

# **"SISTEMA AUTOMÁTICO DE LOCALIZACIÓN EN EL ECUADOR COMBINANDO EL GPS CON SISTEMA DE RADIO COMUNICACIÓN"**

Hector Porras P.<sup>1</sup>, Jaime Santoro D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Egresado Facultad de Ingeniería Eléctrica de la ESPOL 1985

<sup>2</sup> Director Informe Técnico, Ingeniero Electrónica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1985, Profesor de ESPOL desde 1987

## **RESUMEN.-**

Los objetivos principales son tener una idea general del Sistema de Posicionamiento Global GPS, de sus aplicaciones y además de enfocar la aplicación de un Sistema de Localización Automática en el Ecuador, combinando el GPS con un Sistema de Radiocomunicaciones.

El propósito de este informe técnico, es poder dar una guía casi detallada de cómo implementar un Sistema de Localización Automática en el Ecuador, basado específicamente en experiencias propias en estos tipos de sistemas y de cómo se integran varias tecnologías tan diferentes como GPS, Radiocomunicaciones, Programas de Mapas, Mapas Digitales, etc., para tener otro sistema capaz de monitorear en tiempo real el movimiento de móviles y estos ser visualizados en un computador en mapas digitales, lo cual daría lugar a varias aplicaciones de importancia en la actualidad.

Esto permitiría tener un mejor control del recorrido de flota de vehículos, dependiendo del área o región a ser cubierta por el sistema de radio comunicaciones involucrado.

## **INTRODUCCION.-**

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 Publica, en Mapas Inteligentes o Georeferenciados, etc. y por supuesto en múltiples aplicaciones militares, un claro ejemplo de esta ultima 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.

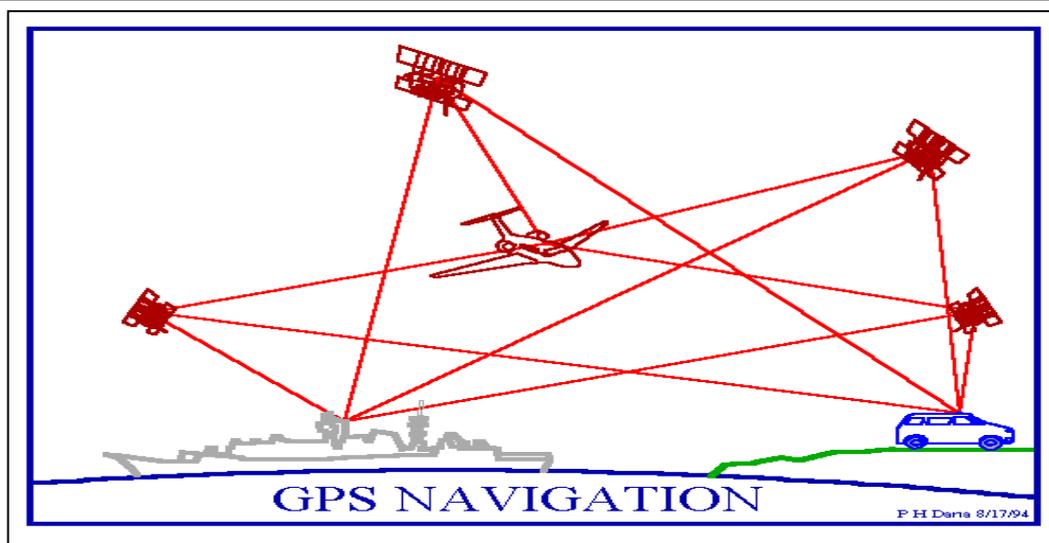
### **CONTENIDO.-**

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.

A continuación se presenta el diagrama general de un sistema de localización automática usando GPS.

**Fig 1.-Diagrama General: Sistema Localización Automática con GPS**

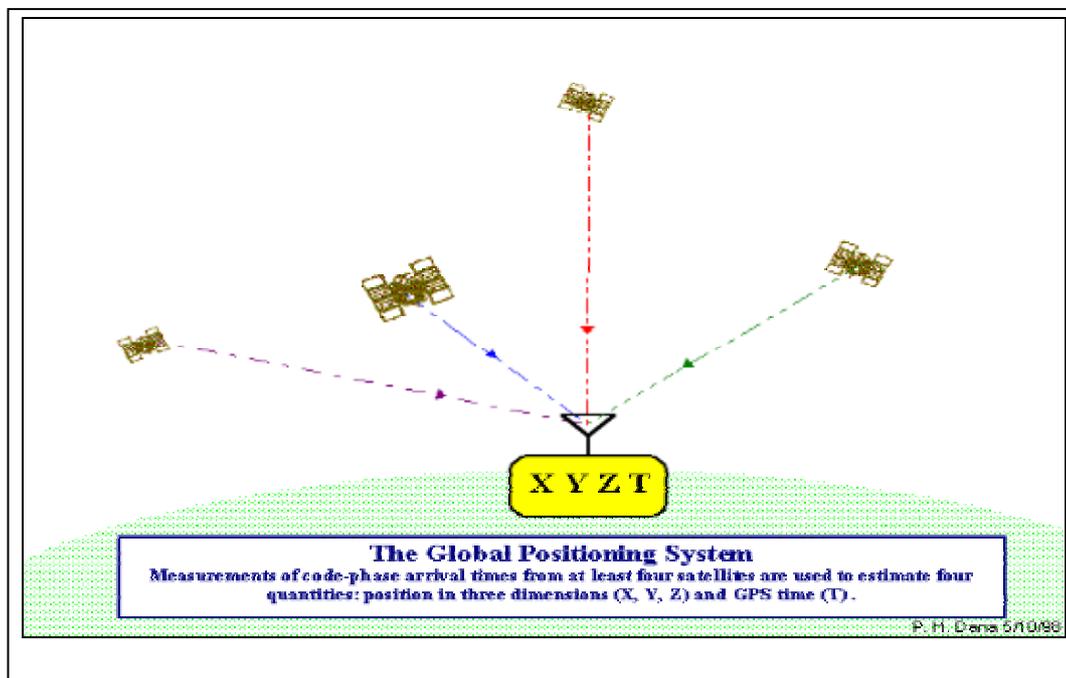


Se puede observar claramente que al menos 4 satélites GPS están siendo traqueados por los receptores GPS tanto del barco, avión como del carro. Estas lecturas serán luego procesadas y enviadas mediante una red de Radio comunicaciones (VHF o UHF), y estas a su vez serán procesadas para luego ser vistas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

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 2.- 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 trilateracion calcula su posición exacta en el globo terráqueo, dando como resultado la siguiente lectura típica.

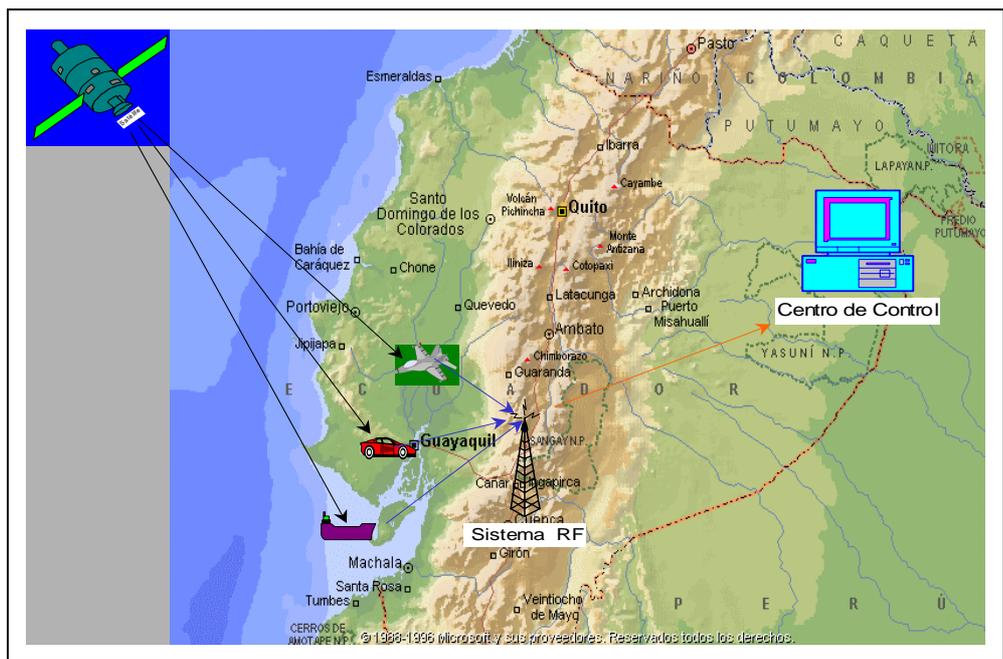
**GPS DATA:**

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|FFFFFFF7F
N10|20|-2.22361731|-79.89001567|154822|4800FF|FEFFFEFD
N07|10|-2.21260825|-79.89701093|154849|4800FF|FFFFFFF7E
```

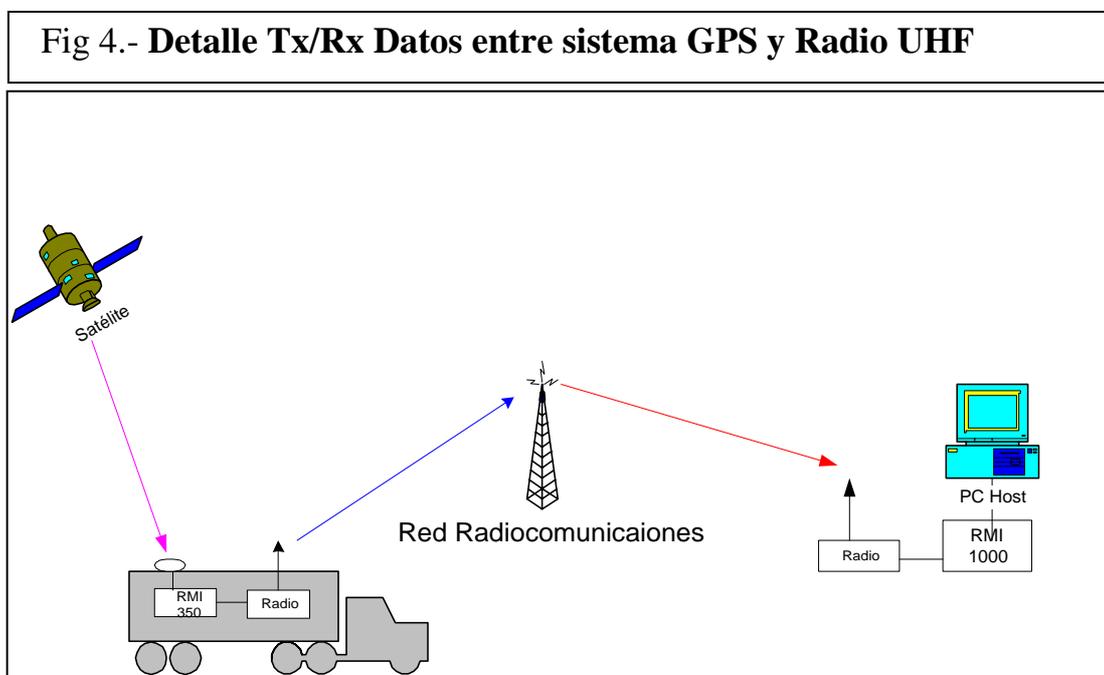
Sistema GPS-Radio Comunicaciones.- A continuación se presenta el diagrama general del sistema GPS combinado con un sistema de Radio Comunicaciones.

**Fig 3.- 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 vía 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.

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.

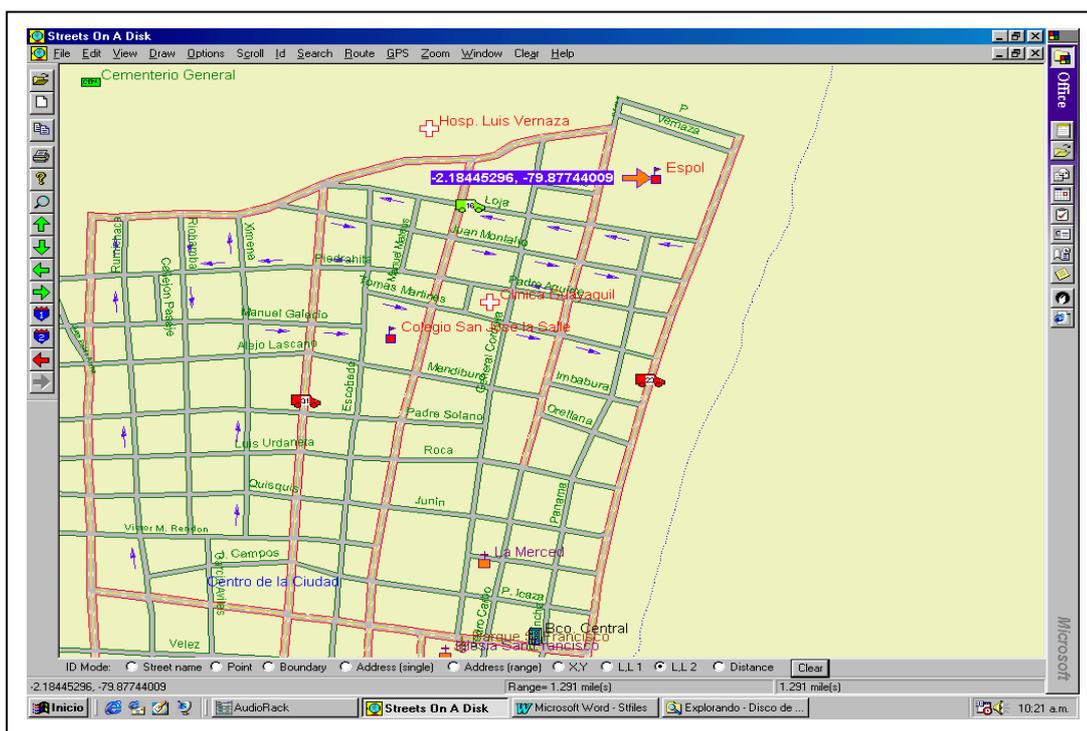


Para poder recibir los datos gps en forma de icono, se procede a setear el programa "Streets", para que todos los datos enviados por el RFHost sean capturados y mostradas sus posiciones en la pantalla en los mapas digitales.

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 5.- Programa "Streets" con mapa de Guayaquil cargado**



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-**

En este capítulo me permito dar mis puntos de vista tales como: recalcar lo difícil de involucrarse en un tipo de proyecto como este, que implica un gran esfuerzo de indagar en tecnologías nuevas y desconocidas como GPS, Programas de Mapas, Mapas digitales, etc. 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.

He tratado de darle un enfoque realista de todo el trabajo que he realizado en la integración de diferentes tecnologías para poder finalizar con este sistema. , y al cual me he permitido hacerle las sugerencias y recomendaciones del caso en forma muy objetiva, con el ánimo 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. También he manifestado de manera clara las ventajas y desventajas que ofrece el mismo

Con esto espero contribuir de alguna forma con mi experiencia reflejada en estos años de arduo trabajo a futuras y exitosas generaciones de nuestra querida confraternidad politécnica, de la cual me siento muy orgulloso de pertenecer a ella.

## **REFERENCIAS.-**

- 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