

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES**

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

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
PROTOTIPO DE LOCALIZACIÓN VEHICULAR
UTILIZANDO PLATAFORMA GPRS PARA EL
CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO”**

GARY ALEXANDER PANCHI GER

**SANGOLQUÍ-ECUADOR
2008**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Proyecto de Grado con título “Diseño e Implementación de un Prototipo de Localización Vehicular utilizando plataforma GPRS para el Cuerpo de Ingenieros del Ejército” fue desarrollado en su totalidad por el señor Gary Alexander Panchi Ger con C.I. 171238233-0 bajo nuestra dirección como requerimiento para la obtención del título en INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.

ING. DARIO DUQUE

DIRECTOR

ING. JULIO LARCO

CODIRECTOR

RESUMEN DEL PROYECTO DE GRADO

El proyecto titulado “Diseño e Implementación de un Prototipo de localización vehicular utilizando plataforma GPRS para el Cuerpo de Ingenieros del Ejército” se presenta como una alternativa para el monitoreo y rastreo de sus recursos móviles de una manera eficiente y a bajo costo.

Este Prototipo de Sistema de Gestión Vehicular basado en los requerimientos y necesidades del Cuerpo de Ingenieros del Ejército le proveerá de herramientas efectivas para la planificación, programación, operación, administración y control de su flota vehicular y por lo tanto permitirá tomar decisiones óptimas en solo cuestión de segundos, logrando maximizar a niveles óptimos la eficiencia en el trabajo aplicando la tecnología existente.

El prototipo consta de un módulo que está ubicado en el interior de cada vehículo y que reporta la información hacia una central de control que es actualizada constantemente, siendo posible conocer la posición, velocidad y estado de cada unidad móvil en tiempo real. Estos datos son procesados, almacenados y visualizados en un mapa digital para una rápida y fácil interpretación. El sistema ofrece una comunicación bidireccional entre el vehículo y el centro de control a través de redes GSM/GPRS por medio de conexión TCP/IP.

La central de gestión consta de una interfaz HMI que opera las tramas de localización de los vehículos en forma constante y los enlaza entre una base de datos en Microsoft Access 2000 y una herramienta GIS (MapObject) para acceder a la información en formato geográfico y alfanumérico. Ya que la información generada en el vehículo y enviada a la central de control es procesada, almacenada y visualizada, el usuario puede realizar consultas y visualizar los resultados en tiempo real.

DEDICATORIA

A mi Señor Dios Todopoderoso infinitamente gracias porque él ha sido, es y será la fortaleza de mi vida.

A mi esposa y especialmente a mi hijo....Joseph fuente de inspiración y razón de ser de mi existencia.

Con mucho cariño a mis padres, Guadalupe y Aurelio que forjaron las bases morales y éticas que me han dado la fuerza necesaria para vencer los inconvenientes brindándome su amor para alcanzar mis sueños, creyendo en mí y respaldando todas las decisiones que he tomado en la vida.

A Erika, Ramiro y Víctor por tender sus manos cuando pensaba que no existía solución para algún problema, se que cuento con ustedes incondicionalmente.

Finalmente a todos aquellos obstáculos encontrados a lo largo de mi vida pues han fortalecido mis convicciones y mi fe.

AGRADECIMIENTO

Al Ejército Ecuatoriano a través de la Escuela Politécnica del Ejército por la oportunidad que me brindo para seguir preparándome profesionalmente, al Cuerpo de Ingenieros del Ejército, Instituto Geográfico Militar por la ayuda otorgada para culminar este objetivo.

A mi director de tesis Ingeniero Darío Duque por su calidad humana al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este proyecto y al Ingeniero Julio Larco por su valioso apoyo para que el trabajo sea llevado de manera exitosa.

A los docentes del Departamento de Eléctrica y Electrónica por sus conocimientos y amistad durante estos años de permanencia en la ESPE.

A mis amigos por todo este tiempo donde hemos compartido momentos felices y tristes, los llevare en mi corazón.

A todas las personas que colaboraron en el desarrollo de este proyecto y que sin ellos no hubiera alcanzado tan importante propósito.

PRÓLOGO

El avance de las tecnologías de la información y de las comunicaciones está permitiendo el desarrollo de Sistemas de Localización Vehicular (AVL) para el monitoreo permanentemente y en tiempo real de vehículos equipados con módulos de transmisión de datos que entregan su ubicación geográfica en un centro de control que procesa la información y la despliega en un mapa digital de carreteras y calles.

Este sistema requiere un enlace de comunicaciones inalámbricas para poder que puedan interactuar el transmisor con el software instalado en el centro de monitoreo y con el cual se posibilita tener acceso a los equipos desde cualquier lugar del país, incluso del mundo, a través del Internet.

El objetivo de este proyecto es presentar una alternativa para tener una mayor seguridad del personal y las unidades móviles, modernizando los métodos de localización y monitoreo de la flota vehicular en entidades militares desarrollando un prototipo AVL tomando en cuenta la tecnología disponible y optimizando costos. Para lo cual se utilizará las comunicaciones vía el canal celular, específicamente vía GSM/GPRS.

Este proyecto consta de seis capítulos, los cuales se dividen de la siguiente manera:

En el primer capítulo se presenta un marco teórico de las tecnologías que integran este sistema, como son las del GPS, las comunicaciones inalámbricas y GIS (Geographic Information System), que nos permitirá desarrollar aspectos teóricos-técnicos en la implementación del prototipo.

El capítulo dos trata sobre los factores analizados para seleccionar el módulo que se va emplear para realizar la implementación del proyecto.

Los capítulo tres y cuatro hace referencia a la configuración del equipo y el diseño del software que serán explicados detalladamente para su comprensión.

En el quinto capítulo se explicará todas las pruebas que se realizaron durante el desarrollo del proyecto y los resultados que se obtuvieron.

En el sexto capítulo se realiza un análisis de costos que permite ver el gasto total para implementar por completo el sistema; y por último tenemos las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado tras el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ARQUITECTURA GSM	2
1.2 ARQUITECTURA GPRS	8
1.3 DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS GPS	14
1.4 DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS GIS	17
1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS AVL	19
CAPÍTULO 2	21
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	21
2.1 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL EQUIPO	22
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO GPRS	23
2.3 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO	24
2.4 ACCESORIOS DEL EQUIPO	25
2.5 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE	26
2.6 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL SOFTWARE	31
2.6.1 Características del Software de Programación	32
2.6.2 Desarrollo de la Aplicación sobre el Módulo GSM/GPRS	35
2.6.3 Programación del módulo	38
CAPÍTULO 3	41
CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO	41
3.1 CONFIGURACIÓN LOCAL	41
3.1.1 Configuración del GDT	41
3.2 CONFIGURACIÓN REMOTA	47
3.1.1 Configuración Del Software del Gateway GPRS (GGS)	47
3.2.2 Configuración del Administrador (ADM)	49
3.2.3 Configuración de Utilitarios API	54
CAPÍTULO 4	56
DISEÑO DEL SOFTWARE DEL INTERFAZ HMI	56
4.1 CRITERIOS DE SOFTWARE SELECCIONADO	56
4.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA PRINCIPAL	57
4.3 PROGRAMA	71
CAPÍTULO 5	72
PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROTOTIPO	72
5.1 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODULO	72
5.2 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN	72
5.3 PRUEBAS DE COBERTURA	73
5.4 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD	74
5.5 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL INTERFAZ HMI	74
5.6 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA INTEGRADO	76
CAPÍTULO 6	84
ANÁLISIS DE COSTOS	84
6.1 ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE TRANSMISION	84
6.2 ANÁLISIS DE COSTO ACUMULATIVO	84

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
ANEXOS	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1.1. Esquemas de Codificación GPRS	13
Tabla. 2.1. Especificaciones Técnicas del módulo GSM/GPRS	25
Tabla. 2.2. Sentencia \$GRMC de datos GPS.....	30
Tabla. 6.1. Costos	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Arquitectura GSM	3
Figura. 1.2. Componentes de una Estación Móvil	4
Figura. 1.3. Elementos de una BSS	5
Figura. 1.4. Arquitectura de la NSS	6
Figura. 1.5. Arquitectura GPRS	9
Figura. 1.6. Funciones del SGSN	10
Figura. 1.7. Funciones del GGSN.....	11
Figura. 1.8. Sistema GPS	14
Figura. 1.9. Triangulación desde los satélites.....	15
Figura. 1.10. Código Pseudos Aleatorio y medición del tiempo de la señal	16
Figura. 1.11. Sistemas GIS.....	18
Figura. 1.12. Sistema AVL.....	19
Figura. 2.1. Diagrama de Bloques del Prototipo	22
Figura. 2.2. Comunicación entre DTE e Internet	24
Figura. 2.3. Panel Frontal del Módulo.....	26
Figura. 2.4. Panel Posterior del Módulo.....	27
Figura. 2.5. Diagrama de bloques Interna del GDT	27
Figura. 2.6. Arquitectura de la SIM CARD	31
Figura. 2.7. Diagrama del Sistema AVL.....	32
Figura. 2.8. Arquitectura del Software	33
Figura. 2.9. Comunicación Cliente-Servidor Socket con TCP	34
Figura. 2.10. Esquema de Conexión para Configuración Local.....	39
Figura. 2.11. Esquema de conexión OTA (On the Air) para configuración Remota	39
Figura. 2.12. Pantalla para Configuración del GDT vía OTA	40
Figura. 3.1. Ventana del Programa Console Utility	41
Figura. 3.2. Seteo de parámetros en Console Utility	43
Figura. 3.3. Ventana del puerto COM1 en Console Utility	44
Figura. 3.4. Ventana del GPS en Console Utility	45
Figura. 3.5. Ventana de Diagnosticó de GPRS	46
Figura. 3.6. Mensaje que emite el módulo cuando no existe tarjeta SIM.....	46
Figura. 3.7. Ventana Configuración del GGS	48
Figura. 3.8. Ventana que indica una conexión y la dirección IP	48
Figura. 3.9. Ventana que indica que no existe conexión	48
Figura. 3.10. Ventana para entrar a la Configuración del ADM	49
Figura. 3.11. Ventana de Configuración del GDT a través del ADM	50
Figura. 3.12. Ventana para Agregar un Nuevo GDT	51
Figura. 3.13. Ventana para Configura Nuevo GDT.....	51
Figura. 3.14. Icono del Nuevo GDT agregado	52
Figura. 3.15. Actualización del GDT	53
Figura. 3.16. Ventana de Configuración Remota del GDT	54

Figura. 4.1. Diagrama de bloques de Pantalla de la HMI	57
Figura. 4.2. Diagrama de Flujo de la Pantalla de Conexión.....	59
Figura. 4.3. Diagrama de Flujo de la Pantalla de Monitoreo.....	60
Figura. 4.4. Diagrama de Flujo de Pantalla de Reportes, Modificación de Capa y Habilitación de Etiquetas	61
Figura. 4.5. Pantalla de Conexión	62
Figura. 4.6. Mensaje de No Conexión	63
Figura. 4.7. Mensaje de Conectado.....	63
Figura. 4.8. Pantalla de Monitoreo.....	64
Figura. 4.9. Menú Archivo.....	64
Figura. 4.10. Menú Capas	65
Figura. 4.11. Recuadro de Mapa	65
Figura. 4.12. Recuadro de Localización	66
Figura. 4.13. Recuadro de Etiquetas	67
Figura. 4.14. Ventana de Propiedades de Capa.....	67
Figura. 4.15. Ventana de Propiedades de Etiquetas de Capa.....	68
Figura. 4.16. Botón Registros	68
Figura. 4.17. Pantalla de Reportes Generales.....	69
Figura. 4.18. Tabla de Registros	70
Figura. 4.19. Mensaje de Aviso de No registro.....	70
Figura. 4.20. Información Geográfica y Velocidad del Vehículo	71
Figura. 4.21. Recuadro de Fecha y Hora.....	71
Figura. 5.1. Verificación de Cobertura en Programa Console Utility.....	73
Figura. 5.2. Tracking 1	77
Figura. 5.3. Tracking 2.....	78
Figura. 5.4. Tracking 3.....	78
Figura. 5.5. Tracking 4.....	79
Figura. 5.6. Tracking 5.....	79
Figura. 5.7. Tracking 6.....	80
Figura. 5.8. Tracking 7.....	80
Figura. 5.9. Tracking 8.....	81
Figura. 5.10. Tracking 9.....	81
Figura. 5.11. Tracking 10.....	82
Figura. 5.12. Tracking 11	82
Figura. 5.13. Base de Datos Almacenada en la Prueba del Sistema Integrado ...	83

ÍNDICE DE HOJAS TÉCNICAS

ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO GDT	89
ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS DEL MODEM MOTOROLA G20.....	91
ANEXO 3. CARACTERÍSTICAS DEL REGULADOR 74HC14D	98
ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS DEL DISPOSITIVO ADM3485RZ	100
ANEXO 5. CARACTERÍSTICAS DE LA BS62LV1027	102

GLOSARIO

API: *Application Programming Interface:* Interface de Programación de Aplicaciones

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

AT: *Attention Command:* Comando de Atención

AuC: *Autentication Center:* Centro de Autenticación

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

BSC: *Base Station Controller:* Estación Controladora de la Base

BTS: *Base Transceiver Station:* Estación Transceptora de la Base

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

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

CDPD: *Cellular Digital Packet Dat:* Paquete de Datos Digitales Celulares

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

DNS: *Domain Name System:* Sistema de Nombre de Dominio

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

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

DTR: *Data Terminal Ready:* Terminal Lista de Datos

EIR: *Equipment Identity Register:* Registro de Identificación de Equipos

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

ETSI: *European Telecommunications Standard Institute:* Instituto de Standarización de Telecomunicaciones Europeo

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

FDMA: *Frequency Division Multiple Access:* Acceso Múltiple por División de Frecuencias

GGS: *GPRS Gateway Server:* Servidor Gateway GPRS

GGSN: *Serving GPRS Support Node:* Nodo de Soporte de Gateway GPRS

GMSC: *Gateway Mobile Services Switching Center:* Centro de Conmutación de Servicios Móviles del Gateway

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

HLR: *Home Location Register :* Registro de Posiciones Base

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

IMEI: *International Mobile Equipment Identity:* Identificación de Equipo Móvil Internacional.

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

M2M: *Man to Machina:* Hombre a Máquina

ME: *Mobile Equipment:* Equipo móvil

MS: *Mobile Station:* Estación Móvil

MSC: *Mobile Switching Center:* Centro de Conmutación de Servicios Móviles

NAVSTAR: *Navigation System with Time And Ranking:* Navegación por Satélite en Tiempo y Distancia

NMEA: *Nacional Marine Electronics Association:* Asociación Electrónica Marina Nacional

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

OTA: *Over The Air:* A través del Aire.

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

SGSN: *Gateway GPRS Support Node:* Nodo de Soporte de Servicios GPRS

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

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

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

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

TRAU: *Transcoder / Rate Adapter Unit*

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

VLR: *Visitor Location Register*: Registro de Posiciones Visitado

WAP: *Wireless Application Protocol*: Protocolo de Aplicación Inalámbrica

WGS-84: *World Geodetic System*: Sistema Geodésico Mundial

WM2M: *Wireless Machine-to-Machine*: Máquina para Máquina Inalámbrica

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones móviles en la historia han obtenido avances a pasos agigantados desde su primera implementación. Las diferentes aplicaciones que tienen hoy en día hacen que la comunicación entre las personas sea más fácil y se pueda acceder a la información desde cualquier lugar y de forma inalámbrica, además de brindar la posibilidad de transmitir y recibir paquetes de datos en forma inmediata gracias a las redes celulares.

En un principio se trabajó con tecnologías como CDPD (*Cellular Digital Packet Data*, Paquetes de Datos Digitales Celulares) o HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*, Datos Alta Velocidad de Circuito Conmutado), que ofrecían velocidades máximas de 9,6 Kbps. En la siguiente generación 2G fue introducida la tecnología de comunicación digital en los sistemas móviles. Estos sistemas beneficiaron el concepto de celular donde los recursos de radio eran usados simultáneamente por algunos usuarios móviles sin interferencias. El más conocido de estos sistemas 2G es GSM (*Global System for Mobile Communication*, Sistema Global de Comunicaciones Móviles).

La evolución de las tecnologías nos lleva a la Tercera Generación que se concentra principalmente en el manejo de datos y conexión a Internet. La migración a sistemas 3G esta facilitándose por la evolución intermedia de sistemas 2G, también conocida como sistemas 2.5G

GPRS (*General Packet Radio System*) es un estándar 2.5G, que se propone como una extensión del sistema móvil GSM para la transmisión de datos mediante la técnica de conmutación de paquetes lo que implica que los canales de comunicación son utilizados de forma compartida y no de una manera

exclusiva por una única comunicación durante el tiempo de la conexión. GPRS se entiende como un sistema complementario al sistema GSM de forma que ambos comparten los mismos canales de radio y gran parte de la infraestructura desplegada en el mismo, generando mejores formas de comunicación y mejorando los servicios de diferente índole que se tenían como: WAP (*Wireless Application Protocol*), acceso a Internet (web browsing, ftp, e-mail).

La diferencia de esta tecnología con respecto a los otros servicios es que se tiene la posibilidad de mantener la conexión de forma continua a la red y así procesar y transmitir datos constantemente. Puesto que la conexión es permanente, la tarificación no se hace por las llamadas ni por el tiempo de conexión sino por el tráfico de datos generado.

Con toda la gama de aplicaciones que brinda la comunicación inalámbrica integrada a la tecnología basada en GPS, juntamente con la proliferación de software de tratamiento de cartografía, se logró el desarrollo de sistemas que permiten tener conocimiento de la ubicación de cualquier tipo de objeto móvil, en cualquier momento y en cualquier lugar del globo terrestre.

A continuación se explicarán las diferentes tecnologías que hacen parte del sistema AVL, teniendo en cuenta su funcionamiento, ventajas y limitantes en cuanto al tema de interés que es la transmisión de datos.

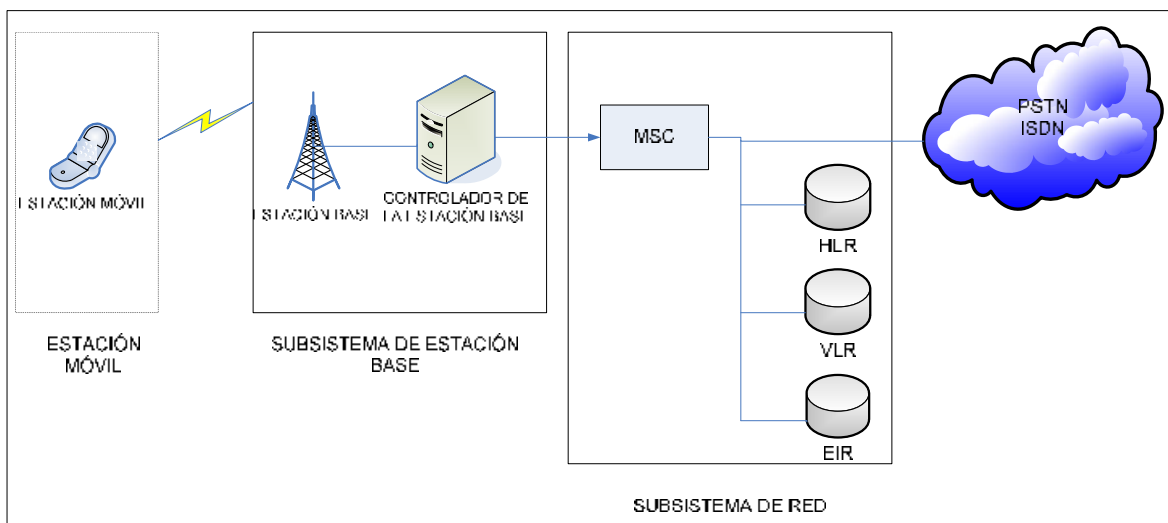
1.1 ARQUITECTURA GSM (GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION)

El sistema GSM es el sistema de telefonía móvil de segunda generación más extendido por todo el mundo. El ETSI (*European Telecommunications Standard Institute*) adoptó el standard GSM en 1991. “Se caracteriza por la comunicación de voz digital y el soporte del servicio de datos” [2], además ofrece un buen rango de velocidades de transmisión, desde los 300 bps, hasta 9.6 Kbps, de esta forma aumentan las velocidades de transmisión, y la comunicación es constante. Usa tecnología TDMA/FDMA (*Time Division Multiple Access / Frequency Division Multiple Access*).

Los beneficios de GSM incluyen:

- Soporte para roaming internacional
- Distinción entre usuario e identificación de servicio.
- Excelente calidad de voz
- Extenso rango de servicios.
- Interworking (por ejemplo: ISDN (*Integrated Services Digital Network*, Red Digital de servicios Integrados))
- Características de seguridad óptimas.

La mejor manera de crear un sistema de comunicación manejable es dividirlo en varios sub-grupos que estén interconectados usando interfaces estandarizadas. Una red de trabajo GSM puede ser dividida en tres sub-grupos como muestra la Figura 1.1.



PSTN: Public Switched Telephone Network (Red Telefónica pública conmutada)
ISDN: Integrated Services Digital Network (Servicios Digitales Integrados en la Red)
EIR: Equipment Identity Register (Registro de Identidad de Equipo)

Figura. 1.1. Arquitectura GSM

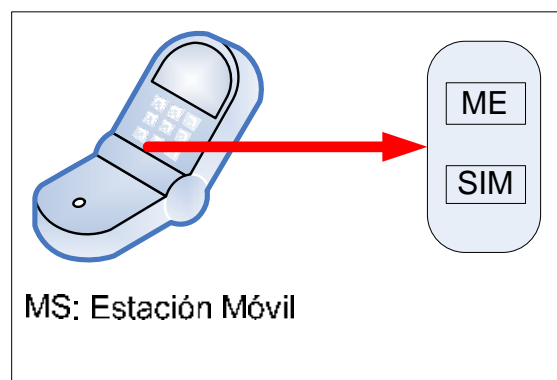
- MS (*Mobile Station*, Estación Móvil)
- BSS (*Base Station Subsystem*, Subsistema de Estación base)
- NSS (*Network and Switching Subsystem*, Subsistema de conmutación y red)

Estos subsistemas tienen las siguientes características:

Estación Móvil (MS)

La MS (*Mobile Station*, Estación Móvil) es un dispositivo que recibe y transmite las señales de radio con la BSS (*Base Station Subsystem*, Subsistema de Estación Base). La información del usuario es comunicada con la MS a través de un micrófono y de un auricular para la conversación, un teclado, una pantalla para mensajes cortos, y un cable de datos para comunicarse con otros equipos.

La estación móvil se compone de dos elementos: el ME (*Mobile Equipment*, Equipo móvil) y la tarjeta SIM (*Subscriber Identity Module*, Módulo de Identificación del Suscriptor) es la tarjeta de abonado que proporciona el operador al usuario cuando se contratan sus servicios. El SIM está protegido por un número de cuatro dígitos que recibe el nombre de PIN (*Personal Identification Number*, Número de Identificación Personal). La mayor ventaja de las tarjetas SIM es que proporcionan movilidad al usuario ya que se puede cambiar de Terminal y llevarse consigo el SIM. La figura 1.2 indica los componentes de la Estación Móvil.



ME: Mobile Equipment (Equipo Móvil)

SIM: Subscriber Identity Module (Módulo de Identificación del Usuario)

Figura. 1.2. Componentes de una Estación Móvil

Subsistema de Estación Base (BSS)

El BSS está en contacto directo con las estaciones móviles a través de la interfaz de radio, por lo tanto, incluye los equipos encargados de la transmisión y recepción de radio, y de su gestión. Por otro lado, el BSS está en contacto con el subsistema de red. La misión del BSS se puede resumir en conectar la estación móvil y el NSS, y por lo tanto, conecta al usuario del móvil con otros usuarios. Este subsistema consta de dos partes como se observa en la Figura 1.3:

- *Base Transceiver Station, (BTS)*
- *Base Station Controller, (BSC)*

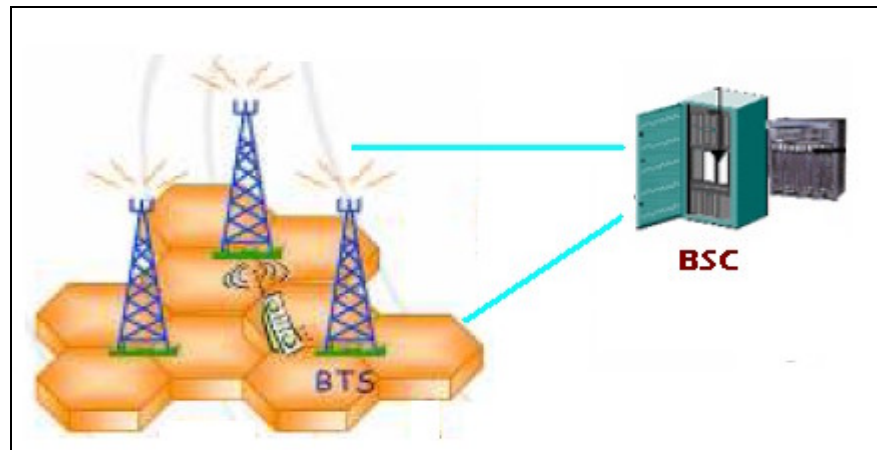


Figura. 1.3. Elementos de una BSS

La BTS implementa la interfaz de comunicación aérea con todas las MS localizadas bajo el área de cobertura. Contiene los transmisores/receptores que sirven a una celda, está físicamente localizado en el centro de ellas, donde la antena BBS está instalada. Una parte importante del BTS es el TRAU (*Transcoder / Rate Adapter Unit*) que realiza la codificación y decodificación de la voz así como el control en las transmisiones de datos.

El BSC suministra un conjunto de funciones para manejar las conexiones de BTS bajo su mando empleando el protocolo ISDN por medio de la interfaz *A-Bis* (Interfaz entre la BTS y BSC). Además tiene la función de habilitar las operaciones para el *handover*, configuración del sitio celular, el manejo de recursos de la radio, y poner a punto los niveles de potencia de las radio frecuencias de los BTS.

Subsistema de Red (NSS)

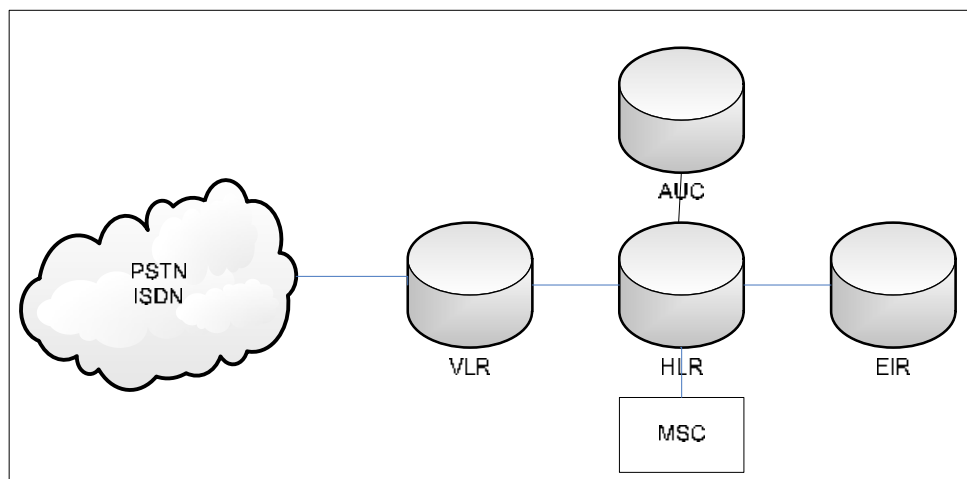
El NSS permite la interconexión entre BSS con otras redes públicas (PSTN, ISDN) e implementa las funciones de base de datos necesarias para:

- Identificación de usuarios y terminales.
- Localización de los terminales y conducción de llamadas.
- Facturación.

Está compuesto por las siguientes unidades:

- MSC (*Mobile Switching Center* ó Centro de Conmutación de Servicios Móviles)
- GMSC (*Gateway Mobile Services Switching Center*, Centro de Conmutación de Servicios Móviles del Gateway)
- HLR (*Home Location Register* ó Registro de Posiciones Base)
- VLR (*Visitor Location Register* ó Registro de Posiciones Visitado)
- AuC (*Authentication Center* ó Centro de Autenticación)
- EIR (*Equipment Identity Register*, Registro de Identificación de Equipos)

Su función principal es gestionar las comunicaciones entre los usuarios GSM y los usuarios de otras redes de telecomunicaciones. La Figura 1.4 permite ver claramente el funcionamiento de un NSS.



PSTN: *Public Switched Telephone Network*: Red de Telefonía Pública Conmutada
ISDN: *Integrated Services Digital Network*: Red Digital de Servicios Integrados
MSC: (*Mobile Switching Center* ó Centro de Conmutación de Servicios Móviles)
HLR: (*Home Location Register* ó Registro de Posiciones Base)
VLR: (*Visitor Location Register* ó Registro de Posiciones Visitado)
AuC: (*Authentication Center* ó Centro de Autenticación)
EIR: (*Equipment Identity Register*, Registro de Identificación de Equipos)

Figura. 1.4. Arquitectura de la NSS

MSC (*Mobile Switching Center*): Es el componente central del NSS se ocupa de la gestión del tráfico de una o más BSS, actuando como un router. Además interconecta todos los demás elementos del NSS.

Funciones:

- Gestión de llamadas:

- Autenticación de la llamada: localización e identificación del MS.
- Conmutación entre BSS del mismo NSS o con otros MSC o redes.
- Funciones de Gateway con otras redes (ISDN, PSTN, etc.)
- Proceso de *handover*.

HLR (*Home Location Register*): Es la Base de Datos Central o distribuida que contiene información sobre los usuarios conectados a un determinado MSC. Entre la información que almacena el HLR tenemos fundamentalmente la localización del usuario y los servicios a los que tiene acceso. El HRL funciona en unión con el VLR.

Funciones:

- Gestión de seguridad de los datos del abonado: diálogo con el AuC (*Authentication Center*) y el VLR.
- Registro de posición: actualización de los VLRs.
- Costo de llamada: obtenido de la información del MSC.
- Gestión de datos del usuario.
- Gestión de datos estadísticos.

VLR (*Visitor Location Register*): Es la Base de datos temporal que contiene toda la información sobre un usuario necesaria para que dicho usuario acceda a los servicios de red en el área geográfica bajo su control. Los datos son suministrados por el HLR con quien comparte funcionalidad. Se suele implementar en el MSC para simplificar la señalización, el área geográfica del MSC es la del VLR. Almacena los estados del MS (stand by, ocupado, apagado), estados lo servicios suplementarios: llamada en espera, llamada diferida, etc.

AuC (*Authentication Center*): Proporciona los parámetros necesarios para la autenticación de usuarios dentro de la red; también se encarga de soportar funciones de encriptación.

Realiza la verificación cada vez que el MS se conecta a la red, recibe o efecto una llamada, actualiza la posición del MS o realiza acceso a alguno de los servicios suplementarios.

EIR (Equipment Identity Register): Es la base de datos que contiene una lista de todos los equipos móviles válidos en la red de trabajo.

También se utiliza para proporcionar seguridad en las redes GSM pero a nivel de equipos válidos. La EIR contiene una base de datos con todos los terminales que son válidos para ser usados en la red. Esta base de datos contiene los *International Mobile Equipment Identity* o IMEI de cada terminal, de manera que si un determinado móvil trata de hacer uso de la red y su IMEI no se encuentra localizado en la base de datos del EIR no puede hacer uso de la red.

GMSC (Gateway Mobile Services Switching Center): Un Gateway es un dispositivo traductor (puede ser software o hardware que se encarga de interconectar dos redes haciendo que los protocolos de comunicaciones que existen en ambas redes se entiendan. Bien, la misión del GMSC es esta misma, servir de mediador entre las redes de telefonía fijas y la red GSM.

1.2 ARQUITECTURA GPRS (*GENERAL PACKET RADIO SERVICE*)

Una estación móvil GPRS esta categorizada acorde a las capacidades para operar en modo simultaneo para GSM y GPRS e indican como trabaja el móvil y conforme a esta situación tenemos los siguientes dispositivos GPRS:

CLASE A: Soporta simultáneamente el uso de servicios GSM y GPRS. Una estación móvil GPRS clase A puede establecer y recibir llamadas en los dos redes simultáneamente. La alta complejidad de estos dispositivos hace que existan pocos móviles de esta clase en el mercado actualmente porque son dispositivos extremadamente caros.

CLASE B: La estación móvil esta registrada simultáneamente tanto en redes GSM como en GPRS. Sin embargo está estación solo puede operar en uno de los dos servicios en u momento dado.

CLASE C: La estación clase C solo puede registrarse en servicio GSM o GPRS pero no puede recibir eventos de ambas redes al mismo tiempo.

El sistema GPRS es un protocolo de comunicaciones móviles para la transmisión de información mediante la técnica de conmutación de paquetes que tiene una nueva característica que la hace especialmente interesante para el usuario final: la posibilidad de realizar una tarificación del servicio por volumen de paquetes transmitidos en lugar de una tarificación por tiempo de conexión.

El servicio ofrece tasas de transmisión de datos de hasta 170 kbps y provee una conexión permanente entre la red y la Terminal Móvil.

GPRS ha sido pensado para soportar servicios de diferente índole, como puede ser el acceso a Internet. El uso de esta tecnología requiere de equipos móviles capaces de interactuar con estas aplicaciones

“La arquitectura de red de GPRS está basada fundamentalmente en la tecnología GSM existente. Debido a la introducción de la conmutación de paquetes, los nuevos elementos en la red de trabajo son capaces de realizar esta actividad y la conexión a Internet y son el nodo de enlace GGSN (*Serving GPRS Support Node*, Nodo de Soporte de Gateway GPRS), y el nodo de servicio SGSN (*Gateway GPRS Support Node*, Nodo de Soporte de Servicios GPRS)” [7]

Los elementos principales que componen la arquitectura GPRS se muestran en la Figura 1.5.

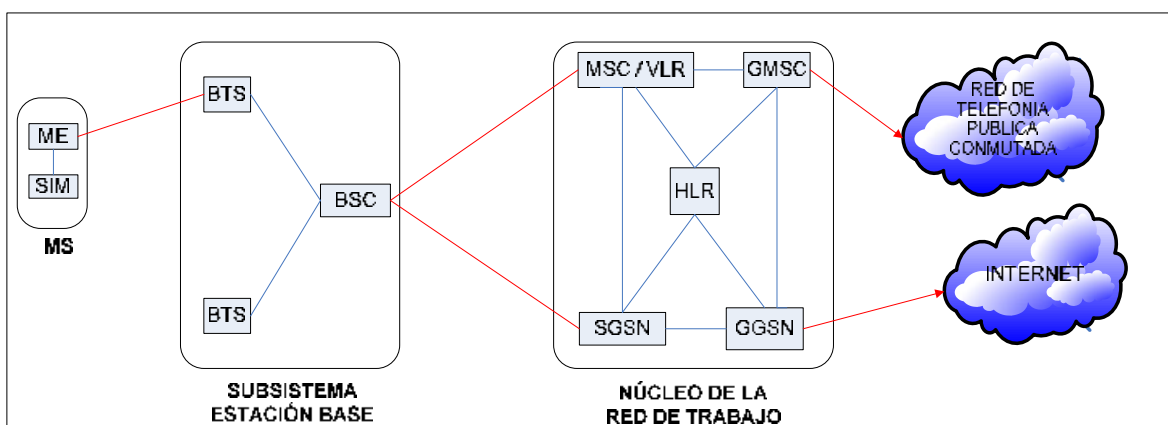


Figura. 1.5. Arquitectura GPRS

Nodo de Soporte de Servicios GPRS (SGSN)

Se encarga de mandar y recibir los datos a los dispositivos móviles, además interactúa con un HLR (Registro de Ubicación Local), para identificar a los dispositivos disponibles en su área de servicio y así hacerse cargo del *Handoff* (Es el cambio de celda a otra celda sin pérdida de comunicación) de las sesiones GPRS.

En la Figura 1.6 observamos las tareas del SGSN

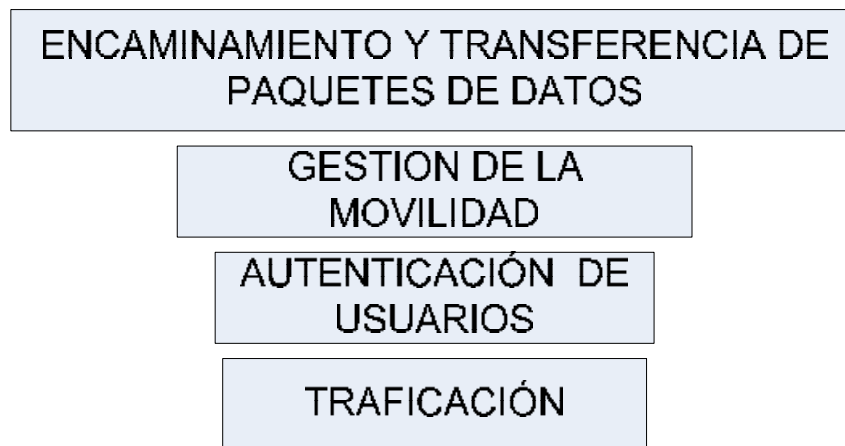


Figura. 1.6. Funciones del SGSN

Este nodo a su vez se conecta al GGSN mediante *Frame Relay*. En este punto la comunicación se realiza mediante un protocolo llamado GTP (*GPRS Tunnel Protocol*), que encapsula paquetes IP o X.25 para ser transmitidos entre el SGSN y el GGSN.

Nodo de Soporte de Gateway GPRS (GGSN)

Para comprender de mejor manera el trabajo del GGSN observemos la figura 1.7.

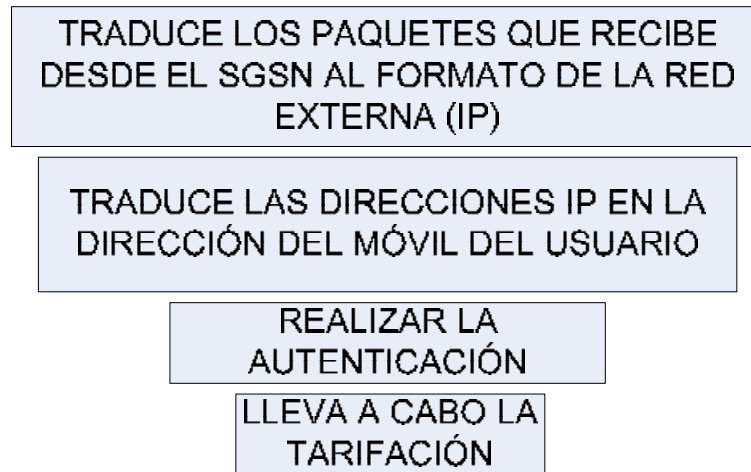


Figura. 1.7. Funciones del GGSN

Este dispositivo mantiene el sistema conectado a redes como Internet, X.25 y otras redes privadas, además actúa como *firewall* protegiendo la infraestructura GPRS de cualquier ataque que pueda provenir de la Internet. Para las redes externas el SGSN actúa como un router.

GPRS introduce un nuevo concepto en la comunicación inalámbrica de datos, que es el APN (*Acces Point Name*, Nombre de un Punto de Acceso) que se configura en un módulo móvil para que pueda acceder a Internet. Un punto de acceso es:

- Una dirección IP a la cual un móvil se puede conectar.
- Un punto de configuración que es usado para esa conexión.
- Una opción particular que se configura en un módulo móvil.
- El APN es un nombre lógico referente a un GGSN. El APN también identifica un red de trabajo externa

Los APN pueden ser variados. Son usados en redes tanto Públicas como Privadas. Por ejemplo:

- grancompania.mnc012.mcc345.gprs
- internet.compania.com
- tuwap.com

Una vez que el dispositivo se ha conectado, usa el servidor DNS (*Domain Name System*, Sistema de Nombre de Dominio) para hacer el proceso llamado

Resolución de APN, que finalmente da la IP (*Internet Protocol*, Protocolo de Internet) real del APN. En este punto un contenido PDP (*Packet Data Protocol*, Protocolo de Datos de Paquetes) puede ser activado.

Velocidad de GPRS y Esquemas de Codificación

Con esta tecnología se puede alcanzar una velocidad teórica de 171,2 Kbps, en la práctica la velocidad se reduce considerablemente, sin embargo, sigue siendo mucho mayor que tecnologías de segunda generación.

GPRS divide las frecuencias disponibles en el sistema en *timeslots* o espacios de tiempo, cada *timeslot* proporciona 21.4 Kbps a la transmisión, a cada usuario se le asignan 8 timeslots con lo que teóricamente se dispondría de 171,2 Kbps. En la práctica se asignan de dos a 4 *timeslots* de bajada de datos y de uno a dos de subida.

En condiciones óptimas de calidad de señal cada *timeslot* ofrece una velocidad máxima ya que es mínimo el nivel de chequeo de errores que se ejecuta, sin embargo, estas condiciones son casi inviables por lo que cada *timeslot* en el sistema de codificación mas viable, que es el de dos, aporta solo 13,4 Kbps en lugar de los 21,4 Kbps que serian posibles en condiciones óptimas, con lo cual los teléfonos que soporten dos slots para subida de datos tendrán una velocidad máxima de 26,8 Kbps y los que soporten tres, 40,2 Kbps. La velocidad de los datos es mayor en el sentido ascendente de la línea que en el descendente.

Estas velocidades son a nivel de enlace de radio. A esto habría que añadir los diferentes datos de control que utilizan los protocolos de comunicación, así como la posible congestión de la red.

Para conseguir la velocidad máxima de 172,2 Kbps una operadora debería destinar todos los recursos a una única llamada GPRS, pero es improbable que un operador de servicios permita que todos los canales de transmisión sean usados por un solo usuario.

En cuanto a la codificación, podemos decir que en GPRS existen cuatro esquemas de codificación diferentes, que afectan significativamente a la tasa de transferencia de los datos y que añaden integridad a los mismos. Los códigos hacen posible la recuperación de paquetes de datos incluso si se pierden bits en la interfaz radio. En función del código empleado habrá una mayor o menor posibilidad de recuperar la información, es decir, proporcionar diferentes grados de robustez frente a la pérdida de bits.

Por otro lado, hay que considerar que existe una relación inversa entre la velocidad y la seguridad de integridad de los datos; por tanto, para poder garantizar una robustez elevada, será necesario añadir mayor cantidad de información de protección; por lo que la velocidad de transferencia será menor. Debemos tener en cuenta que ante diversas condiciones de la interfaz radio se requerirá una determinada fortaleza del código para garantizar la recuperación de los datos. Es decir, debemos usar códigos más robustos cuando la calidad de la señal es baja que cuando tenemos mejores condiciones de la interfaz radio.

Los diferentes esquemas de codificación de canal definidos en los estándares GPRS proporcionan, por tanto, diferentes niveles de integridad y tasas de transmisión variables. En la tabla 1.1, mostrada a continuación, se encuentran los cuatro tipos de códigos GPRS ordenados por robustez y velocidad.

Tabla. 1.1. Esquemas de Codificación GPRS

Código	Bits Útiles	Tasa de datos (Kbps)
CS-1	181	9,05
CS-2	268	13,4
CS-3	312	15,6
CS-4	428	21,4

Se puede observar en la tabla 1.1, que el código CS-1 es el más robusto, el que tiene menor número de bits útiles y el de menor velocidad; en cambio, el CS-4 es menos robusto, proporciona más velocidad y tiene mayor cantidad de carga útil. Podemos concluir que hay una relación inversa entre la cantidad de información útil de los bloques de datos y el grado de protección de la integridad de los mismos.

1.3 DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS GPS

El GPS (*Global Positioning System*, Sistema de Posicionamiento Global), fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para constituir un sistema de navegación preciso con fines militares, a partir de los sistemas de ayuda a la navegación Loran y Decca conocido en su primera fase, como NAVSTAR (*Navigation System with Time And Ranking*, Navegación por Satélite en Tiempo y Distancia). Su principal objetivo es poder posicionar un objeto en la superficie de la Tierra a través de las señales emitidas en forma de ondas de radio por los satélites, determinando así su posición con una precisión en función del tipo de información recibida, tiempo de recepción y condiciones de la emisión.

Este posicionamiento se produce sobre un sistema de referencia inercial cartesiano, que en el caso de usar la constelación americana NAVSTAR corresponde al sistema WGS-84 (*World Geodetic System*, Sistema Geodésico Mundial)

El principio de funcionamiento del sistema GPS es una constelación de 24 satélites artificiales (constituida por 6 órbitas con 4 satélites cada uno, inclinados 55° respecto al plano del ecuador). Dichas órbitas son casi circulares y situadas a una altura de 20.180 Km. Ver figura 1.8

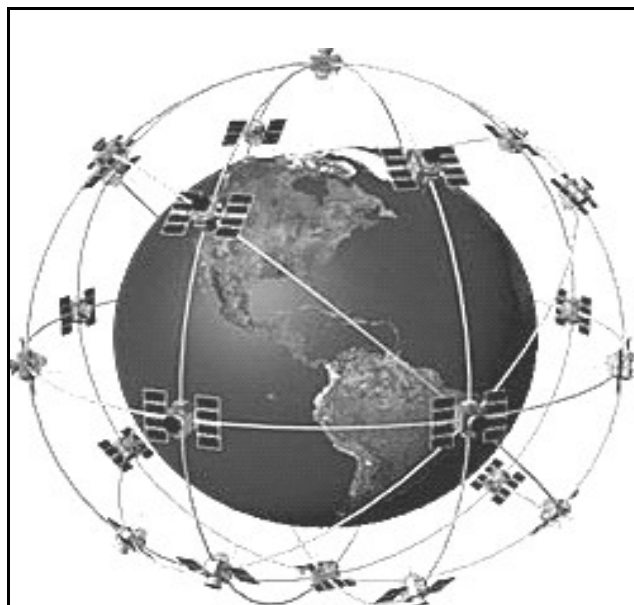


Figura. 1.8. Sistema GPS

La idea general es utilizar los satélites en el espacio como puntos de referencia para ubicaciones aquí en la Tierra como indica la figura 1.9, esto se logra mediante una medición de nuestra distancia hacia al menos tres satélites, lo que nos permite "triangular" nuestra posición en cualquier parte de la Tierra.

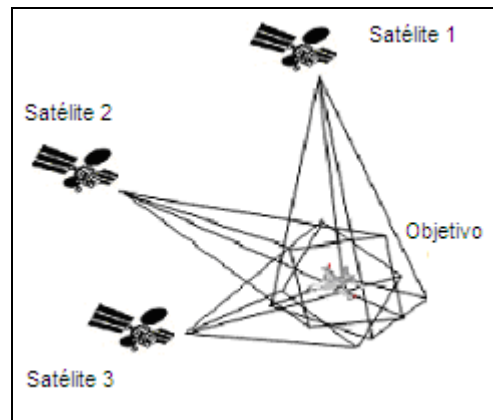


Figura. 1.9. Triangulación desde los satélites

La distancia al satélite se determina midiendo el tiempo que tarda una señal de radio, emitida por el mismo, en alcanzar nuestro receptor de GPS. Una medición del tiempo muy precisa es clave para medir la distancia a los Satélites. Los satélites son exactos porque llevan un reloj atómico a bordo. Los relojes de los receptores GPS no necesitan ser tan exactos porque la medición de un rango a un satélite adicional permite corregir los errores de medición.

Para efectuar dicha medición asumimos que ambos, nuestro receptor *GPS* y el satélite, están generando el mismo Código Pseudo Aleatorio (*Pseudo Random Code*) en exactamente el mismo momento. Comparando cuanto retardo existe entre la llegada del Código Pseudo Aleatorio proveniente del satélite y la generación del código de nuestro receptor de GPS, podemos determinar cuanto tiempo le llevó a dicha señal llegar hasta nosotros. Multiplicamos dicho tiempo de viaje por la velocidad de la luz y obtenemos la distancia al satélite.

El "Código Pseudo Aleatorio", físicamente solo se trata de un código digital, o sea una señal que contiene una sucesión muy complicada de pulsos "on" y "off", ver Figura 1.10.



Figura. 1.10. Código Pseudo Aleatorio y medición del tiempo de la señal

La señal es tan complicada que casi parece un ruido eléctrico generado por el azar, de allí su denominación de "Pseudo-Aleatorio". La complejidad del código ayuda a asegurar que el receptor de GPS no se sintonice accidentalmente con alguna otra señal, siendo el modelo tan complejo es altamente improbable que una señal cualquiera pueda tener exactamente la misma secuencia.

Dado que cada uno de los satélites tiene su propio y único Código Pseudo Aleatorio, esta complejidad garantiza que el receptor no se confunda accidentalmente de satélite, así como el que todos los satélites transmitan en la misma frecuencia sin interferirse mutuamente. Cada uno de los satélites emite su señal con una potencia de 700 W.

A continuación se detallan algunos de los campos en los que el Sistema de Posicionamiento por Satélite está presente:

- Sistemas de Información Geográficos.
- Navegación marítima, terrestre y aérea.
- Localización y navegación en regiones inhóspitas.
- Modelos Geológicos.
- Ingenierías, Geodesia, Hidrografía.
- Sistemas de alarma automática.
- Sincronización de señales.
- En la Topografía y Fotogrametría
- Sistemas de aviación civil.
- Navegación desasistida de vehículos.

1.4 DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM)

“Los Sistemas de Información Geográfica son sistemas de información utilizados como herramientas para analizar, consultar, manipular y desplegar información geográfica” [10].

Particularizan un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra.

Estos procedimientos van dotados de herramientas y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información georeferenciada.

Los datos geográficos pueden ser de diferente naturaleza, por ejemplo redes de carreteras, hidrografía de un estado, planos de ciudades y cualquier otra información que se pueda representar en un mapa. Asociados a los datos geográficos se tiene información alfanumérica que determinan las características o atributos de estos datos geográficos. Ver figura 1.11

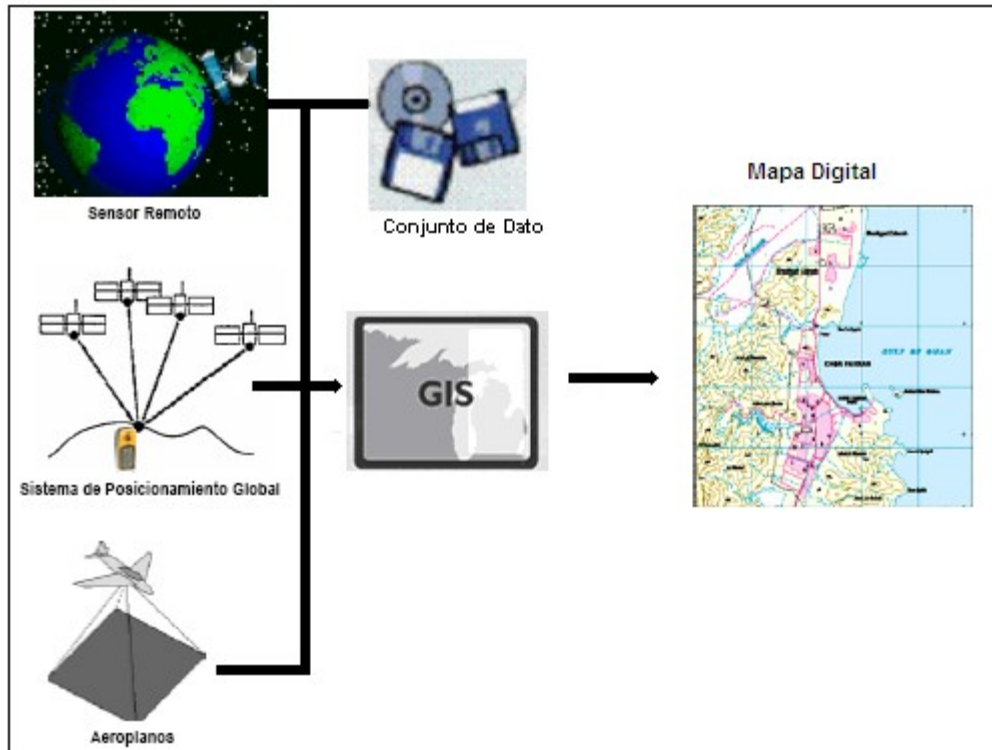


Figura. 1.11. Sistemas GIS

La utilidad principal de un Sistema de Información Geográfica radica en su capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales georeferenciadas permitiendo:

- Localizar e identificar elementos geográficos.
- Especificar condiciones.
- Realizar un análisis espacial.

Actualmente varias empresas de GIS ofrecen sus productos comerciales para PC, entre los paquetes que podemos mencionar están los siguientes: ESRI ArcView, AutoCad Map, MicroStation Geo-graphics y MapInfo [10].

1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS AVL (AUTOMATIC VEHICLE LOCATION)

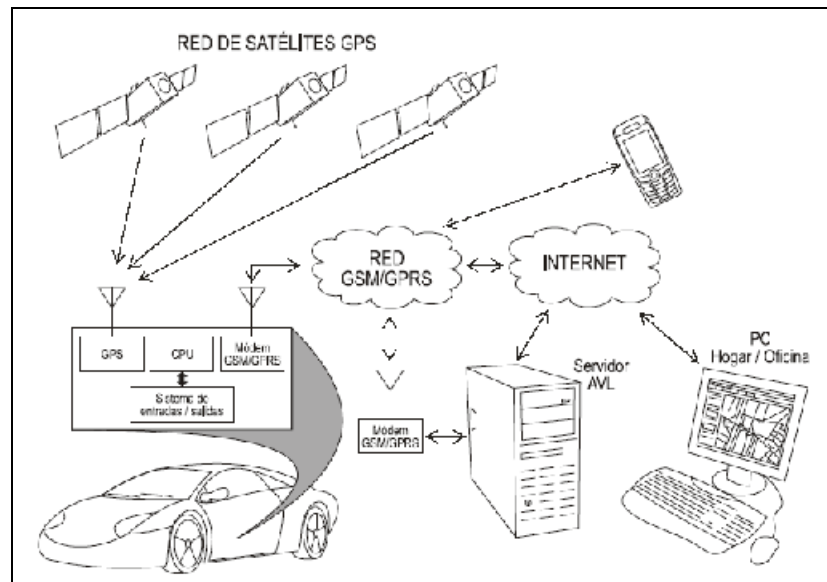


Figura. 1.12. Sistema AVL

Un sistema AVL es un sistema de comunicaciones que permite el monitoreo de vehículos en tiempo real, proporcionando información básica como ubicación, velocidad, distancia recorrida, entre otros. Normalmente el sistema está compuesto por un módulo ubicado en el interior del móvil que mediante un sistema GPS incorporado determina las coordenadas y con un transmisor celular o satelital envía estos datos de localización a una central de control por un canal de comunicación inalámbrica existente como: teléfono celular, radio satelital, etc. En la central de control, dicha información es desplegada en tiempo real en un mapa digitalizado de la ciudad o región de operación. Ver figura 1.12

El tipo de servicios y opciones disponibles en un sistema AVL, dependen de la implementación propia de cada sistema, y la capacidad de los dispositivos utilizados en el mismo. Los beneficios que se obtienen al aplicar este tipo de sistemas son:

- Mejora del despacho y de la eficiencia operacional ya que permite un mejor control de rutas.
- Respuesta más rápida a interrupciones del servicio de transporte, tal como falla en un vehículo o alguna congestión inesperada.

-
- Alertas desde la unidad en caso de alguna emergencia, para cualquier eventualidad en el trayecto de su unidad (vía alarmas silenciosas).
 - Ante la posibilidad de una emergencia como una acción criminal (robo) desactiva la unidad por completo, esto con la opción de: paro de motor, bloqueo de ignición.
 - En caso de olvido, puede habilitar los seguros de sus puertas.
 - Provisión de información a bajo costo para ser utilizada con propósitos de planificación.

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

Para la gestión óptima de la flota vehicular y hacer posible la administración en tiempo real de los vehículos que la conforman, el prototipo a implementar debe ser un sistema de seguimiento vehicular que incluya una tecnología de localización específica con un mecanismo de transmisión de datos desde el vehículo a un centro de control.

Por lo tanto para la implementación del prototipo se parte de la necesidad de utilizar en su arquitectura elementos de hardware y software en los que se destaquen la versatilidad e inherente flexibilidad al brindar sus servicios al usuario. El hardware recibirá la señal de los móviles y extraerá la información de su posicionamiento a fin de que el software del centro de control que es el responsable de administrar y comandar el hardware, la procese para llevar un registro correspondiente a su posición geográfica para ponerla a disposición de los clientes en un mapa digital.

Los servicios a desarrollar en el prototipo nos permitirán tener las siguientes opciones:

- Conocimiento de la posición geográfica de los vehículos.
- Seguimiento de vehículos en tiempo real.
- Consultas (Registros Históricos de ruta de los vehículos).

Para lo cuál el sistema se dividirá en tres partes entrelazadas entre sí ver figura 2.1 y que son:

- El Módulo o Terminal móvil que estará en el vehículo, que capturara los datos que genere el receptor GPS y transmitirá los datos.

- La Comunicación vía canal celular a través del sistema GSM/GPRS por medio de una conexión TCP/IP, que transmitirá en forma bidireccional la información entre el vehículo y la central de control. 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.
- El Software de Gestión en el Centro de Control que gestionará la información: procesándola, almacenándola en una base de datos la cuál deberá interactuar constantemente con la herramienta GIS para visualizarla a través de un mapa digital su localización.



Figura. 2.1. Diagrama de Bloques del Prototipo

2.1 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL EQUIPO

En base a los requerimientos especificados anteriormente para el desarrollo del proyecto y teniendo en cuenta la disponibilidad de los servicios que se requieren el equipo o terminal móvil deberá tener integrado un receptor GPS junto con un sistema de comunicación GSM/GPRS fiable que trabaje en las frecuencias de las operadoras que brindan el sistema de comunicación celular en el país. Capacidad de almacenamiento de datos, posibilidad de actuar bajo condiciones de temperatura, humedad y vibraciones muy variantes con la opción de comunicación a otros equipos.

Tomando estos parámetros como los mínimos requeridos se adquirió el equipo del cual se explicarán sus características en este capítulo, se lo llamará “módulo GDT” para simplificar las explicaciones.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO GPRS

Módulo Transceptor de Datos GPRS

El módulo Transceptor de datos GPRS es un dispositivo de comunicación de dos vías para localización automática de vehículos (AVL) en tiempo real combinando la tecnología GPS y WM2M (*Wireless Machine-to-Machine*, Máquina para Máquina Inalámbrica) y proveen confiabilidad a las operaciones en las comunicaciones GSM/GPRS con una banda cuádruple para cobertura internacional (850/900/1800/1900MHz). Debido a su diseño compacto le permite ser incorporado fácilmente en diferentes aplicaciones M2M (*Man to Machine*, Hombre a Máquina).

El módulo GDT es un dispositivo que trabaja independientemente, habilitando varios tipos de dispositivos subordinados con entradas y salidas simples, posee protocolos seriales propios para comunicar sobre una red GSM/GPRS y el Internet.

El módulo GDT brinda una conectividad simple, confiable y rentable a través de GPRS e Internet para dispositivos de telemetría remota que requieren servicios de notificación rápida.

El Registro de Almacenamiento de Datos integrado, previene de la pérdida de datos, convirtiéndole en una solución confiable para la transmisión de datos. Se puede comunicar a otros equipos por medio del puerto serial RS 232 permitiendo el monitoreo y manejo de los diferentes dispositivos para su configuración.

Arquitectura de comunicación del módulo GDT a Internet

A continuación se analizará la forma en la que se establece la comunicación entre el *DTE* (*Data Terminal Equipment*, Equipo Terminal de Datos) e Internet.

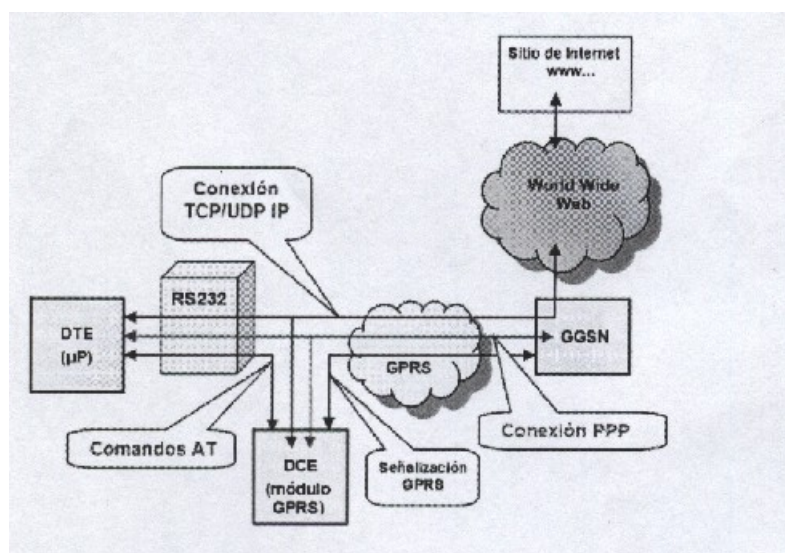


Figura. 2.2. Comunicación entre DTE e Internet

La figura 2.2 indica una visión general de los enlaces y protocolos que permiten la conexión a Internet. Podemos distinguir entre tres tipos de enlaces físicos, punto a punto y TCP/UDP IP.

En los enlaces físicos se observa que el Terminal se conecta al DCE usando una conexión física RS-232 y que a su vez este se conecta al GGSN usando un enlace de radio GPRS. Respecto a los enlaces punto a punto, para transferir datos entre el Terminal y el DCE (*Data Communication Equipment*, Equipo de Comunicación de Datos) se utiliza el protocolo de comando AT; además el DCE se conecta al GGSN usando el protocolo PPP. En este caso el enlace ocurre como 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.

Para finalizar, el DCE puede transferir datos con la Web usando tanto el protocolo TCP/IP como UDP/IP, es decir mediante una red VPN (*Virtual Private Network*)

2.3 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

En la tabla 2.1 se detalla cada una de las especificaciones técnicas.

Tabla. 2.1. Especificaciones Técnicas del módulo GSM/GPRS

Especificaciones Técnicas		
Especificaciones Generales	Procesador Consumo de Potencia Voltaje LED Indicadores de Estado Capacidad de Almacenamiento Protocolos	128 Kb SRAM <1.4W (GPRS online), 2W (Buscando señal GPRS) 9 a 43 VDC RUN/GRPS/GPS 2 MB TCP, UDP, ICMP, PPP
Especificaciones GPRS	GRPS Multi-slot Estación Móvil GPRS Download/Upload (Máx.) Esquema de Código Protocolo Punto a Punto Certificados de Aprobación	Clase 8 Clase B 85,6 Kbps/21,4 Kbps CS1, CS2, CS3, CS4 PPP GCF, R & TTE
Especificaciones GPS	Receptor Exactitud Posición Exactitud Velocidad Exactitud Tiempo Datum Tasa de Adquisición Protocolo NMEA	L1, 1575.42MHz, C/A Code 1023MHz 16 canales <10 metros CEP con S/A <0.1 metro/segundo CEP con S/A <1 microsegundo sincronizado al tiempo del GPS WGS-84 Snap start <3 sec., Hot start <8 sec., Warm start <38 sec GLL, GGA, RMC, VTG, GSV, GSA
Interfaces	RS-232 Entradas y Salidas Digitales	3 8 (seleccionables)
Especificaciones Mecánicas	Temperatura de operación Humedad Regulación Aprobada Dimensiones (L x E x A)(mm.) Peso (g) Compartimiento de la SIM Conector DB9 Conector RJ-45 Conector externo de Antena	-20°C a 60°C 5% hasta el 85% RH CE, FCC, C-Tick 84 x 153 x 43 395 3V / 5V RS-232 x 1 RS-232 x 2 Si
	Frecuencias Batería Antena	900 / 1800 / 850/1900 MHZ 500 (default)/1000/2000 mAh GPRS y GSM

2.4 ACCESORIOS DEL EQUIPO

1. Un modulo GSM/GPRS Comunicador de vehiculo
2. Una antena GPS
3. Una antena GPRS

2.5 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE

Características externas del modulo

Panel Frontal

El módulo en su panel frontal consta de:

- Switch de Power (On/Off) del GDT (*GPRS/GPS Data Terminal*)
- Conector de antena GPS
- Puerto Serial (COM 1) con conector DB9 que permite conectar el módulo con otro dispositivo.
- Conector de antena GPRS
- Botón de Reset que permite cambiar el GDT a modo consola o normal.
- Zócalo de audio para auriculares
- LED indicador (RUN/GPRS/GPS)
 - LED RUN indica el estado de conexión del GDT
 - LED GPRS indica estado de conexión de GPRS
 - LED GPS indica estado de conexión de GPS

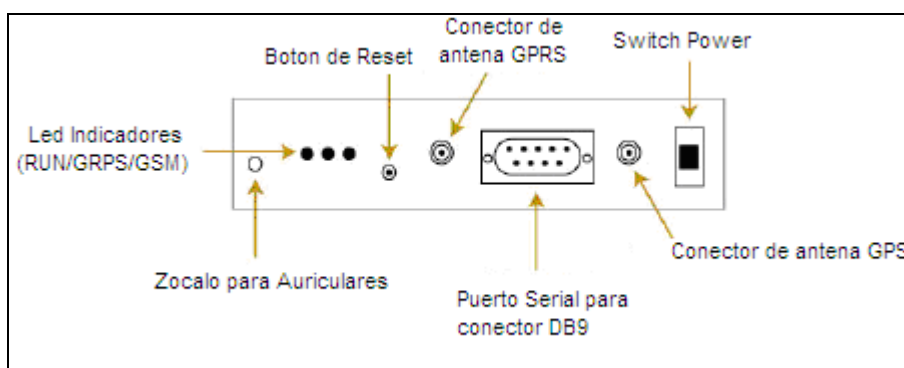


Figura. 2.3. Panel Frontal del Módulo

Panel Posterior

- Conector de poder donde se conecta el cable de alimentación.
- Puertos Digitales I/O que permiten conectar cables para señales Digitales Input y Output.
- Puerto Serial (COM 2) con conector RJ-45 que permiten la conexión del módulo con otro dispositivo.
- Puerto Serial (COM 3) con conector RJ-45 que permiten la conexión del módulo con otro dispositivo.

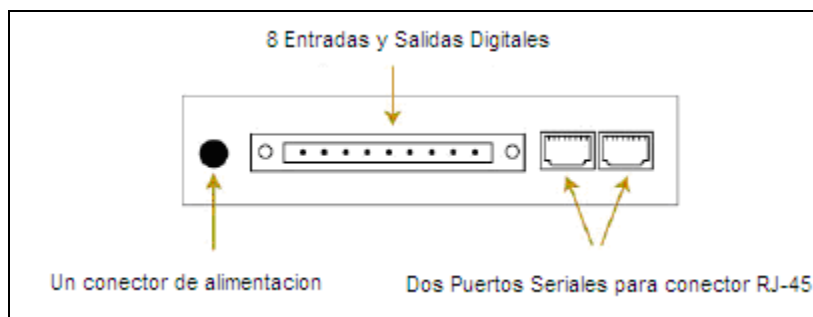


Figura. 2.4. Panel Posterior del Módulo

Características Internas del hardware del módulo GDT

Se explicará brevemente el funcionamiento de los elementos que la componen. En la figura 2.5 se puede apreciar la arquitectura interna del módulo GDT.

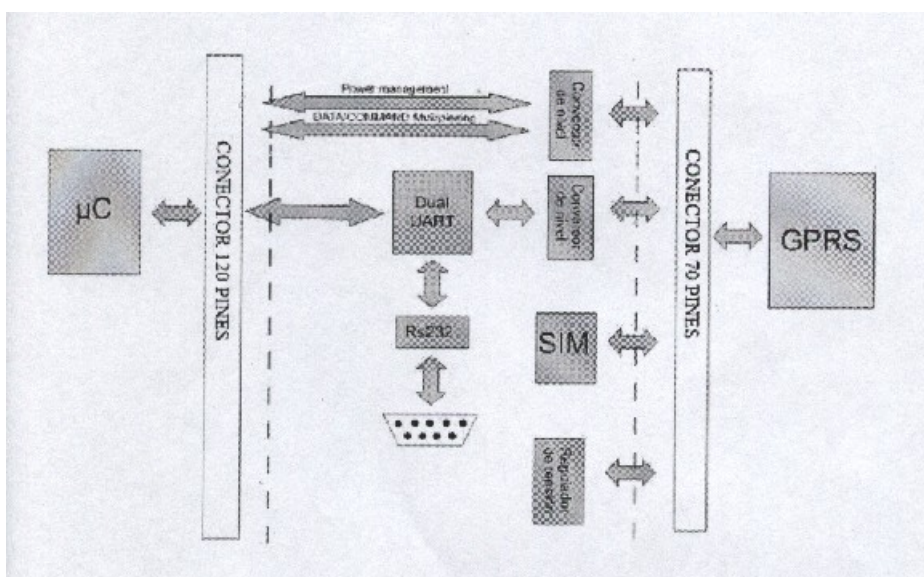


Figura. 2.5. Diagrama de bloques Interna del GDT

Módulo de Datos Motorola Modelo G20 GSM/GPRS

El módulo G20 es sumamente pequeño en dimensiones, sin embargo lleno de una serie de características muy avanzadas que lo califica para la inclusión en sistemas exigentes como terminales móviles y PDAs, entre otros. El módulo es similar a un teléfono celular, y puede ser integrado en cualquier sistema o producto que necesita transferencia de información de voz o datos. La facilidad de integración acorta significativamente el proceso de desarrollo OEM (*Embedded Modules*).

El módulo G20 es ideal para la telemetría en la industria automotora, seguridad, terminales de entrega y mercados de PDA.

- Funciona en las frecuencias 900/1800 MHz y 850/1900 MHz de tecnología GSM.
- Tiene multi-slot clase 8 (con opcional a 10) a 85,6 Kbps en GPRS.
- Resiste a amplias variaciones de temperatura (-20°C a 70°C)
- Tiene SMS (*Short Message Service*, Servicios Mensajes Cortos)
- Almacenaje *TCP/IP*

El Motorola G20 nos permite aprovechar la totalidad de las opciones que brinda la red GSM, por lo cual la decisión dependerá íntegramente de estos factores.

Existen tres servicios disponibles para establecer una comunicación, digital en una red GSM, todos ellos soportados por el módulo Motorola G20:

- 1) CSD (*Circuit switch data*)
- 2) SMS (*Short Message Service*)
- 3) GPRS (*Global Packet Radio Service*)

Microcontrolador ST Up SD3233BV

Es un dispositivo programable con 64 Kbit SRAM, y trabaja a 24 MHz con una alimentación de 3,3V.

Tiene una memoria Flash DUAL con control de memoria, además se puede leer mientras se escriben operaciones y se puede programar cuando se está ejecutando una aplicación.

Tiene un voltaje único para programar y borrar, y es capaz de retener la información por 15 años.

Su interfase de Comunicación tiene las siguientes características

- USB v1.1 de baja velocidad 1.5 MBPS
- Controlador de bus Master/Slave.

- Dos UARTs con tasas de transmisión independientes
- Seis puertos I/O

Un conversor A/D de cuatro canales, con resolución de 8 bit, 10us.

Dispone de 10 fuentes de Interrupción con dos pines externos para interrumpir.

Su voltaje de alimentación es de 4.5 a 5.5 V y 3.0 a 3.6 V

Memoria SRAM BS62LV1027

Es una memoria RAM estática de alto rendimiento que tiene un muy bajo consumo de energía, organizada en 131.072 palabras por 8 bits y funciona desde 2.4V de voltaje de fuente hasta 5.5V. Las técnicas avanzadas de la tecnología y del circuito de CMOS proveen de características de alta velocidad y bajo consumo de corriente, cuando está en espera el consumo es de 0.1Ua a 3V/25°C y el tiempo de acceso máximo de 55ns en 3V/ 85°C.

Conversor de Nivel ICL 3243 ECAZ

El protocolo elegido para la comunicación PC y el módulo es el RS-232. Ha sido elegido para este primer prototipo, por ser uno de los más utilizados y comunes en el ordenador. En lo concerniente a la comunicación entre la computadora y el *GDT*, debido a los voltajes que se hacen necesarios se ha utilizado como interfaz el ICL 3243, que permite asegurar la correcta alimentación de la señal y activar de modo adecuado la comunicación vía serie.

- 12V equivalen a un "0" lógico
- -12V equivalen a un "1" lógico.

Como los niveles lógicos que salen del microprocesador no son compatibles con los niveles lógicos del puerto, se necesita usar interfaz el microchip 3243 para que se adecue estos valores.

Conversor de Nivel Transmisor Receptor ADM3485RZ

El microchip ADM3485RZ es de baja potencia en una línea diferenciada transmisor-receptor de baja energía, diseñado para funcionar con una sola fuente de alimentación de +3.3V. El consumo de energía bajo hace ideal para los usos

sensibles de la energía. Es conveniente para la comunicación sobre líneas de múltiples puntos. Se utiliza para la transmisión de datos equilibrada y se basa en los estándares RS-485 y RS-422. Contiene una línea de conducción diferenciada y una línea de recepción diferenciada y es conveniente para la transferencia de datos.

Receptor GPS

Dispone de 16 canales que ofrecen los servicios de navegación en coordenadas longitudinales Latitud/Longitud. Utiliza para el posicionamiento el sistema de referencia inercial cartesiano, correspondiente al sistema WGS-84 (*World Geodetic System*, Sistema Geodésico mundial de 1984). Dicha información esta disponible a través de tres interfaces seriales para ser habilitadas, en el estándar RS-232 a 9600 baudios. Recibe la información del satélite en la frecuencia portadora L1 (1575.42 Mhz), utiliza el código pseudo-aleatorio C/A conocido como código civil para la transmisión en la frecuencia 1023 Mhz

Para la recepción de los datos de posicionamiento, utiliza el protocolo 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 GNSS) y tiene la siguiente estructura:

Tabla. 2.2. Sentencia \$GRMC de datos GPS

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

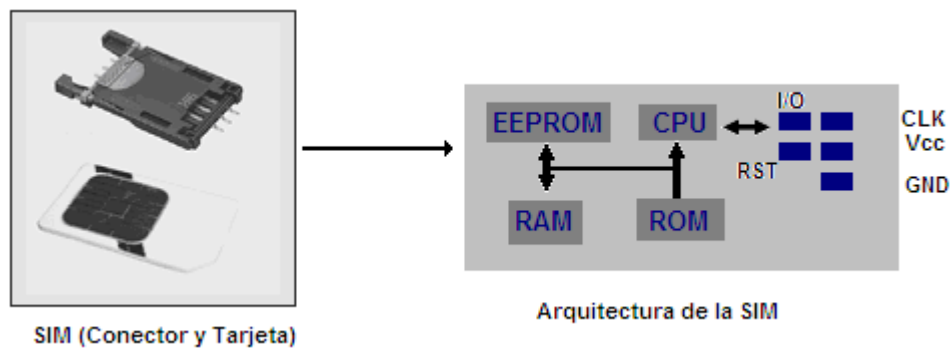
Por ejemplo

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

De esta sentencia nosotros utilizaremos los bytes que nos la información de la hora, latitud, longitud, velocidad y fecha.

Interface de la SIM CARD

El SIM (Subscriber Identity Module / Modulo de Identificación del Suscriptor) es una pequeña tarjeta inteligente que sirve para identificar las características del Terminal fácilmente desmontable del módulo y que provee 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.



GND: Ground o Tierra
ROM: Read Only Memory o Memoria de Sólo Lectura
RAM: Random Acces Memory o Memoria de Acceso Aleatorio
RST: Reset
CPU: Unidad de Procesamiento Central
EEPROM: Electrically Erasable Programmable Read Only Memory

Figura. 2.6. Arquitectura de la SIM CARD

2.6 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL SOFTWARE

El módulo de comunicación vehicular *GRPS+GPS* es considerado un *GDT* (Terminal de Datos) en su estructura básica. Usualmente está localizado en sitios remotos y envía datos al centro de control donde el software es implementado para controlar, configurar, monitorear y en sí programar el módulo GDT permitiendo disponer de una serie de comandos para distintas funciones, aplicaciones y servicios, a través de una de sus interfaces seriales.

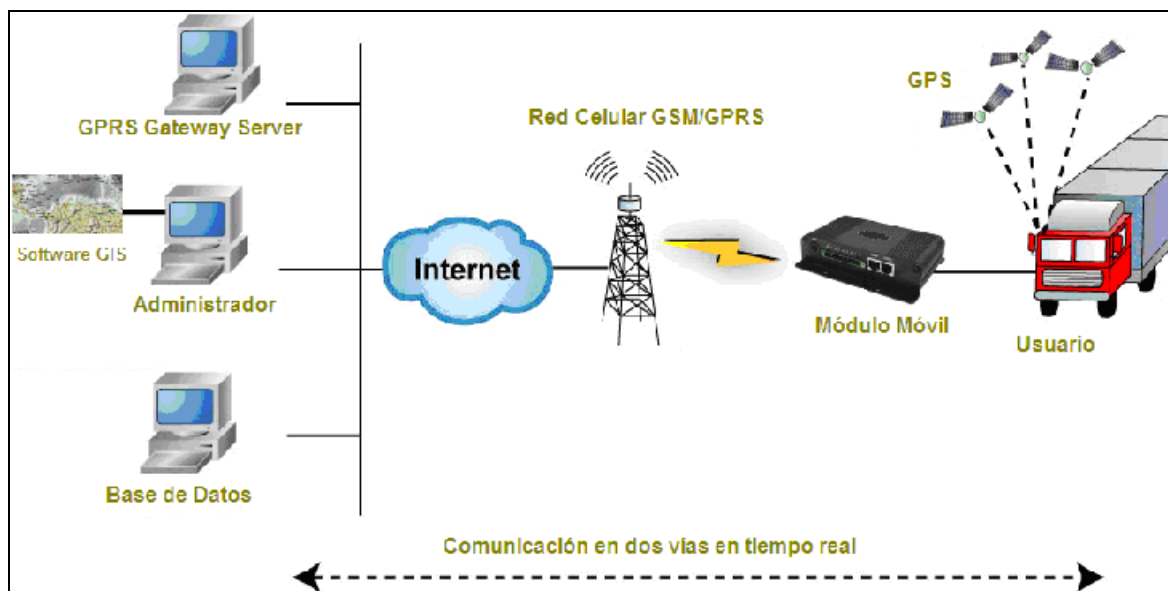


Figura. 2.7. Diagrama del Sistema AVL

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.

En el software internamente se encuentran embebidos ciertos manejadores de servicios que facilitan su administración y acceso. En el caso particular de la presente aplicación, el módulo contiene un manejador 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.

2.6.1 Características del Software de Programación

El software de programación del módulo GDT es provisto por el fabricante del módulo, en el cual se puede configurar el equipo y leer las configuraciones actuales del dispositivo tanto local como remotamente ver Figura 2.8:

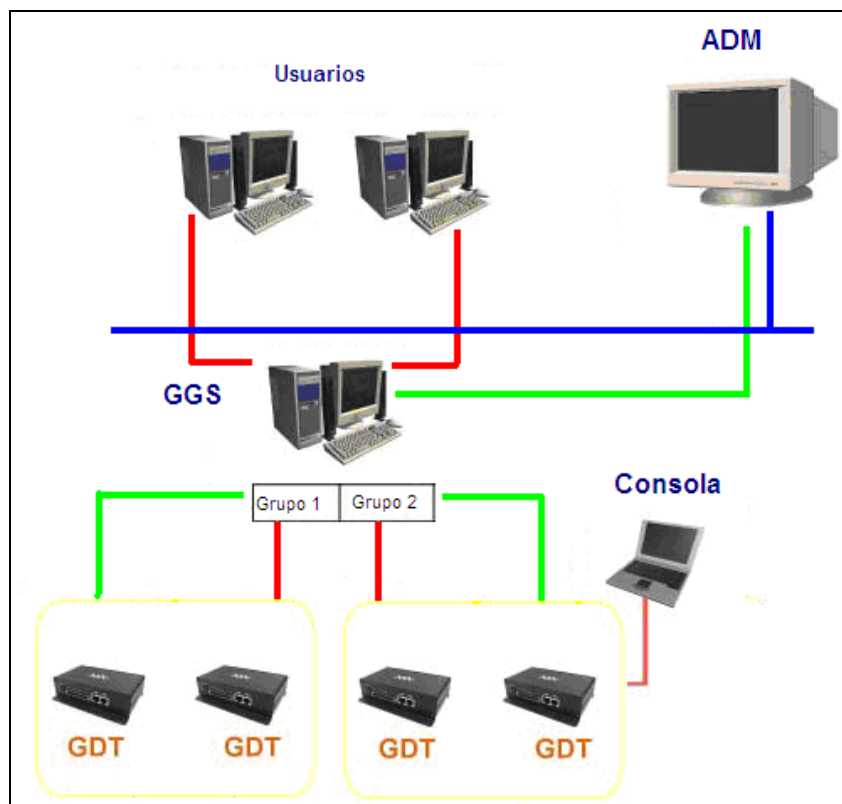


Figura. 2.8. Arquitectura del Software

GGG (GPRS Gateway Software): Programa que se instala en un ordenador para permitir gestionar y mantener los módulos GDTs (terminales de datos *GPRS*).

ADM (Administrador): Programa que nos presenta una interfaz gráfica de usuario para gestionar los módulos GDTs a través de un servidor GGS. Supervisa la arquitectura cliente / servidor y configura los servidores GGS, así como un módulo GDT específico o de un grupo de GDTs.

Console Utility (Consola): Programa que permite la configuración de los parámetros del módulo GDT. Para un óptimo rendimiento, es necesario que la PC o portátil cumpla los siguientes requisitos del sistema.

- Sistema Operativo: Windows 2000/Windows XP
- CPU: Intel Celeron 2.0GHz mínimo
- Disco Duro: 20GB minima
- Memoria: 256MB minima
- Puerto LAN : 10/100Mbps

API Utility (Aplicaciones): Librerías y funciones que permiten desarrollar y personalizar la aplicación, principalmente estableciendo y facilitando la comunicación cliente a servidor, a través de los Sockets de TCP/IP para

mantener 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. Un *socket* TCP entrega una secuencia de datos bidireccional full duplex.

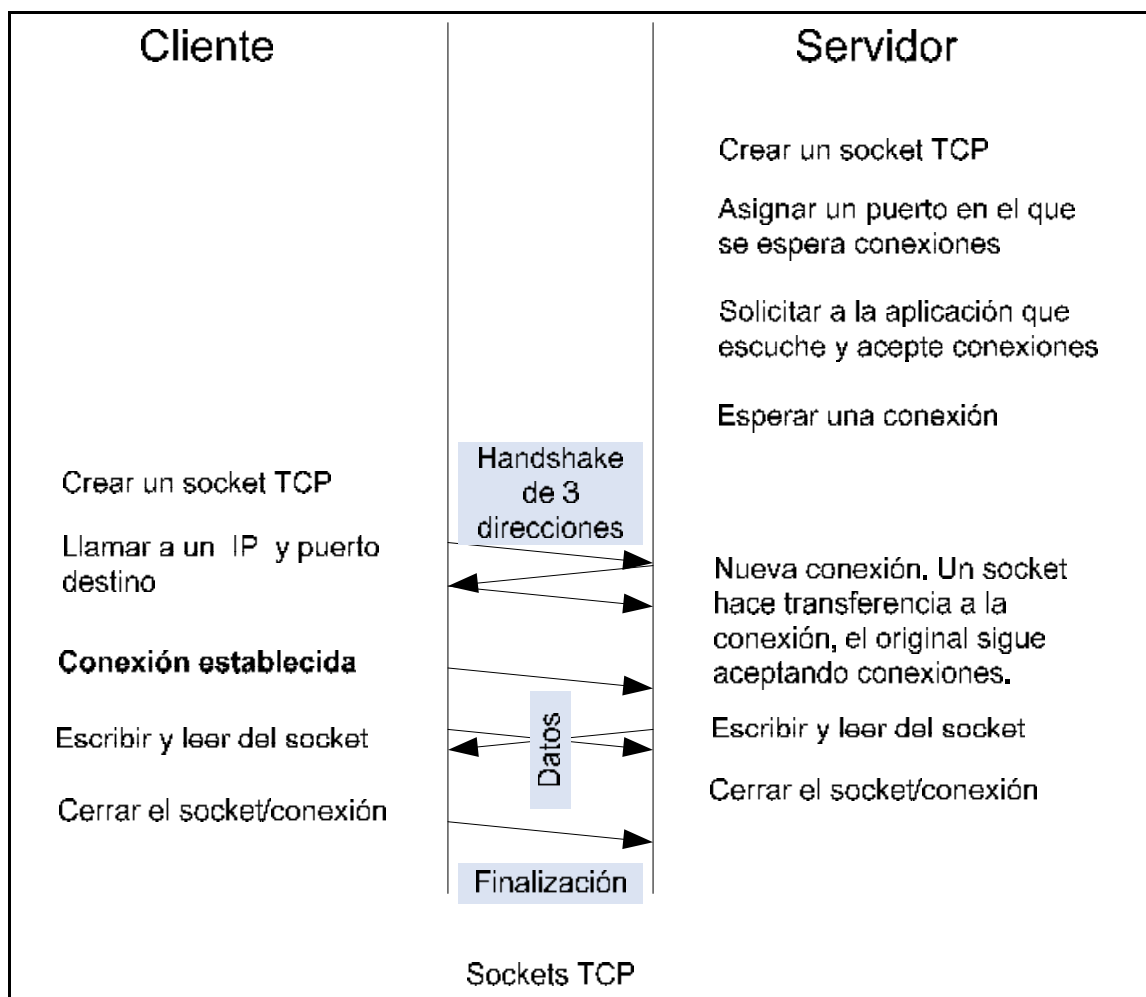


Figura. 2.9. Comunicación Cliente-Servidor Socket con TCP

Como se muestra en la Figura. 2.9. El servidor debe estar ejecutándose primero y haber creado un *socket* por el que espera que el cliente se contacte con él. Entonces se establece la conexión TCP con el servidor. 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.

2.6.2 Desarrollo de la Aplicación sobre el Módulo GSM/GPRS

Comandos AT de programación

Los caracteres AT (*Attention Command*) hacen referencia a un comando para llamar la atención y decirle al MODEM (Modulator-Demodulator; dispositivo que convierte las señales analógicas en digitales y viceversa para la transmisión sobre líneas telefónicas análogas) integrado que comandos seguir. Los comandos AT son un conjunto de comandos necesarios para el control del MODEM integrado del teléfono. Ya sea para control infrarrojo, inalámbrico o por cable.

Los comandos AT deben ser usados a grande escala para el desarrollo de nuevos software de comunicaciones y ajustar propiedades avanzadas del teléfono. Esto lo podemos desglosar de la siguiente forma:

- Configurar el teléfono para una conexión inalámbrica, a través de rayos infrarrojos o por el sistema de bus o cable.
- Configurar el MODEM interno del teléfono para una conexión inalámbrica a través de rayos infrarrojos o por el sistema de bus o cable.
- Solicitar información sobre la configuración actual o estado operativo del teléfono o MODEM.
- Solicitar el rango valido de parámetros aceptados y cuando éstos son aplicables.

El MODEM integrado puede ser configurado a través de tres modos de operación, estos son:

- **Modo de Comando off-line:** Es el estado operacional en el cual el MODEM puede aceptar líneas de comandos. El MODEM es colocado en modo de comandos off-line cuando es encendido y queda listo para la entrada de comandos AT. En éste estado el MODEM integrado acepta información como comandos y no como una comunicación normal de datos. Los comandos pueden ser tipeados a través de un teclado desde un computador o una PDA (*Personal Digital Assistant*).

- **Modo de Datos on-line:** Es el estado en el cuál el MODEM transmite o recibe datos sobre la línea telefónica. Permite una operación normal de intercambio de datos entre módems. Al entrar en este modo es cuando el MODEM integrado comienza el intercambio de información con otros MODEM remotos. Es necesario ingresar el comando ATD seguido del número telefónico del destinatario.
- **Modo Comandos on-line:** Es el estado en el cual mientras se tiene una comunicación de datos, pueden ejecutarse comando AT. Puede cambiarse a modo de Comandos on-line cuando es necesario enviar comandos al MODEM mientras se ésta conectado a un MODEM remoto.

Para volver al modo de comandos off-line es necesario realizar cualquiera de las siguientes acciones.

- Perder la conexión (falla de cobertura de red).
- Perder conexión inalámbrica entre el MODEM integrado y el computador presionando el botón END del teléfono móvil.
- Aplicando el DTR (*Data Terminal Ready*, Terminal Lista de Datos) que es una señal enviada desde el computador al MODEM integrado, usualmente indica que el computador está listo para comenzar una comunicación)

Comandos para enviar información desde el COM1 hacia el COM2 o COM3

El administrador puede enviar mensajes al puerto de comunicación COM2 o COM3 desde el puerto COM1 con los siguientes comandos:

```
ATN#=#,eb,dt,InterfaceID,Content<CR>
```

Todos los bytes del contenido deben ser codificados en dos dígitos Hexadecimales, por ejemplo enviar la cadena de caracteres 123 al COM2:

```
ATN#=#,eb,dt,20311,313233<CR>
```

Comando para chequear el estado de los DI (Digital Input) desde el COM1 y este a su vez puede reenviar esta información a otro COM para que realice una nueva acción

Para chequear el estado de las DI (Digital Input) desde el puerto COM1 se debe utilizar los siguientes comandos:

ATN#=?,eb,InterfacelD del puerto COM de salida,20411,Numero de PIN <CR>

Ejemplo: Para chequear el estado del DI PIN 3 y la salida por el puerto COM1:

ATN#?,eb,00311,20411,003<CR>

En donde 00311=interfacelD del puerto COM1

Formato de datos que provienen de COM2/COM3 y DI para COM1

Si los usuarios usan Consola Utility o ADM para marcar los ítems GPRS y COM1 como canal de respuesta de GPS, el sistema reproducirá cada dato que viene de COM2, COM3 o DI a COM1 con el siguiente formato:

ATN#,InterfacelD,Content<CR>

Donde cada carácter de contenido esta codificado en dos dígitos hexadecimales.

Ejemplo: dato "12345" viene de COM2 a COM1

ATN#,20311,3132333435<CR><LF>

Formato de los mensajes de Texto o SMS para realizar el control de una DO

El usuario puede enviar SMS para hacer el control de un DO remotamente, con la siguiente configuración:

ATN#=?,eb,20411,DO pinH(o L), GDT Address

Ejemplo: para setear el DO Pin 6 del GDT "4760100000" en alto

ATN#=?,eb,20411,006H,4760100000

Ejemplo: para setear el DO Pin 7 del GDT "4760200000"

Una vez que el GDT recibe el SMS, envía un mensaje en repuesta según la confirmación que se produzca:

1. "Message confirmed": El contenido del SMS es correcto.

2. “Wrong GDT address”: La dirección del GDT al que se envió no es la correcta que fue asignada.
3. “Wrong Action”: Este mensaje se produce cuando se envió mal la dirección del Pin y se quiere controlar un DI.

Comando para que el COM1 envíe un SMS

Con este comando es posible hacer que el puerto COM1 mande un mensaje de texto, de la siguiente manera:

ATN#=#,GT,SMS,1,Número de Teléfono, Contenido del mensaje corto <CR>

Comando para limpiar la memoria interna del GDT desde el COM1

Para limpiar la memoria de 2MB que viene incluida en el módulo se debe escribir los siguientes comandos.

ATN#=#,EB,DELL,LOG<CR>

Todos estos comandos AT pueden ser ingresados al módulo utilizando como interfaz el Hyperterminal o cualquier otro programa realizado en Visual Basic o Visual C++ que permita la comunicación serial.

2.6.3 Programación del módulo

La programación del módulo se la puede realizar de dos maneras, una es conectándolo al módulo GDT vía puerto serial directamente al PC o vía OTA (*Over The Air*, A través del Aire).

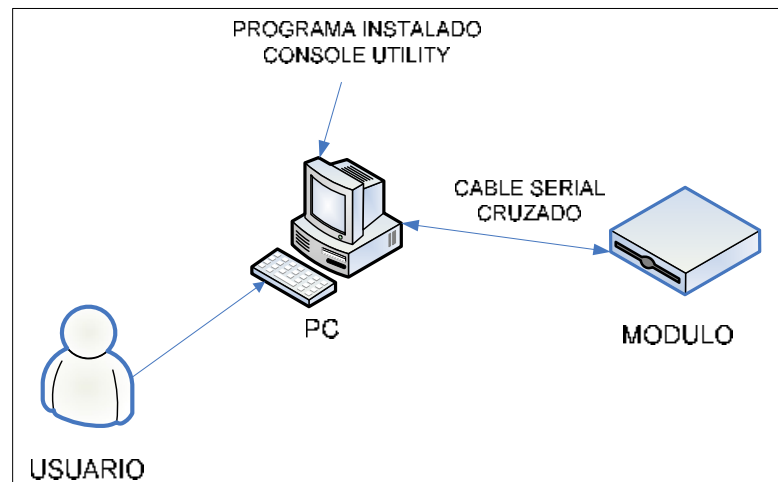


Figura. 2.10. Esquema de Conexión para Configuración Local

La segunda posibilidad de configuración del módulo GDT en cualquier instante de tiempo es como se mencionó al principio en modo OTA, que permite cambiar parámetros del GDT remotamente. El esquema en la que se realiza la comunicación con el equipo es el de la figura 2.11

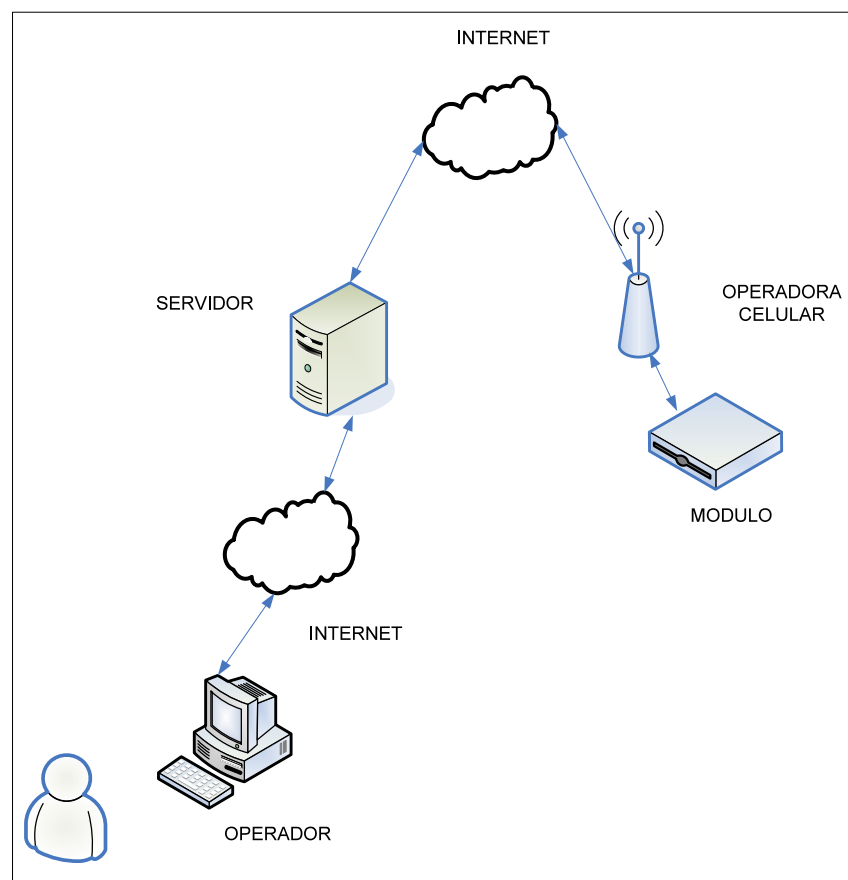


Figura. 2.11. Esquema de conexión OTA (On the Air) para configuración Remota

El operador se comunica vía Internet con el servidor que contiene el GGS (GPRS Gateway Software) el cual permite comunicarse con el módulo. Este servidor a su vez se comunica con la operadora Telefónica Celular, de igual manera vía Internet, y ésta última se comunica vía GPRS con el módulo GDT.

El software que se utiliza para éste fin es el que se puede apreciar en la Figura 2.12 que es una pantalla muy similar a la del programa *Console Utility* y permite hacer todos los cambios que se necesiten pero vía Aire u OTA.

Además con esta herramienta en un caso extremo en que no responda el programa de aplicación es posible ver exactamente que le está sucediendo al módulo GDT.

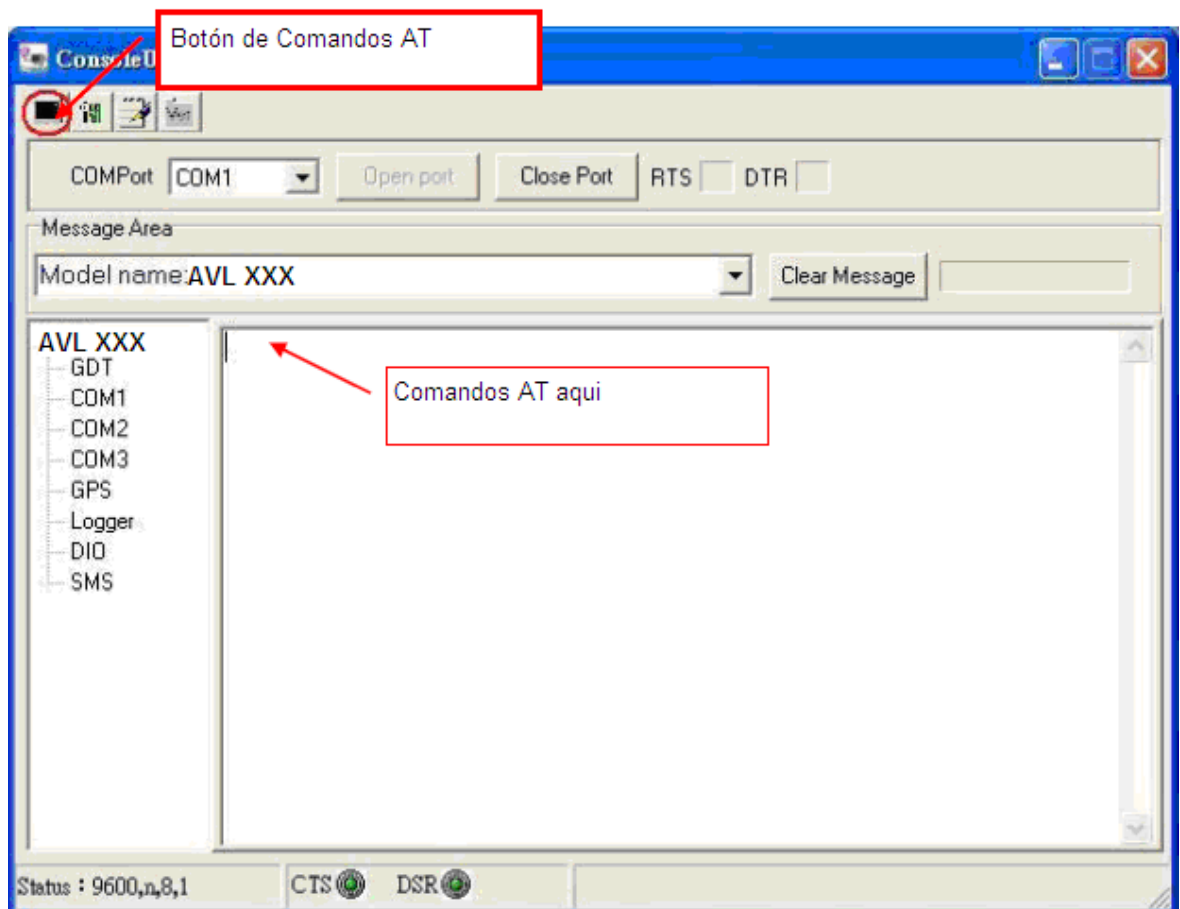


Figura. 2.12. Pantalla para Configuración del GDT vía OTA

CAPÍTULO 3

CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO

3.1 CONFIGURACIÓN LOCAL

El presente capítulo da a conocer aspectos relevantes para instalar correctamente los parámetros adecuados en el software. Para configurar localmente al módulo se necesita ejecutar el programa Consola (*Console Utility*) en la PC y conectar un cable con conector DB9 entre el módulo y el PC.

3.1.1 Configuración del GDT

La ventana del programa *Console Utility* muestra algunos parámetros que son necesarios para la configuración del módulo.

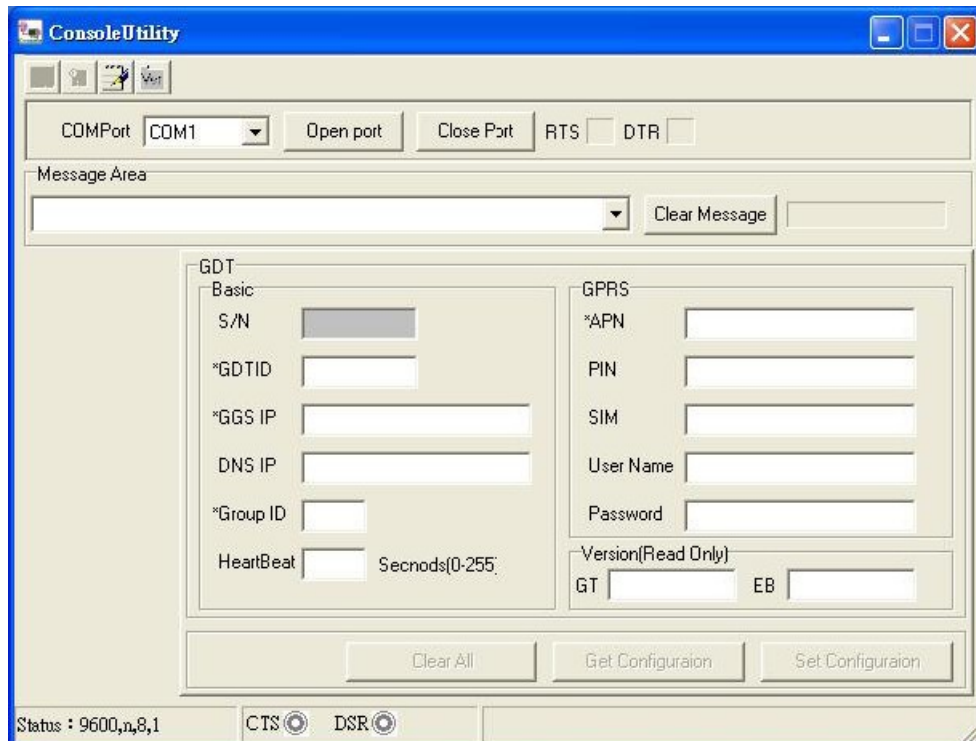


Figura. 3.1. Ventana del Programa Console Utility

Como parámetros básicos se tiene:

- **COMPort:** Es el puerto COM de la PC a la que el módulo es conectado.
- **S/N:** Es el número Serial provisto por el fabricante para el equipo.
- **GDTID:** Identificador del equipo que es asignado por el usuario.
- **SERVER IP:** Es la dirección IP del servidor GGS (GPRS Gateway Server) al cual se conecta el módulo.
- **DNS IP:** Es una dirección IP que se crea por defecto.
- **Group ID:** Es el número identificador del grupo de equipos GDTs al que el, módulo pertenece.
- **RunMode:** Escoger el protocolo de comunicación del COM1 del GDT que pueden ser RS-232 /422 /485.

Y como parámetros GPRS se tiene:

- **APN (Acces Point Name):** Esta es una dirección que otorga la empresa de telecomunicaciones con la que se contrate el servicio de GPRS.
- **PIN:** Es el número de clave de la SIM.
- **SIM:** Es el número que tiene la SIM.
- **User Name:** Nombre de Usuario para ingreso al APN.
- **Password:** Es la contraseña para el reconocimiento y acceso al APN.

Una vez concluido con el ingreso de todos los parámetros es necesario dar un clic sobre el botón *Set Configuration* para almacenar los datos.

Los parámetros seteados en el GDT se muestran en la figura 3.2 a continuación:

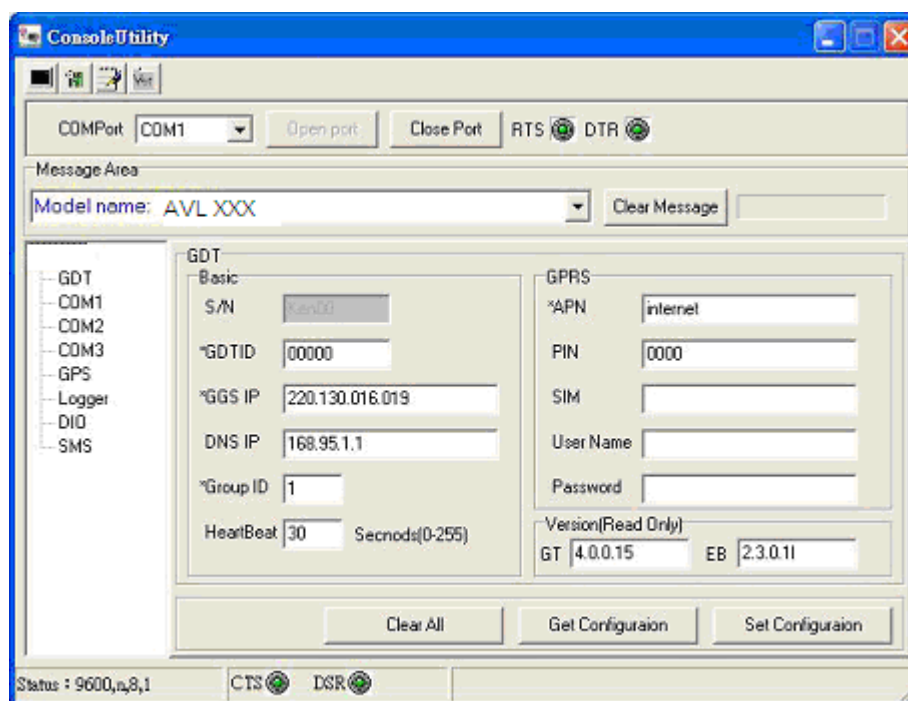


Figura. 3.2. Seteo de parámetros en Console Utility

Habiendo con esto especificado la dirección IP del servidor al cual el GDT debe conectarse y la APN de la empresa de telefonía celular que permitirá la transmisión de los datos.

Configurar la Información de COM1

Al seleccionar la opción COM1 y hacer clic en ella se muestran la siguiente ventana ver figura 3.3 donde se ven los parámetros que son necesarios para su configuración.

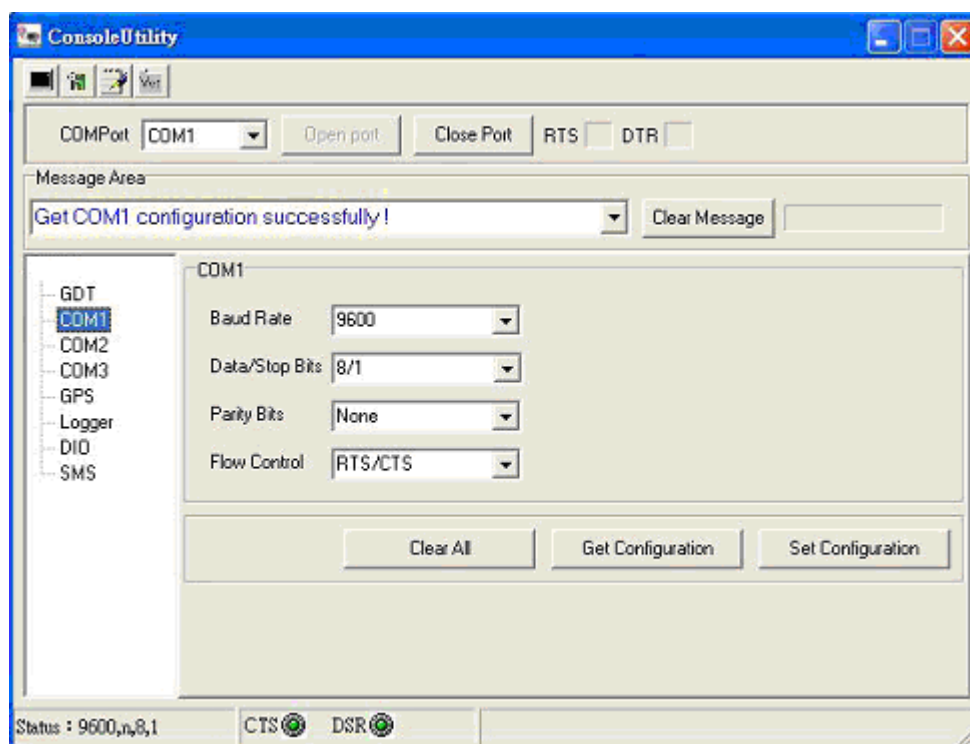


Figura. 3.3. Ventana del puerto COM1 en Console Utility

- **Baud Rate:** Es la tasa de transmisión de datos a la que trabaja el dispositivo. El valor por defecto es 9600 bps.
- **Data/Stop Bits:** Se selecciona de acuerdo al dispositivo. El valor por defecto es 8/1.
- **Parity:** Se selecciona según el dispositivo. El valor predefinido es Ninguno.
- **Flow Control:** Seleccione RTC/CTS o Ninguno, según el dispositivo. El valor predefinido es RTC/CTS.

Una vez concluido con el ingreso de todos los parámetros es necesario dar un clic sobre el botón *Set Configuration* para almacenar los datos. Si utilizamos COM2 y COM3 el procedimiento es similar.

Configuración del GPS por GDT

Al hacer clic en la opción de GPS se muestran los parámetros que son necesarios para su configuración. Ver figura 3.4.

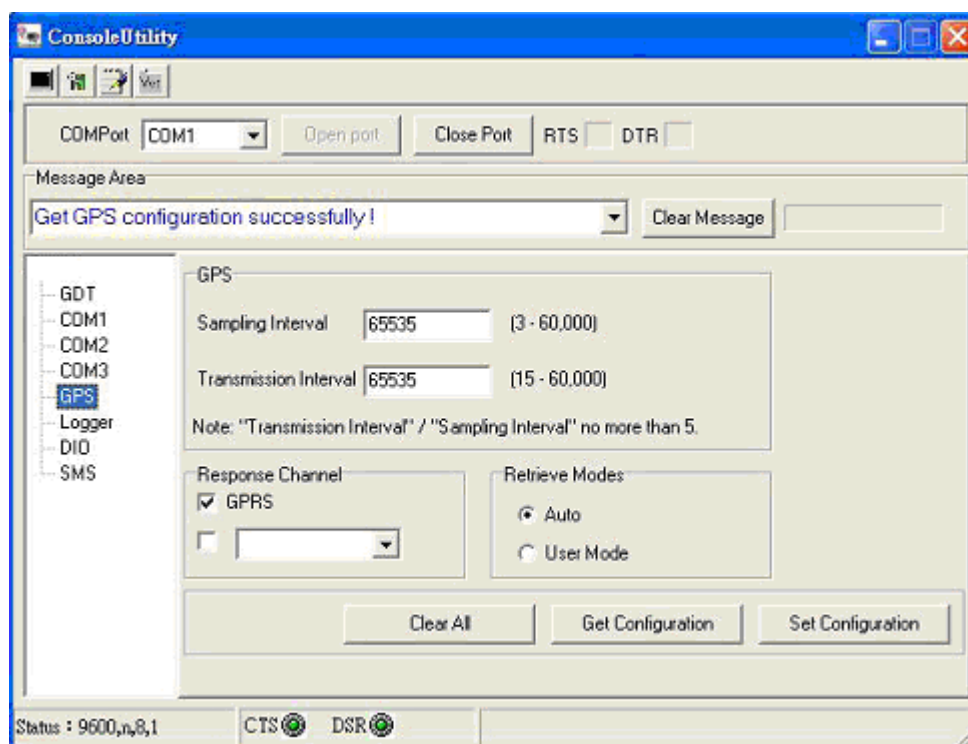


Figura. 3.4. Ventana del GPS en Console Utility

- **Sampling Interval:** Indica el intervalo que el GDT empieza a recuperar la información del GPS. El valor predefinido es 30 segundos.
- **Transmission Interval:** Indica el intervalo que el GDT empieza a transmitir las señales al GPS. El valor predefinido es 30 segundos. Note que la relación “transmission interval/ sampling interval” no debe ser mayor a 5.
- **Response Channel:** Determina por que canal del GPS los datos serán enviados. Si se selecciona GPRS, todos los datos de GPS se enviarán al centro de control a través de GPRS. Si se selecciona otra opción, usted puede elegir COM1, COM2 o COM3 en el menú.
- **Retrieve Modes:** Determina cuando los datos de GPS se transmitirán Si se selecciona auto, se enviarán los datos de GPS siempre que esté en el estado en línea. Si se selecciona el *User Mode*, se enviarán los datos de GPS de acuerdo a la demanda del sitio AP.

Diagnostico del GPRS

Al seleccionar el icono especificado en la figura 3.5 se despliega la ventana, donde puede verificar la información del estado de conexión GPRS. La

información incluye al módulo de información *GPRS*, el test de conexión *GPRS* y la información del estado del registro de la *SIM CARD*.

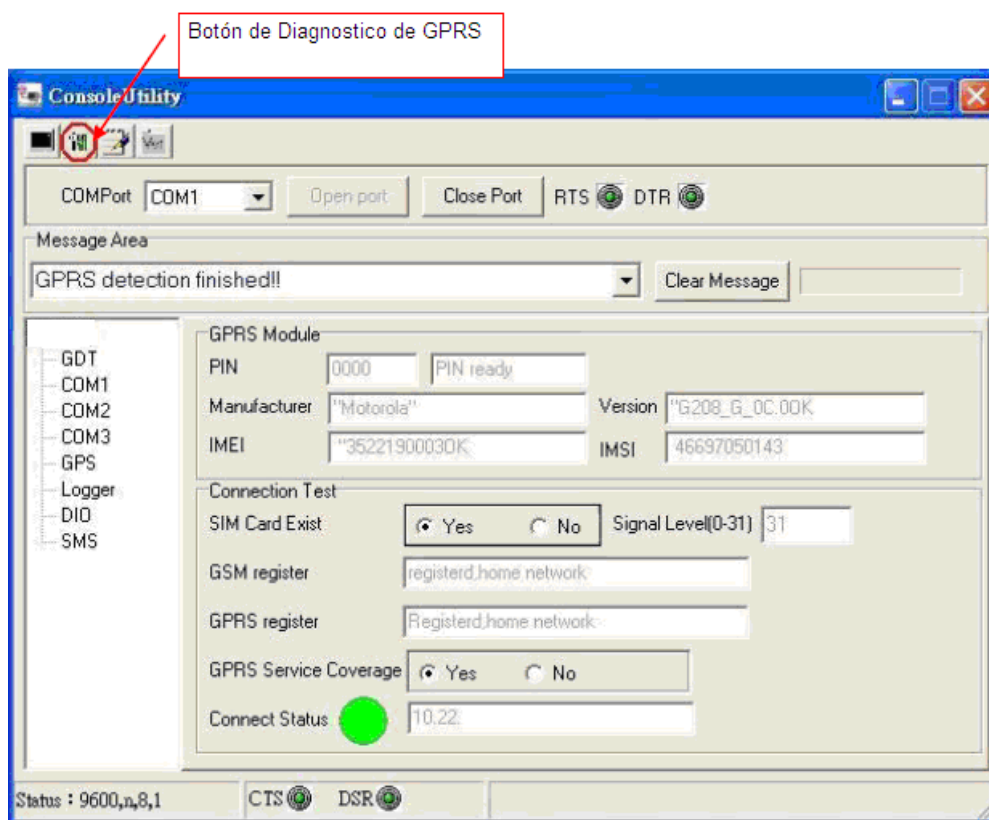


Figura. 3.5. Ventana de Diagnosticó de GPRS

Cuando no existe tarjeta SIM en su GDT, saldrá en el Área de Mensaje: “Por favor inserte tarjeta SIM!! Ver figura 3.6.

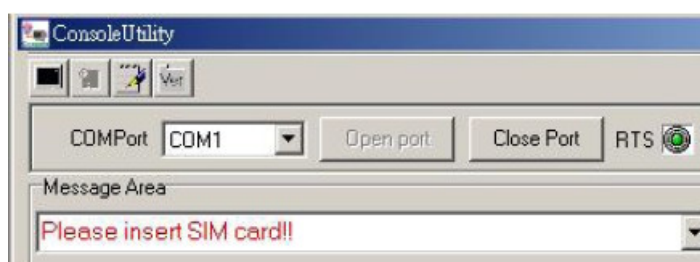


Figura. 3.6. Mensaje que emite el módulo cuando no existe tarjeta SIM

Como se observa es posible verificar si el servicio de GPRS está disponible, en los recuadros, *GPRS Module* y *Connection Test* ver figura 3.5.

GPRS Module

Este campo indica el código del PIN del servicio de GPRS, fabricante del módulo GPRS, código IMEI, versión del módulo y código de IMSI. Ver figura 3.5

Connection Test

Este campo contiene los siguientes parámetros ver figura 3.5:

- **SIM Card Exist:** Verifica si esta instalada la SIM en el GDT.
- **Signal Level:** Verifica el nivel de la señal del servicio GPRS. El nivel puede estar entre 0 y 31. El nivel normal para trabajo óptimo debe estar entre 11 y 31.
- **GSM Register:** Verifica si el servicio GSM ha sido registrado.
- **GPRS Register:** Verifica si el servicio GPRS ha sido registrado.
- **GPRS Service Coverage:** Verifica si el GDT esta localizado en una zona de cobertura del servicio GPRS:
- **Connect Status:** Verifica si el GDT ha sido conectado al servicio GPRS asignado con una dirección IP.

3.2 CONFIGURACIÓN REMOTA

Se utiliza la configuración remota para poder configurar el equipo que se encuentra en sitios remotos a través del GGS y ADM y por ello a continuación se indica su respectivo manejo y supervisión.

3.1.1 Configuración Del Software del Gateway GPRS (GGS)

Ejecutamos el programa GGS (*GPRS Gateway Software*) en la computadora para configurar el servidor. Cabe mencionar que a nivel de software internamente se encuentran embebidos ciertos manejadores de servicios que facilitan la administración y acceso al módulo. 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.

Aparecerá un menú que permitirá configurar el GGS (Figura 3.8), con las siguientes opciones:

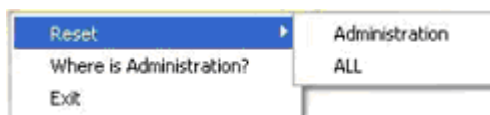


Figura. 3.7. Ventana Configuración del GGS

Opción de Menú Reset

Al seleccionar la opción de menú Reset, se tiene dos opciones ver figura 3.7: Opción Administration y opción All. Al seleccionar Administration (Administración) todos los ADMs que están conectados al servidor GGS serán desconectados. Si se selecciona All (Todos), todas las conexiones (por ejemplo las conexiones de ADM a sitios AP) a este servidor de GGS será desconectado.

Opción de Menú Where is Administration?

Al seleccionar la opción de menu Where is Administration? ver figura 3.7 Aparece una ventana pequeña figura 3.8 que nos indica la dirección IP correcta del ADM que conecta a este servidor de GGS.

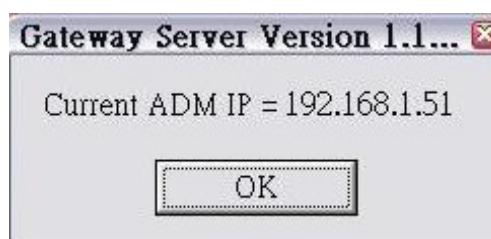


Figura. 3.8. Ventana que indica una conexión y la dirección IP

Si no existe ninguna conexión del ADM a este servidor de GGS, se desplegara otra ventana pequeña figura 3.9 que nos mostrará que no existe conexión. Haga clic en OK para terminar.



Figura. 3.9. Ventana que indica que no existe conexión

Opción de Menú Exit

Al seleccionar la opción de menú Exit ver figura 3.7, el GGS terminará su trabajo. Todas las conexiones del ADM al servidor GGS también serán desconectados. Si se quiere ejecutar GGS de nuevo, hay que hacer clic en el icono de GGS.

3.2.2 Configuración del Administrador (ADM)

Cuando el ADM se ha instalado, se necesita ejecutarlo para iniciar la configuración. Los administradores pueden usar esta herramienta para configurar, manejar y supervisar los GDTs.

Al hacer clic en el icono del ADM en la computadora nos mostrara una ventana como el de la figura 3.10, donde tenemos que ingresar los datos de la IP y el Login para ingresar al programa.



Figura. 3.10. Ventana para entrar a la Configuración del ADM

Solo un ADM puede conectarse a GGS. Cuando un ADM tiene una conexión exitosa con un GGS, las conexiones al mismo GGS de otro ADM fallarán.

Cuando se ha conectado con éxito al servidor GGS, una nueva ventana aparecerá. En la Figura 3.11 se indica cada parte que muestra esta pantalla y que se describirá.

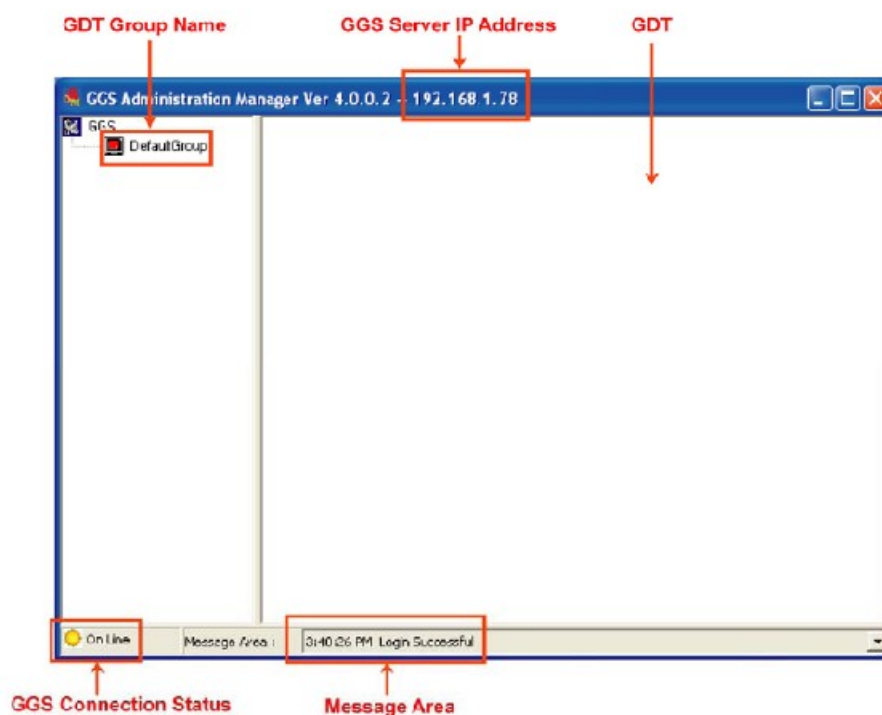


Figura. 3.11. Ventana de Configuración del GDT a través del ADM

GDT Group Name (Nombre de Grupo GDT): Se refiere al nombre del Grupo de GDT. DefaultGroup es automáticamente generado por el programa.

GGS Server IP Address (Dirección IP del Servidor GGS): Es la dirección que aparece en la parte superior de la ventana.

GDT: Aparecerá correctamente en la pantalla cualquier GDT agregado y se haya conectado con éxito. Cuando no encuentra ningún GDT, esta parte permanecerá en blanco.

GGS Connection Status (Estado de Conexión del GDT): Aparece en la parte inferior izquierda de la pantalla. El color amarillo indica que se ha conectado con éxito al GGS. Un símbolo de cruz indica que está desconectado al GGS. Una vez que el ADM se conecta al GGS, se guarda la conexión hasta que el usuario seleccione la Salida (clic derecho en GGS) para dejar el ADM.

Message Área (Área de Mensaje): Indica el último estado del GGS y ADM.

Añadir un Nuevo GDT al Grupo GDT

Para el ejemplo de la Figura 3.12, si usted quiere agregar nuevo GDT a DefaultGroup, simplemente haga clic derecho en el icono, y entonces seleccione Nuevo GDT.

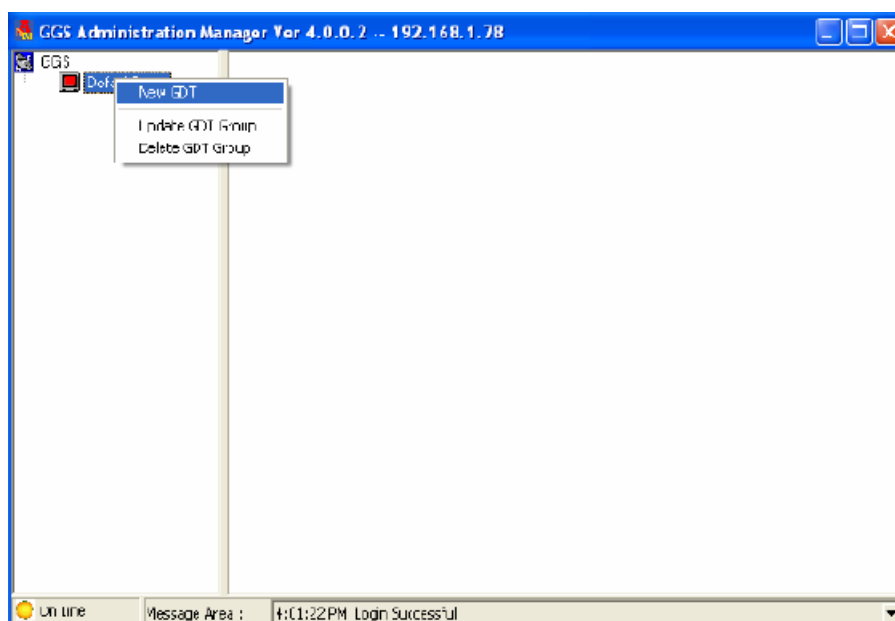


Figura. 3.12. Ventana para Agregar un Nuevo GDT

Una nueva pantalla aparecerá donde tenemos que ingresar los parámetros para configurar el equipo ver figura 3.13. Su configuración explicamos a continuación

A screenshot of the "New GDT" configuration dialog box. It contains the following fields: "*Model" (dropdown menu), "*S/N" (text input), "*ID" (text input with "00000" entered), "Alias" (text input), "*GDT Group" (dropdown menu with "DefaultGroup" selected), "Description" (text area), "Message Area" (dropdown menu), and "Save" and "Cancel" buttons at the bottom.

Figura. 3.13. Ventana para Configura Nuevo GDT

***Model:** Escoge el modelo del módulo que vamos a utilizar.

***S/N:** Para ingresar el número de serie del GDT que lo encontramos en la etiqueta del producto, este número de serie se usa para asegurar que este GDT es único y evite la colisión de la red. Es necesario por tanto ingresar el número de serie correcto.

***ID:** El valor predefinido es “00000”. Se puede cambiar si el administrador lo quiere.

Alias: Sirve para ingresar un seudónimo para el GDT.

***GDT Group:** Sirve para escoger un Grupo de GDT del menú.

Description: Este campo se usa para hacer comentarios.

Cuando todos los requerimientos de la información se han ingresado, guardamos utilizando la opción de menú Save ver figura 3.13.

Cuando ha agregado el nuevo GDT, se puede ver el icono de GDT en el lado derecho de la pantalla, como indica la Figura 3.14

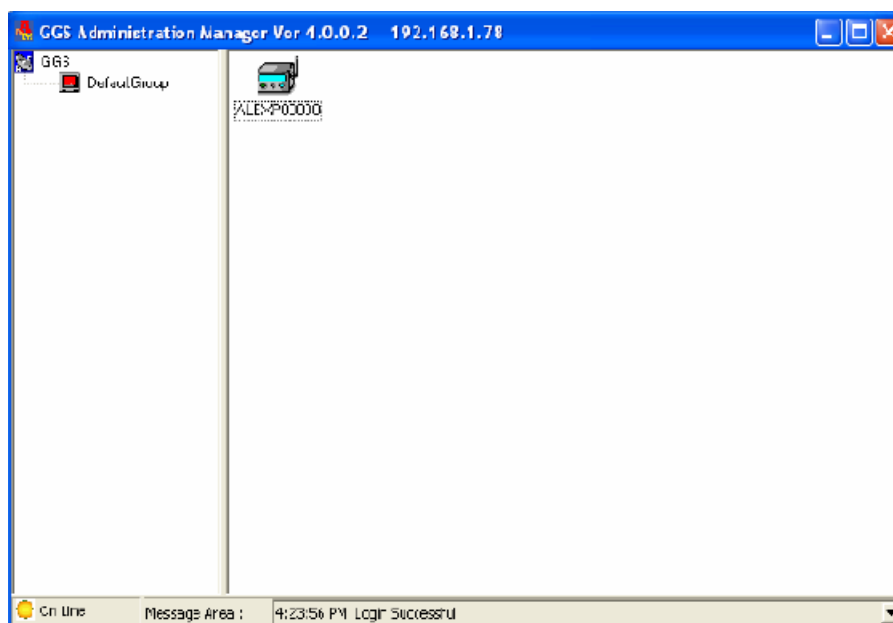


Figura. 3.14. Icono del Nuevo GDT agregado

Actualización del GDT

Realizamos doble clic en el GDT para abrir el menú y seleccionar la opción Update, como muestra la Figura 3.15

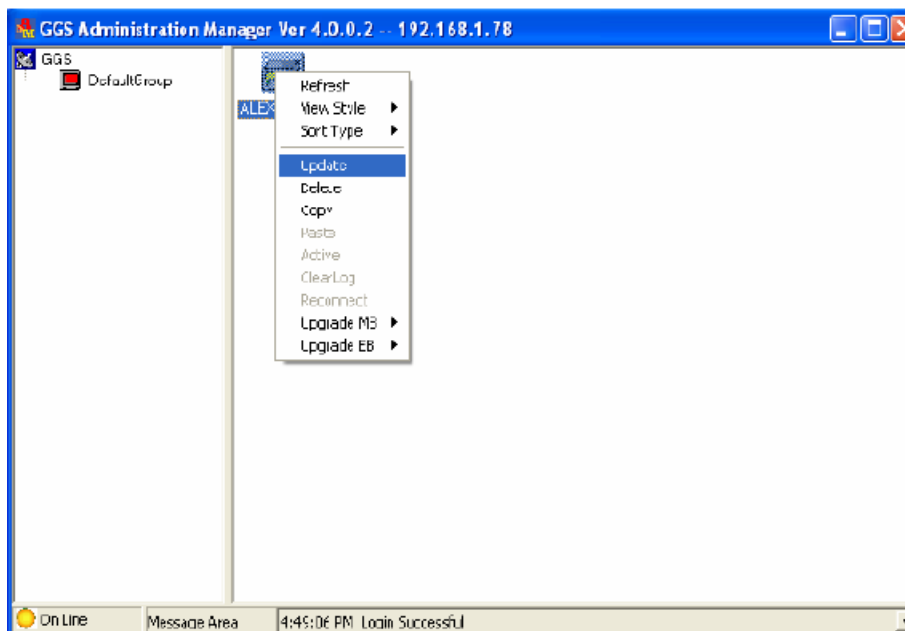


Figura. 3.15. Actualización del GDT

Una pantalla para Configuración del GDT aparecerá. Si usted ha configurado el GDT vía Consola, se puede ver la configuración básica en esta ventana. Entretanto, al hacer clic en las etiquetas de COM1 y GPS podremos configurar al GDT remotamente de la misma manera como explicamos anteriormente al hacerlo por consola ya que los campos son los mismos como indica la figura 3.16.

The screenshot shows the 'GDT Configuration' window with the following fields and values:

- Basic:**
 - *Model: [Dropdown]
 - *S/N: 00000 | *ID: 00000
 - Alias: [Text]
 - *GGS: 220.130.016.019
 - DNS: 168.095.001.001
 - *GDT Group: Bruce [Dropdown]
 - Heartbeat: 30 | Seconds(0-255)
- GPRS:**
 - *APN: internet
 - PIN: 0000
 - SIM: [Text]
 - PPP:
 - ID: [Text]
 - Password: [Text]
- COM1:** [Selected Tab]
 - Baud Rate: [Dropdown]
 - Data/Stop Bits: [Dropdown]
 - Parity Bits: [Dropdown]
 - Flow Control: [Dropdown]
- Message Area:** [Dropdown] | [Read] [Save] [Cancel]
- Others:**
 - Version: 4.0.0.18
 - Connecting Time: 2005/06/24 15:51:56
 - Statistic: [Text]

Figura. 3.16. Ventana de Configuración Remota del GDT

3.2.3 Configuración de Utilitarios API

Una API (*Application Programming Interface*, Interface de Programación de Aplicaciones) es un conjunto de funciones que facilitan el intercambio de mensajes o datos.

Por tanto es un conjunto de reglas para escribir funciones o hacer llamados a subrutinas y acceder a otras funciones en una librería. Las API abren distintos tipos de diálogos con el proveedor para obtener o actualizar información en el mismo, entre ellos:

- Acceso a bases de datos
- Comunicación cliente/servidor
- Comunicación en tiempo real

La API toma la información y hace que todo el trabajo específico de comunicación sea transparente para la aplicación. Las APIs pueden desarrollarse para cualquier plataforma y sistema operativo o para todos estos sistemas al mismo tiempo.

El software proporcionado por el fabricante nos brinda funciones API que permiten interactuar al servidor GGS con interfaces desarrolladas en lenguajes de programación como Visual Basic y C.

Los dos archivos API proporcionados en el software del fabricante: `vc_dll.dll` y `vc_dll.lib`, se deben colocar en el mismo directorio del archivo ejecutable para su correcto funcionamiento.

A continuación, detallamos las 3 funciones API que serán utilizadas en la programación del software de control y monitoreo que se diseñara en el capítulo 4.

Attach

Descripción: API que permite la conexión de un grupo de módulos GDT específicos a un GGS remoto. Se debe verificar los siguientes ítems si no se establece una conexión a GGS.

- Si se ha ingresado correctamente la dirección IP de su GGS remoto.
- Ver en el ADM si se dio correctamente los ID y la contraseña para un grupo de GDT específico.

Detach

Descripción: API que permite desconectar una sesión actual con el GGS.

Polling_GPS

Descripción: API que permite al módulo GDT devolver los datos del GPS en cuanto él recibe esta orden.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL SOFTWARE DEL INTERFAZ HMI

El software a desarrollar es un programa que se encargará de enviar comandos y recibir los datos del módulo GDT, así como de editar, almacenar y actualizar esta información. Realizará la interfaz entre la base de datos, la herramienta GIS y el usuario en el sistema operativo Windows. Las funciones del software HMI serán de:

- Monitoreo
- Supervisión
- Control
- Registro histórico del movimiento del vehículo

En la aplicación del software el cliente dispondrá de los menús y comandos necesarios para solicitar la información que requiera sobre el posicionamiento del móvil tanto en tiempo real como sobre los históricos almacenados.

4.1 CRITERIOS DE SOFTWARE SELECCIONADO

Con los parámetros anteriormente descritos y tomando en cuenta que el hardware sea compatible con el tipo de aplicación a implementar, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos a la hora de elegir el lenguaje de programación:

- Conocimiento del lenguaje
- Facilidad de aprendizaje del lenguaje
- Tiempo de desarrollo de la aplicación

En base a los puntos anteriores, se optó por el lenguaje Visual Basic 6 (VB6), ya que este lenguaje ha sido conocido y desarrollado en varias asignaturas del plan de estudio y debido también a que el módulo GDT tiene un archivo *dll* compatible con VB6, el cuál hace posible la interacción entre el módulo y la PC.

Cabe destacar que este software de programación nos permite el uso de la herramienta *MapObject* que es un control ActiveX que contiene más de 45 objetos programables para trabajar con mapas y sistemas de información geográficos. Esta poderosa herramienta enlazada al lenguaje de programación elegido es de gran ayuda para la conformación del paquete de la central de gestión dentro del sistema AVL.

4.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA PRINCIPAL

El programa principal fue desarrollado en su totalidad en Visual Basic 6 consta de formularios o Pantallas:

- Pantalla de Conexión y Desconexión.
- Pantalla de Monitoreo
- Pantalla de Reportes General por Días
- Pantalla Para Modificar Características de las Capas de un Mapa
- Pantalla Para Habilitar y Modificar Etiquetas de Mapa

Diagrama de Bloques

A continuación figura 4.1 se observará el diagrama de bloques de cómo esta configurado nuestro programa y la concatenación de las diferentes pantallas.

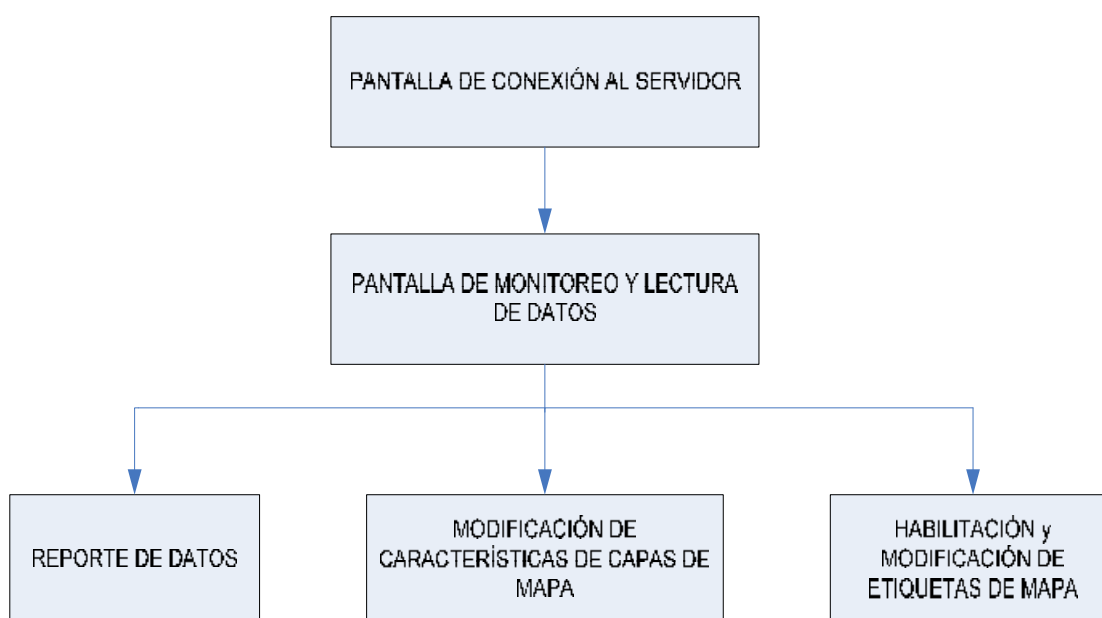


Figura. 4.1. Diagrama de bloques de Pantalla de la HMI

Pantalla de Conexión: Esta pantalla sirve para especificar la IP del Servidor al que se desea conectar para la adquisición de los datos.

Además, esta pantalla dispone de una clave para darle al programa una cierta seguridad para que no todos puedan acceder a él. Ver figura 4.5

Pantalla de Monitoreo: En esta pantalla se presenta el mapa georeferenciado con las capas necesarias para realizar el *tracking*. Para las pruebas locales del prototipo se ha requerido un mapa de calles, manzanas y parques de la ciudad de Quito.

Para la visualización de los móviles en tiempo real se realiza la actualización constante de su posición en el mapa digital acorde se reporte en las tramas de localización.

De esta pantalla es posible ingresar a la pantalla que presentan los reportes que se almacenan en una base de datos que se desarrollo en Microsoft Access, así como también a las pantallas que nos permitirán añadir mas capas y modificar sus características para una mejor visualización. Ver figura 4.8

Diagramas de Flujo

En la presente sección se muestran los diagramas de flujos de las pantallas que componen la interfaz desarrollada. Ver Figuras 4.2 – 4.3 – 4.4:

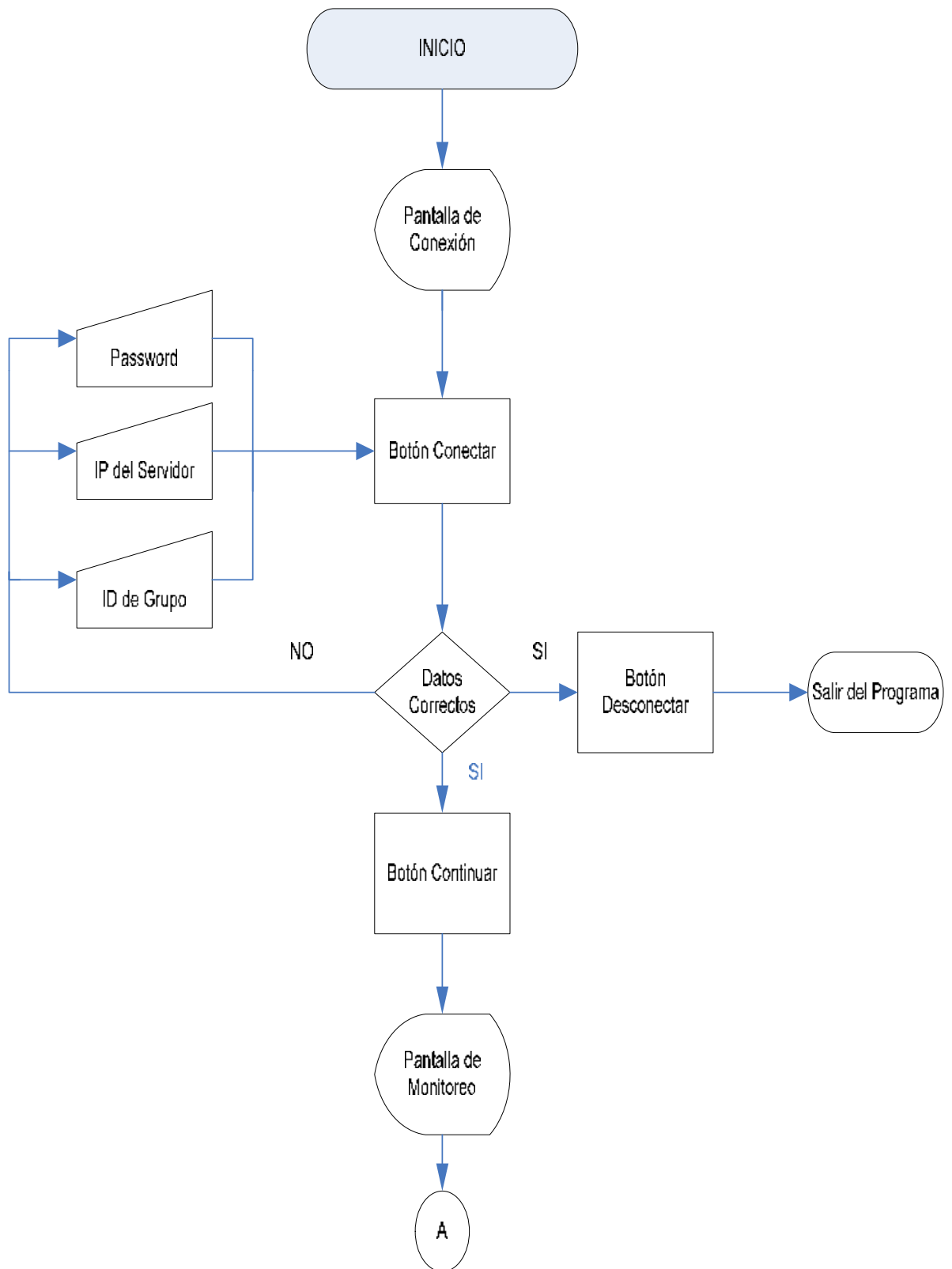


Figura. 4.2. Diagrama de Flujo de la Pantalla de Conexión

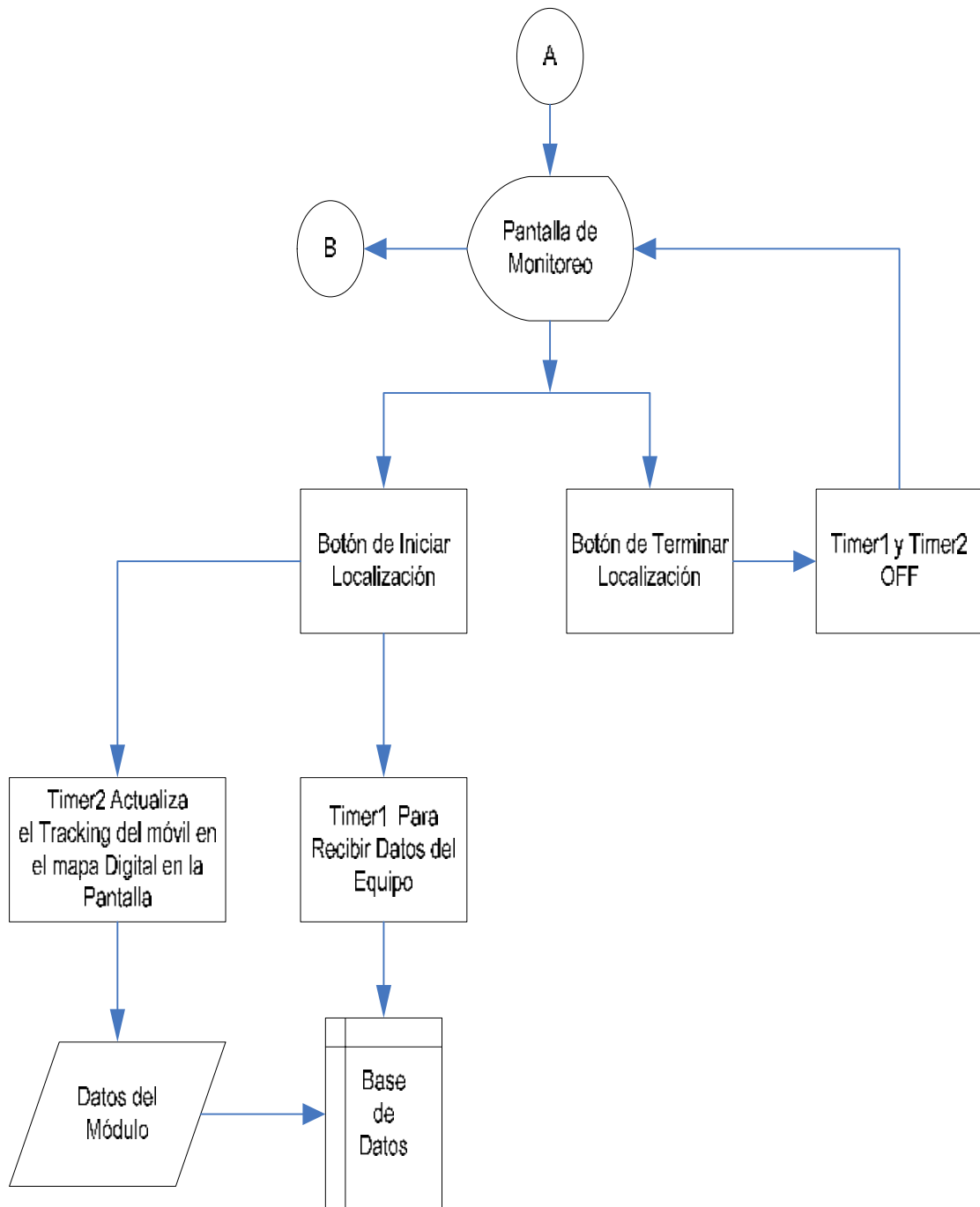


Figura. 4.3. Diagrama de Flujo de la Pantalla de Monitoreo

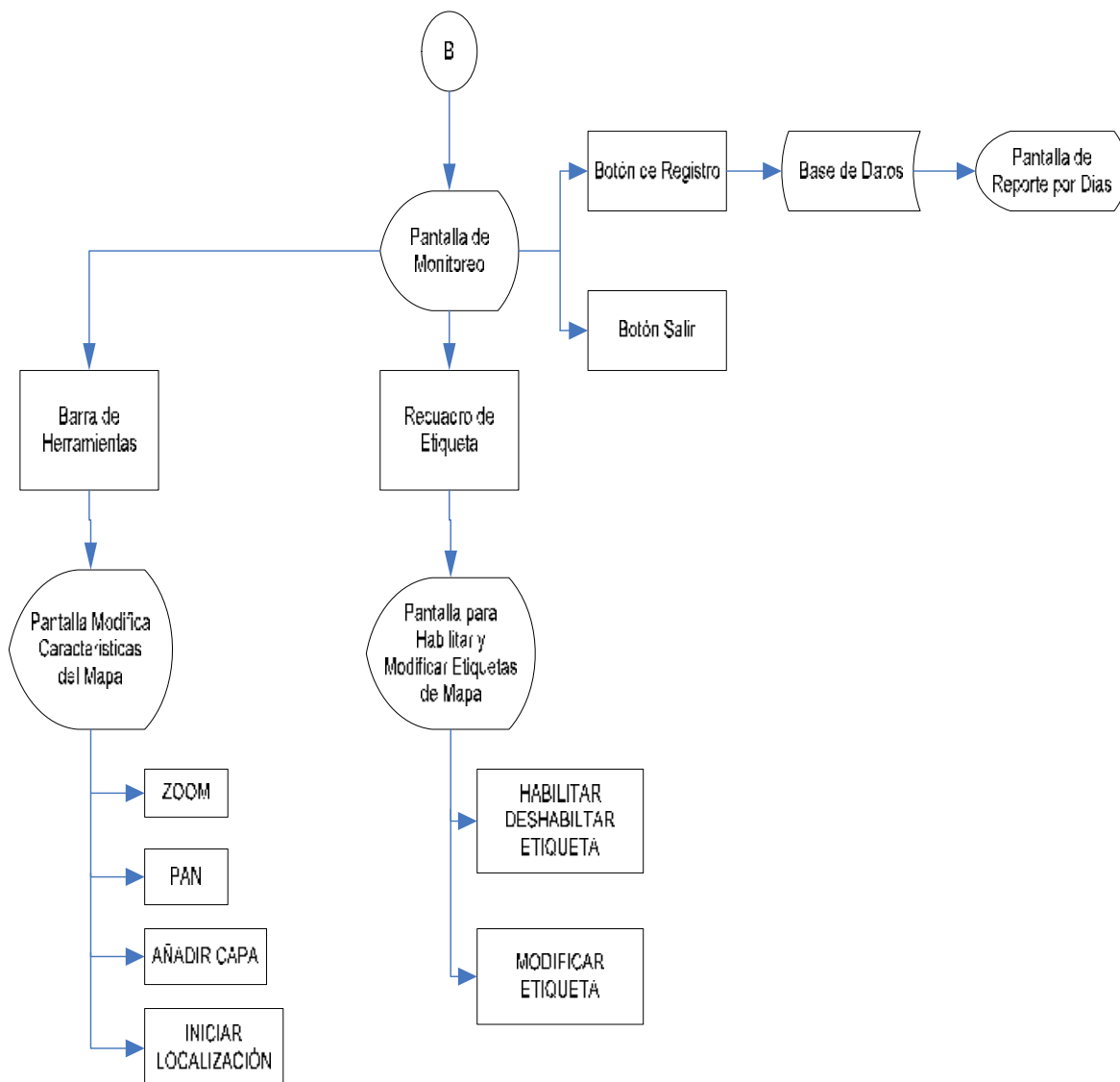


Figura. 4.4. Diagrama de Flujo de Pantalla de Reportes, Modificación de Capa y Habilitación de Etiquetas

Interfaz Gráfica

Pantalla de Conexión y Desconexión: La figura 4.5 es la primera pantalla que aparece al iniciar el programa, la forma en como esta distribuida y concatenada se puede ver también en la figura 4.2 como diagrama de flujo.

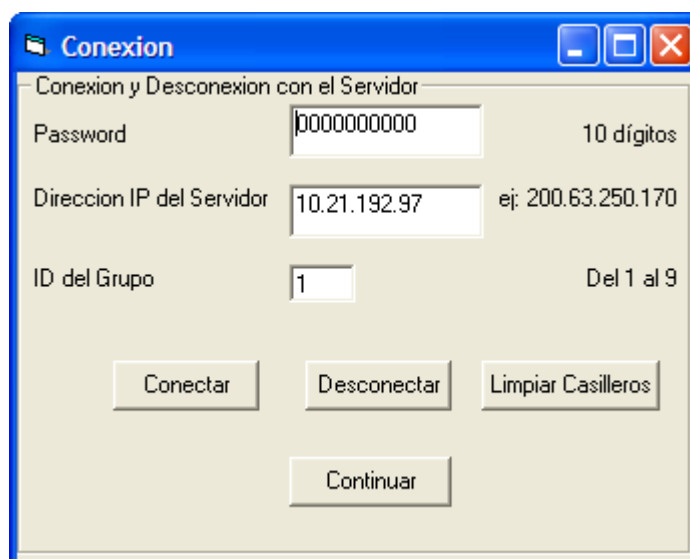


Figura. 4.5. Pantalla de Conexión

Password: Este campo presente en la pantalla, el usuario deberá ingresar una clave o Password de 10 dígitos el cual le va a dar el acceso para establecer la conexión con el módulo.

Dirección IP del Servidor: Es la dirección de la PC en donde se encuentra instalado el programa del servidor, el cual no debe tener activado un firewall puesto que esto impide que el módulo GDT se comunice a éste, además que debe tener una dirección IP pública para tener un acceso directo y rápida conexión.

ID de Grupo: Los módulos GDT pueden ser almacenados por grupos en el caso de que varios estén trabajando con un mismo servidor y por eso que se los puede clasificar por grupos, de ahí que se solicita el número del Grupo al que pertenece el equipo que en este caso se lo ha llamado "1".

Botón Conectar: Este botón recoge toda la información tanto de Password, Dirección IP e ID de Grupo la almacena en una variable y la envía al servidor para que este procese la información y la verifique, en caso de que alguno de los parámetros no coincida se proyectara el siguiente mensaje, Fig. 4.6.

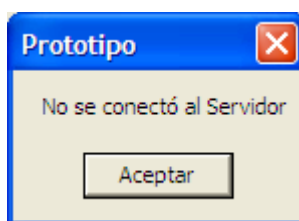


Figura. 4.6. Mensaje de No Conexión

Cuando todos los datos fueron correctos se conectará con el servidor y el usuario podrá saberlo mediante el siguiente mensaje, Figura 4.7.

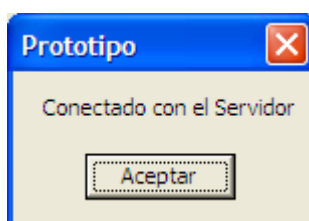


Figura. 4.7. Mensaje de Conectado

Botón Desconectar: Si el usuario se conecto y quiere salir del programa podrá presionar este botón que inmediatamente cierra la conexión si es que estaba conectado o simplemente sale del programa si no estuvo conectado.

Botón Limpiar Casilleros: Este permite que todos los datos que se carga por default en las casillas de Password, IP e ID de grupo se borren para ingresar nuevamente estos datos.

Botón Continuar: Dando un clic sobre este botón y una vez conectados al servidor entonces pasa a la siguiente pantalla que es la de Monitoreo, la cual se explicara a continuación.

Pantalla de Monitoreo

Detallaremos los elementos correspondientes a la pantalla de monitoreo que se aprecia en la Figura 4.8. para una mejor comprensión.

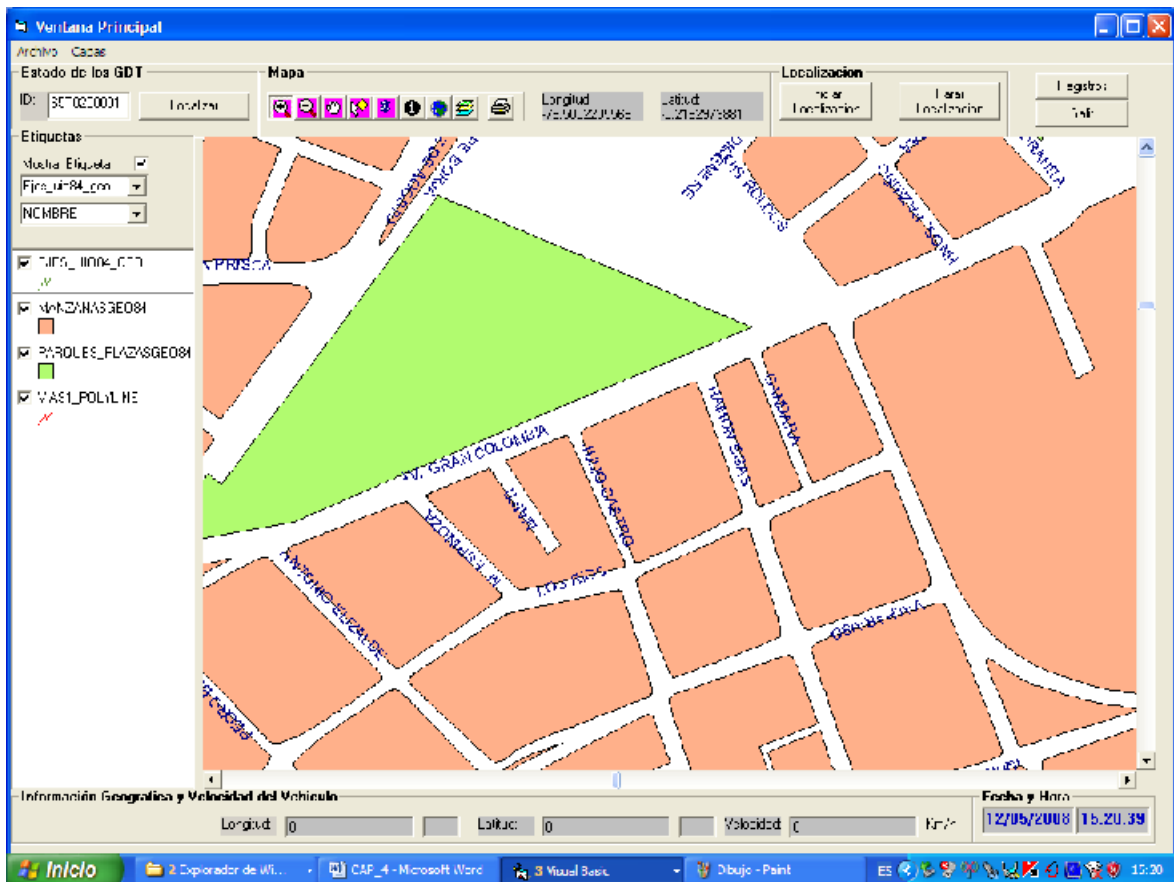


Figura. 4.8. Pantalla de Monitoreo

Se comenzara por explicar el MENU de la parte superior izquierda de la pantalla:

Menú Archivo

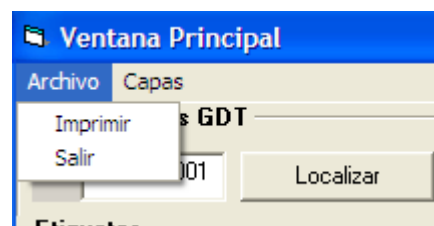


Figura. 4.9. Menú Archivo

En menú Archivo Fig. 4.9 tenemos dos opciones:

- **Opción Imprimir:** La cuál nos permite tener una copia impresa del mapa.
- **Opción Salir:** Esta opción primero desconecta al programa del servidor y luego cierra todas las pantallas abiertas de nuestro software, para evitar cualquier error.

Menú Capas

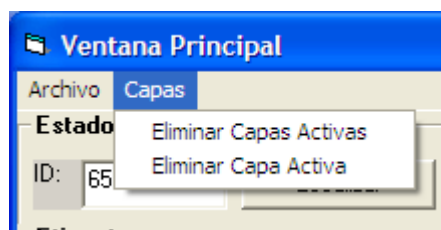


Figura. 4.10. Menú Capas

En Capas Fig. 4.10 tenemos dos opciones:

- **Opción Eliminar Capas Activas:** Borrara todas las capas que han sido previamente cargadas en el programa.
- **Opción Eliminar Capa Activa:** Si tenemos más de una capa cargada borrara solamente la que seleccionemos.

Componentes de la Pantalla de Monitoreo

Recuadro de Mapa:

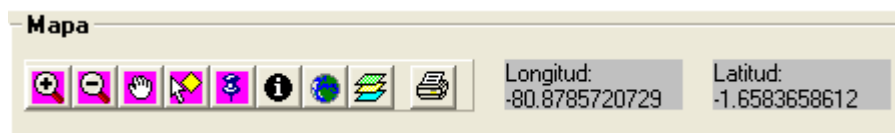


Figura. 4.11. Recuadro de Mapa

En este recuadro figura 4.11 permite ver la información de las coordenadas geográficas que se ubican con el cursor del Mouse en el mapa, además se tiene una barra de herramientas con un conjunto de botones con diferentes opciones y que explicamos a continuación:



Botones que permiten acciones de: Zoom y Pan en el mapa digital.




Botón para ubicar un punto sobre el mapa digital.




Botón para iniciar y visualizar la localización



Botón que permite realizar consultas sencillas de información del mapa.

 Botón para visualizar el mapa en la escala original

 Botón para añadir capas de mapas.

 Botón para imprimir

Recuadro de Localización

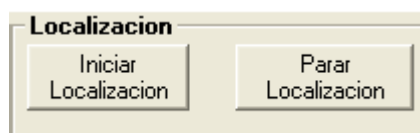


Figura. 4.12. Recuadro de Localización

El recuadro de Localización figura 4.12 consta de 2 botones:

- Botón para Iniciar Localización.
- Botón para Parar Localización.

Botón Iniciar Localización: Al dar un clic sobre este botón se activan unos temporizadores que permitirán recibir los datos del módulo GDT y actualizarlos en el mapa.

Botón Parar Localización: Al dar un clic sobre este botón se termina la localización y el recibo de los datos del módulo GDT.

Recuadro de Etiquetas

El recuadro de Etiquetas figura 4.13 tiene la posibilidad de modificar: el color de líneas, color de rellenos, habilitar o deshabilitar las etiquetas del mapa. Con la ayuda de un ComboBox de VB6 se elige la capa a la que deseamos realizar esos cambios y con un CheckBox habilitamos la opción que permite automáticamente mostrar una etiqueta del mapa solamente colocando el cursor en cualquier posición del mapa digital.

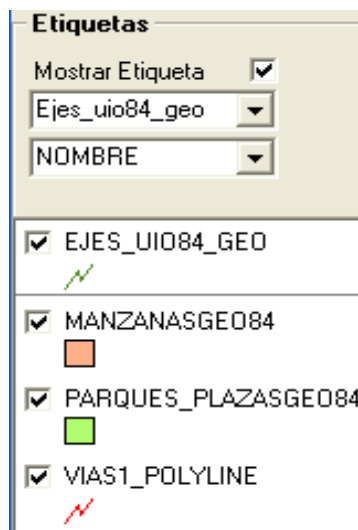


Figura. 4.13. Recuadro de Etiquetas

Este recuadro de Etiquetas figura 4.13 tiene además una característica y es que si se da doble clic sobre él automáticamente abre la ventana de Propiedades de la Capa que se detalla a continuación. Figura 4.14

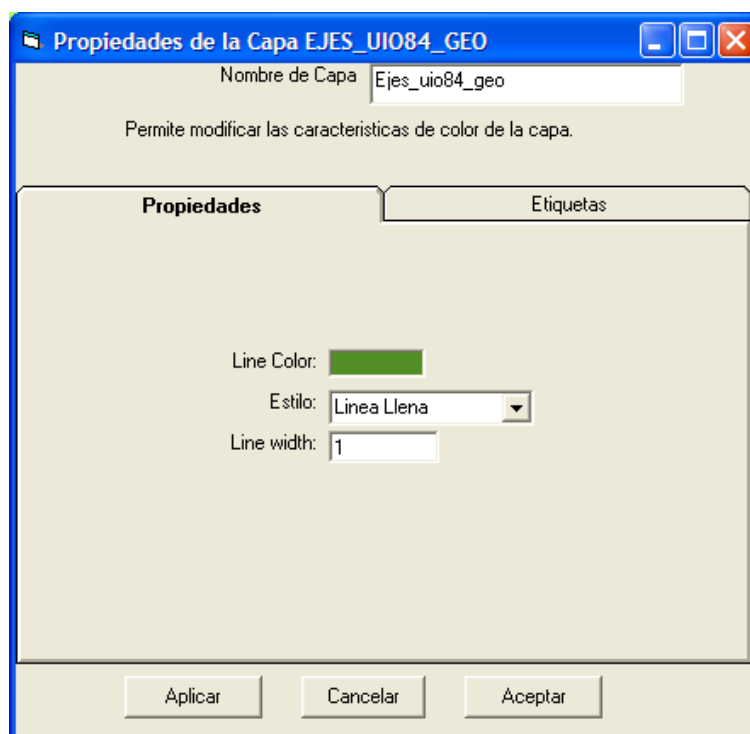


Figura. 4.14. Ventana de Propiedades de Capa

Esta pantalla tiene 2 pestañas que son:

- Pestaña de Propiedades
- Pestaña de Etiquetas

Al seleccionar la primera pestaña (Propiedades) Figura 4.14 permite la modificación de los colores de la capa.

Al seleccionar la segunda pestaña (Etiquetas) Figura 4.15 permite habilitar o no las etiquetas de la capa y modificar el tamaño de la letra del texto de la capa.

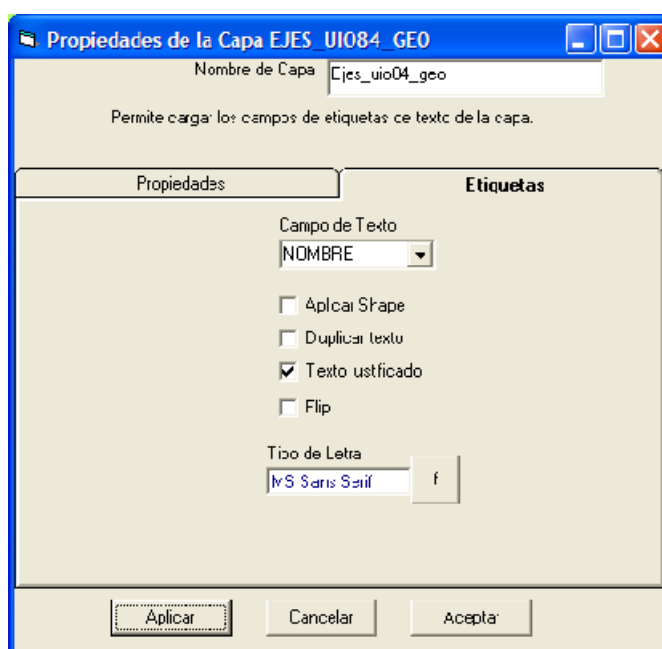


Figura. 4.15. Ventana de Propiedades de Etiquetas de Capa

Botón Registros:

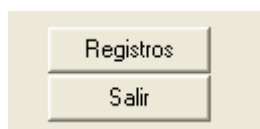


Figura. 4.16. Botón Registros

Al presionar el botón Registros figura 4.16 tendremos la pantalla que se ve en la figura 4.17 la cuál consta de dos partes:

- Calendario para la selección de la fecha
- Cuadro donde se despliegan los Datos Almacenados

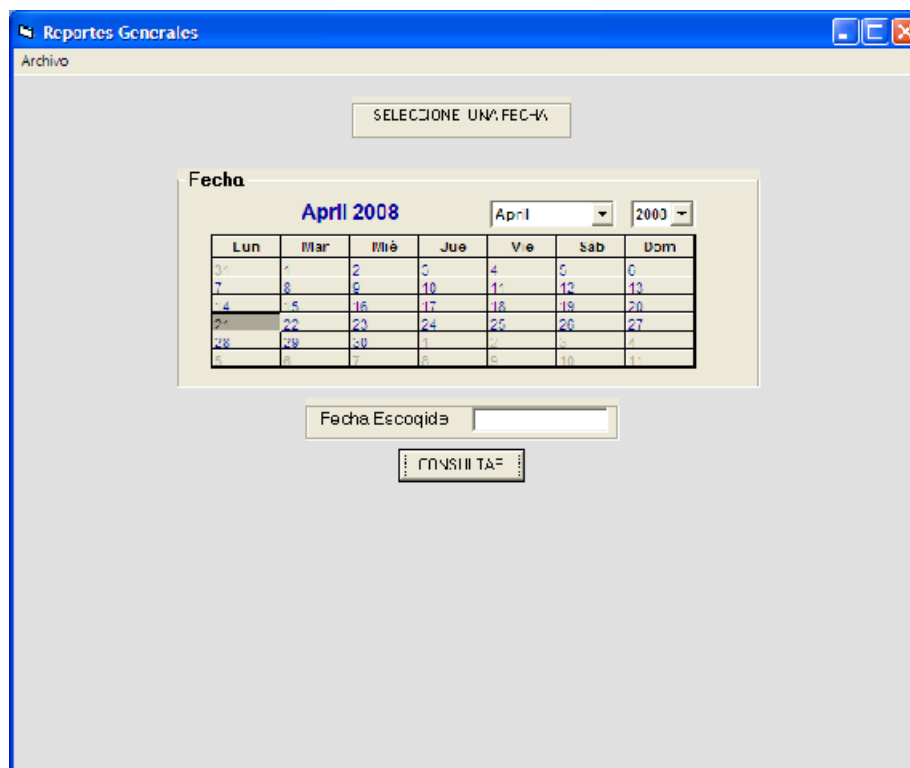


Figura. 4.17. Pantalla de Reportes Generales

Esta pantalla de Reportes Fig. 4.17 tiene la opción de imprimir todo lo almacenado en la Base de Datos a través del menú Archivo que funciona de la misma manera que el menú del mismo nombre anteriormente descrito.

Se debe dar un clic sobre la fecha para recuperar los datos del día elegido, que se desplegarán en “Datos Almacenados”

Dentro de esta casilla el usuario podrá con la ayuda del ratón o de las flechas ir recorriendo por la base de datos para ver donde ha estado durante el día y a la hora exacta el móvil donde se encuentra el módulo GDT, como se muestra en la figura 4.18.

Fecha Escogida

Datos Almacenados

Codigo	Latitud	Longitud	Velocidad	Hora
5985	-0.20468	-78.458545	43.87388	13:59:50
5986	-0.20684	-78.46001833333333	47.42972	13:59:51
5987	-0.2094166666666667	-78.46111166666667	49.59656	13:59:58
5988	-0.2121	-78.46198	61.17156	14:00:19
5989	-0.2145383333333333	-78.46332666666667	56.87492	14:01:49
5990	-0.2163516666666667	-78.46419	48.41128	14:01:49
5991	-0.2182783333333333	-78.46555166666667	43.44792	14:01:49
5992	-0.27742	-78.48946	88.69228	14:12:18
5993	-0.2788816666666667	-78.484755	108.49016	14:12:38
5994	-0.279565	-78.47991833333333	96.2114	14:12:58
5995	-0.281655	-78.47519333333333	93.30376	14:13:20
5996	-0.2864233333333333	-78.47125833333333	110.08288	14:13:38
5997	-0.2904866666666667	-78.468065	112.67568	14:13:57
5998	-0.293705	-78.465375	92.84076	14:14:30
5999	-0.29517	-78.463225	58.65284	14:14:38
	-0.2951683333333333	-78.46225333333333	0.001852	14:14:58

Figura. 4.18. Tabla de Registros

Si el usuario desea ver el registro en alguna fecha en donde no se ha enviado datos a la base de datos y por ende no se creo ningún registro entonces saldrá el siguiente mensaje “No hay registros de esa fecha” Figura 4.19.

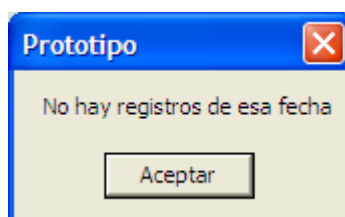


Figura. 4.19. Mensaje de Aviso de No registro

Recuadro de Información Geográfica y Velocidad del Vehículo

Este recuadro permite observar los datos del tracking que son: las coordenadas geográficas y velocidad del vehículo que permiten su ubicación exacta en el mapa digital y que se irán actualizando constantemente en tiempo real acorde a su movimiento y que esta reportado en las tramas de localización, donde los tres TextBox: longitud, latitud y velocidad están enlazados a la información de los registros de la base de datos y mapa digital dando como aplicación visual la Figura 4.20 que realiza el monitoreo.

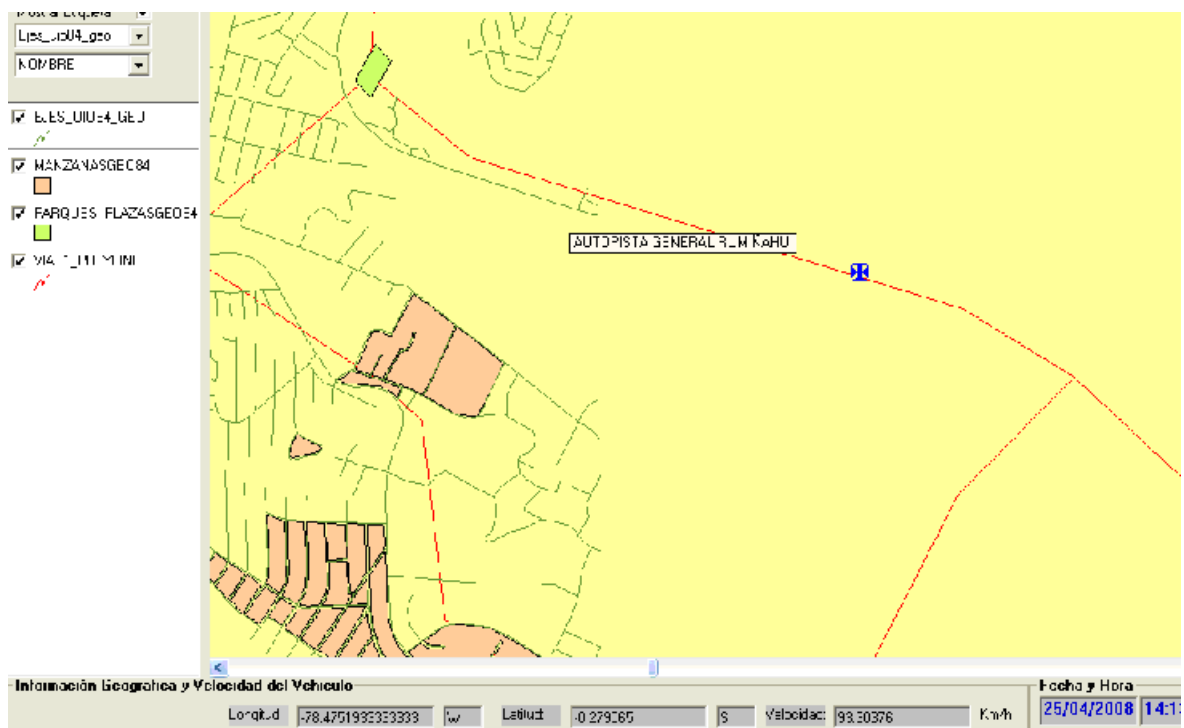


Figura. 4.20. Información Geográfica y Velocidad del Vehículo

Recuadro Fecha y Hora

En este recuadro figura 4.21 se puede observar la fecha y hora, que son utilizados básicamente para almacenar en la base de datos el momento exacto al que se dan las lecturas.



Figura. 4.21. Recuadro de Fecha y Hora

4.3 PROGRAMA

El programa de la interfaz HMI se presenta en los Anexos.

CAPÍTULO 5

PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROTOTIPO

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 que el prototipo se basa en las destrezas, capacidades y características del módulo GDT dentro del servicio GPRS y el sistema de localización GPS, el estudio y pruebas para la localización se detallarán secuencialmente de acuerdo a las etapas de funcionamiento del dispositivo.

5.1 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODULO

El primer paso frente al diseño del prototipo fue conocer las capacidades que el módulo nos permite manejar frente a las necesidades planteadas al inicio del proyecto. Dentro de esta primera etapa de pruebas se encuentra el manejo de las comunicaciones Máquina a Máquina (M2M).

Frente a esto, fue necesario estudiar las herramientas de software facilitadas por el fabricante del equipo. Dentro de este grupo de programas encontramos:

- GGS (GPRS Gateway Server)
- ADM
- *Console Utility*

El detalle de la configuración del equipo a través de este software se encuentra explicado en el Capítulo 3.

5.2 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Después de instalar el software del módulo GDT utilizado en el prototipo, en un equipo fijo con conexión a Internet, se procedió a encender el módulo conectado a otra PC utilizando el programa *Console Utility* para realizar las configuraciones necesarias.

Una vez realizadas estas configuraciones se esperó a que se conecte al servidor GGS. Desde otra Terminal se abrió el programa ADM, en donde, luego de comprobar que el equipo GDT se conectó al servidor, se ve la presencia del equipo a través de una pantalla que nos indica que el equipo esta conectado.

Después de verificar que el equipo se encuentra conectado al servidor, y que tenemos acceso remoto a él podemos realizar las siguientes pruebas, que involucran la conectividad y la interfaz del programa para recibir los datos.

5.3 PRUEBAS DE COBERTURA

Para las pruebas de conectividad, es importante verificar la cobertura del proveedor de servicios GSM/GPRS. Para este caso, el objetivo principal es verificar al cobertura en el área de trabajo de la ciudad de Quito donde realizaremos las pruebas. El programa *Console Utility* posee una herramienta útil para verificar la existencia del servicio de telefonía celular.

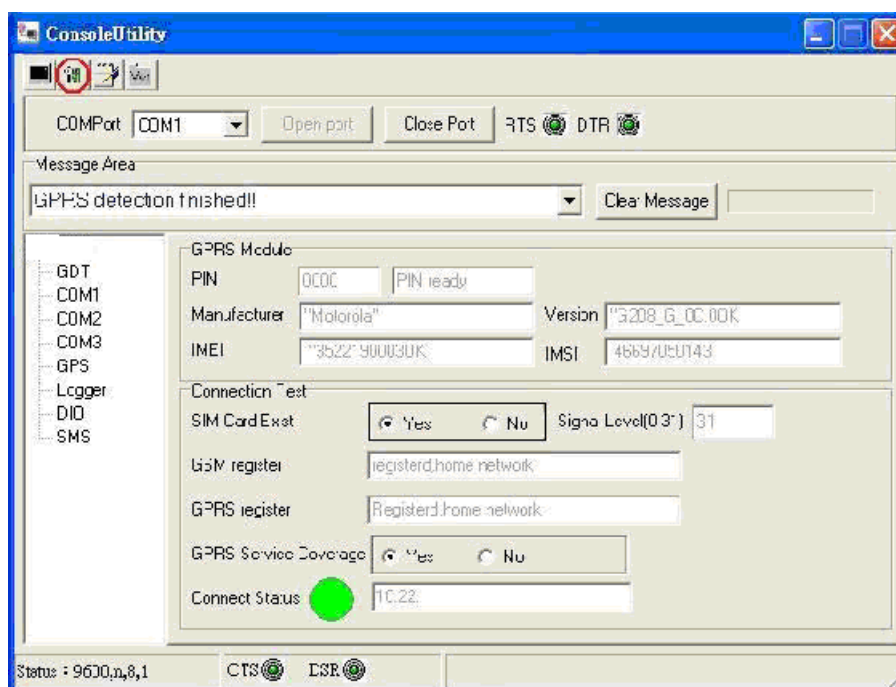


Figura. 5.1. Verificación de Cobertura en Programa Console Utility

Se observa el LED en verde figura 5.1 que indica la existencia de cobertura GPRS en la zona.

5.4 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD

En la PC que tiene instalado el software de monitoreo, probamos la recepción de los datos que generaba el módulo a través del Internet.

A nivel de hardware la tarjeta SIM y su interface no presentaron mayores inconvenientes como requisito para el enlace a la red GSM/GPRS que proporcionan las operadoras de telefonía celular.

Posteriormente el tiempo de enlace al servicio GPRS variaba de acuerdo al área de cobertura donde se realizó las pruebas. 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.

Con relación al GPS, la recepción de datos se producía inmediatamente después de que se encendía el módulo GDT.

Después de hacer las pruebas anteriormente mencionadas se llegó a la conclusión de que el proyecto que se plantea desarrollar es realizable, pues el módulo con la Interfaz desarrollada son compatibles con las configuraciones previas.

5.5 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL INTERFAZ HMI

Luego de desarrollada la interfaz *HMI*, fue necesario poner a prueba los aspectos de conexión del software con el servidor GGS y el módulo GDT, solamente así se podría trabajar con la información enviada por el módulo GDT.

- Conexión desde cualquier punto de Internet con el Servidor GGS y a través de este, con el módulo GDT.
- Recepción de datos vía Internet desde el módulo GDT.
- Pruebas de Controles ActiveX (Map Object)
- Pruebas de Almacenamiento de Información con Base de Datos.

Análisis

Al arrancar la interfaz desarrollada, la primera ventana en aparecer es la que permite conectar la PC de trabajo al servidor GGS; para ello es necesario direccionar la comunicación por medio de la dirección IP del servidor. Además de esto, se introduce una contraseña que permite evitar la manipulación no deseada por parte de personas ajenas al mantenimiento de los equipos.

Los problemas presentados al momento de intentar conectar la Terminal al servidor se basaron más que nada en las falencias que existen en las conexiones a Internet de los equipos PC. Pueden presentarse casos como:

- Caída de la conexión de Internet al servidor
- *Firewalls* activados en el Servidor
- Restricciones en las redes internas

Este último es un problema solucionable siempre y cuando el administrador de red provea de todos los permisos para que la Terminal funciones con una conexión a Internet sin restricciones. Para ello se debe facilitar las direcciones IP de la Intranet, submáscara de Red y *Gateway* por defecto.

Una vez que se logra conectar al servidor y al módulo GDT, se carga el mapa digital en el software para que a su vez nos responda con una ráfaga de datos a través de la conexión serial, la cual es recibida en una sola lista de texto. Para organizar esta información y presentarla en la interfaz, se hizo necesaria la interpretación y separación de los valores recibidos como un conjunto de caracteres con los cuales sería posible trabajar con los controles ActiveX, y además registrarlos y almacenarlos en la Base de Datos.

Con todos los datos y la información organizada, se procede a generar información visual a través de los controles ActiveX, interrelacionando cada dato con su respectivo control. A pesar de que este proceso carece de dificultad en la programación, se presentaron una serie de problemas involucrados a los controles ActiveX, puesto que estos reciben información de tipo numérica, mientras que los datos recibidos del transmisor eran del tipo carácter, por lo que se presentaron incompatibilidades. Este problema se solucionó al realizar una transformación de datos de carácter a numérico utilizando una operación

matemática básica. Paralelamente a la muestra de los datos del transmisor en la *HMI* a través de los controles ActiveX, se utilizó la herramienta básica de Base de Datos para almacenar la información recibida. Todos los datos que anteriormente fueron interpretados y separados, fueron enviados a un archivo prediseñado de *Microsoft Acces*.

Como la base de datos trabaja de manera bidireccional y conjunta en el mapa digital, fue necesario poder extraer los datos del archivo de Acces a una caja de lista en la ventana reportes. Estas ventanas de reportes muestran de manera individual los diferentes parámetros que necesitamos para la localización del vehículo.

5.6 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA INTEGRADO

Después de haber explicado de forma independiente y detallada el funcionamiento de cada uno de los elementos que componen el prototipo, se probó el sistema total. En las pruebas finales se conectó todos los elementos como se detalla a continuación:

- Instalar el HMI en el computador.
- Instalar el programa GGS en el servidor.
- Vía Internet conectar el equipo del operador con el servidor.
- El servidor a su vez vía Internet se conecta con Movistar y este a través de su red se comunica con el módulo GDT.
- Una vez que todos los elementos han sido conectados se procede a el monitoreo y control del equipo con nuestra HMI.

Luego de conectados todos los elementos del prototipo se realizó varias pruebas para constatar que todo funcione correctamente, es decir:

- Verificar Conectividades
- Verificar funcionamiento de HMI
- Verificar lecturas de los datos y su almacenamiento.
- Verificar la generación de reportes a partir de la Base de Datos.

Se verificó el correcto funcionamiento del sistema integrado colocando la tarjeta SIM con acceso a un APN de la operadora celular en el módulo GDT y este

a su vez puesto en un vehículo del Cuerpo de Ingenieros. En la Central de Control establecida en el Departamento de TIC de la ESPE, se conectó una PC a Internet a través de una IP pública en la cuál se ejecutó los programas previamente instalados de software del servidor GGS y posteriormente la aplicación HMI que permitió el monitoreo y control realizando el *tracking* del vehículo que en las figuras se observa dentro del mapa representado por una cruz de color azul. El recorrido que se realizó fue desde la ESPE hasta el Sector de Carcelén ida y vuelta con una duración de 2 horas y 30 minutos. El *tracking* mostrado a continuación de las figuras 5.2 a 5.12 corresponde al sector comprendido entre el Trébol y la ESPE por la autopista Gral. Rumiñahui. Se verifica la longitud, latitud, velocidad, hora y fecha en los recuadros diseñados para el efecto en la HMI para el monitoreo del vehículo y su actualización en el mapa digital.

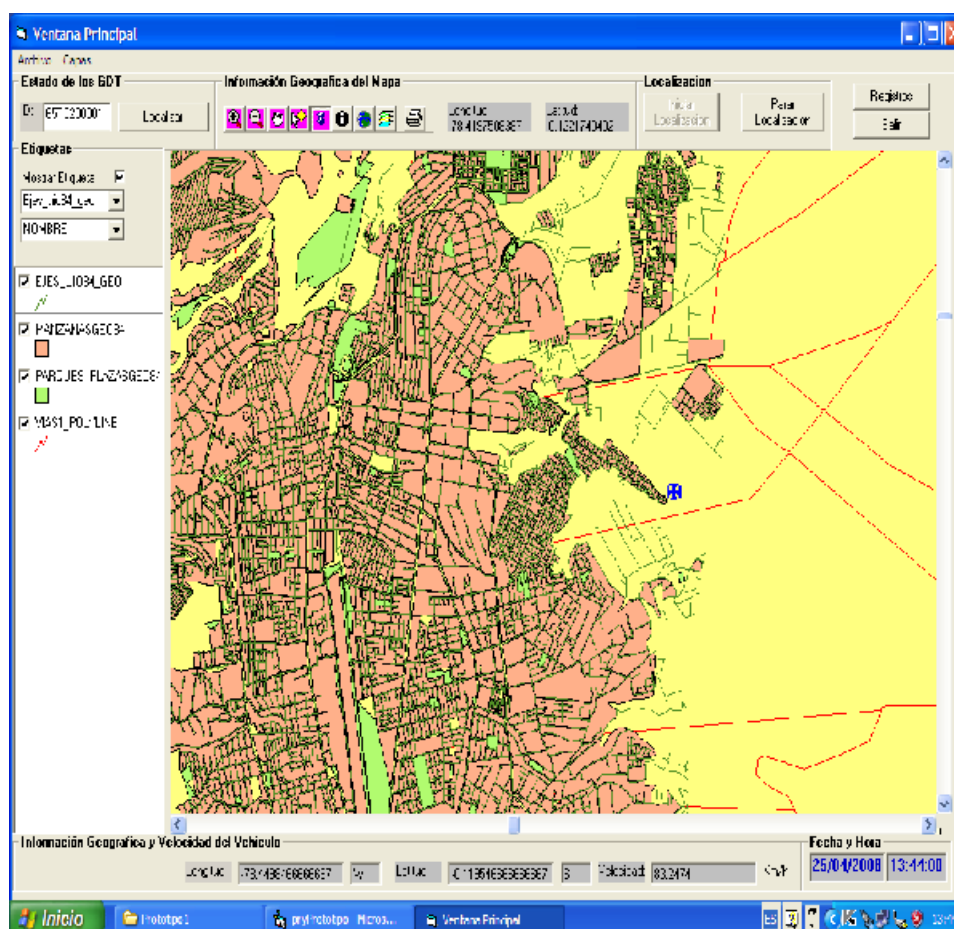


Figura. 5.2. Tracking 1

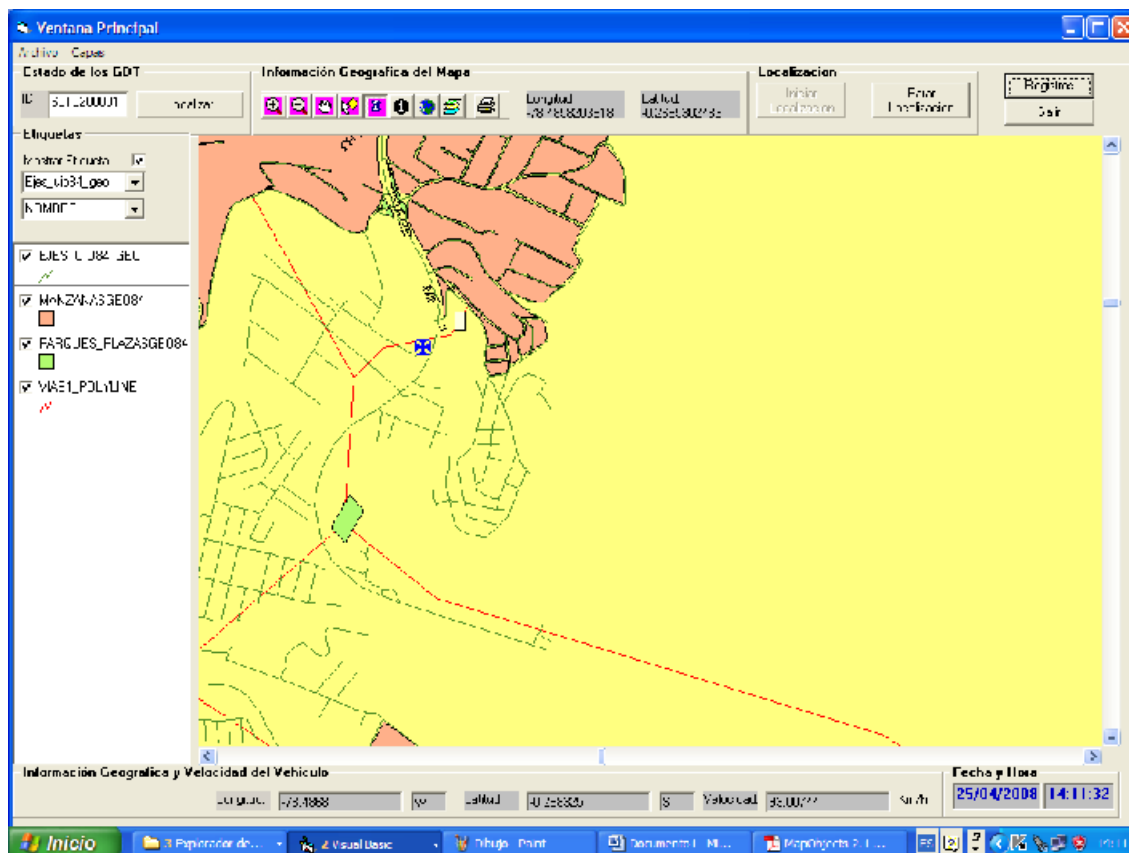


Figura. 5.3. Tracking 2

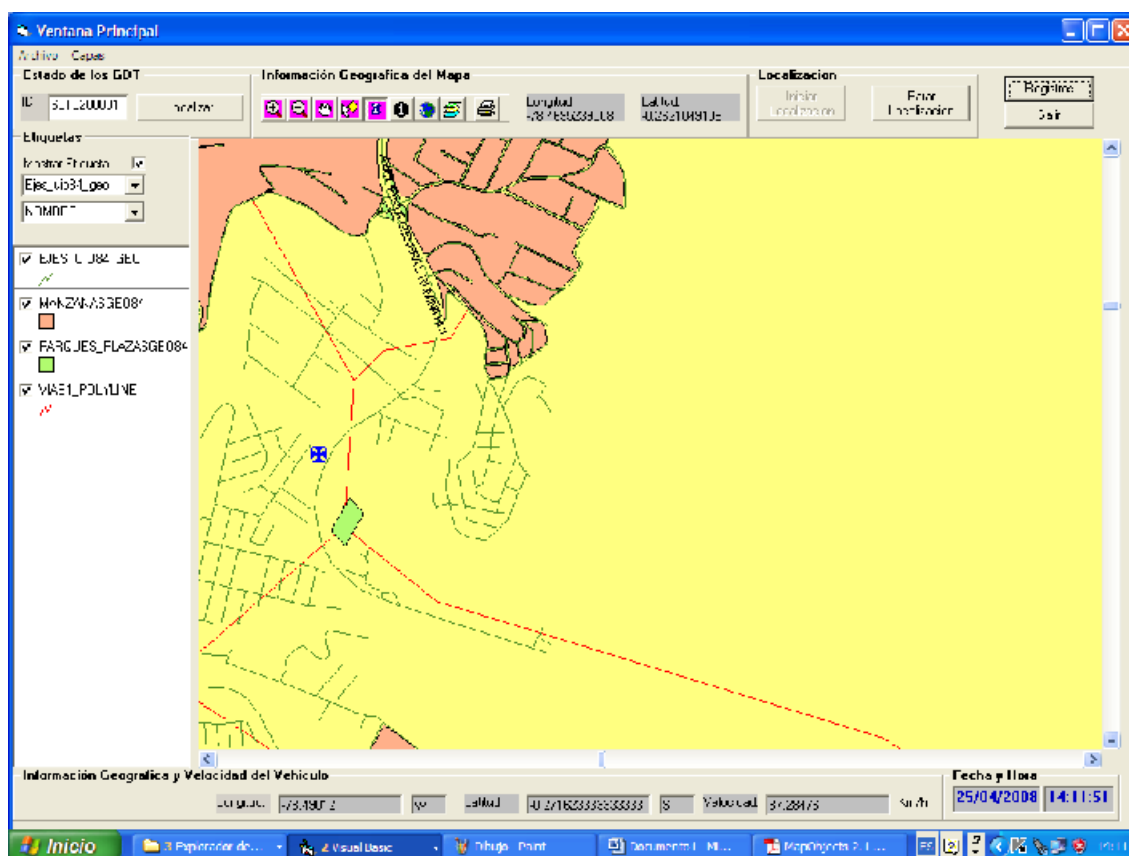


Figura. 5.4. Tracking 3

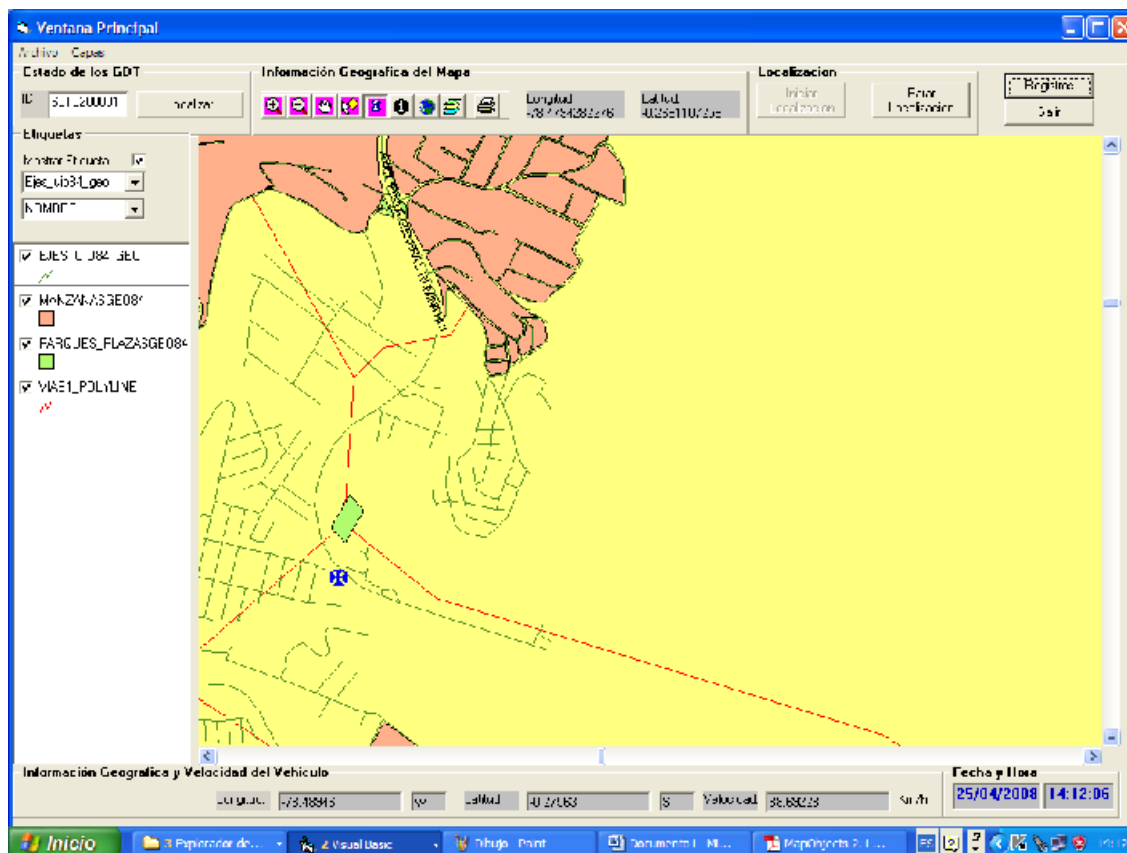


Figura. 5.5. Tracking 4

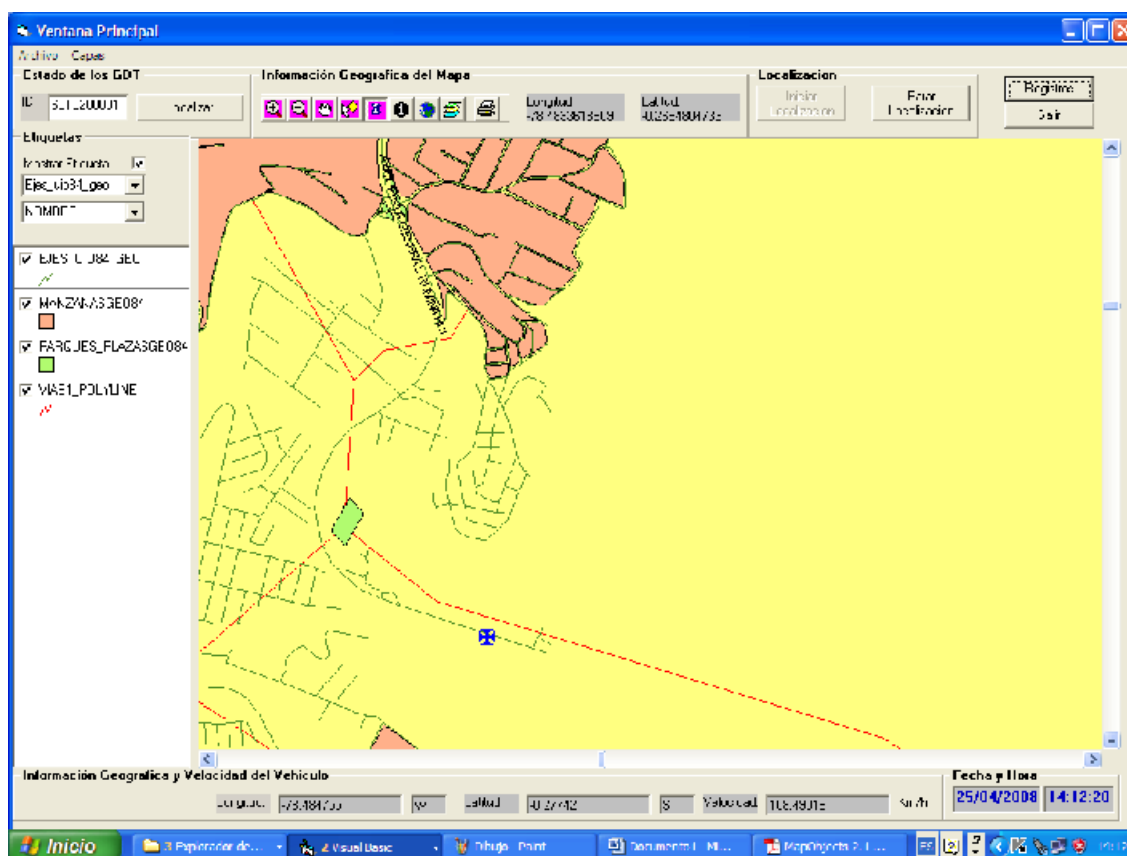


Figura. 5.6. Tracking 5

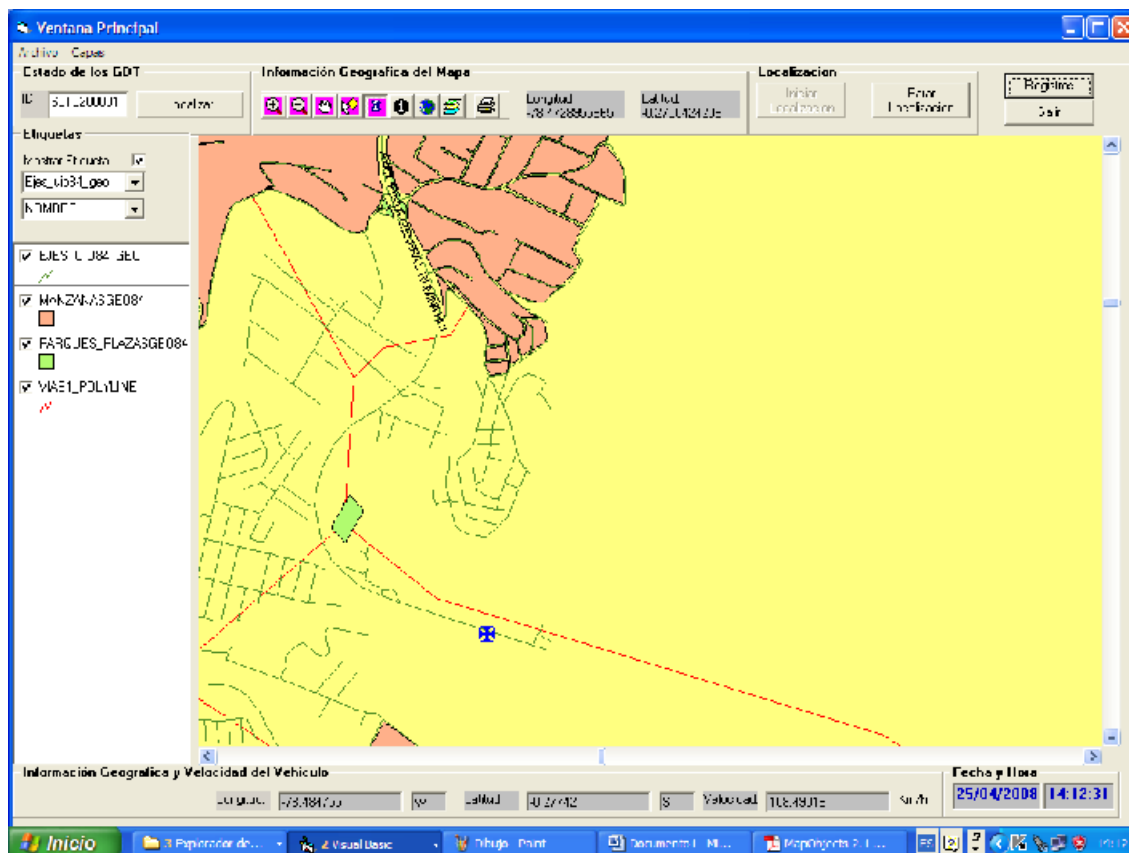


Figura. 5.7. Tracking 6

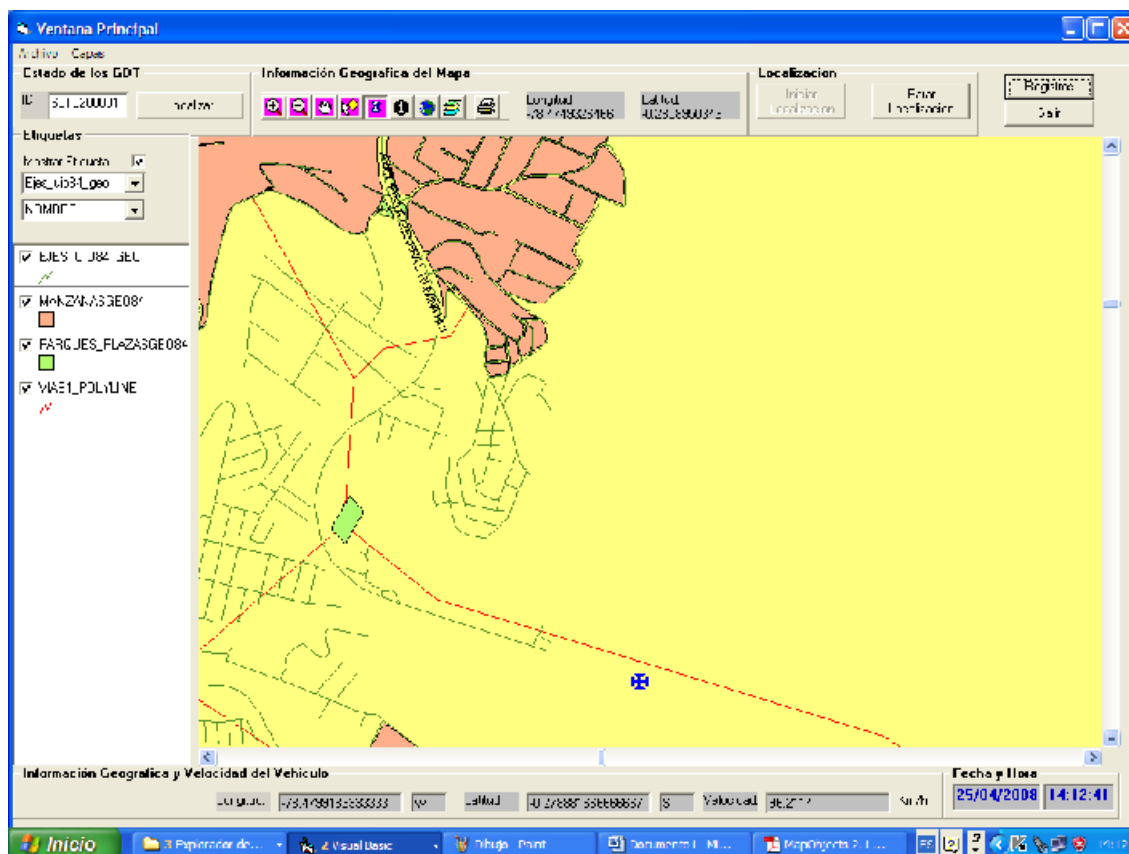


Figura. 5.8. Tracking 7

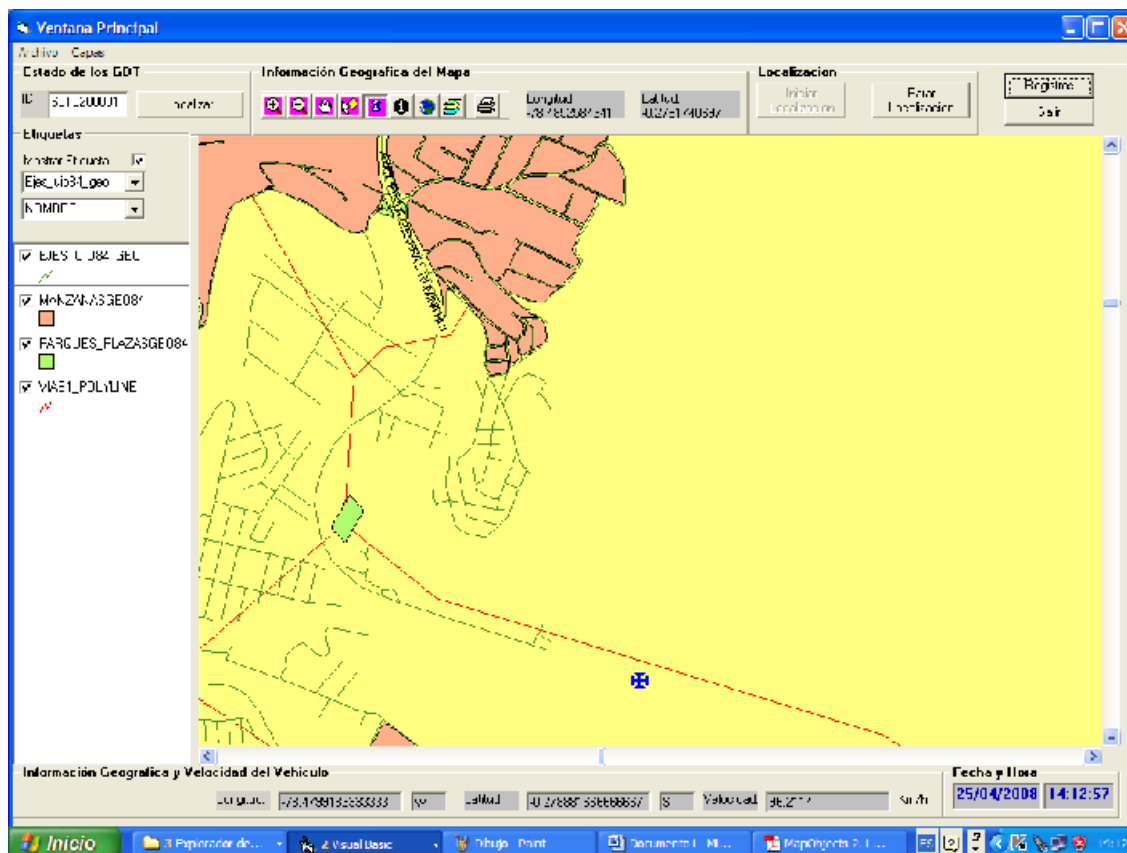


Figura. 5.9. Tracking 8

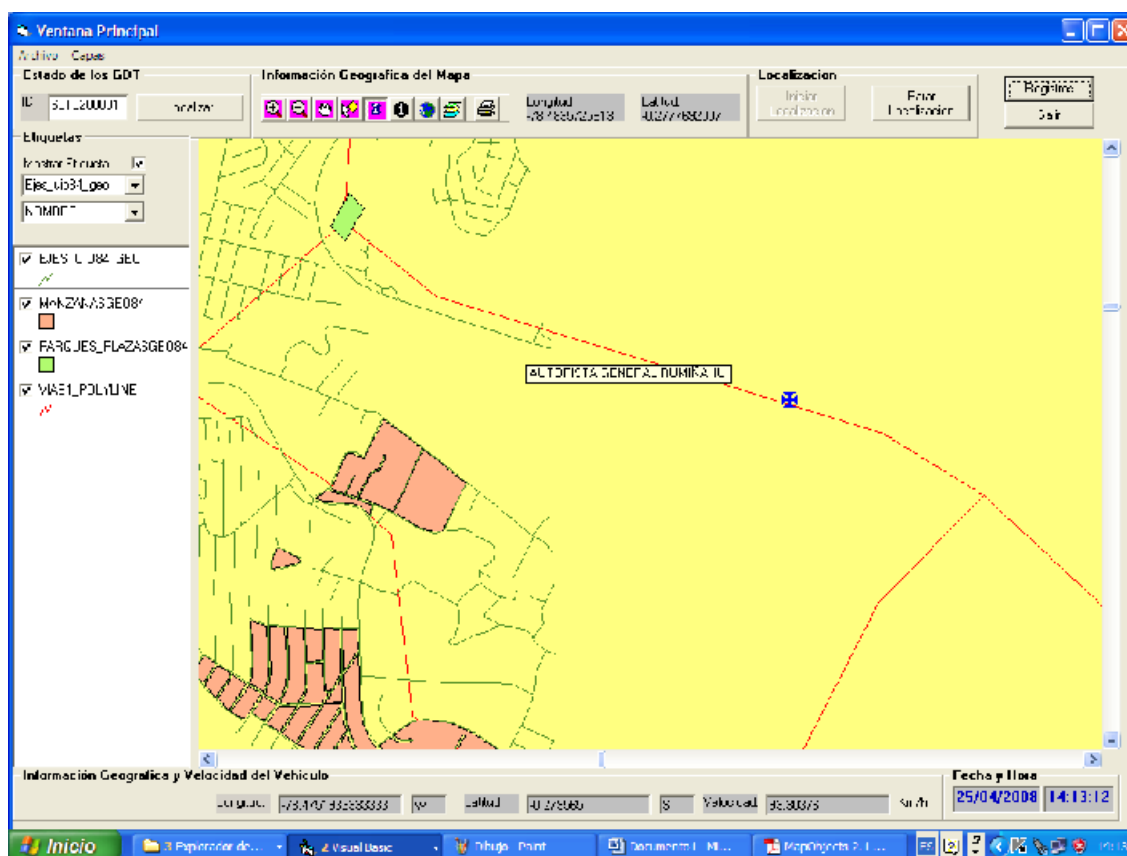


Figura. 5.10. Tracking 9

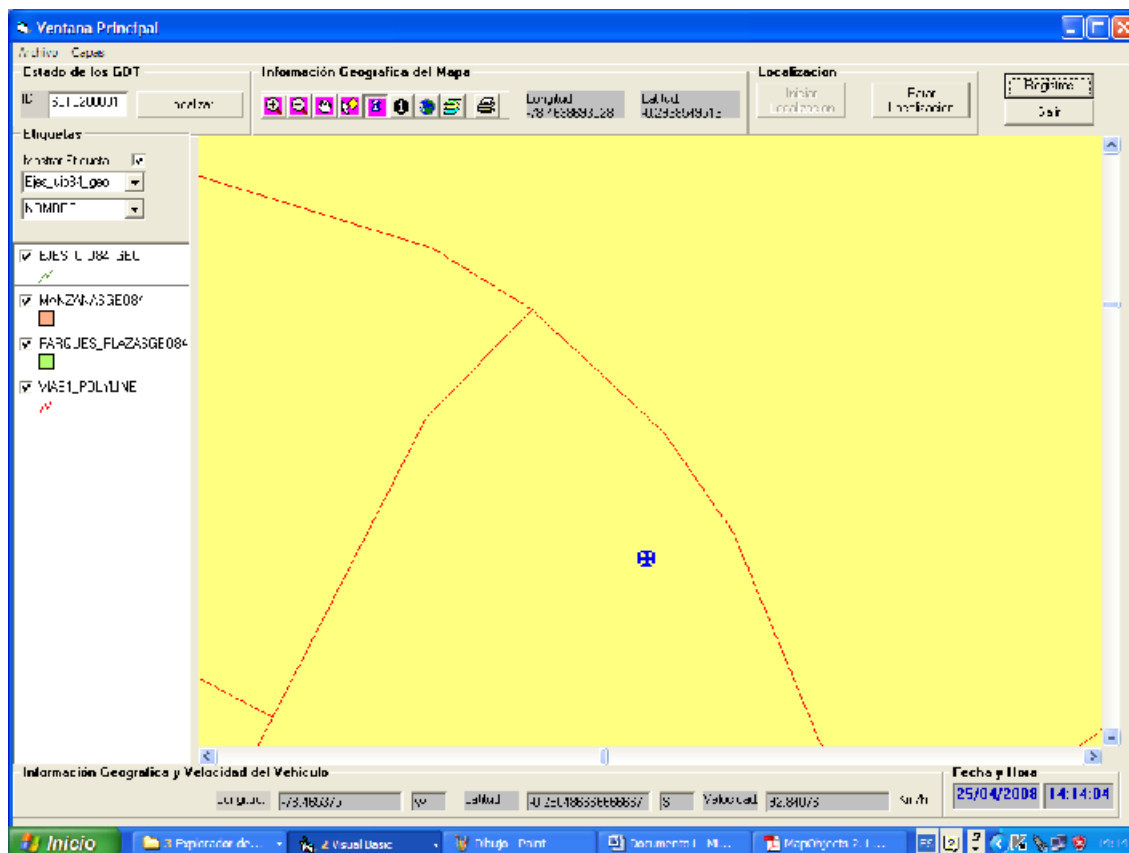


Figura. 5.11. Tracking 10

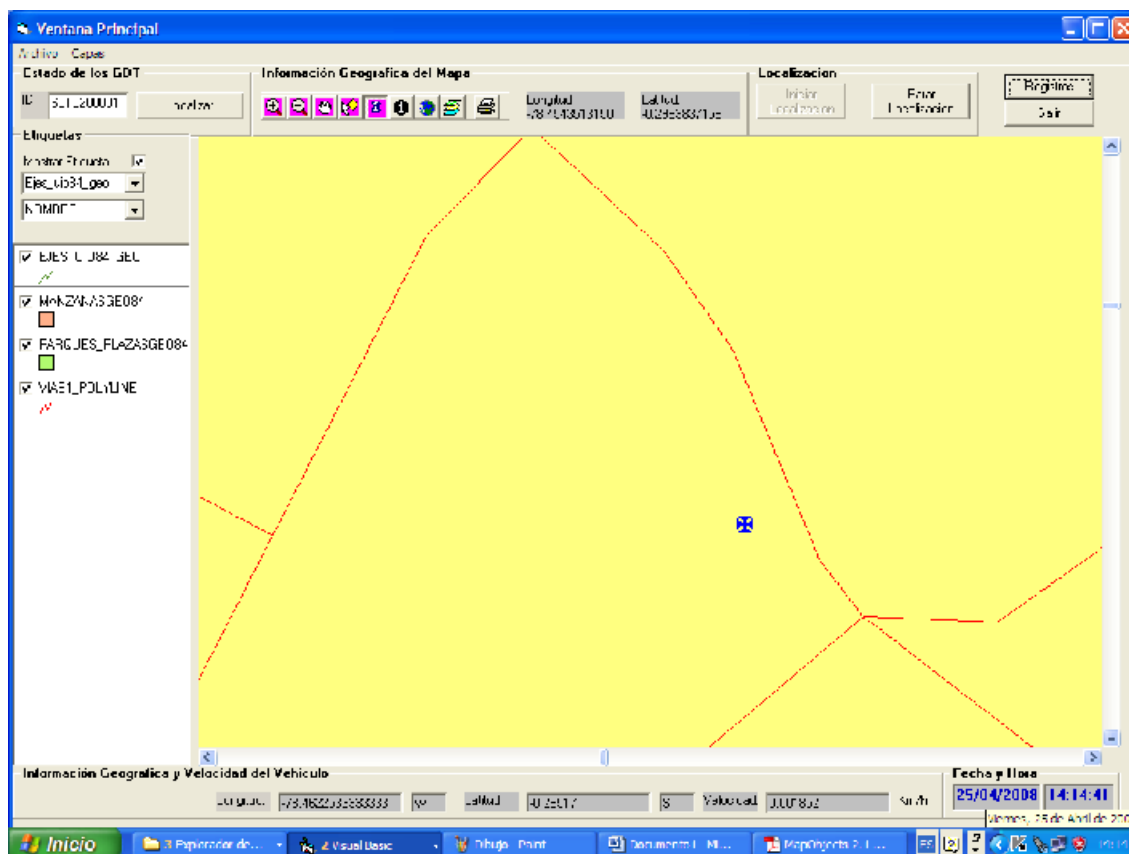


Figura. 5.12. Tracking 11

La Figura 5.13 muestra la base de datos con la información de las tramas referentes a localización, velocidad, hora y fecha.

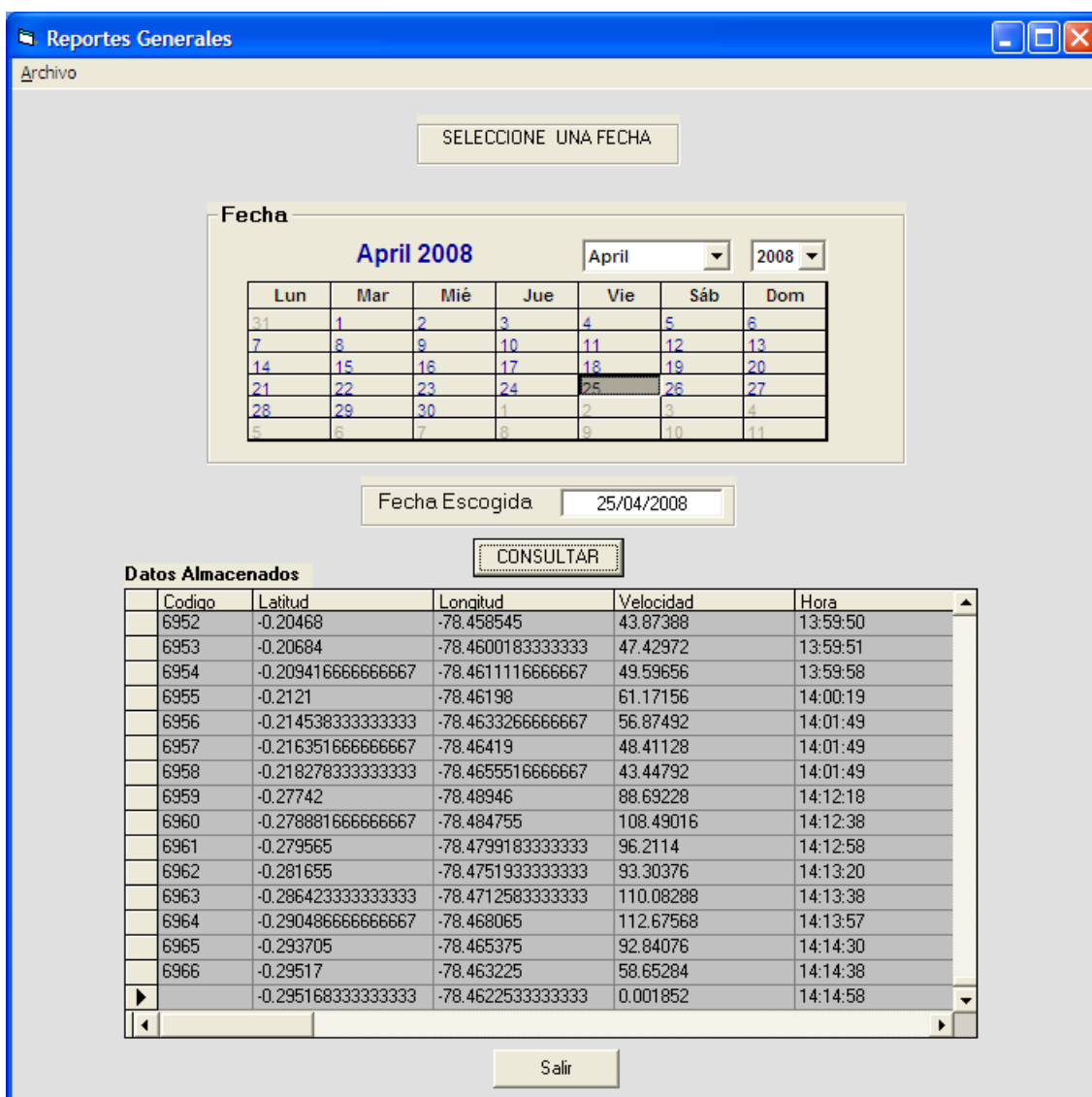


Figura. 5.13. Base de Datos Almacenada en la Prueba del Sistema Integrado

Con estas pruebas se verificó el correcto funcionamiento del sistema. Se debe tomar muy en cuenta el retardo que existe desde que se envía los datos del módulo GDT a la HMI que es de aproximadamente 2 a 3 segundos, valor que podría ser mayor de acuerdo a la eficiencia del servicio de telefonía celular, pero que no afecta al funcionamiento del sistema ya que el módulo GDT almacena los datos del receptor GPS y una vez restablecido el canal de comunicación envía los datos.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE COSTOS

6.1 ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE TRANSMISION

El módulo GDT transmite un número de 68 bytes en cada reporte de datos para realizar el monitoreo.

El programa al funcionar 24 horas al día y al solicitar datos cada minuto realizara un total 1440 peticiones. Por lo tanto en un día se han transmitido 97 Kbyte, y en un mes el total de bytes transmitidos es de 2 Mbyte y el cliente deberá pagar 2,40 dólares mensuales para tener un control permanente de su vehículo. Esto sin tomar en cuenta que el administrador puede pedir lecturas a cualquier instante que en el peor de los casos generaría otro Mbyte de transmisión con lo que el total a pagar ascendería a 3,60 dólares.

Por lo que resulta algo muy beneficioso para el cliente pues va ha tener provisión de información a bajo costo para ser utilizadas con propósitos de planificación para mejorar su eficiencia operacional y respuesta rápida a interrupciones del servicio tal como falla en un vehículo, desvío de su ruta original, etc., sabiendo en tiempo real en la central de control donde se encuentran sus vehículos.

6.2 ANÁLISIS DE COSTO ACUMULATIVO

Para el análisis de costos se identifican los elementos que conforman el sistema para el desarrollo y la tarifa de arrendamiento del servicio de comunicaciones GPRS.

Tabla. 6.1. Costos

CANTIDAD	ELEMENTO		COSTO TOTAL
1	Modulo GDT	USD	550
1	Cables	USD	3
2	Conectores DB9	USD	3
1	SIM	USD	5
	Tx por 3 Mbytes	USD	3,60
1	Demo GIS MapObject	USD	0,00
3	Cartas Digitales	USD	400
	Activación del Servicio GPRS en Operadora Celular	USD	100
	Total		1064,6

El costo detallado es solamente referente a las herramientas adquiridas y utilizadas para el desarrollo del prototipo para un vehículo. No se ha estimado el valor en cuanto al tiempo por el costo del trabajo en las horas empleadas para el proceso de investigación y desarrollo del software de monitoreo y control.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las comunicaciones inalámbricas ofrecen una variedad de tecnologías de gran utilidad para implementar la transmisión de datos en sistemas de monitoreo en los que es necesario la comunicación constante y en tiempo real.
- La transmisión vía GPRS se presenta como una opción eficiente para la transmisión de datos por su capacidad, disponibilidad, fluidez y velocidad debido a que no requiere de grandes inversiones para el usuario de esta tecnología.
- Las herramientas GIS nos han permitido relacionar información de posicionamiento con elementos geográficos desarrollando en este caso el prototipo de rastreo vehicular.
- El software desarrollado para este proyecto es un programa diseñado para trabajar bajo plataforma Windows, es muy flexible y adaptable al usuario y de una manera muy sencilla el operador va a poder monitorear una flota vehicular, los costos de transmisión de datos son muy bajos con respecto a otras tecnologías existentes para estas aplicaciones por ejemplo: sistema de comunicaciones basado en radio convencional, radio digital, satelital, etc.
- Se obtuvo información de posición y velocidad en forma periódica de un vehículo, pudiendo verificar la trayectoria seguida en el mapa digital de la interfaz desarrollada.
- La cobertura de servicio del sistema AVL se encuentra definida por la cobertura GPRS del operador celular y la existencia de mapa digital del lugar donde se desee monitorear el vehículo. Al no existir cobertura celular el módulo GDT grabará los datos en forma automática en el Registro de Almacenamiento de Datos integrado, previniendo la pérdida de información.
- La ubicación de la antena GPS requiere siempre tener 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 presente proyecto ha logrado integrar tres sistemas disponibles: la transmisión de datos a través de la comunicación móvil celular la tecnología de localización utilizando GPS y la cartografía digital en aplicación con herramientas GIS, para desarrollar el prototipo AVL de forma personalizada conforme a las necesidades del cliente.
- El cliente dispondrá de un sistema de rastreo vehicular que maneja información que permita la toma de decisiones con la finalidad de mejorar la eficiencia operacional de sus vehículos.
- Al hacer necesario contar con equipos y sistemas de acceso rápido a precios accesibles el prototipo desarrollado cumple los requerimientos para la planificación, el control, la verificación y el buen manejo de los recursos móviles (vehículos) y del personal, con la finalidad de dar respuestas oportunas al cliente y cuidar los recursos asignados.

ANEXOS

ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO GDT

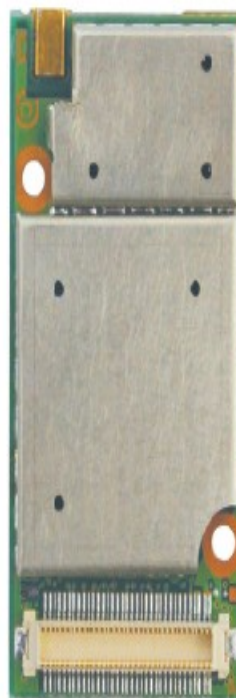
NProbe GV-331 Advanced Vehicle Communicator			
General Specifications	Processor Environment	Low power-consumption CPU, 128KB SRAM	
	Power Consumption	<1.4W (GPRS online), 2W (searching GPRS), <360mW (idle)	
	Voltage	9• 43VDC	
	LED Status Indicator	RUN/GPRS/GPS	
	Data Logger Capacity	2MB	
	Firmware Upgrade	through serial port or by air interface	
	Parameter Setting	through serial port or by air interface	
	Protocol Supported	TCP, UDP, ICMP, PPP	
GPRS Specifications	GPRS Multi-slot	Class 8	
	GPRS Mobile Station	Class B	
	Download/Uplcad	85.6Kbps/21.4Kbps	
	Code Scheme	CS1, CS2, CS3, CS4	
	PPP-Stack	Yes	
	Module Approvals	GCF, R & TTE	
GPS Specifications	Receiver	L1, 1575.42MHz, C/A Code 1.023MHz chip rate, 16 channels	
	Accuracy	Position	10 meters CEP without SA
		Velocity	0.1 meter/second without SA
		Time	1 microsecond synchronized to GPS time
	Datum	WGS-84	
	Acquisition Rate (Average)	Snap start <3 sec., Hot start <8 sec., Warm start <38 sec., Cold start <45 sec.,	
	NMEA Protocol	GLL, GGA, RMC, VTG, GSV, GSA	
Inter-face	RS-232	3	
	Digital Input/Output	8 (selectable)	
Mechanical Specifications	Operating Temperature	-20°C• 60°C	
	Storage Temperature	-30°C• 80°C	
	Humidity	5%• 85% RH	
	Regulatory Approvals	CE, FC, C-Tick	
	Vibration Approval	MIL-STD810F	
	Dimensions (L x W x H) (mm)	84 x 153 x 43	
	Weight (g)	395	
	SIM Card Holder	3V/5V	
	DB9 Connector	RS-232 x 1	
	RJ-45 Connector	RS-232 x 2	
	SMA F External Antenna Connector	Yes	
	Wall-mount	Yes	
Ordering Information	Frequency	900/1800MHz/850/1900MHz	
	Battery	NA/500(default)/1000/2000mAh	
	GPRS Antenna	NA/Yes	
	GPS Antenna	NA/Yes	
	Power Input	power cable (2m)	

ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS DEL MODEM MOTOROLA G20

Developer's Guide

Motorola g20 Cellular Engine Module Description

98-08901C66-D



HARDWARE DESCRIPTION

3.1 G20 BLOCK DIAGRAM DESCRIPTION AND OPERATION OVERVIEW

This chapter describes the basic blocks comprising the g20 module and the connectivity options for the module.

3.1.1 g20 Block Diagram

Figure 1 shows a block diagram for the g20 module:

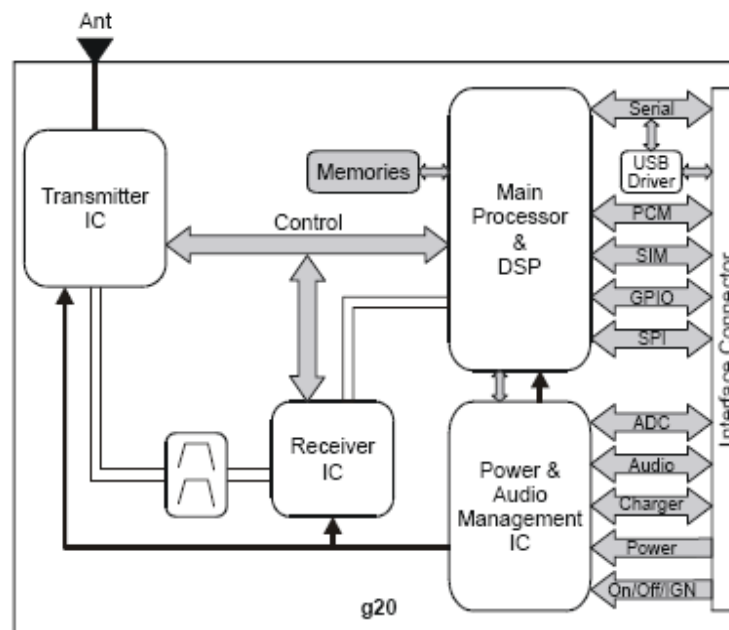


Figure 1. g20 Block Diagram

The g20 consists of the following blocks:

- Power and Audio Management IC:** This block is responsible for the power on/off process, analog audio drivers, internal regulators, realtime clock activities, and the battery charging process. When an On command is received, this IC wakes up the internal regulators and controls the reset process. This activity turns the unit on. When an Off command is received, this IC sends the request to the main processor, which in turn shuts down the unit in an orderly fashion. During shutdown, the unit is disconnected from the network, all tasks are terminated and the regulators are shut down. The on/off inputs (On/Off and Ignition) are always on, even when the unit is off.

- **Main Processor and DSP:** This block is responsible for all the main tasks in the unit. It contains the following component:
 - Main processor
 - DSP for controlling speech options
 - UART
 - USB block
 - Digital audio driver
 - SIM card
 - Two SPI buses (one internal and one externally accessible)
 - Main clock (26 MHz)
 - Address/data buses
 - RF PLL
 - Controller to the RF ICs, which is the heart of the unit

This module provides the following connectivity:

- Address/data bus
 - UART to the user connector
 - USB via a USB driver to the user connector
 - Digital audio (PCM) to the user connector
 - SIM card interface
 - SPI to the user connector
 - SPI to control the RF ICs
 - Control signals to the power amplifier IC
 - Handshake with the Power and Audio Management IC
 - General I/O to the user connector
- **Receiver Block:** This block is an RF block that contains all the receiver channels. It contains the following components:
 - Front filters
 - LNAs
 - Mixers
 - VCOs
 - I/Q outputs
 - Control signals
 - **Transmitter Block:** This is an RF block that contains all the transmitter channels. It contains the following components:
 - Power amplifiers
 - Power control loop
 - Antenna switch
 - Harmonic filter
 - Input buffers
 - Control signals
 - Antenna connection

3.1.2 Basic RS232 and Analog Audio Connectivity

The following basic g20 connectivity requirements apply for UART (RS232) and analog audio connections (see Figure 2 for reference):

- The RS232 is connected via eight pins to the g20.
- The SIM card is connected via five pins to the SIM driver of the g20.
- The microphone is connected via two pins to the g20 (Mic and Mic Ground).
- The Speaker is connected via two differential lines to the g20.
- The power supply is connected via eight pins (four VCC and four Ground) to the g20.
- The On/Off or Ignition pin is connected.

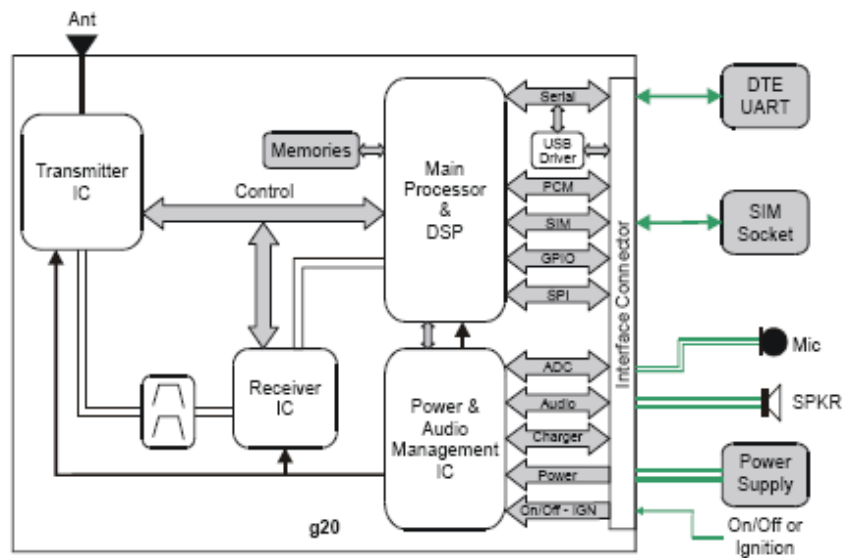


Figure 2. Basic RS232 and Analog Audio Connectivity

3.1.3 Basic RS232 and Digital Audio Connectivity*

The following basic g20 connectivity requirements apply for UART (RS232) and digital audio connections (see Figure 3 for reference):

- The RS232 is connected via eight pins to the g20.
- The SIM card socket is connected via five pins to the SIM driver of the g20.
- The DTE DSP is connected via four pins to the g20 (PCM).
- The power supply is connected via eight pins (four VCC and four Ground) to the g20.
- The On/Off or Ignition pin is connected.

* Support for this feature depends on the current g20 release.

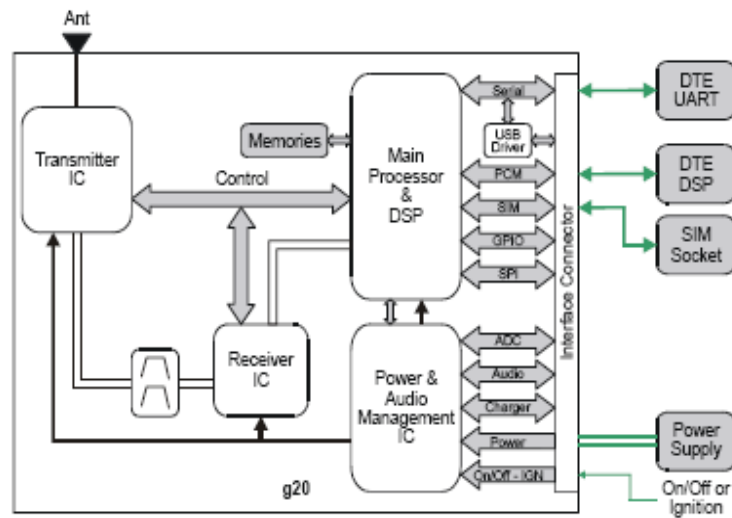


Figure 3. Basic RS232 and Digital Audio Connectivity

3.1.4 Additional Recommended Connections

Additional g20 connectivity options are described below (see Figure 4 for reference):

- A USB connector that is connected via three lines to the g20. In this case, when USB is used, the DTE UART should be in tri-state (high impedance).
- An SPI block that is connected via five pins to the g20 (for debug accessibility).

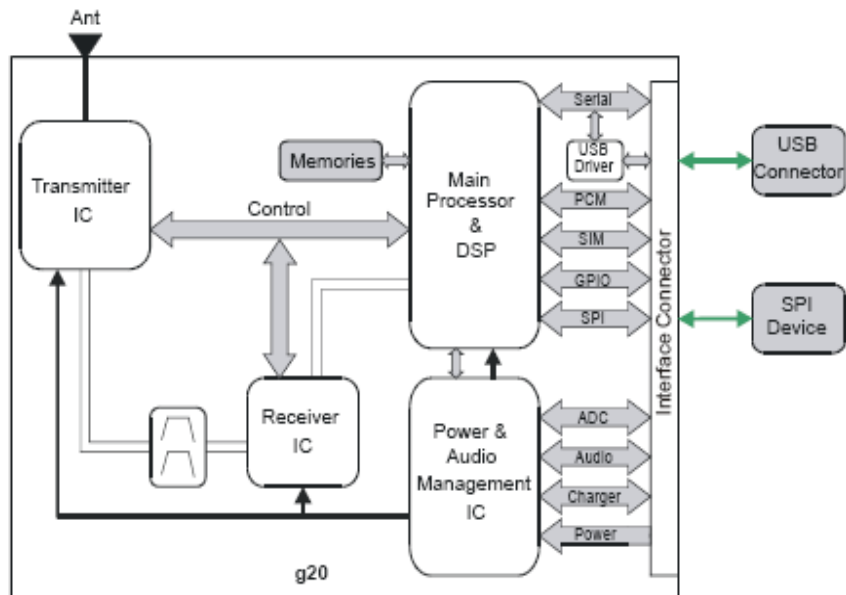


Figure 4. Additional g20 Connectivity

3.2 POWER SUPPLY AND CURRENT CONSUMPTION

This section describes the following power-related considerations for the g20:

- Power supply design
- g20 current consumption
- Turning the unit on/off
- Sleep mode options

3.2.1 Power Supply Design

The following power supply design considerations apply to the g20:

- The g20 is designed to operate between 3.0 V to 4.2 V on the g20 input (after all losses). In order to reduce battery power consumption, it is important to verify power supply line and regulator losses in the PCB.
- The g20 is a GSM/GPRS phone that transmits in 0.5 ms pulses every 4.6 ms. The peak current is approximately 2.0 A.
- When the power supply is lower than 2.85 V, the g20 software determines that the battery is low and disconnects the unit.
- When the voltage is greater than 4.25 V, the g20 software detects an over voltage condition and does not allow the unit to establish a call.
- The VCC line typically drops during TX periods.

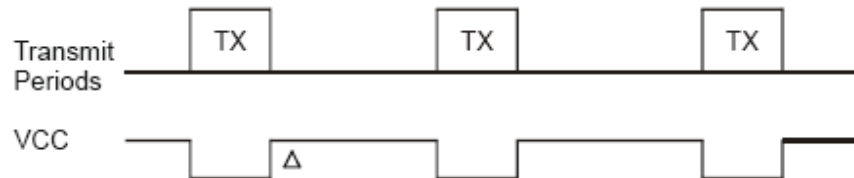


Figure 5. VCC Signal During TX Periods

To minimize the Δ , it is recommended to use lines that are as short as possible, and to place a 1000 μ F capacitor (or the maximum possible) in the g20 VCC input. (When a battery is used, there is no need for a large capacitor.)

It is recommended to keep the Δ less than 0.3 V.



Note

The power supply should be able to drive at least 2.5 A at 3 V DC.

3.2.1.1 Power Supply RF Filtering

It is recommended to add RF filtering to the DC lines.

Use 100nF, 39pF, 22pF or 8.2pF capacitors in parallel to the power supply lines (close to the g20 connector). The following capacitor requirements apply:

- 100nF is for filtering logic data noise (clocks, serial communications, and so on).
- 39pF is used for 850/900 bands.
- 22pF is used for 900 band.
- 8.2pF is used for 1800/1900 bands.

The appropriate capacitor value(s) should be selected according to the GSM band used by the customer.

ANEXO 3. CARACTERÍSTICAS DEL REGULADOR 74HC14D

Hex inverting Schmitt trigger**74HC14; 74HCT14****FEATURES**

- Applications:
 - Wave and pulse shapers
 - Astable multivibrators
 - Monostable multivibrators.
- Complies with JEDEC standard no. 7A
- ESD protection:
 - HBM EIA/JESD22-A114-A exceeds 2000 V
 - MM EIA/JESD22-A115-A exceeds 200 V.
- Specified from –40 to +85 °C and –40 to +125 °C.

DESCRIPTION

The 74HC14 and 74HCT14 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC14 and 74HCT14 provide six inverting buffers with Schmitt-trigger action. They are capable of transforming slowly changing input signals into sharply defined, jitter-free output signals.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; t_r = t_f = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t _{pHL} /t _{pLH}	propagation delay nA to nY	C _L = 15 pF; V _{CC} = 5 V	12	17	ns
C _i	input capacitance		3.5	3.5	pF
C _{PD}	power dissipation capacitance per gate	notes 1 and 2	7	8	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in μW):

$$P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i \times N + \Sigma(C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$$
 where:
 - f_i = input frequency in MHz;
 - f_o = output frequency in MHz;
 - C_L = output load capacitance in pF;
 - V_{CC} = supply voltage in Volts;
 - N = total load switching outputs;
 - Σ(C_L × V_{CC}² × f_o) = sum of the outputs.
2. For type 74HC14 the condition is V_i = GND to V_{CC}.
 For type 74HCT14 the condition is V_i = GND to V_{CC} – 1.5 V.

ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS DEL DISPOSITIVO ADM3485RZ



3.3 V Slew Rate Limited, Half- and Full-Duplex, RS-485/RS-422 Transceiver

ADM3483/ADM3485/ADM3488/ADM3490/ADM3491

FEATURES

- Operate with 3.3 V supply
- Interoperable with 5 V logic
- EIA RS-422 and RS-485 compliant over full common-mode range
- Data rate options
 - ADM3483/ADM3488: 250 kbps
 - ADM3485/ADM3490/ADM3491: 10 Mbps
- Half- and full-duplex options
- Reduced slew rates for low EMI (ADM3483 and ADM3488)
- 2 nA supply current in shutdown mode (ADM3483/ADM3485/ADM3491)
- Up to 32 transceivers on the bus
- 7 V to +12 V bus common-mode range
- Specified over the -40°C to +85°C temperature range
- 8 ns skew (ADM3485/ADM3490/ADM3491)
- 8-lead SOIC and 14-lead SOIC (ADM3491 only) packages

APPLICATIONS

- Low power RS-485/RS-422 applications
- Telecom
- Industrial process control
- HVAC

GENERAL DESCRIPTION

The ADM3483/ADM3485/ADM3488/ADM3490/ADM3491 are low power, differential line transceivers designed to operate using a single 3.3 V power supply. Low power consumption, coupled with a shutdown mode, makes the ADM3483/ADM3485/ADM3488/ADM3490/ADM3491 ideal for power-sensitive applications.

The ADM3488/ADM3490/ADM3491 feature full-duplex communication, while the ADM3483/ADM3485 are designed for half-duplex communication.

The ADM3483/ADM3488 feature slew rate limited drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, allowing error-free data transmission at data rates up to 250 kbps.

The ADM3485/ADM3490/ADM3491 transmit at up to 10 Mbps. The receiver input impedance is 12 k Ω , allowing up to 32 transceivers to be connected on the bus. A thermal shutdown circuit prevents excessive power dissipation caused by bus contention or by output shorting. If a significant temperature increase is detected

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAMS

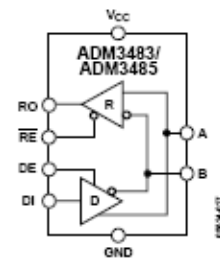


Figure 1.

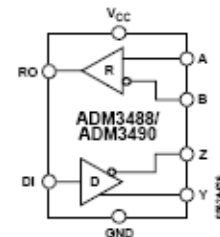


Figure 2.

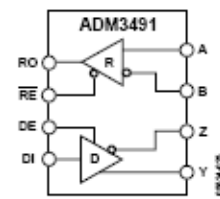


Figure 3.

in the internal driver circuitry during fault conditions, then the thermal shutdown circuit forces the driver output into a high impedance state. If the inputs are unconnected (floating), the receiver contains a fail-safe feature that results in a logic high output state. The parts are fully specified over the commercial and industrial temperature ranges. The ADM3483/ADM3485/ADM3488/ADM3490 are available in 8-lead SOIC_N; the ADM3491 is available in a 14-lead SOIC_N.

ANEXO 5. CARACTERÍSTICAS DE LA BS62LV1027



**Very Low Power/Voltage CMOS SRAM
128K X 8 bit**

BS62LV1027

■ **FEATURES**

- Wide Vcc operation voltage : 2.4V ~ 5.5V
 - Very low power consumption :
 - Vcc = 3.0V C-grade : 17mA (@55ns) operating current
 - I-grade : 18mA (@55ns) operating current
 - C-grade : 14mA (@70ns) operating current
 - I-grade : 15mA (@70ns) operating current
 - 0.1uA (Typ) CMOS standby current
 - Vcc = 5.0V C-grade : 46mA (55ns) operating current
 - I-grade : 47mA (55ns) operating current
 - C-grade : 38mA (70ns) operating current
 - I-grade : 39mA (70ns) operating current
 - 0.1uA (Typ) CMOS standby current
- High speed access time :
 - 55 55ns
 - 70 70ns
 - Automatic power down when chip is deselected

- Easy expansion with CE2, CE1, and OE options
- Three state outputs and TTL compatible
- Fully static operation
- Data retention supply voltage as low as 1.5V

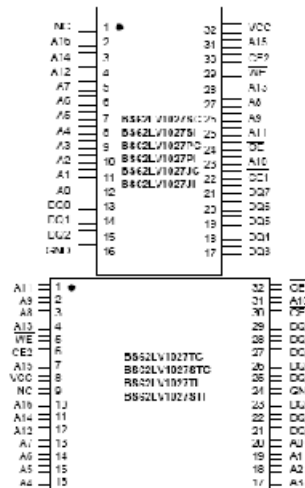
■ **DESCRIPTION**

The BS62LV1027 is a high performance, very low power CMOS Static Random Access Memory organized as 131,072 words by 8 bits and operates from a wide range of 2.4V to 5.5V supply voltage. Advanced CMOS technology and circuit techniques provide both high speed and low power features with a typical CMOS standby current of 0.1uA at 3V/25°C and maximum access time of 55ns at 3V/85°C. Easy memory expansion is provided by an active LOW chip enable (CE1), an active HIGH chip enable (CE2), and active LOW output enable (OE) and three-state output drivers. The BS62LV1027 has an automatic power down feature, reducing the power consumption significantly when chip is deselected. The BS62LV1027 is available in DICE form, JEDEC standard 32 pin 450mil Plastic SOP, 300mil Plastic SOJ, 600mil Plastic DIP, 8mm x13.4 mm STSOP and 6mmx20mm TSOP.

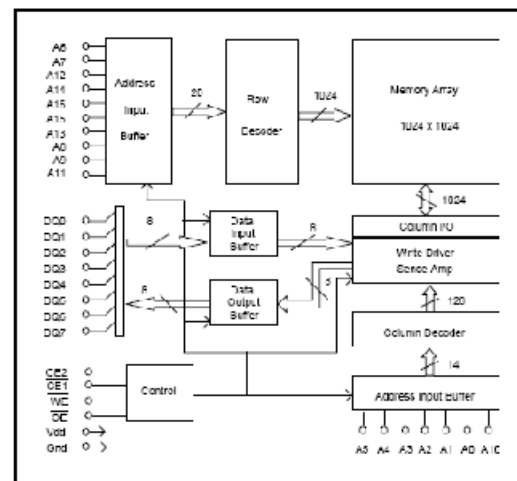
■ **PRODUCT FAMILY**

PRODUCT FAMILY	OPERATING TEMPERATURE	Vcc RANGE	SPEED (ns)	POWER DISSIPATION				PKG TYPE
				STANDBY (IccSD, Max)		Operating (Icc, Max)		
				Vcc=5.0V	Vcc=3.0V	Vcc=3V 70ns	Vcc=5V 55ns	
BS62LV1027SC	+0°C to +70°C	2.4V ~ 5.5V	55/70	8.0uA	1.3uA	17mA	38mA	SOP-32
BS62LV1027TC								TSOP-32
BS62LV1027STC								STSOP-32
BS62LV1027PC								PDIP-32
BS62LV1027JC								SOJ-32
BS62LV1027DC								DICE
BS62LV1027SI	40°C to +85°C	2.4V ~ 5.5V	55/70	20uA	2.5uA	18mA	39mA	SOP-32
BS62LV1027TI								TSOP-32
BS62LV1027STI								STSOP-32
BS62LV1027PI								PDIP-32
BS62LV1027JI								SOJ-32
BS62LV1027DI								DICE

■ **PIN CONFIGURATIONS**



■ **BLOCK DIAGRAM**



Brilliance Semiconductor, Inc. reserves the right to modify document contents without notice.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *McGuiggan Meter, GPRS in practice a companion to the especificacions*, Primera Edición, John Wiley & Sons Ltd., Año 2004
- [2] *Le Bodic Gwenáël, MobileMessaging Technologies and services SMS, EMS and MMS*, Segunda Edición, John Wiley & Sons Ltd., Año 2005
- [3] *Huidobro Moya, José Manuel, Todo sobre comunicaciones*, Tercera Edición, Paraninfo, Año 2000.
- [4] *Dubendorf Vein A, Wíreles data Technologies*, Primera Edición, John Wiley & Sons Ltd., Año 2003.
- [5] *Sendín Escalona Alberto, Fundamentos de los sistemas de Comunicaciones Móviles*, Primera Edición, McGraw-Hill, Año 2003.
- [6] *Hoffman Jhon, GPRS Demystified*, Segunda Edición, MacGraw-Hill, Año 2003.
- [7] *Mishra Ajay, Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation 2G/ 2.5G/ 3G/ to 4G*, Segunda Edición, John Wiley & Sons, Año 2004.
- [8] *Gómez Delgado, Montserrat - Barra, José, Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del Territorio*, Segunda Edición, Alfa-Omega, Año 2005
- [9] *Bao James - Tsui Yen, Fundamentals Of Global Positioning System Receives A Software Approach*, Segunda Edición, John Wiley & Sons, Año 2005.

-
- [10] ESRI, <http://www.esri.com>, 12-12-2007
 - [11] <http://www.emagister.com/cursos-gratis>, 03-01-2008
 - [12] GSM 2004, <http://www.gsmworld.com/technology/gprs/intro/shtml>, 04-02-2008.
 - [13] Móviles 2004, <http://www.telefonos-moviles.com>, 2004, 15-12-2007
 - [14] GPRS Class Type, <http://www.gsmworld.com/technology/gprs/class.shtml>, 15-01-2008.
 - [15] Geographic Information Systems, http://mac.usgs.gov/isb/pubs/gis_poster, 15-01-2008

LEGALIZACIÓN

Elaborado

Gary Alexander Panchi Ger

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

Ab. Jorge Carvajal
Secretario Académico