



ACTIVO FIJO 155491

ESCUELA SUPERIOR  
POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN  
ELECTRICIDAD Y COMPUTACION

"SISTEMA AUTOMATICO DE LOCALIZACION EN EL ECUADOR  
COMBINANDO EL GPS CON SISTEMA DE RADIO  
COMUNICACIÓN"

INFORME TECNICO  
Previo a la obtención del Título de :  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
ESPECIALIZACION: ELECTRONICA

Presentado por:

HECTOR IVAN PORRAS PACHECO

GUAYAQUIL-ECUADOR

2000



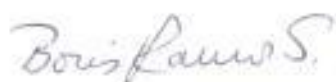
DR. CRISTOBAL MERA  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA EN  
ELECTRICIDAD Y COMPUTACION



ING. JAIME SANTORO D.  
PROFESOR SUPERVISOR



ING. JUAN C. AVILES C.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. BORIS RAMOS  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que han hecho posible que arribara a esta meta, en especial al Ing. Clive Ross especialista en Telecomunicaciones de la empresa Datalink de Canadá, al Ing. Scott Klynas desarrollador de programa de mapas digitales, de la empresa Klynas en USA, al Ing. Jaime Santoro Donoso supervisor de este informe técnico, quienes han aportado para que este proyecto sea una realidad.

## DEDICATORIA

### A MI ESPOSA:

Jacqueline, quien con su gran amor, paciencia y apoyo ha sido mi fortaleza para seguir adelante en todos mis proyectos.

### A MIS HIJOS:

Ivan Dario y Bryan Andrés mi razón de ser para darles ejemplos de superación, tenacidad y honestidad en todos los actos de mi vida.

### A MIS PADRES Y HERMANOS:

Familia que con su amor y dedicación me han enseñado los buenos principios que han hecho de mi un hombre de bien.

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este informe técnico, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).



---

HECTOR IVAN PORRAS PACHECO

## RESUMEN

Consciente que las telecomunicaciones juegan un papel importante y vital en el mundo contemporáneo, y considerando que nuestro país atraviesa momentos difíciles, creo oportuno presentar mi informe técnico basado en la experiencia de mas de catorce años de trabajo en el área de telecomunicaciones y sistemas de computación, y la investigación y desarrollo de aplicaciones de nuevas tecnologías emergentes como es el GPS, o sistema de posicionamiento global, que permiten brindar servicios que antes eran inimaginables, pero que en la actualidad son una realidad, y que además pueden ser aplicados para el desarrollo tecnológico del Ecuador.

El propósito de este informe técnico es poder describir en forma detallada como se implementa un Sistema Automático de Localización de Móviles en el Ecuador, basado en mi experiencia técnica en estos tipos de sistemas y de saber como integrar tecnologías tan diferentes como: GPS, Radio Comunicaciones, Programas de Mapas, Mapas Digitales, etc. para obtener el sistema en mención, el cual será capaz de monitorear en tiempo real el movimiento y recorrido de móviles y ser visualizados en un computador en mapas digitales, lo cual nos permite tener varias aplicaciones de mucha importancia en la actualidad.

En el capítulo uno o Introducción, se trata de dar un enfoque global del sistema GPS, cuyo origen es dado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica, su propósito es dar las posiciones geográficas casi exactas de cualquier punto en el globo terráqueo, ya sea para fines militares o ultra secretos de USA, o para fines comerciales a nivel mundial.

Esta tecnología emerge como una de las de mayor crecimiento globalmente, específicamente la aplicación AVL, o localización automática de vehículos.

En relación al capítulo dos, o Conceptos sobre GPS, se describen los conceptos básicos del GPS: Global que se refiere a cualquier parte de la tierra, en la que se pueda tener línea de vista hacia el cielo, y poder captar las ondas GPS. Se define por otro lado el posicionamiento, que se entiende por saber la localización casi exacta (coordenadas geográficas) de cualquier punto en la tierra, y por último Sistema, que en sí es un conjunto de componentes que se integran entre sí a fin de obtener una solución total, que en este caso es el GPS.

Por otro lado en el capítulo tres, o Elementos que conforman el GPS, se refiere a estos componentes que integran el sistema GPS: Espacial, que consiste de 24 satélites que conforman la constelación NAVSTAR, y que están divididos en órbitas planas, por otro lado el elemento Control, que se compone de una estación de control master y de cinco estaciones de monitoreo estratégicamente localizadas en el mundo, y por último el Usuario-Receptor, que básicamente es un receptor GPS, que nos da la posición geográfica del usuario en cualquier parte del mundo, es decir el dato gps sería: (latitud, longitud, velocidad y hora GMT).

En referencia al capítulo cuatro o Usos, Aplicaciones y Ventajas del GPS, se describen estos puntos muy importantes para conocer el GPS. Hablando de Usos, se aclara que el departamento de defensa de EEUU desarrollo y lanzo al espacio la constelación de satélites GPS para fines militares y ultra secretos de USA y además para aplicaciones comerciales, de aquí se podría decir que existen entonces dos tipos de servicios: El SPS o servicio de posicionamiento estándar y el PPS o servicio de posicionamiento preciso. El primero SPS, es utilizado en aplicaciones comerciales debido al error introducido a propósito por los EEUU, y una de las aplicaciones de mayor popularidad es la de localización automática de móviles, por otro lado el PPS es utilizado netamente para fines militares de USA y en operaciones ultra secretas de aquel país, esto es debido al alto grado de exactitud. En relación a las ventajas que ofrece, la más importante es que no hay ningún cargo por el uso del sistema GPS, es totalmente gratis y que además puede ser aplicado de muy distintas maneras en diferentes industrias.

En cuanto al capítulo cinco o Procedimiento para Implementar un Sistema Automático de Localización combinando el GPS con un sistema de Radio Comunicación, se describe en forma detallada como se hace la integración de las diferentes tecnologías involucradas para obtener como resultado final el sistema en cuestión. Se comienza por describir un esquema general del sistema, se explica como el receptor gps nos da las lecturas gps, traqueando el mínimo de satélites requeridos, y de cómo estos datos son enlazados a un sistema de radio comunicación, para que dichos datos sean enviados a un centro de control, en el cual se procesa toda esta información, de tal forma que se pueda visualizar en el computador, en mapas digitales los móviles en forma de iconos que se mueven casi en tiempo real, y además se guarda su recorrido para luego mediante un programa de reportes se imprima la ruta de los mismos para tener un control mas eficiente del movimiento de los mismos. Esto es posible gracias al uso de programas de mapas digitales o mapping programs como "Streets", en el cual se ha cargado, editado y seteado los mapas locales, en este caso el de Guayaquil y el Ecuador. Por otro lado se puntualiza como setear, cablear, programar equipos, instalar programas de mapas, cargar los mapas digitales, como digitalizar etc.

Cabe destacar que este capítulo es de suma importancia ya que en el se describen todos los aspectos técnicos tanto de Hardware como de Software en forma muy detallada.

Hablando del capítulo seis o Costos de Implementación de un Sistema Automático de Localización, se trata de resumir los costos involucrados tanto de hardware como de software de un sistema de este tipo, se hace una consideración de tener diez móviles que tengan instalados los dispositivos satelitales y de contar con un centro de control o monitoreo que recibe toda la información vía radio en banda UHF, y estos datos son procesados en un computador que tiene instalados los programas necesarios para dicho efecto, los cuales serán analizados en detalle en el informe técnico.

Y por ultimo el capítulo siete o Conclusiones y Recomendaciones, me permito puntualizar mis puntos de vista en cuanto a recalcar lo difícil de involucrarse en un proyecto de este tipo que implica un gran esfuerzo de



indagar y entender tecnologías tan diferentes como GPS, Programas de Mapas, Digitalización de Mapas, Mapas Digitales, Transmisión de datos vía RF, etc. y además de poder integrar las mismas para obtener otra aplicación diferente que quizás tenga el éxito esperado.

Por otro lado también me permito darle un enfoque realista de todo el trabajo realizado al integrar estas tecnologías para poder cumplir con el objetivo deseado.

En cuanto a las Sugerencias y Recomendaciones, el ánimo de estas son el de prevenir y corregir errores a fin de optimizar el sistema para que el usuario final tenga una solución muy confiable y que satisfaga sus necesidades y expectativas.

También se puntualizan de manera clara y concisa las ventajas y desventajas de un sistema de localización automática de móviles.

Por último manifiesto también mi deseo de poder contribuir de alguna forma con mi experiencia reflejada en este informe técnico con la Ilustre Comunidad Politécnica de la cual me siento muy orgulloso de pertenecer y a la cual le debo gran parte de mi educación y formación como profesional.

## ÍNDICE GENERAL

	Pag.
Resumen .....	6
Índice General .....	10
Índice de Figuras .....	12
1.- Introducción .....	13
2.- Conceptos sobre el GPS .....	16
2.1.- Global .....	16
2.2.- Posicionamiento .....	16
2.3.- Sistema .....	16
3.- Elementos que conforman el GPS .....	16
3.1.- Espacial .....	16
3.2.- Control .....	18
3.3.- Usuario-Receptor .....	20
4.- Usos, Aplicaciones y Ventajas del GPS .....	21
4.1.- Usos .....	21
4.2.- Aplicaciones .....	22
4.2.a.- Servicio de Posicionamiento Estándar (SPS) .....	22
4.2.b.- Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS) .....	23
4.3.- Ventajas .....	23

	Pag.
5.- Procedimiento para Implementar un Sistema ..... Automático de Localización combinando el GPS con un Sistema de Radio Comunicación.	24
5.1.- Esquema general .....	24
5.2.- Receptor GPS .....	25
5.3.- Sistema GPS-Radio Comunicaciones .....	26
5.4.- Esquema Detallado GPS con Sistema de Radio ..... Comunicación	27
5.5.- Integración de Componentes del Sistema Automático ..... de Localización	28
5.5a.- Descripción de Equipos, Programas y Mapas ..... Digitales	28
5.5b.- Seteo y Cableado de Equipos, Programas y ..... Mapas Digitales	30
6.- Costos de Implementacion de un Sistema ..... Automático de Localización.	56
7.- Conclusiones y Recomendaciones .....	58
Bibliografía y Fuentes de Información .....	61

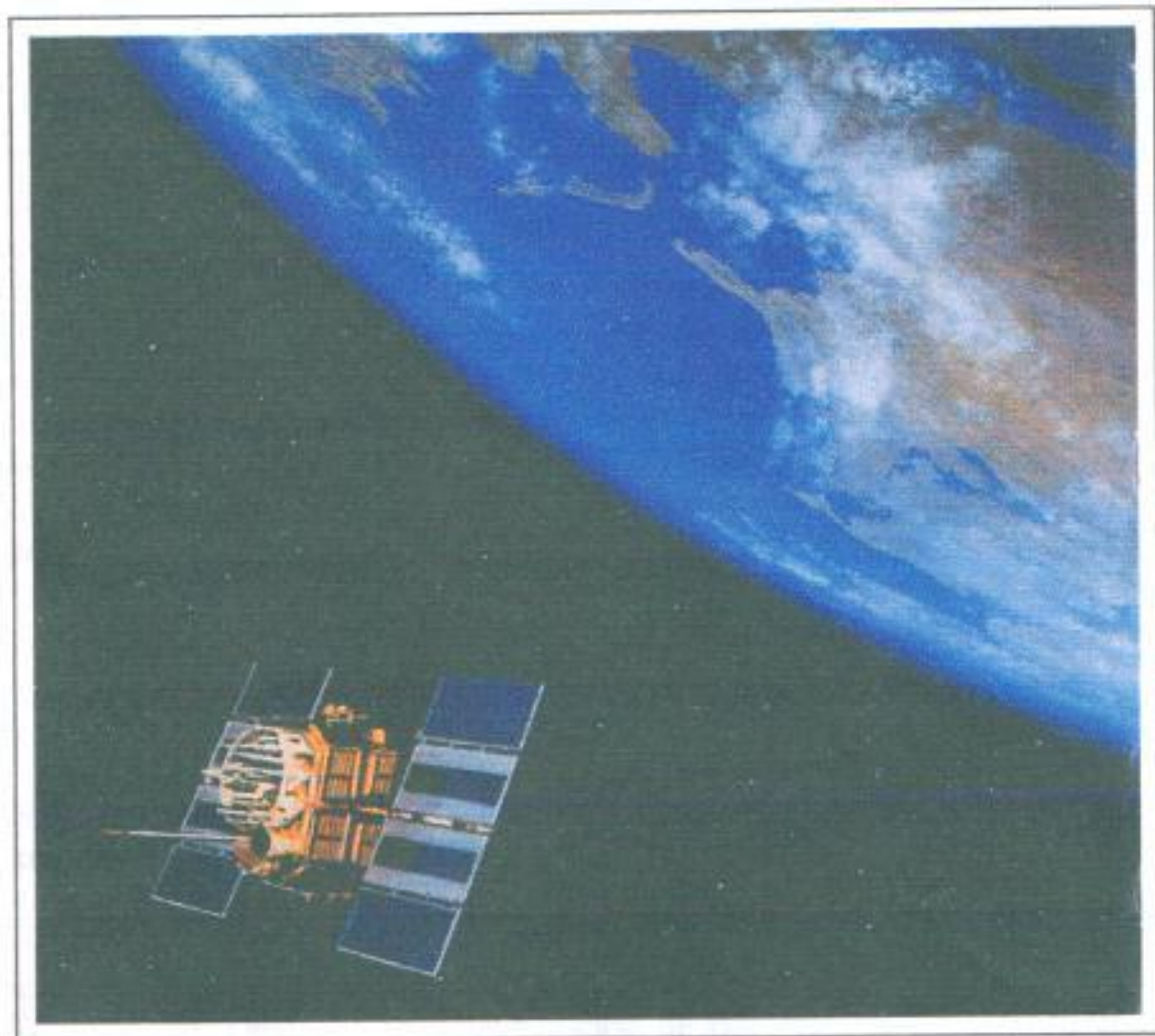
## Índice de Figuras

	Pag.
<b>Figura 1.-</b> Satélite GPS orbitando la Tierra .....	13
<b>Figura 2.-</b> Grafico de Constelación NAVSTAR (GPS).....	17
<b>Figura 3.-</b> Gráfico Constelación GPS: 24 Satélites en ..... 6 órbitas planas.	17
<b>Figura 4.-</b> Típico Satélite GPS con sus antenas y paneles ..... Solares.	18
<b>Figura 5.-</b> Centro de Control y sus cinco estaciones de monitoreo...	19
<b>Figura 6.-</b> Diagrama Tx/Rx datos de sistema GPS .....	20
<b>Figura 7.-</b> Receptor GPS marca Rockwell de 6 canales .....	21
<b>Figura 8.-</b> Diagrama General: Sistema Localización ..... Automática con GPS.	24
<b>Figura 9.-</b> Receptor GPS traqueando 4 satélites a la vez .....	25
<b>Figura 10.-</b> Combinación Sistemas GPS y Radio Comunicación .....	26
<b>Figura 11.-</b> Detalle Tx/Rx Datos entre sistema GPS y Radio UHF....	27
<b>Figura 12.-</b> Cableado de Programación para Setear el Sistema AVL..	30
<b>Figura 13.-</b> Cableado entre RMI-350 y Radio Motorola SM50 .....	33
<b>Figura 14.-</b> Cableado entre RMI-1000 y Radio Motorola SM50 .....	34
<b>Figura 15.-</b> Cableado entre RMI-1000 y el PC Computer (Host).....	35
<b>Figura 16.-</b> Pantalla principal de Programa RFHost .....	37
<b>Figura 17.-</b> Cargando los mapas en Mapping Software "Streets".....	39
<b>Figura 18.-</b> Programa "Streets" con mapa de Guayaquil cargado .....	40
<b>Figura 19.-</b> Seteo de"Streets" para recibir gps data de ..... Programa RFhost.	41
<b>Figura 20.-</b> Estructura de Mapas Digitales .....	44

## 1.-Introducción

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) fue creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y comenzó a operar con su total capacidad a mediados de 1994, con el fin de obtener la posición geográfica, velocidad y tiempo de cualquier punto fijo o móvil en la tierra, las 24 horas del día, los 365 días del año. Obsérvese figura 1 de satélite GPS orbitando la tierra.

**Fig.1.- Satélite GPS orbitando la Tierra**



El sistema GPS se basa en la constelación NAVSTAR (NAVigation System with Time And Ranging) compuesta por 24 satélites que constantemente envían señales de radio a la tierra, divididos en 6 órbitas planas de 4 satélites cada una, lo que permite dar las posiciones exactas de cualquier punto en la tierra, mediante un sistema parecido al de la triangulación, llamado trilateración, el cual se basa en la distancia a los satélites, no en los ángulos. Una unidad GPS (receptor), recibe las señales de varios satélites a la vez, con la información de la posición de cada uno de ellos en el espacio, con lo cual se obtiene las distancias de estos satélites, y con estos valores se calcula la posición exacta del receptor GPS, es decir las coordenadas geográficas (latitud, longitud), además de la velocidad y el tiempo. Los receptores GPS pueden también dar posiciones en tres dimensiones (latitud, longitud y elevación), cuando estos reciben las señales de mínimo cuatro satélites a la vez.

El departamento de Defensa de los Estados Unidos, desarrollo y lanzo al espacio la constelación NAVSTAR a un costo aproximado de \$ 12 billones de dólares. Ahora ellos operan y mantienen el sistema tanto para fines militares, como para una gran variedad de aplicaciones comerciales. Solo como para citar varias de ellas, donde se aplica la tecnología GPS tenemos: Navegación aérea, marítima y terrestre, en la Industria del Transporte, en la Construcción, en la Agricultura, en la Pesca, en la Seguridad Pública, en Mapas Inteligentes o Georeferenciados, etc. y por supuesto en múltiples aplicaciones militares, un claro ejemplo de esta última es la Guerra del Golfo, en la que la exactitud de bombardear puntos específicos, fue comprobada eficazmente.

Una de las aplicaciones que más auge ha tenido, es la AVL (Automatic Vehicle Location), o Localización Automática de Vehículos, que permite controlar el movimiento, de grandes flotas de vehículos que se trasladan entre grandes ciudades, carreteras, etc. a lo largo y ancho de un país o entre varios países, con el fin de optimizar rutas, destinos, prevenir robos y asaltos y reducir costos, incrementar productividad, brindar un mejor servicio, etc. Obviamente la implicación de controlar el movimiento en tiempo real de estos móviles, requiere de otras tecnologías que se enlazan para formar un sistema completo que permita visualizar en un centro de

control (Computadoras), los móviles desplegados en mapas digitales, su posición exacta, tiempo, velocidad. Ruta, etc. Para esto se requiere de una red de comunicaciones, sea esta vía: Radio, Celular, CDPD, o Satélite que dará la cobertura del sistema según la red que se utilice, además del manejo de mapas digitales que implica poder digitalizar los mapas de las regiones en las que operaría el sistema, de tal forma que las posiciones de los móviles coincidan plenamente con las coordenadas geográficas de los mapas, y estos puedan ser visualizados gráficamente en forma de iconos en dichos mapas digitales.

La gran ventaja de este sistema de posicionamiento global, es que no implica costo alguno el recibir las señales GPS en cualquier punto de la tierra, en cualquier momento, para determinar los parámetros ya mencionados, por lo que esta tecnología se apunta a ser la de mayor crecimiento en sus diferentes aplicaciones en el mundo. Por esto emergen grandes compañías que fabrican receptores GPS, de todo tipo, con variadas exactitudes según sus precios. Hay dos factores principales que inciden en el grado de exactitud de los receptores GPS: El primero es el introducido a propósito por El Departamento de defensa de los Estados Unidos, para evitar aplicaciones no deseadas, denominado SA(Selectiva Aviability o Disponibilidad Selectiva), y el Segundo es por el retraso atmosférico en las transmisiones de las señales de los satélites GPS.

Paralelamente a la constelación NAVSTAR, existe la constelación GLONASS, que pertenece a los Rusos y que también esta conformada por 24 satélites que rodean a la tierra, con el mismo propósito. Actualmente varios de los fabricantes de receptores GPS, están produciendo equipos capaces de recibir ambas señales provenientes de ambas constelaciones, lo que da como resultado un mejor average de la exactitud de las coordenadas.

Para dar una mejor claridad del tema, me he permitido tomar las coordenadas geográficas del Campus Las Peñas de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (latitud:-2.18430285, longitud:-79.87745096), con un receptor GPS, del fabricante TRIMBLE, que garantiza tener accesados al mismo momento al menos 6 satélites, el error de esta medición es de aproximadamente 70 metros.

## 2.- Conceptos sobre el GPS

Definamos los términos de **GPS**, para localizar el concepto mismo de esta tecnología.

**2.1.-Global.-** Significa en cualquier parte de la tierra, en la cual se pueda tener una vista directa de una porción substancial del cielo, debido a que las ondas de radio que los satélites GPS transmiten son de corta longitud, alrededor de 20 cm, desafortunadamente ondas de este tipo no penetran dentro de edificios, bajo tierra, o bajo una densa vegetación, es decir que en estos lugares no se pueden obtener lecturas de un receptor GPS.

**2.2.-Posicionamiento.-** Se entiende por saber la localización geográfica exacta (latitud, longitud, elevación), velocidad, y tiempo (fecha y hora) de un predeterminado punto en la tierra.

**2.3.-Sistema.-** Un conjunto de componentes, que se enlazan entre si con el objeto de brindar una solución total, que en este caso es el sistema GPS, que tiene tres componentes principales: Espacial, Control y Unidad-Receptora.

## 3.- Elementos que conforman el GPS

Podríamos decir que el sistema GPS esta formado básicamente por tres componentes: Espacial, Control y Unidad-Receptora.

**3.1.-Espacial.-** El segmento Espacial del Sistema consiste en la Constelación de Satélites NAVSTAR (ver figuras 2 y 3), compuesta de 24 satélites: 21 navegacionales SV(Space Vehicles) y 3 extras activos, divididos en 6 órbitas planas circulares, espaciadas entre ellas  $60^\circ$  e inclinadas  $55^\circ$  con respecto al plano ecuatorial, y ejecutando una simple revolución cada 12 horas, por consiguiente cada vehículo espacial SV esta en una órbita de 12 horas y aparecerá 4 minutos mas temprano cada día.

Los satélites GPS se encuentran a una altura aproximada de 20.200 kilómetros de la tierra, y viajan a una velocidad de 3.87 Km./sec. , Su



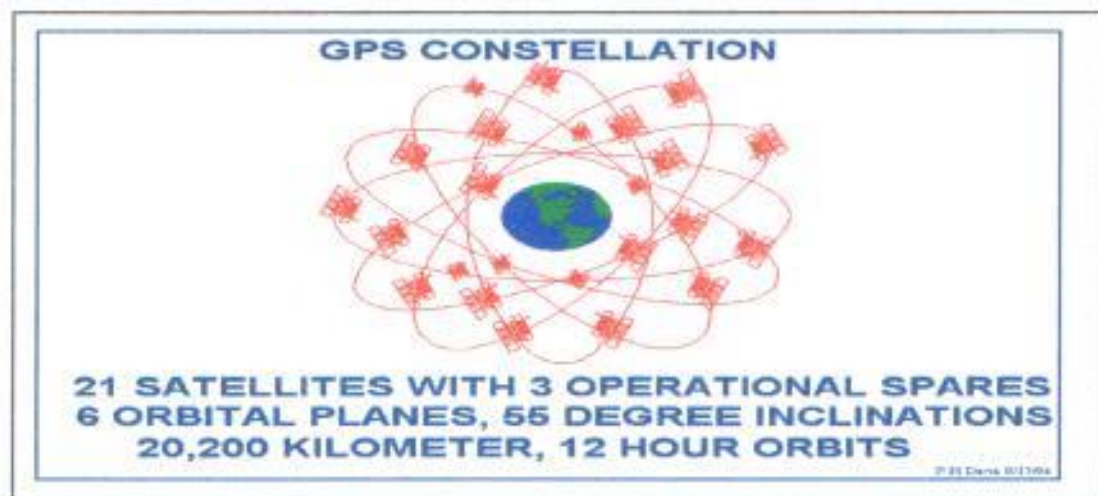
peso es de 860 kilogramos y su tamaño es alrededor de 8.7 metros con los paneles solares extendidos.

Fig 2.- Grafico de Constelación NAVSTAR (GPS)



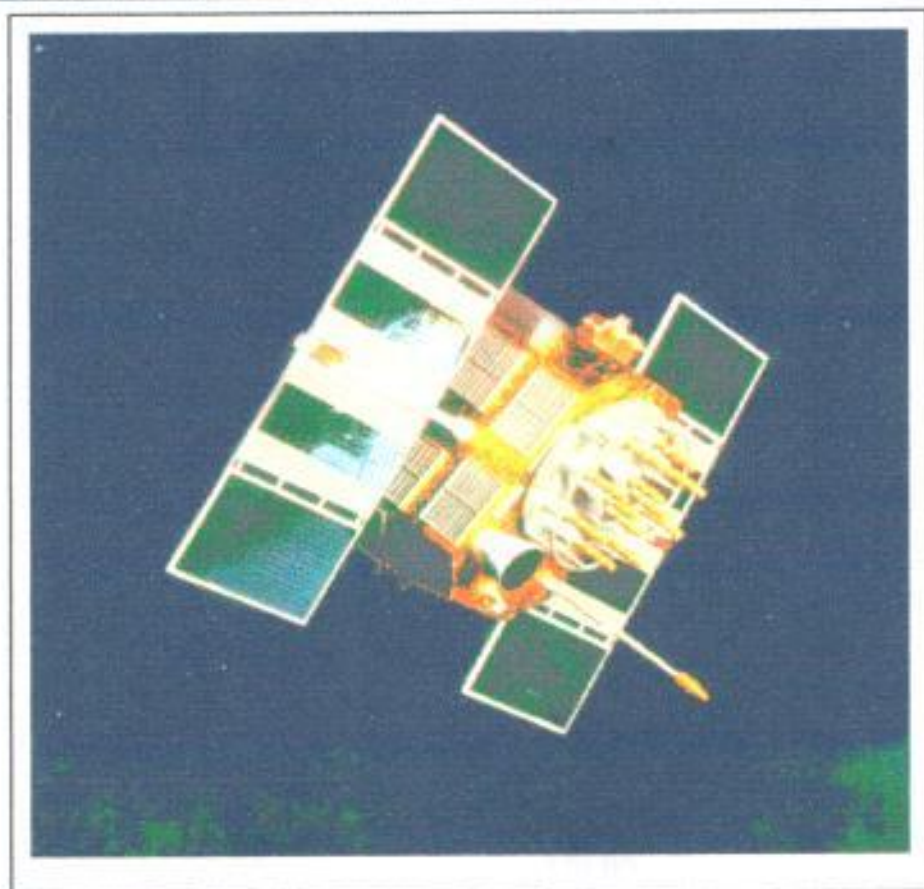
Cada satélite GPS (ver fig 4) está diseñado para transmitir un par de frecuencias de radio en Banda L, conocidas como Link1 ( $L1=1575.42$  Mhz) y Link2 ( $L2=1227.6$  Mhz). La señal L1 porta dos códigos: Rango de Precisión y C/A (coarse/adquisition), mientras que la señal L2 porta solamente el código Rango de Precisión. Ambas señales son transmitidas usando técnicas de spread spectrum (espectro extendido), empleando dos funciones diferentes: L1 con códigos de Precisión (P) a 10.23 Mhz, y C/A a 1.023 Mhz mientras que L2 con el de Precisión (P) solamente a 10.23 Mhz.

Fig 3.- Gráfico Constelación GPS: 24 Satélites en 6 órbitas planas



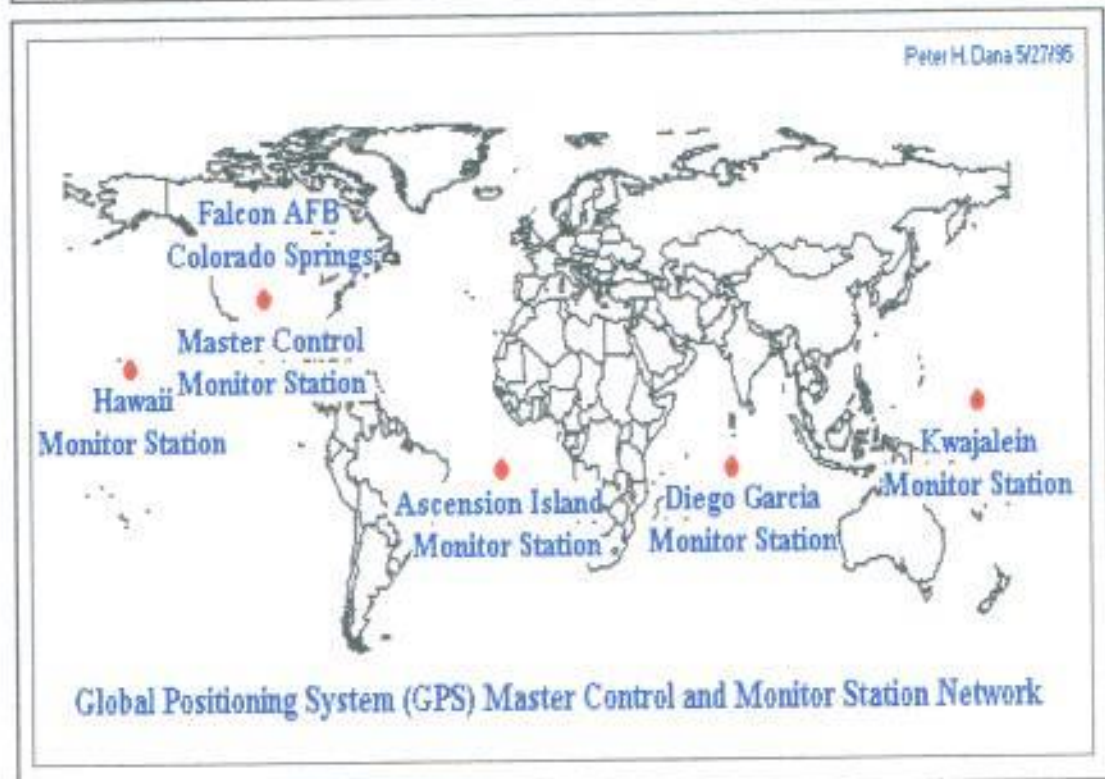
Cada satélite por lo tanto puede Tx ambas frecuencias L1 y L2, esto da la diferencia de los dos tipos de servicio de GPS, el PPS-Precise Positioning Service y el SPS-Standard Positioning Service.

Fig 4.- Típico Satélite GPS con sus antenas y paneles solares



**3.2.-Control.-** El segmento de control consiste de: Una Estación de Control Master localizada en la Base Falcon de la Fuerza Aérea en Colorado Springs, de 5 Estaciones de Monitoreo localizadas estratégicamente alrededor del mundo: Hawaii, Kwajalein, Diego García, Isla Ascensión y Colorado Springs, y de 3 Estaciones Terrenas ubicadas en: Kwajalein, Diego García e Isla Ascensión. Obsérvese la figura 5.

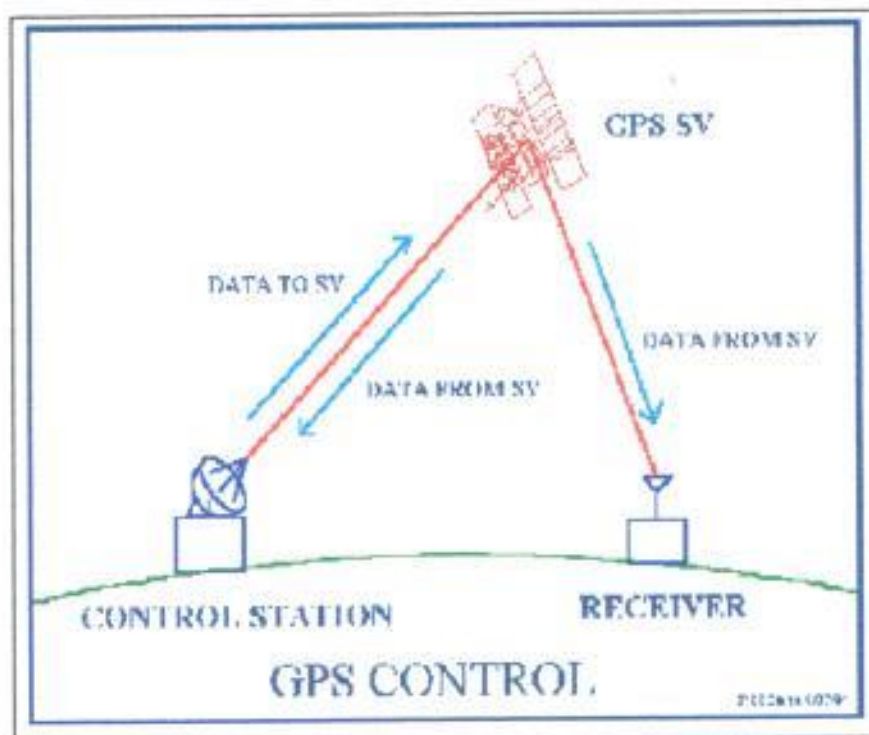
Fig 5.- Centro de Control y sus cinco estaciones de monitoreo



Las Estaciones de Monitores constantemente traquean a todos los satélites GPS en vista, colectando de cada uno de ellos los datos orbitales (efemeris y clock), que luego son procesados en la Estación de Control Master, para determinar las órbitas exactas de cada uno de los satélites, estos datos sirven para actualizar los mensajes de navegación de cada uno de ellos. Las Estaciones Terrenas son las encargadas de actualizar dicha información a cada uno de los satélites.

Las coordenadas geográficas de las estaciones de monitores han sido precisamente localizadas con respecto al Sistema Geodésico Mundial de 1972 (World Geodetic System-72 or WGS-72). El nuevo Standard es el WGS-84, y cuya transición tomo lugar en Enero 10/87.

Fig 6.- Diagrama Tx/Rx datos de sistema GPS



Las coordenadas geográficas de las estaciones de monitores han sido precisamente localizadas con respecto al Sistema Geodésico Mundial de 1972 (World Geodetic System-72 or WGS-72). El nuevo Standard es el WGS-84, y cuya transición tomó lugar en Enero 10/87.

**3.3.-Usuario-Receptor.-** Este segmento consiste básicamente de un Receptor GPS y obviamente de un usuario que necesita obtener la posición geográfica (lat, log, elev), y tiempo de un determinado punto en la tierra. Observar figura 6, muestra Tx/Rx datos de sistema GPS.

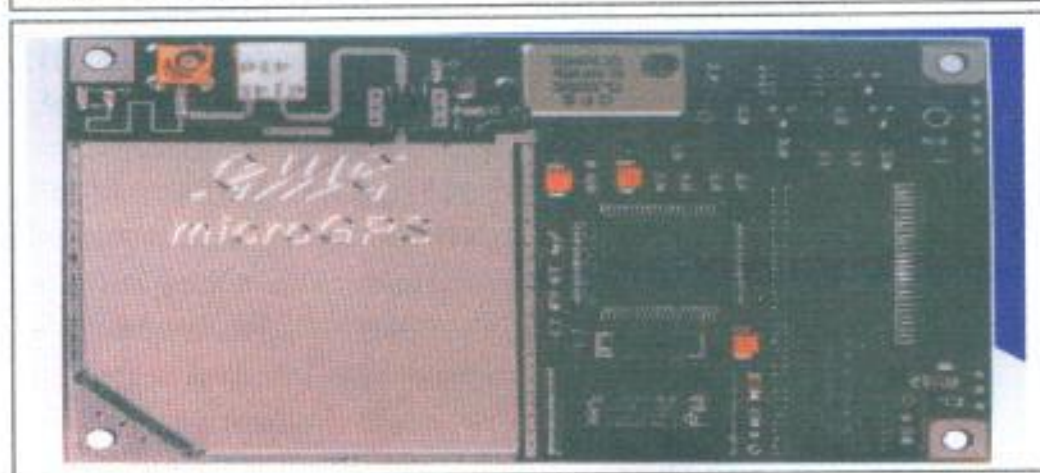
El Receptor GPS, está compuesto de: Una antena receptora de señales GPS que provienen de los satélites de la constelación NAVSTAR, y de un

equipo decodificador/procesador de las señales GPS, que da como resultado las lecturas de los parámetros en mención.

Existe una gran variedad de receptores GPS con diferentes grados de exactitud según su costo, producidos por un sinnúmero de fabricantes que emergen ante la gran demanda del uso y aplicaciones de esta revolucionaria tecnología.

Entre las compañías más grandes que fabrican dispositivos GPS, tenemos a TRIMBLE, ROCKWELL, MOTOROLA, etc.

**Fig 7.- Receptor GPS marca Rockwell de 6 canales**



La figura 7 muestra típico receptor GPS de 6 canales.

## **4.- Usos, Aplicaciones y Ventajas del GPS**

**4.1.- Usos.-** El departamento de Defensa de los Estados Unidos, desarrollo y lanzo al espacio la constelación NAVSTAR a un costo aproximado de \$ 12 billones de dólares. Ahora ellos operan y mantienen el sistema tanto para fines militares, como para una gran variedad de aplicaciones comerciales. Solo como para citar varias de ellas, donde se aplica la tecnología GPS tenemos: Navegación aérea, marítima y terrestre, en la Industria del Transporte, en la Construcción, en la Agricultura, en la Pesca, en la Seguridad Publica, en Mapas Inteligentes o Georeferenciados,

etc. y por supuesto en múltiples aplicaciones militares, un claro ejemplo de esta última es la Guerra del Golfo, en la que la exactitud de bombardear puntos específicos, fue comprobada eficazmente.

**4.2.- Aplicaciones.-** Las aplicaciones podríamos definir las en dos clases que dependen exclusivamente de los 2 tipos de servicios que provee El Sistema GPS:

**4.2.a.- El Servicio de Posicionamiento Estándar (SPS-Standard Positioning Service).**

El SPS, es el sistema que está disponible para todos los usuarios alrededor del mundo sin costo alguno, y básicamente se deriva de las señales L1 que emiten los satélites, dando una posición de exactitud con un margen de error de: 100 m horizontalmente, 156 m verticalmente y una exactitud en tiempo de 340 nanosegundos.

Por lo anteriormente expuesto podemos decir que el SPS, es utilizado en aplicaciones netamente comerciales, tales como:

- *Navegación aérea, marítima y terrestre.-*
- *Industria del Transporte*
- *Industria de la Construcción*
- *En la Agricultura*
- *En la Pesca*
- *En la Seguridad Pública*
- *En Mapas Inteligentes o Georeferenciados*

Una de las aplicaciones que más auge ha tenido, es la AVL (Automatic Vehicle Location), o Localización Automática de Vehículos, que permite controlar el movimiento, de grandes flotas de vehículos que se trasladan entre grandes ciudades, carreteras, etc. a lo largo y ancho de un país o entre varios países, con el fin de optimizar rutas, destinos, prevenir robos y asaltos y reducir costos, incrementar productividad, brindar un mejor servicio, etc. Obviamente la implicación de controlar el movimiento en tiempo real de estos móviles, requiere de otras tecnologías que se enlazan para formar un sistema completo que permita visualizar en un centro de control (Computadoras), los móviles desplegados en mapas digitales, su posición exacta, tiempo, velocidad.

Ruta, etc. Para esto se requiere de una red de comunicaciones, sea esta vía: Radio, Celular, CDPD, o Satélite que dará la cobertura del sistema según la red que se utilice, además del manejo de mapas digitales que implica poder digitalizar los mapas de las regiones en las que operaría el sistema, de tal forma que las posiciones de los móviles coincidan plenamente con las coordenadas geográficas de los mapas, y estos puedan ser visualizados gráficamente en forma de iconos en dichos mapas digitales.

#### **4.2.b.- El Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS-Precise Positioning Service).**

El PPS, este sistema solo está disponible para fines militares de los EE.UU. y para ciertos usuarios con el permiso del gobierno americano, es un sistema altamente clasificado y su grado de exactitud es muy preciso tanto en posición como en tiempo, y a diferencia del anterior, este se deriva de ambas señales L1 y L2, que emiten los satélites GPS.

De lo anterior se deriva entonces que el PPS, es utilizado en aplicaciones exclusivamente por el Gobierno de Estados Unidos, sean estas de tipo:

- *Militar*
- *Ultra secreto*

**4.3.- Ventajas.-** La gran ventaja de este sistema de posicionamiento global, es que no implica costo alguno el recibir las señales GPS en cualquier punto de la tierra, en cualquier momento, para determinar los parámetros ya mencionados, por lo que esta tecnología se apunta a ser la de mayor crecimiento en sus diferentes aplicaciones en el mundo. Por esto emergen grandes compañías que fabrican receptores GPS, de todo tipo, con variadas exactitudes según sus precios. Hay dos factores principales que inciden en el grado de exactitud de los receptores GPS: El primero es el introducido a propósito por El Departamento de defensa de los Estados Unidos, para evitar aplicaciones no deseadas, denominado SA(Selectiva Availability o Disponibilidad Selectiva), y el Segundo es por el retraso atmosférico en las transmisiones de las señales de los satélites GPS.

Cabe anotar que desde el primero de Mayo del 2000, el Gobierno de los EEUU, dispuso la reducción del error GPS a lo mínimo posible para las aplicaciones comerciales, de tal forma que estas puedan ser mas exactas.

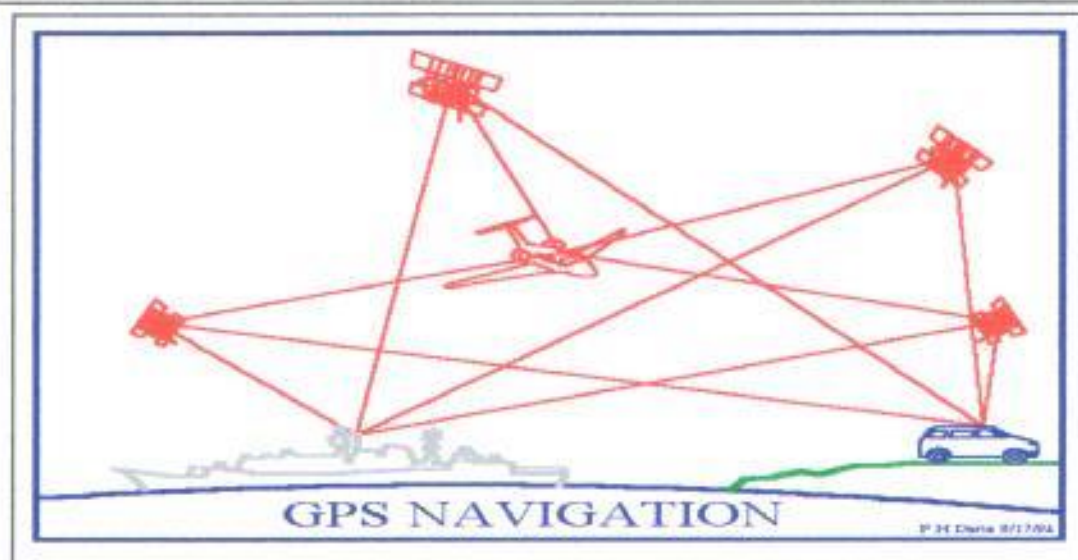
## 5.- Procedimiento para Implementar un Sistema Automático de Localización combinando el GPS con un Sistema de Radio Comunicacion

Para poder describir mejor como funciona un Sistema Automático de Localización combinando el Sistema GPS con un Sistema de Radio comunicaciones, es preferible hacerlo mediante esquemáticos, y luego definir cada uno de sus componentes, aunque es preferible citar los mismos en forma general, ya que involucra la integración de diferentes tecnologías como:

- Sistema GPS
- Sistema de Radio comunicaciones
- Sistema de Computadoras
- Digitalización de Mapas
- Programas Especiales de Mapas Digitales
- Programas Especiales para TX/RX de datos
- Etc.

**5.1.- Esquema General.-** A continuación se presenta el diagrama general de un sistema de localización automática usando GPS.

Fig 8.-Diagrama General: Sistema Localización Automática con GPS



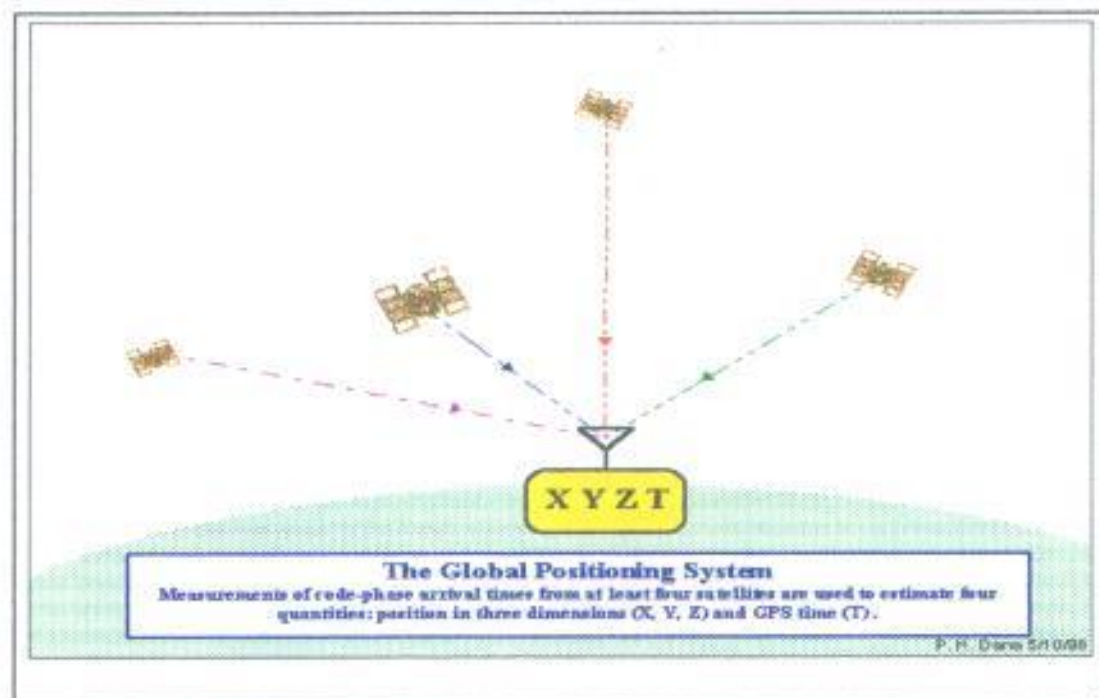


Se puede observar claramente que al menos 4 satélites GPS están siendo traqueados por los receptores GPS tanto del barco, avión como del carro. Estas lecturas serán luego procesadas y enviadas mediante una red de Radio comunicaciones (VHF o UHF), y estas a su vez serán procesadas para luego ser vistas en las computadoras como iconos dentro de mapas digitales. Se explicara luego en detalle los procesos involucrados.

Cabe aclarar que el sistema GPS puede ser combinado con cualquiera de los siguientes medios de transmisión: Radio, Celular, CDPD, y Satélite. Obviamente el menos costoso es vía radio, pero también es limitado por la cobertura del sistema RF.

**5.2.- Receptor GPS.-** El gráfico a continuación describe el proceso de traqueo de la unidad receptora GPS, con línea de vista de e al menos 4 satélites.

Fig 9.- Receptor GPS traqueando 4 satélites a la vez



El receptor GPS procesara las lecturas (posiciones de los satélites en el espacio) provenientes de los satélites GPS, y mediante un sistema llamado trilateración calcula su posición exacta en el globo terráqueo, dando como resultado la siguiente lectura típica.

**GPS DATA:**

Unidad-Velocidad-(Latitud, Longitud, Elevación); Hora GMT, Status

```
N11|0|-2.18456601|-79.87740490|154658|4800FF|FFFFFFDFD  
N15|42|-2.18664724|-79.87912381|154710|4800FF|FEFFFEFE  
N31|30|-2.15079595|-79.89291039|154727|4800FF|FFFCFFFE  
N41|55|-2.19203147|-79.88430905|154754|4800FF|FFFFFFF  
N10|20|-2.22361731|-79.89001567|154822|4800FF|FEFFFEFD  
N07|10|-2.21260825|-79.89701093|154849|4800FF|FFFFFFF
```

**5.3.- Sistema GPS-Radio Comunicaciones.-** A continuación se presenta el diagrama general del sistema GPS combinado con un sistema de Radio Comunicaciones.

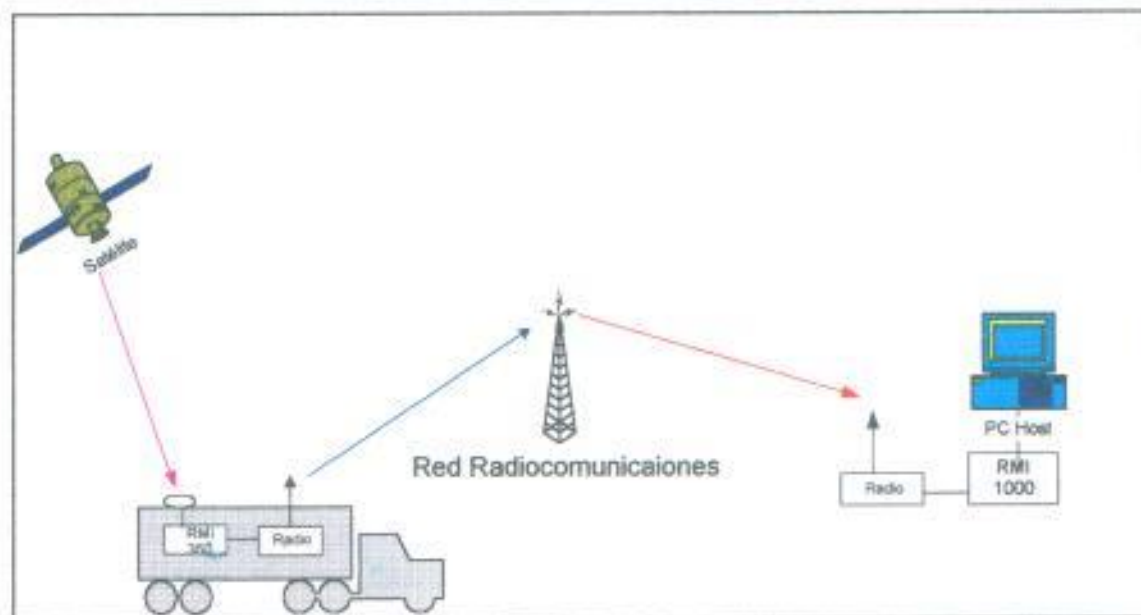
**Fig 10.- Combinación Sistemas GPS y Radio Comunicación**



Una vez que el receptor GPS obtiene su posición geográfica en el globo terráqueo, es decir su latitud y longitud, entonces estos datos son enviados a un dispositivo que lo llamaremos controlador y que su chip principal es el microprocesador Motorola 68HC11, el cual controla todas las funciones para enviar y recibir datos. Estos datos GPS son enviados a un módem RF que se interconecta con una radio ya sea VHF o UHF calibrada a la frecuencia prevista para activar un sistema de repetidora que le dará la cobertura de radio para traquear los móviles que posean estos equipos GPS+CPU+Modem RF+Radio(recomiendo Motorola GM300, M50, etc.). Estos datos que han sido enviados via radio ya sea en banda VHF;UHF;etc, luego son recibidos en una estación de control, que esta compuesta por una Radio+Modem RF+CPU, y que se conecta al puerto serial del computador PC Host ya sea DB9 o DB25 del computador personal, el cual displaya en forma de iconos de carros en mapas digitales la posición casi exacta de el o los móviles que tengan instalados estos equipos.

**5.4.- Esquema Detallado GPS con sistema de Radio Comunicación.-** A continuación se presenta el diagrama detallado del sistema GPS combinado con un sistema de Radio Comunicaciones.

Fig 11.- Detalle Tx/Rx Datos entre sistema GPS y Radio UHF



**5.5.- Integración de Componentes del Sistema Automático de Localización.-** El poder hacer la integración de los componentes de un sistema como tal requiere el conocimiento y la experiencia de los sistemas antes mencionados, por tal motivo tratare de ser muy explícito en los pasos a seguir.

**5.5a.- Descripción de Equipos, Programas y Mapas Digitales.-** En esta sección se cubrirá la descripción general de cada uno de los componentes del sistema.

- Equipo RMI-350 .- Dispositivo que se interconecta con el equipo de radio para enviar las coordenadas geográficas mediante el uso del sistema de repetidoras al centro de control, y de esta manera se pueda observar en el computador en mapas digitales la o las posiciones de los diferentes móviles que tengan instalados estos equipos.

*GPS receptor: Rockwell Júpiter 12 canales, con su antena. No requiere setup*

*CPU (Microprocesador Motorola 68HC11), controla la TX/RX de datos TNC ( Terminal Node Connector).Este dispositivo es un módem RF convierte los datos en formato ASCII del CPU a "packets" para la TX vía radio.*

- Equipo Radio.- Es el dispositivo transreceptor que permite que los móviles que tengan instalado estos dispositivos GPS, TX automáticamente sus posiciones geográficas al computador central, y aquí es utilizado para RX de los datos provenientes de los móviles.

*Radio Motorola GM300, o M50 con su antena (programado a la frecuencia de operación del sistema de repetidora)*

- Equipo RMI-1000.- Dispositivo que se interconecta con el equipo de radio para recibir las posiciones geográficas de los móviles mediante el uso del sistema de repetidoras al centro de control, y además también se conecta a un puerto serial del computador central que procesa los datos y los muestra en los mapas digitales.

*CPU (Microprocesador Motorola 68HC11), controla la TX/RX de datos TNC ( Terminal Node Connector). Este dispositivo es un módem RF convierte los datos "packets" RX de la radio en formato ASCII para ser enviados al CPU.*

- Equipo PC-Host.- Computador central que esta conectado al RMI-1000, y que procesa todas las posiciones geográficas provenientes de los móviles, para mostrarlas en los mapas digitales. Este equipo tiene instalado los siguientes programas. "RFhost" y "Mapping Software", los cuales siempre deben estar siendo ejecutados para procesar toda la información.
- RFhost.- Programa especial que sirve para procesar la información recibida en el puerto serial del PC-Host y luego enviarla como archivo gps.gps al programa de mapas "Mapping Software".
- Mapping Software.- Programa de mapas que procesa toda la información proveniente del RFhost y que permite visualizar en mapas digitales las posiciones geográficas casi exactas de los móviles que tengan instalado los equipos GPS.
- Mapas Digitales.- Los mapas digitales podemos dividirlos en dos clases:

*Mapas Vectoriales.- son el resultado de un proceso llamado digitalización y que consiste en utilizar tableros de digitalización, los mapas son calcados en estos equipos, y pasan a convertirse en mapas digitales vectoriales, lo que indica que tienen ilimitada capacidad de zoom.*

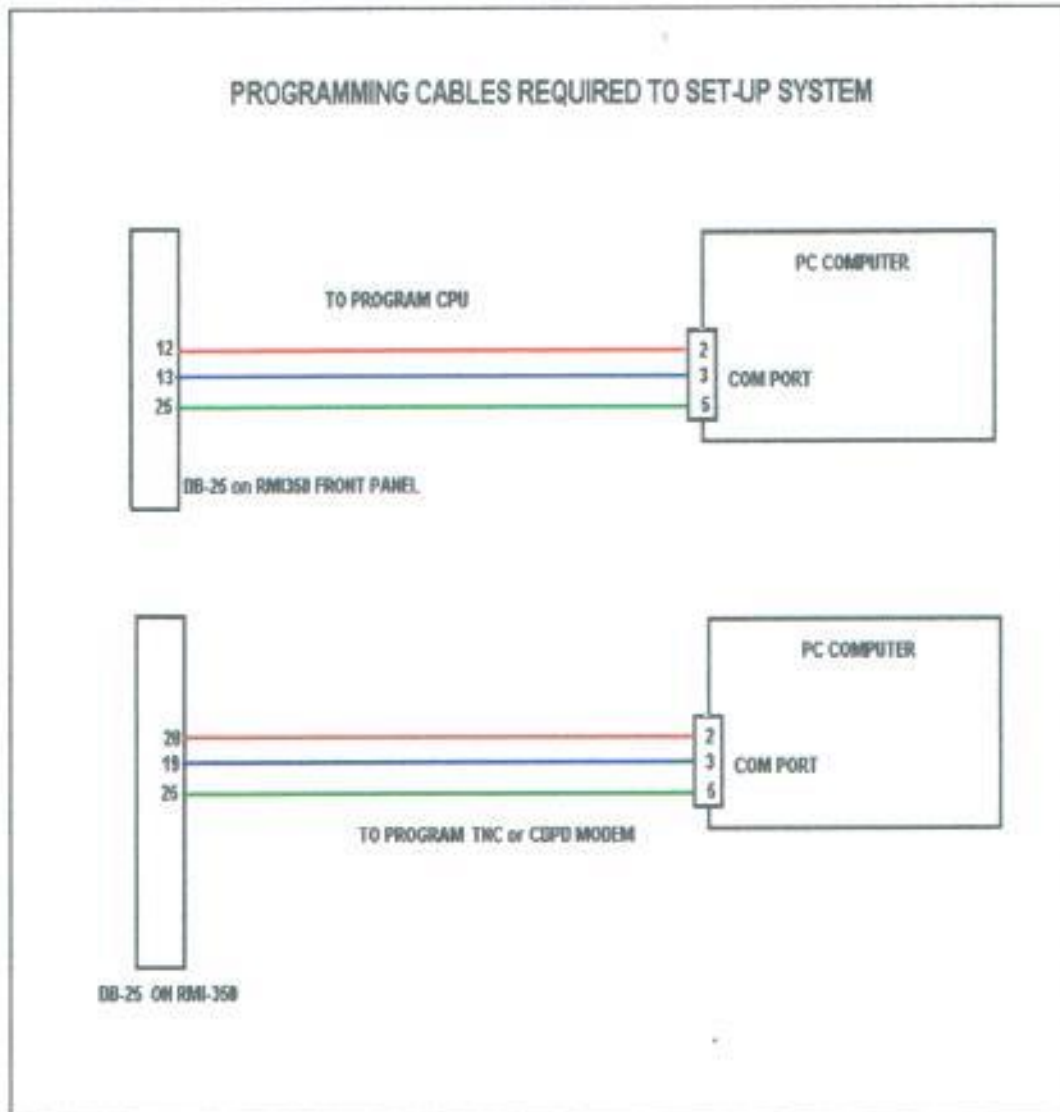
*Mapas Rasters.- son el resultado de un proceso llamado scaneo y que consiste en utilizar scanners de gran resolución, los mapas son scaneados, y pasan a convertirse en mapas digitales tipo rasters, lo que indica que tienen limitada capacidad de zoom.*

### 5.5b.- Seteo y cableado de Equipos, Programas y Mapas Digitales .-

A continuación se describe en detalle el cableado y seteo de equipos, programas y mapas digitales, ver figuras 12, 13, 14 y 15.

A continuación se detalla el cableado para programación de equipos RMI

**Fig 12.- Cableado de Programación para Setear el Sistema AVL**



### PROGRAMANDO EL EPROM (CPU)

Conecte el cable de programación (CPU) al puerto COM1 (DB9) de un PC computer y al puerto DB25 del RMI-350. Por otro lado se necesita que se este ejecutando el terminal program (terminal.exe), y configurado para trabajar a 4800 bps, 8 bits de datos, No parity, y 1 bit de parada, en otras palabras: 4800 bps / 8N1.

Encienda el RMI-350, y se espera recibir lo siguiente "65535 ID", siempre y cuando el EPROM no haya sido previamente programado.

65535 ID

3.41

Tan pronto aparece lo de arriba, entonces presione "p" seguido de ENTER, y luego sera preguntado el password, que en este caso es "hipp". Luego de esto ira apareciendo los diferentes parametros a ser asignados como sigue:

- id >1 ( selecciona El ID que UD desea darle a esa unidad)
- dial str ( presione ENTER en RF o ATDPxxx.xxx.xxx.xxx/host port en CDPD)
- move >30 ( tiempo en segundos para actualizar GPS data en movimiento)
- still >30 ( tiempo en segundos para actualizar GPS data en parqueo)
- thrsh >5 ( sensa GPS movimiento desde 5KPH tipicamente)
- shutdn >60 ( tiempo de retardo en minutos para la unidad se ponga sleep mode)
- spdlmt >50 ( velocidad limite en KPH, si es mayor es reportada infraccion)
- 1=k 2=MPH 3=KPH >3 ( seleccione el adecuado 3 para KPH)
- 1 CDPD 0 RF ( seleccione el adecuado 1 para CDPD y 0 para VHF/UHF )
- save ( escriba save y presione ENTER)

Una vez que se ha completado el seteo, apague el RMI-350, y el CPU de este equipo ha sido programado.

Para comprobar esto conecte la antena GPS y encienda nuevamente el RMI-350, y comenzara a recibir informacion GPS, cada 30 segundos como en este caso, ejemplo:

1 ID

3.41

N11|0|-2.18456601|-79.87740490|154658|4800FF|FFFFFFDFD

N15|42|-2.18664724|-79.87912381|154710|4800FF|FEFFFEFE

N31|30|-2.15079595|-79.89291039|154727|4800FF|FFFCFFFE

N41|55|-2.19203147|-79.88430905|154754|4800FF|FFFFFFFF

N10|20|-2.22361731|-79.89001567|154822|4800FF|FEFFFEFD

N07|10|-2.21260825|-79.89701093|154849|4800FF|FFFFFFFE

( Lo de arriba son tipicas lecturas GPS).

#### PROGRAMANDO EL (TNC)

Conecte el cable de programacion (TNC) al puerto COM1 (DB9) de un PC computer y al puerto DB25 del RMI-350. Por otro lado se necesita que se este ejecutando el terminal program ( terminal.exe), y configurado para trabajar a 4800 bps, 8 bits de datos, No parity, y 1 bit de parada, en otras palabras: 4800 bps / 8N1.

Encienda el RMI-350, y se espera recibir datos como lo siguiente "xxxpixxxxxpixxx", luego presione " Shift + \* " y entonces automaticamente se le preguntara:

id >1 ( selecciona el ID que UD desea darle a esa unidad)

cmd> TXDELAY 30 ( escriba TXDELAY 30 y presione ENTER )

cmd> XMITLVL 300 ( escriba XMITLVL 300 y presione ENTER )

cmd> INT TUP ( escriba INT TUP y presione ENTER para grabar los parametros)

ID, debe de ser el mismo que se asigno al CPU.

Es sumamente importante setear los parametros TXDELAY y XMITLVL correctamente a los requerimientos del sistema de radio VHF/UHF .



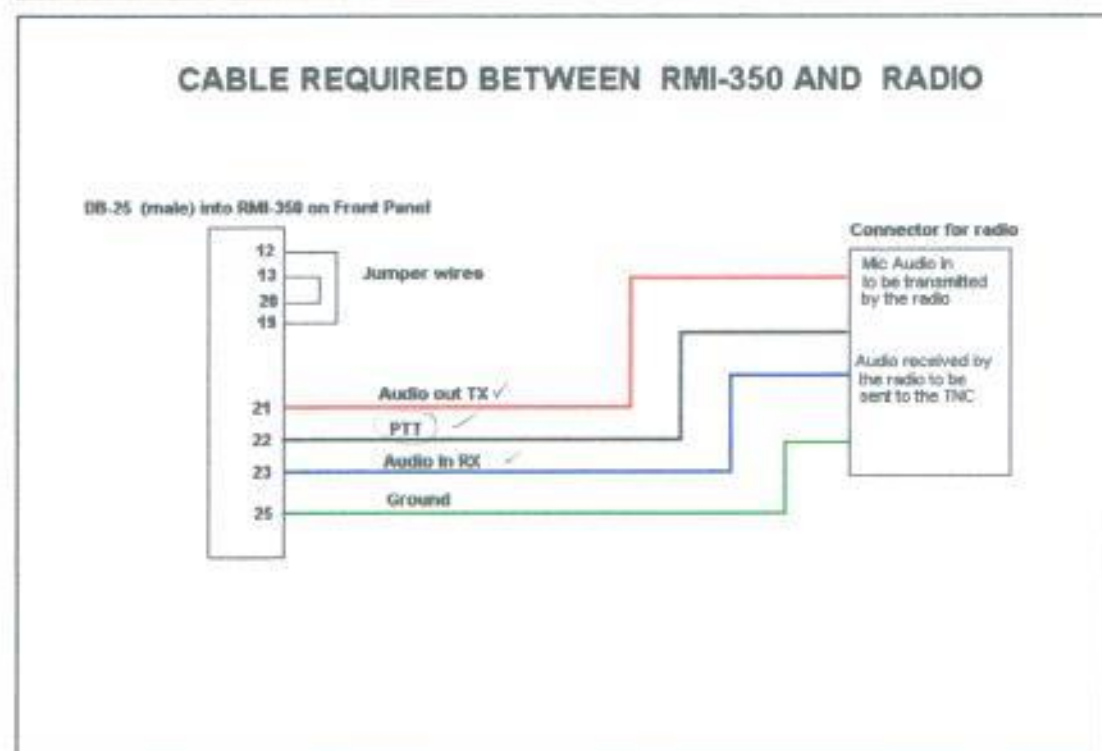
*TXDELAY es el tiempo necesario para que el transmisor tenga su maxima potencia y pueda enviar los datos GPS de esa unidad. Un valor tipico para RF es 30, que equivale a 300 milisegundos.*

*XMITLVL es el nivel de modulacion de la portadora RF. El correcto seteo es muy importante, y deberia ser medido usando un medidor de desviacion. Valores tipicos para radios Motorola SM-50 o GM300 varian entre 260 y 350 Khz. El valor escogido segun mi experiencia es 320 Khz.*

Para comprobar que ha sido seteado correctamente, encienda nuevamente el TNC-Mobil, y la pantalla debera estar totalmente en blanco. Puede volver a reprogramar la unidad si fuese necesario, reseteando la misma por medio del jumper de reset.

Nota: Para programar la unidad RMI-1000, siga las mismas instrucciones que utilizo para la unidad RMI-350.

**Fig 13.- Cableado entre RMI-350 y Radio Motorola SM50**

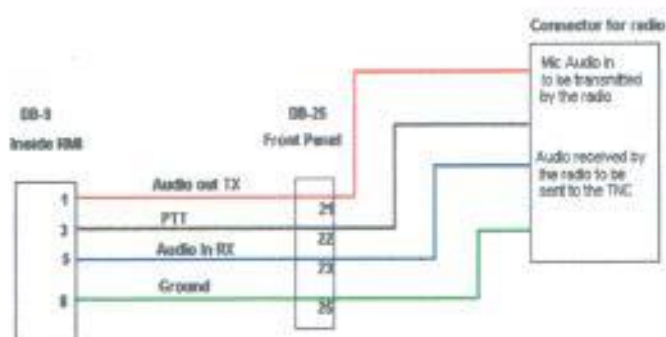


La figura 13 representa el cableado de interface necesario para que el dispositivo RMI350 envíe los datos gps a la radio motorola, y esta transmita los datos a una velocidad de 4800 bps, obviamente estos datos son la posición y la velocidad del móvil en el momento de envío de los datos a la computadora PCHost que tiene los programas necesarios para procesar dicha información que luego es visualizada en forma de icono en mapas digitales en la computadora.

Por otro lado la figura 14 muestra el cableado de interface necesario para que el RMI1000 reciba los datos a través de la radio motorola SM50 del host y luego los procese y los envíe a través del otro cable que se conecta entre el RMI1000 y el Computador PCHost (DB9 a DB9), este último se describe en la figura 15

**Fig 14.- Cableado entre RMI-1000 y Radio Motorola SM50**

#### CABLE REQUIRED BETWEEN RMI-1000 AND RADIO



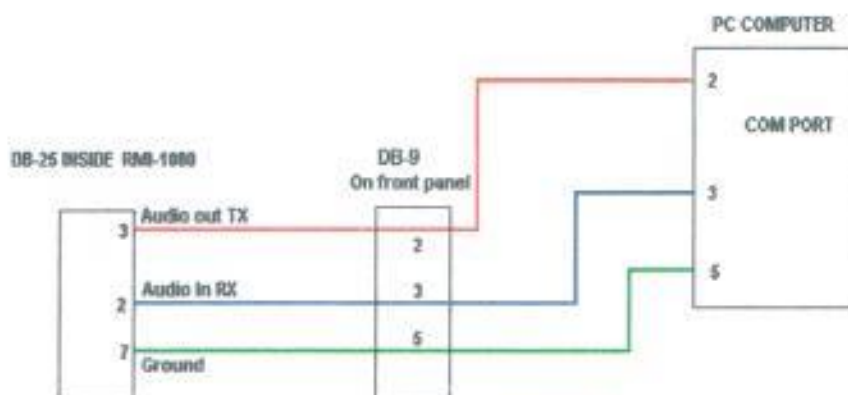
Connections to the radio are located on the DB-25 on the Front Panel.  
Earlier versions may differ.

Use a continuity TEST METER to identify correctly.

A continuación se describe en la figura 15 cableado de interface entre el RMI1000 y el computador Host que procesa la información recibida para luego convertirla en iconos visualizados en los mapas digitales, pudiendose observar las posiciones exactas de los móviles que tengan instalados el sistema AVL.

Fig 15.- Cableado entre RMI-1000 y el PC Computer (Host)

**CABLE REQUIRED BETWEEN RMI-1000 AND HOST PC COMPUTER**



These can also be located on the front panel of the RMI-1000  
Use a continuity TEST METER to identify correctly.

**SETEO DEL PC Host COMPUTADOR**

Una vez que se han programado las unidades RMI-350, RMI-1000, y se tiene lista las conexiones en el computador PC host, se debe setear los programas siguientes:

RFhost.- Programa especial que sirve para procesar la información recibida en el puerto serial del PC-Host y luego enviarla como archivo *gps.gps* al programa de mapas "Mapping Software".

Mapping Software.- Programa de mapas que procesa toda la información proveniente del RFhost y que permite visualizar en mapas digitales las posiciones geográficas casi exactas de los móviles que tengan instalado los equipos GPS.

Mapas Digitales.- Los mapas digitales deben ser cargados al Mapping Software

Se recomienda crear los siguientes directorios con el fin de ordenar los programas y archivos en mención:

C:\GPSsystem\Maps (contiene los mapas locales)  
C:\GPSsystem\Streets (ST32.exe) (Mapping Software)  
C:\GPSsystem\RFhost (RFhost.exe) (RFhost program)

Seteo de Programa RFhost .-

Cuando se ejecuta este software, por default le aparece el siguiente seteo: 4800 bps, No parity, 8 bits, 1 Stop. Cambie el mismo si es necesario al puerto en el cual el PC va a trabajar.

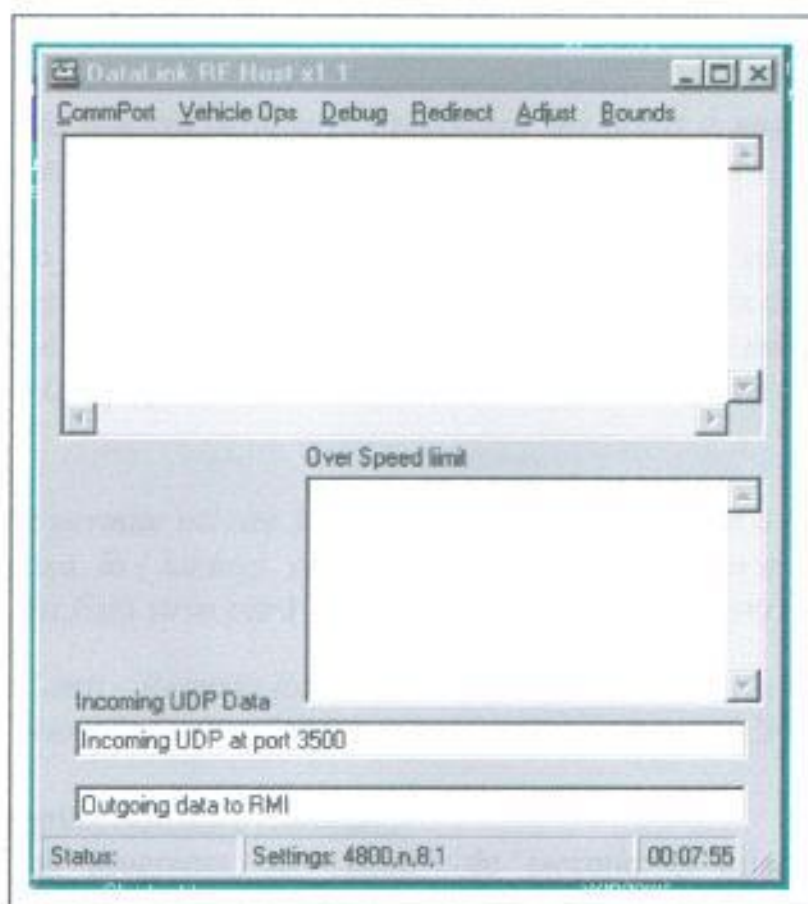
Una vez que se comienza a recibir datos gps, este programa automáticamente envía un archivo *gps.gps* al directorio " C:\GPSsystem\Streets\gps.gps", este archivo es luego transformado por el Mapping Software y podemos luego visualizar en el mapa digital la posición casi exacta del móvil.

De la misma manera comienza a colectarse cada una de las posiciones en forma de archivo texto (02-30-98) en el directorio " C:\GPSsystem\RFhost\02-30-98.txt ", esto permitirá tener un registro de todos los archivos por fecha, y en el cual se almacenará todas las posiciones de los diferentes móviles que estén enviando las señales al centro de control.

La figura 16 muestra la pantalla principal del programa RFhost, el cual sirve para procesar la información recibida en el puerto serial del PC-Host

y luego enviarla como archivo gps.gps al programa de mapas "Mapping Software" que en este caso es el "Streets", además este programa crea un archivo de texto que contiene todos los datos de los móviles, los cuales alimentarán a un programa de reportes para posterior impresión o chequeo visual del recorrido de los móviles para un mejor control de la flota.

Fig 16.- **Pantalla principal de Programa RFHost**



#### Principales Funciones:

*CommPort.- Se selecciona el puerto de operación, por default es Com1 con el siguiente seteo:4800, N81.*

*Vehicle Ops.- Tiene a su vez las siguientes funciones:*

**Poll:** Este comando le solicita a la unidad requerida reporte su posición actualizada, entonces el móvil en cuestión responderá en 30 segundos máximo.

**Send Message:** Este comando le permite enviar mensajes tipo texto, siempre y cuando la unidad móvil tenga el opcional teclado display.

**Debug.-** Esta función permite ver todos los datos que arriban al puerto de comunicaciones, incluida la posible basura de datos que ocasionalmente podría ocurrir.

**Redirect.-** Esta función permite redireccionar los datos a una dirección IP con el objetivo de que sean transferidos vía Internet a otro PC Host.

**Adjust.-** Esto permite hacer una corrección al grado de exactitud del mapa, esto depende de la fuente original del mapa, la escala del cual fue digitalizado. A mayor escala mayor error, a menor escala menor error, Ej: Mapa de Guayaquil tiene una escala de 1 a 1000. Es un mapa bien exacto.

**Bounds.-** Nos permite validar los límites en los cuales se va a trabajar, es decir se ingresa la (lat,log) central del mapa, y los grados máximos en que se operará. Esto sirve para desechar lecturas fuera de esta zona.

**Over Speed Limit.-** Reporta los móviles que han cometido la infracción de pasar la velocidad límite fijada en la programación del CPU.

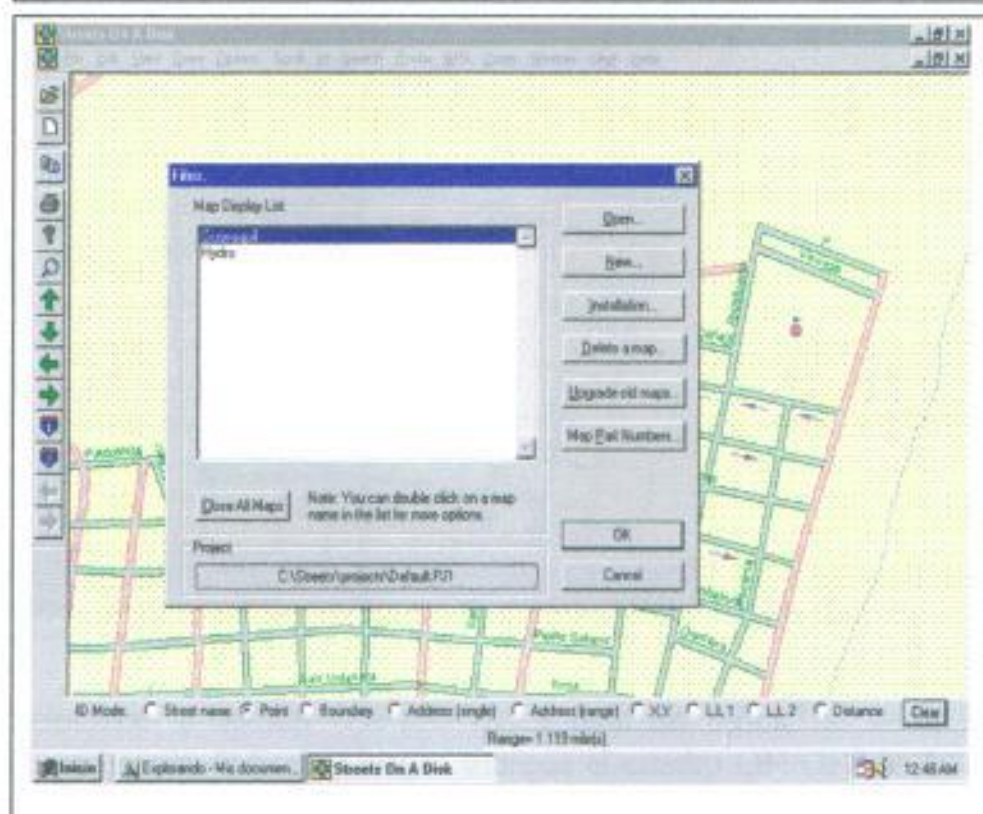
#### Seteo de Mapping Software (Streets) .-

Para setear el programa, se debe de ejecutar el mismo (C:\GPSsystem\Streets\ST32.exe), y luego seleccionar la opción "FILE", en la barra de menú superior, luego dar un "click" y seleccionar "OPEN MAP FILES", esto permitirá cargar los mapas digitales locales previamente cargados en el directorio: C:\GPSsystem\Maps\Guayaquil.mpl. Una vez realizado esto se procede a verificar la existencia de los mapas cargados al programa "Streets", de la siguiente manera: Seleccione en la barra de menú superior, a opción "DRAW", y haga un "click" en "Draw Overall Map", con esto le

apareciera el mapa digital en la computadora, y podra elegir la opcion "ZOOM", para hacer acercamientos o alejamientos en el mapa en las zonas de interes del usuario.

La figura 17 muestra al programa de mapas, en la opcion de cargando el mapa digital de Guayaquil.

Fig 17.-Cargando los mapas en Mapping Software "Streets"



Para poder recibir los datos gps en forma de icono, se procede a setear el programa "Streets", para que todos los datos enviados por el RFHost sean capturados y mostradas sus posiciones en la pantalla en los mapas digitales.

De esta manera se podran visualizar los moviles en el computador en forma de iconos, moviendose en la pantalla según sus recorridos.

Por otro lado en la figura 18 se puede observar el programa "Streets" con el mapa de Guayaquil ya cargado, y se puede apreciar la presencia de dos vehiculos que estan en diferentes posiciones en el mapa de nuestra ciudad.

Fig 18.- Programa "Streets" con mapa de Guayaquil cargado

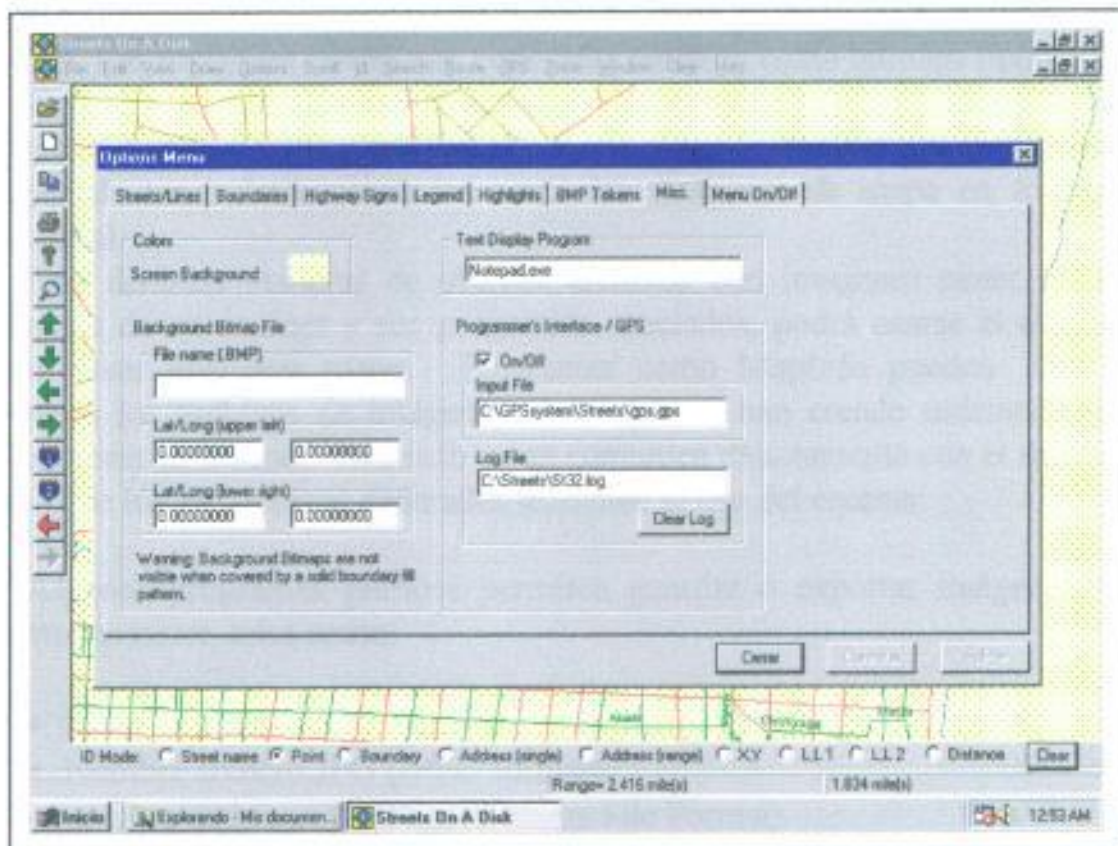


Seleccione la opcion "OPTIONS" y dele un "click" a "Main Options", luego escoga "Misc" y luego marque el cuadro ON/OFF en la opcion de Programmer's Interface/ GPS para recibir el archivo de entrada C:\GPSsystem\Streets\gps.gps , luego de esto regresar nuevamente a "OPTIONS", y escoger "Point Options", presione "OK" en el cuadro que le indica el mapa que esta utilizando, y entonces aparecera una pantalla que le mostrara los diferentes "Tokens" que podra utilizar y luego se define en el cuadro de "Default" el token escogido para representar a los mobiles a ser monitoreados en el computador en los mapas digitales. Hay una variedad de diferentes formas a escoger, y ademas se le puede asignar los colores y tamaños mas diversos según sean las aplicaciones del caso.



La figura 19 muestra proceso de seteo en programa "Streets" para recibir los datos gps y poder visualizar los móviles.

Fig 19.-Seteo de "Streets" para recibir gps data de programa Rfhost



Una vez concluido esto entonces el sistema esta listo para poder recibir las señales (posiciones geograficas:lat,log) de las unidades que tengan instalados los equipos GPS (RMI-350 con la Radio Motorola).

Observese la figura del mapa "Streets", en la cual aparecen tres vehiculos en pantalla, los mismos que enviaron sus respectivas señales al centro de control, y el computador PCHost proceso los datos gps recibidos de dichos móviles, por el Rfhost programa en el puerto de comunicacion Com1.

### Mapas Digitales.-

Podemos definir que un mapa digital es la representación de un mapa en forma de bits. Existen dos clases de mapas digitales: Raster y Vectorial.

*Mapas Raster.-* Un mapa raster es un tipo de imagen en formato digital que consiste en una serie de filas y columnas de puntos pequeños llamados pixels. Las imágenes rasters son conocidas también como bitmaps (mapas de bits). Las imágenes raster, generalmente se utilizan solo como capas de visualización. Una imagen raster puede ser el fondo de un mapa, pero no es capaz de tener datos asociados como las imágenes de mapa en formato vectorial.

Hay diversas maneras de obtener archivos con imágenes raster. Si se dispone de un escáner y sus programas asociados, podrá usarse el escáner para crear imágenes raster. Programas como MapInfo pueden leer y mostrar los archivos de imágenes raster que se han creado utilizando los programas de escáner. MapInfo no se comunica directamente con el escáner sino que lee los archivos generados mediante el uso del escáner.

Algunos programas gráficos permiten guardar o exportar imágenes en formatos raster, tales como:

- Nombre archivo. GIF (graphics Interchange Format)
- Nombre archivo.JPG (JPEG format)
- nombre archivo.TIF (Tagged Image File Format)
- nombre archivo. PCX (zsoft Paintbrush)
- Nombre archivo.BMP ( Windows bitmap)
- Nombre archivo.TGA (Targa)
- Nombre archivo. BIL (SPOT imágenes satélite)

MapInfo puede leer los siguientes tipos de imágenes raster:

- Imágenes monocromáticas: en una imagen monocromática cada pixel puede ser blanco o negro. Estas imágenes ocupan un poco de espacio de memoria y se pueden visualizar de forma rápida. En MapInfo, las imágenes monocromáticas también pueden visualizarse en gamas de grises sobre blanco.

- **Imágenes en escala de grises:** Cada pixel en una imagen en escala de grises puede ser negro, blanco, o un matiz de gris.

- **Imágenes en color:** Cada pixel en una imagen en color puede tener cualquier color de la paleta de colores disponibles. El conjunto de colores disponibles depende en parte del formato del archivo de la imagen y de la fuente de la imagen. Una imagen de 8 bits contiene ocho bits, o un byte de información por cada pixel; esto significa que la imagen tiene una paleta de 256 colores diferentes. Una imagen de 24 bits contiene veinticuatro bits, tres bytes, de información por pixel, lo cual significa que la imagen tiene una paleta de 16 millones de colores.

Para obtener mejores resultados en la visualización de una imagen se recomienda usar una alta resolución de video.

*Mapas Vectoriales.*- Los mapas vectoriales son imágenes digitales que contienen estructuras de datos basadas en coordenadas georeferenciadas representadas básicamente como un formato (X, Y) donde X es la Latitud Y la Longitud.

Un mapa vectorial resulta de la digitalización de un mapa cartográfico georeferenciado, utilizando tablas digitalizadas, con software especial, tales como Mainfo, Mapix, etc. Generalmente se conoce a un mapa digital como una tabla, esta a su vez se compone como mínimo de dos archivos diferentes, el primero contiene la estructura de los datos, y el segundo que contiene los datos. Comúnmente las tablas o mapas digitales contienen los archivos siguientes:

- *archivo.tab:* Este archivo describe la estructura de la tabla. Es un pequeño archivo de texto que describe el formato del archivo que contiene los datos.

- *Archivo.dat, wks, dbf, xls:* Estos archivos contienen datos tabulares, dependiendo si se trabaja con dBase/FoxBase, ASCII, Lotus123, Excel, etc.

- *archivo.map:* Este archivo describe los objetos gráficos, coordenadas (x, y).

- *archivo.id:* Este archivo es una referencia de cruce que une los datos con los objetos.

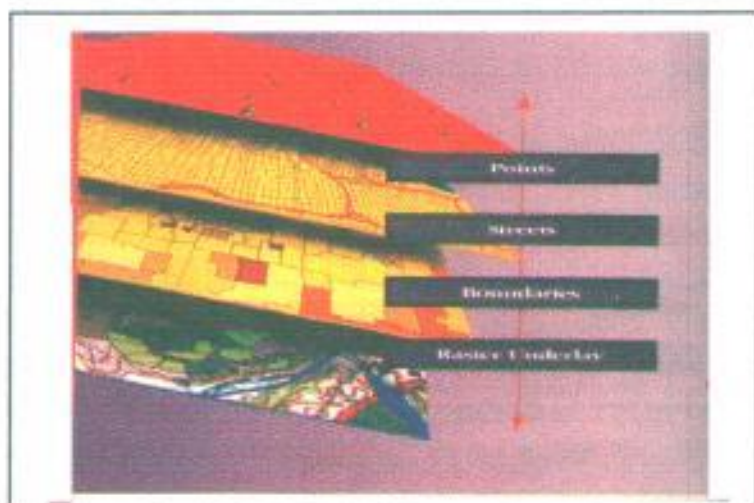
- *archivo.ind*: Este archivo permite buscar los objetos de un mapa usando el comando Buscar. Ej: para localizar direcciones, ciudades, regiones, etc., para lo cual se deben tener indexados los campos en la tabla.

Nota: A pesar de que la tabla consta de varios archivos, solamente aparece la extensión *archivo.tab* como la que describe dicha tabla.

*Construcción de un Mapa.*- Los mapas digitales están compuestos por diferentes capas. Se debe pensar en las capas como transparencias que están superpuestas una encima de otra. Cada capa contiene diferentes aspectos o temas del mapa. Cada tabla se muestra como una capa independiente. Cada capa contiene diferentes objetos del mapa, tales como regiones, puntos, líneas y texto.

Por ejemplo, una capa puede contener las provincias, una segunda los símbolos que representan las capitales y una tercera podría consistir en etiquetas de texto. Superponiendo estas capas una encima de la otra se puede construir un mapa completo. Se pueden mostrar una o varias capas al mismo tiempo.

Fig 20.- Estructura de Mapas Digitales



Se ha mencionado antes que los mapas se estructuran en capas formadas por objetos de mapa. Existen cuatro tipos básicos de objetos: Observar la figura 20.

- *Regiones*: Objetos cerrados que cubren un área determinada. Estas incluyen polígonos, elipses y rectángulos. Por ejemplo: provincias, distritos postales, áreas de ventas, etc.
- *Objetos Puntuales*: Representan las localizaciones de datos individuales. Por ejemplo, localización del cliente, restaurantes, hoteles, lugares principales de interés, etc.
- *Objetos Lineales*: Objetos abiertos que cubren una distancia dada. Estos incluyen líneas, polígonos y arcos. Ejemplos: carreteras, calles, ríos, etc.
- *Objetos de texto*: El texto que describe un mapa u otros objetos, tales como etiquetas y títulos.

Se puede tener cada tipo de objeto en una capa separada (lo más común), o se pueden combinar objetos en una misma capa. Generalmente los programas de mapeo permiten crear, editar, personalizar y mostrar estos objetos para crear todos los mapas que se consideren necesarios.

*Control de Zoom*.- A veces se desea que una capa del mapa se muestre solo a cierto nivel de zoom (acercamiento). “Control del Zoom” permite la visualización de una capa del mapa solo cuando el nivel de zoom del mapa cae dentro de una distancia prefijada.

Por ejemplo, se posee una capa de calles y una capa de códigos postales de las regiones. Cuando se especifica que el nivel de zoom disminuya hasta 15 o más kilómetros, las calles parecen una mancha negra en la ventana. Esto es porque el zoom (acercamiento o anchura de la ventana) es demasiado ancho para mostrar mapas de calles detalladas.

Utilizar “Control de Zoom” en el cuadro de diálogo Capa para hacer que MapInfo muestre la capa de calles sola cuando el zoom esta fijado a una distancia que le permita ver los detalles de las calles, por ejemplo, a menos de 8 Kilómetros.

El primer mapa no tiene activo el zoom para su capa de calles. El segundo mapa tiene activado el zoom de capas para mostrar las calles

cuando el zoom sea menor a 10 kilómetros. Por lo tanto, la capa de calles no se mostrara cuando la ventana este fijada a 25 Kilómetros.

Para establecer los niveles de zoom de una capa, en el cuadro de dialogo Control decapas, escoger el botón "Visualizar". Si muestra el cuadro de dialogo Capa, activar el cajetin de activación "Visualizar dentro de los rangos" y especificar una distancia mínima y una macima entre las que se desea mostrar al mismo tiempo. Si se ha seleccionado mas de una capa, las opciones "Visualizar", "Etiquetas" y "Temáticas" están desactivadas.

Diferentes capas de una misma ventana de Mapa pueden tener diferentes niveles de zoom. Por ejemplo, se posee una capa de calles, una capa de municipios y una capa de provincias. Se desea que la capa de calles sea visible solo cuando el nivel de zoom sea menor a 12 kilómetros. Se desea que la capa de municipios se muestre cuando el nivel de zoom este entre 30 y 300 kilómetros. Se puede poner un nivel diferente de zoom para cada capa de una ventana de Mapa.

## *DIGITALIZAR CON MAPINFO*

### *Introducción.-*

Algunas veces la única manera de disponer de un mapa en MapInfo es trazando manualmente.

Usando la capacidad de digitalizar en MapInfo podrá digitalizarse un mapa desde su soporte en papel con la ayuda de una tabla digitalizadora, registrando el dibujo como información digital o imagen vectorial (objetos con coordenadas geográficas).

Una vez que la información haya sido transferida al ordenador puede representarse el mapa en MapInfo y utilizar todas las funciones del programa.

## *Mapas Digitalizados Frente a Imágenes de Escáner*

Aunque digitalizar es un proceso que consume mucho tiempo, tiene algunas ventajas sobre las imágenes raster de escáner, particularmente si se quiere usar el mapa para realizar un análisis geográfico.

Digitalizar un mapa permite incluir tantos detalles como se quieran calcar en el mapa de papel. Cada elemento que se digitalice se convierte en un objeto de mapa que se puede editar, eliminar, personalizar o asociarlo con datos. Debido a que se identifican una serie de puntos de control en el momento de configurar la digitalización, se está creando una imagen vectorial que es similar a cualquier capa de mapa de MapInfo.

Un mapa raster es simplemente una imagen física. Es utilizada como fondo de otras capas de mapa. No se puede editar ni asociarle datos. Solo sirve para propósitos de visualización. Su principal ventaja es que se introduce rápidamente. Obtener una imagen de un escáner solo lleva unos minutos (depende de la imagen). Una vez registrada la imagen en MapInfo puede mostrarse fácilmente en una ventana de Mapa.

### *Que se requiere para digitalizar un mapa?*

Digitalizar en MapInfo requiere un equipo especial y una configuración que permita al programa reconocer la información del mapa en papel. }

*Tableta Digitalizadora.*- Para digitalizar en MapInfo se necesitara una tableta digitalizadora y un cursor. Una tableta digitalizadora es una superficie donde el usuario sitúa un mapa en papel para trazar. El cursor es instrumento con el que se traza o dibuja el mapa. Es muy parecido al mouse (ratón).

MapInfo soporta el entorno GRASS.

*Controladores para Digitalización.*- El usuario necesita un controlador o interfaces que MapInfo pueda reconocer. MapInfo soporta los siguientes controladores de digitalizador:

- VTI Tablet Interface (versión 2.10 o superior)
- Wintab

VTI permite utilizar una gran variedad de digitalizadores existentes en el mercado. Incluye un panel de control que permite al usuario configurar su digitalizador y un editor que permite acceder directamente a las funciones de menú de MapInfo desde la tableta digitalizadora. La versión 2.10 o superior también permite acumular las ordenes del digitalizador. Los usuarios que tengan la versión 1.0 necesitaran actualizarse o cambiar a Wintab. Si se ha instalado una versión antigua de VTI, MapInfo mostrara un mensaje al iniciarse y continuara en ejecución, pero con las funciones de digitalización desactivadas. El mensaje indica que la versión VTI debe ser 2.10 o superior.

Para obtener el controlador del digitalizador se debe acudir a terceros - o Digitizer Technology (para VTI), o al fabricante de la tableta (para Wintab). En la mayoría de los casos, la tabla viene con un controlador Wintab.

Digitizer Technology Company ofrece tanto venta como soporte para el Virtual Tablet Interface. Su dirección es:

Digitizer Technology Company  
 16541 Redmond Way, Suit 195C  
 Redmond, WA 98052 USA  
 Tel : (206) 868-3246

Las ultimas versiones de los controladores VTI y Wintab soportan digitalización con Windows NT y Windows 95

*Mapa fuente.*- Se puede digitalizar cualquier mapa de papel, fotografía aérea o dibujo que se pueda fijar sobre una tableta digitalizadora y calcar sus elementos manualmente.



### *Configurar el equipo de digitalización*

Conectar la tableta digitalizadora y el cursor siguiendo las instrucciones del fabricante e instalar el controlador apropiado.

Fijar el mapa en papel sobre la tableta digitalizadora. Es muy importante que el mapa no se mueva durante la sesión de digitalización, en caso contrario, todos los puntos de control establecidos quedarían inválidos.

### *Configurar el Digitalizador*

Para que los trace realizados sobre el mapa en papel puedan ser comunicados adecuadamente a MapInfo, se debe dar una cierta información sobre el mapa. Esto se hace en el cuadro de diálogo.

*Establecer Digitalizador.*- En el cuadro de diálogo se especifican los puntos de control para el mapa su proyección, las unidades adecuadas y la configuración de los botones del cursor de digitalización.

### *Proyección del Mapa*

Los mapas son dibujados usando una proyección particular, o distorsión de la superficie terrestre para mantener el listado entre los elementos reales situados sobre una superficie esférica u los mismos elementos proyectados sobre una superficie plana. Cuando se quiere digitalizar un mapa usando MapInfo se debe especificar su proyección para que el programa pueda crear un mapa digital con la misma y mantener una relación correcta entre los elementos del mapa.

No es posible cambiar la proyección después de haber comenzado la digitalización, por tanto asegurarse de especificarla correctamente al principio. Pulsar el botón "Proyección" en el cuadro de diálogo Establecer Digitalizador para seleccionar la proyección. MapInfo soporta una gran variedad de ellas. Para las fotografías aéreas usar Longitud/Latitud como proyección.

### *Unidades del Mapa*

Además de reconocer la proyección, deben especificarse las unidades de mapa utilizadas por el sistema de coordenadas. Por ejemplo, un mapa con proyección Longitud / Latitud mostrara las unidades del mapa en grados.

Si no se tienen coordenadas para el mapa, se necesitara digitalizarlo como un mapa no terrestre, lo cual significa que los puntos en la imagen tendrán solo posiciones relativas respecto a sí mismos, y no a puntos en la Tierra. Crear primero una tabla para un mapa no terrestre y mostrarla como la ventanee de Mapa activa.

Especificar el mismo tipo de unidades de mapa que coincidan con las del mapa en papel en el sector desplegable "Unidades Mapa". Los grados estarán siempre disponibles para los mapas terrestres, además otras unidades de mapa también estarán disponibles si se ha especificado una proyección para el mapa diferente a la de "Longitud-Latitud".

#### *Entrar Puntos de Control*

Para que MapInfo pueda realizar una copia digitalizada de un mapa, debe ser capaz de interpretar correctamente la posición del cursor sobre la tableta cuando se traza el mapa. Para hacerlo, primero correctamente la posición del cursor sobre la tableta y pulsar un botón del cursor. Teclar las coordenadas que corresponden a este punto en el cuadro de dialogo Establecer Digitalizador (Pulsar el botón "Añadir" y seguir las instrucciones).

Se pueden añadir, editar, cambiar o eliminar todos los puntos de control eligiendo el botón apropiado en el cuadro de dialogo Establecer Digitalizador. Un cuadro de dialogo aparece para cada botón para guiar el proceso paso por paso.

Por ejemplo, para añadir un punto de control, debemos elegir "Añadir". El cuadro de dialogo Tomar un Punto de la Tableta se muestra, pidiendo que se tome un punto en la tableta digitalizadora y que se pulse cualquier botón del lápiz gráfico. Entonces se muestra el cuadro de dialogo Añadir un Punto de Control pidiendo que se entre una etiqueta (opcional) y las coordenadas del mapa de ese punto de control. Cuando se haya completado el proceso, pulsar "Aceptar". Repetirlo para cada nuevo punto de control que se introduzca.

Tener en cuenta que se deben entrar las coordenadas en las unidades que se han especificado en el cuadro de dialogo Establecer Digitalizador. Si las unidades del mapa son en grados, asegurarse de teclear las coordenadas en grados decimales. Sobre como convertir grados, minutos, segundos a grados decimales.

#### *Editar Puntos de Control*

Para editar un punto de control, elegir el punto desde la lista de puntos de control en el cuadro de dialogo Establecer digitalizador y pulsar el botón "Editar". El cuadro de dialogo Editar un Punto de Control se muestra. Ahora se podrán hacer los cambios apropiados en la etiqueta o en las coordenadas X e Y.

También puede cambiarse la posición del punto en la tableta, en el mismo cuadro de dialogo. Por ejemplo, si las coordenadas son correctas pero se advierte que se ha pulsado sobre punto equivocado de la tableta, se puede elegir el botón "Tableta X-Y" en el cuadro de dialogo Editar un Punto de Control. Esta operación es más fácil que añadir un nuevo punto de control y eliminar el incorrecto.

También puede eliminarse un punto de control seleccionándolo en el cuadro de dialogo Establecer Digitalizador y eligiendo el botón "Eliminar". Para eliminar todos los puntos y reespecificar la proyección del mapa, elegir "eliminar Todo".

#### *Guardar Puntos de Control*

El usuario puede guardar los puntos de control en un entorno de trabajo. Esto es muy útil cuando se debe interrumpir la sesión de trabajo antes de finalizar la entrada de los puntos de control. Cuando el usuario recupere mas tarde el entorno de trabajo, MapInfo activara automáticamente el digitalizador. En algunos casos, MapInfo no será capaz de activar el digitalizador. Son las siguientes:

- Si hay menos de tres puntos de control en el entorno de trabajo. El usuario deberá entrar al menos 1 ó 2 puntos de control mas en el cuadro de dialogo Establecer Digitalizador.

- Si los puntos de control introducidos están en línea. Es necesario entrar puntos de control que estén localizados en diferentes ángulos entre sí.
- El tamaño o resolución del digitalizador ha cambiado desde que se guardó el entorno de trabajo. Será necesario entrar nuevos puntos de control al configurar el digitalizador.

Sin embargo, estos problemas no impiden que el entorno de trabajo se abra.

#### *Margen de Error en los puntos de Control*

Deben usarse al menos cuatro puntos de control cuando se digitalice un mapa en papel. Cuando se digitalizase una fotografía aérea o una imagen sin proyección, se deberán usar 30 o más puntos de control.

MapInfo usa los puntos de control para realizar una transformación precisa, de forma que los objetos sean trasladados, escalados, incluso retorcidos, para adaptarse a los puntos de control.

MapInfo determina las posiciones relativas de los puntos de control sobre la base de las coordenadas que se han introducido. Así, puede determinar donde deben estar estos puntos sobre la tableta. MapInfo calcula después un margen de error que indica la diferencia entre el lugar donde debería estar el punto en la tableta y dónde se ha introducido realmente.

El margen de error puede dar una idea de cómo será el grado de exactitud del mapa digital. Los valores de error deben ser muy pequeños, en la misma escala de resolución del digitalizador usado. En muchos casos de error es de milésimas o centésimas de centímetro. Aquellos errores que se aproximen a una décima de centímetro probablemente son demasiado grandes.

Se puede minimizar un margen de error alto aumentando los números de puntos de control y siendo tan preciso como sea posible, en el momento de especificar las coordenadas de los puntos de control. Comprobar también que se haya especificado la proyección correcta.

### *Configurar los Botones del Digitador*

Se pueden configurar los botones del cursor. Pulsar "Botones" en el cuadro de diálogo *Establecer Digitalizador*. Este cuadro de diálogo indica al usuario la posibilidad de elegir el botón del digitalizador que se desee utilizar como botón principal y aquel que quiera emplear para hacer doble pulsación.

Si se tiene sólo un botón en el cursor o lápiz electrónico, puede usarse tanto para dibujar como para completar polilíneas y polígonos. Una pulsación entrará un punto cuando se dibuje un objeto. Nota: Si se usa el mismo botón para la única pulsación, MapInfo puede confundir pulsaciones individuales rápidas con una doble pulsación.

### *Modo Digitalizar*

MapInfo activa automáticamente el modo digitalizar después que el usuario haya entrado tres o más puntos de control. No sólo lo activa automáticamente, sino que además con las capacidades adicionales disponibles en modo digitalizar, casi no tendría sentido desactivarlo. El modo digitalizar ya no "bloquea" al usuario. No es necesario salir del modo digitalizar para hacer algo más. Ahora se puede realizar cualquier cosa en modo digitalizar como si estuviera utilizando el ratón normal; abrir tablas o ventanas, usar cualquiera de las herramientas, usar el ratón, etc...

Sin embargo, es posible todavía activar y desactivar el modo digitalizar con la tecla (D). De manera similar a cuando se han guardado puntos de control en un entorno de trabajo, MapInfo no activará el modo digitalizar si sólo se han entrado uno o dos puntos de control, o si los puntos de control están en línea.

A continuación se explican más detalles sobre el modo digitalizar.

### *Usar Herramientas con el Digitalizador*

El usuario puede usar cualquiera de las herramientas con el digitalizador. No se está limitado a las herramientas de la paleta de *Dibujo* como en la versión 3.0. Ahora, por ejemplo, se puede hacer un zoom sobre el área que se está digitalizando con la herramienta *Zoom +*, usar la herramienta

*Regla* para medir distancias, o añadir nudos, etc., sin necesidad de salir del modo digitalizar.

#### *Cursor del mouse (ratón)*

Ahora se puede utilizar el mouse y el digitalizador al mismo tiempo. El ratón está siempre activo cuando el modo digitalizar está activo. Por tanto, ya no es necesario salir del modo digitalizar para usar el ratón. El cursor del ratón es siempre visible, y puede ser controlado en cualquier instante por él. Su apariencia depende de la herramienta que esté seleccionada.

También se puede controlar el ratón con el digitalizador usando la capacidad de controlador de emulación, del ratón (que deberá ser configurado fuera de MapInfo). Si el modo digitalizar está desactivado, o si el modo digitalizar está activado y una ventana de Mapa no lo está, es el digitalizador quien controla el ratón. Si una ventana de Mapa está activa y el modo digitalizar está activado, el digitalizador controla el cursor.

#### *Cursor del Digitalizador*

El cursor del digitalizador es ahora una amplia cruz que cubre todo el ancho y largo de la ventana de Mapa. Su apariencia no cambia para indicar que herramienta está seleccionada. Será siempre una cruz, siendo más fácil verla.

El cursor de los digitalizados es siempre visible mientras una ventana de Mapa esté activa. Por ejemplo, si se abre una ventana de listado mientras se está en modo *digitalizar* y se trabaja sobre el listado, el modo *digitalizar* seguirá activado. Pero dado que la ventana activa es un listado, el cursor del digitalizador no será visible.

La barra de estado sólo muestra la localización del cursor si el usuario lo ha configurado (*Mapa-Opciones*). Este aspecto es diferente a la versión 3.0, donde la localización del cursor siempre se mostraba en la barra de estado mientras el modo digitalizar estuviera activado.

### *Digitalizar un Mapa*

Una vez se han especificado los puntos de control, proyección y unidades de mapa, y se ha determinado que el margen de error de los puntos de control es aceptable, se estará en condiciones de digitalizar un mapa:

Para empezar a digitalizar:

1. Hacer activa la ventana de Mapa y hacer editable una capa.
2. Escoger cualquier herramienta.
- 3.- Elegir Mapa – Cambiar Vista, especificar el zoom de la ventana de mapa y hacerla más grande que el área del mapa que se está digitalizando. De esta manera podrá verse siempre el cursor mientras se digitaliza.
- 4.- En el cuadro de diálogo Cambiar Vista, especificar las coordenadas X y Y de un punto, generalmente el situado en el centro del mapa que se va a digitalizar.
- 5.- Pulsar "ACEPTAR". La ventana de Mapa muestra ahora aproximadamente la misma área que el mapa en papel. Si el usuario ha entrado al menos tres puntos de control en el cuadro de diálogo Establecer digitalizador, el modo de digitalizar deberá estar activado, y el cursor del digitalizador deberá aparecer en la ventana de Mapa. En caso contrario, pulsar la tecla (D) para activar el modo digitalizar. La cruz del cursor se convierte en una cruz con un círculo.
- 6.- Comenzar a trazar el mapa.

Una vez digitalizados los mapas estarán listos para ser cargados en los programas de mapas como en este caso el Mapping Program: "Streets".

Con todo lo explicado en relación a los mapas digitales, se espera haber cubierto casi de manera detallada con todos los procesos involucrados en un sistema de Localización Automática de Móviles combinado con un sistema de Radiocomunicaciones

## 6.- Costos de Implementacion de un Sistema Automático de Localización

A continuacion se detallaran los costos aproximados que se incurren en integrar un sistema de localizacion automatica de mobiles utilizando el GPS con un sistema de radiocomunicaciones.

Para este efecto dividire en dos grupos los gastos: Hardware y Software. Tambien se asumira que 10 mobiles seran controlados con este sistema.

### *Hardware:*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripcion de Equipos</b>	<b>Precio Total (USD)</b>
1	Computador PC Host: Pentium 300 Mhz 64 Mb Ram Monitor a colores SVGA 19" Tarjeta de video alta resolucion 2MB Diskettera de 3.5" 1.44 Mb Disco Duro 4.5 Gb CD ROM 24x Teclado, Mouse, etc	2500,00
11	Radios Motorola SM 50 25 watts Incluye antenas 3 db Cables, conectores	5500,00
1	RMI 1000(incluye fuente poder 12v 10amp)	1000,00
10	RMI 350	10000,00
1	Tabla Digitalizadora Calcomp (en caso de ser necesario para el proyecto)	3000,00
*	Instalacion,cables conectores, etc	1500,00
	<b>TOTAL</b>	<b>23500,00</b>



*Software:*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripcion de Programas</b>	<b>Precio Total (USD)</b>
1	RFhost Program (recibe datos gps de los mobiles y los envia a Streets program)	2000,00
1	Mapping Program: Streets (recibe gps data del RFhost program, los procesa y los displaya en los mapas digitales cargados previamente en el)	4000,00
1	Mapas Digitales (Ecuador y Guayaquil)	7000,00
*	Edicion, Actualizacion, Mantenimiento de Mapas	1000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>14000,00</b>

Como se puede apreciar los costos aproximados rodean los \$40000,00, cabe mencionar que en estos valores no se ha considerado los gastos ocasionados por Investigacion, pruebas, afinamiento, etc, que estimo bordean los \$20000,00. Es decir que un proyecto de este tipo involucra una cantidad considerable de alrededor de \$60000,00

Por otro lado tambien cabe mencionar que se pueden hacer una serie de cambios al sistema dependiendo de las necesidades del usuario, lo que involucraria un gasto adicional por conceptos de programacion y seteo de los mismos.

## 7.- Conclusiones y Recomendaciones

Debo confesar que involucrarse en un tipo de proyecto como este implica una gran cantidad de esfuerzo, tanto mental como físico, estar dispuesto a indagar en tecnologías de mapas digitales, que realmente nunca me hubiese imaginado que serían de suma importancia para este proyecto, además de estar en una constante investigación de productos, tanto de hardware como de software, y seleccionar los mejores para hacer una integración de los mismos con el objeto de obtener un Sistema Automático de Localización de Móviles.

Por otro lado, lo anterior debe también tener la perspectiva del negocio, es decir que el investigador o integrador de tecnologías debe considerar el mercado al cual dirigirá sus grandes esfuerzos para lanzar el nuevo producto revolucionario que casi con seguridad será uno de los pocos proyectos de este tipo en el mercado, y que para tener éxito debe medir los pros y los contras del mismo.

Por consiguiente también es muy importante considerar el costo beneficio que representa el invertir en un sistema de esta naturaleza, para lo cual me he permitido exponer con mucha objetividad las ventajas y desventajas de estos sistemas.

### *Ventajas:*

- Controlar en tiempo real una flota de móviles, lo cual reduce costos y mejora la productividad del negocio.
- Importante como medida de seguridad para prevenir robos o usos indebidos de los móviles
- Ideal para optimización de rutas, lo que permite una mayor eficiencia en entrega de mercaderías, etc.
- Muy utilizado en la movilización de buses de turismo y en compañías de renta de vehículos.
- Se aprovecha el uso gratuito del sistema GPS.
- Etc.

### *Desventajas:*

- El grado de exactitud del sistema GPS y de la cobertura de radio crea problemas para ciertas aplicaciones de seguridad.
- En estos sistemas tanto la antena GPS, como la antena de radio son muy susceptibles a la manipulación, y por ende al fracaso del sistema, ya que si estas son obstruidas, no habrá señales en el centro de control (PCHost).
- La utilización de mapas digitales en estos sistemas crea un problema muy serio, si los mapas no tienen las características requeridas para usarse con los Mapping Software, y además debe haber un control de calidad, y corrección de mapas, de lo contrario los móviles aparecerán en otros puntos del mapa y no representara la realidad.
- Etc.

Por otro lado recomiendo el trabajo en equipo de un grupo de profesionales en las áreas involucradas: GPS, Transmisión de datos, Mapas Digitales, Programación, Electrónica, Marketing, etc. . que, planifiquen la integración de estas tecnologías de principio a fin, de lo contrario se creara un problema de dependencia de una sola persona que tendrá toda la responsabilidad de un sistema como este.

Es de suma importancia justificar el factor costo-beneficio en este tipo de proyecto, ya que esto daría la pauta de hacer o no el proyecto, creo firmemente que el proyecto es sumamente justificable ya que el costo es mínimo comparado con los beneficios a obtenerse ya sea que el sistema sea para uso propio de una organización o para mercaderarlo como tal.

Con respecto al sentido de mercaderar el sistema cabe recalcar que es imprescindible contar con un sistema adicional de reportes que nos dé el histórico del recorrido ya sea en forma impresa o por pantalla, del o los vehículos, ya sea por día, semana, mes, etc., según las necesidades del cliente y que además incorpore el calculo de los gastos operacionales involucrados con el recorrido, de tal forma que pueda ser comparado con los valores gastados en la realidad, y así poder optimizar los recursos de

la empresa y minimizar los gastos incurridos en las operaciones de la empresa.

Espero haber podido darle un enfoque realista de todo el trabajo que he realizado en la integración de diferentes tecnologías para poder finalizar con este proyecto de Localización Automática de Móviles. , y al cual me he permitido hacerle las sugerencias y recomendaciones del caso en forma muy objetiva, con el animo de prevenir y corregir errores a fin de optimizar el sistema de tal forma que el usuario final se sienta satisfecho con un producto de tal naturaleza.

Con lo anteriormente expuesto espero contribuir de alguna forma con mi experiencia reflejada en estos años de arduo trabajo a futuras y exitosas generaciones de nuestra querida confraternidad de profesionales politécnicos.

## BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACION

- 1.- The Global Positioning System and GIS  
Autor: Michael Kennedy, University of Kentucky  
Ann Arbor Press, Inc. 1996
- 2.- Global Positioning System Overview  
Sitio Web: [www.utexas.edu](http://www.utexas.edu) (Texas University Web Site)
- 3.- Manuales Tecnicos Consultados:
  - 3.1.- MapInfo (Advanced Course)
  - 3.2.- Mapping Program "Streets"
  - 3.3.- Kantronics Corp. (RF Modems)
  - 3.4.- Datalink Technical Papers
  - 3.5.- Motorola (SM-50 & GM-300) manuales tecnicos