

“CONTROL DE POSICIONAMIENTO DE VEHÍCULOS REMOTOS A TRAVÉS DE LA TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL DE GPS”

Jorge Velasco Castañeda¹, John Vera Mora², Rebeca Estrada Pico³

RESUMEN:

El proyecto abarcó el diseño de un software que permita manejar la información transmitida por un helicóptero vía UHF y la enviada por el sistema GPS para la automatización del cálculo de marcación y distancia desde el buque propio al buque blanco.

Además del diseño de una interfaz que permita recibir la información de el rumbo de la unidad de la Red de Datos Nave, así como el envío de datos de marcación relativa y distancia a la Instalación de Tiro Ligerero (ITL),

Esta modernización permitirá que el lanzamiento transhorizonte del misil EXOCET MM-40 se realice de una manera más rápida y precisa, ahorrando tiempo valioso en caso de un enfrentamiento real, ya que de esos segundos depende que una situación de conflicto se incline a nuestro favor.

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es una herramienta de mucha utilidad en nuestros días, ya que su uso se ha diversificado en todos los campos, cuando hace pocos años sólo se utilizaba militarmente. El sistema GPS permite que a través de satélites, un receptor ubicado en cualquier parte

¹Ingeniero Eléctrico en Electrónica 2001.

²Ingeniero Eléctrico en Electrónica 2001.

³Director de Tesis, Ingeniero en Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1995, Maestría en Telecomunicaciones en México, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Mayo 1998, Profesor de la ESPOl desde 1998.

del mundo obtenga en coordenadas terrestres, la posición geográfica de su ubicación. Es tan importante conocer la posición exacta donde uno se encuentra, donde una estación (o varias estaciones) está ubicada geográficamente para así tener un control constante, o para que nos dé información de la posición de un sitio en particular. Por esto se ha diseñado este sistema que consiste de una estación remota, la cual transmite su posición obtenida del GPS, y una estación base, que recibe esa información y la procesa para permitir llevar el control de la posición de la estación base.

Este proyecto surgió de la necesidad de conocer la posición de un buque enemigo a través de la información enviada por un helicóptero hasta un buque de nuestra fuerza, de tal manera de que este último nuestro sepa la posición exacta del otro. Pero más adelante se determinó que esto también tiene muchas aplicaciones en el campo comercial.

CONTENIDO:

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema consiste una estación remota, la cual debe estar equipada con un sistema de posicionamiento global (GPS), un equipo de comunicaciones (radio-módem) y una antena; y una estación base, la cual debe poseer un receptor, un módem y un computador con el software de control.

El sistema permite realizar lo siguiente :

- Despliega en la pantalla del computador de la estación base, la posición actualizada de la estación remota.
- Muestra gráficamente la posición de la estación remota en una carta digitalizada.
- Almacena la información histórica de la posición, hora y velocidad y cualquier otra información que se desee de la estación remota.

- Permite control de rutas seguidas por la estación remota durante una travesía.

Un diagrama esquemático del sistema se observa en la figura No. 1

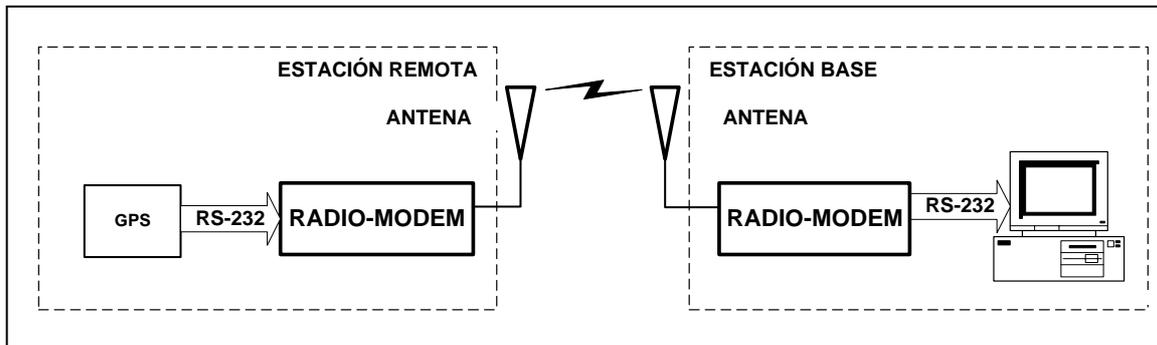


Figura No. 1 Diagrama en bloques del sistema

2. ¿Qué es el GPS?

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS - Global Positioning System) es un sistema de navegación y posicionamiento a nivel mundial, que está conformado por una constelación denominada NAVSTAR, de 24 satélites en constante movimiento en órbitas alrededor de la tierra, una red de estaciones de control en tierra y equipos receptores de navegación y posicionamiento para usuarios.

La constelación NAVSTAR consiste de 24 satélites orbitando el planeta en un tiempo aproximado de 12 horas, en seis planos orbitales, los cuales están a aproximadamente 10900 millas náuticas sobre la tierra, y una declinación de 55 grados desde el ecuador.

Estos satélites transmiten información muy precisa de tiempo y posición, la cual es utilizada por un receptor GPS para triangular un fijo de posición. Para que el receptor determine la posición con respecto a la tierra,

requiere conocer la ubicación de por lo menos tres satélites con respecto al receptor. El almanaque interno del receptor indica cuáles satélites están a la vista en una posición dada. Por lo tanto, se requiere ingresar la localización aproximada, fecha y hora, lo cual se denomina inicializar el receptor, lo cual servirá como punto de referencia para que el receptor seleccione los mejores satélites que pueda utilizar.

Cada satélite transmite su localización precisa en posición y elevación, y el tiempo de inicio de transmisión. Un receptor GPS obtiene esa señal, luego mide el intervalo entre la transmisión y la recepción de la señal para determinar la distancia entre el receptor y el satélite. La posición (en latitud, longitud y altura) puede ser determinada una vez que el receptor ha calculado la distancia con por lo menos tres satélites. El sistema provee una cobertura continua, de 24 horas y en 3 dimensiones (posición más elevación), en cualquier lugar de la tierra.

El sistema GPS fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD) para proveer una información de navegación confiable y consistente que no es afectado por las rugosidades del terreno ni por el mal tiempo, y es altamente resistente a errores de trayectorias múltiples [multipath] e interferencia. El DoD administra y controla el Sistema de Posicionamiento Global. A pesar de que el GPS se desarrolló como un sistema de navegación militar, su uso civil y comercial surgió como una necesidad. Debido a esto, hasta hace pocos meses, los satélites transmitían en dos códigos, seleccionados a través de la disponibilidad selectiva, un código encriptado de uso solamente militar (PPS) y un código de acceso civil (Standard Positioning Service - SPS), el cual es menos preciso que el anterior ya que la disponibilidad selectiva introducía un error. Pero sin embargo, a partir de mayo del presente año, esta disponibilidad selectiva fue eliminada, por lo que todos los receptores pueden recibir la misma precisión, dando lugar a que el error máximo de posición sea de aproximadamente 10 mts.

Cada satélite transmite dos tipos de datos, almanaque y efemérides astronómicas [diario]. Datos de almanaque es información general de localización aproximada y estado [health] de cada satélite en la constelación. Puesto que contiene información general, un almanaque puede ser acopiado de cualquier satélite. Un receptor con un almanaque actualizado en su memoria conoce en qué lugar en el cielo buscar los satélites, dada su última posición conocida, la hora y la fecha. Datos de efemérides astronómicas es información de posición precisa de los parámetros orbitales del satélite que es usada para determinación de la distancia. Cada satélite transmite sus propios datos. Tanto los datos de almanaque y de efemérides son requeridos por un receptor GPS para localizar y adquirir satélites rápidamente y calcular un fijo de posición.

La mayoría de receptores GPS transmiten la posición calculada y otras informaciones obtenidas a través de una salida diferencial que tiene las características eléctricas de una interfaz RS-422 y utiliza el estándar NMEA 0183.

3. El Estándar NMEA 0183

El estándar NMEA 0183 fue desarrollado en 1983 por la Asociación Electrónica Marítima Nacional de los Estados Unidos (NMEA - National Maritime Electronics Association), el cual es utilizado para enviar información digital entre diversos instrumentos de navegación electrónicos. El estándar NMEA 0183 define los requerimientos de las señales eléctricas, el protocolo de transmisión de datos y los formatos de sentencias específicas. Los datos son emitidos en transmisión serial, asíncrona, a una velocidad de 4800 baudios, 8 bits de datos, sin paridad, y un bit de parada (4800, 8, N, 1). Esta configuración es aceptada por diferentes equipos y aplicaciones de software.

La interfaz utilizada es compatible con RS-422, por lo que la transmisión de datos se realiza sobre un par, de manera diferencial, por lo que no tiene referencia a tierra y son más inmunes al ruido. Esto permite

conectar un transmisor y hasta 10 receptores sobre la misma línea, lo que permite que varios equipos puedan recibir la transmisión dada.

Hay diversas sentencias del estándar NMEA 0183, cada uno de los cuales tiene diferentes aplicaciones. Todos los mensajes empiezan con el símbolo "\$" y terminan con los caracteres retorno de carro [cr] y avance de línea [lf]. Los cinco caracteres que siguen al símbolo "\$" conforman el campo de dirección. Los dos primeros identifican al transmisor y los tres siguientes la sentencia transmitida.

El formato general de las sentencias es :

\$ttsss,aaaaaa,bbbbbb,cc,dddddd,ee,f,g,h [cr][lf]

donde,

tt son los caracteres que identifican al transmisor (GP para el GPS)

sss son los caracteres que identifican a la sentencia (GGA para posición)

los demás son campos de información, los cuales están separados por comas

Las sentencias más utilizadas por el GPS son las siguientes :

Sentencia GLL	Posición en latitud y longitud derivada del GPS
Sentencia GGA	Posición GPS en latitud y longitud y calidad
Sentencia VTG	Velocidad y rumbo sobre tierra
Sentencia ZDA	Fecha , Hora y Zona
Sentencia ZLZ	Tiempo y hora de zona

4. Componentes Del Sistema

Para que el sistema pueda realizar lo anteriormente indicado, requiere los componentes que se detallan en la tabla I.

Tabla I Componentes del Sistema

Componentes	Ubicación
Receptor GPS	Estación Remota
Transmisor VHF-HF	Estación Remota
Módem	Estación Remota
Antena	Estación Remota
Receptor VHF-HF	Estación Base
Módem	Estación Base
Computador	Estación Base
Antena	Estación Base

Todos los componentes se pueden adquirir en el mercado internacional, a precios módicos, y el software de control que debe ir en el computador ha sido desarrollado por nosotros.

4.1 *Receptores GPS*

No es muy complicado conseguir receptores del sistema GPS en el mercado, los hay de diversos tipos, marcas y modelos, con características que se pueden adaptar a los requerimientos del usuario, sea para uso marino, aéreo o terrestre. Lo importante para que el GPS sea válido para nuestro sistema es que tenga la salida serial correspondiente al estándar NMEA 0183 descrito anteriormente.

4.2 Equipos de Comunicaciones

Para la transmisión de datos, debe utilizarse un módem y un equipo de radio, siendo lo más aconsejable la utilización de equipos que trabajen en la banda de frecuencia VHF. Pero en caso de que el alcance no lo permita, se deberá utilizar equipos HF. La ionósfera es transparente para las ondas electromagnéticas con frecuencia VHF, por lo que no se produce interferencias debido a la reflexión con la atmósfera. Pero la transmisión llega hasta la línea de vista, por lo que hay que considerar la curvatura de la tierra. Esta frecuencia es ideal para el caso de móviles aéreos.

Cuando se utilice equipos HF, hay que considerar que habría reflexión en la ionósfera y en la superficie de la tierra, lo que atenúa considerablemente la señal.

Como se va a realizar transmisión de datos, es necesario verificar que los equipos transmisores y receptores a utilizarse tengan capacidad para modulación digital, caso contrario se requiere de un módem, el cual debe ser compatible con los transmisores y receptores.

4.3 Computador

El computador requerido para el sistema puede ser uno personal de escritorio o uno portátil, el cual debe tener por lo menos las siguientes características para que el software de control pueda ejecutarse sin ningún problema :

- Procesador Pentium de 100 MHz
- 16 MB de RAM
- 1 GB de disco duro libre

4.4 Software de Control

Como el software de control está desarrollado en Visual Basic, se requiere el sistema operativo instalado en el computador sea por lo menos Windows 95.

El software de control diseñado está conformado por varias subrutinas, a saber :

- Subrutina de captura de datos y presentación de posición
- Subrutina de presentación gráfica en mapa digitalizado
- Subrutina de almacenamiento de datos

Para obtener la información de posición del GPS a través de la señal recibida, el software debe recoger los datos del puerto COM1 y debe separar los datos recibidos por campos, identificar si es la sentencia correspondiente GGA, luego de los campos obtener los datos y transformarlos a caracteres para poder ser presentados en pantalla. El diagrama de flujo de la esta subrutina se puede observar en la figura No. 2

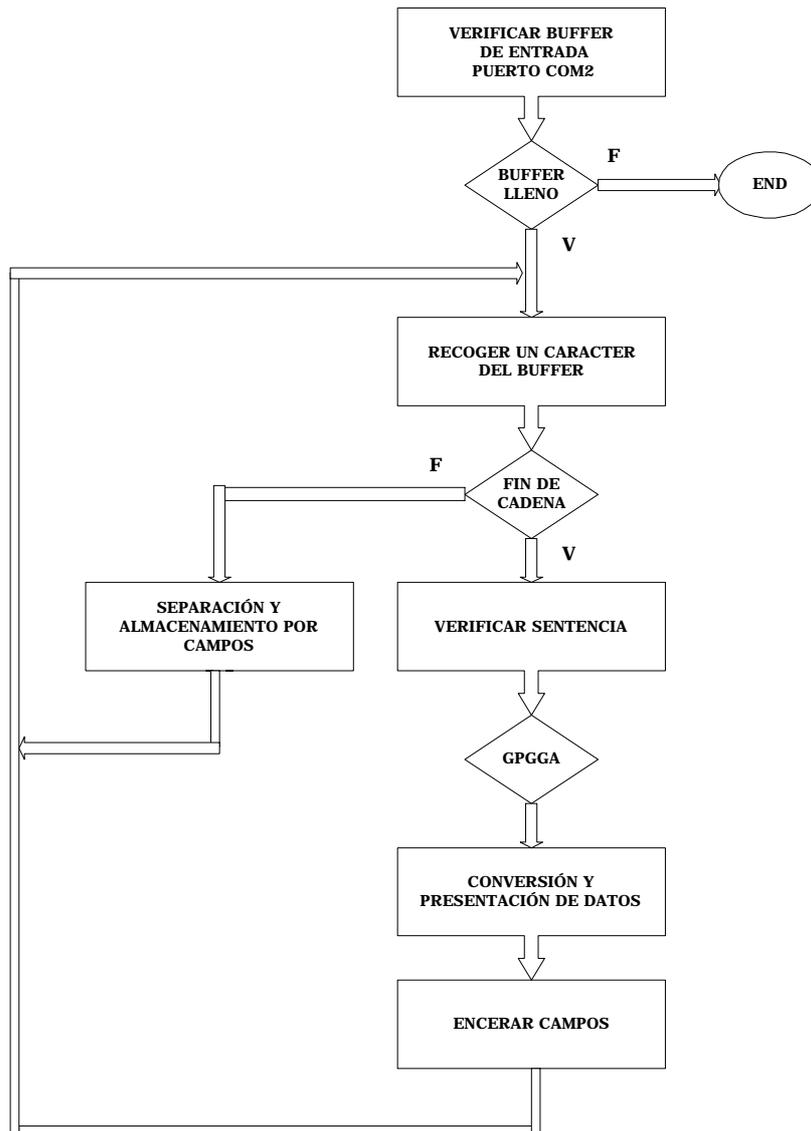


Figura No. 2 Diagrama de flujo de subrutina

El software de control recibirá información del vehículo remoto vía enlace de radio y, a través del módem ingresará por el puerto COM1 del computador.

El software procesará la información y presentará en pantalla la posición geográfica en latitud y longitud en forma de texto, y además en un mapa digitalizado aparecerá un círculo que indicará la posición del vehículo, tal como se puede apreciar en la figura No. 3

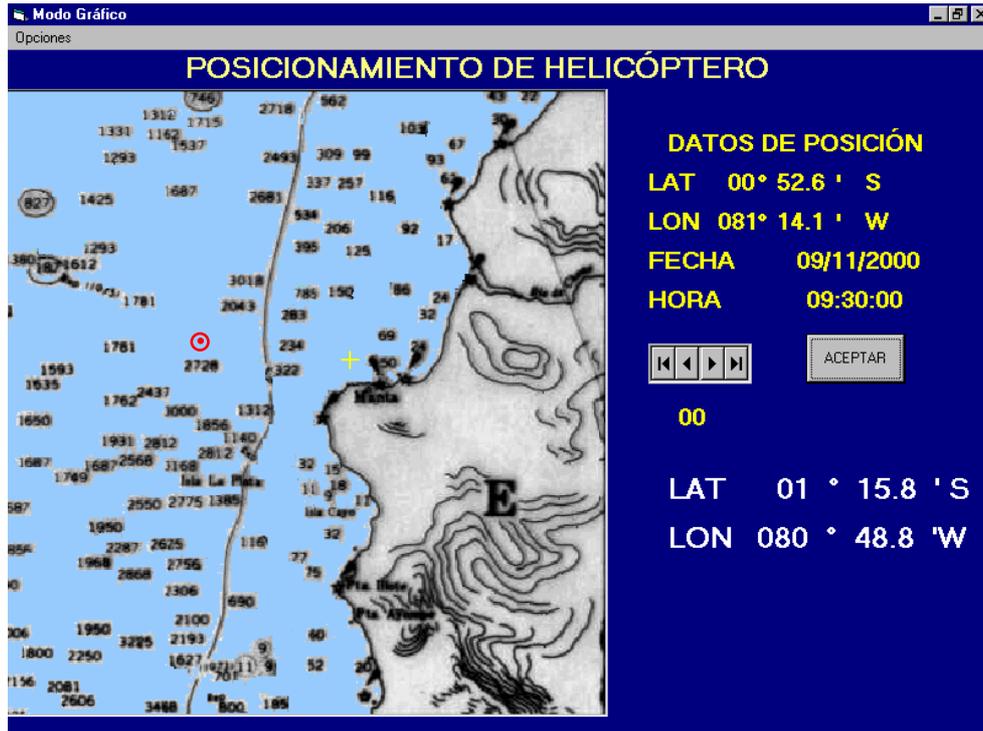


Figura No. 3 Formulario del Modo Gráfico

Además el software permitirá almacenar en una base de datos, las posiciones obtenidas de la estación remota en un intervalo de tiempo definido por el usuario, tal como se puede observar en la figura No. 4.

Cabe indicar que en el caso de existan varias estaciones remotas, en las mismas deben haber circuitos con microprocesadores o microcontroladores con entrada y salida para interfaces RS-232 (también puede utilizarse computadores si el caso lo amerita), con el fin de etiquetar con alguna identificación a cada estación y sincronizar las transmisiones de tal manera que de que dos estaciones no transmitan al mismo tiempo.

	A	B	C	D	E	F	G
1	DATO	FECHA	HORA	LATITUD	LONGITUD		
2	1	08/11/2000	16:53:36	2°20'41S	80°54'1W		
3	2	08/11/2000	16:54:10	2°20'41S	80°54'1W		
4	3	08/11/2000	16:54:14	2°20'41S	80°54'1W		
5	4	08/11/2000	16:54:17	2°20'41S	80°54'1W		
6	5	08/11/2000	16:54:20	2°20'41S	80°54'1W		
7	6	08/11/2000	16:55:58	2°20'41S	80°54'1W		
8	7	08/11/2000	16:56:13	2°20'41S	80°54'1W		
9	8	08/11/2000	16:56:21	2°20'41S	80°54'1W		
10	9	08/11/2000	16:56:30	2°20'41S	80°54'1W		
11	10	08/11/2000	16:57:14	2°20'41S	80°54'1W		
12	11	08/11/2000	16:57:23	2°20'41S	80°54'1W		
13	12	08/11/2000	16:59:20	2°20'41S	80°54'1W		
14	13	08/11/2000	16:59:24	2°20'41S	80°54'1W		
15	14	08/11/2000	16:59:30	2°20'41S	80°54'1W		
16	15	08/11/2000	16:59:37	2°20'41S	80°54'1W		
17	16	08/11/2000	17:04:54	2°20'41S	80°54'1W		
18	17	08/11/2000	17:05:05	2°20'41S	80°54'1W		
19	18	08/11/2000	17:05:11	2°20'41S	80°54'1W		
20	19	08/11/2000	17:05:12	2°20'41S	80°54'1W		
21	20	08/11/2000	17:07:05	2°20'41S	80°54'1W		
22	21	08/11/2000	17:08:21	2°20'41S	80°54'1W		
23	22	08/11/2000	17:08:22	2°20'41S	80°54'1W		
24	23	08/11/2000	17:08:23	2°20'41S	80°54'1W		

Figura No. 4 Base de Datos de las Posiciones

5. APLICACIONES

Puede ser utilizada por pesqueros, en donde la estación remota sería un helicóptero, el cual, al encontrar un banco de peces, informaría de esta situación a la estación remota, a la vez que le pasa la información de la posición a través del enlace de datos.

Puede ser usada por los mismos barcos pesqueros, que transmitirían su posición actualizada a una estación en tierra que lleve tendría el panorama completo de la ubicación de la flota pesquera.

Las flotas de buques mercantes pueden utilizarlo para tener posicionados a todas sus embarcaciones alrededor del mundo, pudiendo llevar incluso una estadística de las rutas seguidas y el tiempo de travesía entre un puerto y otro.

CONCLUSIONES:

El manejo de la señal del GPS no es algo tan complicado y nos permite obtener en todo momento la posición geográfica en coordenadas terrestres de la ubicación del receptor.

La transmisión de esta señal a través del enlace de radio permite que en una estación base se tenga una posición actualizada de una o varias estaciones remotas, lo que permite un control a distancia de las mismas.

Las facilidades que presta el software diseñado, le permite ser utilizado en diversas aplicaciones, ya que puede adaptarse a los requerimientos del usuario.

REFERENCIAS:

1. J Velasco, J Vera, "Modernización del Sistema SCORPIO 2000" (Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001)
2. W. Stallings, Comunicaciones y Redes de Computadores (5ta Edición, Madrid : Prentice Hall Iberia, 1997), pp. 34 - 155
3. B.P. Lathi, Introducción a la Teoría y Sistemas de Comunicación (1ra Edición, México : Editorial Limusa S.A. , 1980), pp 375-400

4. J. Dvorak, Telecomunicaciones para PC, (1ra Edición, Madrid: McGraw-Hill, 1992), pp 21 – 31, 333 - 367
5. Magellan, NAV 6500 User´s Manual, (New Jersey : Magellan)
6. <http://www.ecs.soton.ac.uk/publications/rj/1995-1996/comms/cp93r/rep3.htm>
7. http://www.phptr.com/ptrbooks/ptr_0130220299.html
8. <http://www-mobile.ecs.soton.ac.uk/books/qambook.html>
9. http://www.mxcom.com/prod_info/pi909A-2.htm
10. <http://jennifer.mehaffey.com/uscg.html>
11. <http://www.picmg.org/gabout.htm> comp
12. http://www.bcs.org.uk/review/2000/html/corp_27_industrial.html
13. <http://www.adlink.com.tw/>
14. <http://www.cir.com/>
15. <http://www.web-tronics.com/>