

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
EN INGENIERÍA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE
LOCALIZACIÓN VEHICULAR UTILIZANDO EL STANDARD
DE COMUNICACIÓN CELULAR GSM/GPRS PARA LA
EMPRESA ACESXILICON DESIGN TECHNOLOGY CIA.
LTDA.**

LUIS FRANCISCO MENA BASTIDAS

**SANGOLQUÍ-ECUADOR
2006**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Proyecto de Grado con título “Diseño y construcción de un prototipo de localización vehicular utilizando el standard de comunicación celular GSM/GPRS para la empresa Acesilicon Design Technology Cia. Ltda.” fue desarrollado en su totalidad por el señor Luis Francisco Mena Bastidas con C.I. 171392410-6 bajo nuestra dirección como requerimiento para la obtención del título en INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.

ING. RODRIGO SILVA

DIRECTOR

ING. VÍCTOR PROAÑO

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer inmensamente a mis padres, Paco y Tere, por todo el respaldo y la confianza que han puesto en mí de manera incondicional. Por su guía y su paciencia durante todo este proceso de trabajo y preparación que ahora se cristaliza a través de este proyecto.

A Roberto, Mónica y Nathy por ser de una u otra manera quienes me han acompañado e incentivado durante estos cortos años y que han constituido la razón de mi dedicación y empeño por mejorar cada día en el trajín de la vida.

Quiero hacer un agradecimiento especial a la empresa Acesilicon Design Technology Cia. Ltda. por brindarme todo el apoyo necesario para que el proyecto sea llevado a cabo de manera exitosa. Particularmente a los Ingenieros Rodrigo Sánchez, Marco Aucancela y Fernando Aucancela.

A mis compañeros y amigos con quienes hemos compartido entre el estudio y la juerga muchos conocimientos y experiencias que han hecho de estos últimos años una parte importante de mí.

Agradezco a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de este proyecto y que sin ellos no hubiera alcanzado tan importante propósito. A todos Uds. muchísimas gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi familia, especialmente a mis hermanos Roberto y Daniel, como muestra de cariño y admiración por ser quienes son. Un abrazo y muchos éxitos en sus vidas cualquiera que fuere el camino que escojan a futuro.

A todos quienes luchan para que mi país salga adelante y creen en su gente, su capacidad y sus ganas de crecer día a día.

PRÓLOGO

Los Sistemas de Localización Vehicular (AVL) son sistemas avanzados de comunicaciones para el monitoreo y rastreo remoto de vehículos. Cada vehículo es equipado con un módulo, el cual accede al servicio GPS, transmite información de su posicionamiento y otros dispositivos, y es comandado remotamente vía comunicación inalámbrica por una central de gestión. Dicha información se despliega en tiempo real en un mapa de alta resolución espacial ó geográfica.

Debido a la necesidad de monitorear recursos móviles como autos, buses y/o camiones tanto como medida de protección y asistencia técnica como su administración de flotillas de transporte en entidades privadas o públicas, se ha determinado la importancia de desarrollar y mejorar los servicios de localización vehicular a través de un centro de gestión remota.

Actualmente en el mercado se ha difundido en gran medida los AVL. A través de ellos se ha permitido brindar muchos servicios tales como ubicación GPS en tiempo real, monitoreo del estado operativo de los vehículos, asistencia técnica a través señales de emergencia solicitada por el conductor, entre otros.

Se presenta con este proyecto una alternativa más eficiente y barata con respecto a prototipos AVL que utilizan las tecnologías de radio convencional o celular SMS. Para lo cual se tomará en cuenta el estándar GSM utilizado en la red celular de mayor cobertura en el país, con su sistema de transmisión de datos GPRS.

INDICE

1. MARCO TEÓRICO

1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS Y ESTÁNDARES CELULARES	2
1.2.1. Introducción	
1.2.2. Sistemas de Telefonía Celular	3
1.2.3. TDMA/SMS	4
1.2.3.1. TDMA	
1.2.3.2. SMS	5
1.2.4. GSM/GPRS	
1.2.4.1 GSM	
1.2.4.2. Arquitectura de la Red GSM	6
1.2.4.3. GPRS	7
1.3. SISTEMA GPS	9
1.4. SISTEMA GIS	11
1.5. SISTEMAS AVL	12

2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN	14
2.2. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN	15
2.2.1. Sistema Móvil	
2.2.2. Sistema Central de Gestión	16
2.3. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	17
2.3.1. Módulo SIEMENS XT56	
2.3.1.1 Descripción de Hardware	
2.3.1.1.1 Interfaces Seriales GPS	18
2.3.1.1.2 Interfaces Seriales GSM	19

2.3.1.1.3 Interfaces SIM de la aplicación GSM	20
2.3.1.2. Descripción de Software	
2.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	22
2.4.1. Sistema Móvil	23
2.4.1.1. Estructura Física	
2.4.1.1.1 Fuente	24
2.4.1.1.2 Módulo de Comunicación	26
2.4.1.1.3 Controlador	27
2.4.1.2. Estructura Lógica	
2.4.2. Sistema Central Gestión	31
2.4.2.1. Estructura Física	
2.4.2.1.1. Sistema de Comunicación	32
2.4.2.1.2. Estación Servidor	33
2.4.2.2. Estructura Lógica	
2.5 PRESUPUESTO ECONÓMICO DEL PROTOTIPO	39
3. PRUEBAS DE CAMPO	
3.1. ENERGIZACIÓN DEL MÓDULO	42
3.2. INICIALIZACIÓN DEL MÓDULO Y ENLACE A LA RED GPRS	43
3.3. TRÁFICO DE DATOS	44
3.4. ANÁLISIS DE COBERTURA	46
4. APLICACIONES FUTURAS	
4.1. APLICACIONES FÍSICAS	48
4.1.1. Energización Auxiliar	
4.1.2. Periféricos de Salida	
4.1.3. Periféricos de Entrada	49
4.2. APLICACIONES DE SERVICIO	50

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. CONCLUSIONES	52
5.2. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO SIEMENS XT56	57
ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F877	60
ANEXO 3. CARACTERÍSTICAS DEL REGULADOR LM2677	62
ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS DEL REGULADOR LP3982	64
ANEXO 5. CARACTERÍSTICAS DEL MAX232	66
ANEXO 6. DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS	68
ANEXO 7. PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR	72
ANEXO 8. PROGRAMA DEL SERVIDOR	78
ANEXO 9. MANUAL DE USUARIO DEL PROGRAMA SERVIDOR	92
INDICE DE FIGURAS	98
INDICE DE TABLAS	100
GLOSARIO	101
INDICE DE DATASHEETS	104

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. INTRODUCCIÓN

El ser humano por naturaleza es un ente sociable. A través de la historia su evolución y desarrollo ha estado ligado estrechamente a los sistemas de comunicación que este mismo ha desarrollado, desde el lenguaje oral y escrito hasta las formas más avanzadas de telecomunicaciones para transmitir y receptor información, y en general relacionarse con el resto de sus semejantes y el medio en que se desenvuelve.

En la actualidad se cuentan con diversos medios y sistemas de comunicación que permiten emplearlos para necesidades y actividades del convivir diario. Su selección dependerá del servicio que se desea ofrecer y de un conjunto de parámetros fundamentales a cumplir como la cantidad y velocidad de transmisión de información, la distancia entre los intercomunicadores o usuarios, la fiabilidad y estabilidad de la transferencia, el grado de seguridad, el coste, el número de abonados y/o puntos de enlace, su tasa de crecimiento, entre otros.

En el desarrollo de las telecomunicaciones ha sido fundamental el estudio de la transmisión de información a través de ondas radioeléctricas por medios no guiados (espacio libre). Consecuentemente, de ello se ha logrado aprovechar plenamente el carácter inalámbrico y la movilidad inherente para enlazar ya no solo puntos fijos sino también terminales fijos y móviles dentro de un área de cobertura con características de calidad determinada¹.

¹ Transmisión por Radio, Hernando Rábanos José Maria, 1995

A la par con el desarrollo de dicha tecnología ciertos servicios como la localización y la telefonía pública y privada se fueron desplegando, haciendo uso de la gran oblicuidad, versatilidad y flexibilidad que esta ofrece. Desde sus inicios las redes móviles terrestres se las utilizaron en gran medida para dar comunicación a flotas de vehículos, cuyo operabilidad con el pasar del tiempo fue empleando redes cada vez más complejas con niveles de cobertura muy amplios.

1.2. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS Y ESTÁNDARES CELULARES

1.2.1. Introducción

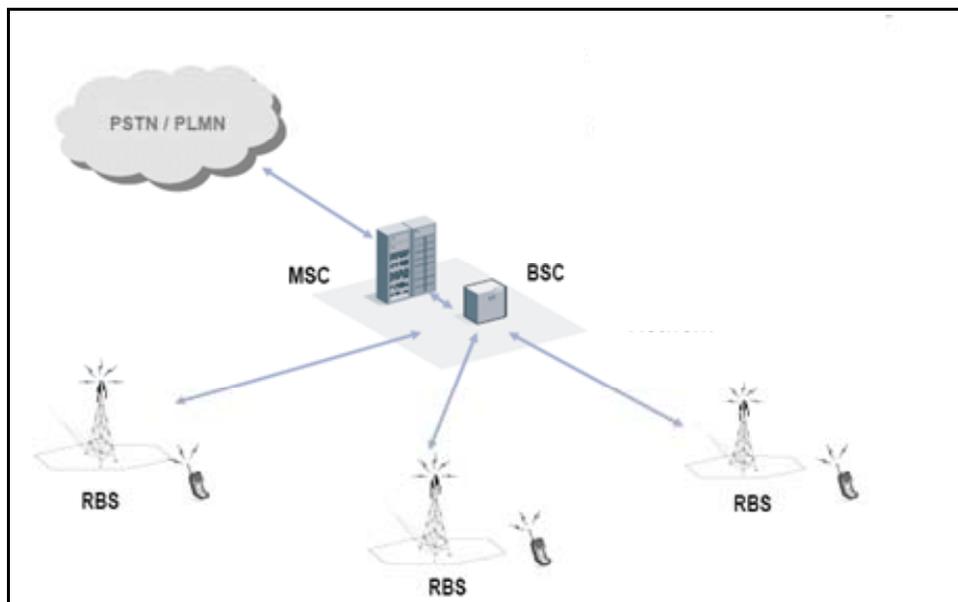


Figura. 1.1. Telefonía móvil

El servicio de telefonía móvil pública constituye un avance considerable sobre los sistemas PMR (*Private Mobile Radio*, Radio Telefonía Móvil Privado) y tiene como fin proporcionar al usuario un servicio telefónico público móvil. El sistema persigue, entre otros, los siguientes objetivos:

- Gran capacidad de abonados.
- Calidad telefónica similar o superior a la del servicio telefónico convencional.

- Utilización eficaz del espectro, lo que requiere una esmerada planificación de las frecuencias.
- Conmutación automática de radiocanales.
- Capacidad de expansión.
- Coste razonable.

En dichos sistemas es necesario conseguir una amplia cobertura y una gran capacidad de tráfico con un limitado número de frecuencias.

1.2.2. Sistemas de Telefonía Celular

Un sistema de telefonía celular es un sistema de telefonía móvil pública que provee de una conexión inalámbrica con un PSTN (*Public Switched Telephone Network*, Red de Telefonía Pública Conmutada) para un gran número de abonados en una amplia área geográfica y en un espectro de frecuencia limitado.

La zona de cobertura se divide en zonas más pequeñas llamadas células, a las que se asigna un número cierto de radiocanales, dotándolas de otras tantas estaciones de base transmisoras y receptoras. Estas células son separadas entre sí una cierta distancia, llamada cocanal y que es función del valor de la relación de protección de RF admisible, aprovechado así la reutilización de las mismas frecuencias para dar mayor capacidad de usuarios.

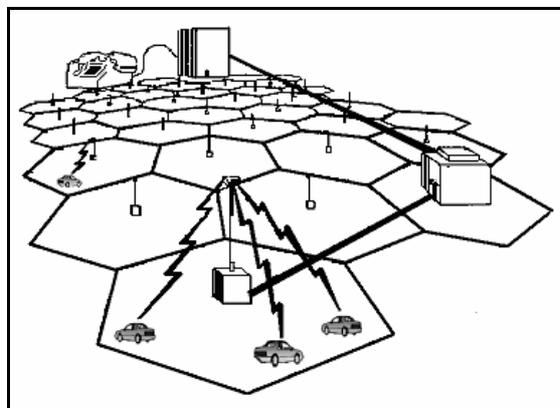


Figura. 1.2. Sistema Celular

1.2.3. TDMA/SMS

1.2.3.1. TDMA

En cualquier sistema de telecomunicación, la técnica de acceso múltiple es la metodología que regula la disponibilidad por parte de los usuarios de los recursos y facilidades de red y las directrices para el establecimiento de protocolos de acceso específico². Dentro de tecnologías de múltiple acceso para sistemas móviles digitales están TDMA (*Time Division Multiple Access*, Acceso Múltiple por División de Tiempo) y CDMA (*Code Division Multiple Access*, Acceso Múltiple por División de Código).

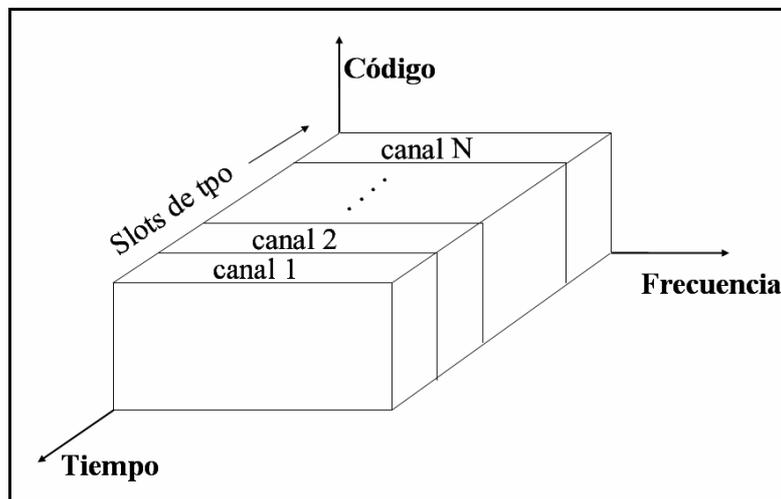


Figura. 1.3. Representación gráfica de TDMA

TDMA es una técnica de acceso múltiple para comunicaciones móviles, en la que cada canal de frecuencia es compartido por varios usuarios en ráfagas de información. Para ello el radio espectro ha sido dividido en slots o canales, y en cada uno de ellos solo un usuario puede transmitir o recibir información.

Los sistemas TDMA administran los datos bajo el método buffer-and-burst lo que indica que la transmisión no es continua sino cíclica, es decir, los usuarios recurren a un slot de tiempo cada frame, donde N slots componen un frame.

² Transmisión por Radio, Hernando Rábanos José Maria, 1995

Esta técnica ha sido usada por varios sistemas de comunicación móvil como DAMPS (*Digital Advanced Movil Phone System*, Sistema Avanzado de Telefonía Móvil) y GSM (*Global System for Mobile Communications*).

1.2.3.2. SMS

El servicio de mensajes cortos o Short Messages Systems (SMS) fue iniciado con los sistemas celulares digitales de segunda generación. Es un sistema basado en paquetes que envían datos sobre los canales de control en sistemas celulares digitales. SMS permite a las operadoras de telefonía celular ofrecer funciones como:

- Confirmación de ordenes de trabajo (médicos, delivery, correo)
- Transmisión de noticias, estado de tránsito, teletexto.
- Compatible en sistemas AVL vía GPS
- Comunicación con Palm y otros ordenadores de mano.
- Posibilidad de uso con herramientas de control y telemetría.
- Sensado de instrumentos, control de presencia y acceso remoto
- Telemarketing y puesto de venta
- Control de distribución, envío y recepción de productos
- Mensajería despacho y seguridad móvil, en vehículos o personas.
- Interacción con Servidor de datos remoto WAP.

Un inconveniente, es que los mensajes SMS tienen una longitud limitada --160 caracteres en GSM, 256 bytes en IS-136 (TDMA) y 255 caracteres en CDMA. También, el uso de los canales de control limita el ancho de banda disponible para los servicios SMS.

1.2.4. GSM/GPRS

1.2.4.1 GSM

El Sistema Global para Comunicaciones Móviles GSM (*Global System for Mobile Communications*) fue originalmente desarrollado como estándar europeo para la telefonía

móvil digital por la CEPT (*Conférence Européenne des Postes et Télécommunications*) en 1982. GSM se ha convertido actualmente en el sistema móvil de uso más difundido en el mundo y se usa en las frecuencias de 900, 1800 y 1900 MHz. En Ecuador está implementado en la frecuencia de 850 MHz por la compañía CONECEL (Porta).

Este estándar de radiotelefonía móvil digital está constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales móviles mediante un canal digital. Además permite el acceso a redes de comunicación avanzadas como ISDN (*Integrated Services Digital Network*, Red Digital de Servicios Integrados), es más GSM es ISDN móvil en términos de servicio. Utiliza el sistema de acceso múltiple por división en el tiempo de ocho intervalos (TDMA) con espaciamiento de portador de 200 kHz.

De las ventajas que se puede describir se citará las siguientes:

- GSM es un estándar en el mundo entero.
- Bajo costo en infraestructura y costo de los materiales.
- Roaming internacional.
- Sistema totalmente digital.
- Mejor calidad de voz.
- Privacidad en las conversaciones y seguridad (Incrementada con la encriptación).
- Alta eficiencia espectral (mejor resistencia a la interferencia).
- Servicio de Datos, compatible con el ISDN.
- Uso eficiente de la potencia.

1.2.4.2. Arquitectura de la Red GSM

Todas las redes GSM se pueden dividir en cuatro partes fundamentales y bien diferenciadas:

La Estación Móvil o Mobile Station (MS). Consta a su vez de dos elementos básicos que debemos conocer, por un lado el terminal o equipo móvil y por otro lado el SIM o Subscriber Identity Module.

La Estación Base o Base Station Subsystem (BSS). Sirve para conectar a las estaciones móviles con los NSS (*Network and Switching Subsystem*, Subsistema de Conmutación y Red), además de ser el encargado de la transmisión y recepción.

El Subsistema de Conmutación y Red o Network and Switching Subsystem (NSS). Este sistema se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red

Los Subsistemas de soporte y Operación o Operation and Support Subsystem (OSS). Los OSS se conectan a diferentes NSS y BSC para controlar y monitorear toda la red GSM.

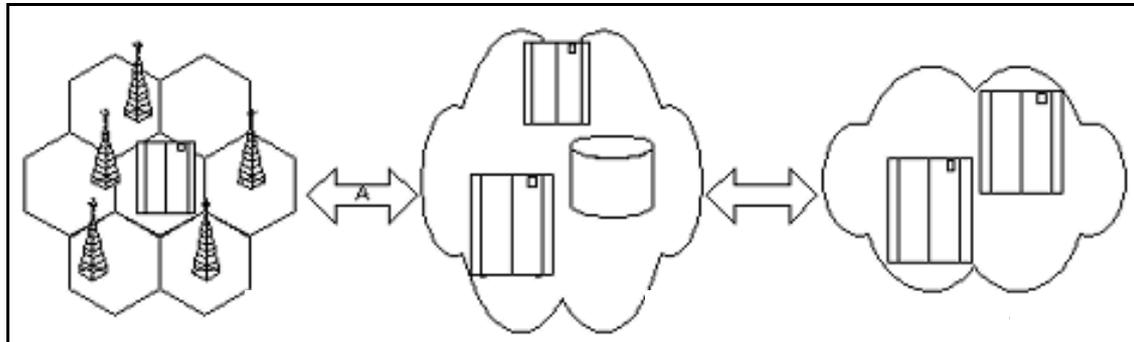


Figura. 1.4. Red GSM

1.2.4.3. GPRS

El sistema GSM es un sistema de comunicación móvil digital de segunda generación que apareció para dar respuestas a los problemas de los sistemas analógicos. Sin embargo, a pesar de ser excelente para transmisión de voz, tenía ciertas limitaciones al momento de enviar y recibir datos. La razón se debía a que el sistema se basa en la conmutación de

circuitos y esto obliga a tener los recursos ocupados durante la comunicación. Adicionalmente dicha disponibilidad de recursos involucra su respectiva tarificación.

Posteriormente apareció el servicio GPRS (*General Packet Radio Service*) para mejorar GSM (2.5G) y permitir la transmisión de datos por medio de la conmutación de paquetes. Con ello los terminales están habilitados para enviar y recibir datos todo el tiempo a altas velocidades (típicamente entre 32 y 48 kbps), sin interferir para realizar llamadas telefónicas al mismo tiempo y tarifando únicamente por el volumen de información transferida.

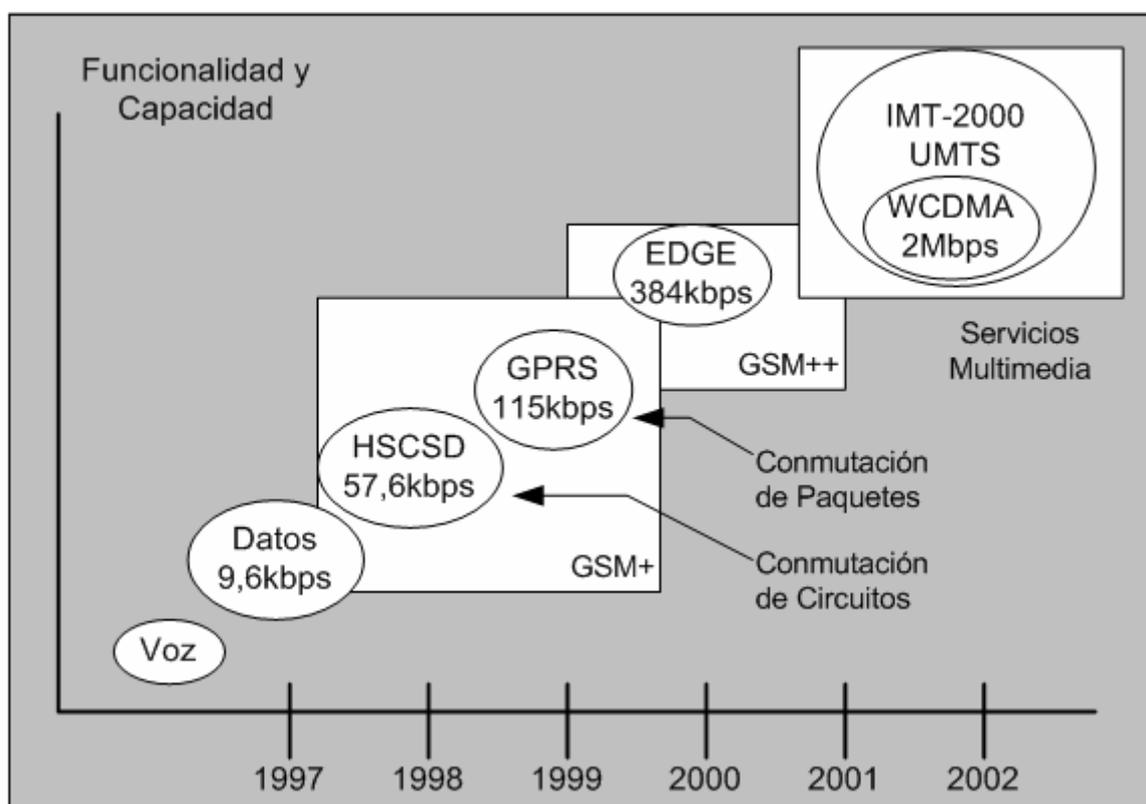


Figura. 1.5. Evolución de las Generaciones de las Comunicaciones Móviles

La tecnología utilizada permite compartir a los usuarios varios canales de manera asimétrica, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red. Así el número de canales depende de cada terminal, variando de 1 a 4 para la recepción de datos y de 1 a 2 para el envío.

1.3. SISTEMA GPS

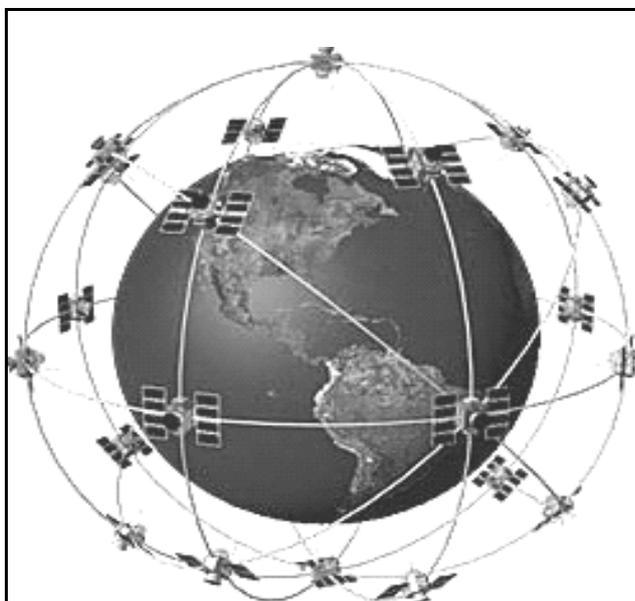


Figura. 1.6. Sistema GPS

El GPS (*Global Positioning System*, Sistema Global de Posicionamiento) fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para mejorar su anterior sistema militar de satélites de navegación TRANSIT. Este sistema está disponible para usuarios civiles desde 1967 y es ampliamente usado en técnicas geodésicas en todo el mundo. Por exigencias militares, su desarrollo fue necesario para poder implementar un sistema de navegación en tiempo real, más preciso y de forma continua en tierra, mar o aire, en toda condición meteorológica y en un sistema unificado de cobertura global.

Sistema	Cobertura		Dimensiones de Ajuste	Aproximación del posicionamiento
	Global	Continua		
Loran-C	No	Sí	2D	250 m
Omega	Sí	Sí	2D	2-4Km
Transit	Sí	No	2D	25m
GPS	Sí	Sí	3D más tiempo	Horizontal 5m /Vertical 7.5m

Tabla. 1.1. Resumen del desarrollo los Sistemas de Radionavegación

El sistema GPS se compone de una constelación de 21 satélites (más 3 de reserva) repartidos en 6 órbitas. Dichas órbitas son casi circulares, situadas a una altura de 20.180 kms y una inclinación respecto al plano del ecuador de 55° . Cada uno de los satélites emite su señal con una potencia de 700W e incorporan un reloj atómico muy estable y preciso.

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

La distancia entre el usuario (receptor GPS) y un satélite se mide multiplicando el tiempo de vuelo de la señal emitida desde el satélite por su velocidad de propagación. Por tanto, para medir el tiempo de vuelo de la señal de radio (UHF - *Ultra High Frequency*, Frecuencia Ultra Alta) es necesario que los relojes de los satélites y de los receptores estén sincronizados, pues deben generar simultáneamente el mismo código. Ahora bien, mientras los relojes de los satélites son muy precisos los de los receptores (osciladores de cuarzo de bajo coste) son imprecisos; a estas distancias con errores debidos al sincronismo se denominan *pseudodistancias*. Finalmente la desviación en los relojes de los receptores añade una incógnita más que hace necesario un mínimo de cuatro satélites para estimar correctamente las posiciones.

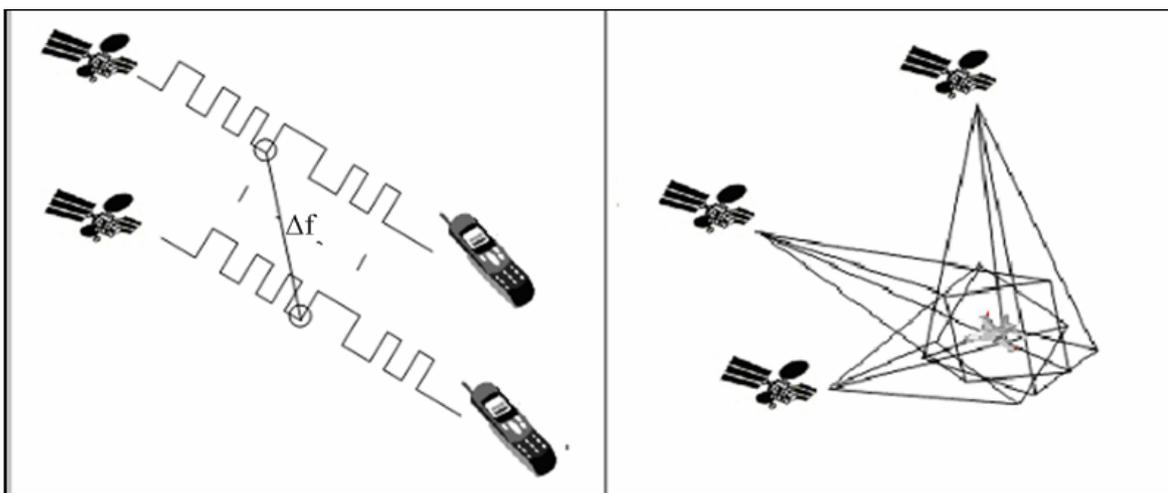


Figura. 1.7. a) Determinación del tiempo de la señal del satélite. b) Triangulación desde los satélites.

A continuación se detallan algunos de los campos civiles donde se utilizan en la actualidad sistemas GPS:

- Estudio de fenómenos atmosféricos.
- Localización y navegación en regiones inhóspitas.
- Modelos geológicos y topográficos.
- Ingeniería civil.
- Sistemas de alarma automática.
- Sincronización de señales.
- Guiado de disminuidos físicos.
- Navegación y control de flotas de vehículos.
- Sistemas de aviación civil.
- Navegación desasistida de vehículos.

1.4. SISTEMA GIS

Un sistema GIS (*Geographic Information System*, Sistema de Información Geográfica) es un sistema computacional capaz de capturar, almacenar, analizar y desplegar información geográfica referenciada. También está considerado dentro de este sistema al conjunto de procedimientos, operaciones, recursos e información espacial que se utilizan para dichos fines.

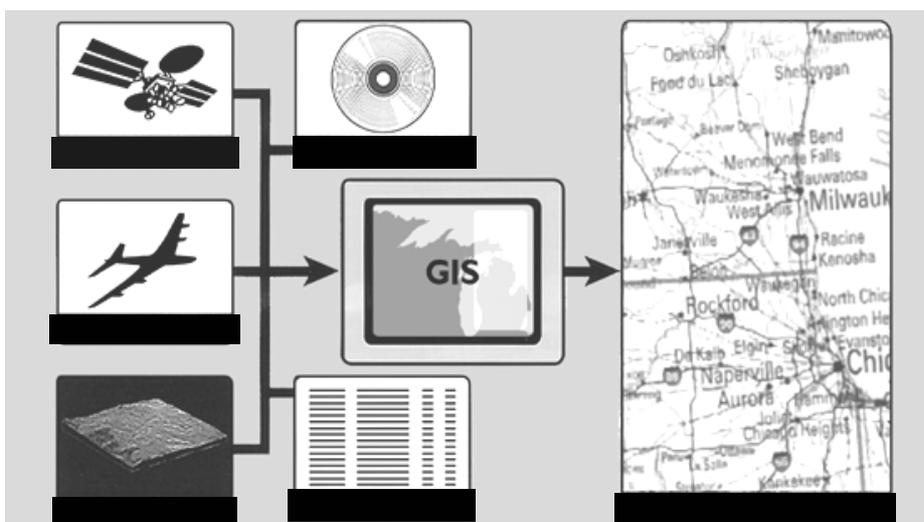


Figura. 1.8. Sistema GIS

La gran ventaja que ofrece un sistema GIS es la capacidad para relacionar diferente información en un contexto espacial y alcanzar importantes conclusiones de estas relaciones. Así, un GIS puede revelar importante nueva información que conlleve a tomar decisiones y anticiparnos a futuros eventos de manera eficiente.

Todas estas bases de datos que se generan por información tabulada, mapas preestablecidos, fotografías, registros almacenados, datos capturados en tiempo real y otros, se despliegan a manera de mapas digitales, donde se resumen las características requeridas de un área geográfica, las relaciones de sus elementos y eventos, de manera visual.

Entre los paquetes que se pueden encontrar en el mercado de Sistemas GIS para PC están ESRI ArcView, AutoCad Map, MicroStation Geo-graphics y MapInfo.

1.5. SISTEMAS AVL



Figura. 1.9. Sistema AVL

El AVL (*Automatic Vehicle Localization*, Localización Automática de Vehículos) es un sistema avanzado de comunicaciones para el monitoreo y rastreo remoto de vehículos. Su misión es transmitir los datos de localización que tiene el receptor GPS de varios vehículos, hacia un centro de control, a través de un medio de comunicación existente como radio convencional, radio troncalizado, teléfono celular o radio satelital. Ya en la

central de gestión, dicha información es desplegada en tiempo real en un mapa digitalizado de la ciudad o región de operación.

Los sistemas AVL son también un aspecto de la administración de flotillas. Permiten conocer a cada momento el lugar geográfico en donde se encuentra o se encontraba un vehículo en un momento dado sin la intervención de sus tripulantes.

CAPÍTULO 2

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Para la implementación de un sistema de localización de vehículos se parte de la necesidad de utilizar un sistema de radiocomunicación móvil de cobertura zonal el cual permita la transmisión de información de los distintos usuarios que se encuentren en dicha área de servicio hacia un servidor central. En el capítulo anterior se describieron de manera teórica las tecnologías de redes celulares más divulgadas en nuestro medio. Partiendo de este hecho, se destaca la versatilidad e inherente flexibilidad que sus servicios brindan al estar un usuario enlazado a la red. Por dicho motivo se propone el servicio GSM como estándar de comunicación sobre el cual operar la aplicación propuesta. Además su servicio de transmisión de datos GPRS ofrece una mayor capacidad, disponibilidad, fluidez y rapidez en la transmisión de datos que el servicio SMS para el reporte y solicitud de información desde la central de gestión a los diferentes usuarios móviles del actual sistema AVL.

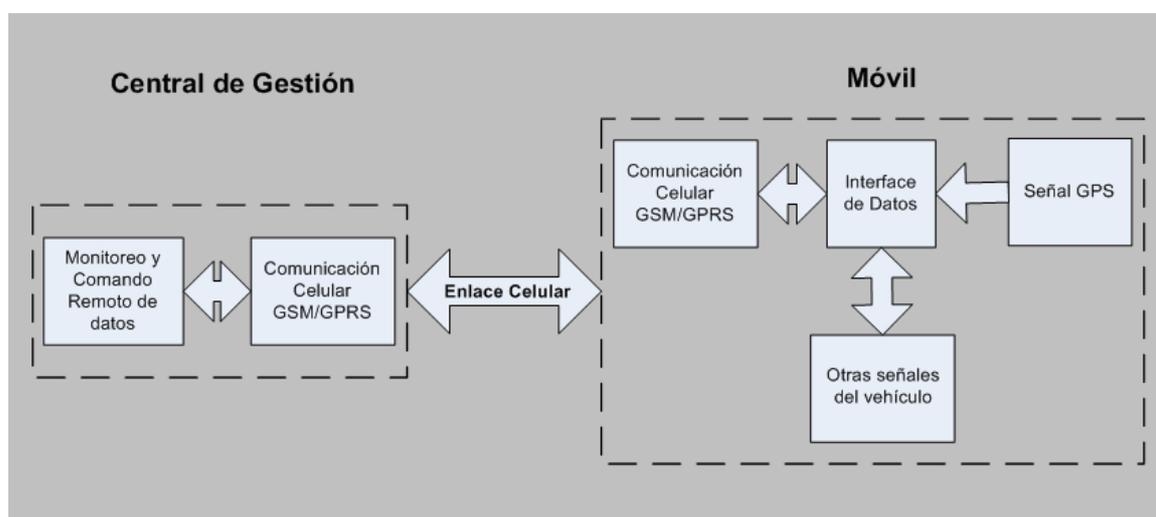


Figura 2.1 Diagrama de Bloques del AVL

Conjuntamente con la arquitectura del sistema de monitoreo vehicular se debe implementar el manejo de las señales de posicionamiento global individualmente para cada usuario, motivo por el cual todos los vehículos deben portar un receptor GPS para la administración propia de su posición en Coordenadas Longitudinales, UTM (*Universal Transverse Mercator*, Sistema Mercantil Transversal Universal), y reportarlo por el sistema ya mencionado.

2.2. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

2.2.1. Sistema Móvil

Para la comunicación vehículo-estación de monitoreo se requiere de un módem celular que tenga características de comunicación GSM/GPRS que opere en la banda de 850MHz (acorde a la frecuencia del portador que ofrece dicho servicio en la actualidad en el Ecuador). Además se requiere de un receptor GPS para determinar la posición actual a través de triangulación satelital. Para el desarrollo de dicha tareas importantes se ha escogido al módulo de rastreo SIEMENS XT56 que combina las tecnologías GSM/GPRS y GPS en una sola tarjeta PCB (*Printed Circuit Board*, Tarjeta de Circuito Impreso) fabricado específicamente para sistemas AVL. Esta tarjeta de desarrollo se detallará más adelante.

A pesar de que el módulo podría por si solo habilitar al vehículo en el sistema AVL, se ha considerado un microcontrolador 16F877 como centro de control local para la administración de las señales, filtro y almacenamiento de datos, sincronización del sistema interno, y comando del dispositivo. Se ha recurrido a este microcontrolador debido a su número puertos de comunicación, manejo de interfaces seriales, suficiente capacidad de memoria para la aplicación, facilidad de programación para futuros cambios y aplicaciones en el vehículo, además de su amplio uso en el mercado y su tan conocido desempeño.

Adicionalmente se pueden implementar una serie de aplicaciones internas para el manejo de automóvil como displays o indicadores visuales y auditivos de estados o

eventos, sistema de sensores de velocidad, niveles de aceite y/o gasolina, seguridad y cualquier otra medición sensible a ser monitoreada y que sea requerida por el usuario.

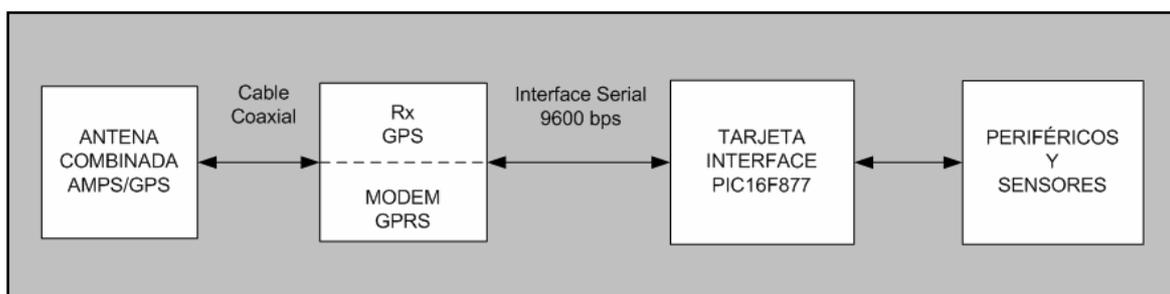


Figura. 2.2 Equipo móvil

2.2.2. Sistema Central de Gestión

En el diseño del presente prototipo, se necesita un módem celular de iguales características que el de los usuarios para la transmisión y recepción de información en el centro de control del sistema AVL. En este caso se efectuaría un enlace punto a punto entre cada móvil y la central como ocurre en una comunicación convencional entre dos teléfonos celulares. La diferencia se determina en que el manejo de la información está basado en el protocolo TCP/IP y que el sistema de red permite el acceso de servicios de internet por parte de ambos.

Cabe recalcar que en una aplicación real, el tráfico de datos y el número de usuarios será mucho mayor como para manejar un enlace de este tipo. Para ello será necesario de que el portador celular implemente un enlace dedicado que encamine los paquetes de los entes móviles hacia la central de gestión. Consecuentemente este nivel del sistema recurrirá a una estructura más compleja para ofrecer un servicio eficiente y una mayor capacidad.

Toda la información debe estar previamente registrada en una base de datos la cual deberá interactuar constantemente con un programa en lenguaje visual que muestre a través de un mapa digital la localización y el estado de los usuarios. Por ello se destinará una PC con los recursos necesarios tanto en hardware y software para el desempeño de esta tarea.

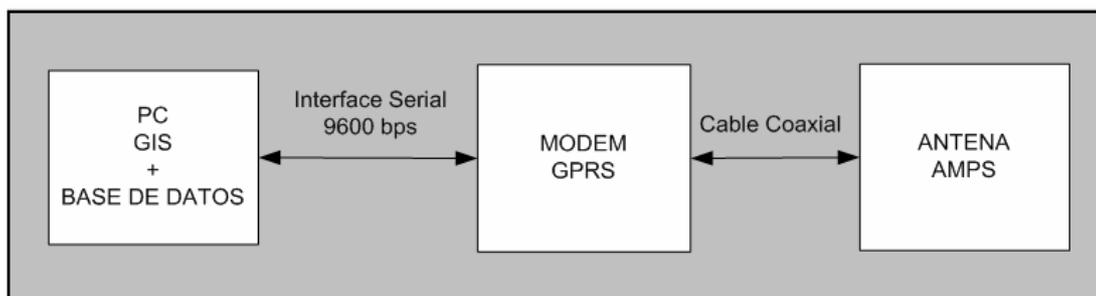


Figura. 2.3 Equipos de la Central de Gestión

2.3. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

2.3.1. Módulo SIEMENS XT56

El XT56 es un módulo de rastreo que trabaja con la tecnología GSM/GPRS en tres bandas de frecuencia diferentes (850/1800/1900 MHz), lo que le permite cubrir el espectro de redes GSM; adicionalmente combina la tecnología GPS para la localización global conjuntamente en una sola PCB. Debido a su diseño compacto le permite ser incorporado fácilmente en diferentes aplicaciones M2M (*Man to Machine*, Hombre a Máquina) y soluciones de seguridad, localización de vehículos y personas, y aplicaciones de transportación y logística.¹

2.3.1.1. Descripción de Hardware

Característica	Funcionamiento
Voltaje de alimentación	3.3V – 4.8V para el módem GSM/GPRS 3.3V ± 5% para el dispositivo GPS
Bandas de frecuencia	GSM 850MHz, GSM 1800MHz, GSM 1900MHz;
Potencia de transmisión	Clase 4 (2W) en EGSM 900 y GSM 850 Clase 1 (1W) en GSM 1800 y GSM 1900
Conexión GPRS	GPRS multi-slot clase 10 GPRS estación móvil clase B

¹ www.synergy-gps.com, XT55_56_Brochure

Característica	Funcionamiento
Datos	GPRS: GPRS transferencia de datos Downlink: max. 85.6 kbps GPRS transferencia de datos Uplink: max. 42.8 kbps Esquema de codificación: CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4 CSD: Tasa de transmisión CSD: 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps WAP
SMS	MT, MO, CB, Texto y modo PDU Almacenamiento SMS : tarjeta plus SIM 25 SMS Transmisión de SMS alternadamente sobre CSD o GPRS.
MMS	MMS
FAX	Grupo 3: Clase1, Clase2
Interface SIM	Tarjeta SIM 3V
Interfaces de audio	Dos interfaces analógicas de audio, 1 interfaz digital de audio
Dos interfaces seriales GSM	Tasa de baudios: 300bps ... 230kbps
Dos interfaces seriales GPS	Tasa de baudios: 4800 ... 115200 bps

Tabla. 2.1 Características Generales del Módulo SIEMENS XT56

Este módulo permite el acceso a sus interfaces de comunicación, alimentación de voltaje y sistema de tierra del hardware GSM/GPRS y GPS a través de un conector de 80 pines localizado en su cara inferior como se muestra en la Figura 2.3. Dichos pines permiten al diseñador y desarrollador habilitar físicamente varios interfaces y servicios del dispositivo que vienen implementados acorde a las características de la aplicación. De las interfaces utilizadas en el prototipo se cuentan: Interface Serial de GPS, Interface Serial GSM e Interface SIM (*Subscriber Identity Module*, Módulo de Identidad de Suscriptor) del GSM, además de las líneas de alimentación y tierra.

2.3.1.1.1. Interfaces Seriales GPS

Para esta aplicación se dispone de un receptor GPS de 12 canales que ofrece los servicios de navegación en coordenadas longitudinales Latitud/Longitud/Altitud. Dicha información esta disponible a través de dos interfaces seriales para ser habilitadas en el estándar RS-232 a 9600 baudios.

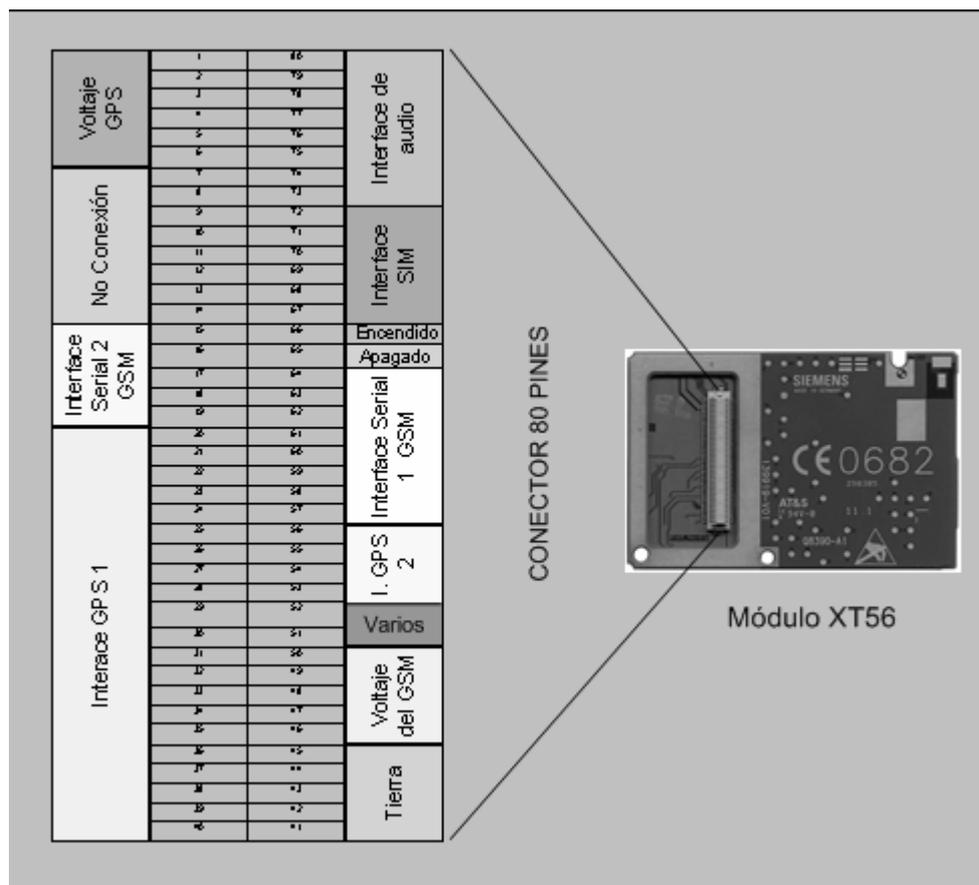


Figura 2.4. Asignación de pines del módulo XT56

2.3.1.1.2. Interfaces Seriales GSM

El dispositivo GSM del módulo está diseñado para ser usado como un DCE (*Data Circuit Terminating Equipment*, Equipo de Terminación de Circuitos de Datos) el cual se comunica a través de dos interfaces seriales asíncronas con una aplicación de cliente DTE (*Data Terminal Equipment*, Equipo de Terminal de Datos). La primera interface que consta de 8 líneas se aplica para llamadas de voz, CSD (*Circuit Switched Data*, Servicio de Datos de Circuito Conmutado), fax, GPRS y control de la sección correspondiente a GSM a través de comandos AT. Mientras tanto las segunda interface con 4 líneas se aplica en llamadas de voz, servicios GPRS y control de la GSM como en el caso anterior.

2.3.1.1.3. Interface SIM de la aplicación GSM

El SIM es una pequeña tarjeta fácilmente desmontable del dispositivo GSM que provee al módulo la conexión al sistema GSM. Posee una identificación única por su ICCID (International Circuit Card Identity, Tarjeta de Circuito de Identificación Internacional) y además almacena dentro sí la clave de identificación del suscriptor del servicio, la información de suscripción, el estado de la red, lista de contactos entre otros. Su diseño le permite al usuario trasladar toda esta información a cualquier teléfono o handset hábil disponible.

El fabricante dispone de 6 líneas de comunicación para desarrollar una aplicación para habilitar una tarjeta SIM. Entre estas tenemos, alimentación, tierra, señal de reloj o sincronismo, línea de comunicación serial bidireccional con el módem y señal de reset del SIM.

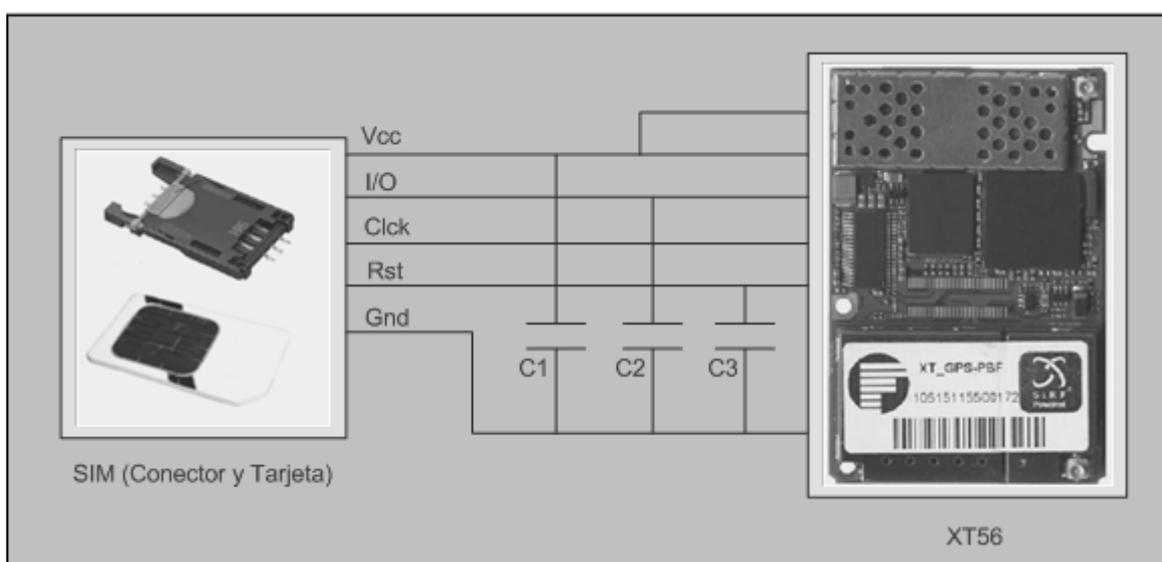


Figura 2.5. Interface SIM

2.3.1.2. Descripción de Software

Para controlar, configurar, monitorear y en sí programar el dispositivo GSM del módulo simplemente se requiere enviar a través de una de sus interfaces seriales un set de comandos específicos propios del módulo ó comandos AT. El fabricante dispone una

serie de comandos para distintas funciones, aplicaciones y servicios, entre ellas se presentan:

- Comandos de Configuración General
- Comandos de Control de Estado
- Comandos de Identificación
- Comandos de Control de las Interfaces Seriales
- Comandos de Seguridad
- Comandos relacionados con llamadas de Voz
- Comandos de Servicios de Red
- Comandos de Servicios de Internet
- Comandos GPRS
- Comandos de FAX
- Comandos SMS
- Comandos de manejo del SIM
- Comandos de Lista Telefónica
- Comandos de Control de la Interface Audio
- Comandos relacionados al Hardware
- Comandos varios

Cabe mencionar que a nivel de software internamente se encuentran embebidos ciertos manejadores de servicios que facilitan su administración y acceso. En el caso particular de la presente aplicación, el XT56 contiene un manejador o stack del protocolo TCP/IP que permite que a través de comandos específicos AT se habiliten ciertos servicios de internet. La ventaja que ofrece esta solución se encuentra en que el desarrollador no necesitará implementar su propio stack TCP/IP o PPP (*Point-to-point protocol*, Protocolo Punto a Punto), minimizando así el costo y tiempo para conectarse a la red de internet.² Los servicios de internet que se ofrecen son:

- Cliente y Servidor Socket para TCP y Cliente para UDP
- Cliente FTP

² CD DEVELOPMENT KIT XT56, xt56_atc_v0303.pdf

- Cliente HTTP
- Cliente SMTP
- Cliente POP3

2.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

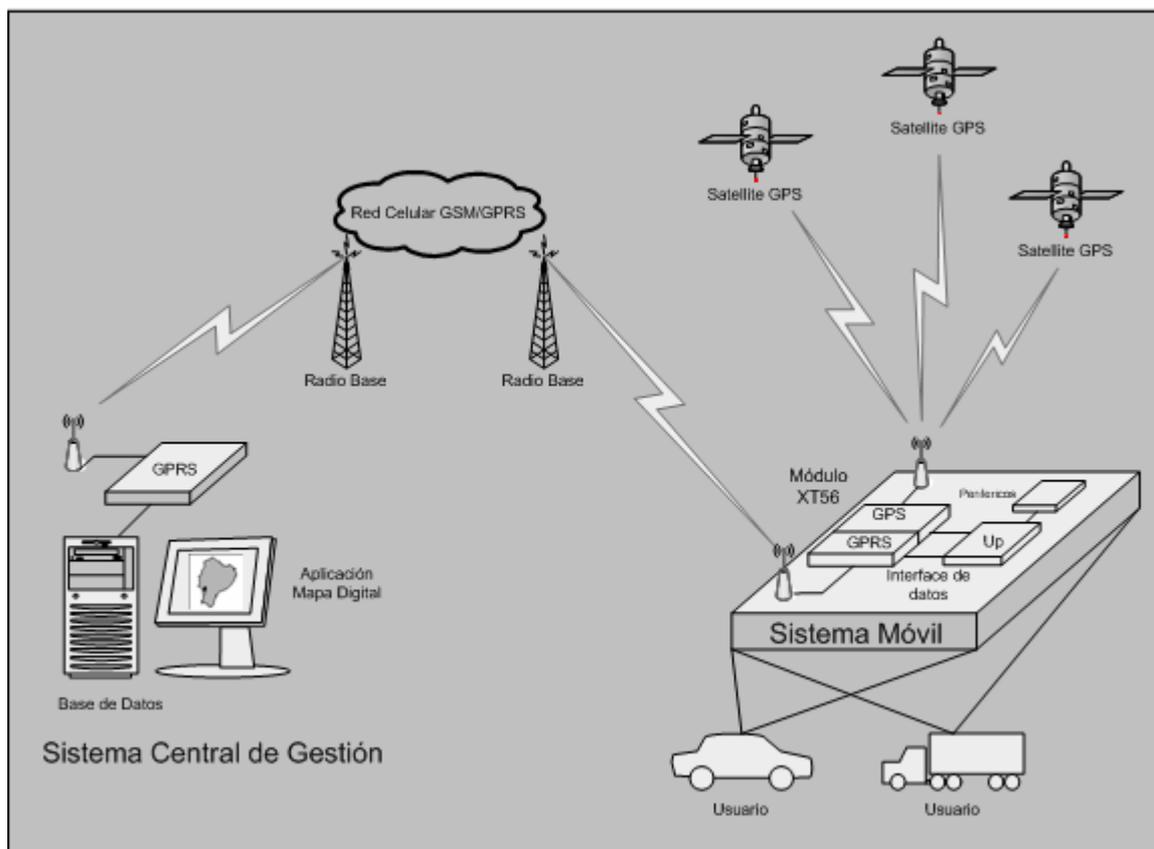


Figura 2.6 Diagrama del Sistema AVL

Hasta el momento la estructura del prototipo no presenta mucha complejidad debido a que se hacen uso de varios recursos y sistemas ya implementados, sin embargo las tareas que desempeñan tanto el sistema móvil como el servidor en la central tienen que cumplir ciertos parámetros de confiabilidad a nivel físico como lógico para ofrecer un eficiente servicio de localización y que necesitan ser desarrollados con mucha minuciosidad.

2.4.1. Sistema Móvil

Para el diseño del localizador en los vehículos se tienen que considerar varios parámetros y factores que pueden afectar o incidir en su funcionamiento como lo es la alimentación de energía, el enlace permanente de comunicación, la capacidad suficiente de almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos, la posible interferencia electromagnética que se genera en el motor del carro, diferentes tipos de interfaces necesarios para periféricos y otros más. Esto nos indica que en la implementación del sistema móvil se requiere mayores esfuerzos en relación con la central de gestión.

Partiendo de la situación de que el único recurso con el que se cuenta es el sistema de comunicación del módulo Siemens, el resto del sistema móvil se basará en sus destrezas, capacidades y características en hardware y software. Adicionalmente se ha considerado una serie de recomendaciones que el fabricante detalla para habilitar y manejar a este dispositivo y que han sido ya probadas previamente en laboratorio, lo que da una mayor seguridad al momento de utilizarlo.

2.4.1.1. Estructura Física

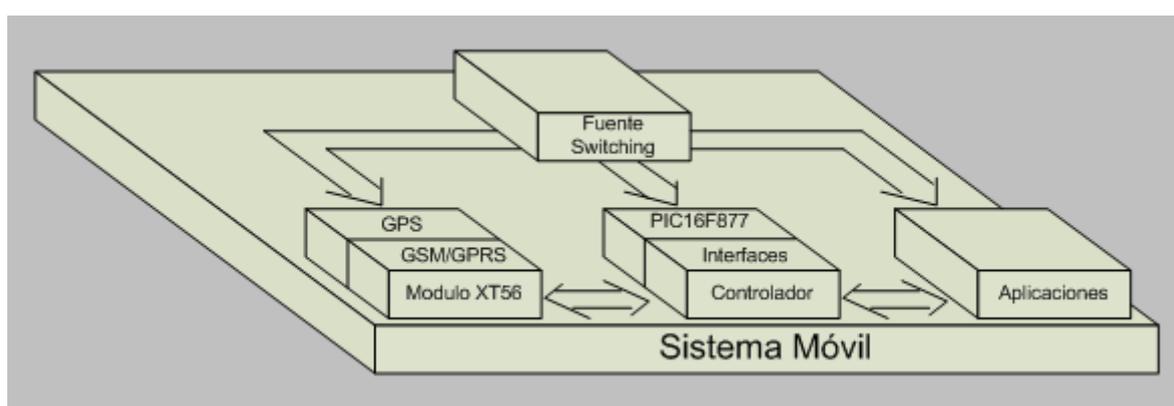


Figura 2.7. Diagrama Físico del Sistema Móvil de Comunicación

Para facilidad de manejo el sistema móvil se lo ha dividido en tres secciones principales acorde a las funciones que desempeñan, integradas de forma compacta en dos tarjetas o PCBs gracias al uso de la tecnología SMT (*Superficial Mount Technology*, Tecnología de Montaje Superficial). De esta manera se disminuyen las posibilidades de interferencia

electromagnética y presencia de ruido debido a cables o pistas largas que obligan a incluir filtros que incrementarían el costo y el tamaño del diseño, especialmente por ser un dispositivo que utiliza comunicación en radiofrecuencia.

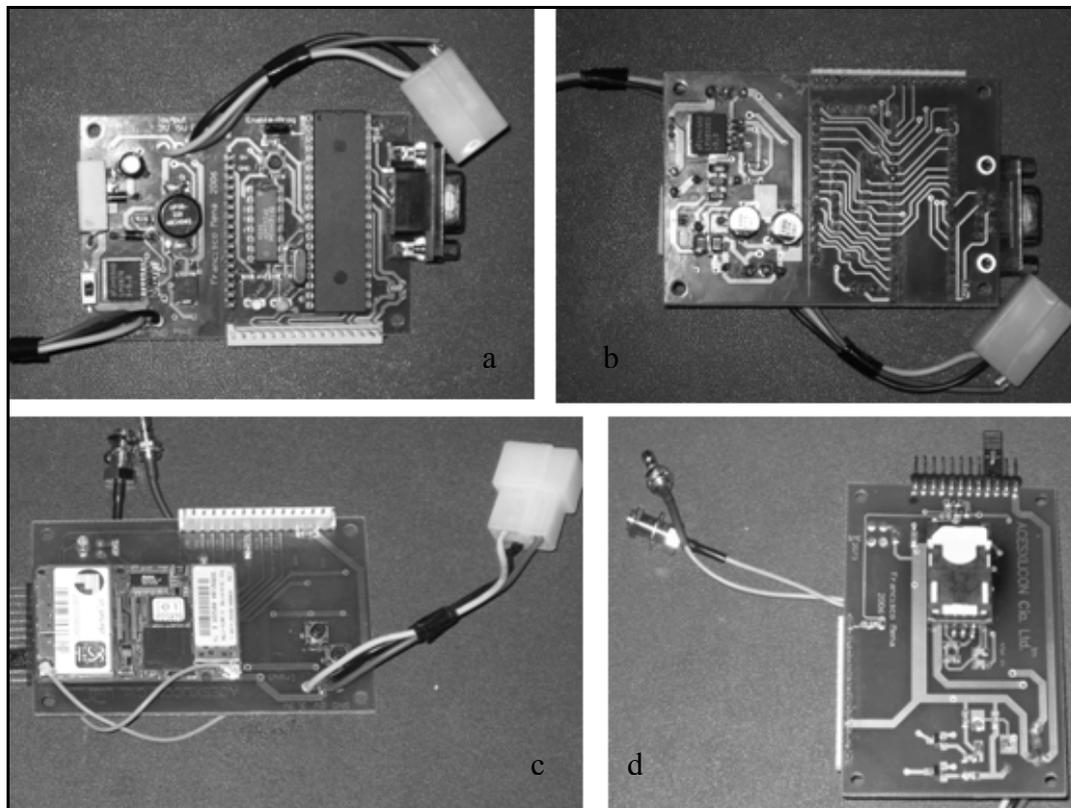


Figura 2.8. Tarjetas PCB del Sistema Móvil. a) Cara Superior PCB Fuente/Controlador. b) Cara Interior PCB Fuente/Controlador. c) Cara Superior PCB Comunicaciones d) Cara Inferior PCB Comunicaciones

2.4.1.1.1. Fuente

En la fuente de voltaje se ha hecho énfasis en un sistema de protección y filtrado inicial para evitar posibles picos de voltaje y ruido presentes en la alimentación de 12V de la batería del automóvil, debido a la naturaleza inductiva del motor. El sistema dispone de una resistencia R1 para disipación de potencia en el caso de cortos circuitos, un diodo D1 para proteger la fuente en caso de errores de polaridad, un diodo transil D2 para cortar picos de voltaje mayores a 12V y un capacitor C1 para filtrar rizos, como se puede ver en la Figura 2.9.

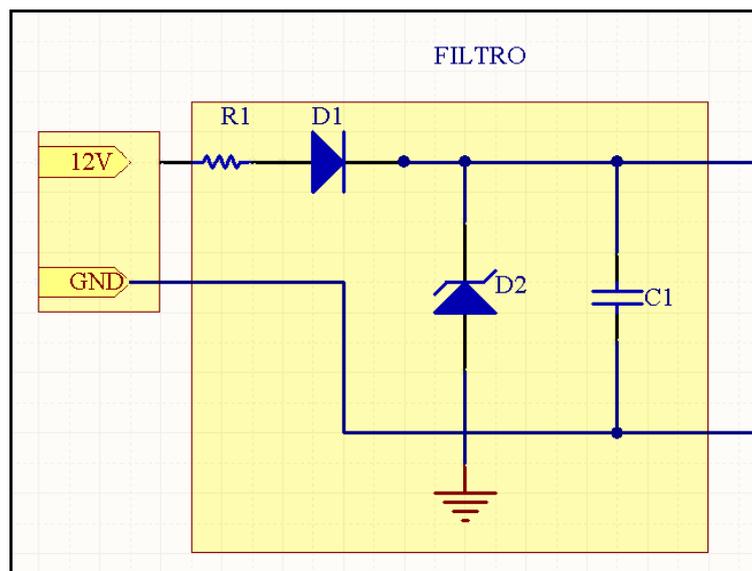


Figura 2.9. Diagrama Esquemático del filtro de la fuente

Esta tensión filtrada alimenta a una fuente de voltaje switching o conmutada con salida de 5V y 2A. Para ello se hace uso de uno de los circuitos modelo que recomienda el fabricante Nacional Semiconductors para sus ICs (*Integrated Circuit*, Circuito Integrado). Este diseño de características confiables a más de alimentar con el nivel requerido de voltaje filtra la señal de componentes parásitas en su máxima expresión. Finalmente se aplica una fuente de regulación lineal que baja la tensión de 5V a 3.3V con capacidad igual de 2A. La salida de 5V se utiliza en la alimentación de la sección GSM y la de 3.3V al módulo GPS. Ver diagrama esquemático en el Anexo 6.

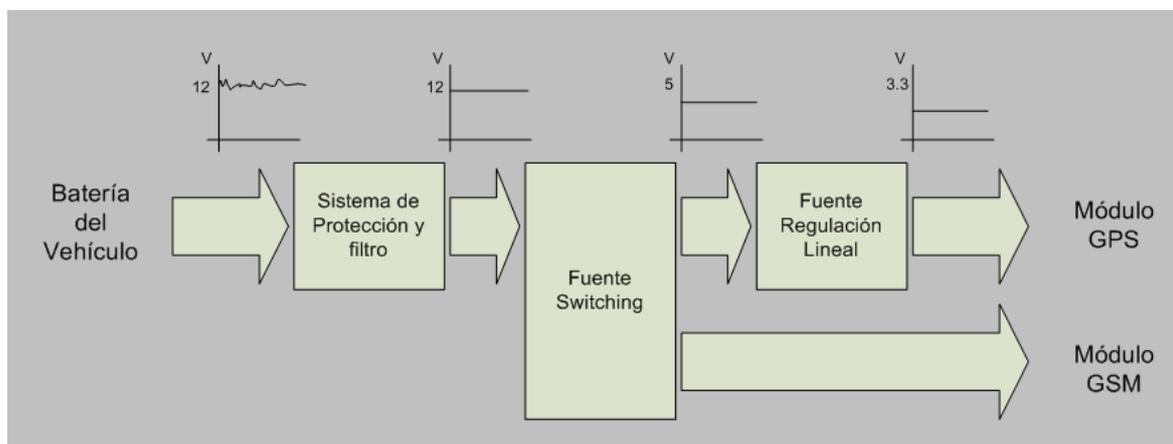


Figura 2.10. Diagrama de la fuente de alimentación

2.4.1.1.2. Módulo de Comunicación

Para el encendido del módulo celular a más de la alimentación de voltaje se requiere incluir un circuito de ignición y apagado de emergencia a través de pulsadores, lo que permite al usuario su manejo externo. Por otro lado, el módulo GPS está diseñado para iniciar su funcionamiento de recepción y procesamiento de los datos al ser solamente alimentado con 3.3V.

El recurso de identificación de cada módulo de rastreo para acceder a la red GPRS es la tarjeta SIM que el operador celular asigna al usuario luego de suscribirse. Como se muestra en la Figura. 2.5. a través de un conector de tales características se conecta la interface de esta tarjeta con los correspondientes pines del conector del módulo XT56.

Dentro de la interface de antenas se ha hecho uso de una antena combinada para comunicaciones móviles AMPS de 850MHz y para recepción GPS con impedancia de 50Ω . Para su conexión se tiene en la cara superior del módulo de rastreo los conectores U.FL de tecnología SMT.

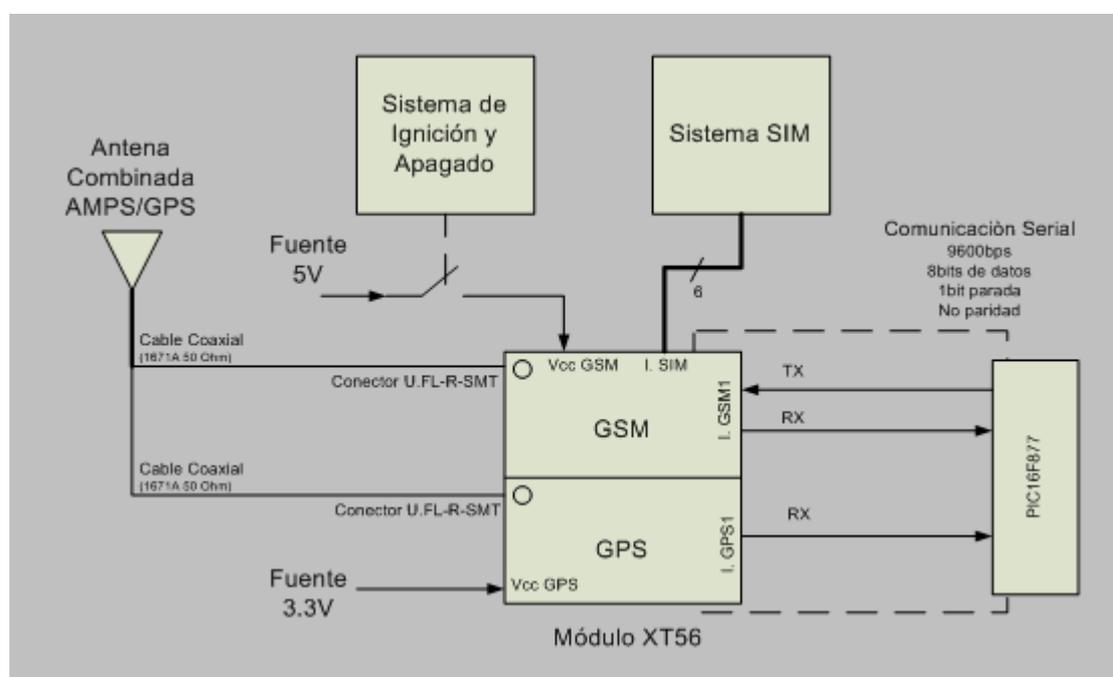


Figura 2.11. Diagrama del módulo de comunicación

Finalmente se disponen las líneas de transmisión y recepción de la interface 1 de GSM para la programación y control de la comunicación celular desde el PIC16F877 y la interface 1 de GPS para la recepción y administración de los datos de posición del vehículo.



Figura 2.12. a) Conector U.FL hembra de la antena. b) Conector U.FL macho del módulo XT56.
c) Antena combinada GSM/GPS

2.4.1.1.3. Controlador

En la sección de control el elemento principal es el microcontrolador PIC16F877 el cual coordina la secuencia de comunicación de todo el sistema móvil. Se comunica por medio de sus puertos con las líneas seriales de la sección de comunicación, dispone de dos leds de señalización de secuencia del programa interno y otros puertos disponibles para aplicaciones futuras.

2.4.1.2. Estructura Lógica

Dentro de los servicios de internet disponibles se ha escogido a la comunicación cliente a servidor Socket para TCP en el enlace del prototipo AVL, donde los móviles serán clientes y la central de gestión el servidor. Un socket no es más que una puerta entre el proceso de aplicación del módulo y el protocolo de transporte TCP. Dicha aplicación requerirá el uso de un puerto de módulo cuyo valor será mayor a 1024, dado que valores menores están reservados o estandarizados para rutinas de los sistemas operativos o

programas estándares del TCP/IP. Un socket TCP entrega una secuencia de datos bidireccional full duplex.

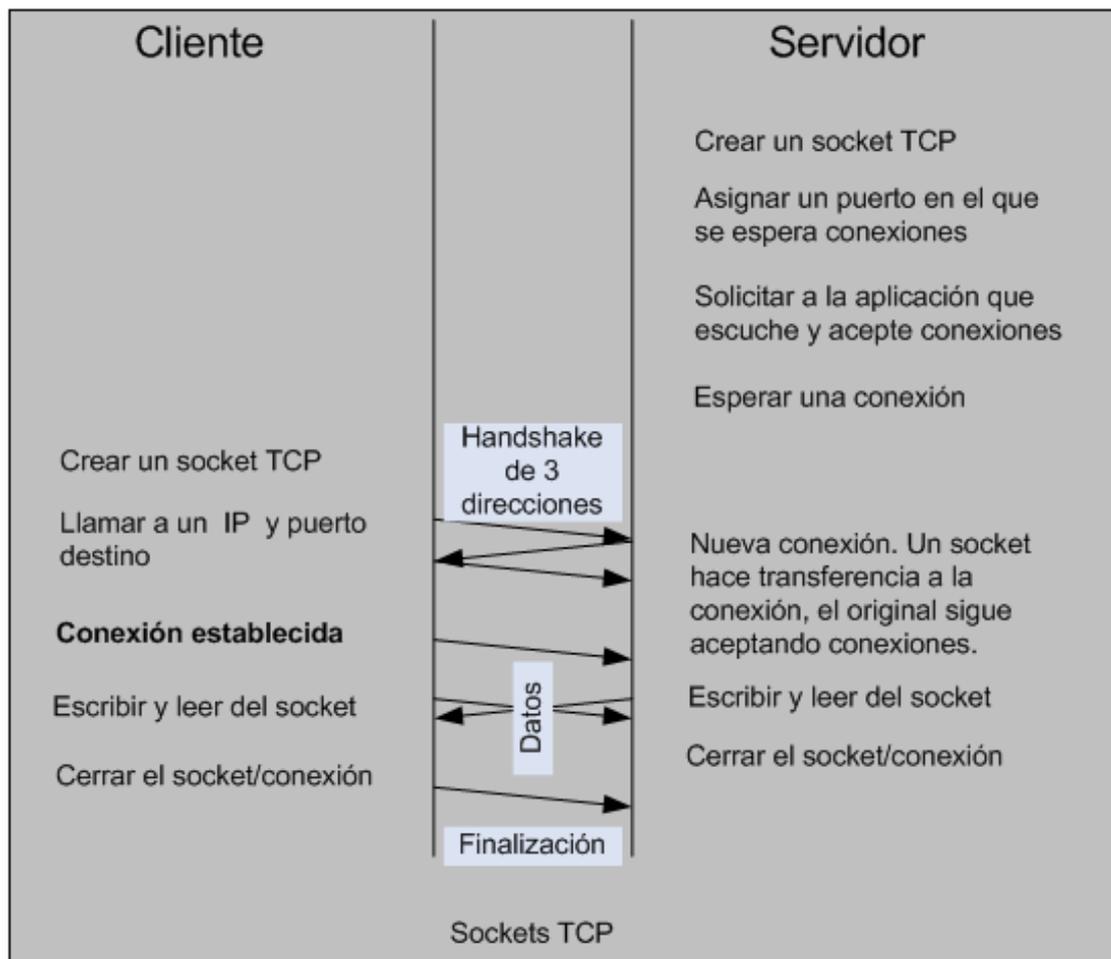


Figura 2.13. Comunicación Cliente-Servidor Socket con TCP

Como se muestra en la Figura. 2.13. el servidor debe estar ejecutándose primero y haber creado un socket por el que espera que el cliente se contacte con él. Posteriormente el cliente crea su propio socket y decide contactar al servidor especificando su dirección IP y el puerto de la aplicación. Entonces se establece la conexión TCP con el servidor.³ Cuando el servidor es contactado, este registra la dirección IP y el puerto empleado por el cliente y con estos datos finalmente crea un nuevo socket TCP para la comunicación permanente hasta su finalización. Esta secuencia se aplica de igual manera cuando el servidor se comunica con varios clientes simultáneamente.

³ web clase9y10-SocketsTCP

Con esta lógica se establece el programa del microcontrolador, aceptando previamente que la central de gestión se encuentra anteriormente enlazada al servicio GPRS y esperando en un puerto determinado la llamada de los móviles. Además la dirección IP del servidor ya se conocerá puesto que está registrada en la tarjeta SIM. Es importante mencionar que el grupo de direcciones IP asignadas en las tarjetas pertenece a una red privada que ha sido creada y destinada por el operador celular al presente prototipo AVL con un APN (*Access Point Network*, Punto de Acceso a la Red) determinado.

Para configurar al módem GSM como cliente Socket y hacer uso de los servicios de internet en la red GPRS se establece el siguiente set de comandos AT:

Creación de un perfil de conexión a internet

- `at^sics=0,alphabet,1` (Selecciona el tipo de caracteres)
- `at^sics=0,contype,gprs0` (Establece GPRS como medio de conexión a internet)
- `at^sics=0,apn,acesxilicon.porta.com.ec` (Indica el nombre del APN de la red)

Creación de un perfil de servicio

- `at^siss=0,alphabet,1` (Selecciona el tipo de caracteres)
- `at^siss=0,srvtype,socket gprs0` (Establece como socket al tipo de servicio internet)
- `at^siss=0,address,socktcp://172.31.178.2:2000` (Indica la IP y puerto del servidor)
- `at^siss=0,conid,0` (Selecciona el perfil de conexión a usar)

Inicia la sesión de internet

- `at^siso=0`

Luego de la inicialización y enlace a la red se utiliza de manera sincronizada el envío y recepción de datos a través de los comandos `at^sisr` y `at^sisw`, tomando en cuenta que máximo se pueden transmitir tramas con 150 bytes de datos.

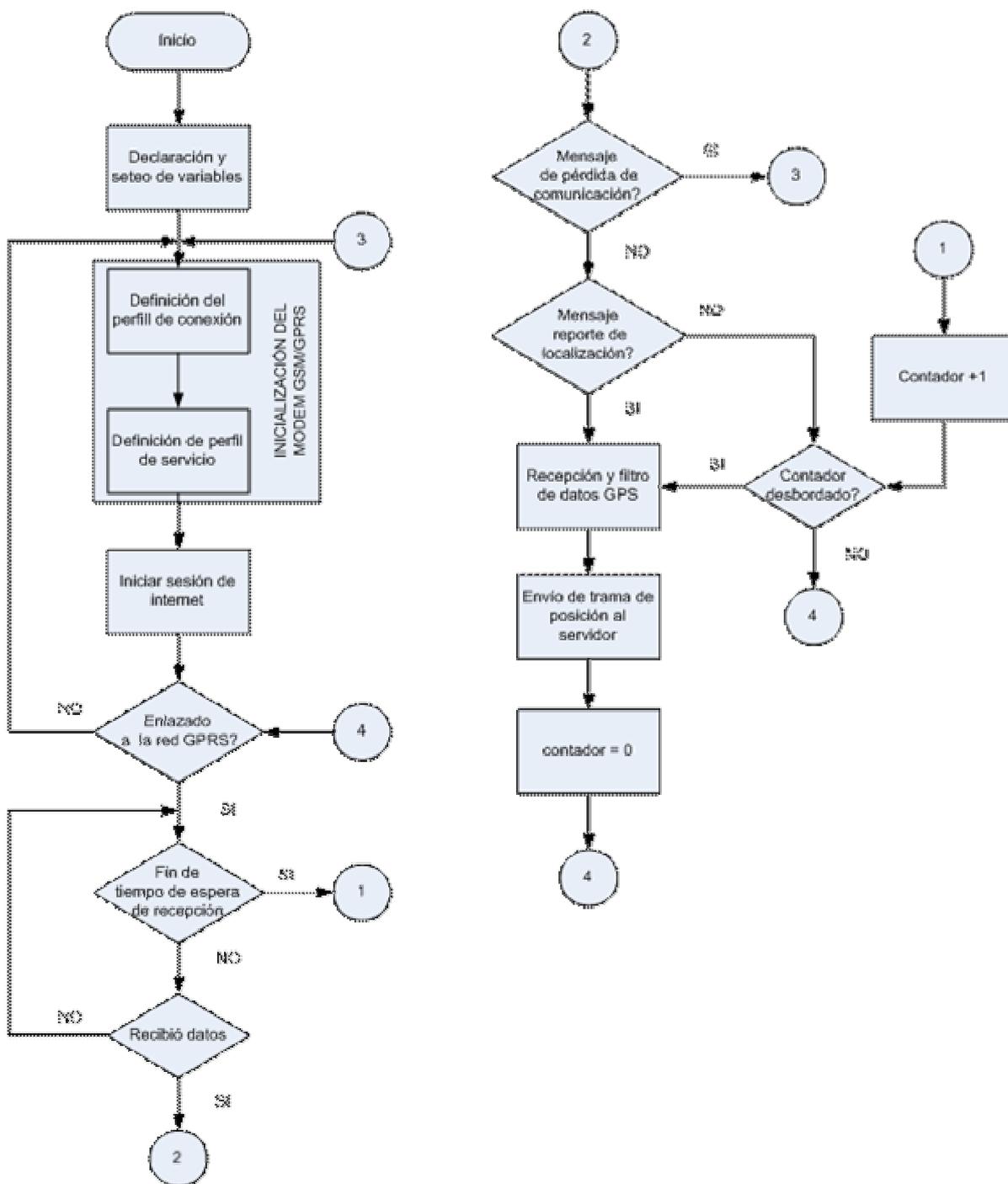


Figura 2.14. Diagrama de flujo del programa de microcontrolador

Paralelamente se tiene que ir receptando y filtrando los datos de posicionamiento GPS de interés, que se encuentran en las tramas de datos NMEA (*Nacional Marine Electronics Association*, Asociación Electrónica Marina Nacional) que inician con la sentencia

\$GRMC (*Recommended Minimum Specific GNSS Data*, Recomendaciones Mínimas Específicas de datos GPS) y tiene la siguiente estructura:

bytes	5	1	10	1	1	1	11	1	12	1	4	1	6	1	6	1	1	1	3
Datos	\$GRMC	separador	hora UTC	separador	V/A	separador	Latitud	separador	Longitud	separador	velocidad	separador	curso	separador	fecha	separador	separador	separador	Checksum

Tabla. 2.2. Sentencia \$GRMC de datos GPS

Por ejemplo

\$GPRMC,161229.487,A,3723.2475,N,12158.3416,W,0.13,309.62,120598, ,*10

La secuencia del programa luego de la inicialización como se ve en la Figura. 2.13. se vuelve cíclico. Fundamentalmente el PIC16F877 establece un período de tiempo máximo en el que el servidor puede solicitar el reporte de localización del vehículo; caso contrario este lo hará voluntariamente, reiniciará el contador de tiempo y esperará nuevamente. De esta manera la localización de los usuarios se comandará principalmente desde la central de gestión con la finalidad de ahorrar la cantidad de información transmitida y por ende el costo del enlace. El programa final se lo puede apreciar en el anexo 3.

2.4.2. Sistema Central Gestión

La característica principal de la central de gestión es que se establecerá en un lugar fijo con conectividad a la red celular y las adecuaciones necesarias para que un operador pueda efectuar las tareas de administración de la red, usuarios y recursos.

2.4.2.1. Estructura Física

Básicamente la central de gestión se la divide funcionalmente en dos áreas como son el sistema de comunicación y la estación servidor. Desarrollado anteriormente el sistema de localización móvil, la implementación de la central del sistema AVL estará avanzada

físicamente puesto que se utilizará dicho recurso en esta parte del proyecto por las características del prototipo.



Figura 2.15. Central de Gestión

2.4.2.1.1. Sistema de Comunicación

Como se mencionó anteriormente el recurso de comunicación GPRS será desarrollado de igual manera por un módulo XT56. A diferencia del sistema móvil en los vehículos, las tareas que desempeña el sistema controlador serán desarrolladas por la central servidor, la interface del dispositivo GPS ya no será necesaria y la alimentación de voltaje estará a cargo de adaptadores de voltaje comunes en el mercado con energización en la red pública. Adicionalmente se requerirá una interface de comunicación de tecnología TTL (*Transistor-Transistor Logic*, Lógica Transistor-Transistor) que maneja el módem celular a serial RS-232 para la comunicación con el sistema GSM desde el puerto serial de la PC. Para el caso y por facilidad se utilizará el Kit de Desarrollo SIEMENS XT56 que es una PCB exactamente igual a la tarjeta del móvil desarrollada con otras varias interfaces incorporadas para fines de pruebas de comunicación del módulo XT56.



Figura 2.16. Kit de Desarrollo SIEMENS XT56

2.4.2.1.2. Estación Servidor

La estación servidor de la central de gestión será desempeñada por un computador personal capaz de correr una aplicación de Visual Basic Versión 6.0, mapas digitales, motor de bases de datos para archivos de ACCESS 2000 y que posea al menos 1 puerto de comunicación serial COM1.

Se recomienda sin embargo un computador con características similares a las siguientes:

- Microprocesador Pentium III o IV
- Memoria RAM 256
- 2 puertos seriales
- Disco duro de 40GB

2.4.2.2. Estructura Lógica

El software del servidor está basado en una estructura de sistema GIS con plataforma de Visual Basic 6.0. Este lenguaje visual tiene las tareas de administrar en tiempo real los datos que ingresan serialmente desde el módulo, filtrar la información que se encuentra en tramas codificadas, almacenarla en una base de datos y actualizar los registros necesarios y los elementos visuales en un mapa digital dentro de un área de cobertura local.

Inicialmente el programa configura el módem de tal manera que espera la conexión del cliente a través de un socket en un puerto predeterminado. Cuando el cliente se enlaza, se registra su dirección IP y el puerto empleado en un nuevo socket para completar la comunicación, según la Figura. 2.13. Según está lógica se detalla el siguiente set de comandos para la inicialización de módem del servidor:

Creación de un perfil de conexión a internet

- `at^sics=0,alphabet,1` (Selecciona el tipo de caracteres)
- `at^sics=0,contype,gprs0` (Establece GPRS como medio de conexión a internet)
- `at^sics=0,apn,acesxilicon.porta.com.ec` (Indica el nombre del APN de la red)

Creación de un perfil de servicio

- `at^siss=0,alphabet,1` (Selecciona el tipo de caracteres)
- `at^siss=0,srvtype,socket gprs0` (Establece como socket al tipo de servicio internet)
- `at^siss=0,address,socktcp://listener:2000` (Indica el puerto de espera)
- `at^siss=0,conid,0` (Selecciona el perfil de conexión a usar)

Inicia la sesión de internet

- `at^siso=0`

Establecida la conexión la secuencia del programa se dedica a solicitar y receptor reportes de localización a través de tramas de datos de longitud de 33 bytes. Las tramas codificadas que llegan desde los localizadores móviles tienen el siguiente formato:

bytes	4	11	1	12	2	3
datos	código auto	Latitud	Separador	Longitud	Estado	***

Tabla. 2.3. Formato de la trama de datos

Estos datos son receptados asincrónicamente a través del puerto serial de la PC con la configuración 9600,n,8,1 (9600 baudios, no bit de paridad, 8 bits de datos y 1 bit de parada) por medio de un objeto MComm. Referirse a *HTML Help del Visual Basic*.



Figura 2.17. Objeto MSComm del Visual Basic 6.0

Configuración	MSComm1.CommPort = 1 (COM1) MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
Abrir Puerto	MSComm1.PortOpen = True
Cerrar Puerto	MSComm1.PortOpen = False
Propiedad datos recibidos	MSComm1.Input
Propiedad datos a enviar	MSComm1.Output
Evento de recepción de datos	comEvReceive
Evento de envío de datos	comEvSend

Tabla. 2.4. Propiedades, eventos y funciones del objeto MSComm

A continuación por medio de un filtro de datos se clasifican y almacenan los campos de las tramas recibidas dentro de objetos de tipo Recordset. Un Recordset es una tabla virtual que permite acceder y manipular los registros de bases de datos a través de sus propiedades y métodos y relacionarlos con otros objetos del mismo Visual.

Añade nuevo registro a la tabla	Recordset.AddNew
Mueve puntero al registro final de la tabla	Recordset.MoveLast
Mueve puntero al registro inicial de la tabla	Recordset.MoveFirst
Mueve puntero al siguiente registro de tabla	Recordset.MoveNext
Propiedad campo de la tabla	Recordset.Fields(Nombre de Campo)
Propiedad valor del registro de campo indicado	Recordset.Fields(Nombre de Campo).Value
Propiedad número de registros de la tabla	Recordset.RecordCount

Tabla. 2.5. Propiedades y funciones del objeto Recordset

Dentro del programa del servidor se dispone dichos objetos para enlazar los registros que ingresan por la interface de comunicación serial con los elementos visuales, el mapa digital y el gestor de base de datos Microsoft Access2000. Se maneja el objeto visual

Adodc (Ver Figura 2.19) para utilizar Recordsets para crear nuevos registros, modificar otros ya existentes y enlazar la información de la base de datos en Access con nombre LOCALIZADORGIS.dbm con la aplicación visual como se muestra en la Figura. 2.18.

Evento	Fecha	ID	Tipo	Latitud	Longitud	Estado
187	1/03/06	C001	LOCALIZACION	0	-78	OK
188	1/03/06	C002	LOCALIZACION	0	-79	OK
189	1/03/06	C002	LOCALIZACION	0	-79	OK
190	1/03/06	C003	LOCALIZACION	0	-78	OK
191	1/03/06	C003	LOCALIZACION	0	-78	OK
192	1/03/06	C003	LOCALIZACION	0	-78	OK
193	1/03/06	C003	LOCALIZACION	0	-79	OK
194	1/03/06	C003	LOCALIZACION	0	-79	OK
195	1/03/06	C003	LOCALIZACION	0	-79	OK
196	1/03/06	C003	LOCALIZACION	0	-79	OK
*						

The screenshot shows a user registration form with the following fields and values:

- Nombre: Rodrigo Sanchez
- Fecha de Contrato: 09/02/2005
- Dirección1: Isla Baltra131
- Telf Celular: 099085601
- Dirección2: Isla Baltra 132
- Telf Fijo: 2863070

Figura 2.18. Tabla de reportes de los móviles y base de datos de un usuario

En el siguiente fragmento de código se muestra la búsqueda del registro de valor Vehículo localizado en el campo “VehiculosID”:

```

Adodc.Recordset.MoveFirst
aux1 = Adodc.Recordset.RecordCount
For i = 1 To aux1
  If (Adodc.Recordset.Fields("VehiculosID").Value = Vehiculobuscado) Then Goto Salir
  Adodc2.Recordset.MoveNext
Next

```

Ciertos campos de la base de datos deben ser cargados inicialmente con la información de los usuarios suscritos. Además cada móvil está asignado un código dentro del sistema que será manejado como encabezado en cada trama de transmisión como lo muestra la Tabla. 2.3. Por diseño el software está sólidamente enlazado a la base de Access de tal

manera que en el caso de que sea alterada manualmente desde el archivo fuente se actualizará instantáneamente.

Por otra parte la visualización del mapa digital GIS se efectúa a través del objeto Active X o herramienta MapX del paquete MapInfo. Este objeto permite el manejo de un mapa digital predeterminado, aplicación de tareas de mapeo como zoom, paneo, manejo de información por capas o niveles y además inserción de nueva información gráfica georeferenciada a manera de objetos. Esta poderosa herramienta enlazada a través de eventos y métodos al lenguaje Basic es de gran ayuda para la conformación del paquete de la estación servidor dentro del sistema AVL. Referirse a *MapInfo MapX Developer's Guide v5.0*.

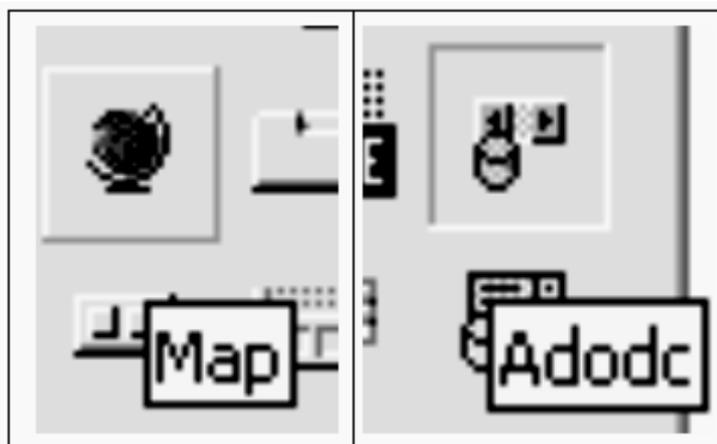


Figura 2.19. Objetos del Visual Basic. a) Objeto MapX. b) Objeto Adodc

En el programa del servidor se inserta un objeto MapX en el que se encuentra previamente cargado el mapa georeferenciado con las capas necesarias para el área de cobertura del sistema AVL. Para las pruebas locales del prototipo se ha requerido de las siguientes: provincias del Ecuador, parroquias y barrios de Quito, calles, manzanas, texto de los anteriores, entre otros.

Para la visualización de los móviles en tiempo real se requiere de la actualización constante de su posición en un mapa digital acorde se reporte las tramas de localización. Para ello se utiliza la propiedad Dataset del objeto MapX que permite añadir datos al mapa

y el objeto BindLayer que almacena los datos de las tramas de coordenadas longitudinales en el formato necesario para ser vinculado a la propiedad Dataset.

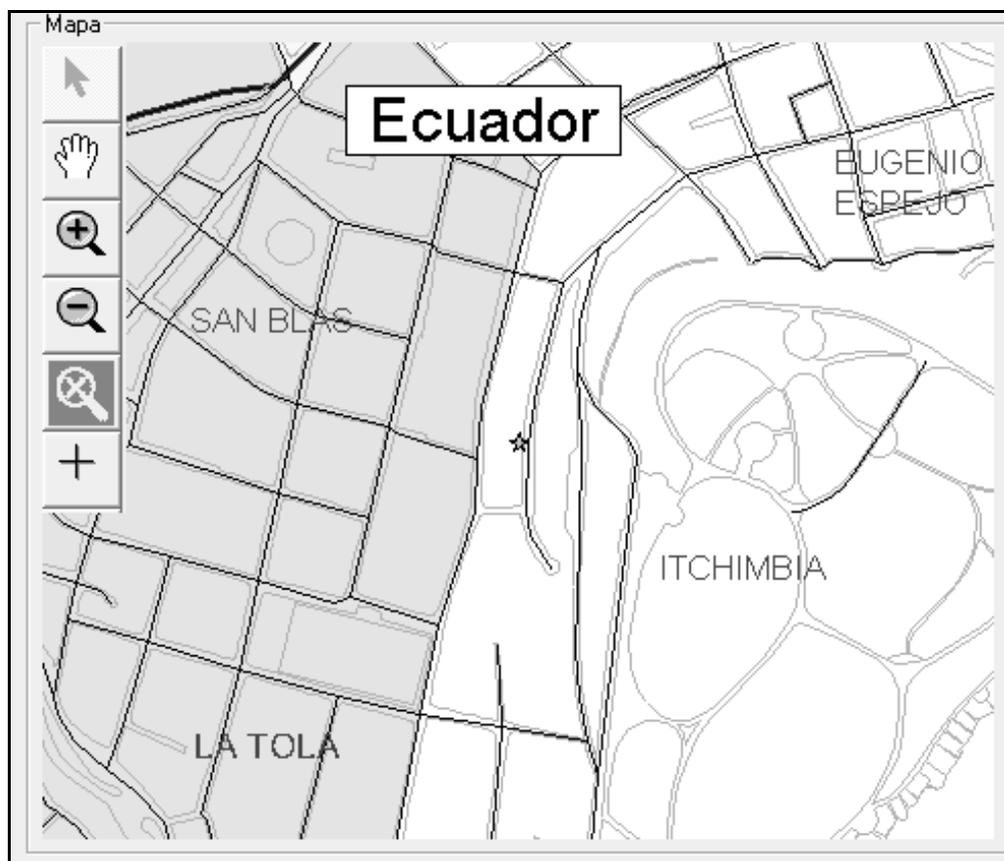


Figura 2.20. Mapa digital del sistema GIS

Este objeto Dataset permite la manipulación de objetos Recorset y con ello el enlace necesario entre la base de datos y el mapa digital. En el siguiente fragmento se muestra el método para graficar los usuarios que se encuentren en los registros dentro de los campos de “Lat” (latitud) y “Long” (longitud):

Define las propiedades del objeto bindlayer para el enlace de puntos al mapa

```
BindLayerObject.LayerType = miBindLayerTypeXY
```

```
BindLayerObject.LayerName = "VEHICULOS"
```

```
BindLayerObject.RefColumn1 = ("Long")
```

```
BindLayerObject.RefColumn2 = ("Lat")
```

Añade los campos del recordset al objeto de campos flds

```
flds.Add Adodc.Recordset.Fields("Long").Name, "Long"
```

```
flds.Add Adodc.Recordset.Fields("Lat").Name, "Lat"
```

```
flds.Add Adodc.Recordset.Fields("VehiculosID").Name, "VehiculosID"
```

Setea la dataset - une los datos posicion x,y al mapa

```
Set Dataset = Map.DataSets.Add(miDataSetADO, Adodc.Recordset, , "Long", "Lat", flds)
```

Adicionalmente el programa ofrece la opción de búsqueda individual de cada automóvil con un zoom de 2km a la redonda, lo que permite una administración tanto colectiva como particular de los elementos del sistema. El código final se encuentra en el Anexo 8 Programa del Servidor.

2.5. PRESUPUESTO ECONÓMICO DEL PROTOTIPO

Para el análisis de costos se identifican 4 tipos diferentes que son elementos del sistema, construcción y desarrollo, tarifa de arrendamiento del servicio de comunicaciones GPRS y legalización del equipo. En la tabulación de costos se ha considerado inicialmente el valor de los elementos electrónicos para la construcción de la tarjeta PCB del Sistema Móvil. Para ello se han dividido los valores de acuerdo a las tres secciones que son Fuente, Comunicación y Controlador. Los elementos que se registran en la tabla corresponden a los de sus correspondientes diagramas esquemáticos que se observa en el Anexo 6.

	Cant.	Elemento	Costo U.	Costo T.
FUENTE	1	Resistor 1,5 Ω	0,76	0,76
	1	Diodo LM4007	0,27	0,27
	1	Diodo Transil 6V	1,42	1,42
	3	Capacitor 100UF SMD	1,00	3,00
	3	Capacitor 3,3 UF SMD	0,65	1,95
	1	Regulador LM2677	8,06	8,06
	1	Capacitor 100nF SMD	0,45	0,45
	1	Diodo Schottky 5,5A	1,67	1,67
	1	Inductor 22UH SMD	3,00	3,00
	2	Resistor 10K Ω SMD	0,21	0,42
	1	Regulador LP3982	10,22	10,22
	2	Capacitor 10UF SMD	1,11	2,22
	2	Conector de alimentación	1,44	2,88

COMUNICACIONES	1	Módulo Siemens XT56	250,00	250,00
	1	Antena GPS/GSM 850/1900MHZ	76,50	76,50
	1	Conector Socket de tarjeta SIM	6,55	6,55
	3	Resistor 10KΩ SMD	0,22	0,66
	5	Resistor 1KΩ SMD	0,22	1,10
	2	Resistor 100KΩ SMD	0,22	0,44
	3	Capacitor 100nF SMD	0,45	1,35
	1	Capacitor 1nF SMD	0,14	0,14
	1	Capacitor 47pF SMD	0,18	0,18
	2	Transistor NPN SMD	0,27	0,56
	1	Conector de alimentación	1,44	1,44
	1	Led	0,27	0,27
	2	Pulsador	0,54	1,08
	1	Conector DIP x 12	1,44	1,44
	1	Conector DIP x16	1,80	1,80
	1	Conector de 80 pines	6,30	6,30
	1	Jumper	0,27	0,27
	1	Bus de datos x 16 líneas	3,60	3,60
	CONTROLADOR	1	PIC16F877	12,00
1		MAX232	2,70	2,70
1		Sócalo 40 Pines	0,72	0,72
1		Sócalo 16 Pines	0,72	0,72
2		Led	0,27	0,54
3		Resistor 10KΩ SMD	0,21	0,63
5		Capacitor 100nF SMD	0,45	2,25
1		Pulsador	0,54	0,54
1		Conector DB9 Hembra	5,40	5,40
1		Oscilador 20MHz	1,80	1,80
2		Conector DIP x 16	1,80	3,60
1		Jumper	0,27	0,27
COSTO TOTAL			421,17	

Tabla. 2.6 Costos 1

Adicionalmente consideremos el costo de manufactura de las 2 tarjetas metalizadas y embarnizadas (Ver Figura 2.8), el monto por homologación del módulo SIEMENS XT56 realizado en la Superintendencia de Telecomunicaciones y finalmente la tarifa mensual del servicio GPRS para dos módulos con un enlace de transmisión de hasta 1GB de datos cada uno.

Cant.	Justificación	Costo
	Manufactura de Tarjetas PCB	90,00
	Homologación del Módem XT56	180,00
2	Tarifa mensual GPRS 1GB de transmisión de datos	30,00
COSTO TOTAL		300,00

Tabla. 2.7 Costos 2

Por otro lado se tiene el costo de la estación de la central de gestión en el que se cuenta la PC mínima requerida, el Kit de Desarrollo para las comunicaciones y el cable serial para su respectiva conexión.

Cant.	Elemento	Costo U.	Costo T.
1	PC (Pentium IV /512RAM/40GB)	1000,00	1000,00
1	Kit de Desarrollo XT56	1900,00	1900,00
1	Cable DB9 Macho/Hembra 5Mts	5,00	5,00
	GIS MapInfo + MapX	5000	5000,00
COSTO TOTAL			7905,00

Tabla. 2.8 Costos 3

En suma total de las 3 tablas de costos se tiene que el valor del prototipo es de 8626,17 dólares norteamericanos. Cabe mencionar que no se ha estimado hasta el momento el valor de 1500 horas de trabajo empleado para desarrollo del software del servidor y microcontrolador y la implementación de las tarjetas PCB. Además no se incluye las tarifas de importación de los elementos electrónicos desde el distribuidor y el monto por pruebas de comunicación.

CAPÍTULO 3

PRUEBAS DE CAMPO

Las pruebas básicamente se han enfocado en la aplicación, desempeño y eficiencia del sistema de comunicación como base fundamental del sistema AVL. Partiendo de la situación nuevamente de que el prototipo se basa en las destrezas, capacidades y características del módulo SIEMENS XT56 dentro del servicio GPRS y el sistema GPS, el estudio y pruebas para la localización se detallarán secuencialmente de acuerdo a las etapas de funcionamiento del dispositivo.

3.1. ENERGIZACIÓN DEL MÓDULO

Para la energización del sistema móvil se necesitó que la fuente suministre eficientemente los valores requeridos de voltaje por el fabricante, es decir 5V para el dispositivo GSM y 3.3 para GPS. A pesar de que existe un rango máximo recomendado para la alimentación del módulo, en varias ocasiones se demostró que internamente este contiene protecciones que evitan que la circuitería se quemara al haber errores de polarización o sobrevoltaje. Sin duda el abuso en este sentido habría ocasionado la avería permanente del dispositivo.

Además se constató que al haber pequeñas caídas de voltaje en la alimentación de la sección GSM provocaba que el módulo se apagara. Por otro lado, la forma del diseño del módulo que incorpora los dos sistemas de comunicación GPS y GSM de manera autónoma, permitió que se opere con ambos o uno de ellos a la vez; esto facilitó el análisis individual de los sistemas, la determinación de errores al enlazarse y el diseño de la tarjeta PCB del sistema móvil.

Se comprobó satisfactoriamente que la fuente switching y el sistema de protección de la fuente funcionaron como se requería, pues el módulo nunca se apagó dentro del vehículo instalado durante las pruebas.

3.2. INICIALIZACIÓN DEL MÓDULO Y ENLACE A LA RED GPRS

A nivel de hardware la tarjeta SIM y su circuito de interface no presentaron mayores inconvenientes como requisito para el enlace a la red. Dentro de la inicialización el módulo se seteo con los comandos AT en el orden indicado en el capítulo anterior. Entre cada uno de ellos se incluyó retardos con tiempo suficiente para la recepción y aceptación de ellos.

Posteriormente el tiempo de enlace al servicio GPRS variaba de acuerdo a la posición de la antena respecto a un área abierta, el tiempo de encendido que llevaba el módulo y la cobertura del servicio en el lugar. Al hacer pruebas de laboratorio en sitios cerrados no se efectuaba el enlace o máximo se conectaba en pocos segundos y más tarde se perdía la comunicación con el operador. De otro modo a menos que no exista cobertura GPRS en la posición del móvil, el módulo se enlazaba fácilmente.



Figura 3.1 Enlace del Servidor a la red GPRS

Con relación al GPS, la recepción de datos se producía inmediatamente después de que se alimentaba de voltaje el módem. Sin embargo la posición de la antena es mucho más

crítica con respecto a este sistema, dado que, si no existe vista directa al cielo los valores de posicionamiento permanecen en cero.

3.3. TRÁFICO DE DATOS

Luego del enlace a la red GPRS el comando del sistema AVL para reportes de localización se le asigna al programa servidor, es decir, cada vez que el operador en la central de gestión requiera conocer la posición de un móvil le solicitará a través del envío de una trama de datos. En el programa servidor se presenta una sección específica para ello como se lo aprecia en la Figura 3.2. A continuación de conocer dicha solicitud el móvil envía su reporte con la posición actualizada.



The image shows a graphical user interface window titled "Actualizar Posición". Inside the window, there is a label "Vehiculo ID" followed by a text input field containing the text "C001". Below the input field is a button with the text "Localizar".

Figura 3.2 Solicitud de localización al Vehículo con código C001 desde el Servidor

Además se ha estructurado lógicamente al programa del controlador del móvil de tal manera que si no existiera algún pedido de reporte desde la central de gestión en un tiempo determinado, este lo efectuará independientemente. Con motivos de prueba se ha programado que el vehículo espere por un período de 100 segundos aproximadamente antes de enviar su posición al centro de control. En la Tabla 3.1. se muestra el ejemplo de una secuencia de reportes del móvil con código C001.

Ante cada reporte periódico de posición del automóvil la recepción de datos y la actualización gráfica del usuario en el mapa digital se ha llevado a cabo correctamente. Esto ha permitido rastrear eficazmente sus movimientos y posición. En la Figura 3.3. se constata el trayecto del automóvil ante el reporte registrado en la Tabla 3.1.

EventosID	VehiculosID	Lat	Long	Estado	Fecha
402	C001	-0,2190150000	-78,5093033333	OK	7/11/2006 12:34:23 PM
403	C001	-0,2191300000	-78,5098783333	OK	7/11/2006 12:36:04 PM
404	C001	-0,2188666667	-78,5102266667	OK	7/11/2006 12:37:45 PM
405	C001	-0,2185133333	-78,5093266667	OK	7/11/2006 12:39:28 PM
406	C001	-0,2173700000	-78,5081433333	OK	7/11/2006 12:41:11 PM

Tabla. 3.1 Tabulación de datos

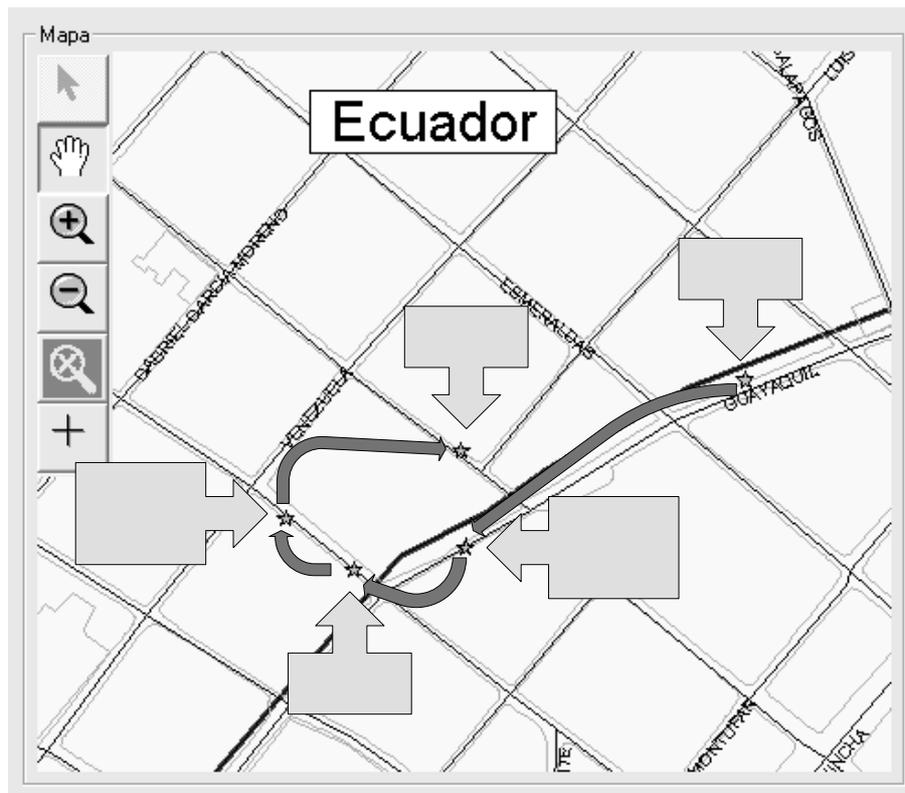


Figura 3.3 Ejemplo de Rastreo. Centro de Quito

Con la frecuencia establecida de 1 reporte cada 100 segundos y cada reporte de 33 bytes se registra al mes una transmisión de 85.5 Mbytes de datos, equivalente al 8.5% de la capacidad de transmisión contratada con 1Gbyte. Si el sistema se lo diseñara para que el móvil utilice el 100% de la capacidad de transmisión de información, este se reportaría cada 0.0855 segundos. Este incluso sería innecesario y se podría asignar varios Mbytes para otros servicios dentro del sistema AVL mientras el móvil se lo rastrea en forma continua en la central de gestión.

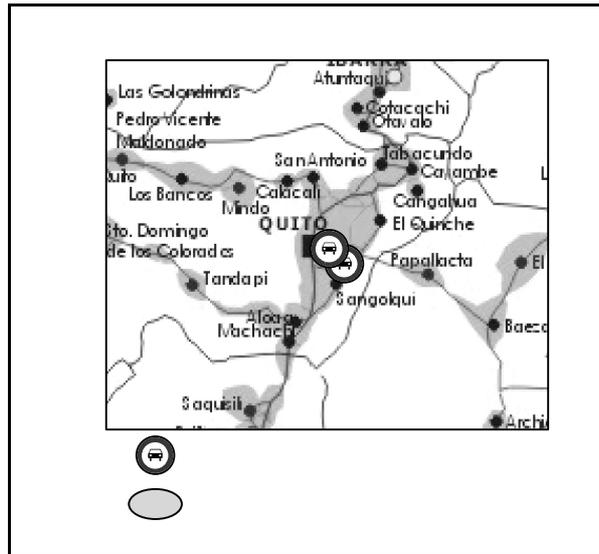


Figura 3.5 Sitios de prueba del sistema AVL

CAPÍTULO 4

APLICACIONES FUTURAS

4.1. APLICACIONES FÍSICAS

El diseño del sistema móvil se ha desarrollado específicamente para implementar nuevas aplicaciones a futuro dentro del automóvil. Su estructura modular permite conectar nuevas PCB's o periféricos al sistema controlador con comunicación serial o paralela a través de 2 puertos de 6 y 8 líneas respectivamente. Además la facilidad de programación del PIC16F877 permite añadir nuevas funciones al código del programa sin alterar las operaciones actuales.

4.1.1. Energización Auxiliar

El módulo de comunicación está dotado de una interface para implementar un sistema cargador de baterías de Li-Ion. Por medio de este sistema se puede asegurar su energización y por tanto su funcionamiento permanente incluso cuando la batería del vehículo sea desconectada o descargada. De esta manera el sistema móvil de localización estará siempre activo especialmente en casos de emergencia cuando su labor de rastreo es imprescindible.

4.1.2. Periféricos de Salida

Uno de las aplicaciones más comunes en este tipo de servicios es la presentación de estados y eventos del sistema móvil y otros datos de información del vehículo a través de indicadores visuales como displays y auditivos como alarmas o bocinas. Se puede mostrar al usuario a manera de texto información del sistema móvil como posición GPS del vehículo, velocidad y dirección del automóvil y estado de la comunicación con la central

de gestión. Además se puede presentar indicadores del sistema interno del vehículo como gasolina, aceite entre otros.

Adicionalmente se puede establecer una interface serial con un computador portátil o un PDA (*Personal Digital Assistant*, Asistente Digital Personal) para vehículos en el que se presente a través de mapas digitales la localización del usuario y otros tipos de datos de manera tabulada. Su capacidad de almacenamiento y resolución de procesos más avanzados que el del PIC16F877 permitirán incorporar otros servicios locales. En el mercado se encuentran disponibles paquetes de sistemas GIS, entre ellos MapInfo, para desplegarlos específicamente en sistemas móviles.

Por otra parte, el sistema móvil dispone de 3 interfaces de audio disponibles, 2 analógicas y 1 digital. Consecuentemente se puede implementar handsets para comunicación por voz entre el móvil y cualquier abonado de telefonía pública o privada. Con ellos se dispondría de 2 tipos de comunicación de información, voz y datos, de manera paralela para la comunicación dentro de la red privada del sistema AVL y también otras redes. De esta manera se estaría explotando en gran medida la capacidad del sistema móvil y en sí del módulo SIEMENS XT56.

4.1.3 Periféricos de Entrada

En un sistema completo de monitoreo y fiscalización de recursos móviles es indispensable el reporte continuo de información operativa del funcionamiento de los vehículos como lo son el consumo de combustible, aceite y estado del motor. Para dicho propósito se requiere implementar sensores a los puertos del microcontrolador. El ingreso continuo, filtro, administración y reporte de estos datos determinará el establecimiento de una base de datos detallada en la central respecto a los recursos disponibles en los vehículos.

Por otra parte se puede asociar el estado y eventos de pulsadores y conmutadores desplegados en el automóvil que se activan en forma manual o mecánica. Por ejemplo se puede leer el estado de pulsadores que registran automáticamente el estado de las puertas

como utilizan los sistemas de alarma comunes como medida de seguridad. Inmediatamente en caso de alguna eventualidad se recurriría a través de una comparación lógica al reporte respectivo a la central de gestión. De igual manera un pulsador manual para establecer un pedido inmediato de localización y asistencia de auxilio en caso de emergencia a través del envío de una trama codificada a la central.

Se puede incluir una interface de comunicación con un teclado en el caso de que el programa de controlador requiera la interacción directa con el conductor del vehículo a través de la digitalización de códigos, números o texto. Por ejemplo para seleccionar o activar un cierto servicio o respuesta del sistema móvil a través de un código o clave personal.

4.2. APLICACIONES DE SERVICIO

El principio fundamental de la arquitectura física y lógica del sistema móvil es su implementación en recursos móviles dentro de un sistema AVL para su localización y monitoreo. Su aplicación tiene el fin de optimizar la administración y fiscalización de recursos móviles dentro de flotas privadas o usuarios particulares de transporte dentro de un área de cobertura de servicio de telefónica móvil celular. Además la prestación de servicios de seguridad y conservación de recursos materiales y humanos. Finalmente acoplar varios dispositivos y módulos internos del vehículo comandados desde un elemento controlador local con capacidad de almacenamiento con fines de reporte a una base de control y administración remota.

Su aplicación se puede extender a la administración y rastreo de contenedores grandes de mercadería que son objeto de transporte en el que su posición de localización y estado es requisito fundamental. En este caso la diferencia se presenta al nivel de que el recurso de interés no tiene usualmente manejo personalizado como ocurre con un automóvil. Por ejemplo muchos productos o mercadería que ingresa a través de las aduanas lo hacen al interior de grandes contenedores que permanecen y son despachadas en bodegas hasta antes de ser requisadas o controladas para llegar a su destino final.

En otro caso, la necesidad de la actualización de una base de datos central en tiempo real con información domiciliar recolectada puerta a puerta con motivos de facturación de los servicios básicos de agua, luz y teléfono. Además el registro de datos de censo poblacional y otros en los que se haga uso de información georeferenciada y requiera ser transmitida a un servidor de control.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Los sistemas de comunicación con características inalámbricas que permiten enlazar terminales fijos y móviles dentro de una red pública y privada ofrecen grandes ventajas de operabilidad y crecimiento de usuarios independientemente de la aplicación. Estos recursos han sido aprovechados en gran magnitud especialmente por los sistemas de localización vehicular que ofrecen a más de servicios de seguridad y administración de recursos móviles, una plataforma de creación de nuevos servicios.

El uso de sistemas GIS ofrece la capacidad para relacionar diferente información en un contexto espacial y alcanzar importantes conclusiones. De manera particular nos ha permitido relacionar información de posicionamiento con elementos geográficos y así ofrecer en este caso el servicio de rastreo vehicular. Estas relaciones en forma general permiten develar nueva información con la finalidad de tomar decisiones a tiempo o anticiparnos a cualquier evento.

El servicio GPRS se presenta como una opción eficiente para la transmisión de datos por su capacidad, disponibilidad, fluidez y velocidad a bajo costo sobre la plataforma GSM del país. Además tiene una amplia perspectiva de difusión por utilizar la red celular muy familiar para los usuarios.

La cobertura de servicio del sistema AVL se encuentra definida tanto por la difusión GPRS como de la cobertura del mapa digital del sistema GIS. Por tanto para analizar la proyección del prototipo se requiere hacer un estudio de crecimiento y difusión del

operador celular así como la información geográfica disponible para cubrir el lugar de ubicación de la demanda.

Gracias al uso de la tecnología SMT en la implementación de las tarjetas del sistema móvil, se evitó problemas de interferencia electromagnética y presencia de ruido debido a cables o pistas largas. De esta manera se eliminó en el diseño varios elementos electrónicos que hubieran incrementado su costo y tamaño. Más aún se aprovechó este criterio por manejar tarjetas de radiofrecuencia que comúnmente sufren estos inconvenientes en el campo de aplicación.

Se comprobó satisfactoriamente que la fuente switching jugó un papel muy importante en la implementación y funcionamiento del sistema móvil como filtro y regulador de voltaje. Su eficiencia y bajo consumo de energía nunca produjo sobrecalentamiento en la placa ni permitió variaciones de nivel que provoca el apagado automático del módulo de comunicaciones.

La antena de GSM y GPS requiere un cierto nivel de línea de vista para poder funcionar normalmente. La antena de GSM demanda que el ambiente no sea totalmente cerrado puesto que esto degrada en gran magnitud la señal y en consecuencia la comunicación con la red se pierde. En el caso de GPS la situación es más crítica puesto que siempre se necesita una línea de vista al espacio donde se encuentran los satélites; sin ello el módem entrega valores en cero constantemente hasta que logre captar las señales provenientes del espacio.

El comando de comunicaciones del sistema AVL en la central de gestión permite optimizar costos de la tramas de datos que se utilizan en la red. La transmisión de reportes se programa dentro del modo de solicitud de servidor y reporte del móvil, de esta forma se evita el desperdicio de información transmitida y congestión en el tráfico. Sin embargo se corre ciertos riesgos de cubrir eficientemente eventos de emergencia en el que el rastreo continuo del usuario es importantísimo. Por otra parte si el sistema se diseñara para que el reporte de localización tenga iniciativa desde el móvil el rastreo tendría más confiabilidad pero aumentarían los costos.

Con los antecedentes anteriores cabe mencionar que el mérito del presente proyecto se encuentra en que se ha logrado sintetizar y acoplar diferentes sistemas y recursos ya implementados y disponibles para cualquier aplicación, más que crear uno nuevo.

5.2. RECOMENDACIONES

El prototipo diseñado no considera ciertos parámetros para la aplicación en un sistema real como la perspectiva de crecimiento de usuarios. Para ello es necesario de que el portador celular implemente un enlace dedicado que encamine los paquetes de los automóviles hacia una central de gestión más sofisticada. Consecuentemente el servidor deberá desarrollar una base de datos real en SQL u ORACLE y una capacidad de gestión para un mayor número de usuarios.

Para asegurar la energización del módulo de comunicaciones y por tanto su permanente funcionamiento, incluso cuando la batería del vehículo sea desconectada o descargada, se necesita implementar un circuito cargador de baterías con una batería de Li-Ion. De esta manera el vehículo estará siempre reportando su posición especialmente en casos de emergencia cuando su labor de rastreo es imprescindible.

La ubicación del sistema de localización móvil en el interior del vehículo debe evitar el contacto directo con superficies sobrecalentadas por el sol o el motor. Esto genera que por protección el módulo SIEMENS XT56 se apague.

Para la implementación de las nuevas aplicaciones en el sistema controlador se puede hacer uso de los puertos disponibles en la tarjeta. Con relación a la programación en el PIC16F877 se debe simplemente mantener la secuencia del código de la administración de la comunicación para evitar conflictos en este sentido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA DE TEXTO

- HERNANDO, Rábanos José Maria, **Transmisión por Radio**, 2da. Edición, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A., Madrid 1995, 663 Págs.
- MISRA, Pratap, ENGE, Per, **Global Positioning System, Signals, Measurements and Performance**, 1ra. Edición, Ganga-Jamuna Press, Lincoln, Massachussets, USA 2001, 390 Págs.

BIBLIOGRAFÍA DE REVISTA O CD

- USBECK, Carlos, **SAT MARZO-AGOSTO 2005**, Libro SAT, 172 Págs. Agosto 2005.
- ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO ESPE, **Congreso Nacional de Tecnologías y Servicios de Telecomunicaciones, Automatización y Control en el Ecuador, ESPECONTEL 2004**, Sangolquí, Ecuador, Julio 2004.
- SIEMENS, **CD Development Kit XT56**, xt5x_hd_v0303.pdf, 125 Págs., Junio 2005.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

- <http://www.pc-news.com/detalle.asp?sid=&id=44&Ida=651>, **SMS (Short Message System)**
- <http://www.gsmworld.com/technology/gprs>, **GPRS Platform**
- <http://www.netmapas.com/desarrcelu.htm>, **Desarrollos Telefonía Celular**

- <http://www.gsmworld.com/technology/gprs/class.shtml>, **GPRS Class Type**
- <http://www.auladatos.movistar.com/Aula-de-Datos/Tutoriales-y-Documentacion>,
Telefonía Móvil Digital: la red GSM
- <http://www.efdeportes.com/efd9/gps.htm>, **El sistema de posicionamiento global y los receptores GPS**
- <http://ar.geocities.com/valdezda/informes/GPSInfo.htm>, **Sistema GPS**
- <http://www.skytrackers.com/eventajaavl.htm>, **Sistemas y Servicios Integrados de Monitoreo y Posicionamiento Global (GPS)**
- http://mac.usgs.gov/isb/pubs/gis_poster/, **Geographic Information Systems**
- <http://www.col.ops-oms.org/desastres/cru/comunica.htm>, **Sistema de localización automática de vehículos (AVL)**
- http://www.todopic.com.ar/pbp_sp.htm, **PicBasic PRO Compiler**
- <http://testdrive.mapinfo.com>, **MapInfo**
- http://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rc_itig/rc_itig04_05/slides/clase9y10-SocketsTCP.pdf, **Sockets (TCP)**
- <http://woozle.org/~neale/papers/sockets.html>, **Introduction To TCP Sockets**

ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO SIEMENS XT56

Wireless Modules XT55/56

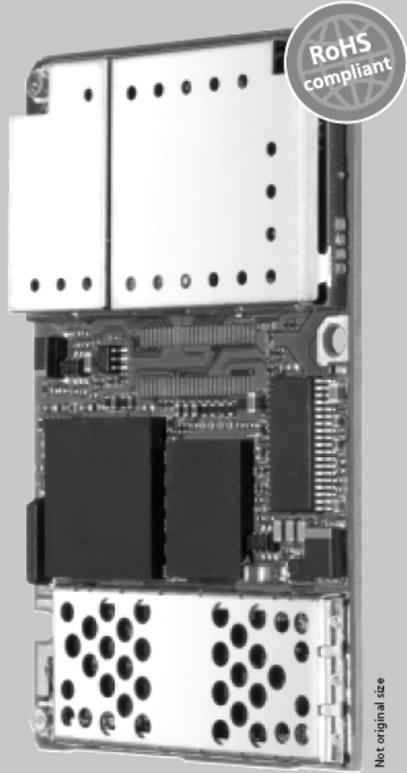
Tracking anything, anytime and anywhere

The XT55/56 is the first tracking module to combine Tri-Band GSM/GPRS and GPS technologies on a single PCB smaller than the size of a matchbox. As these technologies work seamlessly with each other, the module opens a new dimension for applications within the tracking and tracing market.

There are two variants of this GPRS Class 10 Tri-Band module – the XT55 and the XT56. These cover the entire spectrum of GSM networks, which means they can be used globally. Due to their exceptionally compact design, these wireless modules can be easily incorporated in M2M applications. The intelligent, energy-saving TricklePower™ Mode is one of several power saving methods which guarantee a long battery life within your application.

Thanks to its reliability, small size, worldwide utilization, and the smooth interplay of GPS and GSM communications, the XT55/56 provides ideally for security solutions, locating people and vehicles, and is equally well-suited for applications in transportation and logistics.

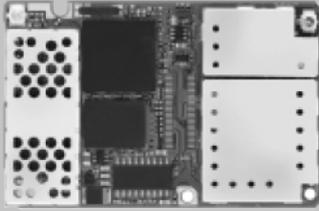
As it also has full type approval (FTA), there's nothing stopping you now from producing a successful product – the XT55/56 has been approved by major network carriers around the world, including the US operators.



-  DOUBLE TRI-BAND
-  GPRS CLASS 10
-  GPS TECHNOLOGY
-  HIGHLY COMPACT SIZE
-  TCP/IP CONNECTIVITY
-  FAX FUNCTIONALITY

Not original size

www.siemens.com/wm



Wireless Modules XT55/56

Tracking anything, anytime
and anywhere

Original size

General features:

- Tri-Band GSM 900/1800/1900 MHz (XT55)
- Tri-Band GSM 850/1800/1900 MHz (XT56)
- GPRS multi-slot class 10
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Output power:
 - Class 4 (2 W) for EGSM850
 - Class 4 (2 W) for EGSM900
 - Class 1 (1 W) for GSM1800
 - Class 1 (1 W) for GSM1900
- Control via AT commands (Hayes 3GPP TS 27.007, TS 27.005)
- SIM Application Toolkit
- TCP/IP stack access via AT commands
- Internet Services: TCP, UDP, HTTP, FTP, SMTP, POP3
- Supply voltage range: 3.3 ... 4.8 V
- Power consumption
 - Power down 50 μ A
 - Sleep mode (registered DRX = 6) 3.0 mA
 - Speech mode (average) 260 mA
 - GPRS class 10 (average) 450 mA
- Temperature range
 - Normal Operation: -20°C to +70°C
 - Restricted Operation: -25°C to +75°C
 - Switch off: +80°C
 - Storage: -40°C to +85°C
- Dimensions: 35 x 53 x 5.1 mm
- Weight: 11 g

Specification for GPRS data transmission:

- GPRS class 10: max. 85.6 kbps (downlink)
- Mobile station class B
- PBCCH support
- Coding schemes CS 1-4

Specification for CSD data transmission:

- Up to 14.4 kbit/s
- V.110
- Non-transparent mode
- USSD support

Specification for SMS:

- Point-to-point MO and MT
- SMS cell broadcast
- Text and PDU mode

Specification for voice:

- Triple-rate codec for HR, FR, and EFR
- Adaptive multi-rate AMR
- Basic hands-free operation
- Echo cancellation
- Noise reduction

Interfaces:

- 2 separated Hirose antenna connectors for GPS and GSM/GPRS
- Hirose 80-pin board-to-board connector
 - Power supply
 - Audio: 2 x analog, 1 x digital
 - SIM card interface 3 V
 - 4 x serial interface: 2 x GSM, 2 x GPS
 - Multiplexer

Specification for GPS:

- Receiver 12 channel, L1 1575.42 MHz, C/A code 1.023 MHz chip rate
- Accuracy Position 10 m CEP w/o SA/Velocity 0.1 m/s, w/o SA/Time 1 μ s synchronized to GPS time
- DGPS accuracy 1 to 5 m, typical, 0.05 m/s, typical
- Date WGS-84
- Acquisition rate (TTFF defined at 95% of first position localization)
 - Snap start < 3 s, average
 - Hot start < 8 s, average
 - Warm start < 38 s, average
 - Cold start < 45 s, average
- Operating Voltage 3.3 V DC \pm 5%
- Low power consumption
 - approx. 200 mW at 3.3 V (Typical mode)
 - approx. 60 mW at 3.3 V (TricklePower™ mode)
- Protocols: NMEA-0183, RTCM SC-104, SiRF binary
- Crystal oscillator (TCXO)

Specification for fax:

- Group 3, class 2

Special features:

- RIL/MUX software for Microsoft® Windows Mobile™ 5.0 based devices

Approvals:

- R&TTE, FCC, IC, GCF, PTCRB, CE
- Local approvals and network operator certifications

ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F877



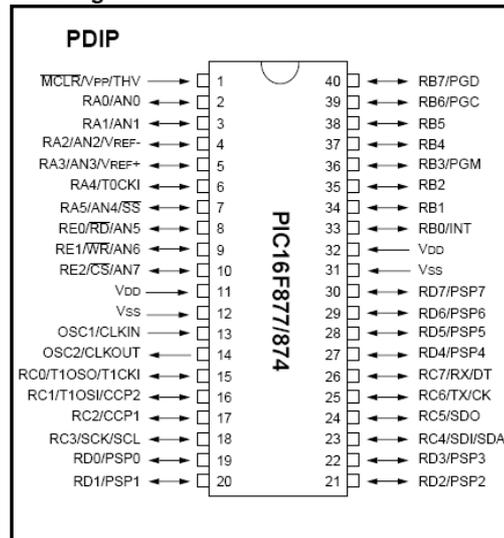
PIC16F87X

28/40-pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

Microcontroller Core Features:

- 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 the PIC16C73/74/76/77**
- Interrupt capability (up to 14 internal/external interrupt sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect, and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code-protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low-power, high-speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ via two pins
- ★ **Only single 5V source needed for programming**
- ★ **In-Circuit Debugging via two pins**
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption:
 - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram



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
- ★ **10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter**
- ★ **Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master Mode) and I²C™ (Master/Slave)**
- ★ **Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection**
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

ANEXO 3. CARACTERÍSTICAS DEL REGULADOR LM2677



April 2005

LM2677 SIMPLE SWITCHER® High Efficiency 5A Step-Down Voltage Regulator with Sync

General Description

The LM2677 series of regulators are monolithic integrated circuits which provide all of the active functions for a step-down (buck) switching regulator capable of driving up to 5A loads with excellent line and load regulation characteristics. High efficiency (>90%) is obtained through the use of a low ON-resistance DMOS power switch. The series consists of fixed output voltages of 3.3V, 5V and 12V and an adjustable output version.

The SIMPLE SWITCHER concept provides for a complete design using a minimum number of external components. The switching clock frequency can be provided by an internal fixed frequency oscillator (260KHz) or from an externally provided clock in the range of 280KHz to 400KHz which allows the use of physically smaller sized components. A family of standard inductors for use with the LM2677 are available from several manufacturers to greatly simplify the design process. The external Sync clock provides direct and precise control of the output ripple frequency for consistent filtering or frequency spectrum positioning.

The LM2677 series also has built in thermal shutdown, current limiting and an ON/OFF control input that can power down the regulator to a low 50 μ A quiescent current standby condition. The output voltage is guaranteed to a $\pm 2\%$ tolerance.

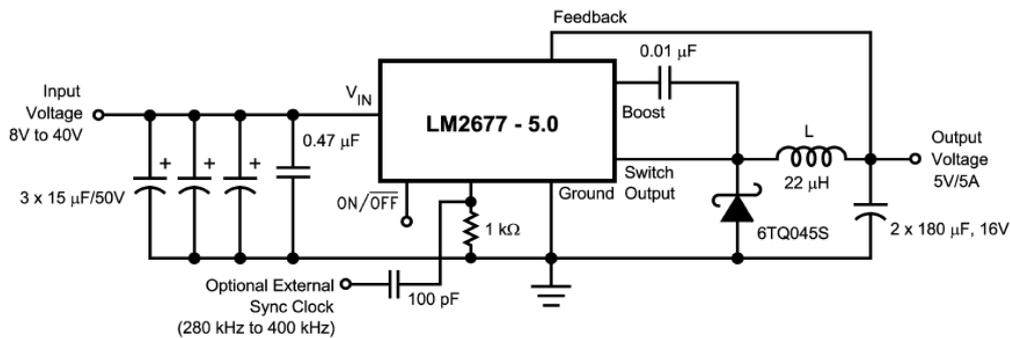
Features

- Efficiency up to 92%
- Simple and easy to design with (using off-the-shelf external components)
- 100 m Ω DMOS output switch
- 3.3V, 5V and 12V fixed output and adjustable (1.2V to 37V) versions
- 50 μ A standby current when switched OFF
- $\pm 2\%$ maximum output tolerance over full line and load conditions
- Wide input voltage range: 8V to 40V
- External Sync clock capability (280KHz to 400KHz)
- 260 KHz fixed frequency internal oscillator
- -40 to +125°C operating junction temperature range

Applications

- Simple to design, high efficiency (>90%) step-down switching regulators
- Efficient system pre-regulator for linear voltage regulators
- Battery chargers
- Communications and radio equipment regulator with synchronized clock frequency

Typical Application



10130103

SIMPLE SWITCHER® is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.

ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS DEL REGULADOR LP3982



July 2002

LP3982

Micropower, Ultra Low-Dropout, Low-Noise, 300mA CMOS Regulator

General Description

The LP3982 low-dropout (LDO) CMOS linear regulator is available in 1.8V, 2.5V, 2.77V, 2.82V, 3.0V, 3.3V, and adjustable versions. They deliver 300mA of output current. Packaged in an 8-Pin MSOP, the LP3982 is pin and package compatible with Maxim's MAX8860. The LM3982 is also available in the small footprint LLP package.

The LP3982 suits battery powered applications because of its shutdown mode (1nA typ), low quiescent current (90 μ A typ), and LDO voltage (120mV typ). The low dropout voltage allows for more utilization of a battery's available energy by operating closer to its end-of-life voltage. The LP3982's PMOS output transistor consumes relatively no drive current compared to PNP LDO regulators.

This PMOS regulator is stable with small ceramic capacitive loads (2.2 μ F typ).

These devices also include regulation fault detection, a bandgap voltage reference, constant current limiting and thermal overload protection.

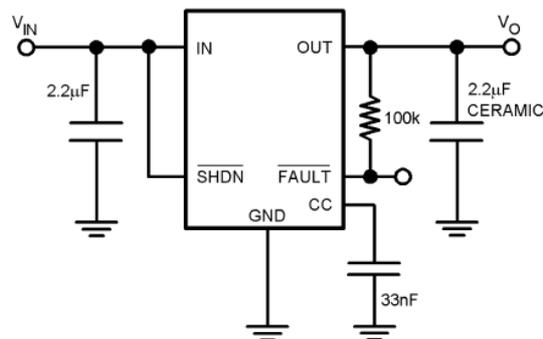
Features

- MAX8860 pin, package and spec. compatible
- LLP space saving package
- 300mA guaranteed output current
- 120mV typical dropout @ 300mA
- 90 μ A typical quiescent current
- 1nA typical shutdown mode
- 60dB typical PSRR
- 2.5V to 6V input range
- 120 μ s typical turn-on time
- Stable with small ceramic output capacitors
- 37 μ V RMS output voltage noise (10Hz to 100kHz)
- Over temperature/over current protection
- \pm 2% output voltage tolerance

Applications

- Wireless handsets
- DSP core power
- Battery powered electronics
- Portable information appliances

Application Circuit



20006931

LP3982 Micropower, Ultra Low-Dropout, Low-Noise, 300mA CMOS Regulator

ANEXO 5. CARACTERÍSTICAS DEL MAX232



May 1998

DS14C232

Low Power +5V Powered TIA/EIA-232 Dual Driver/Receiver

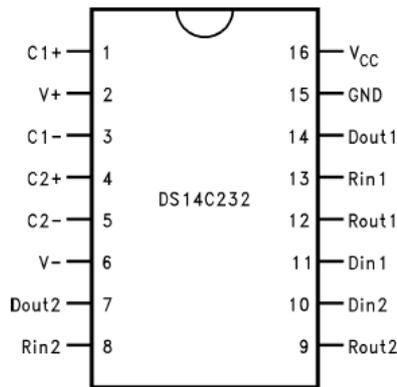
General Description

The DS14C232 is a low power dual driver/receiver featuring an onboard DC to DC converter, eliminating the need for $\pm 12V$ power supplies. The device only requires a +5V power supply. I_{CC} is specified at 3.0 mA maximum, making the device ideal for battery and power conscious applications. The drivers' slew rate is set internally and the receivers feature internal noise filtering, eliminating the need for external slew rate and filter capacitors. The device is designed to interface data terminal equipment (DTE) with data circuit-terminating equipment (DCE). The driver inputs and receiver outputs are TTL and CMOS compatible. DS14C232C driver outputs and receiver inputs meet TIA/EIA-232-E (RS-232) and CCITT V.28 standards.

Features

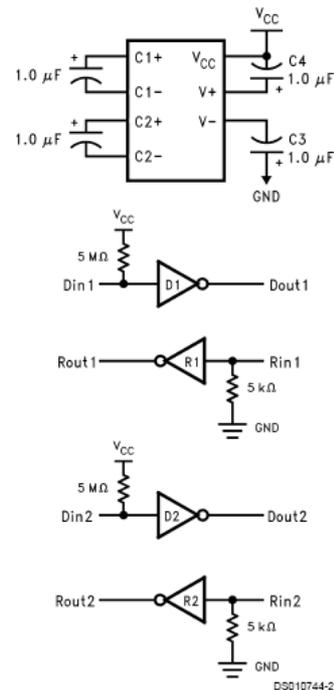
- Pin compatible with industry standard MAX232, LT1081, ICL232 and TSC232
- Single +5V power supply
- Low power— I_{CC} 3.0 mA maximum
- DS14C232C meets TIA/EIA-232-E (RS-232) and CCITT V.28 standards
- CMOS technology
- Receiver Noise Filter
- Package efficiency—2 drivers and 2 receivers
- Available in Plastic DIP, Narrow and Wide SOIC packages
- TIA/EIA-232 compatible extended temperature range option:
DS14C232: $-55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$

Connection Diagram



Order Number DS14C232CN, or DS14C232CM,
See NS Package Number N16E, or M16A

Functional Diagram



DS14C232 Low Power +5V Powered TIA/EIA-232 Dual Driver/Receiver

ANEXO 6. DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS

ANEXO 7. PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR

```

*****
'* Name : GSMGPRSGPS3D.BAS *
'* Author : Francisco Mena *
'* Date : Diciembre/2005 – Julio 2006 *
'* Version : 10.0 *
'* Notes : *
*****
'Include
  Include "modedefs.bas"      ' Include serial modes

*****
'Configuraciones Iniciales de pines
  modin   var PORTC.4 'señal entrada del modem
  modout  var PORTC.5 'senal salida al modem
  gpsin   var PORTC.7 'señal entrada del GPS
  hypout  VAR PORTC.6 'señal salida a la pc

*****
'Definicion de Variables
"Contador para Reloj
  cont1   VAR WORD   'Contador para verificar tiempo de no reportarse a la central
  cont2   VAR WORD   'Contador para verificar tiempo de no reportarse a la central
  cont1=0
  cont2=0
"Identificación del vehiculo
  vehiculo VAR BYTE[4] 'Identificacion del auto para los msg
  vehiculo[1]="C" : vehiculo[2]="0" : vehiculo[3]="0" : vehiculo[4]="1"

"Variables GPRS
  caracter1 var byte[10] 'caracter para confirmar ok o error en la com serial del modem
  caracter2 var byte[10] 'caracter para confirmar ok o error en la com serial del modem
  i         var word      'contador en los for

  VMODEM   CON 500      'mode osc 20 MHz para un baud rate 9600
  codigo   var byte[3]  'Codigo de tipo de msg recibido

  estado   var byte[2]  'Estado del auto
                        ""OK" estado normal del auto
                        ""AU" pedido de auxilio del auto
  entrada  var byte[10] 'Señal recibida del server
  estado[1]="O" : estado[2]="K"

'Variables GPS
  B1       var byte
  gps      var Byte[5]
  modo     CON 500      'mode osc 20 MHz para un baud rate 9600
  A        var byte[1]  'Carácter de verificación FIX GPS V/A
  posicion var Byte[24] 'latitud y longitud completa como string
  hora     var Byte [10] 'hora completa como string
  fecha    var Byte [6]  'fecha y longitud completa como string

*****
'Configuración del Modulo USART

  SPBRG = 31          ' Set baud rate 9600MHZ con un osc 20MHz con'BRGH = 0
  TRISC = %10011111  ' Set TX (PortC.6 y PortC.5) to out, rest in
  RCSTA = %10010000  ' USART, Enable continuous receive,8 bits

```

```
TXSTA = %00100010    ' USART, Transmision de 8bits,
                    ' Transmit enable, BRGH low speed, asincrono,
                    ' TSR vacio
```

Inicialización Modem

main:

```
HSEROUT ["INCIO DEL PROGRAMA",13,10]
RCSTA.4=1
caracter1=" "
caracter2=" "
```

inicializando:

```
HSEROUT ["INICIALIZANDO...",13,10]
```

'AT

atencion1:

```
HSEROUT ["at",13,10]
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at",13,10]
Gosub led
```

'CONFIGURACIÓN DEL PERFIL DE CONEXIÓN ALFABETO

alfabeto1:

```
HSEROUT ["at^sics=0,alphabet,1",13,10]
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^sics=0,alphabet,1",13,10]
Gosub led
```

'GPRS

gprs:

```
HSEROUT ["at^sics=0,contype,gprs0",13,10]
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^sics=0,contype,gprs0",13,10]
Gosub led
```

'APN

apn:

```
HSEROUT ["at^sics=0,apn,acesxilicon.porta.com.ec",13,10]
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^sics=0,apn,acesxilicon.porta.com.ec",13,10]
Gosub led
```

'CONFIGURACIÓN DEL PERFIL DE SERVICIO ALFABETO

alfabeto2:

```
HSEROUT ["at^siss=0,alphabet,1",13,10]
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^siss=0,alphabet,1",13,10]
Gosub led
```

'SOCKET

socket:

```
HSEROUT ["at^siss=0,srvtype,socket",13,10]
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^siss=0,srvtype,socket",13,10]
Gosub led
```

'IP DEL LISTENER

ip:

```
HSEROUT ["at^siss=0,address,socktcp://172.31.178.2:2000",13,10]
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^siss=0,address,socktcp://172.31.178.2:2000",_
13,10]
Gosub led
```

perfil:

```
HSEROUT ["at^siss=0,conid,0",13,10]
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^siss=0,conid,0",13,10]
Gosub led
```

'SISO=0 (**Llamada a la red**)

siso:

```
HSEROUT ["at^siso=0",13,10]
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^siso=0",13,10]
Gosub led
```

```
HSEROUT [" SE HA INICIALIZADO!!!",13,10]
caracter1=" "
High PORTB.2      ; Turn on LED
```

'HASTA AQUI SE HA CONECTADO EL MODEM A LA RED GPRS Y TIENE QUE ESPERAR
 *****LA RESPUESTA DEL SERVER*****

espera:

```
PAUSE 1000
HSEROUT ["ESTA ENLAZADO CON AL SERVICIO GPRS",13,10] 'hyperterminal
```

*****AQUI SE FILTRA LOS MSG PROVINENTES DEL SERVER *****

RCSTA.4=1

conexion:

```
SERIN2 modin,VMODEM,10000,bloque,[wait("^SIS"),str caracter1\1,skip 4,str caracter2\1]
HSEROUT ["CARACTER RECIBIDO: ",caracter1," ",caracter2,13,10]
```

'MENSAJE DE ERROR DE PERDIDA DE COM (^SIS: 0, 0, 47)

```
IF (caracter1=":" and caracter2="0") then
  'Cierra el perfil de conexion puesto que ha recibido un msg de perdida de com
  HSEROUT ["SE HA PERDIDO COMUNICACION",13,10]
  PAUSE 100
```

```
'CIERRA EL PERFIL DE SERVICIO
HSEROUT ["at^sisc = 0",13,10]hyperterminal
PAUSE 100
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^sisc = 0",13,10]
Low PORTB.1
GOTO inicializando 'Vuelve a enlazarse
ENDIF
```

'MENSAJE DE RECIBO DE DATOS DEL SERVER (^SISR: 0, 1)

```
HSEROUT ["HA LLEGADO UNA TRAMA DE DATOS ",13,10]
```

```
IF (caracter1="R") then
  HSEROUT ["^SISR: 0, 1",13,10,"at^sistr=0,3",13,10]
  caracter1=" "
  SEROUT2 modout,VMODEM,["at^sistr=0,3",13,10]
```

'recepcion:

```
SERIN2 modin,VMODEM,10000,bloque,[wait("00"),str caracter1\1]
```

```
'CODIGO DE INICIO DE ENLACE Y SOLICITUD DE REPORTE DE POSICION GPS
```

```
IF(caracter1="1")then
```

```
  HSEROUT ["(Recibe Codigo 001) PIDE REPORTE DE LOCALIZACION",13,10]
```

```
  'FILTRO DATOS GPS***
```

loop:

```
IF PIR1.5 = 1 Then
```

```
  SERIN2 gpsin,VMODEM,100,loop,[wait("$GPRMC,"), skip 11,str A\1,skip 1,str posicion\24]
```

```
  'Visualizacion en el hyperterminal
```

```
  IF A = "A" then
```

```
    HSEROUT ["Datos GPS confiable: ",STR A\1,13,10]
```

```
  ENDIF
```

```
  HSEROUT ["GPS MANDA :",13,10,"Posicion ",STR posicion\24,13,10]
```

enviapos:

```
'Envia datos al Server
```

```
SEROUT2 modout,VMODEM,["at^sisw=0,33",13,10]
```

```
HSEROUT ["at^sisw=0,33",13,10]'Visualizacion en el hyperterminal
```

```
PAUSE 100
```

```
caracter1=" "
```

```
SEROUT2 modout,VMODEM,[STR vehiculo\4,STR posicion\24,str estado\2,_"***"]
```

```
'Confirma que se haya enviado el reporte
```

```
SERIN2 modin,VMODEM,100,enviapos,[wait("OK"),str caracter1\1]
```

```
HSEROUT [STR vehiculo\4,STR posicion\24,str estado\2,"***",13,10,_"OK",13,10]hyperterminal
```

```
GOTO conexion
```

```
ENDIF
```

```
GOTO loop
```

```
ENDIF
```

```
ENDIF
```

bloque:

```
cont1=cont1+1
```

```
IF(cont1!=50) then GOTO conexion
```

```
IF(cont1=50) then
```

```
  cont1=0
```

```
  HSEROUT ["REPORTE DE LOCALIZACION SIN SOLICITUD",13,10]
```

```
  'FILTRO DATOS GPS***
```

loop2:

```
IF PIR1.5 = 1 Then
```

```
  SERIN2 gpsin,VMODEM ,100,loop2,[wait("$GPRMC,"),skip ,str A\1,skip 1,str posicion\24]
```

```
  PAUSE 500
```

```
  'Visualizacion en el hyperterminal
```

```
  IF A = "A" then
```

```
    HSEROUT ["Datos GPS confiable: ",STR A\1,13,10]
```

```

ENDIF

HSEROUT ["GPS MANDA :",13,10,"Posicion ",STR posicion\24,13,10]

enviapos2:
  'Envia datos al Server
  SEROUT2 modout,VMODEM,["at^sisw=0,33",13,10]
  HSEROUT ["at^sisw=0,33",13,10]'Visualizacion en el hyperterminal
  PAUSE 1000
  caracter1=" "
  SEROUT2 modout,VMODEM,[STR vehiculo\4,STR posicion\24,str estado\2,_"
  "***"]
  'Confirma que se haya enviado el reporte
  SERIN2 modin,VMODEM,100,enviapos2,[wait("OK"),str caracter1\1]
  HSEROUT [STR vehiculo\4,STR posicion\24,str estado\2,"***",13,10,_"
  "OK",13,10]'hyperterminal

  RCSTA.4=0
  GOTO conexion
ENDIF
GOTO loop2
ENDIF

"ENDIF

GOTO conexion

fin:
HSEROUT ["FIN DEL PROGRAMA",13,10]'Visualizacion en el hyperterminal

END
'*****AQUI SE ACABA EL PROGRAMA*****
'*****
'*****

led:

High PORTB.2      ; Turn on LED
Pause 1000        ; Delay for 5 seconds
Low PORTB.2       ; Turn off LED
Return

```

ANEXO 8. PROGRAMA DEL SERVIDOR

*****VARIABLES PARA TABSTRIP*****

Private FrameUsuarioVisible As Integer ' Marco activo visible

*****VARIABLES PARA MAPX*****

'bandera para graficar la primera vez en el mapa

Dim flagprimergrafico As Boolean

'bandera para autorizar que se rastree graficamente cada entrada de datos

Dim flagrastreografico As Boolean

'Variables que se van actualizando con la posicion del movil en rastreo grafico

Dim xposrastreografico As Double

Dim yposrastreografico As Double

*****VARIABLE PARA GRID*****

'Arreglo que guarda las segmentos de la trama que envian los mensajes de los moviles

Dim arreglo(7) As Variant

*****VARIABLES DE COMUNICACIÓN MSCOMM*****

Public velocidad As Integer ' Bauds

Public nro_puerto As Integer 'Cual puerto uso

Public mensajes_cambios As Boolean 'Suprime mensajes al iniciar programa.

Dim perfil As String 'perfil de servicio en el que se están comunicando client-server
(socket)

Dim puertoabierto As Boolean 'Bandera que indica si el puerto esta abierto

Dim comabierta As Boolean 'Bandera que indica si el puerto esta abierto

Dim respuesta1 As Variant

Dim respuesta2 As Variant

Dim bandera As Boolean 'Determina si se deben cumplir las 2 o una de las condiciones de recep.

Private Sub Abrircom_Click()

Dim bufer As Variant

Dim texto_salida As Variant

Dim indice As String

Dim aux As String

Dim cadenatemp As Variant 'Recoge los datos llegados

Dim cadenatemp2 As Variant 'Recoge la parte de los datos de posicion

Dim trama As Variant

If comabierta = False Then

'Se hace enlace a los servicios de internet GPRS

'seteo perfil de serviciocio

perfil = 0

Abrircom.Enabled = False

Abrirpuerto.Enabled = False

'ABRIR COMUNICACION*****

'Perfil de conexión

Texto_Mensajes.Caption = "Inicializando..."

respuesta1 = "OK" & vbCrLf

respuesta2 = "OK" & vbCrLf

Enviar ("at")

Enviar ("at^sics=0,alphabet,1") 'tipo de alfabeto

Enviar ("at^sics=0,contype,gprs0") 'comunicación gprs

Enviar ("at^sics=0,apn,acesilicon.porta.com.ec") ' apn

'Perfil de servicio

Enviar ("at^siss=0,alphabet,1") 'tipo de alfabeto

Enviar ("at^siss=0,srvtype,socket") 'Comunicación socket

```
Enviar ("at^sis=0,address,socktcp://listener:2000") 'Config de listener/puerto 2000
Abrirpuerto.Enabled = False
```

```
'ENLACE AL SERVICIO GPRS*****
```

```
Texto_Mensajes.Caption = "Enlazando a GPRS"
respuesta1 = "OK" & vbCrLf
respuesta2 = "ERROR" & vbCrLf
Enviar ("at^siso=0") 'Enlace de perfil 0
If InStr(ultimarespuesta, "ERROR") > 0 Then
  MsgBox "NO SE HA ENLAZADO AL SERVICIO GPRS "
  Texto_Mensajes.Caption = "Falló Enlace"
  Sleep 3000
  Texto_Mensajes.Caption = "Sin Comunicación"
  comabierta = False
  Abrircom.Enabled = True
  Abrirpuerto.Enabled = True
  GoTo Salir
End If
```

```
MsgBox "SE HA ENLAZADO EL LISTENER AL SERVICIO GPRS "
```

```
Abrircom.Caption = "Cerrar Comunicación"
Etiqu_gprs.ForeColor = &HAF00& 'Color verde
Abrircom.Enabled = True
Abrirpuerto.Enabled = True
comabierta = True
Command3.Enabled = True
Texto_Mensajes.Caption = "Enlazado a GPRS !"
'ESPERA REPORTE DE QUE SE HA ENLAZADO EL MOVIL*****
'^SIS: 0, 1, 1
```

```
Conectar:
```

```
bufer = ""
Do
  DoEvents
  Buffer$ = Buffer$ & MSComm1.Input
  bufer = Buffer$
Loop Until InStr(bufer, "^SIS: 0, 1, ") Or comabierta = False
perfil = right(left(bufer, InStr(1, bufer, "^SIS: 0, 1, ") + 17), 1)
If comabierta = False Then GoTo Salir
```

```
Texto_Recibido.Text = Texto_Recibido.Text + bufer
```

```
*****MsgBox "Se recibio un requerimiento de Conexión Socket "
```

```
Texto_Mensajes.Caption = "Movil Conectando"
```

```
'SE HA REGISTRADO CONEXION DEL MOVIL*****
```

```
Enviar ("at^siso=" + perfil) 'at^siso=1 OK
Texto_Mensajes.Caption = "Movil en Línea"
```

```
'SE ENVIA SOLICITUD DE REPORTE DE LOCALIZACION*****
```

```
respuesta1 = "^SISW: 1, 3" & vbCrLf
respuesta2 = "^SISW: 1, 3" & vbCrLf
Enviar ("at^sisw=" + perfil + ",3") 'at^sisw=1,3 ^SISW: 1, 3
```

```
Texto_Mensajes.Caption = "Petición Reporte"
```

```
respuesta1 = "OK" & vbCrLf
respuesta2 = "OK" & vbCrLf
Enviar ("001")
```

ESPERA DE MSG DE SOLICITUD O PERDIDA DE REPORTE

bufer = ""

'-----*****^SISR: #, 1*****

Do

DoEvents

Buffer\$ = Buffer\$ & MSComm1.Input

If InStr(bufer, "^SISR: " & perfil & ", 1" & vbCrLf) And comabierta = True Then

^SISR: 0, 1 'Ha llegado datos de la central

*****MsgBox "Se ha recibido un REPORTE"

Texto_Mensajes.Caption = "Reportando..."

indice = right(left(bufer, InStr(1, bufer, "^SISR:") + 12), 1)

'at^sisr=0,3

^SISR: 0, 3 'Indica el modem que por el perfil 0 se leen 3 caracteres

'C001****.****,S,****.****,WOK*** total 33 caracteres

bandera = True

'respuesta1 = "^SISR: " + perfil + ", 3" & vbCrLf

respuesta1 = "****" & vbCrLf

respuesta2 = "****" & vbCrLf

Enviar ("at^sisr=" + indice + ",64") 'at^sisr=1,64

trama = ultimarespuesta

bandera = False

Texto_Mensajes.Caption = "Movil Localizado"

respuesta1 = "OK" & vbCrLf

respuesta2 = "ERROR" & vbCrLf

Enviar ("at^sisr=" + indice + ",3") 'at^sisr=1,62

'FILTRO DE DATOS, ACTUALIZACION DE LA BASE Y EL MAPA

'SE FILTRA EL STREAM DE POCISION Y SE ACTUALIZA LA BASE DE DATOS

'30 caracteres C001****.****,S,****.****,WOK

trama = right(left(trama, InStr(1, trama, "****") - 1), 30)

cadenatemp = trama

arreglo(0) = left(cadenatemp, 4) ""VehiculosID"

cadenatemp = right(cadenatemp, 26) '26 ultimos caracteres enviados

arreglo(4) = right(cadenatemp, 2) ""Estado"

cadenatemp = left(cadenatemp, 24) '26 ultimos caracteres enviados

aux1 = CDbI(left(cadenatemp, 2)) + ((CDbl(right(left(cadenatemp, 9), 7))) / 600000)

If (right(left(cadenatemp, 11), 1) = "S") Then aux1 = -aux1

aux = left(right(cadenatemp, 12), 10)

aux2 = CDbI(left(aux, 3)) + ((CDbl(right(aux, 7))) / 600000)

If (right(cadenatemp, 1) = "W") Then aux2 = -aux2

arreglo(1) = "LOCALIZACIÓN" ""Tipo"

arreglo(2) = aux1 ""Lat"

arreglo(3) = aux2 ""Long"

arreglo(5) = "0" ""Velocidad"

```

arreglo(6) = Now "Fecha"

Texto_Mensajes.Caption = "Datos Actualizados"
Sleep 3000
bufer = ""
End If
Texto_Mensajes.Caption = "Esperando Reporte..."

^SIS: 1, 0, 47
Loop Until InStr(bufer, "^SIS: " & perfil & ", 0, 47" & vbCrLf) Or comabierta = False

If comabierta = False Then GoTo Salir

'-----*****^SIS: #, 0, 47*****
Texto_Mensajes.Caption = "Movil desconectado"
perfil = left(right(bufer, 19), (InStr(1, right(bufer, 19), ", 0, 49")) - 1)
perfil = right(perfil, 1)
Enviar ("at^sisc=" + perfil)

GoTo Conectar

End If

If comabierta = True Then
  Texto_Mensajes.Caption = "Cerrando Sesión..."
  Abrircom.Enabled = False
  Abrirpuerto.Enabled = False

  respuesta1 = "ERROR" & vbCrLf
  respuesta2 = "OK" & vbCrLf
  Enviar ("at")
  For i = 0 To perfil
    Enviar ("at^sisc=" + Str(i))
  Next
  respuesta1 = "OK" & vbCrLf
  respuesta2 = "OK" & vbCrLf
  Enviar ("at")
  Abrircom.Caption = "Abrir Comunicación"
  comabierta = False
  Command3.Enabled = False
  MsgBox "SE HA FINALIZADO UNA SESION GPRS "
  Etiq_gprs.ForeColor = &HFF& 'Rojo
  Abrircom.Enabled = True
  Abrirpuerto.Enabled = True
  Texto_Mensajes.Caption = "Sin Comunicación"
End If

Salir:

End Sub

Private Sub Abrirpuerto_Click()
Dim abiertocerrado As String

On Error GoTo manejar_errores 'Protejo frente al error.

```

```

If puertoabierto = False Then
  Texto_Mensajes.Caption = "Encendiendo..."
  'Se abre un puerto serial
  abiertocerrado = "abrir" 'Texto para mensaje en caso de error
  'Configuración del puerto
  MSComm1.CommPort = nro_puerto 'Elijo el puerto
  MSComm1.Settings = Str$(velocidad) + ",N,8,1" 'preparo parámetros de com
  MSComm1.PortOpen = True 'Intento abrir el puerto. Puedo no lograrlo: si no existe,
  'o si otro programa lo está usando. Aquí puede ocurrir un error y saltaría a la
  'etiqueta " manejar_errores "
  MsgBox ("Puerto COM" + Str$(nro_puerto) + ": abierto OK")
  Etiq_Puerto.Caption = "COM" + Str$(nro_puerto) + ":"
  Etiq_Puerto.ForeColor = &HAF00& 'Color verde
  puertoabierto = True
  Abrirpuerto.Caption = "Cerrar Puerto"
  Abrircom.Enabled = True
  Boton_Enviar.Enabled = True
  Texto_Mensajes.Caption = "Modem Encendido"
  GoTo Salir 'Todo Ok, continuar.
End If

```

```

If puertoabierto = True Then
  Texto_Mensajes.Caption = "Apagando Modem..."
  'Se cierra un puerto serial
  abiertocerrado = "cerrar" 'Texto para mensaje en caso de error
  respuesta1 = "OK" & vbCrLf
  respuesta2 = "OK" & vbCrLf
  Enviar ("at^smso")
  MSComm1.PortOpen = False 'Puede haber error si intento cerrar un puerto que está
  'en uso por otro programa, entre otras causas.
  MsgBox ("Puerto COM" + Str$(nro_puerto) + ": cerrado OK")
  Etiq_Puerto.ForeColor = &HFF& 'Rojo
  "" Etiq_Estado = "CERRADO"
  puertoabierto = False
  Abrirpuerto.Caption = "Abrir Puerto"
  Abrircom.Enabled = False
  Boton_Enviar.Enabled = False
  Texto_Mensajes.Caption = "Modem Apagado"
  GoTo Salir
End If

```

```

manejar_errores:
  MsgBox ("Error al intentar " + abiertocerrado + " COM" + Str$(nro_puerto))
  MsgBox ("Visual basic detectó: " + Err.Description)
  Resume Salir
Salir:

```

End Sub

```
Private Sub Boton_Enviar_Click()
```

```
' La propiedad Output requiere un Variant
Dim texto_salida As Variant
```

```
texto_salida = Texto_a_Enviar.Text
texto_salida = texto_salida + Chr$(13) + Chr$(10)
'Texto_Mensajes.Caption = "Enviando..."

```

```
On Error GoTo Error_Enviando
MSComm1.Output = texto_salida
```

```
Do
    Buffer$ = Buffer$ & MSComm1.Input
```

```
Loop Until InStr(Buffer$, "OK" & vbCrLf)
bufer = Buffer$
Texto_Recibido.Text = Texto_Recibido.Text + bufer
```

```
GoTo Salir
```

```
Error_Enviando:
    MsgBox "Ocurrió un error al intentar enviar el texto"
    MsgBox "Visual Basic detectó: " + Err.Description
    Texto_Mensajes.Caption = "Ocurrió error al enviar"
    Resume Salir
```

```
Salir:
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Enviar(commando As Variant)
```

```
' La propiedad Output requiere un Variant
Dim texto_salida As Variant
Dim bufer As Variant
```

```
bufer = ""
texto_salida = commando
texto_salida = texto_salida + Chr$(13) + Chr$(10)
'Texto_Mensajes.Caption = "Enviando..."
```

```
On Error GoTo Error_Enviando
If bandera = False Then
    MSComm1.Output = texto_salida
    ' Asegura de que el módem responde con "OK".
    Do
        DoEvents
        Buffer$ = Buffer$ & MSComm1.Input
        bufer = Buffer$
    Loop Until (InStr(bufer, respuesta1) Or InStr(bufer, respuesta2))
End If
```

```
If bandera = True Then
    MSComm1.Output = texto_salida
    ' Asegura de que el módem responde con "OK".
    Do
        DoEvents
        Buffer$ = Buffer$ & MSComm1.Input
        bufer = Buffer$
    Loop Until (InStr(bufer, respuesta1) And InStr(bufer, respuesta2))
End If
```

```
Texto_Recibido.Text = Texto_Recibido.Text + bufer
ultimarespuesta = bufer
```

```
GoTo Salir
```

Error_Enviando:

```
MsgBox "Ocurrió un error al intentar enviar el texto"
MsgBox "Visual Basic detectó: " + Err.Description
Texto_Mensajes.Caption = "Ocurrió error al enviar"
Resume Salir
```

Salir:

```
Sleep (1000) ' IMPORTANTISIMO*****
```

End Sub

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
If Localizar.Text = "C001" Then
```

```
Texto_Mensajes.Caption = "Pidiendo Reporte"
respuesta1 = "^SISW: 1, 3" & vbCrLf
respuesta2 = "^SISW: 1, 3" & vbCrLf
Enviar ("at^sisw=" + perfil + ",3") 'at^sisw=1,3 ^SISW: 1, 3
```

```
respuesta1 = "OK" & vbCrLf
respuesta2 = "OK" & vbCrLf
Enviar ("001")
Texto_Mensajes.Caption = "Petición Reporte"
```

```
'ESPERA DE MSG DE SOLICITUD O PERDIDA DE REPORTE
```

```
bufer = ""
Buffer$ = ""
```

```
'-----*****^SISR: #, 1*****
```

```
Do
```

```
DoEvents
Buffer$ = Buffer$ & MSComm1.Input
bufer = Buffer$
```

```
If InStr(bufer, "^SISR: " & perfil & ", 1" & vbCrLf) And comabierta = True Then
```

```
^SISR: 0, 1 'Ha llegado datos de la central
MsgBox "Se ha recibido un REPORTE"
Texto_Mensajes.Caption = "Reportando..."
indice = right(left(bufer, InStr(1, bufer, "^SISR:") + 7), 1)
```

```
'SE ENVIA SOLICITUD DE REPORTE DE LOCALIZACION*****
```

```
'at^sisr=0,3
^SISR: 0, 3 'Indica el modem que por el perfil 0 se leen 3 caracteres
'C001****.****,S,****.****,WOK*** total 33 caracteres
```

```
bandera = True
respuesta1 = "****" & vbCrLf
respuesta2 = "****" & vbCrLf
Enviar ("at^sisr=" + indice + ",64") 'at^sisr=1,64
trama = ultimarespuesta
bandera = False
Texto_Mensajes.Caption = "Movil Localizado"
```

```
respuesta1 = "OK" & vbCrLf
respuesta2 = "ERROR" & vbCrLf
```

```

Enviar ("at^sisr=" + indice + ",3") 'at^sisr=1,64
'FILTRO DE DATOS, ACTUALIZACION DE LA BASE Y EL MAPA

'SE FILTRA EL STREAM DE POCISION Y SE ACTUALIZA LA BASE DE DATOS
'30 caracteres C001****.****,S,****.****,WOK
trama = right(left(trama, InStr(1, trama, "****") - 1), 30)
MsgBox "REPORTE ES " & trama
cadenatemp = trama
arreglo(0) = left(cadenatemp, 4) "VehiculosID"
cadenatemp = right(cadenatemp, 26) '26 ultimos caracteres enviados
arreglo(4) = right(cadenatemp, 2) "Estado"
cadenatemp = left(cadenatemp, 24) '26 ultimos caracteres enviados
aux1 = CDBl(cadenatemp, 2) + ((CDBl(right(left(cadenatemp, 9), 7))) / 600000)
'LATITUD SUR
If (right(left(cadenatemp, 11), 1) = "S") Then aux1 = -aux1
aux = left(right(cadenatemp, 12), 10)
aux2 = CDBl(left(aux, 3)) + ((CDBl(right(aux, 7))) / 600000)

'LONGITUD OESTE
If (right(cadenatemp, 1) = "W") Then aux2 = -aux2
arreglo(1) = "LOCALIZACIÓN" "Tipo"
arreglo(2) = aux1 "Lat"
arreglo(3) = aux2 "Long"
arreglo(5) = "0" "Velocidad"
arreglo(6) = Now "Fecha"

Texto_Mensajes.Caption = "Datos Actualizados"
Sleep 3000

Exit Do
End If
Texto_Mensajes.Caption = "Espera Reporte.."

Loop Until InStr(bufer, "^SIS: " & perfil & ", 0, 47" & vbCrLf) Or comabierta = False

End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim i As Integer

*****MAPX*****
'Inicializa la bandera para crear y graficar el primer dataset y layer de puntos de posicion
flagprimergrafico = False
'Inicializa la bandera para rastreo grafico
flagrastreografico = False

*****TABSTRIP-TABUSUARIO*****

' El control TabStrip se llama "TabUsuario".
' El control Frame se llama "FrameUsuario".
For i = 1 To FrameUsuario.Count
With FrameUsuario(i)
.Move TabUsuario.ClientLeft, _
TabUsuario.ClientTop, _
TabUsuario.ClientWidth, _
TabUsuario.ClientHeight
End With

```

Next i

'Establece como el tab 1 en aparecer primero en el TabUsuario

FrameUsuarioVisible = 1

*****CHECKBOX TODOS*****

'Inicializa el CHECKBOX

Todos(1).Value = True

*****COMUNICACIÓN MSCOMM*****

**** Programa de demostración del control MSCOMM ****

'Sólo en modo "texto" (no "binario") y sólo se manejan los eventos de

'recepción y transmisión (ignora errores de datos, ring del modem, etc.)

mensajes_cambios = False

velocidad = 9600

nro_puerto = 1

mensajes_cambios = True

*** Preparación del objeto MSCOMM1 para recibir *****

MSComm1.InputLen = 0 ' El valor 0 hace que se lea todo buffer de recepcion

Etiqu_Puerto.ForeColor = &HFF& 'Rojo

Etiqu_gprs.ForeColor = &HFF& 'Rojo

puertoabierto = False

comabierta = False

bandera = False

End Sub

Private Sub MapXToolBar_ButtonClick(ByVal Button As ComctlLib.Button)

Dim i As Integer

Select Case Button.Index

Case 1 ' Arrow

Map1.CurrentTool = ToolConstants.miArrowTool

Case 2 ' Pan

Map1.CurrentTool = ToolConstants.miPanTool

Case 3 ' Zoom In

Map1.CurrentTool = ToolConstants.miZoomInTool

Case 4 ' Zoom Out

Map1.CurrentTool = ToolConstants.miZoomOutTool

Case 5 ' Zomm Extents

Map1.Zoom = 1000

Map1.CenterX = -78.2685

Map1.CenterY = -1.7777

Case 6 ' Center

Map1.CurrentTool = ToolConstants.miCenterTool

Case 7 ' Layer Control

LayerControl.Activate Map1

Exit Sub

End Select

For i = 1 To MapXToolBar.Buttons.Count

MapXToolBar.Buttons(i).Value = 0

Next

Button.Value = 1

End Sub

Private Sub OK_Click()

```

'Minimiza el Grid
DataGrid1.Height = 5350
'Hace visible el TabUsuario y establece el primer FrameUsuario
TabUsuario.Visible = True
FrameUsuario(FrameUsuario.Visible).Visible = True
'Se carga la información en el TabUsuario acorde al valor del cuadro de texto TextVehiculoID
CargarBase
'Activa bandera para Rastreo grafico en el mapa
flagrastreografico = True

End Sub

Private Sub CargarBase()
' Funcion que carga la base de datos al TabUsuario cuando es abilitado
Dim aux1, aux2 As Integer
Dim Vehiculobuscado As String
Dim Personabuscada As String
Dim i, j As Integer

'Empieza la busqueda en la tabla Vehiculos a traves del control Adodc2
Vehiculobuscado = TextVehiculoID.Text
Adodc2.Recordset.MoveFirst
aux1 = Adodc2.Recordset.RecordCount
For i = 1 To aux1
  If (Adodc2.Recordset.Fields("VehiculosID").Value = Vehiculobuscado) Then
    'FrameVehiculo
    TextEstado = Adodc2.Recordset.Fields("Estado")
    TextPlaca = Adodc2.Recordset.Fields("Placa")
    TextModelo = Adodc2.Recordset.Fields("Modelo") + " " + Adodc2.Recordset.Fields("Color")
    TextMarca = Adodc2.Recordset.Fields("Marca")
    TextFecha = Adodc2.Recordset.Fields("Fecha")
    TextPosicion = CStr(Adodc2.Recordset.Fields("Lat").Value) + "Lat;" +
    CStr(Adodc2.Recordset.Fields("Long").Value) + "Long"

    'Actualiza Rastreo Grafico
    xposrastreografico = Adodc2.Recordset.Fields("Long").Value
    yposrastreografico = Adodc2.Recordset.Fields("Lat").Value
    Map1.ZoomTo 1, Adodc2.Recordset.Fields("Long").Value, Adodc2.Recordset.Fields("Lat").Value

    'Empieza la busqueda en la tabla Contraseñas a traves del control Adodc3
    Personabuscada = Adodc2.Recordset.Fields("UsuariosID")
    Adodc3.Recordset.MoveFirst
    aux2 = Adodc3.Recordset.RecordCount

    For j = 1 To aux2
      If (Adodc3.Recordset.Fields("UsuariosID").Value = Personabuscada) Then
        'Frame Propietario
        TextNombre = Adodc3.Recordset.Fields("UsuariosID")
        TextContrato = Adodc3.Recordset.Fields("FechaContrato")
        TextDireccion1 = Adodc3.Recordset.Fields("Direccion1")
        TextDireccion2 = Adodc3.Recordset.Fields("Direccion2")
        TextTelfCelular = Adodc3.Recordset.Fields("TelfCelular")
        TextTelfFijo = Adodc3.Recordset.Fields("TelfFijo")
        TextTelfCelular = Adodc3.Recordset.Fields("TelfCelular")

        'Frame Registro
        TextContraseña = Adodc3.Recordset.Fields("Contraseña")
        TextPregunta = Adodc3.Recordset.Fields("Pregunta")
        TextRespuesta = Adodc3.Recordset.Fields("Respuesta")
      End If
    Next j
  End If
Next i

```

```
        j = aux2
    End If
    Adodc3.Recordset.MoveNext
Next
    i = aux1
End If
    Adodc2.Recordset.MoveNext
Next

End Sub

Private Sub Reset_texto_Click()
    Texto_Recibido.Text = ""
End Sub

Private Sub TabUsuario_Click()
    If TabUsuario.SelectedItem.Index = FrameUsuarioVisible _
        Then Exit Sub ' No necesita cambiar el marco.

    FrameUsuario(TabUsuario.SelectedItem.Index).Visible = True
    FrameUsuario(FrameUsuarioVisible).Visible = False

    ' Establece FrameUsuarioVisible al nuevo valor.
    FrameUsuarioVisible = TabUsuario.SelectedItem.Index

End Sub

Private Sub Eventos()

    Dim n As Integer
    Dim i As Integer
    Dim Bookmark As String

    'Ingresa un nuevo record (Registro) a la tabla "Vehiculos" con los datos de la
    'trama al Recorset del DataGrid1 y el Adodc1 y actualiza en la base y en el grid
    Adodc1.Recordset.AddNew
    Adodc1.Recordset("VehiculosID") = arreglo(0)
    Adodc1.Recordset("Tipo") = arreglo(1)
    Adodc1.Recordset("Lat") = arreglo(2)
    Adodc1.Recordset("Long") = arreglo(3)
    Adodc1.Recordset("Estado") = arreglo(4)
    Adodc1.Recordset("Velocidad") = arreglo(5)
    Adodc1.Recordset("Fecha") = arreglo(6)
    Adodc1.Recordset.Update

    'Envia el puntero al ultimo record en el Recorset presentado en DataGrid1
    Adodc1.Recordset.MoveLast

End Sub

Private Sub ActualizaVehiculos()

    Dim aux As Integer
    Dim i As Integer
    Dim Vehiculobuscado As String

    Vehiculobuscado = Adodc1.Recordset.Fields("VehiculosID").Value
```

```
aux = Adodc2.Recordset.RecordCount
'Esta linea es importante para que se reconozca el segundo recordset "Adodc2"
Adodc2.Refresh
Adodc2.Recordset.MoveFirst

For i = 1 To aux
  If (Adodc2.Recordset.Fields("VehiculosID").Value = Vehiculobuscado) Then
    Adodc2.Recordset("Lat") = Adodc1.Recordset.Fields("Lat").Value
    Adodc2.Recordset("Long") = Adodc1.Recordset.Fields("Long").Value
    Adodc2.Recordset("Estado") = Adodc1.Recordset.Fields("Long").Value
    Adodc2.Recordset.Update
    If ((Vehiculobuscado = TextVehiculoID.Text) And (flagrastreografico = True)) Then
      xposrastreografico = Adodc2.Recordset.Fields("Long").Value
      yposrastreografico = Adodc2.Recordset.Fields("Lat").Value
    End If
    i = aux
  End If
  Adodc2.Recordset.MoveNext
Next

End Sub

Private Sub Redibuja()
  Dim flds As New MapXLib.Fields
  Dim BindLayerObject As New MapXLib.BindLayer
  Dim MiDataset As MapXLib.Dataset

  'Añade los campos del recordset al objeto de campos flds
  flds.Add Adodc2.Recordset.Fields("Long").Name, "Long"
  flds.Add Adodc2.Recordset.Fields("Lat").Name, "Lat"
  flds.Add Adodc2.Recordset.Fields("VehiculosID").Name, "VehiculosID"

  'Borra el dataset (ds) que dibujo los puntos x,y
  Map1.DataSets.Remove (1)
  'Borra el layer -parte grafica que queda del paso anterior-
  Map1.Layers.Remove (1)

End If

If flagrastreografico = True Then
  Map1.ZoomTo 1, xposrastreografico, yposrastreografico
End If
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
  StatusBar1.SimpleText = CStr(Map1.CenterX) + "x," + CStr(Map1.CenterY) + "y;" + CStr(Map1.Zoom) +
  "zoom"
End Sub

Private Sub Todos_Click(Index As Integer)

If Todos(1).Value = True Then
  ' Si se ha seleccionado la opcion localizar a todos:
  'Desabilita los controles de localización individual
  TextVehiculoID.Enabled = False
```

```
OK.Enabled = False
LabelVehiculoID.Enabled = False
TextVehiculoID.Text = ""
'Maximiza el DataGrid
DataGrid1.Height = 9615
'Desabilita bandera rastreo grafico
flagrastreografico = False
'Desabilita el TabUsuario y el frame activo y anteriormente se estuvo en la
'opcion localización individual
TabUsuario.Visible = False
FrameUsuario(FrameUsuarioVisible).Visible = False

'Muestra todo la extensión del mapa
Map1.Zoom = 1000
Map1.CenterX = -78.2685
Map1.CenterY = -1.7777

Else
'Si se ha seleccionado la opcion localizar individualmente se abilitan los
'controles para el caso
TextVehiculoID.Enabled = True
OK.Enabled = True
LabelVehiculoID.Enabled = True

End If

End Sub
```

ANEXO 9. MANUAL DE USUARIO DEL PROGRAMA SERVIDOR

Se puede divisar en esta área la sección de mapa o dibujo, el título del mapa, la barra para el manejo gráfico y la barra de selección de mapeo. La extensión máxima del mapa cubre el territorio del Ecuador e internamente tiene desplegadas características geográficas como son división de provincias, la ciudad de Quito, con sus calles distribuidas en barrios y parroquias. Al costado superior izquierdo se encuentra la barra de control que apila las funciones de cursor tipo puntero, paneo, zoom de acercamiento y alejamiento, extensión del mapa y manejo del centro de la pantalla. Dichas funciones manipulan la presentación de la información del mapa digital independientemente de los eventos que se encuentren desarrollando en el resto del programa.



En la barra inferior se tiene la opción de mapeo para todos los usuarios que pertenecen al sistema AVL o la localización particular de un vehículo. Para este propósito se tiene 2 radio botones que permiten seleccionar estas opciones haciendo un click sobre uno de ellos. En el caso de que se requiera un rastreo particular se selecciona el botón "Usuario Específico", se digita el código del automóvil en el cuadro "VehículoID" y se pulsa el botón "OK". Como resultado se tiene en la sección del mapa un zoom de 2 Km a la redonda del usuario identificado con su código en el centro de la pantalla en la posición actualizada en la base de datos.

Base de Datos

El área de base datos se compone de una tabla que registra el historial de los reportes efectuados por los sistemas móviles. En los encabezados se identifican los campos de cada uno de ellos. El primero identifica el número de reporte recibido en la central de gestión y corresponde al orden de ingreso a la base de datos en el archivo LOCALIZADOR.GIS.dbm de Microsoft Access 2000. A continuación se identifican la fecha y hora de registro de la trama, la identificación del vehículo reportado, su posición en Latitud y Longitud y finalmente su estado al momento de la transmisión.

Tabulación de Datos						
Tramas de reportes						
Evento	Fecha	ID	Latitud	Longitud	Estado	
329	7/10/2006 6:19:40 PM	C001	-78,4994	-78,4994	OK	
330	7/10/2006 6:21:08 PM	C001	-78,4995	-78,4995	OK	
331	7/10/2006 6:22:25 PM	C001	-78,4994	-78,4994	OK	
332	7/10/2006 6:24:38 PM	C001	-78,4994	-78,4994	OK	
333	7/10/2006 6:25:51 PM	C001	-78,4994	-78,4994	OK	
334	7/10/2006 6:27:45 PM	C001	-78,4994	-78,4994	OK	
335	7/10/2006 6:29:14 PM	C001	-78,4999	-78,4999	OK	
336	7/10/2006 6:30:56 PM	C001	-78,4980	-78,4980	OK	
337	7/10/2006 6:33:10 PM	C001	-78,4960	-78,4960	OK	
338	7/10/2006 6:34:22 PM	C001	-78,4939	-78,4939	OK	
339	7/10/2006 6:36:05 PM	C001	-78,4941	-78,4941	OK	
340	7/10/2006 6:37:48 PM	C001	-78,4905	-78,4905	OK	
341	7/10/2006 6:39:31 PM	C001	-78,4903	-78,4903	OK	
342	7/10/2006 6:41:13 PM	C001	-78,4904	-78,4904	OK	
343	7/10/2006 6:42:56 PM	C001	-78,4904	-78,4904	OK	
344	7/10/2006 6:44:40 PM	C001	-78,4904	-78,4904	OK	
345	7/10/2006 6:46:22 PM	C001	-78,4904	-78,4904	OK	
346	7/10/2006 6:48:07 PM	C001	-78,4904	-78,4904	OK	
347	7/10/2006 6:50:01 PM	C001	-78,4922	-78,4922	OK	
348	7/10/2006 6:51:44 PM	C001	-78,4956	-78,4956	OK	
349	7/10/2006 6:53:22 PM	C001	-78,4974	-78,4974	OK	
350	7/10/2006 6:55:00 PM	C001	-78,4974	-78,4974	OK	

Vehículo	Propietario	Registro
Información del Usuario		
Nombre	Fecha de Contrato	
Rodrigo Sanchez	09/02/2005	
Dirección1	Telf Celular	
Isla Baltra 131	099085601	
Dirección2	Telf Fijo	
Isla Baltra 131	2863070	

Adicionalmente se tiene un cuadro de selección con la información de usuarios, la cual se presenta en tres secciones que son: “Vehículo”, “Propietario” y “Registro”, cada uno correspondientes a las características y estados del vehículo, datos personales del dueño y

claves de seguridad. Para su visualización se tienen 3 pestañas en la cabecera del cuadro que permiten seleccionar dicha clasificación.

El despliegue del cuadro “Información del Usuario” depende de la selección de mapeo que se haya registrado en el mapa digital. En el caso de que el operador seleccione la localización simultánea de todos los automóviles, la base de datos solo muestra el historial de las tramas, de otro modo las dos secciones parecerán en la ventana principal como se muestra en la figura anterior.

Comunicaciones

En la sección de comunicaciones se registran 4 bloques de tareas identificados como “Enlace”, “Manejo de comandos AT”, “Estados de la Comunicación” y “Solicitud de Reporte”. Dentro del primer bloque identificamos 2 botones que nos sirven para abrir y cerrar la comunicación y el enlace a la red GPRS respectivamente. De esta manera iniciamos o terminamos la comunicación para la administración del sistema AVL desde el servidor.



El segundo bloque está diseñado para que el programador pueda visualizar los eventos de enlace a la red, transmisión y recepción de tramas a través de comandos AT que es el lenguaje con el que se gestiona las comunicaciones con el módulo GPRS. Para ello se

identifican claramente 2 cuadros de texto para transmisión y recepción de dichos comandos y un botón para indicar el momento de iniciar el envío.

El bloque de “Estados de Comunicación” permite al usuario monitorear en lenguaje común los eventos que van ocurriendo en la administración del sistema AVL. Los textos “COM1” y “GPRS” inicialmente se presentan con color rojo para indicar que el puerto de comunicaciones y el enlace a la red GPRS respectivamente están deshabilitados. Al momento de cambiar el texto a color verde se indican su activación. El tercer texto con color azul indica paso por paso los procedimientos registrados en el módulo de comunicaciones.

Finalmente el bloque “Solicitud de Reporte” permite al operador del servidor requerir registros de localización a los vehículos de la red por medio de transmisión de tramas con sus códigos de identificación que se encuentran almacenados en la base de datos. Para esta tareas se digita el código del móvil en el cuadro de texto y se hace un click en el botón “Localizar”.

Barra de Estado

La barra que se encuentra en la base inferior de la ventana principal indica las coordenadas del centro del mapa digital y el zoom con el que se despliega este mapa.

```
-78,5059283333821x,-0,217611666661733y;1,00000000000001zoom
```

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Telefonía móvil	2
Figura. 1.2. Sistema Celular	3
Figura. 1.3. Representación gráfica de TDMA	4
Figura. 1.4. Red GSM	7
Figura. 1.5. Evolución de las Generaciones de las Comunicaciones Móviles	8
Figura. 1.6. Sistema GPS	9
Figura. 1.7. a) Determinación del tiempo de la señal del satélite	10
Figura. 1.7. b) Triangulación desde los satélites	
Figura. 1.8. Sistema GIS	11
Figura. 1.9. Sistema AVL	12
Figura. 2.1 Diagrama de Bloques del AVL	14
Figura. 2.2 Equipo móvil	16
Figura. 2.3 Equipos de la Central de Gestión	17
Figura. 2.4. Asignación de pines del módulo XT56	19
Figura. 2.5. Interface SIM	20
Figura 2.6 Diagrama del Sistema AVL	22
Figura 2.7. Diagrama Físico del Sistema Móvil de Comunicación	23
Figura 2.8. Tarjetas PCB del Sistema Móvil	24
Figura 2.9. Diagrama Esquemático del filtro de la fuente	25
Figura 2.10. Diagrama de la fuente de alimentación	
Figura 2.11. Diagrama del módulo de comunicación	26
Figura 2.12. a) Conector U.FL hembra de la antena.	27
Figura 2.12. b) Conector U.FL macho del módulo XT56.	
Figura 2.12. c) Antena combinada GPS/GSM	
Figura 2.13. Comunicación Cliente-Servidor Socket con TCP	28
Figura 2.14. Diagrama de flujo del programa de microcontrolador	30

Figura 2.15. Central de Gestión	32
Figura 2.16. Kit de Desarrollo SIEMENS XT56	33
Figura 2.17. Objeto MSComm del Visual Basic 6.0	35
Figura 2.18. Tabla de reportes de los móviles y base de datos de un usuario	36
Figura 2.19. Objetos del Visual Basic	37
Figura 2.20. Mapa digital del sistema GIS	38
Figura 3.1. Enlace del Servidor a la red GPRS	43
Figura 3.2. Solicitud de localización al Vehículo con código C001 desde el Servidor	44
Figura 3.3. Ejemplo de Rastreo. Centro de Quito	45
Figura 3.4. Cobertura del servicio GSM/GPRS a nivel nacional	46
Figura 3.5. Sitios de prueba del sistema AVL	47

INDICE DE TABLAS

Tabla. 1.1. Resumen del desarrollo los Sistemas de Radionavegación	9
Tabla. 2.1. Características Generales del Módulo SIEMENS XT56	17
Tabla. 2.2. Sentencia \$GRMC de datos GPS	31
Tabla. 2.3. Formato de la trama de datos	34
Tabla. 2.4. Propiedades, eventos y funciones del objeto MSCComm	35
Tabla. 2.5. Propiedades y funciones del objeto Recorset	
Tabla. 2.6 Costos 1	39
Tabla. 2.7 Costos 2	40
Tabla. 2.8 Costos 3	41
Tabla. 3.1 Tabulación de datos	45

GLOSARIO

APN.- *Access Point Network*: Punto de Acceso a la Red

AVL.- *Automatic Vehicle Localization*: Localización Automática de Vehículos

BSS. - *Base Station Subsystem*: Subsistema de Estación Base

CDMA.- *Code Division Multiple Access*: Acceso Múltiple por División de Código

CEPT. - *Conference of European Postal & Telecommunication Administration*: Conferencia sobre Administración de Telecomunicaciones y servicio postal Europeo

CSD.- *Circuit Switched Data*: Servicio de Datos de Circuito Conmutado

DAMPS.- *Digital Advanced Movil Phone System*: Sistema Avanzado de Telefonía Móvil

DCE.- *Data Circuit Terminating Equipment*: Equipo de Terminación de Circuitos de Datos

DTE.- *Data Terminal Equipment*: Equipo de Terminal de Datos

EDGE.- *Enhanced Data rates for GSM Evolution*: Tasas de Datos Realzadas para la evolución de GSM.

GIS.- *Geographic Information System*: Sistema de Información Geográfica

GPRS.- *General Packet Radio Service*: Servicio de Radio Paquetes. Servicio de transmisión de datos para la red celular digital de GSM.

GPS.- *Global Positioning System*: Sistema Global de Posicionamiento

GRMC.- *Recommended Minimum Specific GNSS Data*: Recomendaciones Mínimas Específicas de datos GPS

GSM.- *Global System for Mobile Communications*: Sistema Global para Comunicaciones Móviles

HSCSD.- *High Speed Circuit Switched Data*: Datos de Alta Velocidad de Circuito Conmutado

ICCID. - *International Circuit Card Identity*: Tarjeta de Circuito de Identificación Internacional

ICs.- *Integrated Circuit*: Circuito Integrado

IP.- *Internet Protocol*: Protocolo de Internet

ISDN.- *Integrated Services Digital Network*: Red Digital de Servicios Integrados

IMTS.- *Improved Mobile Telephone System*: Sistema de Telefonía Móvil Mejorado

LAI.- *Location Area Identity*: Identidad de Área de Localización

MS.- *Mobile Station*: Estación Móvil

NMEA.- *National Marine Electronics Association*: Asociación Electrónica Marina Nacional

NSS. - *Network and Switching Subsystem*: Subsistema de Conmutación y Red

OSS. - *Operation and Support Subsystem*: Subsistema de Soporte y Operación

PCB. - *Printed Circuit Board*: Tarjeta de Circuito Impreso

PMR. - *Private Mobile Radio*: Radio Telefonía Móvil Privado

PPP. - *Point-to-point protocol*: Protocolo Punto a Punto

PSTN. - *Public Switched Telephone Network*: Red de Telefonía Pública Conmutada

SIM.- *Subscriber Identity Module*: Módulo de Identidad de Suscriptor

SMS.- *Short Messages Systems*: Servicio de Mensajes Cortos

SMT.- *Superficial Mount Technology*: Tecnología de Montaje Superficial

TCP.- *Transmission Control Protocol*: Protocolo de Control de Transmisión

TDMA.- *Time Division Multiple Access*: Acceso Múltiple por División de Tiempo

TTL.- *Transistor-Transistor Logia*: Lógica Transistor-Transistor

UHF.- *Ultra High Frequency*: Frecuencia Ultra Alta

UMTS.- *Universal Mobile Telecommunications System*: Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles. Es el sistema de telecomunicaciones móviles de tercera generación.

UTM.- *Universal Transverse Mercator*: Sistema Mercantil Transversal Universal

WCDMA.- *Wideband Code-Division Multiple Access*: Acceso Múltiple por Diferenciación de Código de Banda Ancha

INDICE DE DATASHEETS

Datasheet 1. Módulo SIEMENS XT56	58
Datasheet 2. PIC16F877	61
Datasheet 3. LM2677	63
Datasheet 4. LP3982	65
Datasheet 5. MAX232	67

Sangolquí, Agosto del 2006

LEGALIZACIÓN

Elaborado por:

Luis Francisco Mena Bastidas

Ing. Gonzalo Olmedo C.
Coordinador de Carrera de Ingeniería
en Electrónica y Telecomunicaciones

Ab. Jorge Carvajal
Secretario Académico