocado cerca del asiento del conductor.

Esta tecnología, conocida como *Autoradiopuhelin (ARP)*, fue lanzada en 1971 en Finlandia; conocida ahora como el país con la primera red comercial de telefonía móvil.

### 2.1.8.2 Primera Generación (1G)

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979, si bien proliferó durante los años 80, introdujo los teléfonos "celulares", basados en las redes celulares con múltiples estaciones de base relativamente cercanas unas de otras, y

protocolos para el "traspaso" entre las celdas cuando el teléfono se movía de una celda a otra.

La transferencia analógica y estrictamente para voz son características identificatorias de la generación. Con calidad de enlaces muy reducida, la velocidad de conexión no era mayor a (2400 bauds). En cuanto a la transferencia entre celdas, era muy imprecisa ya que contaban con una baja capacidad (Basadas en FDMA, *Frequency Division Multiple Access*), lo que limitaba en forma notable la cantidad de usuarios que el servicio podía ofrecer en forma simultánea ya que los protocolos de asignación de canal estáticos padecen de ésta limitación.

Con respecto a la seguridad, las medidas preventivas no formaban parte de esta primitiva telefonía celular. La tecnología predominante de esta generación es *AMPS (Advanced Mobile Phone System)*, desarrollada principalmente por Bell. Si bien fue introducida inicialmente en los Estados Unidos, fue usada en otros países en forma extensiva. Otro sistema conocido como Sistema de Comunicación de Acceso Total (TACS) fue introducido en el Reino Unido y muchos otros países.

Si bien había diferencias en la especificación de los sistemas, eran conceptualmente muy similares. La información con la voz era transmitida en forma de frecuencia modulada al proveedor del servicio. Un canal de control era usado en forma simultánea para habilitar el traspaso a otro canal de comunicación de serlo necesario. La frecuencia de los canales era distinta para cada sistema. MNT usaba canales de 12.5KHz, AMPS de 30KHz y TACS de 25KHz.

A su vez, el tamaño de los aparatos era mayor al de hoy en día; fueron originalmente diseñados para el uso en los automóviles. Motorola fue la primera compañía en introducir un teléfono realmente portátil. Estos sistemas (NMT, AMPS, TACS, RTMI, C-Netz, y Radiocom 2000) fueron conocidos luego como la Primera Generación (G1) de Teléfonos Celulares.

En Septiembre de 1981 la primera red de telefonía celular con *roaming* automático comenzó en Arabia Saudita; siendo un sistema de la compañía NMT. Un mes más tarde los países Nórdicos comenzaron una red NMT con *roaming* automático entre países.

### 2.1.8.3 Segunda Generación (2G)

Si bien el éxito de la 1G fue indiscutible, el uso masivo de la propia tecnología mostró en forma clara las deficiencias que poseía. El espectro de frecuencia utilizado era insuficiente para soportar la calidad de servicio que se requería. Al convertirse a un sistema digital, ahorros significativos pudieron realizarse. Un número de sistemas surgieron en la década del 90' debido a estos hechos, y su historia es tan exitosa como la de la generación anterior. La Segunda Generación (2G) de telefonía celular, como ser GSM, IS-136 (TDMA), iDEN and IS-95 (CDMA) comenzó a introducirse en el mercado.

La primera llamada digital entre teléfonos celulares fue realizada en Estados Unidos en 1990. En 1991 la primera red GSM fue instalada en Europa.

La generación se caracterizó por circuitos digitales de datos conmutados por circuito y la introducción de la telefonía rápida y avanzada a las redes. Usó a su vez acceso múltiple de tiempo dividido (*TDMA*) para permitir que hasta ocho usuarios utilizaran los canales separados por 200MHz. Los sistemas básicos usaron frecuencias de banda de 900MHz, mientras otros de 1800 y 1900MHz. Nuevas bandas de 850MHz fueron agregadas en forma posterior. El rango de frecuencia utilizado por los sistemas 2G coincidió con algunas de las bandas utilizadas por los sistemas 1G (como a 900Hz en Europa), desplazándolos rápidamente.

La introducción de esta generación trajo la desaparición de los "ladrillos" que se conocían como teléfonos celulares, dando paso a pequeñísimos aparatos que entran en la palma de la mano y oscilan entre los 80-200gr. Mejoras en la duración de la batería, tecnologías de bajo consumo energético.

EL sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: *GSM (Global System por Mobile Communications)*; IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) y *CDMA (Code Division Multiple Access)* y *PDC (Personal Digital Communications)*, éste último utilizado en Japón. Se encontrará información detallada de los protocolos en la sección correspondiente más adelante.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información por voz más altas, pero limitados en comunicación de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares, como datos, fax y *SMS (Short Message Service)*. La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación. En Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como *PCS (Personal Communication Services)*.

#### **2.1.8.4 Generación (2.5G)**

Una vez que la segunda generación se estableció, las limitantes de algunos sistemas en lo referente al envío de información se hicieron evidentes. Muchas aplicaciones para transferencia de información eran vistas a medida que el uso de laptops y del propio Internet se fueron popularizando. Si bien la tercera generación estaba en el horizonte, algunos servicios se hicieron necesarios previa a su llegada. El *General Packet Radio Service (GPRS)* desarrollado para el sistema GSM fue de los primeros en ser visto. Hasta este momento, todos los circuitos eran dedicados en forma exclusiva a cada usuario, este enfoque es conocido como "*Circuit Switched*", donde por ejemplo un circuito es establecido para cada usuario del sistema. Esto era ineficiente cuando un canal transfería información sólo en un pequeño porcentaje. El nuevo sistema permitía a los usuarios compartir un mismo canal, dirigiendo los paquetes de información desde el emisor al receptor. Esto permite el uso más eficiente de los canales de comunicación, lo que habilita a las compañías proveedoras de servicios a cobrar menos por ellos.

Aún más cantidad de mejoras fueron realizadas a la tasa de transferencia de información al introducirse el sistema conocido como *EDGE (Enhanced Data rates aplicado a GSM Evolution)*. Éste básicamente es el sistema GPRS con un nuevo esquema de modulación de frecuencia.

Mientras *GPRS* y *EDGE* se aplicaron a *GSM*, otras mejoras fueron orientadas al sistema *CDMA*, siendo el primer paso de *CDMA* a *CDMA2000 1x*.

2.5G provee algunos de los beneficios de 3G (por ejemplo conmutación de datos en paquetes) y puede usar algo de la infraestructura utilizada por 2G en las redes *GSM* and *CDMA*. La tecnología más comunmente conocida de 2.5G es *GPRS* (nombrada anteriormente), que provee transferencia de datos a velocidad moderada usando canales *TDMA* no utilizados en la red *GSM*. Algunos protocolos, como ser *EDGE* para *GSM* y *CDMA2000 1x-RTT* para *CDMA*, califican oficialmente como servicios "3G" (debido a que su tasa de transferencia de datos supera los 144 kbit/s), pero son considerados por la mayoría como servicios 2.5G (o 2.75G, que luce aún mas sofisticado) porque son en realidad varias veces más lentos que los servicios implementados en una red 3G.

Mientras los términos "2G" y "3G" están definidos oficialmente, no lo está "2.5G". Fue inventado con fines únicamente publicitarios. Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la 3. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G

#### **2.1.8.5 Tercera Generación (3G)**

No mucho luego de haberse introducido las redes 2G se comenzó a desarrollar los sistemas 3G, como suele ser inevitable, hay variados estándares con distintos competidores que intentan que su tecnología sea la predominante. Sin embargo, en forma muy diferencial a los sistemas 2G, el significado de 3G fue estandarizado por el proceso IMT-2000. Este proceso no estandarizó una tecnología sino una serie de requerimientos (2 Mbit/s de máxima tasa de

transferencia en ambientes cerrados, y 384 kbit/s en ambientes abiertos, por ejemplo). Hoy en día, la idea de un único estándar internacional se ha visto dividida en múltiples estándares bien diferenciados entre sí.

Existen principalmente tres tecnologías 3G. Para Europa existe *UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)* usando *CDMA* de banda ancha (*W-CDMA*). Este sistema provee transferencia de información de hasta 2Mbps.

Están a su vez las evoluciones de *CDMA2000*. La primera en ser lanzada fue *CDMA2000 1xEV-DO*, donde *EV-DO* viene de *Evolution Data Only*. La idea atrás de este sistema era que muchas de las aplicaciones sólo requirieran conexión de datos, como sería el caso si se usara el celular para conectar una PC a Internet en forma inalámbrica. En caso de requerir además comunicación por voz, un canal 1X estándar es requerido. Además de usar tecnología *CDMA*, *EV-DO* usa tecnología *TDMA* para proveer de la velocidad de transferencia necesaria y mantener la compatibilidad con *CDMA* y *CDMA2000 1X*.

La siguiente evolución de *CDMA2000* fue *CDMA2000 1xEV-DV*. Esto fue una evolución del sistema 1X totalmente distinto a *CDMA2000 1xEV-DO*, ofreciendo servicios totales de voz y datos. Este sistema también es compatible con *CDMA* y *CDMA2000 1X* y es capaz de ofrecer tasas de transferencia de 3.1Mbps.

Estos dos protocolos usaron lo que se conoce como *FDD (Frequency Division Duplex)*, donde los links de ida y vuelta usan distintas frecuencias. Dentro de *UMTS* existe una especificación conocida como *TDD (Time Division Duplex)*, donde los links poseen la misma frecuencia pero usan distintos segmentos de tiempo. Sin embargo, TDD no se implementará en los mercados por un tiempo.

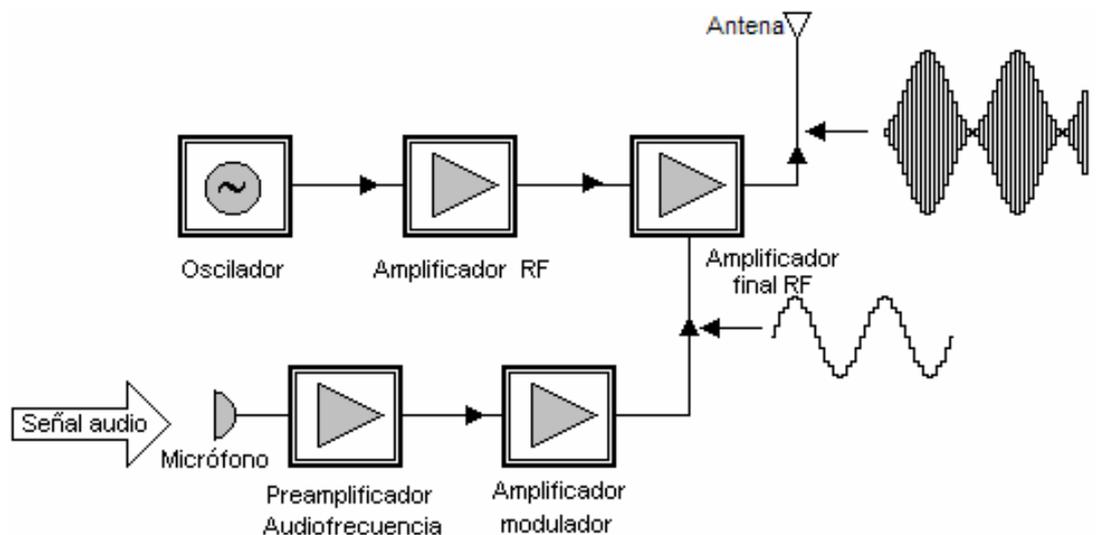
Un tercer sistema 3G fue desarrollado en China que usa TDD. Conocido como *TD-SCDMA (Time Division Synchronous CDMA)*, usa un canal de 1.6MHz y fue pensado para que abarque el mercado Chino y de los países vecinos.

Algunos de los sistemas 2.5G, como ser *CDMA2000 1x* y *GPRS*, proveen de algunas de las funcionalidades de 3G sin llegar a los niveles de transferencia de datos o usos multimedia de la nueva generación. Por ejemplo, *CDMA2000-1X* puede, en teoría, transferir información hasta a 307 kbit/s. Justo por encima de esto se encuentra el sistema EDGE, el cual puede en teoría superar los requerimientos de los sistemas 3G; aunque esto es por tan poco que cualquier implementación práctica quedaría probablemente por debajo del límite deseado.

Al comienzo del siglo 21, sistemas 3G como UMTS y *CDMA2000 1xEV-DO* han comenzado a estar al alcance del público en los países del primer mundo. Sin embargo, el éxito de estos sistemas aún está por probarse.

### 2.1.9 Transmisión de Ondas

El proceso de conversión de voz o datos, en ondas electromagnéticas puede variar dependiendo de cada fabricante, pero básicamente siguen este proceso:



**Figura. 2.14. Etapas de codificación**

- a) **Oscilador.** Encargado de generar la frecuencia portadora (a). En general, se tratará de un Oscilador de cristal, para garantizar la exactitud y pureza de la frecuencia generada.
- b) **Amplificador RF.** Se trata de un amplificador de audio de baja potencia para elevar la señal de muy bajo nivel
- c) **Amplificador Modulador.** Es el encargado de generar una señal que modulará la onda portadora. Esto es, hará variar la amplitud de la onda portadora de forma que esta cambie de acuerdo con las variaciones de nivel de la señal moduladora, que es la información que se va a transmitir.

## 2.2 ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN POR RADIO BASES

### 2.2.1 Introducción

[4] El avance de las diferentes generaciones en comunicación móvil, estableció como uno de los requerimientos para la tercera generación de sistemas de telefonía celular, el ofrecer un servicio de emergencia parecido al sistema usado en teléfonos convencionales (911 servicio de emergencia). Parte de los requerimientos es la determinación de la localización geográfica del teléfono móvil o celular de donde proviene la llamada de emergencia. Adicionalmente, la capacidad de determinar la posición de un teléfono móvil permite ofrecer una amplia gama de servicios a los usuarios, desde la navegación asistida en autopistas, hasta proporcionar la dirección de la farmacia, estación de servicio u ubicación de personas o vehículos, y es este último servicio ofrecido por los terminales celulares, el que se pondrá a prueba en el presente proyecto de grado.

Los métodos utilizados para estos nuevos servicios, explotan la geometría de la red celular y mediante un proceso de triangulación permiten estimar la posición del móvil. Sin embargo, estos métodos presentan la

desventaja de ser muy sensibles a condiciones de geometría críticas, por ejemplo cuando las estaciones base y el móvil están alineados.

Para la explicación de la localización de un terminal celular comenzaremos por dar una breve descripción del funcionamiento de los móviles, definiendo los conceptos a utilizar en la segunda parte, donde se explican detalladamente las diferentes técnicas para la localización de teléfonos móviles.

### **2.2.2 Terminales Móviles**

En un sistema de telefonía celular, la zona total de cobertura se divide en pequeñas regiones denominadas celdas, cada una de las cuales es servida por una estación base (*BTS*) ubicada en las coordenadas  $(X_i Y_j)$ . Cuando una unidad móvil (*MS*, teléfono celular), ubicada en la posición  $(x_i y_j)$  realiza una llamada, su señal es captada por las distintas estaciones base (*BTS*) localizadas a su alrededor. La señal recibida por las *BTS*s son enviadas a una central de procesamiento donde, mediante complejos algoritmos computacionales, se selecciona la estación base que tomará la llamada. En cada *BTS* que recibe la señal es posible determinar algunos parámetros que permiten obtener información sobre la localización del móvil, tales como el ángulo de arribo de la señal ( $q_i$ ), la distancia recorrida ( $d_i$ ), el tiempo de vuelo o arribo de la señal ( $t_i$ ), la potencia de la señal de arribo, etc.

### **2.2.3 Técnicas de Localización de MS (telefonía Celular)**

Existe una variedad de técnicas básicas para la localización geográfica de móviles celulares, técnicas que se basan en la medida de los parámetros mencionados y que explotan la geometría presente en un sistema celular. Entre estas técnicas los métodos que se centran en la red celular, podemos encontrar las técnicas que emplean la distancia recorrida por la señal, la cual se obtiene midiendo la potencia de la señal recibida o su tiempo de arribo. La distancia así obtenida es relativa a la estación base receptora. Según cómo se

utilice esta información se obtienen diferentes interpretaciones geométricas, elíptica, esférica e hiperbólica.

### 2.2.3.1 Técnica de Localización Esférica

Estas técnicas se basan en la intersección de esferas centradas en un conjunto de estaciones base y cuyo radio corresponde a la distancia absoluta entre el móvil y cada estación base. Si consideramos un sistema de localización esférico usando N estaciones base, la localización del móvil se obtiene al interceptar las esferas descritas por:

$$d_i = \sqrt{(X_i - x)^2 + (Y_i - y)^2 + (Z_i - z)^2}$$

Donde  $d_i$ : distancia desde el MS hasta la  $i$ -ésima estación base. Una desventaja de esta técnica es que para obtener los tiempos de arribo de la señal y conocer las distancia recorridas, es necesario una sincronización perfecta entre el MS y cada estación base. Esto último, sin embargo, no es una limitante, pues algunos sistemas de telefonía celular, tales como TDMA requieren tener tal sincronización.

### 2.2.3.2 Técnica de Localización Elíptica

La suma de dos distancias relativas a estaciones base diferentes describe una elipse, o un elipsoide en el caso tridimensional. Al contar con diferentes mediciones, se obtienen diferentes curvas que, al interceptarlas, proporcionan la ubicación geográfica del móvil. La ubicación del móvil está restringida a un elipsoide descrito por

$$R_{ij} = \sqrt{(X_i - x)^2 + (Y_i - y)^2 + (Z_i - z)^2} + \sqrt{(X_j - x)^2 + (Y_j - y)^2 + (Z_j - z)^2}$$

Donde  $(X_i, Y_i, Z_i)$  y  $(X_j, Y_j, Z_j)$  definen las posiciones de las estaciones  $i$  y  $j$ ; y  $(x, y, z)$ : posición del móvil; y  $R_{ij}$ : suma de las distancias desde el móvil a cada estación.

Así, la localización del móvil puede ser determinada inequívocamente por la intersección de tres elipsoides. Nótese que el mínimo número de antenas para resolver el problema de localización es 3. Sin embargo, mediciones redundantes permiten mejorar la exactitud y resolver ambigüedades en la solución. Debido al carácter aditivo, no obstante, esta técnica puede duplicar el efecto de distorsiones comunes en las dos rutas de propagación hacia los receptores en consideración. Sin embargo, el carácter variante de los canales de comunicación entre el móvil y cada *BTS* pudiera producir perturbaciones contrarias en signo, donde el efecto aditivo de esta técnica tendería a cancelar dicha perturbación.

### 2.2.3.3 Técnica de Localización Hiperbólica

Los métodos basados en esta técnica estiman la posición de la fuente (MS) por la intersección de hiperboloides descritos por la medición de la diferencia de recorrido de las señales que arriban a dos estaciones base. La diferencia del recorrido entre dos receptores se reduce a determinar la diferencia en el tiempo de arribo de las señales, denominado en este caso *TDOA (time differential of arrival)*, la cual describe un hiperboloide, con las estaciones base *i* y *j* como focos, descrita por

$$R_{ij} = \sqrt{(X_i - x)^2 + (Y_i - y)^2 + (Z_i - z)^2} - \sqrt{(X_j - x)^2 + (Y_j - y)^2 + (Z_j - z)^2}$$

La principal ventaja de esta técnica es que no requiere conocimiento del tiempo de transmisión del móvil, por consiguiente, no se requiere una sincronización estricta entre el móvil y las estaciones base. Además, la sustracción implícita permite que efectos de distorsión comunes en las dos rutas de propagación se cancelen.

### 2.2.3.4 Métodos Para Resolver los Sistemas de Ecuaciones

En cada una de las técnicas anteriormente descritas se obtiene un sistema de tres ecuaciones no lineales donde, si el número de variables a ser

determinadas es igual al número de ecuaciones o número de mediciones realizadas, entonces el sistema es consistente y existe una única solución: En cambio, si se realizan más mediciones el sistema de ecuaciones puede ser inconsistente, por lo que puede tener una o ninguna solución. En tal situación, debe usarse un criterio de error o selección para determinar la solución óptima al sistema de ecuaciones. Se han desarrollado diversos métodos que permiten resolver estos sistemas de ecuaciones, cada uno de ellos bajo ciertas condiciones y con diferente grado de aproximación. A continuación se explica brevemente algunos de estos métodos.

*Fang* (1990) reportaron una solución exacta para estimar la ubicación del móvil para la técnica hiperbólica, donde el número de ecuaciones es igual al número de variables desconocidas. No hacen uso de mediciones redundantes para aumentar la exactitud. Además, este método tiene un problema de ambigüedad en la solución, debido al componente cuadrático de las ecuaciones. La ambigüedad puede ser resuelta empleando información a priori del sistema, tal como el patrón de propagación del móvil o incluso el ángulo de arribo de una sola señal. Ya que este método da una solución matemáticamente exacta, puede usarse para estimar la propagación del error introducido por la mala estimación de las distancias.

Otro método para obtener un estimado de la solución en niveles razonables de ruido es el método de aproximación por series de Taylor, el cual ha sido aplicado en técnicas circulares e hiperbólicas. Este método linealiza el conjunto de ecuaciones por una expansión en series de Taylor y luego emplea un método interactivo para resolver el sistema de ecuaciones lineales. En la primera interacción se emplea un estimado inicial de la posición, mejorando el estimado en cada interacción, y determinando una solución local de mínimos cuadrados. El método de series de Taylor provee resultados exactos y presenta cierta robustez; además, puede hacer uso de mediciones redundantes para aumentar su exactitud. No obstante, la linealización puede introducir errores significativos cuando se determina la ubicación bajo una geometría desfavorable.

#### 2.2.4 Efecto del Control de Potencia

En los sistemas CDMA un factor crítico en la implementación de las técnicas de localización es el control de potencia empleado para evitar los problemas de interferencia próximo-lejano, ya que en la medida que un móvil se acerca a una BTS disminuye su potencia. Esta disminución de la potencia afecta la estimación de los parámetros de localización en las otras BTSs. Por ello, el control de potencia en los teléfonos móviles celulares es uno de los principales problemas en la implementación de las técnicas para estimar su ubicación.

Para el canal de propagación se asume el modelo de pérdida por recorrido descrito por *Rappaport (1995)*, donde se emplea un factor de pérdida de 2,7 que corresponde a un medio urbano-rural. Se emplea este modelo debido a su sencillez y poco consumo computacional, y el ajuste del control de potencia se realiza por la regla de los 73dBm (CDMA, 2002).

Para el desarrollo del presente proyecto se toma en cuenta ciertas características de los procedimientos antes descritos para la ubicación del terminal móvil, de esta manera se realizó, una aproximación lineal de donde se podría encontrar el vehículo geográficamente, se consideran los siguientes factores previos:

- Información de la ubicación geográfica de todas las BTS
- Información de todas las identidades de celda de las BTS
- Información extraída del móvil (potencia y Cell id).

Una vez que se tenga estos factores es posible ubicar al teléfono celular geográficamente, dentro de un círculo, elipse o hipérbola, para esto se necesitara obligatoriamente la información de ubicación geográfica y códigos hexadecimales de cada BTS, los autores del presente proyecto de grado no pudieron obtener esta información debido a que es secreta de cada empresa

celular, por lo tanto se explicara brevemente como se podría realizar la localización de un terminal celular si se contara con toda la información necesaria.

### **Procedimiento:**

Con la información completa sobre las BTS se procede de la siguiente manera, cuando el usuario o la central de monitoreo envíe un SMS de ubicación del vehículo, este responderá enviando el Cell Id y la potencia de la señal en ese momento, cuando el SMS de respuesta llegue a la central de monitoreo, el programa será capaz de buscar en una base de datos el código de celda obtenido y ubicara las coordenadas geográficas de la BTS, una vez obtenida esta información el programa se encargara de calcular la distancia promedio en donde se puede encontrar el vehículo y aplicar la técnica esférica, cabe mencionar que para poder obtener la distancia a la BTS se aplica la siguiente fórmula para el cálculo del margen de desvanecimiento:

$$F_m \text{ (dB)} = 30 \times \log D + 10 \times \log (6 \times A \times B \times F) - 10 \times \log (1 - R) - 70$$

Despejando se obtiene la distancia D:

$$30 \times \log D = F_m \text{ (dB)} - 10 \times \log (6 \times A \times B \times F) + 10 \times \log (1 - R) + 70$$

$$D = 10^{\frac{F_m \text{ (dB)} - 10 \times \log (6 \times A \times B \times F) + 10 \times \log (1 - R) + 70}{30}}$$

Cabe señalar que la potencia obtenida por el sistema no está expresada en dB ya que es un número que va del 0 a 99, esto nos indica la calidad de la señal, es por tanto que el programa se encarga de hacer una conversión según las especificaciones de el comando AT +CSQ el cual nos dará una respuesta de 0 a 99, con este número se podrá calcular la potencia en dBm, según la siguiente tabla:

**Tabla. 2.1. Calculo de la potencia de la señal**

NUMERO OBTENIDO DEL MOVIL	POTENCIA DE LA SEÑAL	UNIDADES
0	-113	dBm
1	-111	dBm
2.....30	-109...-53	dBm
31	> -51	dBm
99	SIN SEÑAL	

Con la obtención de la distancia se podrá indicar en un mapa geográficamente la circunferencia en donde se encuentra el dispositivo móvil, como se indica en la figura:

**Figura. 2.15. Ubicación geográfica del dispositivo móvil en localización esférica**

## **CAPITULO 3**

### **ARQUITECTURA DE HADWARE DEL SISTEMA**

#### **3.1 ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO DEL AUTO**

##### **3.1.1 Introducción**

[1]El sistema eléctrico del automóvil ha evolucionado desde su surgimiento en gran medida y además, son muchas las prestaciones que pueden aparecer en uno u otro tipo de vehículo, por tal motivo resulta muy difícil, si no imposible, establecer un sistema eléctrico universal para todos, es por ello que para el presente proyecto de grado, se describe de la manera más sencilla posible un sistema eléctrico estándar.

En la época en la que el generador de corriente directa (dinamo) suministraba la potencia eléctrica, y debido a su limitada capacidad, las partes accionadas eléctricamente se limitaban generalmente al arranque del motor, la iluminación y alguna que otra prestación adicional, pero con el surgimiento del alternador en los años 60s del pasado siglo y su posibilidad de producir grandes potencias, se ha ido dejando a la electricidad la mayor parte del accionamiento de los mecanismos adicionales del vehículo, y han surgido muchos nuevos.

Para poder hacer una descripción más detallada de las diferentes partes constituyentes del sistema, se hace necesario dividir este sistema en diferentes sub-sistemas de acuerdo a la función que realizan en el automóvil. De esta forma tenemos:

- Sistema de generación y almacenamiento.
- Sistema de encendido.

- Sistema de arranque.
- Sistema de inyección de gasolina.
- Instrumentos de control.

### 3.1.2 Sistema de generación y almacenamiento

Este sub-sistema del sistema eléctrico del automóvil está constituido comúnmente por cuatro componentes; el generador, el regulador de voltaje, que puede estar como elemento independiente o incluido en el generador, la batería de acumuladores y el interruptor de la excitación del generador. En la figura 3.1 puede verse un esquema de este sub-sistema.

El borne negativo de la batería de acumuladores está conectado a tierra para que todos los circuitos del sistema se cierren por esa vía.

Del borne positivo sale un conductor grueso que se conecta a la salida del generador, por este conductor circulará la corriente de carga de la batería producida por el generador. Esta corriente en los generadores modernos puede estar en el orden de 100 amperes.

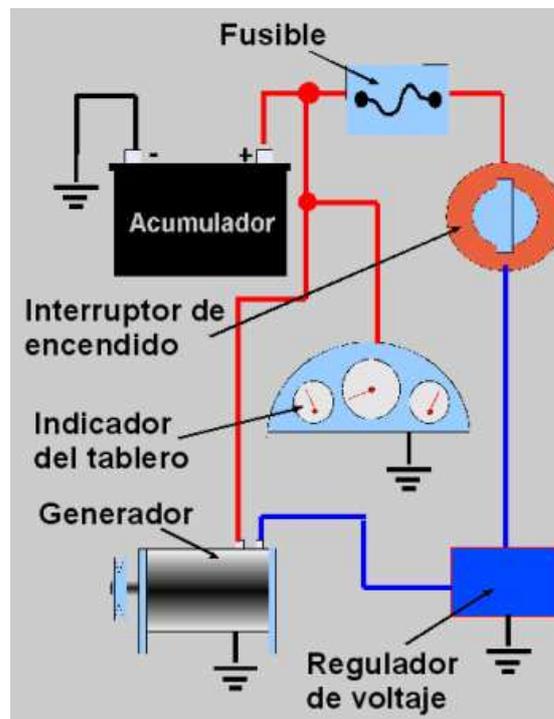
De este cable parte uno para el indicador de la carga de la batería en el tablero de instrumentos, generalmente un voltímetro en los vehículos actuales. Este indicador mostrará al conductor el estado de trabajo del sistema.

Desde el borne positivo de la batería también se alimenta, a través de un fusible, el interruptor del encendido.

Cuando se conecta este interruptor se establece la corriente de excitación del generador y se pone en marcha el motor, la corriente de excitación será regulada para garantizar un valor preestablecido y estable en el voltaje de salida del generador. Este valor preestablecido corresponde al máximo valor del voltaje nominal del acumulador durante la carga, de modo que cuando este, esté

completamente cargado, no circule alta corriente por él y así protegerlo de sobrecarga.

Con este esquema de conexiones se garantiza que una vez puesto en marcha el motor, ya el generador tenga la corriente de excitación y comience rápidamente a generar electricidad para restituir el estado de carga completa del acumulador, y alimentar el resto de los consumidores.



*Figura. 3.1. Sistema de generación y almacenamiento*

### 3.1.3 Sistema de Encendido

Cuando se habla del sistema de encendido generalmente nos referimos al sistema necesario e independiente capaz de producir el encendido de la mezcla de combustible y aire dentro del cilindro en los motores de gasolina, conocidos también como motores de encendido por chispa, ya que en el motor Diesel la propia naturaleza de la formación de la mezcla produce su auto-encendido.

En los motores de gasolina resulta necesario producir una chispa entre dos electrodos separados en el interior del cilindro en el momento justo y con la potencia necesaria para iniciar la combustión.

### 3.1.3.1 Generación de la chispa

Es conocido el hecho de que la electricidad puede saltar el espacio entre dos electrodos aislados si el voltaje sube lo suficiente produciéndose lo que se conoce como arco eléctrico. Este fenómeno del salto de la electricidad entre dos electrodos depende de la naturaleza y temperatura de los electrodos y de la presión reinante en la zona del arco. Así tenemos que una chispa puede saltar con mucho menos voltaje en el vacío que cuando hay presión y que a su vez, el voltaje requerido será mayor a medida que aumente la presión reinante. De esto surge la primera condición que debe cumplir el sistema de encendido:

**Condición 1:** El sistema de encendido debe elevar el voltaje del sistema eléctrico del automóvil hasta valores capaces de hacer saltar la electricidad entre dos electrodos separados colocados dentro del cilindro a la presión alta de la compresión.

### 3.1.3.2 Momento del encendido

Durante la carrera de admisión la mezcla que ha entrado al cilindro, bien desde el carburador, o bien mediante la inyección de gasolina en el conducto de admisión se calienta, el combustible se evapora y se mezcla íntimamente con el aire. Esta mezcla está preparada para el encendido, en ese momento una chispa producida dentro de la masa de la mezcla comienza la combustión. Esta combustión produce un notable incremento de la presión dentro del cilindro que empuja el pistón con fuerza para producir trabajo útil.

Para que el rendimiento del motor sea bueno, este incremento de presión debe comenzar a producirse en un punto muy próximo después del punto muerto superior del pistón y continuar durante una parte de la carrera de fuerza.

Cuando se produce la chispa se inicia el encendido primero alrededor de la zona de la chispa, esta luego avanza hacia el resto de la cámara como un frente de llama, hasta alcanzar toda la masa de la mezcla. Este proceso aunque rápido no es instantáneo, demora cierto tiempo, por lo que nuestro sistema debe producir la chispa un tiempo antes de que sea necesario el incremento brusco de la presión, es decir antes del punto muerto superior, a fin de dar tiempo a que la llama avance lo suficiente en la cámara de combustión, y lograr las presiones en el momento adecuado, recuerde que el pistón está en constante movimiento. A este tiempo de adelanto de la chispa con respecto al punto muerto superior se le llama avance al encendido.

Si consideramos ahora la velocidad de avance de la llama como constante, resulta evidente que con el aumento de la velocidad de rotación del motor, el pistón se moverá más rápido, por lo que si queremos que nuestro incremento de presión se haga siempre en la posición adecuada del pistón en la carrera de fuerza, tendremos necesariamente, que adelantar el inicio del salto de la chispa a medida que aumenta la velocidad de rotación del motor. De este asunto surge la segunda condición que debe cumplir el sistema de encendido:

**Condición2:** El sistema de encendido debe ir adelantando el momento del salto de la chispa con respecto a la posición del pistón gradualmente a medida que aumenta la velocidad de rotación del motor.

La consideración hecha de que la velocidad de avance de la llama es constante no es estrictamente cierta, además en dependencia del nivel de llenado del cilindro con mezcla durante la carrera de admisión y de la riqueza de esta, la presión dentro del cilindro se incrementará a mayor o menor velocidad a medida que se quema, por lo que durante el avance de la llama en un cilindro lleno y rico la presión crecerá rápidamente y puede que la mezcla de las partes más lejanas a la bujía no resistan el crecimiento de la presión y detonen antes de que llegue a ellas el frente de llama, con la consecuente pérdida de rendimiento y perjuicio al motor. De aquí surge la tercera condición que debe cumplir el sistema de encendido:

**Condición 3:** El sistema de encendido debe ir atrasando el momento del salto de la chispa a medida que el cilindro se llena mejor en la carrera de admisión.

### 3.1.3.3 Distribución del encendido

Cuando el motor tiene múltiples cilindros de trabajo resultará necesario producir la chispa cumpliendo con los requisitos tratados hasta aquí, para cada uno de los cilindros por cada vuelta del cigüeñal en el motor de dos tiempos, y por cada dos vueltas en el de cuatro tiempos. De aquí la cuarta condición:

**Condición 4:** El sistema de encendido debe producir en el momento exacto una chispa en cada uno de los cilindros del motor.

Veamos ahora como se cumplen estas exigencias para el sistema de encendido.

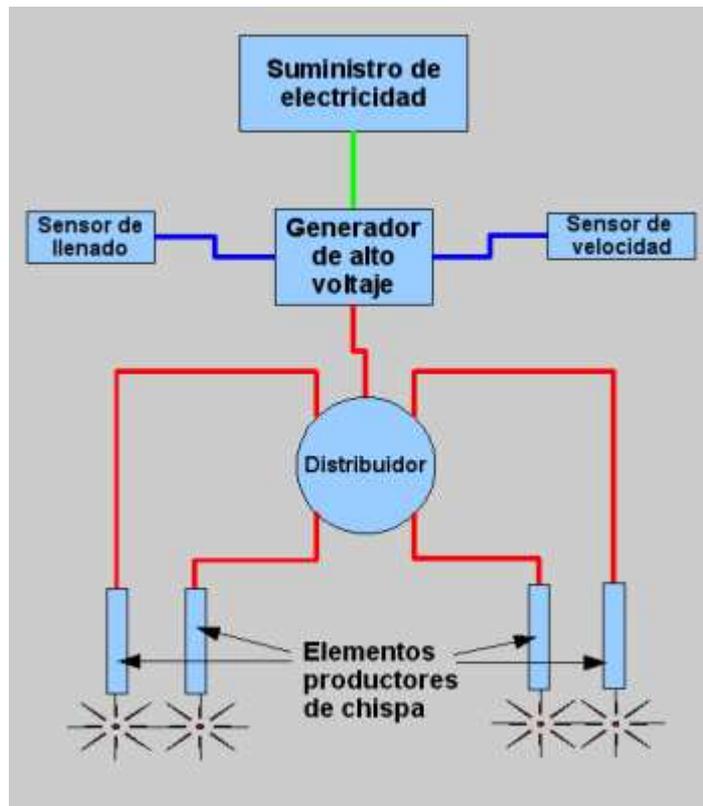
### 3.1.4 El diagrama básico

En la (*figura 3.2.*) se muestra un diagrama de bloques de los componentes del sistema de encendido.

Resulta imprescindible una fuente de suministro de energía eléctrica para abastecer al sistema, este puede ser una batería de acumuladores o un generador.

Luego será necesario un elemento que sea capaz de subir el bajo voltaje de la batería, a un valor elevado para el salto de la chispa (varios miles de voltios). Este generador de alto voltaje tendrá en cuenta las señales recibidas de los sensores de llenado del cilindro y de la velocidad de rotación del motor para determinar el momento exacto de la elevación de voltaje. Para la elevación del voltaje se usa un transformador elevador de altísima relación de elevación que se le llama bobina de encendido en trabajo conjunto con un generador de pulsos que lo alimenta.

Será necesario también un dispositivo que distribuya el alto voltaje a los diferentes cables de cada uno de los productores de la chispa dentro de los cilindros (bujías) en concordancia con las posiciones respectivas de sus pistones para el caso del motor policilíndrico.



*Figura. 3.2. Diagrama de bloques de los componentes del sistema de encendido*

### 3.1.5 Descripción de los componentes

Dada la diversidad de formas en que pueden complementarse en la actualidad las exigencias del sistema de encendido y a su larga historia de adaptación a las tecnologías existentes se hace difícil abarcar todas las posibilidades, no obstante, haremos un recorrido por los más representativos.

La aparición en la década de los 60s del siglo pasado de los dispositivos semiconductores y en especial los transistores, y luego los circuitos integrados, sentó pauta en la composición y estructura de los sistemas de encendido, de

manera que para hablar de ellos habrá un antes, y un después, que son decisivos a la hora de describir un sistema de estos. Utilizaremos para la descripción del sistema uno de tipo clásico, de los utilizados antes de que los dispositivos electrónicos formaran parte del sistema.

#### **3.1.5.1 Fuente de alimentación**

La fuente de alimentación del sistema de encendido depende en muchos casos de la futura utilización a que se destine el motor, así tenemos que normalmente para el motor del automóvil que incluye, porque es requerido, una batería de acumuladores, se utiliza esta fuente para la alimentación del sistema, pero para los motores estacionarios, especialmente los pequeños, donde la batería no es necesaria para otro fin, se acude a los generadores de pulsos eléctricos conocidos como magnetos. Estos magnetos son pequeños generadores del tipo de rotor a imanes permanentes de corriente alterna movidos por el propio motor y sincronizados con él que producen electricidad para alimentar el sistema de encendido durante el tiempo necesario para generar la chispa.

En ocasiones y para la mayoría de los motores mono cilíndricos pequeños de arranque manual, la electricidad la induce un imán permanente empotrado en el volante en el lugar apropiado al pasar frente a una bobina fija en el cuerpo del motor.

#### **3.1.5.2 Generación del alto voltaje**

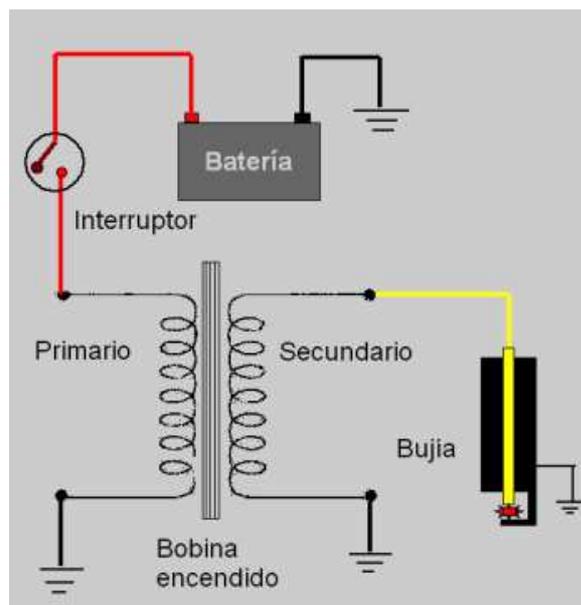
El voltaje de alimentación del sistema de encendido, por ejemplo, alimentado con una batería suele ser de 6, 12, o 24 volts, mucho más bajo de los 18,000 a 25,000 voltios necesarios para generar la chispa entre los electrodos de la bujía, separados hasta 2mm, y bajo la presión de la compresión. Para lograr este incremento se acude a un transformador elevador con muy alta relación entre el número de vueltas del primario y del secundario, conocido como bobina de encendido. En este punto los lectores de este proyecto de grado se preguntarán ¿Cómo un transformador, si es corriente directa? pues sí, veamos como:

En la *figura (3.3.)*, se muestra un esquema del modo de convertir el voltaje del batería, necesario para la chispa en el motor mono cilíndrico.

Note como la corriente de la batería está conectada al primario del transformador a través de un interruptor y que la salida del secundario se conecta al electrodo central de la bujía. Todos los circuitos se cierran a tierra.

El interruptor está representado como un contacto, que era lo usual antes de la utilización de los dispositivos semiconductores. Hoy en día ese contacto es del tipo electrónico de diversos tipos.

Mientras el contacto está cerrado, circula una corriente eléctrica por el primario del transformador, en el momento de abrirse el contacto, esta corriente se interrumpe por lo que se produce un cambio muy rápido del valor del campo magnético generado en el núcleo del transformador, y por lo tanto la generación de un voltaje por breve tiempo en el secundario. Como la relación entre el número de vueltas del primario y del secundario es muy alta y además el cambio del campo magnético ha sido violento, el voltaje del secundario será extremadamente más alto, capaz de hacer saltar la chispa en la bujía.



**Figura. 3.3. Esquema de conversión del voltaje de la batería**

Sincronizando el momento de apertura y cierre del contacto con el movimiento del motor y la posición del pistón, se puede generar la chispa en el momento adecuado al trabajo del motor en cada carrera de fuerza.

### 3.1.6 Distribución

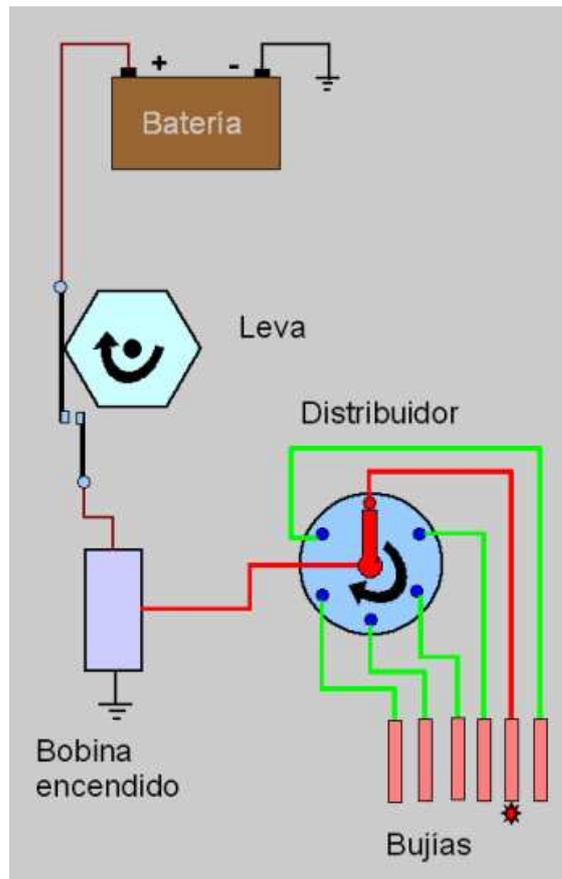
Cuando el motor tiene más de un cilindro se necesita un chispa para cada uno, puede optarse por elaborar un sistema completo independiente por cilindro y de hecho se hace, pero lo más común es que solo haya un sistema generador del alto voltaje que produzca la elevación tantas veces como haga falta (una vez por cilindro) y otro aparato que distribuya la electricidad a la bujía del cilindro correspondiente. Este dispositivo se llama distribuidor.

A la derecha se muestra un esquema que sirve para entender como funciona el distribuidor.

Hemos supuesto el sistema de encendido para un motor de seis cilindros.

Como se explicó anteriormente, un contacto eléctrico interrumpe el circuito primario de la bobina de encendido y genera en el secundario el voltaje suficiente. En este caso una leva exagonal sincronizada con el motor a través de engranajes gira, y abre el contacto en seis ocasiones por cada vuelta, el voltaje generado por la bobina de encendido se conecta a un puntero que gira también sincronizado con el motor, de manera que cada vez que la leva abre el contacto, uno de los terminales que conduce a una bujía está frente al puntero y recibe la corriente. Colocando adecuadamente los cables a las bujías correspondientes se consigue que con un solo circuito generador de alto voltaje se alimenten todas las bujías en el momento propicio.

En el esquema de abajo se ilustra el trabajo del distribuidor con un animado, considerando media vuelta del puntero del distribuidor.



**Figura. 3.4. Esquema de funcionamiento del distribuidor**

### 3.1.7 Sistema completo de Encendido

[2] Tratemos ahora de poner todo junto como un conjunto, para ello utilizaremos el esquema de la (figura 3.5.) correspondiente al sistema de encendido típico por contacto, tal y como se usaba antes de la introducción de los dispositivos semiconductores.

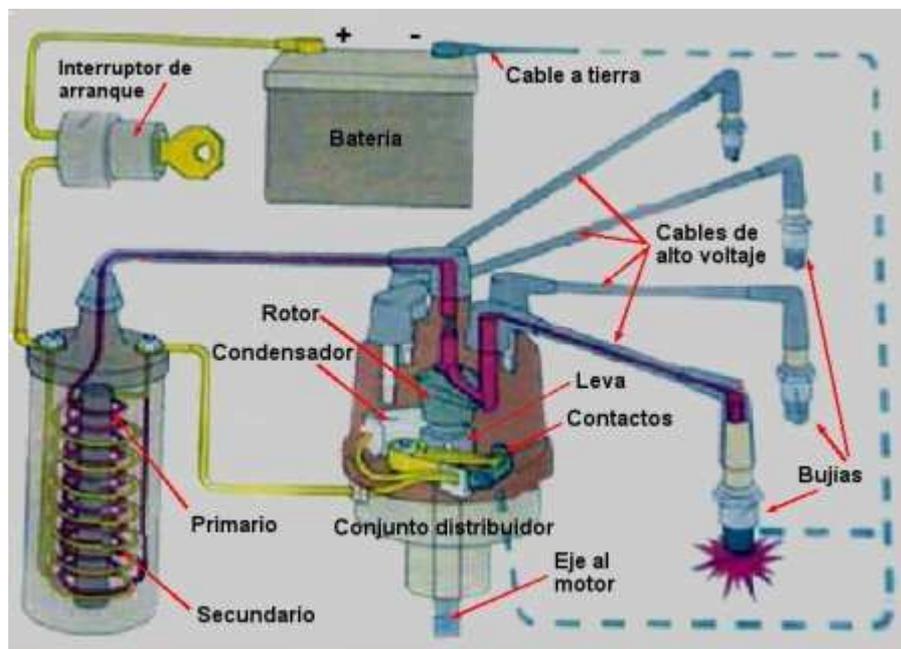
Observe que el cable procedente de la batería pasando por el interruptor de arranque alimenta el primario de la bobina de encendido. El circuito del primario se completa a tierra con el contacto dentro del dispositivo llamado como Conjunto distribuidor.

Note también como la leva y el rotor que distribuye la corriente de alto voltaje a las diferentes bujías, están montados en el eje que se conecta al motor.

Un elemento nuevo es el condensador, está conectado en paralelo con el elemento móvil del contacto, este condensador ayuda a reducir las chispas en el contacto y aumenta la potencia de la chispa.

El mecanismo centrífugo y el diafragma que sirven para acomodar el avance al encendido no están representados.

El cable de alto voltaje que sale de la bobina de encendido entra al centro del rotor por medio de un contacto deslizante y este lo transmite a la bujía correspondiente al girar.



**Figura. 3.5. Sistema de encendido típico por contacto**

Un distribuidor real luce así como se muestra en la (figura 3.6.), en el parte inferior, está el diafragma de avance al que se conecta una manguera procedente del carburador. La tapa de color negro donde se conectan los cables de alta tensión está construida de un material plástico resistente al calor y aislante de la electricidad que se acopla al cuerpo con la ayuda de unas presillas metálicas fácilmente desmontables. Observe el tornillo lateral, ahí se conecta el cable procedente de la bobina de encendido, el cable exterior que se muestra, es el del

condensador, que en este caso está en el exterior detrás del diafragma. La pieza dorada mas inferior es el acoplamiento al engranaje del motor.



*Figura. 3.6. Distribuidor*

### **3.1.8 Sistema de arranque.**

#### **3.1.8.1 Generalidades**

[3] El motor de combustión interna no tiene arranque propio, hay que hacerlo girar con una fuente externa para que se completen los procesos necesarios y se produzca el encendido. Existen varias formas de hacer girar el motor para que arranque:

1. Arranque manual
2. Arranque por motor de aire comprimido
3. Arranque por motor de combustión auxiliar
4. Arranque por motor eléctrico

El arranque manual se usa para los pequeños motores donde con un aceptable esfuerzo corporal se hace girar el motor para el arranque y puede ser:

1. Accionando una palanca con los pies (motocicletas y similares).
2. Tirando de una cuerda arrollada en una polea en el cigüeñal.
3. Girando un eje acodado acoplado al cigüeñal.
4. Empujando el vehículo hasta el arranque.

El arranque por aire comprimido se usa para algunos grandes motores en los que la potencia necesaria hace difícil el uso del arranque eléctrico debido a las altísimas corrientes necesarias, y en algunos vehículos especiales adaptados para funcionar a muy bajas temperaturas donde las baterías de acumuladores no pueden utilizarse. También en estos grandes motores el proceso de arranque es más complejo y por lo general, deben hacerse girar hasta que se lubriquen las partes internas antes de someterlos al funcionamiento por ellos mismos.

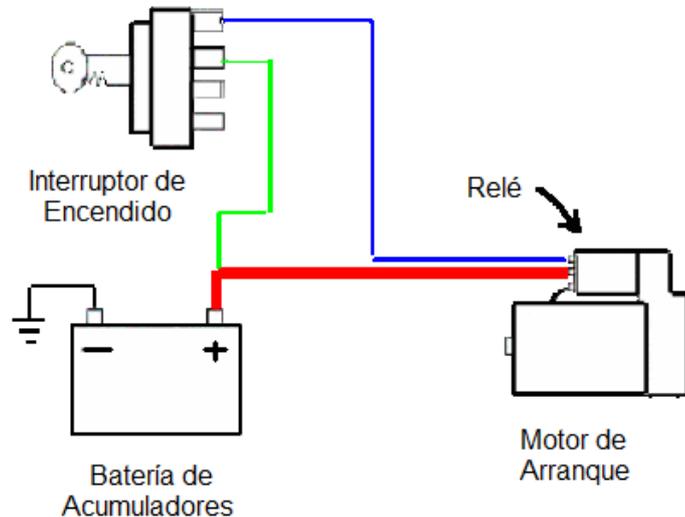
El arranque por motor de combustión auxiliar se usa en algunas máquinas de la construcción que usan motores Diesel. Estas máquinas pueden prescindir de las baterías de acumuladores y así ser más adaptables a condiciones climáticas de fríos severos. Usan un pequeño motor de gasolina que se arranca por el método manual o con motor eléctrico, este a su vez acciona el motor principal a través de un acoplamiento de engranajes desplazables. Estos pequeños motores pueden hacer girar por largo tiempo al motor principal para permitir la lubricación antes de la puesta en marcha.

En los automóviles se usa casi universalmente el arranque por motor eléctrico, por lo que será este método el que será tratado.

### **3.1.8.2 Arranque por motor eléctrico**

Para el arranque de los motores de automóvil se usa un motor eléctrico de corriente continua que se alimenta desde la batería de acumuladores a través de

un relé. Este relé a su vez se acciona desde el interruptor de encendido del automóvil.



**Figura. 3.7. Arranque mediante motor eléctrico**

Cuando se acciona el interruptor de arranque se alimenta con electricidad proveniente de la batería a la bobina del relé, y este a su vez cierra dos grandes contactos en su interior alimentando el motor de arranque directamente desde la baterías a través de un grueso conductor (representado con color rojo).

### 3.1.8.3 El motor eléctrico

El motor de arranque es un motor de corriente directa tipo shunt especialmente diseñado para tener una gran fuerza de torque con un tamaño reducido, capaz de hacer girar el motor de combustión interna. Esta capacidad se logra a expensas de sobrecargar eléctricamente las partes constituyentes ya que el tiempo de funcionamiento es muy breve, por tal motivo no debe mantenerse en acción por largo tiempo, so pena de terminar averiado por sobrecalentamiento. El consumo de electricidad durante el arranque es elevado (hasta 1000 Amp para grandes motores de combustión), de manera tal que también la batería funciona en un régimen muy severo durante este proceso. Debido a estas razones es muy recomendable, cuando se intenta arrancar un motor "perezoso" usar varios

intentos de corta duración (unos 10 segundos), en lugar de un solo intento de larga duración.

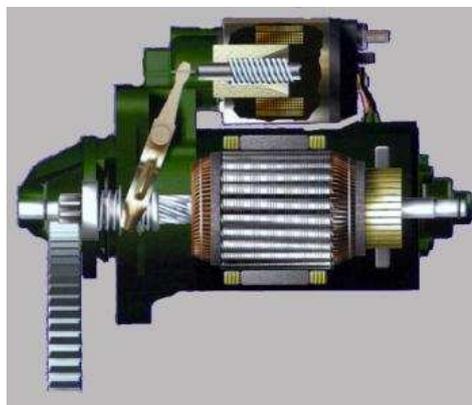


**Figura. 3.8. Vista de un arranque típico**

En la vista puede diferenciarse el relé así como los grandes tornillos de conexión para los cables procedentes de la batería.

#### **3.1.8.3.1 El mecanismo de accionamiento**

La transmisión de la rotación desde el motor de arranque al motor de combustión se realiza a través de engranajes. Un pequeño engrane deslizante está acoplado al eje del motor de arranque, este engrane es desplazado sobre estrías por el relé a través de una horquilla pivotante, de manera que se acopla a un engrane mayor que rodea el volante del cigüeñal del motor haciéndolo girar.



**Figura. 3.9. Motor de arranque seccionado**

Este engrane funciona a través de un mecanismo de rueda libre (como el de las bicicletas) de manera que el torque del motor de arranque se trasmita al engrane del cigüeñal, pero una vez que el motor de combustión se ponga en marcha, no pueda arrastrar al motor de arranque.

Sin este mecanismo de rueda libre, debido a la gran velocidad del motor de combustión y a la elevada relación de transmisión entre el par engranado, la velocidad de rotación del rotor del motor eléctrico llegaría a velocidades peligrosas para su integridad, especialmente en conductores demorados en soltar la llave de encendido.

Una vez que el motor de combustión se ha puesto en marcha y el conductor suelta la llave de encendido, se corta la alimentación eléctrica a la bobina del relé y el muelle de recuperación retira el núcleo cortando la alimentación con electricidad y desacoplando ambos engranes.

#### **3.1.8.3.2 Sistema de inyección de gasolina.**

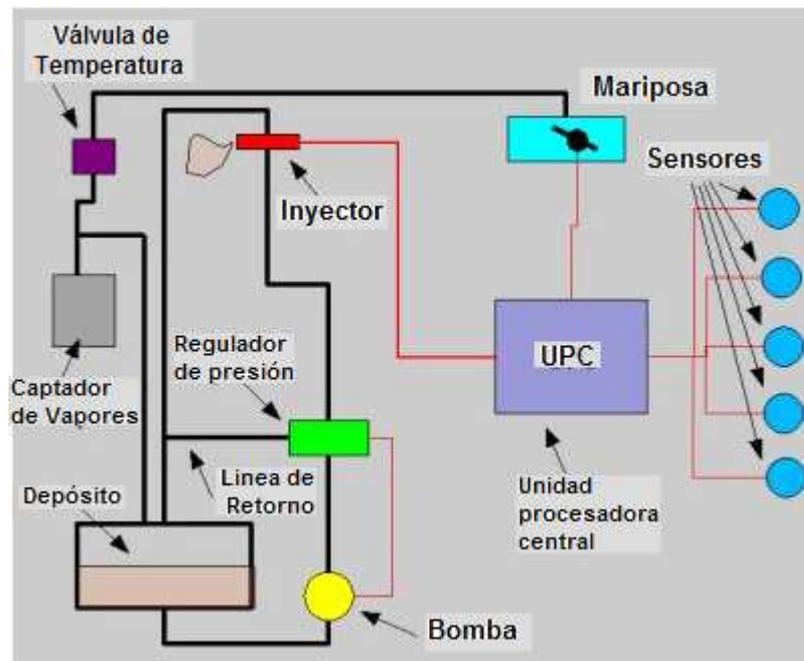
Aunque el carburador nacido con el motor, se desarrolló constantemente hasta llegar a ser un complejo compendio de cientos de piezas, que lo convirtieron en un refinado y muy duradero preparador de la mezcla aire-gasolina para el motor del automóvil en todo el rango de trabajo, no pudo soportar finalmente la presión ejercida por las reglas de limitación de contaminantes emitidas por las entidades gubernamentales de los países más desarrollados y fue dando paso a la inyección de gasolina, comenzada desde la décadas 60-70s principalmente en Alemania, pero que no fue tecnológicamente realizable hasta que no se desarrolló lo suficiente la electrónica miniaturizada.

La diferencia conceptual fundamental entre los dos tipos de preparación de la mezcla, es que en el carburador se hace básicamente de acuerdo a patrones más o menos fijos, establecidos de fábrica, que con el uso se van alterando hasta sacarlo de los estrechos índices permitidos de producción de contaminantes, mientras que la inyección de gasolina tiene sensores en todos los elementos que influyen en el proceso de alimentación y escape del motor y ajusta

automáticamente la mezcla para mantenerlos siempre dentro de las normas, a menos que se produzca una avería en el sistema.

Es notoria la mayor complejidad de la inyección de gasolina con respecto al carburador, lo que la encarece, pero no hay hasta ahora, ningún otro sistema que garantice la limpieza de los gases requerida para mantener la atmósfera respirable en las zonas de tránsito urbano intenso actual.

Para describir cómo funciona utilizaremos el diagrama de bloques siguiente



**Figura. 3.10. Diagrama de Bloques de un Sistema de Gasolina a inyección**

Colocado en el conducto de admisión del motor existe una electroválvula conocida como inyector, que al recibir una señal eléctrica, se abre y deja pasar la gasolina al interior del conducto. La línea de entrada al inyector tiene una presión fija mantenida desde el depósito, por una bomba eléctrica asistida por un regulador de presión. El tiempo de duración de la señal eléctrica y con ello la cantidad de gasolina inyectada, así como el momento en que se produce la inyección, los determina la unidad procesadora central en consecuencia con la posición de la mariposa de entrada de aire al motor y las señales emitidas por un

grupo de sensores que miden los factores que influyen en la formación de la mezcla.

La clave de la inyección de gasolina es la unidad procesadora central (UPC) o unidad central electrónica (UCE), que es un miniordenador cuya señal de salida es un pulso eléctrico de determinada duración en el momento exacto que hace falta (durante la carrera de admisión) al, o los inyectores. La señal principal para hacer la decisión del tiempo de apertura del inyector la recibe de una mariposa colocada en el conducto de admisión en cuyo eje hay montada una resistencia eléctrica variable, así la posición de la mariposa es interpretada por la UPC como más o menos aire al cilindro y por lo tanto más o menos necesidad de gasolina, regulada a través del tiempo de apertura del inyector. El momento exacto de comenzar la apertura del inyector viene de un sensor de posición montado en el árbol de levas o el distribuidor, que le indica a la UPC cuando están abiertas las válvulas de admisión y por lo tanto se está aspirando el aire que arrastrará al interior del cilindro la gasolina inyectada en el conducto de admisión.

Este trabajo lo hace la UPC utilizando un tiempo básico que viene con él por defecto y que hace funcionar el motor en condiciones normales, pero que no son las óptimas para el trabajo del motor en otras condiciones.

Para ajustar con exactitud el tiempo de apertura de los inyectores y obtener la máxima eficiencia y la mínima emisión de gases tóxicos, la UPC tiene en cuenta un grupo de otras entradas que llegan a él, procedentes de varios sensores, que vigilan el comportamiento de los factores que influyen en el proceso de combustión, estas entradas son procesadas electrónicamente y sirven para modificar el tiempo de apertura del inyector a la cantidad exacta.

Las UPC están preparadas para ignorar los sensores cuando hay una avería de algunos de ellos, o están dando señales fuera del rango normal, y continuar con el programa básico, para permitir el funcionamiento del motor hasta llegar al taller de reparaciones. Este programa básico no se pierde aunque la UPC se

quede sin alimentación eléctrica al desconectar la batería con el motor apagado como es frecuente oír.

De acuerdo al refinamiento el sistema de inyección puede ser más o menos complejo y tener más o menos sensores, pero en general están compuestos por las partes básicas siguientes.

- Los inyectores
- El sistema de gasolina presurizada
- Mariposa de aceleración
- Los sensores
- La unidad procesadora central (UPC)

### 3.1.9 Instrumentos de control.



*Figura. 3.11. Panel de Instrumentos de un Vehículo*

En todos los automóviles resulta necesario la presencia de ciertos instrumentos o señales de control en el tablero, al alcance de la vista, que permitan al conductor mantener la vigilancia de su funcionamiento con seguridad y cumpliendo con los reglamentos de tránsito vigentes. Aunque es variable el modo de operar y la cantidad de estos indicadores de un vehículo a otro en general pueden clasificarse en cuatro grupos:

- Instrumentos para el control de los índices de funcionamiento técnico del vehículo.
- Instrumentos para indicar el índice de circulación vial.
- Señales de alarma.
- Señales de alerta.

#### **3.1.9.1 Instrumentos de control técnico.**

Lo común es que en el tablero puedan existir los siguientes:

- Indicador de la temperatura del refrigerante del motor.
- Indicador del nivel de combustible en el depósito.
- Indicador del nivel de carga del acumulador.
- Indicador de la presión del aceite lubricante en el motor.
- Indicador de la velocidad de giro del motor.

#### **3.1.9.2 Instrumentos para el control vial.**

Normalmente son dos los indicadores:

- Indicador de la velocidad de circulación (velocímetro).
- Indicador de la distancia recorrida (odómetro).

En algunos casos, especialmente en las máquinas de la construcción y agrícolas el velocímetro no existe y el odómetro está sustituido por un contador de horas de trabajo.

### 3.1.9.3 Señales de alarma

Estas señales pueden ser luminosas, sonoras o ambas, y están destinadas a mostrar alarma en caso de fallo de alguno de los sistemas vitales para la seguridad vial o la integridad del automóvil. Las más común es que estas señales den la alarma cuando:

- Falle el sistema de frenos.
- Exista valor bajo o nulo de la presión de aceite del motor.
- Exista valor bajo del nivel de combustible en el depósito.
- El generador no está produciendo electricidad.
- La temperatura del motor está demasiado alta.
- Avería en el sistema de inyección de gasolina.

### 3.1.9.4 Señales de alerta.

[5]Estas señales no representan necesariamente una alarma, pero alertan al conductor el estatus de operación de alguno de los sistemas que están bajo su responsabilidad, a fin de mantenerlo informado de ello, y pueda hacer las modificaciones adecuadas al caso. Pueden ser luminosas, sonoras o ambas al igual que las de alarma. Entre ellas están:

- Indicador luminoso de la luz de carretera encendida.
- Indicador de la posición de la palanca de cambios, especialmente en los automáticos.
- Indicador luminoso de la aplicación del freno de mano con el encendido conectado.
- Las puertas no están bien cerradas y el encendido conectado.
- No está colocado el cinturón de seguridad de los pasajeros y el encendido conectado.

- Las llaves están en el interruptor de encendido y la puerta del conductor está abierta.

La creciente tendencia actual a la utilización microprocesadores electrónicos en los vehículos ha hecho que la responsabilidad de administrar los indicadores y las señales de alerta y alarma esté cada día mas en manos de estos dispositivos, ellos reciben la señal del sensor, la procesan y toman las decisiones pertinentes.

**Nota:** La forma de bloqueo más confiable y segura por la que se opto en la realización de este proyecto fue la de cortar la energía a la bobina del distribuidor, la forma de realizarlo fue realizando un impedimento de la generación de chispa (Ver 3.1.7 Sistema Completo de Encendido)

### **3.2 PARÁMETROS DE ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR CON CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN CON EL MODULO GSM**

[6]Antes de mencionar los parámetros de elección, que se tuvo en cuenta para realizar el presente proyecto de grado, se explicara brevemente la función que desempeña un microcontrolador, el mismo que es a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades al mismo tiempo, que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos.

Los microcontroladores poseen una memoria interna que almacena dos tipos de datos; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del microcontrolador.

Los microcontroladores se programan en Assembler (código básico de programación), C (código avanzado de programación) y cada microcontrolador varía su conjunto de instrucciones de acuerdo a su fabricante y modelo. De acuerdo al número de instrucciones que el microcontrolador maneja se le denomina de arquitectura RISC (reducido) o CISC (complejo).

### 3.2.1 Características

En la siguiente tabla de pueden observar las características más relevantes del dispositivo:

**Tabla. 3.1. Características PIC 16F877**

CARACTERÍSTICAS	16F877
Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8KB
Posiciones RAM de datos	368
Posiciones EEPROM de datos	256
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Módulos CCP	2
Comunicaciones Serie	MSSP, USART
Comunicaciones paralelo	PSP
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc
Canales Pwm	2

Los microcontroladores poseen principalmente una ALU (Unidad Lógica Aritmética), memoria del programa, memoria de registros, y pines I/O (entrada y/o salida). La ALU es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten (ADD, OR, AND), mientras que los pines son los que se encargan de comunicar al microcontrolador con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de corriente para el funcionamiento de este o pines de control específico.

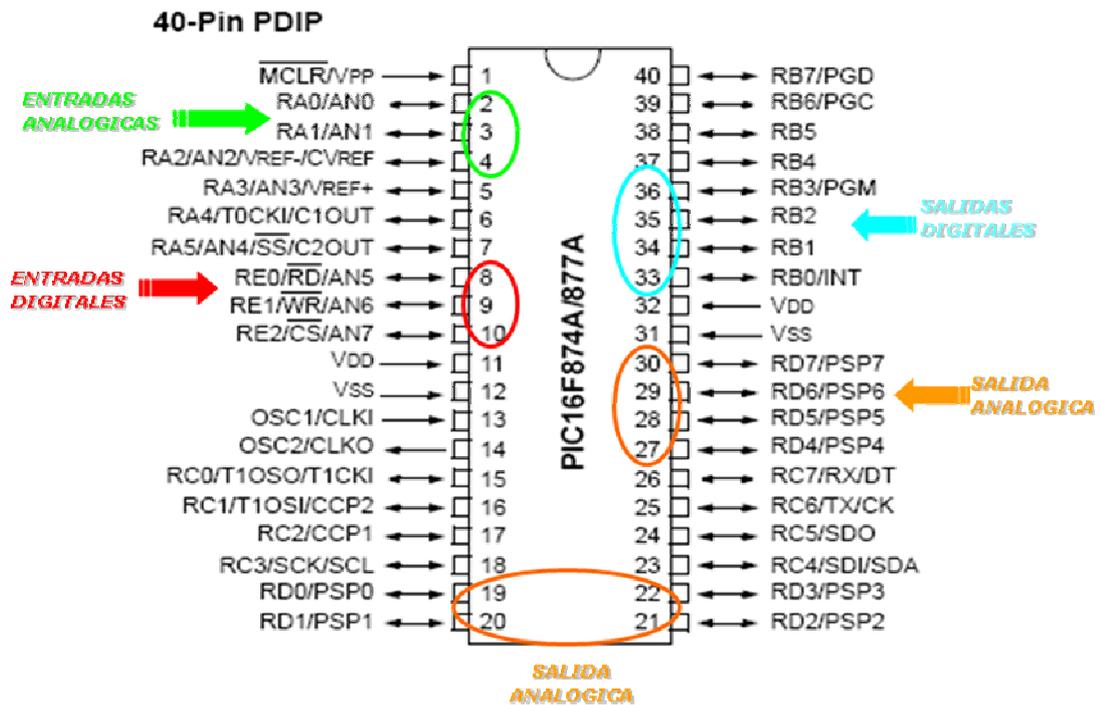
Para el presente proyecto de grado, se utilizó el microcontrolador PIC 16F877A. El modelo 16F877A[7] posee varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, para los requerimientos

administrativos de recursos que se necesito en la implementación del sistema de control y monitoreo vehicular, este microcontrolador permitió un fácil acoplamiento en la programación realizada con los comandos AT, además de ser muy práctico y veloz en el procesamiento de la información. Algunos de los puntos considerados para la utilización de este microcontralador fueron:

- ✓ Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
- ✓ Memoria suficiente para datos y programa.
- ✓ Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina FLASH; este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).
- ✓ Set de instrucciones reducidas (tipo RISC), pero con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo.
- ✓ Tiene 5 puertos configurables a las necesidades, comunicación serie, convertidor Análogo/Digital, comunicación paralela y su alimentación va en un rango de 3 a 5 volts.
- ✓ La cantidad de corriente que estos dispositivos requieren es muy pequeña.
- ✓ Una vida útil de 2 años a un trabajo del 98% del tiempo lo cual lo hace una opción barata y sobre todo que se acopla a las condiciones físicas del auto.

Una de las desventajas que cabe mencionar, es sin suda la sensibilidad al ruido externo que presentan estos dispositivos, causado por algunas componentes conectados a sus terminales, la empresa ALTA TECNOLOGIA SA., fue informada de este particular, sin embargo por cuestiones netamente económicas, se nos dio la aprobación para continuar utilizando este microcontrolador.

A continuación se presenta un grafico con la descripción de sus partes:



**Figura. 3.12. Descripción de las Partes PIC16F877A**

### 3.3 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA.

Los parámetros que se tuvieron en cuenta en el diseño del presente proyecto fueron los siguientes:

- ✓ Para diseñar el circuito se tuvo muy en cuenta el espacio físico disponible dentro del vehículo con el fin de obtener el menor impacto visual, y que se mimetice dentro del gran número de accesorios con los que cuentan un automóvil.
- ✓ Se tuvo muy en cuenta el impacto que se pudiese causar el vehículo al momento de bloquearlo, es por ello que se eligió el método menos invasivo para el funcionamiento del motor, el cual fue cortar la energía a la bobina del distribuidor.
- ✓ El diseño del sistema es muy amigable, con sistemas de seguridad ubicados previamente, como es el caso de las alarmas vehiculares, la empresa ALTA TECNOLOGIA SA., podrá garantizar a sus clientes que no tendrán ningún conflicto entre sistemas previamente instalados.

- ✓ Garantizar que el sistema tenga la capacidad de funcionar independientemente del suministro de energía provisto por el carro, ya que será diseñado con una fuente auxiliar.
- ✓ La placa base será diseñado de tal manera que los elementos activos de la misma sean fácilmente reemplazados en el caso de sufrir algún tipo de daño, además de ser dispositivos comunes y de bajo costo dentro del mercado local.
- ✓ La central de monitoreo tendrán la capacidad de supervisar y controlar las diferentes acciones que se ejecutaran en el vehículo, con una gran velocidad de respuesta ante los mismos
- ✓ Dentro de las funciones que se proveerá a la central de monitoreo, es de tener la capacidad de manejar un software de Geolocalización, siendo el más común y accesible de utilizar el *google earth*.

## **CAPITULO 4 SOFTWARE**

### **4.1 DISEÑO DEL PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR**

#### **4.1.1 Introducción**

El código que deberá llevar el PIC 16f877A consta de de tres partes principales , la primera(modos escucha) es la encargada de captar todo lo que venga del teléfono móvil (modem gsm) para posteriormente realizar una interrupción en la actividad del PIC, la segunda parte es la encargada de interpretar (leer) la orden recibida mediante el SMS adquirido en la primera parte, y finalmente la tercera parte (ejecución) es la encargada de enviar los diferentes bits por el puerto B del PIC para que mediante la etapa de potencia se ejecuten acciones físicas (bloqueo, apertura de puertas) y las acciones de comunicación con el usuario y la Central de Monitoreo como son el aviso de apertura de puertas , aviso de bloqueo de auto y finalmente aviso de posición vehicular.

#### **4.1.2 Diseño del Software**

##### **4.1.2.1 Consideraciones Previas**

[1]Para manejar de una manera correcta todos los mandos que el usuario envíe, es necesario tener en cuenta que el microcontrolador posee una memoria limitada, es por ello que se debe optimizar el uso de la misma, además se debe tener muy en cuenta la velocidad de procesamiento, necesaria para que las acciones se realicen de manera inmediata

### 4.1.2.2 Descripción del Código

Para una descripción más adecuada se dividirá al programa en cuatro partes que son las siguientes:

1. CONFIGURACION INTERNA
2. VARIABLES
3. DESCRIPCION DE FUNCIONES
4. DESCRIPCION DE ACCIONES

#### 4.1.2.2.1 Configuración Interna

```
#FUSES NOWDT           //No Watch Dog Timer
#FUSES XT              //Crystal osc <= 4mhz
#FUSES NOPUT          //No Power Up Timer
#FUSES NOPROTECT      //Code not protected from reading
#FUSES NODEBUG        //No Debug mode for ICD
#FUSES NOBROWNOUT     //No brownout reset
#FUSES NOLVP          //No low voltage prgming, B3(PIC16) or
B5(PIC18) used for I/O

#FUSES NOCPD          //No EE protection
#FUSES NOWRT          //Program memory not write protected

#use delay(clock=4000000)
#users232(baud=9600,parity=N,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7,bits=8,errors,brgh10
k)
```

En VOID MAIN

```
enable_interrupts(INT_RDA);
enable_interrupts(GLOBAL);
```

#### Descripción:

**#FUSES NOWDT:** En esta configuración tenemos desactivado watch dog timer el cual nos permite deshabilitar el reset por desborde de este registro.

**#FUSES XT:** Esta configuración nos permite indicarle al pic que se utilizara un cristal como reloj.

**#FUSES NOPUT:** Deshabilita la opción de reset automático al tener tensión el pic.}.

**#FUSES NOPROTECT:** Deshabilita la opción de protección de código

**#FUSES NODEBUG, #FUSES NOBROWNOUT, #FUSES NOLVP, #FUSES NOCPD #FUSES NOWRT:** Deshabilitan las opciones de reset, de programación por baja tensión en el pin b3 y la protección de memoria EE y de escritura de programación.

**#use**

**rs232(baud=9600,parity=N,xmit=PIN\_C6,rcv=PIN\_C7,bits=8,errors,brgh10k ):** Permite configurar el usart del pic a 9600, sin paridad con ocho bits por trama además se implementan las funciones *errors* que permite seguir la ejecución del programa a pesar de que exista un error en la transmisión resetiando el pic, y finalmente la función *brgh10k* que se la utiliza en integrados que tienen problemas de comunicación, en este caso se la utiliza para asegurar una correcta transmisión.

**enable\_interrupts(INT\_RDA), enable\_interrupts(GLOBAL):** estas funciones nos permiten configurar al pic para que cuando se tenga el buffer lleno de entrada RS232 se lance un interrupción, posteriormente habilitándolas globalmente a todas las interrupciones.

#### 4.1.2.2.2 Variables

```
Int ptrx, ptrx1, ptrx2, ptrx3, ptrx4, ptrx5, ptrx6, i, l;
Char puerto_celular[60], opcion[15], comando_creg[15], s1[60];
```

#### Descripcion:

Las variables *ptrx* son utilizadas como punteros, para la realización de comparaciones de texto es decir para buscar una palabra dentro de una cadena de texto, para lo cual se utiliza la función *strstr* que se encuentra en la librería *string.h* Ejemplo:

Se tiene dos variables `char string1[10], string2[10];`

```
strcpy(string1,"hola mundo ");
```

```
strcpy(string2,"hola");
```

Se copia hola mundo en string1 y hola en string2

```
ptrx=strstr(string1,string2);
```

Se busca string1 en string2 es decir se busca la palabra hola en la cadena de texto dando como resultado, si es que se ha encontrado el texto, que el puntero ptrx tome un valor diferente de cero.

La variable i es el contador de captura de caracteres lo que permite guardar los caracteres de entrada RS232 y poder sobre escribir los datos impidiendo el desborde y perdida de caracteres.

La variable l es una bandera que permite determinar cuándo se debe enviar la identidad de celda.

La variable char puerto\_celular es utilizada para guardar toda la información capturada por el RS232, la variable bb nos permite determinar que opción llega mediante la comparación antes descrita.

#### 4.1.2.2.3 Descripción de Funciones

```
#int_RDA
RDA_isr()
{
  If (i==59) i=0;
  AA[i]=getch();
  l++;
}

Void principal_sms()

{
  Strcpy(OPCION,"Sgsm9");
  Ptrx=strstr(Puerto_celular,OPCION);

  IF(ptrx 0 )
  {
    Output_high(pin_b3);
    Ptrx=0;
    Write_eeprom(0x021,0x01);
    Strcpy(puerto_celular,"");
    Printf("AT+CMGS=");
    PUTC(34);
    PRINTF("097721262");
  }
}
```

```
    PUTC(34);
    PUTC(13);
    DELAY_MS(500);
    PRINTF("SISTEMA ABIERTO");
    PUTC(26);
}

If(read_eeprom(0x021)==0x01)
{
    Strcpy(OPCION,"Op1");
    Ptrx1=strstr(Puerto_celular,OPCION);

    IF(ptrx  0 )
    {
        Output_HIGH(pin_b1);
        DELAY_MS(250);
        Output_LOW(pin_b1);
        Ptrx1=0;
        Strcpy(puerto_celular,"");
        Printf("AT+CMGS=");
        PUTC(34);
        PRINTF("097721262");
        PUTC(34);
        PUTC(13);
        DELAY_MS(500);
        PRINTF("OPEN");
        PUTC(26);

    }

    Strcpy(OPCION,"Op2");
    Ptrx2=strstr(Puerto_celular,OPCION);

    IF(ptrx2  0 )
    {
        Output_HIGH(pin_b1);
        Ptrx2=0;
        Strcpy(puerto_celular,"");
        Write_eeprom(0x022,0x01);
        Printf("AT+CMGS=");
        PUTC(34);
        PRINTF("097721262");
        PUTC(34);
        PUTC(13);
        DELAY_MS(500);
        PRINTF("BLOQUEO");
        PUTC(26);

    }
}
```

```
Strcpy(OPCION,"Op3");
Ptrx3=strstr(Puerto_celular,OPCION);

IF(ptrx3  0 )
{

    Output_LOW(pin_b0);
    Ptrx3=0;
    Strcpy(puerto_celular,"");
    Write_eeprom(0x022,0x00);
    Printf("AT+CMGS=");
    PUTC(34);
    PRINTF("097721262");
    PUTC(34);
    PUTC(13);
    DELAY_MS(500);
    PRINTF("LIBERADO");
    PUTC(26);

}
Strcpy(OPCION,"Op4");
Ptrx4=strstr(Puerto_celular,OPCION);

IF(ptrx4  0 )
{

    WRITE_EEPROM(0X021,0X00);
    Ptrx4=0;
    Strcpy(puerto_celular,"");
    Printf("AT+CMGS=");
    PUTC(34);
    PRINTF("097721262");
    PUTC(34);
    PUTC(13);
    DELAY_MS(500);
    PRINTF("SISTEMA CERRADO");
    PUTC(26);

}
Strcpy(OPCION,"Op5");
Ptrx5=strstr(Puerto_celular,OPCION);

IF(ptrx5  0 )
{

    DELAY_MS(100);
    PUTS("AT+CREG?");
    Ptrx5=0;
```

```

    }
    Strcpy(COMANDO_CREG,"+CREG: 2,1");
    Ptrx6=strstr(Puerto_celular,COMANDO_CREG);

    IF(ptrx6  0 )
    {
        Ptrx6=0;
        L=1;
    }
}

}

Void main()
{
    Set_tris_b(0x00);
    Enble_interrups(INT_RDA);
    Enable_interrups(GLOBAL);
    Ptrx=0;
    Ptrx1=0;
    Ptrx2=0;
    Ptrx3=0;
    Ptrx4=0;
    Ptrx5=0;
    Ptrx6=0;
    l=0;
    If(read_eeprom(0x022)==0x01) output_high(Pin_b0);
    While(true)
    {
        Function_principal_sms();
        If(l==1)
        {
            L=0;
            Strcpy(s1,Puerto_celular);
            Printf("AT+CMGS=");
            Putc(34);
            Printf("097721262");
            Putc(34);
            Putc(13);
            Delay_ms(500);
            Putc(26);
        }
    }
}
}

```

### **Descripción:**

**Void principal\_sms():** esta función es la encargada una vez hecha la captura del sms de procesarlo, es decir, se encarga de buscar que instrucción fue enviada por el usuario, es así que mediante la función strstr antes descrita (ver sección código pic, variables, descripción), y una vez encontrado la instrucción mediante el cambio de los punteros ptrx (ver ejemplo sección código pic, variables, descripción, ejemplo), se establece las siguientes acciones en el puerto b y en el sistema:

- Apertura del sistema.
- Apertura de puertas.
- Bloqueo preventivo (enviando un 1 lógico en el pin B1).
- Desbloqueo del auto (enviando un 0 lógico en el pin B0).
- Instrucciones para el envío del CELLID en donde se encuentra el vehículo.
- Finalización del sistema.

#### **4.1.2.2.4 Descripción de acciones**

##### **Apertura del sistema**

El usuario al enviar la clave personalizada en este caso "SGSM9", cuyas siglas significan sistema gsm y el último número de la cédula de identidad, se procede a abrir el sistema para su utilización es decir, si no se envía este mensaje antes de enviar cualquier orden el sistema no realizará ninguna acción, esto como un valor agregado a la seguridad de todo el sistema en caso de mala utilización del mismo por otra persona ajena al usuario. Una vez abierto el sistema se escribe en memoria eeprom del pic el valor 0x01 (write\_eeprom(0x022,0x01) como una especie de bandera no temporal ya que se necesita en caso de darse un reset automático o de corte de energía se mantenga activo el sistema, por ejemplo si el auto es hurtado y el usuario envía su clave personal y el vehículo es desprovisto de energía, sin que el usuario tenga conocimiento de esto, el usuario seguirá enviando sus instrucciones, como se ha visto con anterioridad si el usuario de una red celular apaga su

equipo (desconexión de la red celular) los mensajes se mantienen latentes en la central de mensajes, es así que una vez que el vehículo reciba energía nuevamente los mensajes llegaran al sistema y se realizaran todas las acciones y confirmaciones.

Para la apertura del sistema se utiliza las siguientes líneas de programación

```
Strcpy(OPCION,"Sgsm9");  
Ptrx=strstr(Puerto_celular,OPCION);
```

De esta manera el puntero ptrx cambia de valor y permite seguir con las siguientes instrucciones mediante la comparación if .

```
IF(ptrx 0 )  
{  
    Output_high(pin_b3);  
    Ptrx=0;  
    Write_eeprom(0x021,0x01);  
    Strcpy(puerto_celular,"");  
    Printf("AT+CMGS=");  
    PUTC(34);  
    PRINTF("097721262");  
    PUTC(34);  
    PUTC(13);  
    DELAY_MS(500);  
    PRINTF("SISTEMA ABIERTO");  
    PUTC(26);  
}
```

De esta manera se pone en alto al pin b3 indicativo de que el sistema está abierto y se escribe en memoria la bandera para mantener abierto el sistema.

Se utiliza el comando AT+CMGS para el envío de la confirmación al usuario pasando primeramente por la central de monitoreo. De aquí en adelante estas instrucciones no serán descritas debido a que realizan las mismas acciones dependiendo de la orden recibida.

## Apertura de puertas

La apertura remota de las puertas del vehículo se la realiza mediante la orden OP1 de esta manera:

```
Output_HIGH(pin_b1);  
  DELAY_MS(250);  
Output_LOW(pin_b1);
```

Se establece al pin b1 como el ejecutor de esta acción, para la protección de los motores que tienen las puerta el diseño de los sistemas de bloqueo central siempre establecen que en los terminales de estos motores, si no están recibiendo la orden de apertura, se envían señales de tierra es decir los dos terminales están conectados a tierra. De esta manera se desconecta de la tensión negativa a un terminal y posteriormente se envía mediante la activación de un relé 12v y posteriormente se conecta al sistema de bloqueo central por el mismo relé, como se explicara de mejor manera en el siguiente capítulo.

De esta manera si se activa el pin B1 se asegura que no exista conexión entre el bloque central de las puertas y 12v para evitar que en algún momento se dé un corto circuito.

## Bloqueo Preventivo

El bloqueo preventivo se lo realiza al enviar un sms con el texto OP2 el cual envía un 1 lógico por el pin B0 el cual activa un relé de alta corriente para inhabilitar el motor del vehículo, además se escribe dentro de la memoria eeprom una bandera para evitar que se pierda el estado (`write_eeprom(0x022,0x01)`) cuando se corte la energía o un reset automático.

## Desbloqueo

De igual manera que en el bloqueo se envía un 0 lógico para desactivar el relé de alta corriente para habilitar al motor del vehículo, así también se escribe la bandera respectiva para que no se pierda el estado.

## Instrucción para CELL ID

Par poder enviar el cellid el pic tendrá que grabar la información del cellid en una variable y posteriormente enviarla, para poder obtener la información se procede de la siguiente manera:

```

Strcpy(OPCION,"Op5");
Ptrx5=strstr(Puerto_celular,OPCION);

IF(ptrx5  0 )
{
    DELAY_MS(100);
    PUTS("AT+CREG?");
    Ptrx5=0;
}

```

De esta manera el usuario al enviar OP5 se genera un retardo para que no se genere ninguna interrupción, posteriormente se envía el comando AT+CREG, el cual nos da como respuesta la identidad de celda en la que se encuentra el vehículo, esta respuesta se da en el siguiente formato: **+CREG: 1,2,"XXX","XXX"**, como ya se hizo referencia a estos comandos no se profundizara mas sobre estos.

Al recibir el microcontrolador esta cadena de texto se ejecutan las siguientes líneas de comando:

```

Strcpy(COMANDO_CREG,"+CREG: 2,1");
Ptrx6=strstr(Puerto_celular,COMANDO_CREG);

IF(ptrx6  0 )
{

    Ptrx6=0;
    L=1;

}

```

Una vez comparado y encontrado el formato de respuesta del comando CREG se da el valor de uno sobre la variable L lo que provocara que una vez

culminada la función de lectura de los sms entrantes (función\_principal\_sms), en el void main se ejecute las siguientes líneas de comando:

```
if(l==1)
{
    L=0;
    Strcpy(s1,Puerto_celular);
    Printf("AT+CMGS=");
    Putc(34);
    Printf("097721262");
    Putc(34);
    Putc(13);
    Delay_ms(500);
    Putc(26);
}
```

En lo cual como se puede observar se copia en la variable char s1 lo que se tenga como respuesta del dispositivo GSM, para no depender de una sola variable que cambia continuamente, y una vez copiado el contenido se lo envía a través del comando CMGS.

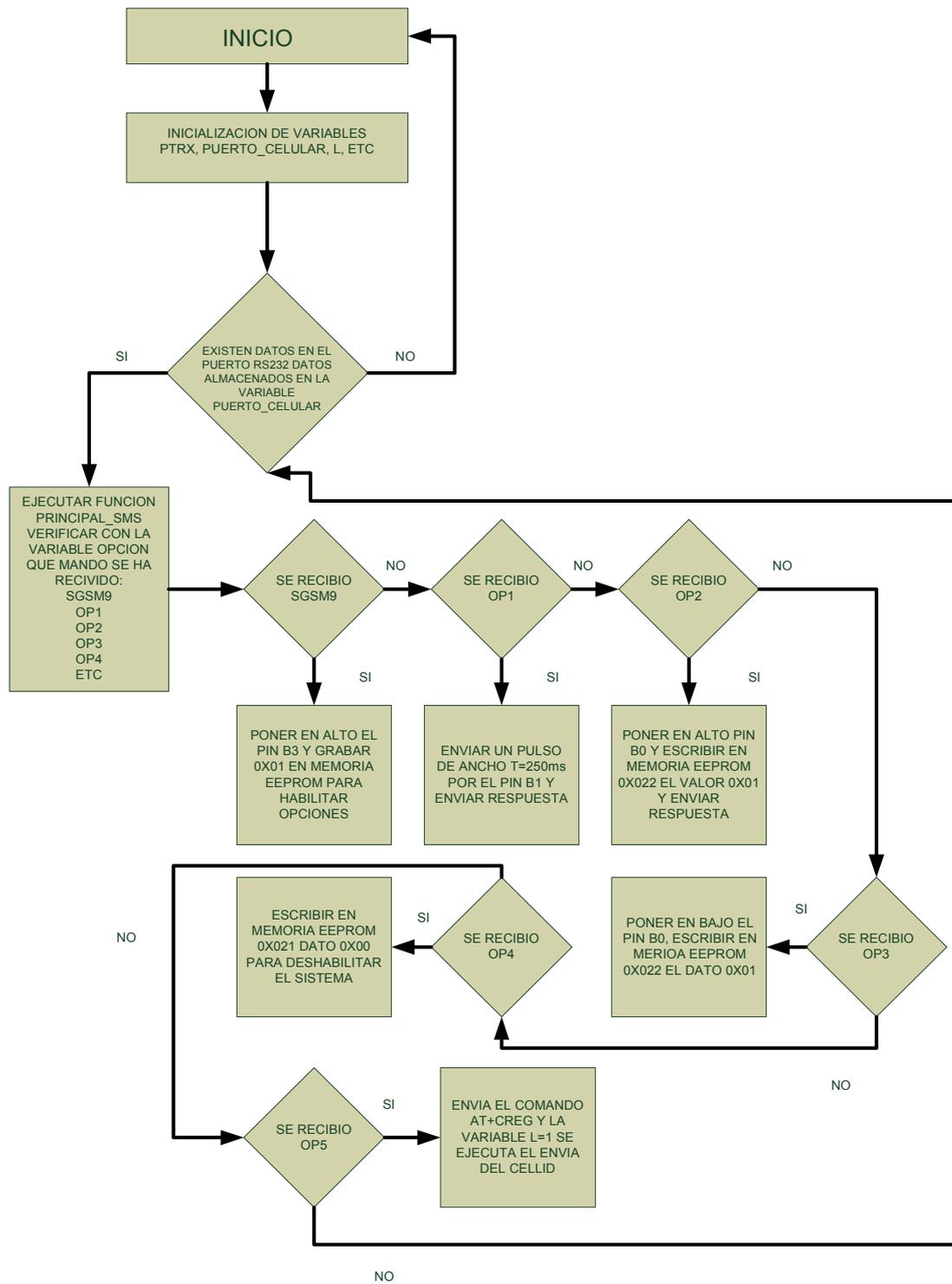


Figura. 4.1. Diagrama de Bloques Programación del PIC

## **4.2 DISEÑO DEL PROGRAMA VISUAL BASIC COMO CENTRO DE CONTROL (ESTACION DE MONITOREO)**

[2]Para la interfaz de control del sistema se implemento un programa en Visual Basic 6.0 el cual nos permite tanto controlar, como realizar acciones según los acontecimientos generados en tiempo real, esta interfaz tiene las siguientes características:

- Facilidad de uso.
- Autorespuesta y control por parte operario.
- Posibilidad de realizar acciones sobre los vehículos.
- Facilidad de visualización de posición geográfica de un vehículo.
- Uso de bases de datos para agilizar la búsqueda de coordenadas.

### **4.2.1 Consideraciones Previas**

Para tener una verdadera central de monitoreo es necesario que el software sea capaz de manejar acontecimientos en tiempo real así como manejar un gran volumen de datos, es por tanto que este software debe tener la posibilidad de trabajar con un programa externo que realice el papel de base de datos.

### **4.2.2 Diseño de Software**

Para tener un programa más eficiente, se ha considerado tres aspectos importantes, base de datos, uso eficiente del puerto receptor y transmisor y finalmente visualización amigable de ubicación geográfica, por tanto a continuación se describirán estas tres fases de diseño.

#### **4.2.2.1 Base de datos**

Para poder visualizar en el programa tanto los usuarios del sistema como poder presentar la ubicación geográfica del vehículo, es necesario tener una

base de datos, para ello se puede utilizar un programa externo en este caso se ha elegido Microsoft Excel por las siguientes razones:

- Es un programa básico que se lo puede encontrar en un gran número de computadoras.
- Permite manipular de una manera fácil todas sus propiedades mediante Visual Basic.
- Posibilidad de ingresar un gran número de datos.

Para que el programa funcione de una manera correcta es necesario especificar la ruta de la base de datos, dentro de la descripción del código de programación se explicara cómo se manipulara la base de datos creada en Excel.

#### **4.2.2.2 Uso Eficiente del Puerto**

Cuando se produzca una interrupción en el programa, es decir cuando en el puerto se tenga un SMS, el programa ejecutara todas sus acciones dentro de esa interrupción, esto permite que si se produce otra interrupción primero se complete la que estaba en primer lugar y posteriormente se atienda a las que sigan de esta manera no se satura el uso del puerto además de que en cada interrupción se inicializa el buffer de entrada es decir se lo pone en cero.

#### **4.2.2.3 Visualización amigable de ubicación Geográfica**

Para que el operario pueda interpretar de una manera fácil la ubicación del vehículo el programa presentara una imagen del área en donde se encuentra el vehículo, de esta manera el operario puede indicar una ruta adecuada, para llegar al área indicada se podrá exportar a GOOGLE EARTH el mapa obtenido.

#### **4.2.3 Descripción de la estructura del Programa**

El programa posee tres interfaces, inicialización de la interface principal, interface principal e interface Google Earth.



Figura. 4.2. Interfaz de Inicialización

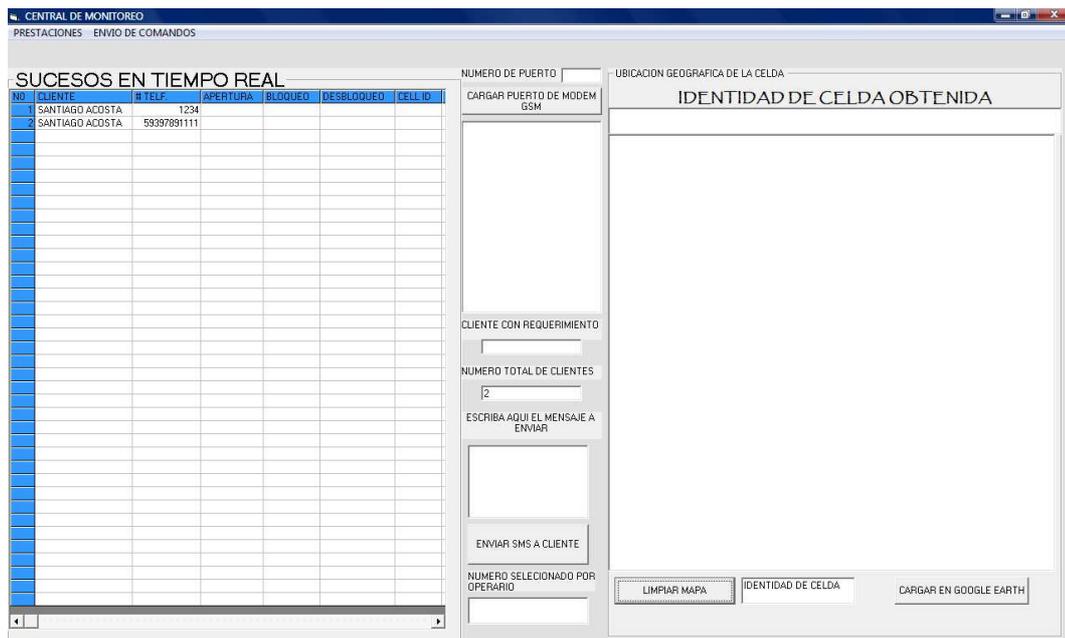
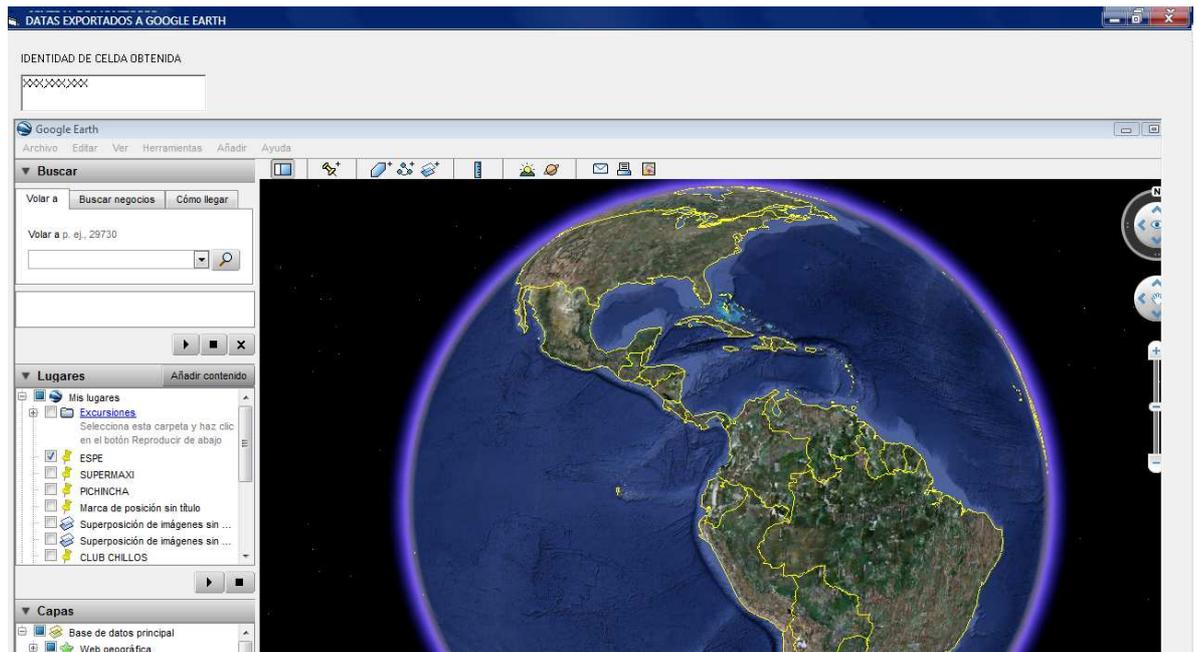


Figura. 4.3. Interfaz principal



**Figura. 4.4. Interfaz Google Earth**

### 4.2.3.1 Herramientas Utilizadas

Para las diferentes interfaces se ha utilizado tanto botones, cuadros de textos, etiquetas, Flexgrid donde se presentaran los datos de los clientes, picturebox para presentar mapas e incrustación de Google Earth.

### 4.2.3.2 Modos de inicialización del Programa

Una vez indicado la función de cada variable, se procederá a explicar los modos de inicialización, el cual consta de dos posibilidades con auto respuesta y sin auto respuesta, esto significa que cuando se elija el modo auto respuesta el programa será el encargado de comunicar al cliente las diferentes confirmaciones como son:

- Las puertas se han abierto.
- El auto se ha bloqueado.
- El auto se ha desbloqueado.

Si el operario elige el modo sin auto respuesta, deberá estar en la obligación de comunicar manualmente las diferentes confirmaciones ya descritas al usuario.

Las variables utilizadas dentro del programa se dividen en variables locales y globales, para una mejor descripción de todo el código de dividirá en interfaces.

#### **4.2.3.3 Variables**

##### **Variables locales interfaz Principal**

I: Contador utilizado para conocer el número de clientes ingresados, cagara en Flexgrid todos los clientes y búsqueda para impresión de texto sobre Flexgrid.

J: contador para carga de datos en Flexgird.

Verificador: tipo Boolean que permite modificar el Flexgrid únicamente cuando llegue un sms.

Cadena: Tipo integer que permite la obtención del numero de donde llega un SMS.

Vercom: Tipo integer que permite ubicar la columna del Flexgrid en donde se imprimirá el texto "ATENDER".

Cer: Permite extraer el código de celda enviado por el vehículo.

SMS1, SMS2, SMS3: Variable usada para enviar sms.

NUMERODECLIENTES: número total de clientes.

##### **Variables locales interfaz Google Earth**

Ge: tipo aplicación GE que permite la inicialización de Google Earth.

Ret: tipo Long utilizada para incrustar Google Earth dentro del formulario.

### Variables Globales

Global celda: permite identificar cuando llega un SMS con CellId para mostrar un mensaje al operario.

Global AUTORR: tipo Boolean que permite detectar si el operario opto por el modo sin auto respuesta.

Global Ex, libro, hoja: Tipo objeto que permite manipular Excel.

## 4.2.4 Descripción del código de programación por interfaces

### 4.2.4.1 Funciones interfaz de inicialización



Las funciones de la interfaz de inicialización son:

***Private Sub Command1\_Click()***

***Unload Me***  
***SGSM.Show***  
***End Sub***

Cuando se ejecuta esta función es decir cuando el operario hace clic en "ACEPTAR" el formulario se descarga de la pantalla mediante Unload Me, finalmente imprime el formulario SGSM (interfaz principal).

***Private Sub Form\_Load()***  
***MsgBox "ELIJA UNA OPCION DE INICIALIZACION DEL SISTEMA", vbOKOnly,***  
***"URGENTE"***

**End Sub**

Al cargar el formulario, imprime un texto para que el operario elija la opción correcta antes de iniciar la interfaz principal.

```
Private Sub Option1_Click()  
AUTORR = True
```

**End Sub**

```
Private Sub Option2_Click()  
AUTORR = False
```

**End Sub**

Estas dos funciones se ejecutan cuando el operario ha elegido una de las dos opciones auto respuesta o sin auto respuesta, en cada función de estas se da un valor de True o False a la variable AUTORR que es la que controla la posibilidad de envío de mensajes ya que en el modo auto respuesta no es necesario que el operario envíe SMS alguno.

#### 4.2.4.2 Funciones interfaz principal

```
Private Sub Form_Load()  
VERIFING = False  
If AUTORR = True Then
```

```
Command2.Enabled = False
```

**End If**

```

VERIFICADOR = False
Set Ex = New Excel.Application
Set libro = Excel.Workbooks.Open("C:sgsm\LIB.xlsx")
Set hoja = Excel.Worksheets("DTEC")
MSComm1.InputLen = 0
MSComm1.RThreshold = 1
MSComm1.SThreshold = 1
MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
MSFlexGrid1.Rows = 39
MSFlexGrid1.Cols = 8

```

**NUMCLIENTES**

**CARGA**

**Call Ajustar(MSFlexGrid1)**

**End Sub**

Esta función se ejecuta al cargarse el formulario principal, primeramente se comprueba si el operario ha seleccionado una de las opciones, si el operario a elegido el modo sin auto respuesta se restringe el envío de SMS mediante la deshabilitación del botón "ENVIAR SMS A CLIENTE".

Seguidamente se establece la conexión a la base de datos, mediante la inicialización de libro y hoja de Excel que contiene la base de datos mediante.

```

Set Ex = New Excel.Application
Set libro = Excel.Workbooks.Open("C:\sgsm \LIB.xlsx")
Set hoja = Excel.Worksheets("DTEC").

```

Una vez realizada la conexión con la base de datos se configure el modem leyendo todo el buffer de entrada, interrupciones cuando exista entra y salida de datos, velocidad 9600 bps, 8 bits, sin paridad, un bit de parada mediante:

```

MSComm1.InputLen = 0
MSComm1.RThreshold = 1
MSComm1.SThreshold = 1
MSComm1.Settings = "9600,N,8,1", respectivamente.

```

Finalmente se establece el número de clientes mediante NUMCLIENTES y se los imprime en el FlexGrid mediante Carga, para ajustar las celdas al texto que contienen se utiliza Ajustar(xx), esta función no será detallada debido a que se la utiliza únicamente para ajustar las celdas del FlexGrid.

**NUMCLIENTES**

```

CARGA
Call Ajustar(MSFlexGrid1)

Private Sub NUMCLIENTES()

For I = 0 To 100
If hoja.Cells(I + 1, 2) = "" Then
    NUMERODECLIENTES = I - 1
    GoTo F
End If
Next
F:
Text3.Text = NUMERODECLIENTES
End Sub

```

Esta función se ejecuta al cargarse la interfaz principal en pantalla, lo que realiza es realmente fácil ya que en la hoja DTEC del libro LIB:XLS (base de datos) recorre la segunda columna en busca de una celda que no tenga ningún texto, con lo cual sabremos que número de clientes se tiene, para posteriormente imprimirlo en el texto con etiqueta "NUMERO DE CLIENTES".

```

Private Sub CARGA()
For I = 0 To NUMERODECLIENTES
    MSFlexGrid1.Row = I

    For J = 1 To 7
        MSFlexGrid1.Col = J - 1
        MSFlexGrid1.Text = hoja.Cells(I + 1, J)
    Next
Next
End Sub

```

Esta función permite cargar los datos de las celdas de la hoja de Excel al FlexGrid recorriendo filas y columnas de la hoja de Excel al mismo tiempo que imprime los datos en las correspondientes filas y columnas del FlexGrid mediante los contadores J, I.

#### 4.2.4.2.1 Interrupciones dentro de la interfaz principal

Dentro de la interfaz principal existen tres tipos de interrupciones que ejecutan diferentes funciones las cuales son:

- Interrupciones mediante botones
- Interrupciones producidas por el puerto celular
- Interrupciones por acción sobre FlexGrid.
- Interrupciones por menú

#### 4.2.4.2.1.1 Interrupciones mediante botones

Los botones que generan interrupciones son:

- CARGAR PUERTO GSM
- ENVIAR SMS A CLIENTE
- LIMPIAR MAPA
- CARGAR EN G.E

##### **Botón “CARGAR PUERTO GSM”**

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
If Text2.Text = "" Then  
MSComm1.CommPort = 12  
Text2.Text = MSComm1.CommPort
```

```
Else  
MSComm1.CommPort = Text2.Text  
End If
```

```
MSComm1.PortOpen = True  
MSComm1.Output = "AT+cnmi=2,2,0,0,0" + Chr(13)  
End Sub
```

Cuando este botón es accionado se carga la ultima configuración del puerto en donde se encuentra conectado el celular, es así que cuando el usuario no ingresa ningún número en el cuadro de texto superior el programa automáticamente selecciona el puerto 12, posteriormente abre el puerto para poder enviar posteriormente **"AT+cnmi=2,2,0,0,0" + Chr(13)** al celular para configurarlo, esta configuración fue descrita en el capítulo 2 (Comandos AT)

##### **Botón “ENVIAR SMS A CLIENTE”**

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
MSComm1.InBufferCount = 0  
MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) +  
" +hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 8) + Chr(34) + Chr(13)  
SMS1 = True  
If SMS1 = True Then  
Sleep (700)  
MSComm1.Output = Text5.Text  
SMS1 = False  
MSComm1.Output = Chr(26)  
End If
```

```
End Sub
```

Esta función al ejecutarse envía un SMS al cliente previamente seleccionado por el operario, este proceso de selección se lo explicara más adelante.

El envío del sms se lo realiza de la siguiente manera:

```

MSComm1.InBufferCount = 0
MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) +
"+hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 8) + Chr(34) + Chr(13)
SMS1 = True
If SMS1 = True Then
Sleep (700)
MSComm1.Output = Text5.Text
SMS1 = False
MSComm1.Output = Chr(26)
End If

```

Como se describió en el capítulo 1 para el envío del SMS es necesario utilizar el comando AT+CMGS con su formato previamente descrito, para identificar el número a donde enviar se utiliza la base de datos, cabe señalar que la utilización de la variable sms1 es para dar un tiempo al envío del último carácter CTR+Z o en hexadecimal 26 el cual el celular lo interpreta como la orden de envío.

### **Botón "LIMPIAR MAPA"**

```

Private Sub Command3_Click()
Picture1 = LoadPicture("C:\SGSM\MAPS\LIMPIAR.JPG")
End Sub

```

Este botón genera una interrupción sobre el mapa limpiándolo es decir imprimiendo una hoja en blanco.

### **Botón "CARGAR EN G.E"**

```

Private Sub Command4_Click()
Form2.Show

End Sub

```

Este botón produce una interrupción sobre la interfaz principal, imprimiendo en pantalla una segunda interfaz con Google Earth incrustado.

#### 4.2.4.2.1.2 Interrupciones producidas por el puerto celular

Estas interrupciones se dan cuando llega un SMS, para evitar que se ejecute acciones el programa comprueba de donde viene el SMS es decir el número celular de donde es enviado, con eso se evita de SMS basura o innecesarios.

```
Private Sub MSComm1_OnComm()  
Dim can  
  
Dim total As Integer  
Dim inicio As Integer  
Dim tot As Integer  
Dim texto  
Dim AUX As String  
  
If MSComm1.CommEvent = comEvReceive Then  
  texto = 0  
  VERCOM = 0  
  celda = 0  
  
  Text1.Text = Text1.Text + MSComm1.Input  
  AUX = Text1.Text  
  cadena = InStr(Text1.Text, Chr(34))  
  tot = InStr(Text1.Text, "+CMT:")  
  
  inicio = cadena + 2  
  
  If tot > 0 Then  
    Text4.Text = Mid(AUX, inicio, 11)  
  
    total = can - cadena - 1  
    VERIFICADOR = True  
    texto = InStr(UCase(AUX), "OPEN")  
    If texto > 0 Then  
  
      VERCOM = 3  
      texto = 0  
    End If  
    texto = InStr(UCase(AUX), "BLOQUEO")  
    If texto > 0 Then  
  
      VERCOM = 4  
      texto = 0  
    End If  
    texto = InStr(UCase(AUX), "LIBERADO")  
    If texto > 0 Then
```

```

        VERCOM = 5
        texto = 0
    End If
    texto = Instr(UCase(AUX), "+CREG")
    cer = texto
    If texto > 0 Then
        celda = 1
        VERCOM = 6
    End If
    texto = 0
    BUSQUEDA (VERCOM)
    Set hoja = Excel.Worksheets("HISTORI")
    hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, MSFlexGrid1.Col + 1) =
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, MSFlexGrid1.Col + 1) + 1
    libro.Save
    Set hoja = Excel.Worksheets("DTEC")
    End If

End If

End Sub

```

Este código se ejecuta en tres instancias

1. Al llegar un SMS se lee el numero de donde proviene mediante el código:

```

Text1.Text = Text1.Text + MSComm1.Input
AUX = Text1.Text
cadena = Instr(Text1.Text, Chr(34))
tot = Instr(Text1.Text, "+CMT:")

```

Se puede observar que text1.text es el encargado de recibir el sms, con la función Instr se puede buscar el texto que deseamos dentro de la cadena, en este caso en primera instancia buscamos las comillas ya que el formato de entrada de un SMS es CMT:+593xxxxxxxx,"xxxxxxxxxxx", por tanto cuando se ubique la primera comilla, se busca el texto +CMT, para de esta manera poder saber en que posición está el texto con el número celular deseado.

2. Una vez encontrado el número celular se ubica el SMS es decir el texto enviado por el módulo en el auto, en este caso como se indica se buscan las cadenas de texto OPEN, BLOQUEO, LIBERADO, +CREG, así también se inicializa la variable VERCOM con el número correspondiente a la celda del FlexGrid en donde se encuentra el

usuario correspondiente, esta variable nos permite imprimir un Texto "ATENDIDO", en la columna adecuada del FlexGrid.

***inicio = cadena + 2***

```
If tot > 0 Then
  Text4.Text = Mid(AUX, inicio, 11)

  total = can - cadena - 1
  VERIFICADOR = True
  texto = InStr(UCase(AUX), "OPEN")
  If texto > 0 Then

    VERCOM = 3
    texto = 0
  End If
  texto = InStr(UCase(AUX), "BLOQUEO")
  If texto > 0 Then

    VERCOM = 4
    texto = 0
  End If
  texto = InStr(UCase(AUX), "LIBERADO")
  If texto > 0 Then

    VERCOM = 5
    texto = 0
  End If
  texto = InStr(UCase(AUX), "+CREG")
  cer = texto
  If texto > 0 Then
    celda = 1
    VERCOM = 6
  End If
  texto = 0
```

- Una vez inicializada la variable VERCOM y saber a qué columna hace referencia la orden adquirida, se procede a incrementar el historial, es por esto que primeramente se setea la hoja del libro base de datos en la hoja HISTORI, el cual contiene la información de los usuarios así como también la cantidad de veces que ha utilizado un servicio, posteriormente se suma 1 al número que se encuentra en la celda especificada por la función BUSQUEDA que es la encargada de buscar en el FlexGrid en que fila se encuentra el número obtenido en la primera instancia, se guarda los cambios y finalmente se setea nuevamente la hoja en DTEC que contiene la información de los usuarios de esta manera aseguramos que la información que se presenta en FlexGrid es la correcta.

```

BUSQUEDA (VERCOM)
Set hoja = Excel.Worksheets("HISTORI")
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, MSFlexGrid1.Col + 1) =
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, MSFlexGrid1.Col + 1) + 1
libro.Save
Set hoja = Excel.Worksheets("DTEC")
End If

End If

```

#### 4.2.4.2.1.3 Interrupciones por acción sobre FlexGrid

Estas interrupciones solamente se genera cuando el operario hace clic sobre una celda del FlexGrid, cabe señalar que en las interrupciones por puerto se genera una texto "ATENDER" sobre el flexgrid dependiendo de la orden recibida, es por tanto que se debe señalar que los modos de inicialización afectan directamente a esta interrupción ya que si el operario elige sin auto respuesta el código que es el encargado de enviar los diferentes SMS se desactivara mediante una estructura if.

```

Private Sub MSFlexGrid1_Click()
Dim box
Text4.Text = MSFlexGrid1.Row

If VERIFICADOR = True Then

MSFlexGrid1.CellBackColor = vbGreen
MSFlexGrid1.Text = "ATENDIDO"
If AUTORR = True Then
If MSFlexGrid1.Col = 3 Then
MSComm1.InBufferCount = 0
MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 8) + Chr(34) + Chr(13)
SMS1 = True
If SMS1 = True Then
Sleep (700)
MSComm1.Output = "PUERTA ABIERTA"
SMS1 = False
MSComm1.Output = Chr(26)
End If
End If
If MSFlexGrid1.Col = 4 Then
MSComm1.InBufferCount = 0
MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 8) + Chr(34) + Chr(13)
SMS2 = True
If SMS2 = True Then
Sleep (700)
MSComm1.Output = "AUTO BLOQUEADO"

```

```

        SMS2 = False
        MSComm1.Output = Chr(26)
    End If
End If
If MSFlexGrid1.Col = 5 Then
    MSComm1.InBufferCount = 0
    MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 8) + Chr(34) + Chr(13)
    SMS3 = True
    If SMS3 = True Then
        Sleep (700)
        MSComm1.Output = " AUTO DESBLOQUEADO"
        SMS3 = False
        MSComm1.Output = Chr(26)
    End If
End If
End If

If celda = 1 Then
    box = Mid(Text1.Text, cer, 40)

    MSFlexGrid1.CellBackColor = vbGreen
    MSFlexGrid1.Text = "SOLICITADO"
    MsgBox box, vbOKOnly, "IDENTIDAD DE CELDA OBTENIDO"
    Text6.Text = Mid(box, 7, 24)
    BUSCAR_CELDA

End If
End If
Call Ajustar(MSFlexGrid1)
celda = 0
VERIFICADOR = False

Text1.Text = ""

End Sub

```

Cuando llegue un sms sobre la columna y fila especificada por la interrupción por puerto aparecerá el texto "ATENDER", cuando esto suceda el operario deberá hacer clic sobre este texto, de esta forma se ejecutara el siguiente código:

```

If VERIFICADOR = True Then

MSFlexGrid1.CellBackColor = vbGreen
MSFlexGrid1.Text = "ATENDIDO"
If AUTORR = True Then
    If MSFlexGrid1.Col = 3 Then
        MSComm1.InBufferCount = 0

```

```

        MSCComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 8) + Chr(34) + Chr(13)
        SMS1 = True
        If SMS1 = True Then
            Sleep (700)
            MSCComm1.Output = "PUERTA ABIERTA"
            SMS1 = False
            MSCComm1.Output = Chr(26)
        End If
    End If
    If MSFlexGrid1.Col = 4 Then
        MSCComm1.InBufferCount = 0
        MSCComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 8) + Chr(34) + Chr(13)
        SMS2 = True
        If SMS2 = True Then
            Sleep (700)
            MSCComm1.Output = "AUTO BLOQUEADO"
            SMS2 = False
            MSCComm1.Output = Chr(26)
        End If
    End If
    If MSFlexGrid1.Col = 5 Then
        MSCComm1.InBufferCount = 0
        MSCComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 8) + Chr(34) + Chr(13)
        SMS3 = True
        If SMS3 = True Then
            Sleep (700)
            MSCComm1.Output = " AUTO DESBLOQUEADO"
            SMS3 = False
            MSCComm1.Output = Chr(26)
        End If
    End If
End If
End If

```

Este código antes de nada verifica si la variable VERIFICADOR esta en valor verdadero esta variable lo que nos indica si su estado es verdadero es que previamente ha llegado un SMS ya que si el operario hace clic sobre el FlexGrid sin que haya llegado un SMS no se enviara ningún SMS ni se producirá ningún acción, posteriormente se enviara los SMS de acuerdo a la columna en donde se imprimió el texto ATENDER, cabe señalar que cuando la orden sea la de ubicación vehicular es decir el CELLID se lo trata con el siguiente código:

```

If celda = 1 Then
    box = Mid(Text1.Text, cer, 40)

    MSFlexGrid1.CellBackColor = vbGreen
    MSFlexGrid1.Text = "SOLICITADO"
    MsgBox box, vbOKOnly, "IDENTIDAD DE CELDA OBTENIDO"

```

```
Text6.Text = Mid(box, 7, 24)  
BUSCAR_CELDA
```

```
End If  
End If
```

Celda es la variable que toma el valor 1 cuando el usuario pide la ubicación vehicular, de esta manera este código solamente se ejecutara sobre esa condición, de esta forma se genera un mensaje con la identidad de celda obtenida, posteriormente se ejecuta la función BUSCAR CELDA, lo que hace es buscar según la identidad de celda la fotografía del área geográfica, en otras palabra entrega el path de la fotografía a la que corresponde el CELLID, y lo imprime sobre el picturebox1.

```
Private Sub BUSCAR_CELDA()  
Set hoja = Ex.Worksheets("CELLID")  
For I = 1 To 10  
  
If hoja.Cells(I, 1) = Text6.Text Then  
Picture = LoadPicture(hoja.Cells(I, 2))  
  
End If  
  
GoTo ERR  
  
Next  
ERR:  
End Sub
```

#### 4.2.4.2.1.4 Interrupciones por menú

Esta interrupción se genera cuando el operario selecciona cualquiera de los menús como son:

##### **Menú prestaciones**

- Ingresar Cliente
- Modo sin auto respuesta
- Auto respuesta

### **Menú envió de comandos**

- Ingreso de clave
- Puertas
- Bloqueo
- Desbloqueo
- Ubicación

- ✓ Dentro del menú prestaciones Ingresar Cliente se tiene el siguiente código:

```
Private Sub ING_Click()
```

```
Ex.Visible = True
```

```
End Sub
```

Lo que hace que el libro de Excel se presente en pantalla para que el operario ingrese los diferentes datos.

- ✓ En el submenú Modo sin auto respuesta, se presenta el código:

```
Private Sub sin_Click()
```

```
AUTORR = False
```

```
End Sub
```

Lo cual hace que la variable que controla el envío automático de sms sea falsa y de esta manera bloqueando esta opción.

- ✓ En el submenú Auto respuesta, se presenta el código:

```
Private Sub conr_Click()
```

```
AUTORR = true
```

```
End Sub
```

Hace que la variable que controla los SMS automáticos sea verdadera.

- ✓ Dentro del menú Envío de comandos el submenú Ingresar clave:

```

Private Sub INGCLAVE_Click()
    MSComm1.InBufferCount = 0
    MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 3) + Chr(34) + Chr(13)
    SMS1 = True
    If SMS1 = True Then
        Sleep (700)
        MSComm1.Output = hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 9)
        SMS1 = False
        MSComm1.Output = Chr(26)
    End If
End Sub

```

Se hace el proceso de envío del SMS con la clave que se tiene de la base de datos mediante `MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" + hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 3) + Chr(34) + Chr(13)`, de esta manera se asegura que el programa enviara previamente la clave de acceso al sistema del usuario, para posteriormente realizar el mismo proceso de envío de SMS pero con las diferentes ordenes.

```

Private Sub OP1_Click()
    MSComm1.InBufferCount = 0
    MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 3) + Chr(34) + Chr(13)
    SMS1 = True
    If SMS1 = True Then
        Sleep (700)
        MSComm1.Output = "OP1"
        SMS1 = False
        MSComm1.Output = Chr(26)
    End If
End Sub

```

```

Private Sub OP2_Click()
    MSComm1.InBufferCount = 0
    MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 3) + Chr(34) + Chr(13)
    SMS1 = True
    If SMS1 = True Then
        Sleep (700)
        MSComm1.Output = "OP2"
        SMS1 = False
        MSComm1.Output = Chr(26)
    End If
End Sub

```

```

Private Sub OP3_Click()
    MSComm1.InBufferCount = 0
    MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 3) + Chr(34) + Chr(13)
    SMS1 = True

```

```

If SMS1 = True Then
  Sleep (700)
  MSComm1.Output = "OP3"
  SMS1 = False
  MSComm1.Output = Chr(26)
End If

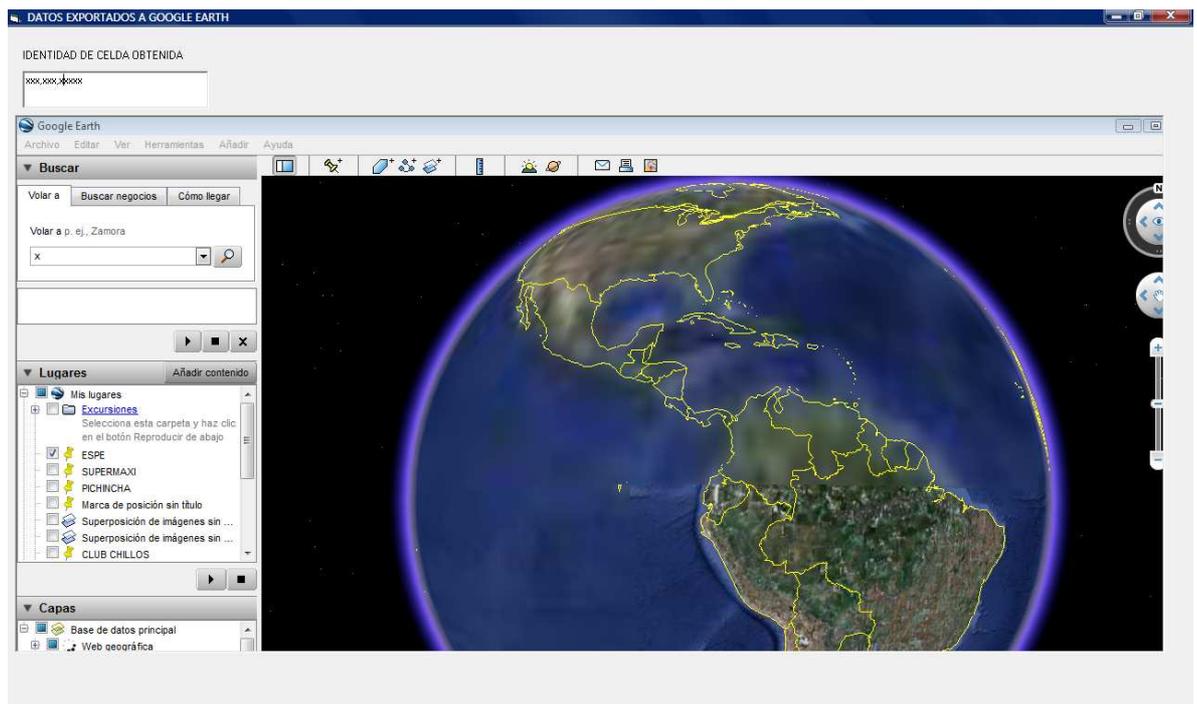
End Sub

Private Sub CELL_Click()
  MSComm1.InBufferCount = 0
  MSComm1.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + "+" +
hoja.Cells(MSFlexGrid1.Row + 1, 3) + Chr(34) + Chr(13)
  SMS1 = True
  If SMS1 = True Then
    Sleep (700)
    MSComm1.Output = "OP5"
    SMS1 = False
    MSComm1.Output = Chr(26)
  End If

End Sub

```

#### 4.2.4.3 Funciones interfaz G.E



Las funciones que utiliza esta interfaz son

```

Private Sub Form_Load()
  Picture1.AutoSize = True

  Set GE = New EARTHLib.ApplicationGE
  ret = SetParent(GE.GetMainHwnd, Picture1.hWnd)

```

### **End Sub**

La cual se ejecuta cuando se carga la interfaz en pantalla, de esta manera se ejecuta Google Earth con la subfuncion **Set GE = New EARTHLib.ApplicationGE**

La cual es “una función ejecución al inicializarse G.E es por tanto que si es llamada desde cualquier base de programación inicializara la ejecución de G.E

Con **ret = SetProperty(GE.GetMainHwnd, Picture1.hWnd)** “se incrusta G.E dentro del **picturebox1**”.

## **4.2.5 Proceso de ejecución del programa**

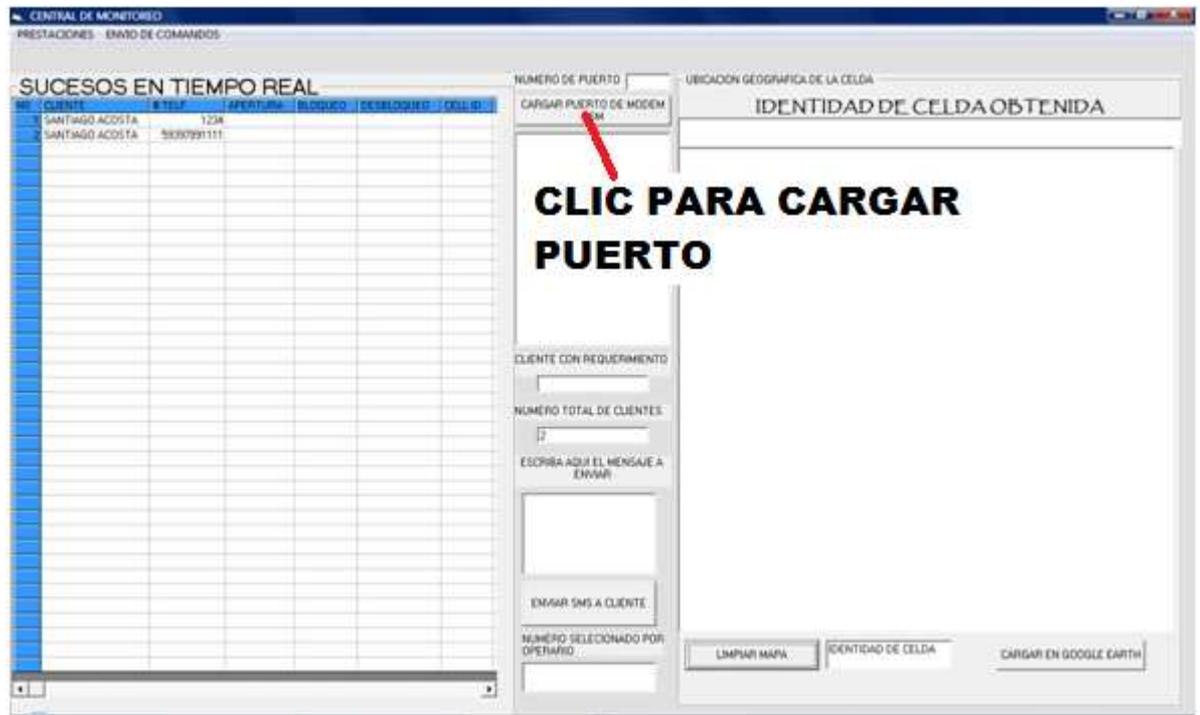
A continuación se describirá cual es el proceso que el programa sigue para cumplir con todas sus acciones.

### **1. Inicialización**



Cuando el operario inicia el programa debe seleccionar la opción de respuesta que desea que el programa tenga, una vez seleccionado debe hacer clic en **ACEPTAR** con esto se presentara la interfaz principal.

## 2. Carga del puerto celular



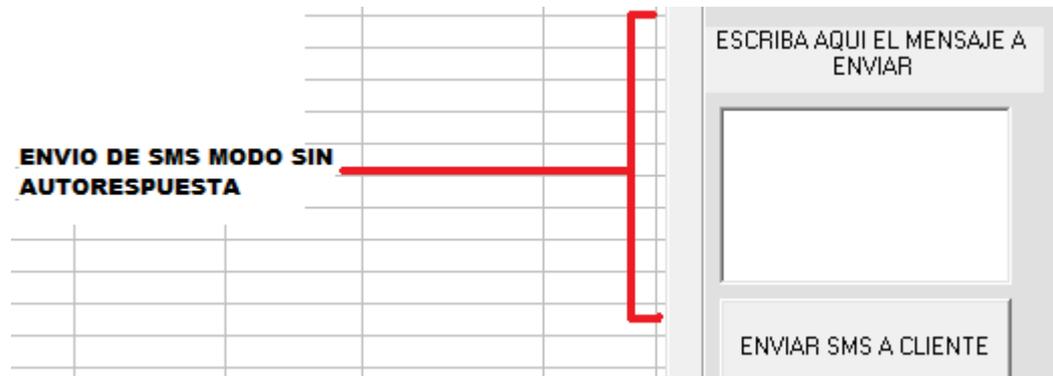
Una vez presentada la interfaz principal el operario deberá seleccionar el puerto en donde se encuentra el modem GSM, y posteriormente hacer clic en CARGAR PUERTO.

- Una vez cargado el puerto el usuario vera en el FlexGrid los diferentes usuarios con sus respectivos datos, cuando llegue un SMS se pintara de color azul la celda correspondiente, como por ejemplo si el usuario número 1 ha usado la opción DESBLOQUEO en la celda correspondiente aparece un texto "ATENDER".

SUCCESOS EN TIEMPO REAL					
NO	CLIENTE	# TELF.	APERTURA	BLOQUEO	DESBLOQUEO
1	SANTIAGO ACOSTA	1234			<b>ATENDER</b>
2	SANTIAGO ACOSTA	59397891111			

Figura. 4.5. Atención a sucesos en FlexGrid

- Una vez impreso el texto ATENDER el operario deberá hacer clic sobre la celda, esto sucede si el operario selecciono autorespuesta el SMS de confirmación será enviado, caso contrario el operario deberá enviar el SMS mediante:



**Figura. 4.6. Envió de un SMS a un cliente**

- Cuando el usuario envié la opción de ubicación, el operario al hacer clic sobre la celda, el programa buscara en su base de datos el mapa y lo presentara en pantalla.



**Figura. 4.7. Proceso de Ubicación Geográfica**

Cuando el operario quiera limpiar el mapa simplemente debe hacer clic sobre LIMPIAR MAPA, o si desea exportarlo a G.E hacer clic sobre CARGAR EN GOOGLE EARTH.

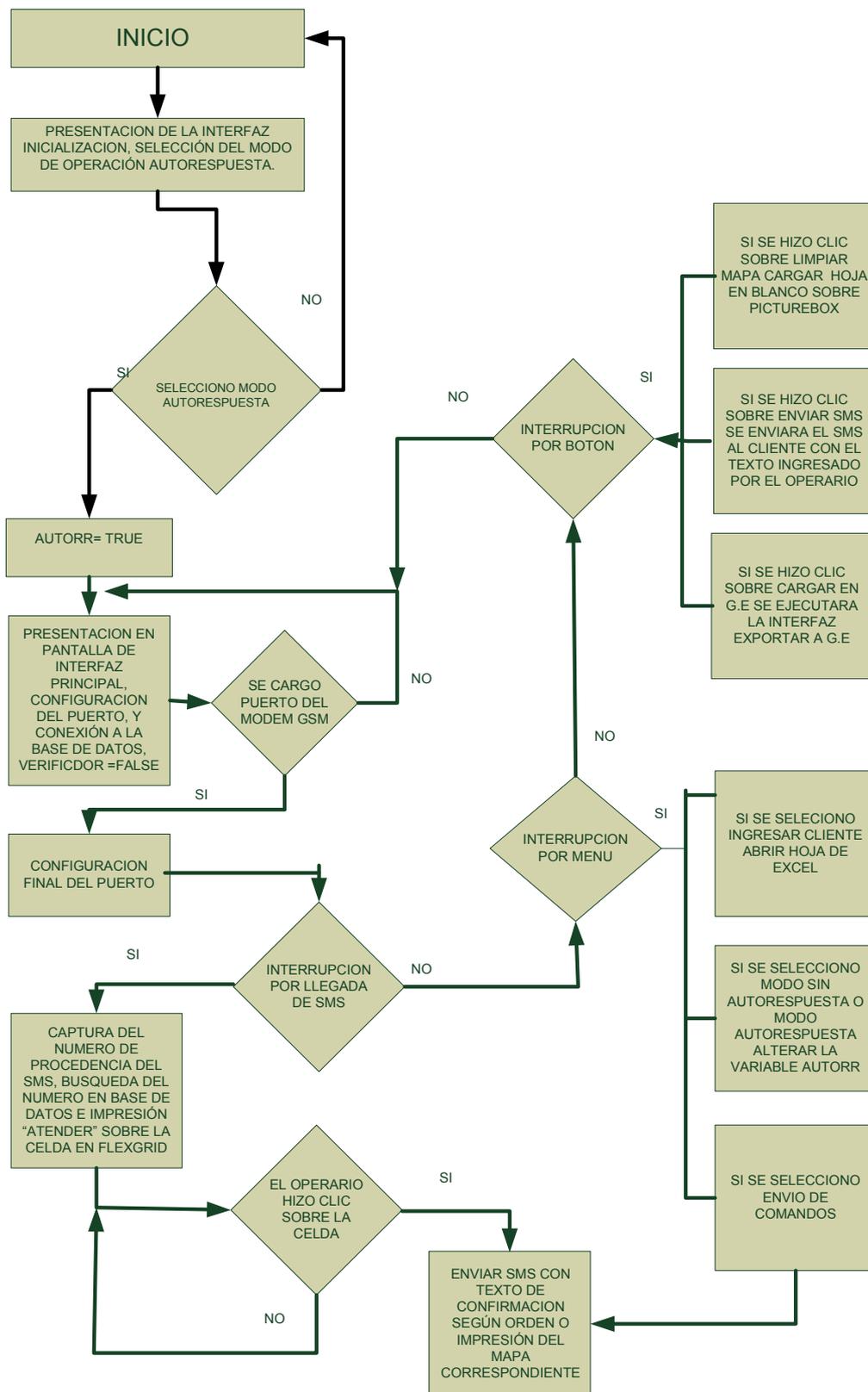


Figura. 4.8. Diagrama de Bloques Interfaz Grafica

## **CAPITULO 5**

### **IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

#### **Introducción**

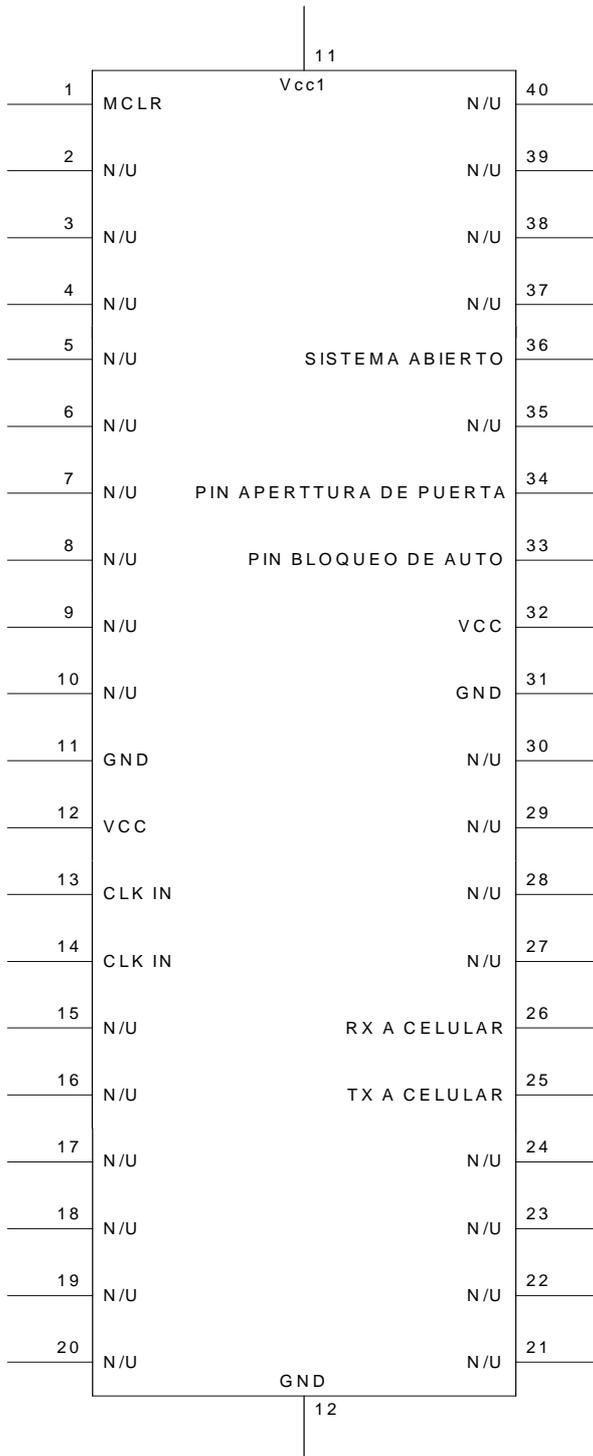
En la implementación del presente proyecto, se pensó en dos aspectos importantes, el tamaño del dispositivo, y la posibilidad de reemplazo rápido de dispositivos. Teniendo en cuenta estos, aspectos se ha diseñado el circuito según los siguientes criterios:

- Pocos dispositivos de potencia.
- Número máximo de elementos actuadores (relés) dos.
- Posibilidad de reemplazo rápido de dispositivos (utilización de sócalos).

Para esto se pensó en un diseño apropiado para el ambiente del auto, esto quiere decir que se diseñó en un formato pequeño para tener la posibilidad de mimetizar el dispositivo para que únicamente personal autorizado tenga acceso al mismo.

#### **5.1 PRE-DISEÑO**

Para poder controlar mediante un microcontrolador las acciones antes descritas en el vehículo se debe primeramente establecer las salidas que se obtienen del microcontrolador:



**Descripción:**

Cada pin del microcontrolador que tiene la nomenclatura N/U no se utilizan en la aplicación, los demás pines tienen la siguiente descripción:

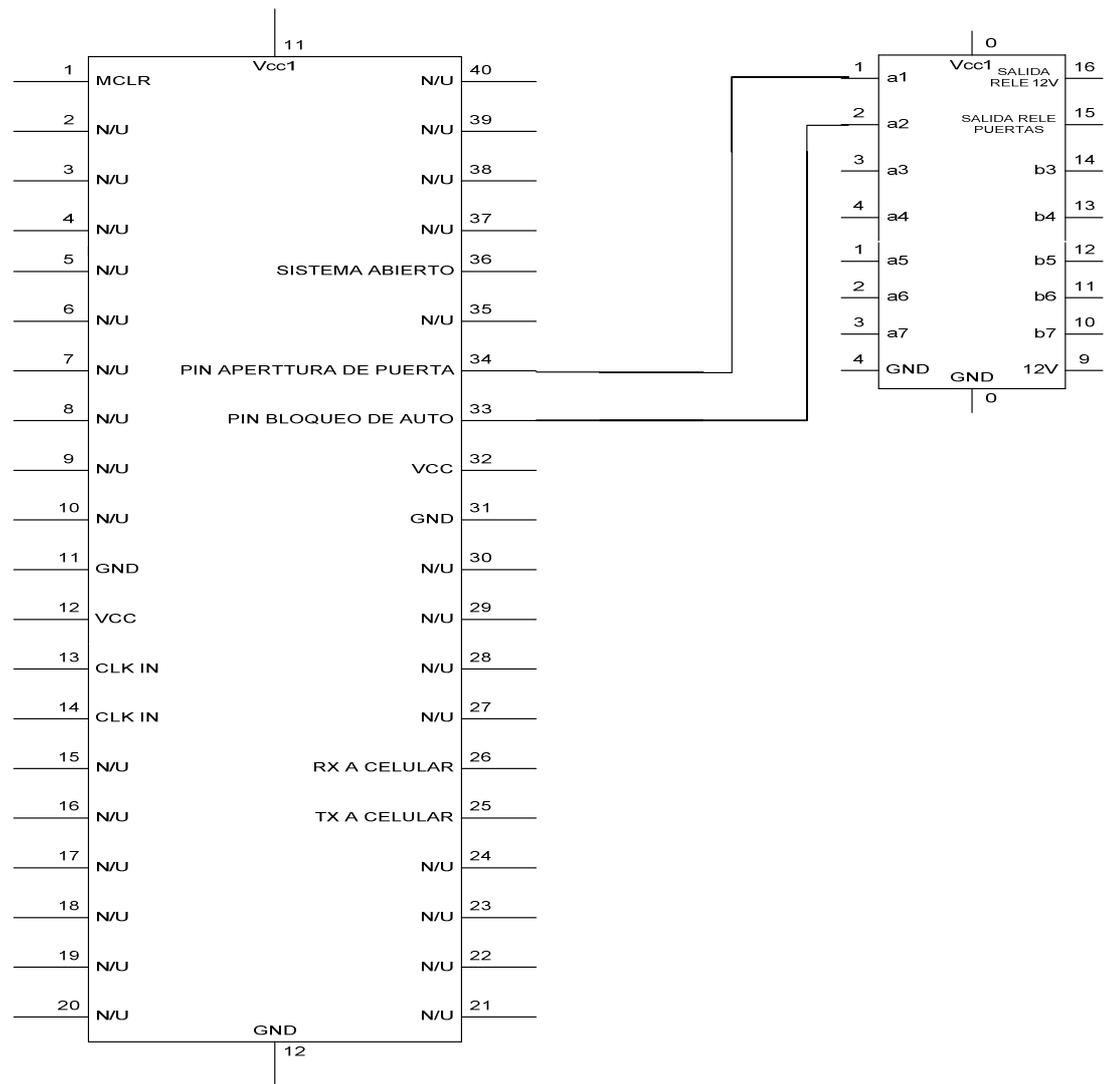
- **Sistema abierto:** este pin es un indicador sobre si el sistema está en estado activo es decir el microcontrolador está activo para recibir órdenes.
- **Pin apertura de puerta:** este pin envía un pulso de un ancho de 250 ms el cual permite la apertura del seguro de la puerta.
- **Pin de bloqueo de auto:** este pin permite enviar una tensión de 5 v constantes para activar la

entrada A1 del ULN2003 la que permitirá activar un relé que bloqueará el vehículo.

- **Rx y TX a celular:** estos pines van conectados directamente al celular para la transmisión de datos.

## 5.2 CONEXIONES DE ETAPAS DE POTENCIA

Una vez descritas las diferentes funciones del microcontrolador y sus pines se procede a describir la etapa de potencia la cual está compuesta principalmente por el ULN 2003 el cual por su composición de transistores Darlington nos permite controlar los 12V de la batería del automóvil y la corriente requerida por el relé de bloqueo vehicular y la apertura de puertas.



**Figura. 5.1. Diagrama de la Etapa de Potencia**

Como se muestra en el diagrama no es necesario colocar resistencias a la entrada del ULN2003 ya que en este integrado posee internamente una

resistencia de  $1.7\text{ K}\Omega$ . Al ser utilizado el ULN2003 no es necesario para el circuito tener otro dispositivo de protección debido a la activación de los relés. Una vez realizada la conexión de los relés al ULN2003 es necesario indicar, que en el pin común de este dispositivo (Anexo 5) se debe tener el mismo voltaje, en otras palabras debemos asegurar que los relés deben ser de 12V.

### 5.2.1 Descripción del Proceso

Una vez que el usuario desee utilizar cualquiera de las opciones brindadas, el microcontrolador gracias al software desarrollado, podrá controlar la etapa de potencia según los siguientes comandos:

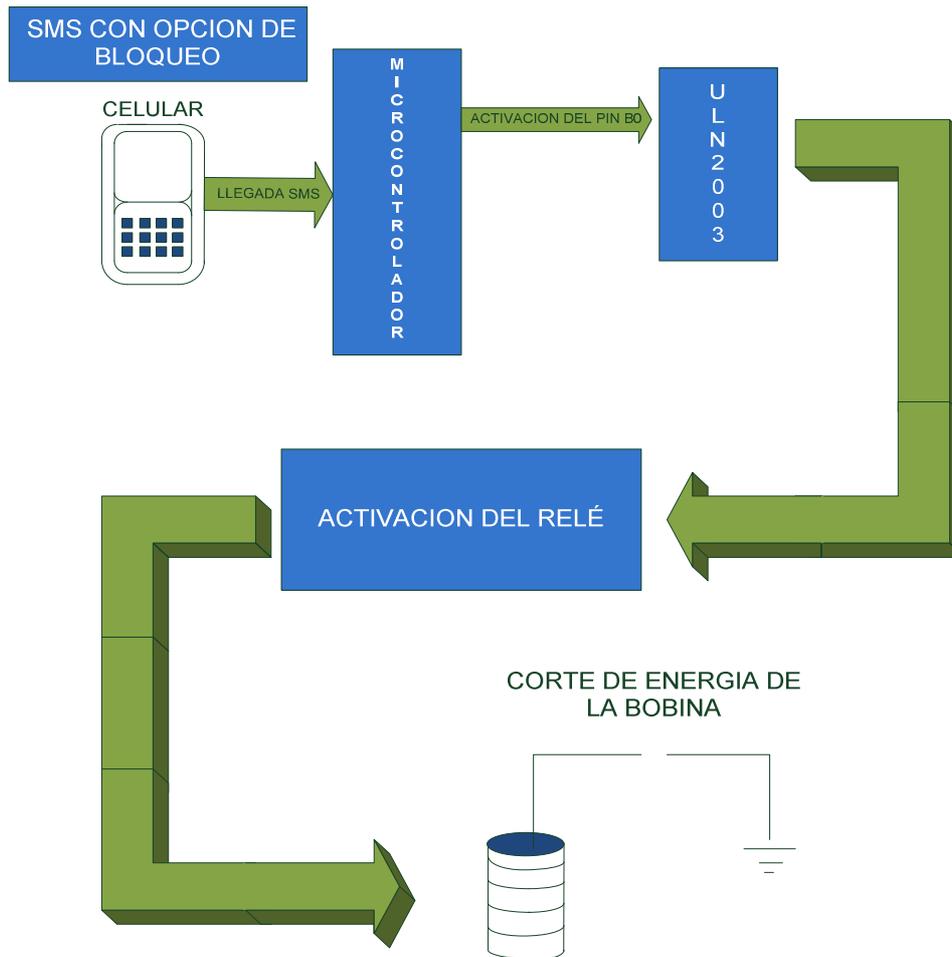
- **OP1 (Apertura de las puertas).**
- **OP2 (Bloqueo).**
- **OP3 (Liberado).**

#### 5.2.1.1 Bloqueo del Auto

El proceso de bloqueo del automóvil se describe mediante los siguientes pasos:

1. Llegada del SMS.
2. Lectura del SMS.
3. Activación del Pin B0 (5V)
4. El Pin común del ULN2003 de 12V con la activación del Pin B1 se enciende el relé.
5. Corte de la corriente sobre las bobinas de encendido.

Para un mejor entendimiento del proceso se presenta el siguiente diagrama de bloques:



**Figura. 5.2. Diagrama Bloqueo de Auto**

Para el desbloqueo del automóvil es decir la activación de la bobina del auto se realiza el mismo proceso pero con la desactivación del relé.

### 5.2.1.2 Apertura de Puertas

Para la apertura de las puertas se describen los siguientes pasos:

1. Llegada del SMS.
2. Lectura del SMS.
3. Activación del Pin B1 (0-5V-0) con  $T= 250\text{ms}$
4. El pin común del ULN2003 de 12V con la activación del Pin B2 se enciende el relé.

5. Desconexión de un terminal del motor, que levanta el seguro de la puerta, del sistema de alarma del vehículo y posterior conexión a 12V produciendo la apertura del seguro.

Cabe señalar que el sistema de bloqueo centralizado de puertas posee una característica particular ya que cuando recibe el mando de apertura por parte del control remoto, los motores para la apertura de la puerta utilizan un puente H, cuando no se recibe ninguna orden en los terminales de los motores cae una tensión de 0V, por tanto se encuentran directamente conectados a tierra general, es por este motivo que para trabajar independientemente de este sistema, se debe obligatoriamente desconectar un terminal de los motores y conectarlo posteriormente a 12V para que se pueda abrir los seguros del automóvil, para este proceso se plantea el siguiente diagrama.

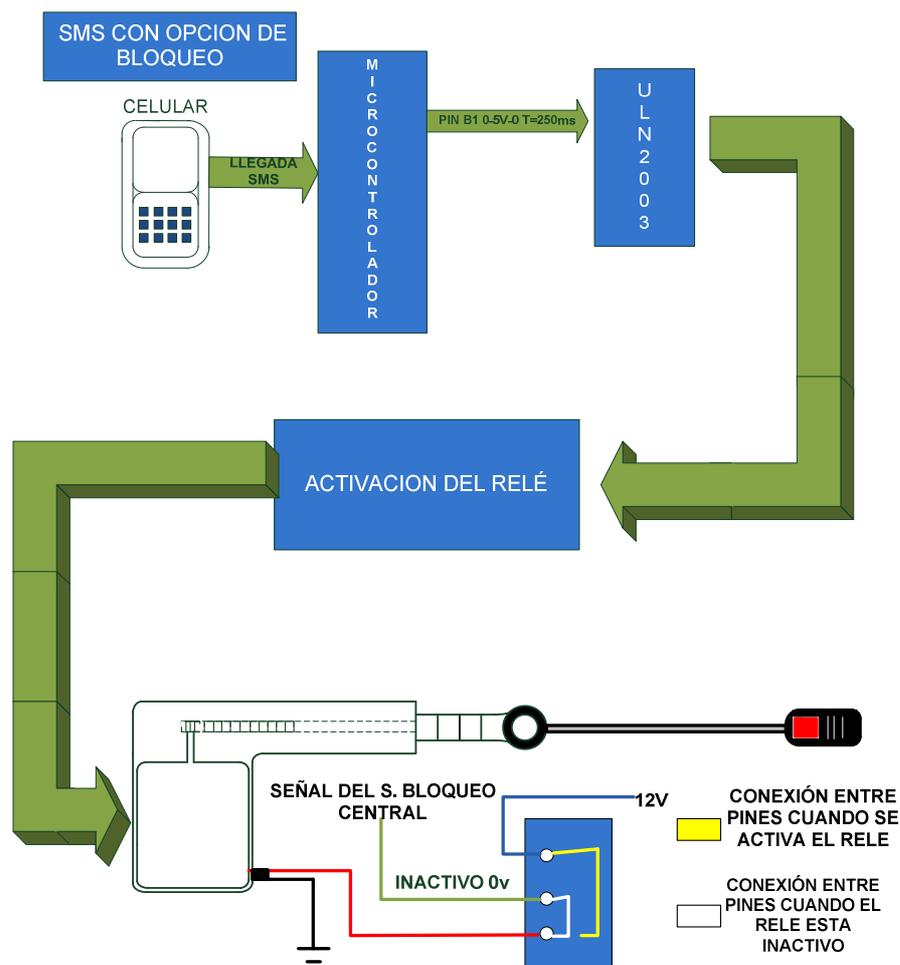


Figura. 5.3. Diagrama Apertura de Puertas

A continuación se procederá a la explicación de este diagrama, cuando llega el mensaje con la opción “OP1” el microcontrolador procesa y envía una señal cuadrada de  $T=250\text{ms}$ , ya que la entrada de 12 V al terminal del motor no debe exceder este periodo, por cuanto si esto sucede se podría producir una sobrecarga mecánica sobre los piñones internos del motor produciendo la rupturas de los dientes y posteriormente el daño total del dispositivo.

Una vez enviada la onda cuadrada al pin A2 del ULN2003 se produce una respuesta a la salida B2 haciendo una conexión directa a tierra lo que permite activar el relé por aproximadamente el periodo de la onda de entrada, lo que hace que el motor físicamente se desconecte un terminal del sistema centralizado del vehículo y conectándolo directamente a 12V, y cuando la onda cuadrada vuelve a 0V el ULN2003 no permite que el relé siga activo y es por tanto que el terminal se conecte inmediatamente al sistema centralizado.

### 5.3 INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS DE CONTROL E INTEGRACIÓN DEL SISTEMA AL AMBIENTE FÍSICO DEL AUTO

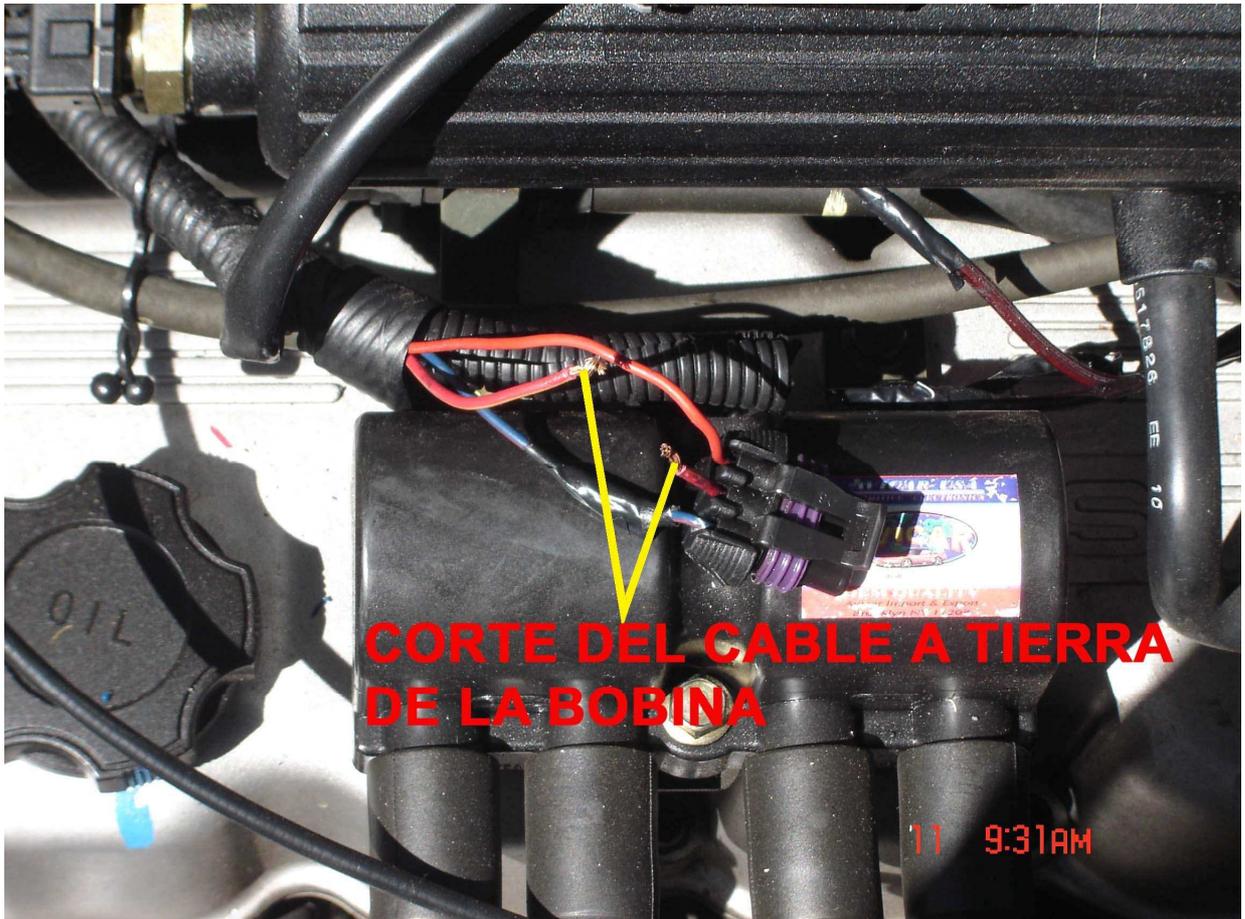
Una vez entendido el funcionamiento del sistema se procede la integración física del mismo como se indico anteriormente para bloquear el automóvil de una manera segura se procede a ubicar la conexión a tierra de la bobina que energiza a las bujías de esta manera primeramente se debe ubicar el cable que conecta a tierra, a continuación se presenta la ubicación del cable buscado.



*Figura. 5.4. Conexión a Tierra de la Bobina del Alternador*

Posteriormente se procede a desconectar y a incluir en cada lado el cable bicolor provisto, y con cuidado pasar el cable del motor a la cabina del automóvil para poder colocar los extremos libres en el circuito central.

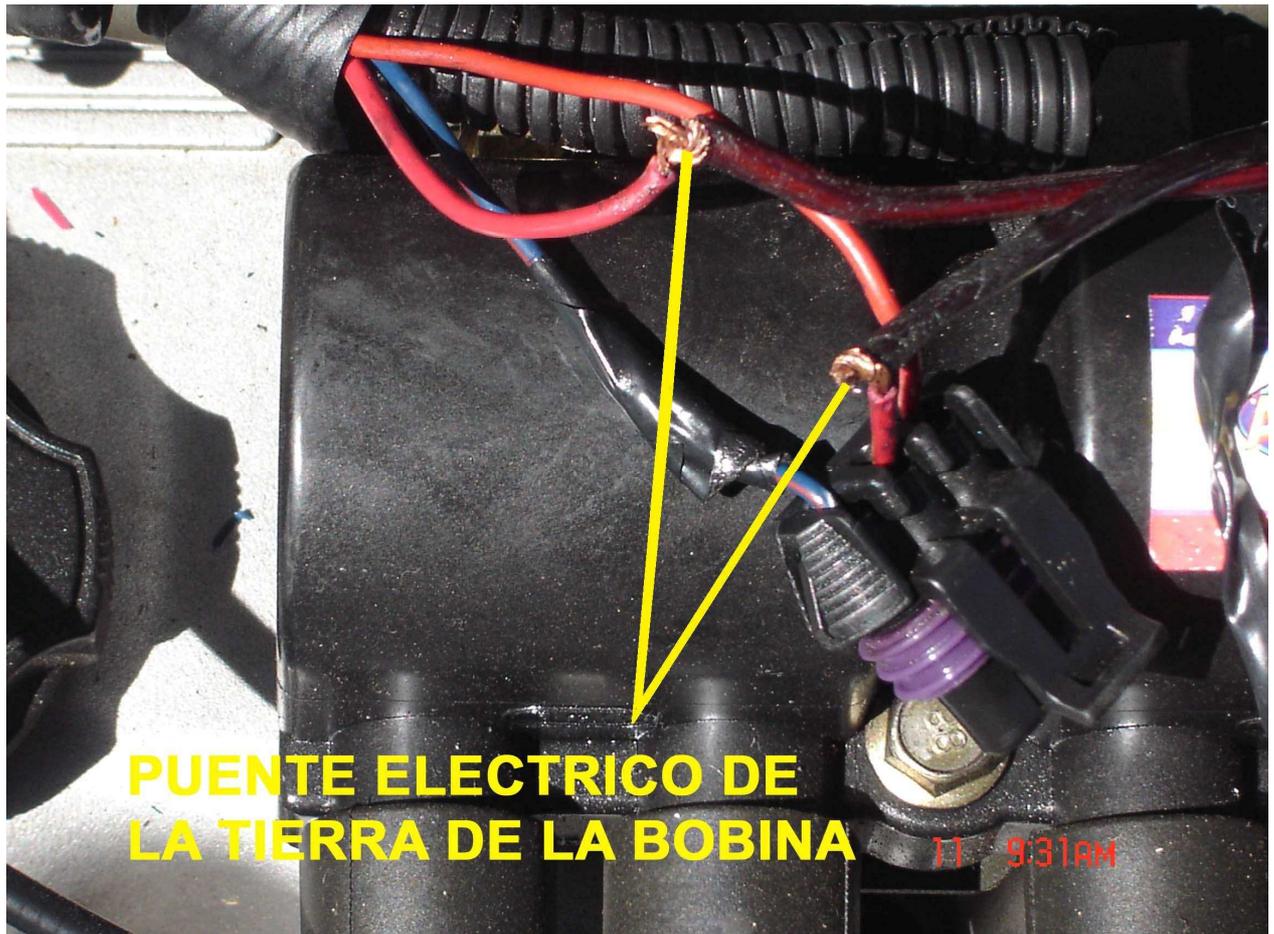
### 5.3.1 Desconexión del cable



*Figura. 5.5. Corte del Cable a Tierra de la Bobina*

### 5.3.2 Conexión del puente a cada lado

Para controlar la apertura de las puertas se procede a desmontar la tapicería de la puerta del chofer para identificar los cables que provienen del motor que permite la apertura del seguro que posee la puerta, de esta manera podemos ubicar las extensiones de estos cable que se encuentran dentro de la cabina, esto se realiza con el fin de tener un trabajo lo menos invasivo posible tratando al máximo de no dejar notar de que se tiene instalado un sistema de seguridad.



**Figura. 5.6. Puente Eléctrico de la Tierra de la Bobina**

Ubicación de cableado que ingresa al terminal del motor que levanta los seguros

Una vez ubicados los terminales del motor levanta seguros dentro de la cabina, como se indica en la figura 5.6., cortar el terminal en este caso de color azul, para posteriormente colocar cada extremo el cable provisto en cada extremo del terminal cortado, de esta manera se realiza un puente eléctrico, el cual nos permitirá controlar la apertura de los seguros de las puertas.

## **5.4 MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA**

### **5.4.1 Introducción**

Para un correcto manejo del sistema se recomienda seguir todas las instrucciones y sobre todo seguir los consejos previos al manejo del sistema, este manual de usuario se presenta tanto para la empresa proveedora como para el usuario final en dos partes.

### **5.4.2 Para la empresa proveedora de servicios**

#### **5.4.2.1 Instalación del dispositivo principal (circuito central, cable de conexión y celular)**

Para una correcta instalación del circuito principal el proveedor deberá elegir un lugar estratégico dentro del vehículo para que en caso de un robo no sea accesible para los atracadores, siguiendo una línea de seguridad se recomienda los siguientes lugares dentro de la cabina del automóvil:

- Dentro del tablero principal.
- Dentro del asiento del piloto (recomendado)
- Debajo del tablero de ventilación.

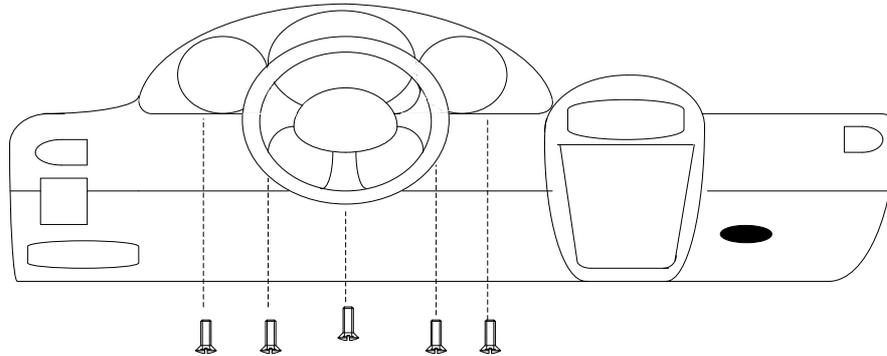
##### **5.4.2.1.1 Instalación en el tablero principal**

Antes de indicar la instalación dentro del tablero principal del vehículo, es necesario señalar que la empresa proveedora previamente debe poseer personal capacitado y que conozca sobre el desmonte de piezas para cada marca de vehículo y sobre todo que conozca a la perfección el ambiente físico del vehículo para evitar malas conexiones o errores que produzcan daños al automóvil, por tanto los autores no se responsabilizan de dichos daños.

Una vez especificadas las advertencias del caso se procederá a la descripción del proceso de instalación dentro del tablero principal, como

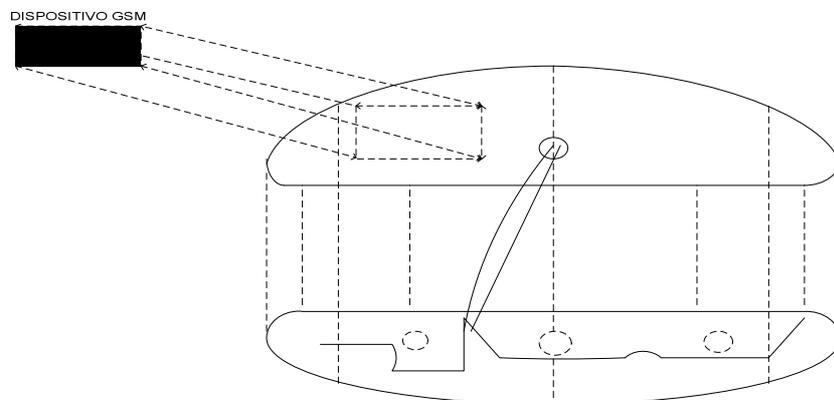
ejemplo se ha tomado un vehículo x, el cual será manejado como lo sería cualquier auto del mercado.

### Desmante del tablero principal



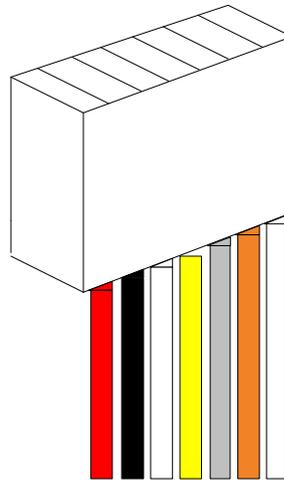
**Figura. 5.7. Desmante del Tablero Principal**

Para desmontar cualquier tipo de tablero de cualquier marca se requiere los instrumentos necesarios para este ejemplo se retiran 7 tornillos de cabeza tipo estrella ubicados en la parte inferior del tope de la carcasa del velocímetro, una vez desmontado el panel del velocímetro teniendo cuidado CON LAS CADENAS DE MEDICION DE VELOCIDAD Y REVOLUCIONES al lado izquierdo se coloca todo el dispositivo de seguridad GSM (placa central, celular y cable de conexión), asegúrelo con pernos de cuarto de pulgada o menor.



**Figura. 5.8. Ubicación del Dispositivo Central en el Tablero Principal**

Una vez asegurado el dispositivo y elegido el lugar de colocación del celular, se procede a colocar el cableado el cual consta de un conector de 8 entradas las cuales se describen a continuación:

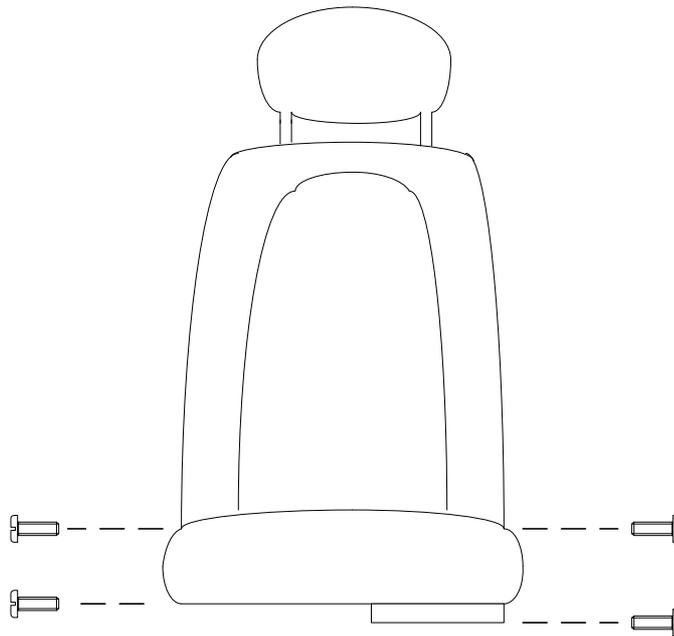


**Figura. 5.9. Conector para el Cableado**

- **Cable rojo:** 5v, se conecta al cable rojo de la alarma provisto por la empresa prestadora de servicios o dispositivos previamente conectados para esto ver recomendaciones al final del manual.
- **Cable negro:** tierra general, se conecta a la tierra del chasis o si se desea a la tierra de la alarma.
- **Cable blanco:** motor puerta 1, conexión al cable azul del motor que abre los seguros de las puertas, posteriormente se explicara este punto.
- **Cable amarillo:** motor puerta 2, conexión similar a la del motor 1 pero en la puerta del copiloto.
- **Cable gris:** conexión a motor puerta 3 o sin conexión.
- **Cable tomate:** motor puerta 4 o sin conexión.
- **Cable plomo:** cargador, conexión para el plug para cargar la batería del celular, no requiere manipulación alguna.

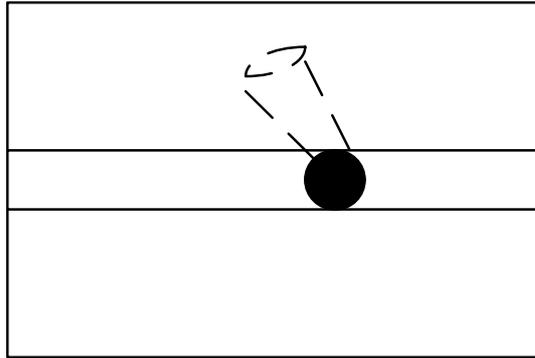
#### 5.4.2.1.2 Instalación dentro del asiento del piloto

Esta instalación es la más sencilla y fácil ya que primeramente se desmonta del piso del auto el asiento y posteriormente dentro de la esponja se procede a hacer los agujeros para el circuito central y el celular, se recomienda primeramente realizar el cableado con anterioridad para evitar equivocaciones, para este proceso se presentan en los gráficos:



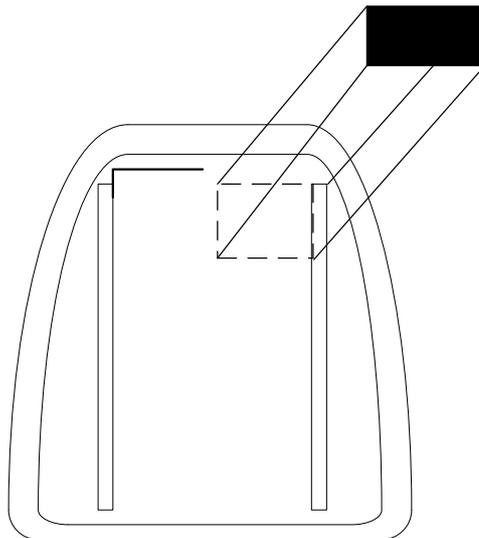
**Figura. 5.10. Desmontaje del Asiento**

Una vez desmontado el asiento del piso se puede observar una especie de agujero por el cual se pueden esconder los diferentes cables a utilizar, si el modelo del vehículo no posee este agujero se aconseja ocultar los cables dentro de la tapicería del piso (debajo de la alfombra), a continuación se describe el montaje de los cables.



**Figura. 5.11. Ubicación del Cableado debajo de la Tapicería del Vehículo**

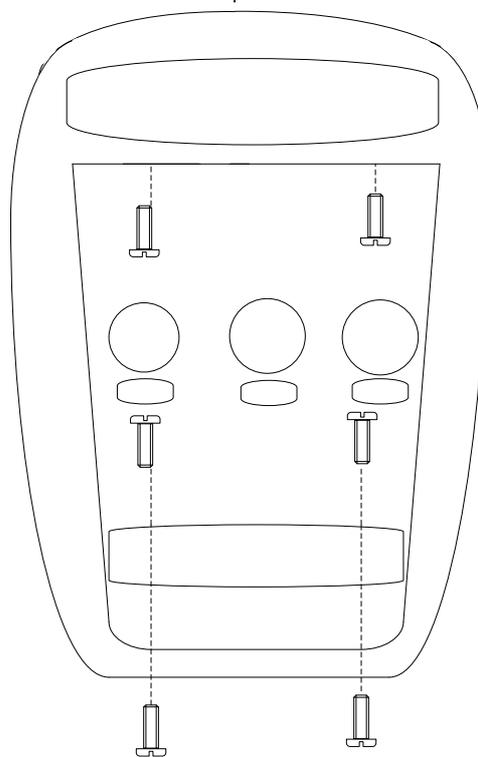
Cuando se quita el asiento del chofer se puede observar la alfombra descubierta y el agujero indicado, para vehículos que no posean este agujero se recomienda buscarlo debajo de la alfombra y en caso de no tenerlo se recomienda hacer una pequeña perforación dentro de la alfombra y pasar el cableado por debajo de esta.



**Figura. 5.12. Ubicación del Dispositivo Central dentro del asiento**

Como se indica en la figura. 5.12., se puede montar el dispositivo dentro de la esponja de asiento y asegurarlo con ganchos y resorte de presión como los que se utilizan en los cubre asientos.

#### 5.4.2.1.3 Instalación dentro del tablero de ventilación

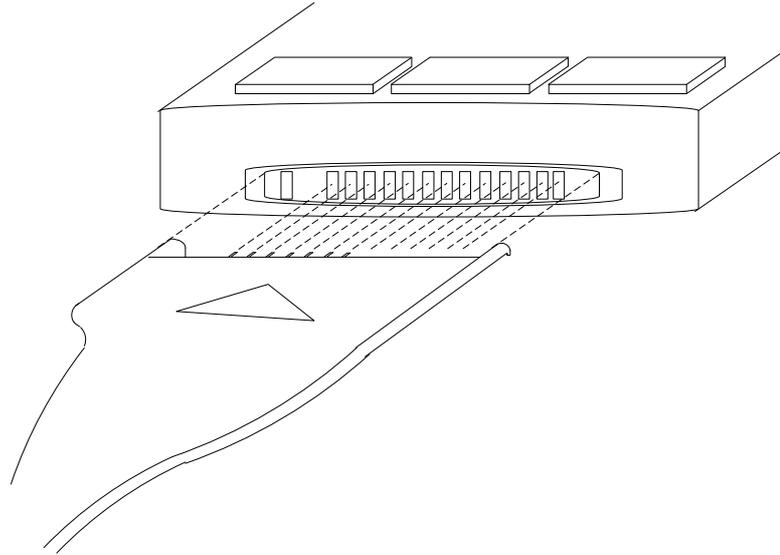


**Figura. 5.13. Desmontaje del Tablero de Ventilación**

Una vez desmontado el tablero como se indica en la figura 5.13., cabe señalar que la posición de los diferentes pernos depende de cada marca es de esta manera que una vez desmontado el tablero se recomienda que los cables a utilizar no pasen debajo de la alfombra ya que con el uso del vehículo corren el riesgo de cortarse. La instalación es la misma que la del tablero principal.

#### 5.4.2.2 Instalación del cable de conexión al celular

Para la instalación del cable es necesario conectar en el sócalo B el conector B y el otro extremo va conectado al celular de la siguiente manera:

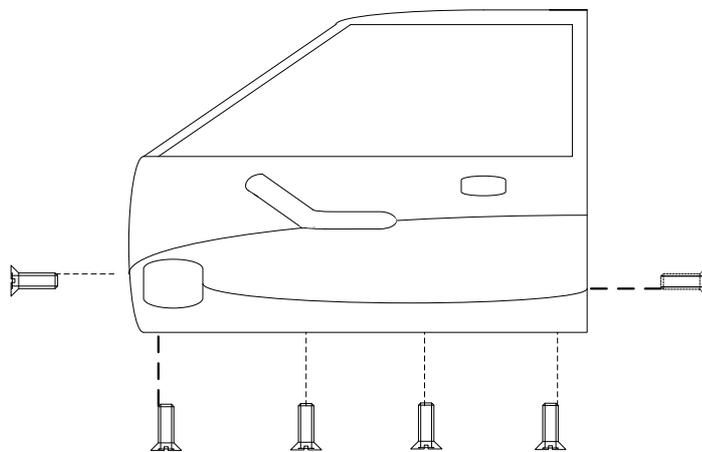


**Figura. 5.14. Conexión del Sócalo B al Celular**

### **5.4.2.3 Instalación del cableado para apertura de puertas y para el corte de la bobina de alimentación del distribuidor así como los relés actuadores.**

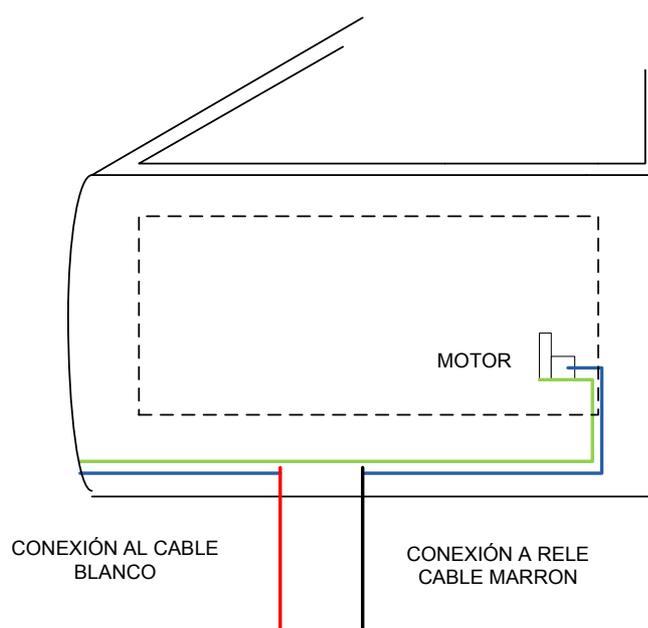
A continuación se presenta la manera segura de corte y puenteo de los motores de las puertas y del cable de tierra que alimenta la bobina del distribuidor.

#### **Corte y puenteo para los motores de las puertas**



**Figura. 5.15. Desmontaje de la Tapicería de las Puertas**

Una vez desmontado la tapicería de la puerta es importante que si el vehículo no tiene instalado los motores se los instale previamente y después proceder al puenteo, una vez ubicado los respectivos cables del motor es necesario probar con 12V y tierra la combinación correcta para levantar los seguros, generalmente la combinación es cable verde a tierra y el cable azul 12V.



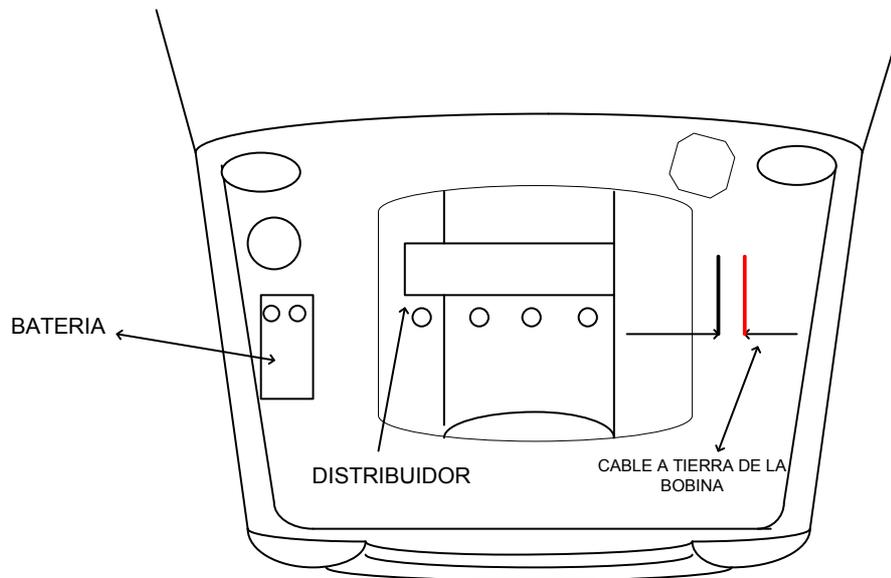
**Figura. 5.16. Conexión de los motores de las puertas**

De esta manera se asegura que el circuito funcione de igual manera para los motores que posea el vehículo en caso de no tener sistema de bloqueo centralizado, si este es el caso basta conectar solamente el motor de la puerta del piloto ya que este motor es capaz de abrir todos los seguros.

### **Puenteo para la bobina del distribuidor.**

Para esta instalación es necesario la ayuda de un técnico automotriz experimentado ya que una mala elección del cable a tierra de la bobina puede hacer que se desconecte un sensor de presión de aceite o de muchos de los sensores que posee el motor causando daños irreparables, como se ha indicado los autores de este trabajo no se responsabilizan por estos daños.

Una vez encontrado el cable a tierra de la bobina se procede si es el caso a cortarlo o simplemente separarlo y con el cable bicolor provisto como se indica en la figura 5.17., colocar los extremos de tal manera que exista reconexión del cable de tierra de la bobina solamente cuando se unan los extremos no conectados del cable bicolor.

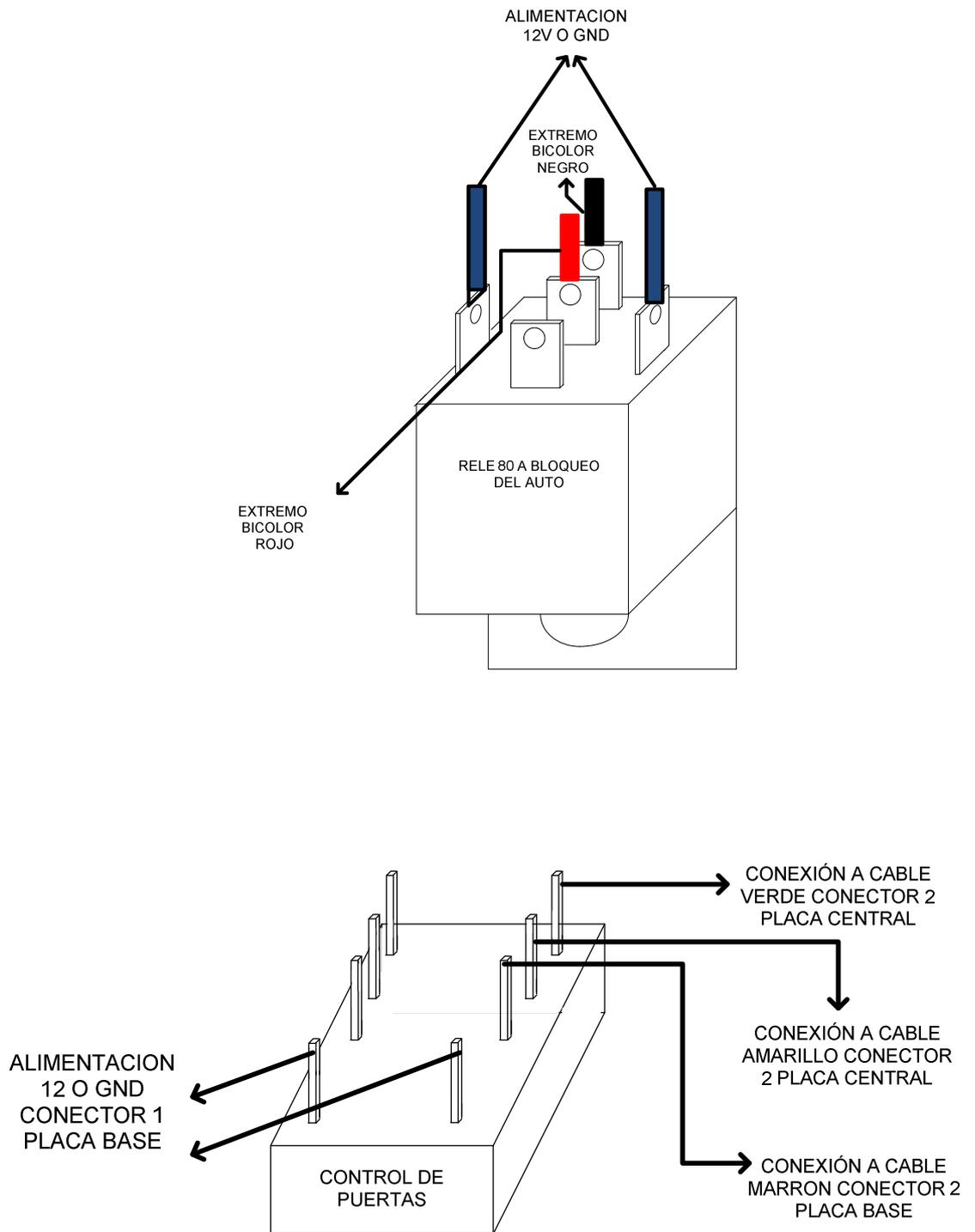


**Figura. 5.17. Conexión a tierra de la bobina**

De esta manera cuidadosamente se pasa el cable bicolor hasta llegar a la cabina y finalmente a la placa de circuito central, luego se conectan estos cables a los pares azules con la etiqueta “conexión de bobina” que salen del relé principal, el mismo que se esconderá de acuerdo con la experiencia del instalador.

### **Instalación de los relés actuadores**

Para una correcta instalación debemos primero reconocer los relés incluidos, para esto se establece que el relé más grande de corriente 80 A es el relé que actuara sobre la bobina del distribuidor, es decir será el que permita bloquear el vehículo, mientras que el segundo relé es el que actuara sobre los seguros de las puertas.



**Figura. 5.18. Conexión de los relés**

#### 5.4.2.4 Reemplazo de elementos

Es importante señalar que dentro del circuito central los elementos reemplazables con facilidad son los elementos a continuación descritos:

- Microcontrolador
- ULN2003
- Relés
- Cable de conexión DKU5.

Para el reemplazo de uno de estos elementos es necesario que sea reemplazado solamente por personal autorizado de la empresa proveedora ya que en el caso del microcontrolador es necesario que este sea previamente grabado con el programa original y sus posteriores actualizaciones ya que de lo contrario los autores y la empresa proveedora no garantizan que el sistema sea estable o que funcione correctamente.

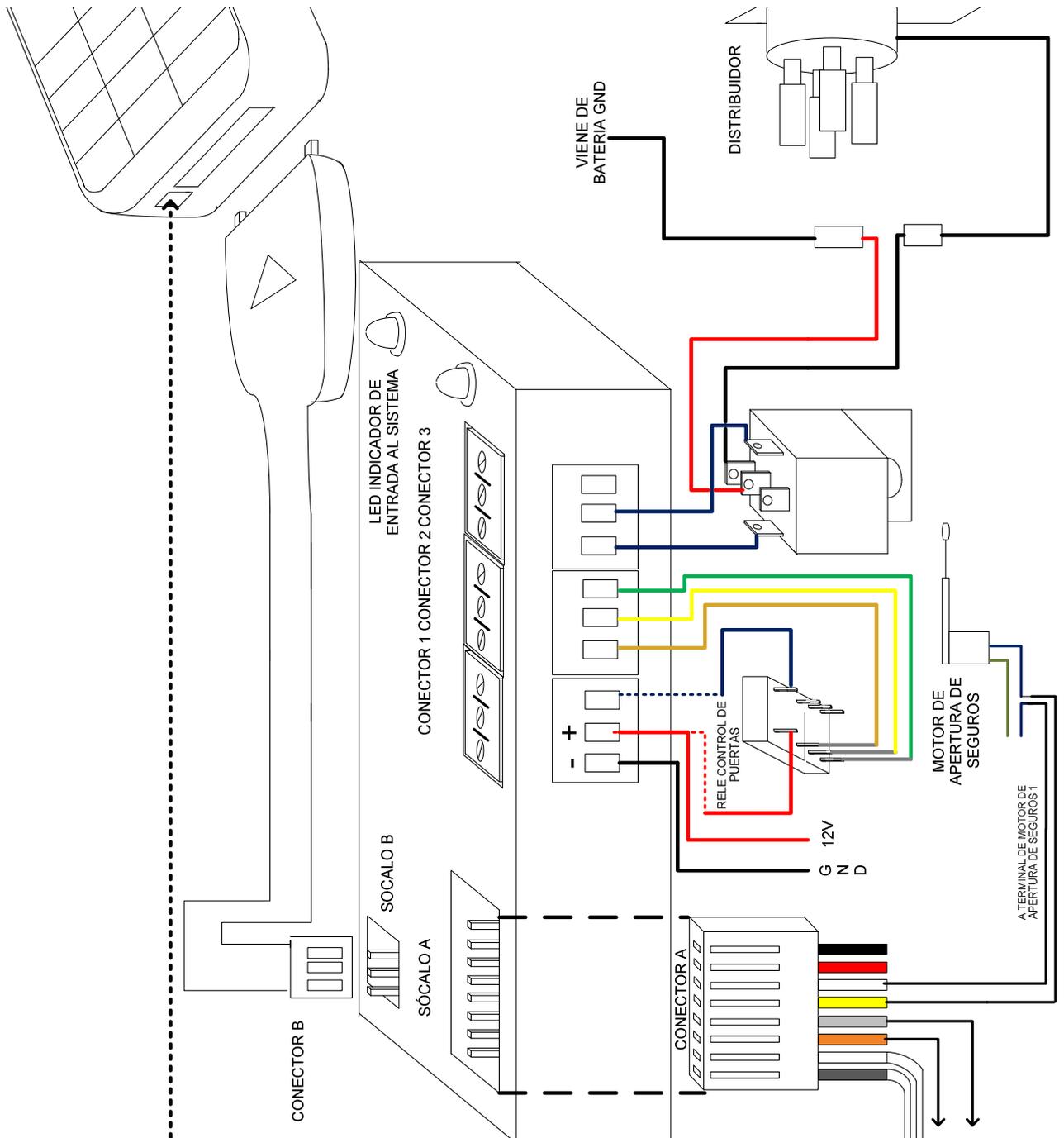


Figura. 5.19. Diagrama Completo de Instalación

### 5.4.2.5 Solución de problemas

*Tabla. 5.1. Solución de problemas para el Instalador del Sistema*

<b>PROBLEMA</b>	<b>SOLUCION</b>
1.- AL ENTRAR AL SISTEMA EL LED DE AVISO NO ENCIENDE	REEMPLAZAR LED, REEMPLAZAR MICROCONTROLADOR, CHEQUEAR CABLE DE CONEXIÓN, CHEQUEAR CELULAR
2.- NO SE PRODUCE NINGUNA ACCION AL ENVIAR SMS CON OPCION	INGRESAR AL SISTEMA CON CLAVE PROPORCIONADA PREVIO AL ENVIO DE SMS CON OPCION, REEMPLAZAR MICROCONTROLADOR, CHEQUEAR CABLE DE CONEXIÓN.
3.-NO SE PRODUCE SMS CONFIRMACION DE LA ENTRADA AL SISTEMA	REEMPLAZAR MICROCONTROLADOR, CHEQUEAR CABLE DE CONEXIÓN.
4.-SE RECIBE CONFIRMACION DE ENTRADA DEL SISTEMA Y DE ACCIONES TOMADAS PERO NO SE PRODUCE EL BLOQUEO O APERTURA DE PUERTAS	CHEQUEAR RELÉS, REEMPLAZAR ULN2003

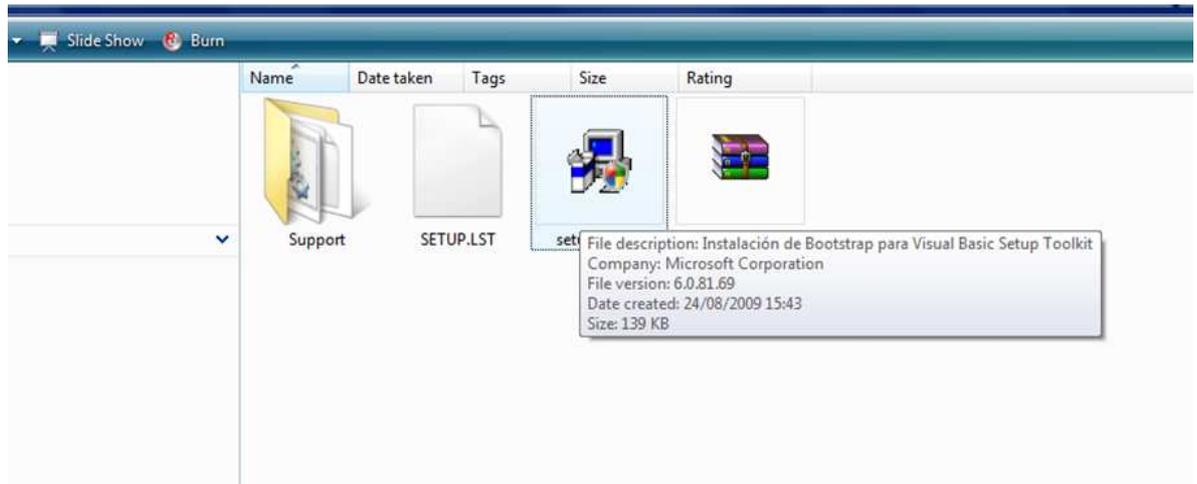
### **5.4.3 Manual de manejo de la central de monitoreo**

Previo al manejo del software implementado como central de monitoreo es necesario indicar que este software viene incluido con un teléfono celular exclusivo para uso en la computadora central ya que sin el mismo todo el sistema de comunicación no sería posible, es recomendable que la empresa proveedora tenga y mantenga una línea celular con cualquier operadora del país.

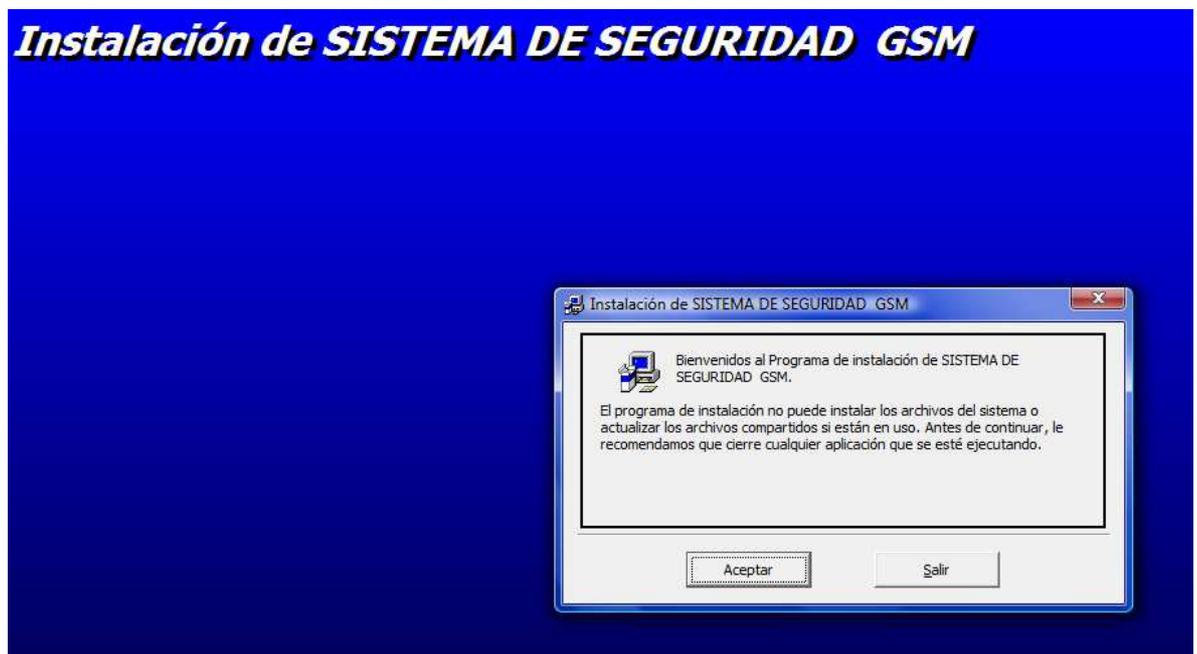
A continuación se dará una completa descripción de la manera correcta de utilización y sobre todo sobre las diferentes alertas que se presentan en la ventana de monitoreo.

#### **5.4.3.1 Instalación del software**

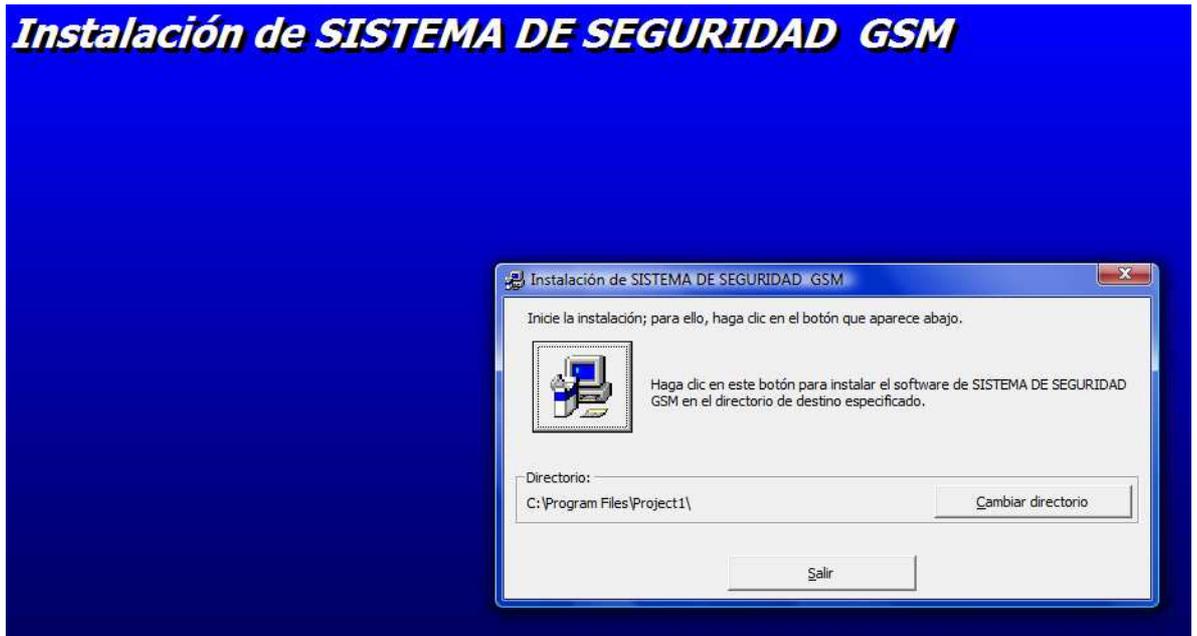
Una vez adquirido el software hacer doble clic sobre SETUP SGSM con lo cual se nos abrirá una ventana que nos pide la confirmación de instalación, una vez escogida la carpeta de instalación el programa comenzara su instalación y al final de la misma se pedirá su aprobación final, cabe señalar que este programa funciona para sistema operativo WINDOWS 2000, XP, SERVER, WINDOWS VISTA, y no es compatible con otras bases computacionales como LINUX o MAQUIINTOSH, a continuación se presentara las pantalla que se obtendrán durante la instalación:



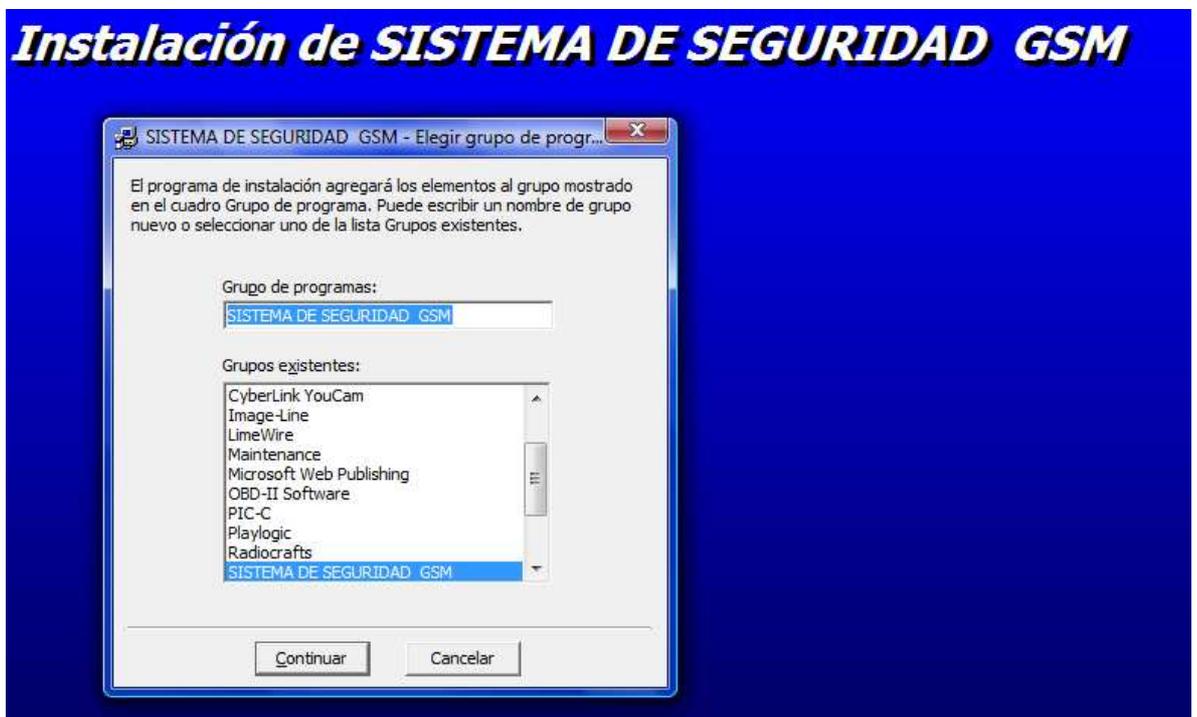
**Figura. 5.20. Instalación del Sistema de Seguridad GSM (Paso 1)**



**Figura. 5.21. Instalación del Sistema de Seguridad GSM (Paso 2)**



**Figura. 5.22. Instalación del Sistema de Seguridad GSM (Paso 3)**



**Figura. 5.23. Instalación del Sistema de Seguridad GSM (Paso 4)**

Una vez instalado el programa se procede a abrirlo desde la ubicación en donde se lo instaló o del menú todos los programas de Windows, la primera ventana como se muestra en la figura 5.24., es la de inicialización de auto respuesta del programa, es decir el operario podrá decidir si es que el programa notifica al número celular del cliente mediante un SMS de las acciones realizadas por el sistema, como por ejemplo si el usuario entra al sistema y envía un SMS para abrir los seguros del vehículo el dispositivo central ubicado dentro del vehículo enviara un mensaje a la central sobre la acción realizada, y es cuando, si la opción de auto respuesta esta activa envía un SMS de confirmación al usuario de que la acción se realizó. Caso contrario si el operario selecciona sin autorespuesta, el operario podrá decidir si envía el SMS de confirmación, es recomendable que esta opción se la realice únicamente como modo de prueba del sistema entero.

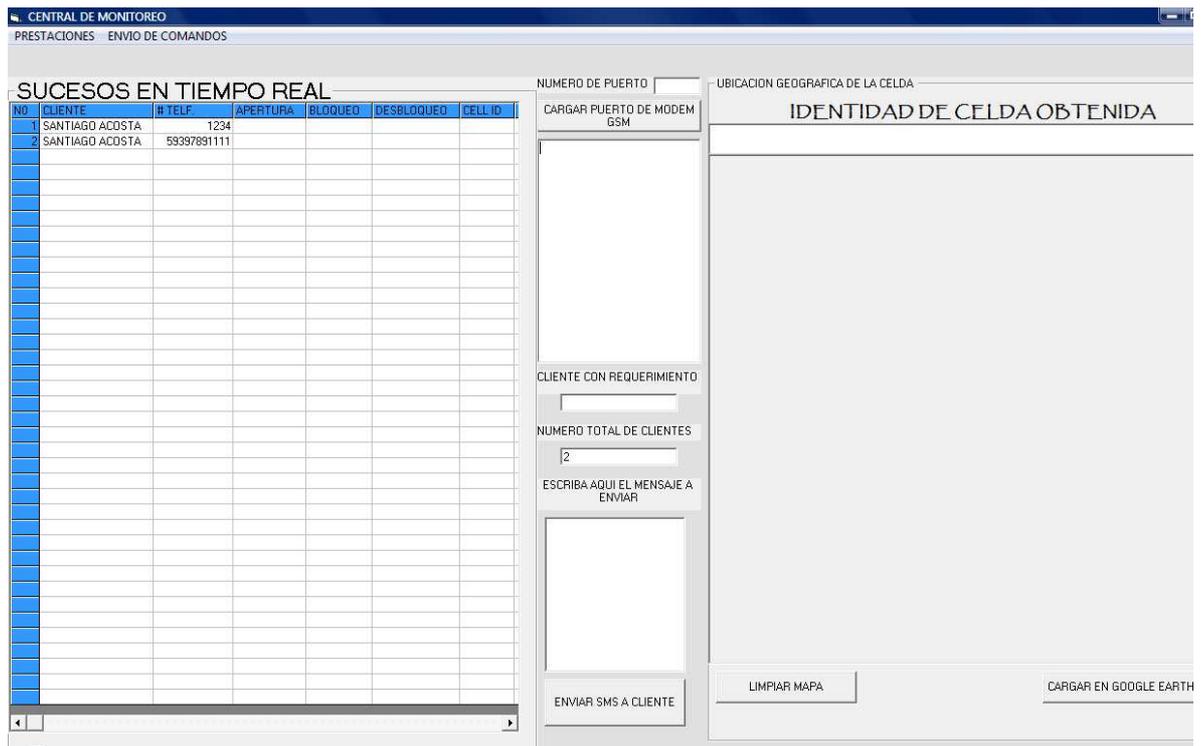


**Figura. 5.24. Grafica de la Interfaz Principal**

Una vez inicializado la autorespuesta la siguiente ventana figura 5.25., es la que nos permitirá observar en primera instancia los diferentes clientes que la empresa puede tener, los diferentes botones para envío de órdenes y

finalmente todos los acontecimientos ocurridos sobre el puerto dirigido exclusivamente para personal de diseño.

**NOTA:** para empezar la transmisión y recepción es necesario cargar el número de puerto en el que se encuentra instalado el celular provisto, para este paso es necesario la asistencia técnica de un autor de este proyecto.



*Figura. 5.25. Grafica de la Interfaz de Autorespuesta*

#### 5.4.3.2 Descripción de menús

En la central de monitoreo solamente existe los menús “PRESTACIONES”, “ENVIO DE COMANDO” en el cual podemos encontrar:

##### 1. PRESTACIONES

- Ingresar cliente
- Modo sin autorespuesta

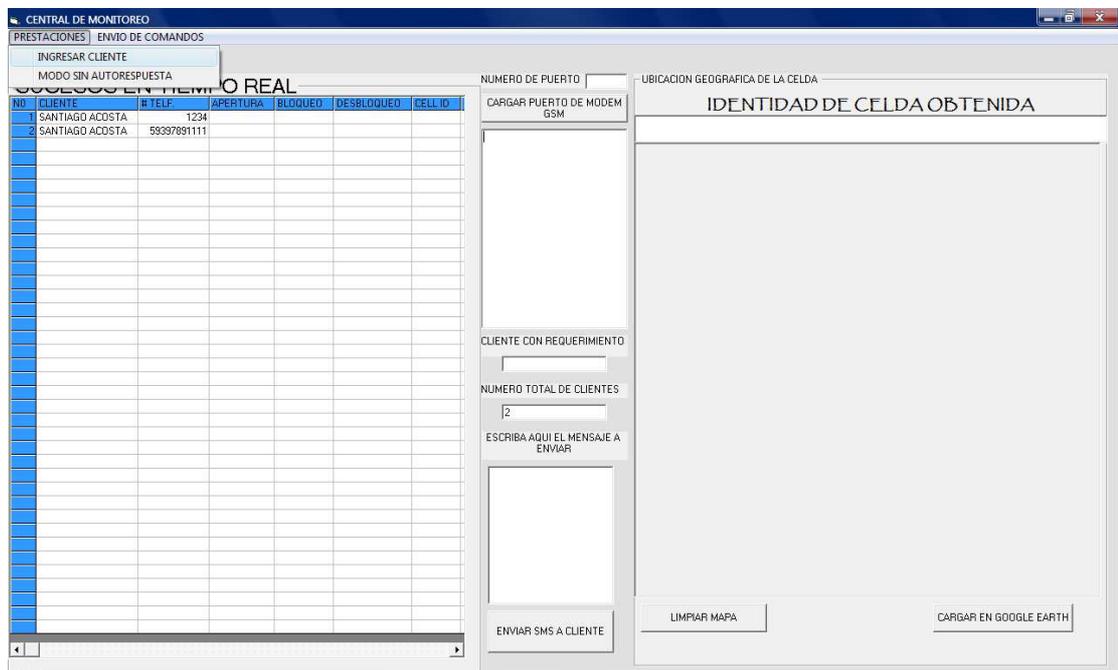
## 2. ENVIO DE COMANDOS

- Ingreso de clave.
- Puertas.
- Bloqueo.
- Ubicación

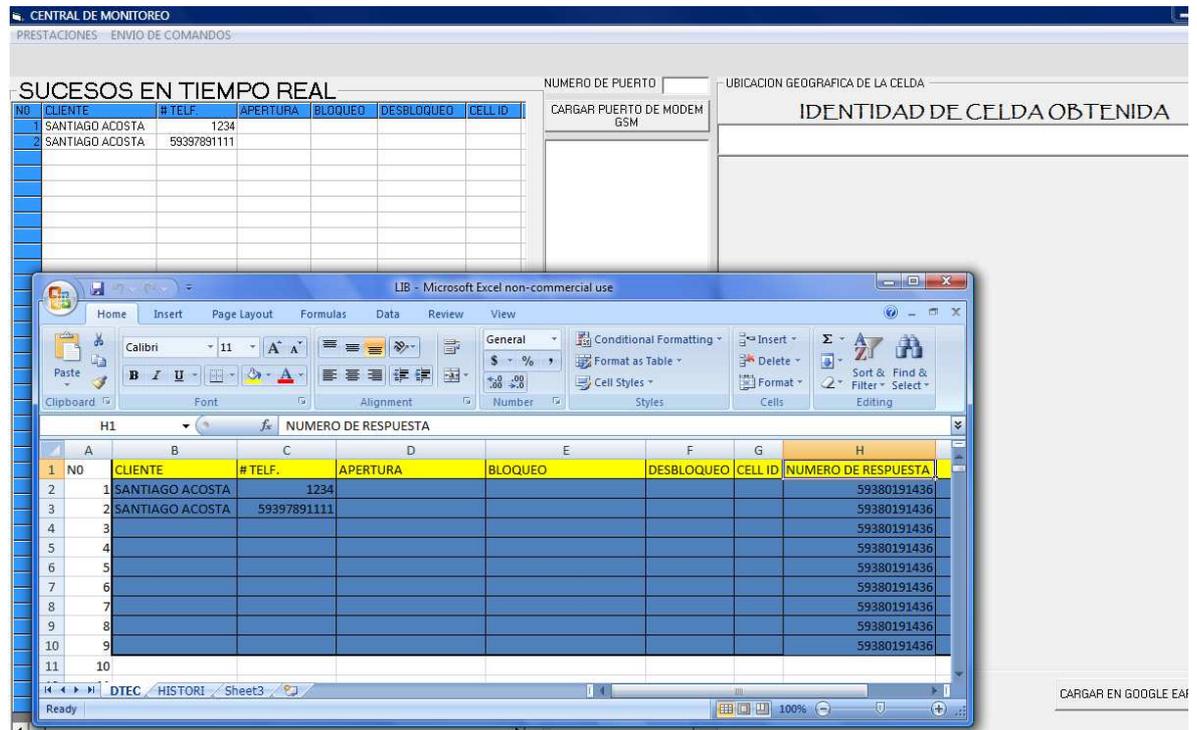
### 5.4.3.2.1 Prestaciones

#### Ingresar cliente

En este menú al hacer clic aparece una ventana con una hoja de EXCEL en la cual el operario se encargara de llenar todos los datos del cliente con su respectivo número de celular y numero de equipo, una vez ingresado todos los datos es necesario guardar el libro de EXCEL.



**Figura. 5.26. Interfaz de Prestaciones**

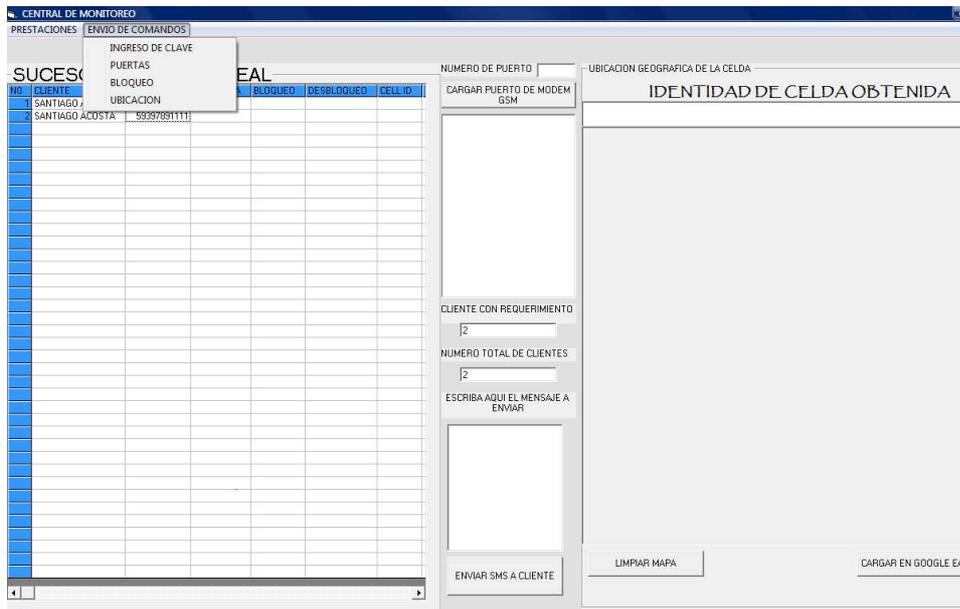


**Figura. 5.27. Interfaz de base de datos (Excel)**

### **Modo sin autorespuesta**

Este modo sirve para probar el sistema solo para personal autorizado, para seguimiento y ahorro de recursos, en este modo el operario o el personal que esté realizando las pruebas deben tener cuidado en que si se presenta un suceso real, enviar los SMS correspondientes a los clientes.

### 5.4.3.2 Envío de Comandos



**Figura. 5.28. Grafica de la Interfaz sin Autorespuesta**

#### Ingreso de claves

Esta opción se la utiliza cuando el usuario se comunice con la empresa y pida expresamente los diferentes servicios previa comprobación de clave personal.

#### Puertas

Una vez ingresado el código de seguridad se puede enviar la orden de apertura de puertas.

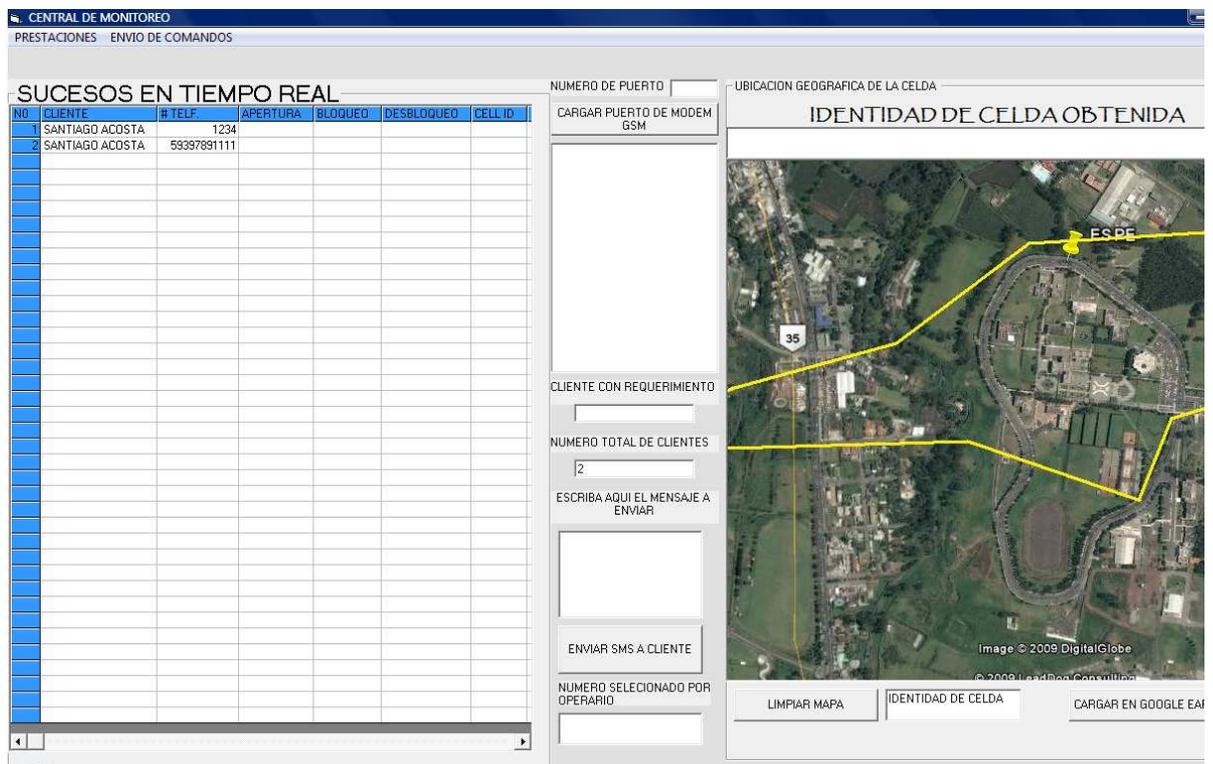
#### Bloqueo

Permite bloquear el auto previo ingreso de la clave.

NOTA: para el envío de los comando previamente es necesario seleccionar el numero de celular del usuario.

## Ubicación

Realiza el proceso de ubicación vehicular, una vez obtenida la celda de donde se encuentra el usuario el programa automáticamente en su base de datos seleccionara el mapa adecuado y posteriormente lo ubicara al lado derecho de la pantalla.



The screenshot displays the 'CENTRAL DE MONITOREO' interface. On the left, a table titled 'SUCESOS EN TIEMPO REAL' shows two entries for 'SANTIAGO ACOSTA' with phone numbers 1234 and 59397891111. The right side features a 'UBICACION GEOGRAFICA DE LA CELDA' section with a satellite map showing a yellow location marker and a yellow boundary. Below the map are buttons for 'LIMPIAR MAPA', 'IDENTIDAD DE CELDA', and 'CARGAR EN GOOGLE EARTH'. Other controls include 'CARGAR PUERTO DE MODEM GSM', 'CLIENTE CON REQUERIMIENTO', 'NUMERO TOTAL DE CLIENTES' (set to 2), and 'ENVIAR SMS A CLIENTE'.

NO	CLIENTE	TEL	APERTURA	BLOQUEO	DESbloQUEO	CELLID
1	SANTIAGO ACOSTA	1234				
2	SANTIAGO ACOSTA	59397891111				

**Figura. 5.29. Interfaz de Ubicación del vehículo**

Una vez hecha la ubicación geográfica si el operario desea puede pasar el mapa a *Google Earth* o puede limpiar el mapa.

### 5.4.3.2.3 Solución de problemas

*Tabla. 5.2. Solución de problemas de la Interfaz de Monitoreo*

PROBLEMA	SOLUCION
1. AL INICIAR EL PROGRAMA EMITE UN ERROR Y NO SE INICIALIZA	COMPROBAR QUE EL ARCHIVO EXCEL ESTE INSTALADO EN LA CARPETA DEL PROGRAMA, CASO CONTRARIO CREAR UN ARCHIVO Y GUARDAR EL ARCHIVO CON EL NOMBRE DE LA EMPRESA PROVEEDORA
2. NO SE CARGA EL MAPA GEOGRAFICO	VERIFICAR LA COBERTURA, VERIFICAR LA BASE DE DATOS, VERIFICAR LOS ARCHIVOS DE FOTOGRAFIA GEOGRAFICA, CONSULTAR CON AUTORES.
3. NO ENVIA COMANDOS DE BLOQUEO, APERTURA DE PUERTA O UBICACIÓN.	VERIFICAR QUE EL CELULAR PROVISTO ESTE CONECTADO A LA COMPUTADORA CENTRAL CON SU RESPECTIVO CARGADOR.
4. NO SE ENVIA COMANDOS NI MENSAJES Y EL CELULAR ESTA CONECTADO A LA COMPUTADORA CENTRAL Y A SU CARGADOR	VERIFICAR QUE LA LINEA CONTRATADA PARA EL CELULAR ESTE ACTIVA Y CON SALDO, CASO CONTRARIO CONSULTAR A LOS AUTORES

5. NO SE PUEDE INGRESAR A UN NUEVO CLIENTE	VERIFICAR ESTADO DE LICENCIA DE MICROSOFT OFFICE, VERIFICAR QUE EL ARCHIVO DE BASE DE DATOS PRINCIPAL ESTE INSTALADO.
--	---

### CONSIDERACIONES FINALES

Para un manejo correcto y sobre todo continuo del programa es necesario indicar que en la carpeta de instalación se encuentra un archivos de Excel el cual es la base de datos tanto para los usuarios como para la cobertura, por lo tanto es de vital importancia, que el operario no elimine ni altere en sus propiedades este archivo, si hubiese una actualización de datos de cobertura los autores serán los responsables de entregar esta información a la empresa proveedora.

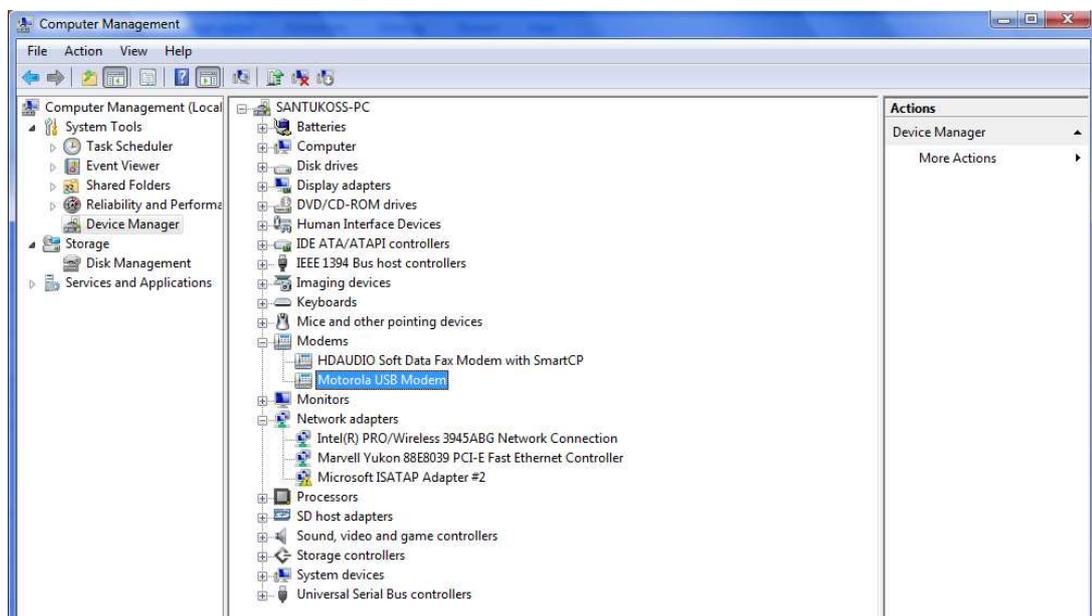
#### 5.4.3.3 Instalación del celular en la central de monitoreo

Para comprobar si existe un número de puerto libre hacer clic en inicio-MiPc o *Computer*, luego hacer clic derecho y posteriormente clic en administrar o *Manage*.

En el árbol de vistas o *treeview* seleccionar *Device Manager* o Administrador de dispositivos, seleccionar LTP o COM *ports* los cuales nos indicaran cuantos puertos disponibles tienen el PC, una vez seleccionado el puerto en donde se instalara el celular, se procede a conectar el celular mediante su cable USB, en la barra principal de Windows aparecerá un mensaje de instalación en el caso de Windows Vista si se requiere drivers inserta el CD incluido y realizar el proceso de instalación del dispositivo.

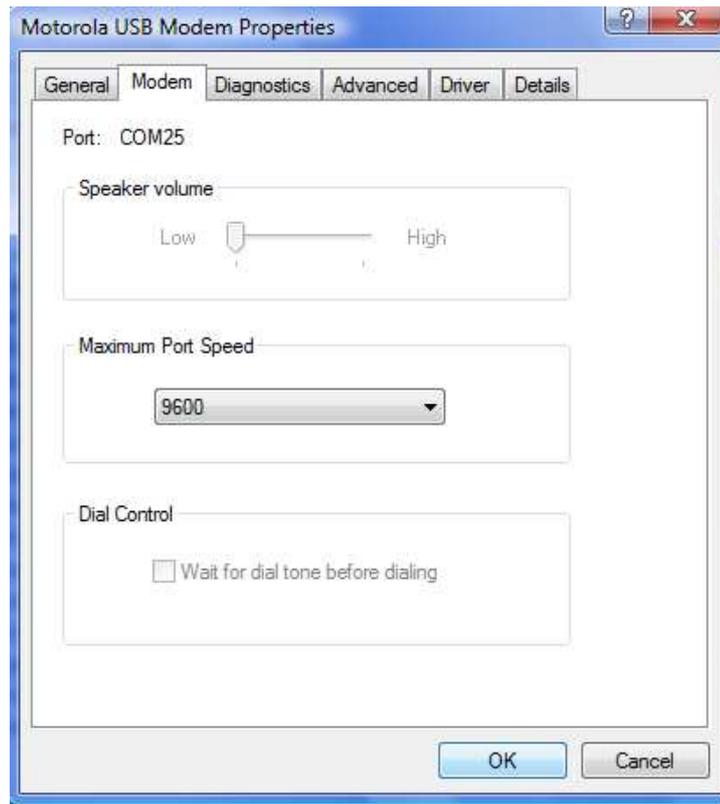


Una vez instalado el dispositivo procedemos a cambiar el puerto, para esto clic en inicio - MiPc o Computer, luego hacer clic derecho nos ubicamos en administrar o *manage*, ubicar Modems y hacer doble clic en el nombre del celular provisto.



**Figura. 5.30. Elección del Puerto COM**

Para un correcto funcionamiento del sistema se debe configurar el modem con los siguientes parámetros, ver figura 5.31.



**Figura. 5.31. Configuración del Puerto COM**

En este caso el dispositivo se ubico en el puerto 25, para un mejor manejo del sistema se recomienda utilizar un numero de puerto entre 1 hasta 8 para esto se hace clic en *Avances* o configuraciones avanzadas y cambiar el numero de puerto.

#### **5.4.4 Para el usuario final del sistema**

Se da la bienvenida al nuevo usuario de SGSM este sistema de seguridad le ofrece una amplia gama de posibilidades de manejo de las diferentes funcionalidades del vehículo de manera remota y segura como es el bloqueo preventivo, apertura de seguros y ubicación geográfica.

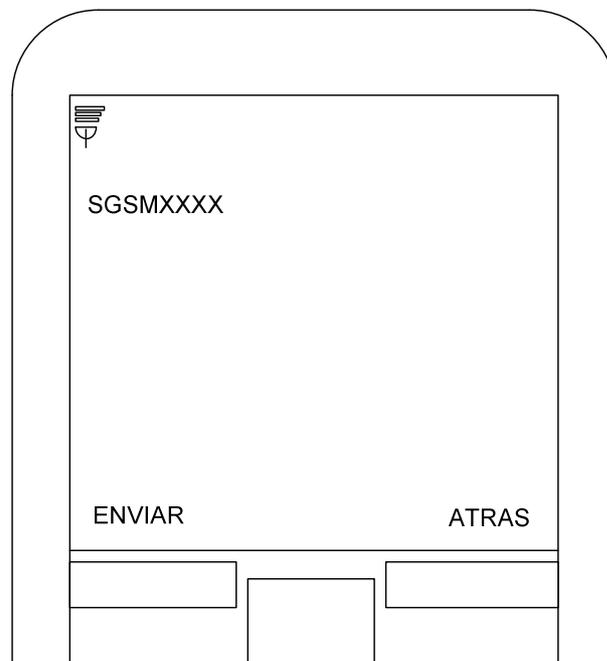
##### **5.4.4.1 Primeros pasos**

Es necesario señalar que cada usuario tiene la responsabilidad sobre el mal uso de este sistema, primeramente para poder utilizar todas las opciones

que brinda este el mismo, es necesario tener una clave de acceso, esta le permitirá manejar todas la opciones antes descritas, además de tener esta clave de acceso este prototipo necesitara que se utilice un número celular único para cada auto, con estos elementos empezaremos la explicación del manejo de su sistema.

#### 5.4.4.2 Ingreso al sistema

Para los usuario de la versión 1 de SGSM, ustedes podrán hacer uso del sistema mediante el envió de un SMS a su número vehicular, previo a ello deberá enviar un SMS con su clave personal como se indica en la figura 5.32.



**Figura. 5.32. Ingreso de la clave personal del usuario**



**Figura. 5.33. Ingreso del Número Celular**

Cuando se envía el SMS con la clave personal el sistema le responderá con otro SMS de confirmación que se ha ingresado en el sistema.

#### **5.4.4.3 Envío de órdenes**

Una vez dentro del sistema usted podrá enviar los comandos descritos a continuación:

1. OP1 (Apertura de las puertas).
2. OP2 (Bloqueo preventivo).
3. OP3 (Liberado o desbloqueo preventivo).
4. OP4 (Sistema cerrado).
5. OP5 (Ubicación).

Con estas opciones usted podrá controlar todas las funciones del vehículo, en caso de daño o de problemas llamar a los siguientes números:

- Ing. Flavio Herrera 097721262.
- Ing. Santiago Acosta 097891111.

NOTA: es responsabilidad única del usuario sobre el mal uso del sistema ya que el usuario es responsable de cuidar su código y de ocultar el número único del vehículo, la ubicación del vehículo es responsabilidad de la compañía proveedora.

## **CAPITULO 6**

### **PRUEBAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 PRUEBAS**

Debido a que las empresas de telefonía celular como son Porta, Movistar y Alegro, por políticas internas no facilito la información necesaria para poder realizar una base de datos más real, sobre la ubicación de sus BTS (radio bases), dentro del perímetro del Valle de los Chillos y de los rango que cubren las celdas de dichas BTS, por este motivo se realizo la toma de puntos circunscritos en un perímetro mucho menor al esperado, con el fin de simular y demostrar a la empresa auspiciante de este proyecto de grado, las facilidades que prestaría el sistema, en lo que respecta a la localización vehicular, si se tuviese el interés o el apoyo de seguir investigando en este campo por parte de la empresas de telefonía celular del país antes mencionadas, de esta manera se obtuvieron los siguientes resultados.

Las pruebas en la realización del simulacro de la localización vehicular mediante el uso de BTS (radio bases), esto con el fin de crear una base de datos, se las realizo dentro de una superficie de aproximadamente 1.092 km<sup>2</sup>, para esto se tomo tres rutas las cuales son:

- ESPE (INTERNA).
- ESPE (EXTERNA).
- ESPE- TRIANGULO.

### 6.1.1 Ruta ESPE (interna)



*Figura. 6.1. Ruta ESPE interna*

Para poder discriminar las diferentes celdas, se realizó siguiendo la ruta presentada en la figura 6.1., en la cual se establecieron coordenadas geográficas medias para poder trasladar los mapas a G.E.

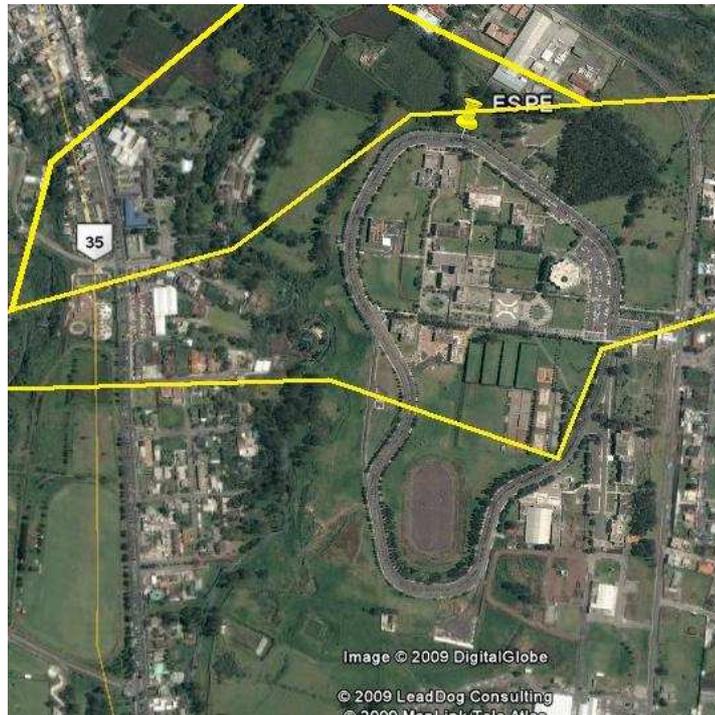
#### 6.1.1.1 Celdas obtenidas

+CREG: 1,"3D55","071D"

+CREG: 1,"3D55","77A7"

+CREG: 1,"3D55","071D"

Coordenadas medias 0°18' 44.78" S 78°26' 44.13 "O



**Figura. 6.2. Cobertura de la Celda "071 D"**

Coordenadas medias 0°19' 15.67" S 78°26' 41.07 "O



**Figura. 6.3. Cobertura de la Celda "77A7"**

### 6.1.2 Ruta ESPE (externa)



*Figura. 6.4. Ruta ESPE externa*

#### 6.1.2.1 Celdas obtenidas

+CREG: 1,"3D55","77A7"

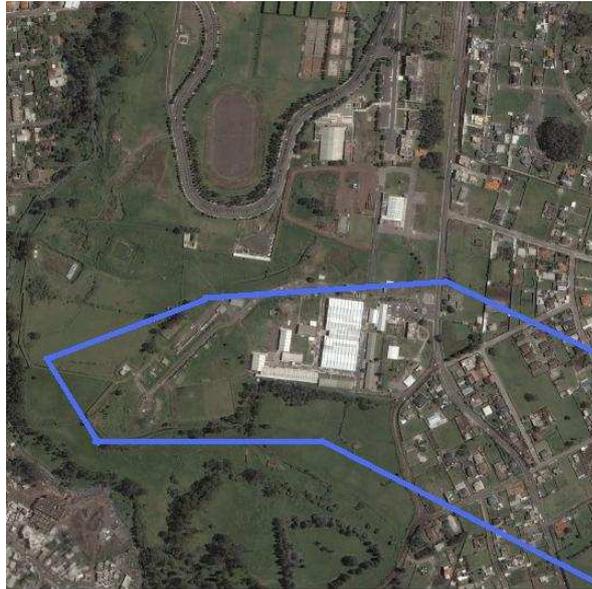
+CREG: 1,"3D55","77A9"

+CREG: 1,"3D55","04CF"

+CREG: 1,"3D55","0354"

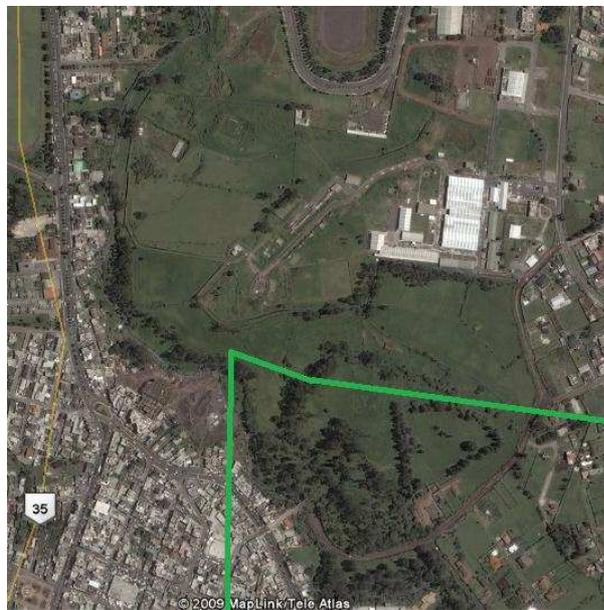
+CREG: 1,"3D55","0353"

Coordenadas medias 0°19' 21.52" S 78°26' 30.51 "O



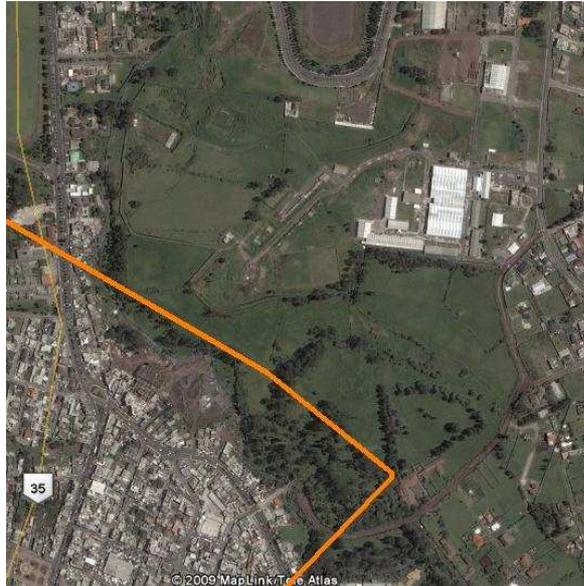
**Figura. 6.5. Cobertura de la Celda "77A9"**

Coordenadas medias 0°19' 34.48" S 78°26' 42.70 "O



**Figura. 6.6. Cobertura de la Celda "04CF"**

Coordenadas medias 0°19' 25.20" S 78°26' 54.93 "O



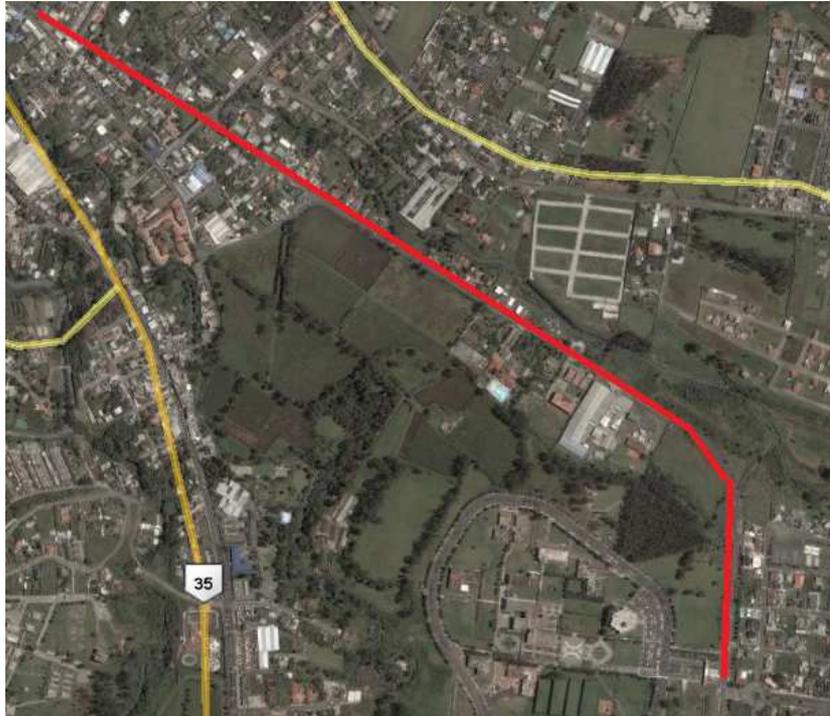
**Figura. 6.7. Cobertura de la Celda "77A7"**

Coordenadas medias 0°18' 57.75" S 78°26' 53.49 "O



**Figura. 6.8. Cobertura de la Celda "0353"**

### 6.1.3 Ruta ESPE (Sector El Triangulo)



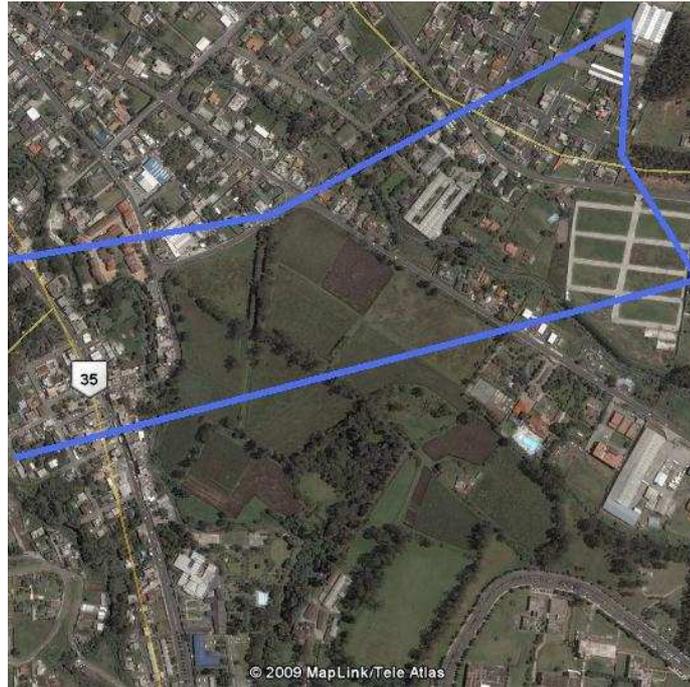
*Figura. 6.9. Ruta ESPE sector Triangulo*

#### 6.1.3.1 Celdas obtenidas

+CREG: 1,"3D55","760D"

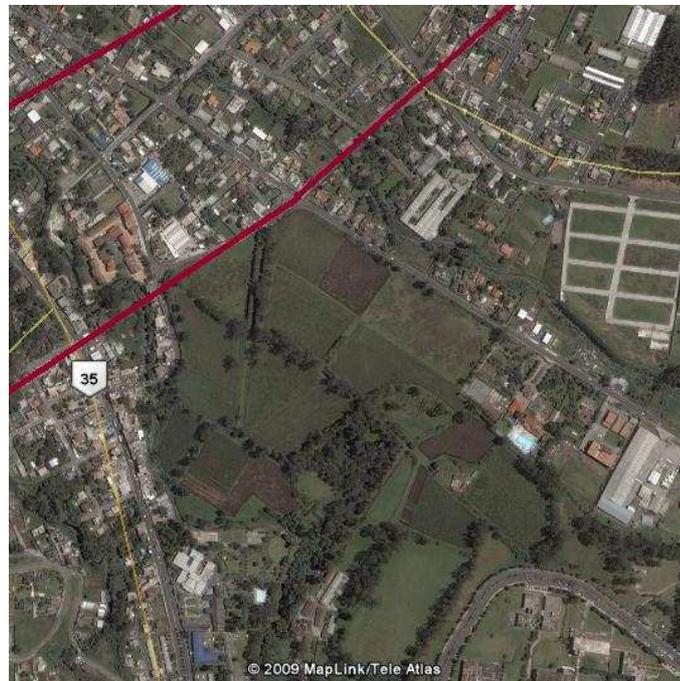
+CREG: 1,"3D55","760F"

Coordenadas medias 0°18' 27.47" S 78°26' 53.88 "O



**Figura. 6.10. Cobertura de la Celda "760D"**

Coordenadas medias 0°18' 15.69" S 78°26' 10.97 '



**Figura. 6.11. Cobertura de la Celda "760F"**

## 6.2 CONCLUSIONES

- Una de las inquietudes planteadas, previo a la realización del presente proyecto de grado, y en la cual se sustentó gran parte del mismo, fue el hecho de comenzar preguntándonos. ¿Qué es tan especial en los mensajes de SMS que lo hace tan popular en todo el mundo, y cuales serían las ventajas y/o desventajas que estos brindarían en la implementación de un sistema de control y monitoreo vehicular?

Luego de haber finalizado con gran éxito este proyecto se llegó a las siguientes conclusiones y respuestas respecto a la pregunta antes planteada.

### **Algunas de las razones son:**

- Los mensajes SMS pueden ser enviados y leídos a cualquier hora.
- Hoy en día, casi todas las personas tienen un teléfono celular y que llevan la mayor parte del tiempo.
- Con un teléfono móvil, puede enviar y leer mensajes SMS en cualquier momento, no importa que esté en su oficina, en una reunión de trabajo o en el hogar.
- Puede recibir datos o alarmas en cualquier momento y lugar.
- La eficiencia que estos presentan, al momento de ser enviados de un celular a otro es del 99,99%.
- El tiempo de arribo y respuesta es relativamente corto, claro esta que dependerá en gran parte de la tecnología con la que cuentan las empresas de telefonía celular. En nuestro país las empresas que ofrecen este servicio, lo hacen de una manera muy eficiente, por lo tanto este proyecto de grado es muy factible.
- En los últimos años el campo de estudio, mediante la utilización de mensajes SMS a sido muy amplio, y las referencias

- bibliográficas con las que se cuentan son extensas y fueron de gran ayuda para la culminación del presente proyecto de grado
- Una de las desventajas que presenta el servicio de mensajería SMS son los 140 octetos de envío, debido a las limitaciones de la *Mobile Application Part* (MAP). Sería preferible un mensaje que tenga varias veces esta magnitud. Los servicios de datos por paquetes como el GPRS tiene una capacidad de envío mucho mayor. Esto quiere decir que los usuarios están menos limitados por las barreras de los protocolos. En los mensajes SMS se ha superado el límite de los 160 caracteres
  - Un aspecto importante que se tuvo en cuenta al realizar este proyecto fue la factibilidad del mismo, luego de realizado se puede concluir que el presente proyecto es factible, ya que todos los dispositivos que intervienen en el, están disponibles en el mercado y son muy accesibles, al igual que la información referente a proyectos similares, además cabe resaltar que los costos de fabricación son muy inferiores con respecto a otros sistema de seguridad vehiculares ofrecidos en el mercado nacional.
  - Uno de los limitantes presentados en el presente proyecto, con respecto a la localización vehicular mediante radio bases, fue el poco o casi nada de apoyo provisto por las operadoras celulares que ofrecen sus servicios en el país, por cuanto sus políticas de trabajo, no les permiten brindar una información detallada de la localización de sus equipos, y su forma de funcionamiento, sin embargo la investigación realizada en este campo, permitió realizar un software lo suficientemente flexible, el cual nos brinda el *CELL ID* de las BTS a las cuales se conecta permanentemente el terminal celular (modem), y mediante un mapeo de una zona restringida se pudo realizar una base de datos lo suficientemente completa, para poder brindar datos de ubicación, para la fase de pruebas.

- Previo a la presentación del perfil, para la implementación del presente proyecto se realizó varios análisis económicos, dando como resultado buenas oportunidades de aceptación dentro del mercado nacional.
- Un hecho palpable, para la realización del presente proyecto fue el saber que las comunicaciones móviles se han definido como algo personal, es decir, mientras un teléfono fijo estaba destinado a todos los que habitan en la misma casa, un teléfono celular es usado por una única persona. Y si ha este hecho le agregamos el crecimiento de las redes de datos (móviles), el campo de estudio y las mejoras que se le puede brindar al sistema de seguridad, en un futuro cercano, es muy prometedor.

### **6.3 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que para el uso del terminal celular como modem, se realice un estudio previo sobre las tecnologías, ventajas y/o desventajas que poseen los diferentes modelos de equipos celulares ofrecidos en el mercado, además de que sea compatible con el sistema en el cual se lo va a implementar, ya que de la correcta elección del mismo se podrán evitar mutuos contratiempos, y problemas de conexión.
- En la realización de proyecto similares al propuesto, es necesario que los investigadores determinen el nivel de control que se necesita tener sobre las diferentes características del móvil, como pueden ser el envío de SMS, llamadas, mails, conexión GPRS, ejecución de aplicaciones Java, etc., en otras palabras deberán tener claro cuáles son las limitaciones que poseen los diferentes modelos y marcas de terminales celulares existentes en el mercado nacional.
- Luego de la elección del teléfono celular, es necesario, que se realice una investigación exhaustiva sobre los diferentes comandos AT que

---

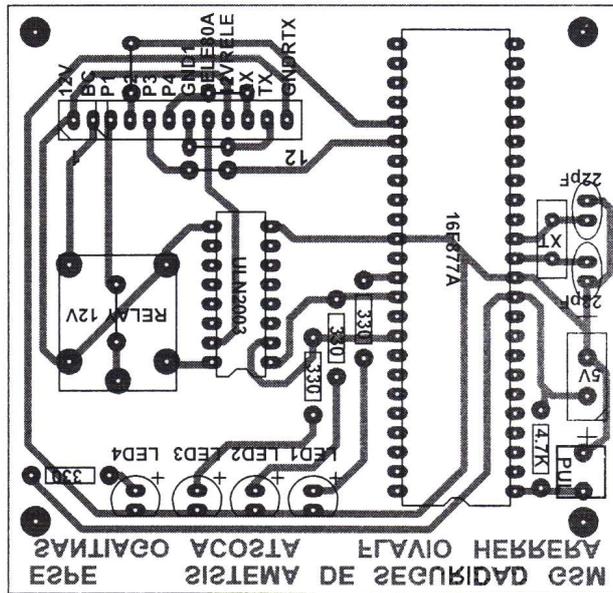
soporte el terminal, las formas de conexión con dispositivos controladores etc.

- Una de las formas de mejorar el presente proyecto de grado, en la fase de estudio de localización vehicular, sería el reemplazo de la utilización de las BTS por dispositivos GPS, los cuales son más comerciales y de mayor precisión, al momento de realizar ubicación geográfica del carro.
- Una parte importante, es la elección correcta del microprocesador (PIC), ya que este será el encargado de la realización del control físico del vehículo, por lo tanto se recomienda que la capacidad de procesamiento que este posee deberá ser de gran rapidez, de fácil programación, y de un uso comercial, y así garantizar que el sistema sea confiable y de fácil reposición en caso de daño de alguno de sus elementos activos.

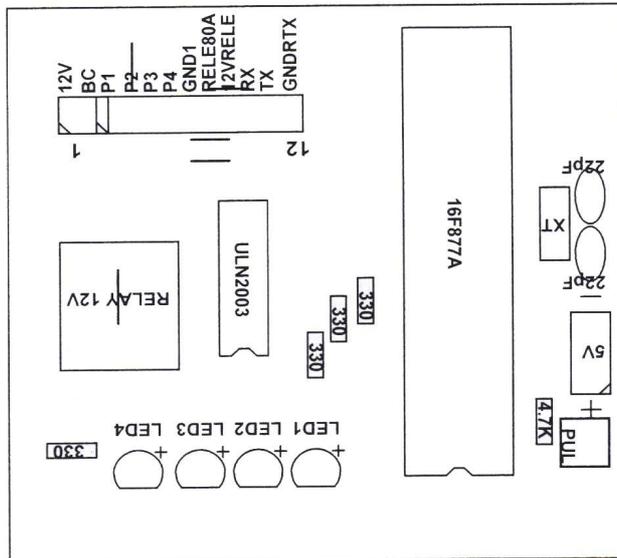
# **ANEXOS**

## **ANEXO 1 (RUTEO)**

Vista inferior



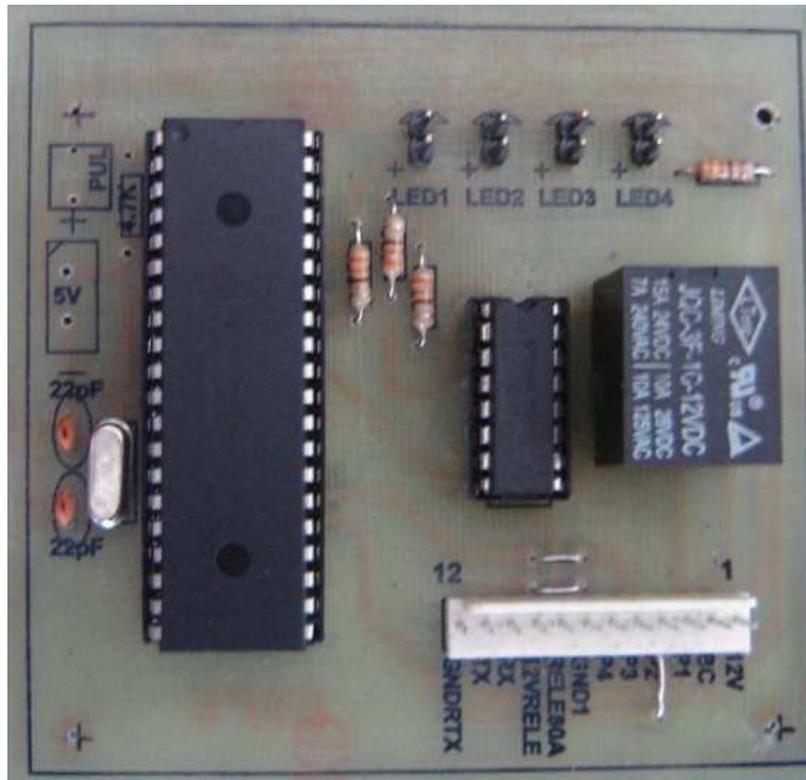
Vista superior



## **ANEXO 2**

### **FOTOGRAFÍAS DEL DISPOSITIVO**

### VISTA SUPERIOR SIN TAPA





## **ANEXO 3**

**LISTA DE MATERIALES**

<b>LISTA DE MATERIALES</b>			
<b>N °</b>	<b>ELEMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>
1	PIC16F877A	1	\$ 7,50
2	ULN2003	1	\$ 1,30
3	RELE 80 A BOSCH	1	\$ 5
4	RELE 12v 1ª	1	\$ 2,50
5	LED	2	\$ 0,30
6	RESISTENCIA 220	1	\$ 0,40
7	CRISTAL 4MHz	1	\$ 0,60
8	CONECTORES MACHOS	4	\$ 4
9	PULSADOR	1	\$ 0,20
10	PLACA	1	\$ 15
11	CONECTOR CELULAR	1	\$ 10
12	CELULAR	1	\$ 40
13	CAJA	1	\$ 4
14	CONECTORES EMBRAS	4	\$ 4
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 94,80</b>

**ANEXO 4**

## HOJA TÉCNICAS

HOJA TECNICA 1 PIC 16F87XA



# PIC16F87XA

## 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F876A
- PIC16F874A
- PIC16F877A

### High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input  
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory,  
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM),  
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin  
PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,  
can be incremented during Sleep via external  
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period  
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™  
(Master mode) and I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver  
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address  
detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with  
external  $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$  and  $\overline{CS}$  controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for  
Brown-out Reset (BOR)

### Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital  
Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference  
(VREF) module
  - Programmable input multiplexing from device  
inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

### Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash  
program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM  
memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)  
via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC  
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

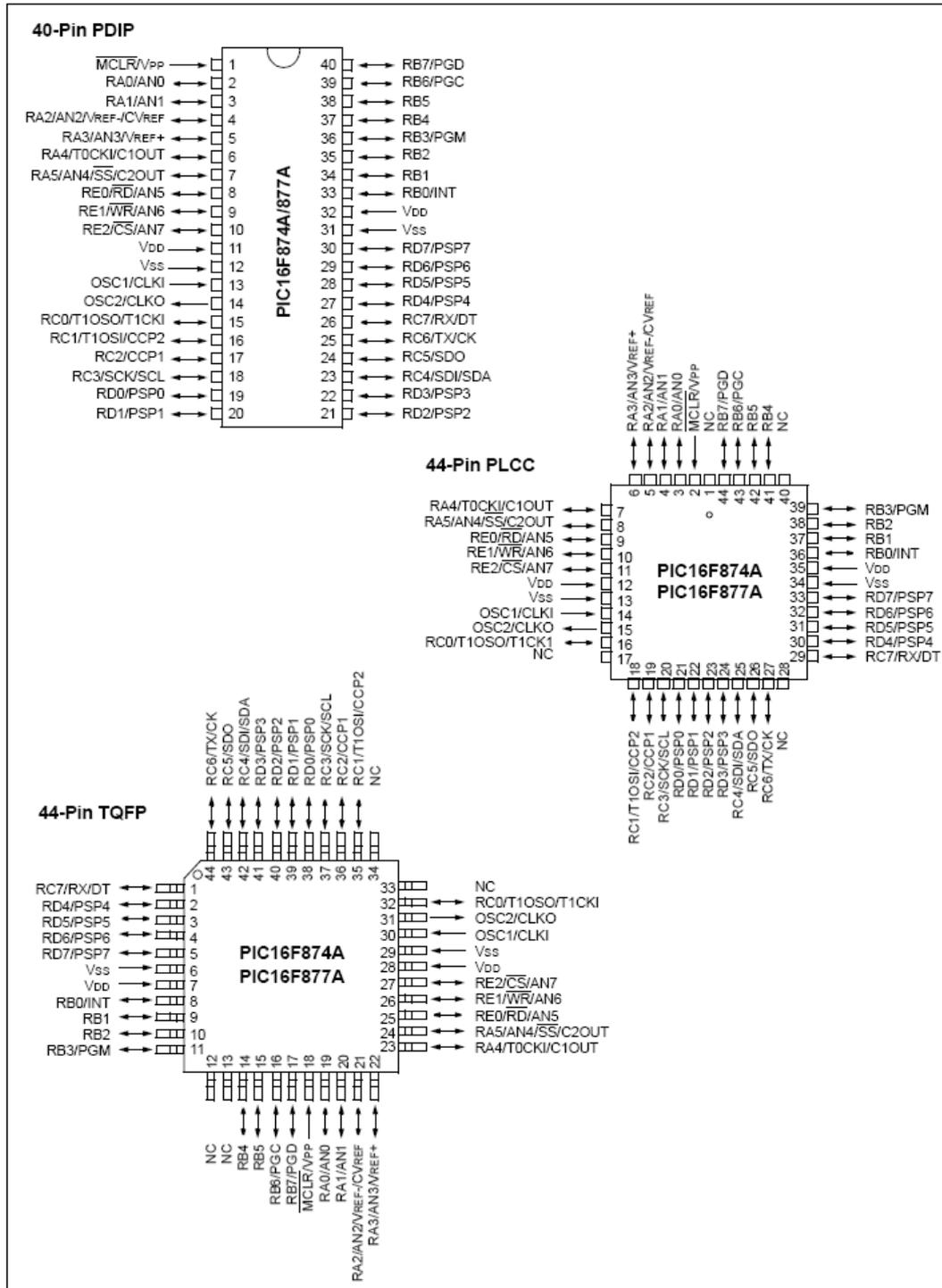
### CMOS Technology:

- Low-power, high-speed Flash/EEPROM  
technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I <sup>2</sup> C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

# PIC16F87XA

## Pin Diagrams (Continued)



## 1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information about the following devices:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

PIC16F873A/876A devices are available only in 28-pin packages, while PIC16F874A/877A devices are available in 40-pin and 44-pin packages. All devices in the PIC16F87XA family share common architecture with the following differences:

- The PIC16F873A and PIC16F874A have one-half of the total on-chip memory of the PIC16F876A and PIC16F877A
- The 28-pin devices have three I/O ports, while the 40/44-pin devices have five
- The 28-pin devices have fourteen interrupts, while the 40/44-pin devices have fifteen
- The 28-pin devices have five A/D input channels, while the 40/44-pin devices have eight
- The Parallel Slave Port is implemented only on the 40/44-pin devices

The available features are summarized in Table 1-1. Block diagrams of the PIC16F873A/876A and PIC16F874A/877A devices are provided in Figure 1-1 and Figure 1-2, respectively. The pinouts for these device families are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

Additional information may be found in the PICmicro® Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip web site. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

**TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES**

Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC – 20 MHz			
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
Flash Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1  CLKI	13	14	30	32	I  I	ST/CMOS <sup>(4)</sup>	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2  CLKO	14	15	31	33	O  O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR  VPP	1	2	18	18	I  P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	3	19	19	I/O I	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port.  Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	4	20	20	I/O I	TTL	Digital I/O. Analog input 1.
RA2/AN2/VREF-/CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	5	21	21	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	6	22	22	I/O I I	TTL	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input.
RA4/T0CKI/C1OUT RA4  T0CKI C1OUT	6	7	23	23	I/O  I O	ST	Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output.
RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	7	8	24	24	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.

**Legend:** I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

**Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

**TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)**

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RB0/INT RB0 INT	33	36	8	9	I/O I	TTL/ST <sup>(1)</sup>	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.  Digital I/O. External interrupt.
RB1	34	37	9	10	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	35	38	10	11	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	36	39	11	12	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage ICSP programming enable pin.
RB4	37	41	14	14	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	38	42	15	15	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	39	43	16	16	I/O I	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	40	44	17	17	I/O I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.

**Legend:** I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

- Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
**Note 2:** This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.  
**Note 3:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

## HOJA TECNICA 2 ULN2003

## ULN2003

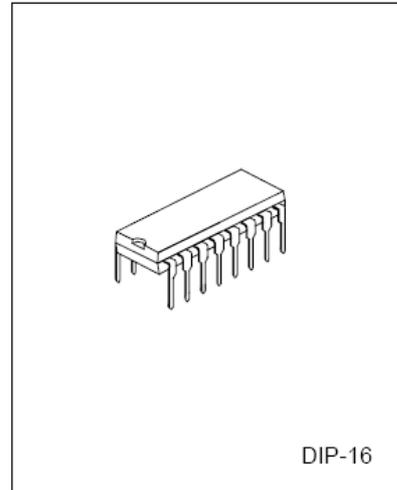
## LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

HIGH VOLTAGE AND HIGH CURRENT  
DARLINGTON TRANSISTOR ARRAY

## DESCRIPTION

The ULN2003 is a monolithic high voltage and high current Darlington transistor arrays. It consists of seven NPN darlington pairs that features high-voltage outputs with common-cathode clamp diode for switching inductive loads. The collector-current rating of a single darlington pair is 500mA. The darlington pairs may be paralleled for higher current capability. Applications include relay drivers, hammer drivers, lampdrivers, display drivers(LED gas discharge), line drivers, and logic buffers.

The ULN2003 has a 2.7k $\Omega$  series base resistor for each darlington pair for operation directly with TTL or 5V CMOS devices.

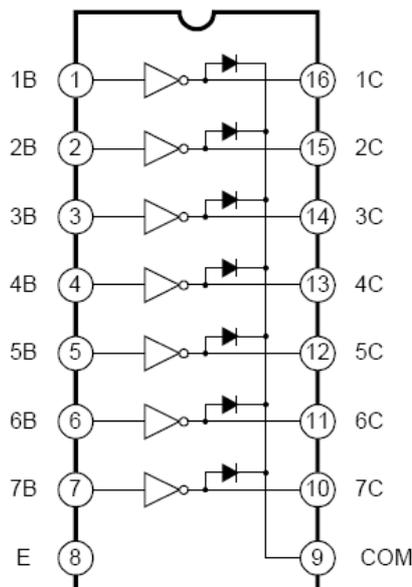


DIP-16

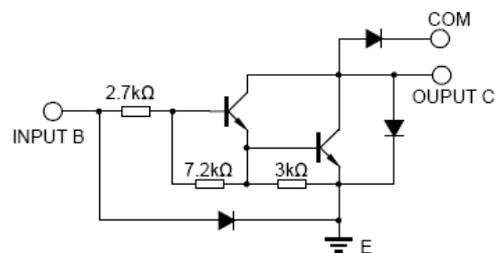
## FEATURES

- \* 500mA rated collector current(Single output)
- \* High-voltage outputs: 50V
- \* Inputs compatible with various types of logic.
- \* Relay driver application

## LOGIC DIAGRAM



## SCHEMATIC(EACH DARLINGTON PAIR)



## ULN2003

## LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS(Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	VCE	50	V
Input Voltage	VI	30	V
Peak Collector Current	Io	500	mA
Total Emitter-terminal	IOK	500	mA
Power Dissipation	Pd	950 Tamb=25°C	mW
		495 Tamb<85°C	mW
Operating Temperature	Topr	-20~ +85	°C
Storage Temperature	Tstg	-65 ~ +150	°C

Note: All voltage values are with respect to the emitter/substrate terminal E, unless otherwise noted.

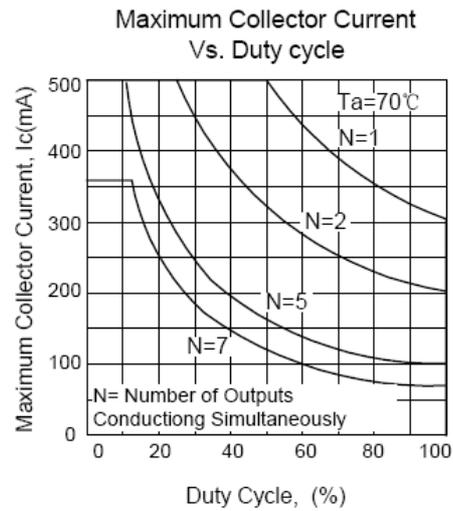
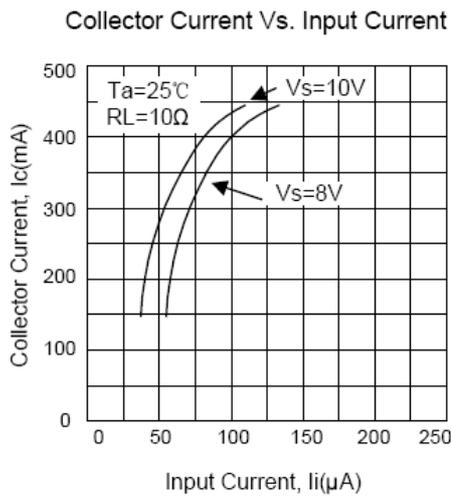
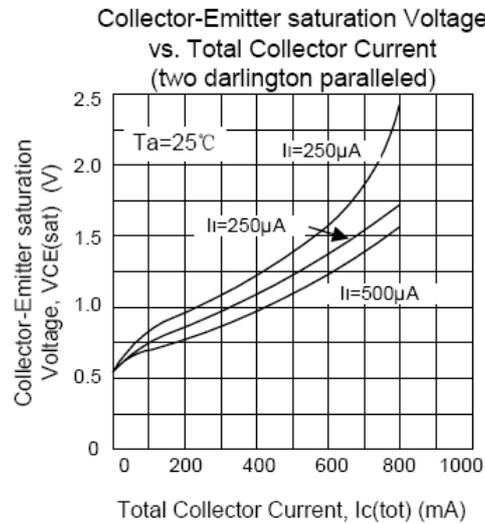
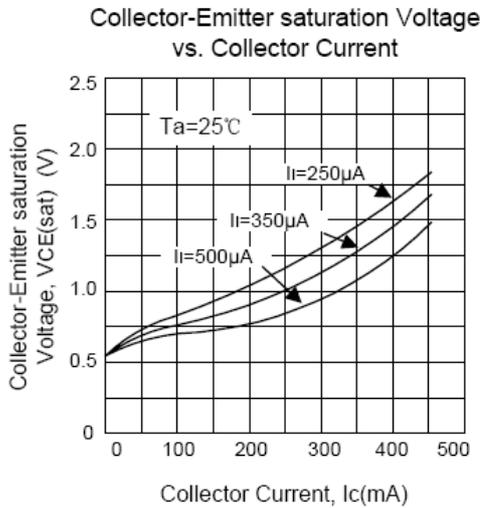
## ELECTRICAL CHARACTERISTICS(Ta=25°C, unless otherwise specified)

Characteristic	Test Figure	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
On-state Input Voltage	6	VI(ON)	VCE=2V, Ic=200mA			2.4	V
			VCE=2V, Ic=250mA			2.7	
			VCE=2V, Ic=300mA			3	
Collector-Emitter Saturation Voltage	5	VCE(SAT)	Ii=250µA, Ic=100mA		0.9	1.1	V
			Ii=350µA, Ic=200mA		1	1.3	
			Ii=500µA, Ic=350mA		1.2	1.6	
Collector Cutoff Current	1	ICEX	VCE=50V, Ii=0			50	µA
	2		VCE=50V, Ii=0, Ta=70°C			100	
Clamp Forward Voltage	8	VF	IF=350mA		1.7	2	V
Off-state Input Current	3	Ii(OFF)	VCE=50V, Ic=500mA, Ta=70°C	50	65		µA
Input Current	4	Ii	VI=3.85V		0.95	1.35	mA
Clamp Reverse Current	7	IR	VR=50V			50	µA
			VR=50V, Ta=70°C			100	
Input Capacitance	--	CI	VI=0, f=1MHz		15	25	pF
Propagation delay time, low-to-high-level output	9	tPLH			0.25	1	µs
Propagation delay time, high-to-low-level output	9	tPHL			0.25	1	µs
High-level output Voltage after switching	10	VOH	Vs=50V, Io=300mA	Vs-20			mV

# ULN2003

# LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

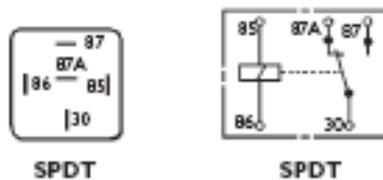
## TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



## HOJA TECNICA 3 RELAYS BOSCH

### ABOUT BOSCH RELAYS

A **relay** is an "electromechanical" device that uses a coil (electro) to move switch contacts (mechanical). The coil can be energized with a small amount of power while the switch contacts can be used for any number of applications including switching high power circuits or reversing the polarity of a control signal. A typical 12-volt relay requires a coil current of .150 amps to energize. The relay contacts can switch currents up to 30 amps. The power "gain" of this relay is as high as 200 to 1, and is one reason relays are often found in high current automotive circuits. In most circuits, a relatively weak signal or trigger is used to make the relay control a higher current or voltage circuit. The output of a trigger actuates the coil, which closes (or opens) the much heavier duty contacts, allowing the desired action to result. The main components of a relay are the **coil**, the **spring**, and the **contacts**. These components determine how the relay is to be rated by the manufacturer and used by the installer. Below is an illustration of the bottom of a relay.



SPDT

SPDT

Element descriptions to the above two diagrams follow:  
**85, 86** - Coil. This is what is powered, either by a 12-volt trigger to 85 (or 86) with 86 (or 85) to ground, or with a negative trigger (com-

mon on alarm systems) to 85 (or 86), and 12-volt CONSTANT to the other pin (86 or 85). Basically, it doesn't matter whether pin 85 or 86 is used for ground or 12 volt if the relay does not have a diode across the coil. Bosch states that 86 should be the 12V connection and 85 should be the ground since newer relays come with an internal diode. By using either of the previous methods, the coil will magnetically actuate, opening contacts 30 and 87A, while closing 30 and 87. This type of relay is known as a single pole, double throw (SPDT).  
**30** - Terminal 30 is common. One side of whatever is being controlled goes here.  
**30, 87A** - Normally closed (N/C).  
**30, 87** - Normally open (N/O).

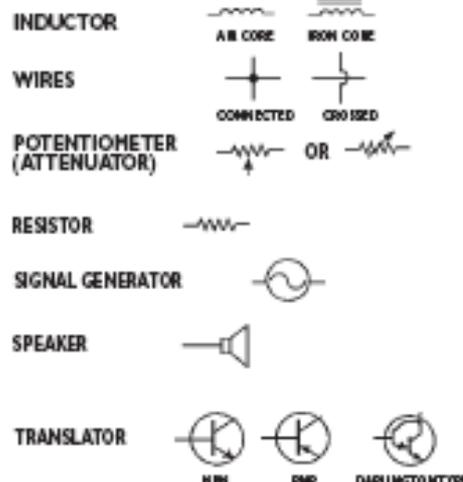
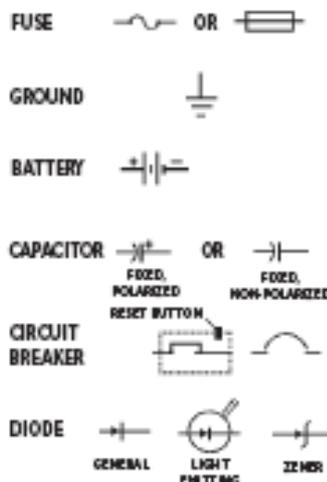


The following diagrams show the other types of commonly used automotive relays:



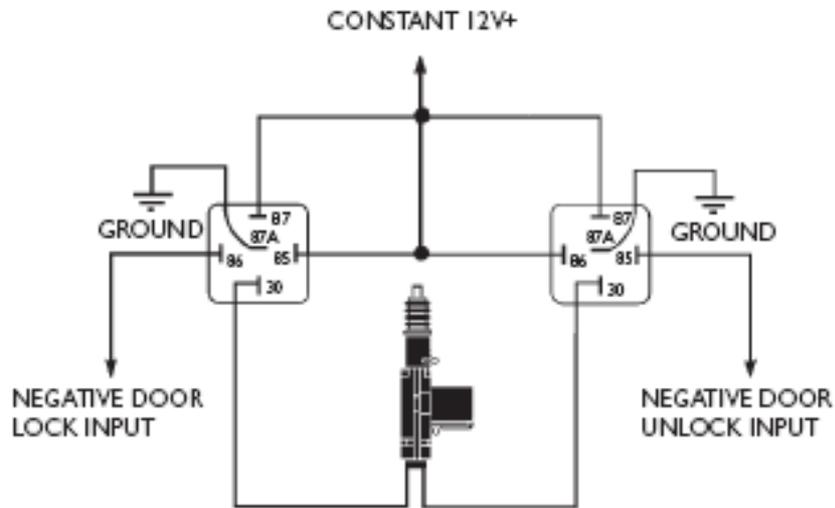
Whenever installing a relay, use a quenching diode between terminals 85 and 86, with a cathode to the positive terminal to prevent the inductive spike on relay turn-off.

### ELECTRONIC SYMBOLS



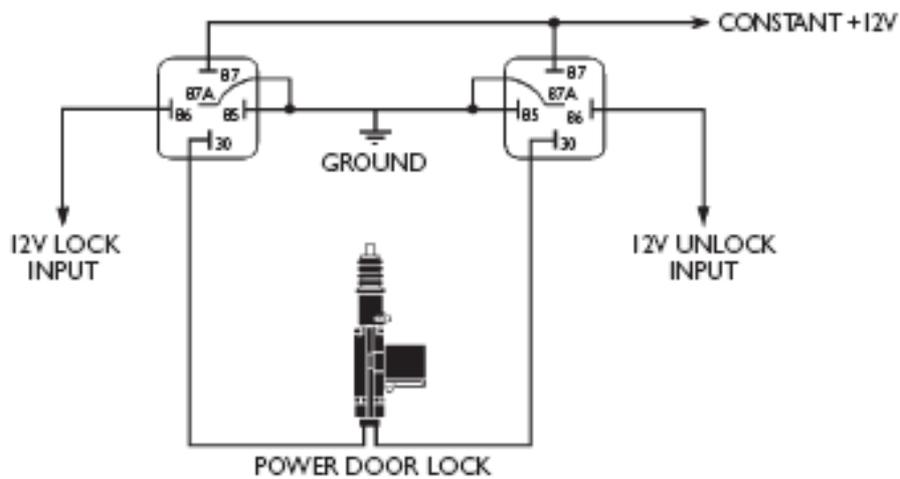
**ADDING DOOR LOCKS – NEGATIVE ALARM TRIGGER**

Negative door lock and unlock output reversing polarity.



**ADDING DOOR LOCKS – POSITIVE ALARM TRIGGER**

Adding a door actuator using door lock and unlock circuit, reversing polarity positive 12V output.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### CAPITULO 1

[1] “Detecta y personaliza los códigos de áreas en redes GSM”  
<http://minigps.softonic.com/symbian>, 15 de mayo del 2008.

[2] “Localización GSM”  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Localizaci%C3%B3n\\_GSM](http://es.wikipedia.org/wiki/Localizaci%C3%B3n_GSM)

[3] “Modems GSM”  
<http://www.modemsgsm.com/modems.asp>,

[3] “Telefonía Digital Celular”  
[itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/.../2871/1/IF7.72.pdf](http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/.../2871/1/IF7.72.pdf) - , Proyecto de  
Guadalupe Medina Nieto, Oscar G Ibarra Manzano, Francisco Romero  
Vaca,2006

[4] Manual Comandos AT  
<http://www.forosdeelectronica.com/f18/manual-comandos-at-2665/>,

[5] Mensajes Cortos SMS  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio\\_de\\_mensajes\\_cortos](http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_mensajes_cortos)

[6] “Antirrobo para el automóvil con GSM y SMS”  
<http://www.micoche.com/accesorios/accesorios.asp?Id=247>

## CAPITULO 2

- [1] Telefonía móvil celular, GSM,  
<http://gsync.escet.urjc.es/moodle/course/view.php?id=13>, Carolina Moreno,  
Universidad Rey Juan Carlos, España.
- [2] Redes Celulares Inalámbricas  
[http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/Comunicaciones/Presentaciones\\_Proyector/RedesCelularesInalambricas.pdf](http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/Comunicaciones/Presentaciones_Proyector/RedesCelularesInalambricas.pdf), Wilmer  
Pereira, Universidad Católica Andrés Bello, Escuela de Ingeniería Informática  
Caracas, Venezuela
- [3] Generaciones de la telefonía móvil,  
[http://www.cabinas.net/monografias/tecnologia/generaciones\\_de\\_la\\_telefonia\\_celular.asp](http://www.cabinas.net/monografias/tecnologia/generaciones_de_la_telefonia_celular.asp)
- [4] Localización de móviles en telefonía celular usando redes neuronales,  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S037818442006000400010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S037818442006000400010&script=sci_arttext), Edgar Belandria, José Luis Paredes y Francisco Vilorio, Departamento  
de Física, Núcleo Universitario Pedro Rincón Gutiérrez, La Hechicera, Mérida,  
Venezuela 2008.

### CAPITULO 3

[1] Conocimientos Básicos del Automóvil

<http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-34.html> , Autor Edgar Mayz Acosta.

[2] Sistema de Arranque Automotriz,

<http://www.soportetecnicoautomotriz.com/>

[3] Diagnósis de Sistemas Electrónicos,

<http://canbus.galeon.com/electronica/electronica1.htm>,

[4] Sistema Configurable de Telecontrol Mediante Telefonía móvil GSM, Carlos Cuadrado Viana, Gerardo Aramendía, Departamento de Eléctrica y Electrónica Universidad del País, 2008.

[5] BLOQUEO AUTOMOTRIZ PARA CONDUCTORES EN ESTADO DE EMBRIAGUEZ, Octavio Andrés Moreno Coy, Camilo Andrés Sánchez Rodríguez, PONTIFICIA .UNIVERSIDAD JAVERIANA FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, 2003.

[6] Implementación del Hardware de Adquisición de Datos y Control,

<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/818/3/T10129CAP2.pdf>, 2008

[7] PIC 16F877A,

[http://132.248.122.31/robotica\\_e\\_informatica/index.php/PIC\\_16F877A](http://132.248.122.31/robotica_e_informatica/index.php/PIC_16F877A)

## CAPITULO 4

[1] Diseño de una plataforma para monitorear y controlar el tráfico vehicular usando interfaces inalámbricas y GPRS, <http://serverlab.unab.edu.co:8080/wikimedia/memorias/shortpapers/83.pdf>, André R. Flores Manrique, Francisco J. Guerra Manchego y Raúl R. Peralta Meza, Universidad Católica San, Febrero 2008.

[2] Guía de programación en Visual Basic, [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/y4wf33f0\(VS.80\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/y4wf33f0(VS.80).aspx).

## FECHA DE ETREGA

El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a \_\_\_\_\_ del 2009.

### ELABORADO POR:

---

FLAVIO AUGUSTO HERRERA VIVANCO  
1103610760

---

SANTIAGO MIGUEL ACOSTA DELGADO  
1715548903

### AUTORIDAD:

---

Ing. GONZALO OLMEDO  
COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES

