

# COORDENADAS GEOGRAFICAS MEDIANTE SATELITES

Gustavo Jordan Astaburuaga  
Teniente 2º

## 1 INTRODUCCION.



urante los levantamientos hidrográficos efectuados en la Primera Campaña Hidrográfica 1980, se usó por primera vez en la Armada un equipo

que mediante satélites obtuvo la posición geográfica de diferentes puntos con una precisión de primer orden geodésico; de esta manera, el Instituto Hidrográfico de la Armada ha alcanzado un gran adelanto, tecnológicamente hablando, al lograr coordenadas geográficas de primer orden geodésico.

Muchos hidrógrafos y navegantes pretéritos recuerdan hoy que, en ciertas oportunidades, tuvieron que determinar puntos geográficos de primer orden, usando el astrolabio o teodolito, y que, dependiendo su observación de las condiciones climáticas, visibilidad, etc., permanecieron en los lugares de observación hasta varios meses, lo que en la actualidad aparece como leyendas y hazañas de los marinos de antaño.

Esta gran dificultad para efectuar dichas observaciones ha sido causa de que la cantidad de coordenadas geográficas de primer orden geodésico existentes en el área austral sea insuficiente para los fines cartográficos actuales.

## 2. RESEÑA HISTORICA DE LOS SATELITES ARTIFICIALES OCUPADOS POR EL GEORRECEPTOR GEODESICO.

Una de las principales inquietudes de la División Espacial de la Armada norteamericana fue crear, mediante el uso de satélites artificiales, un sistema nuevo de navegación.

El anteproyecto fue iniciado en 1958 por la Agencia de Proyectos Avanzados para la Defensa de U.S.A. En el año 1960 este proyecto fue traspasado a la Armada norteamericana.

Los objetivos fundamentales del proyecto eran proveer a los buques, aviones y submarinos de una situación geográfica de alta precisión, bajo cualquier condición de clima y en cualquier parte del mundo.

De esta manera, se iniciaron los estudios y se adoptó como principio de funcionamiento del sistema el efecto doppler de propagación de ondas en el espacio. Los principales problemas que hubo que resolver durante las investigaciones fueron el tipo de satélites a emplear, su fuente de energía, el tipo y altura de la órbita,

la cantidad de satélites requeridos, frecuencias de emisión, etc., y lo que es fundamental, lograr construir receptores electrónicos de una altísima precisión para poder medir los cambios de frecuencias que se producían en los receptores al recibir éstos la señal del satélite que orbitaba a gran velocidad.

Como se puede apreciar, todo el esfuerzo realizado fue orientado a diseñar un sistema de navegación. Los problemas técnicos mencionados fueron solucionados y se instalaron, en la década pasada, equipos receptores, posicionadores por satélite en submarinos atómicos y buques de la Armada norteamericana.

Los resultados fueron óptimos, siendo declarado ordinario este proyecto por el gobierno norteamericano, con lo que se abrió las puertas al resto de la industria americana para la producción de receptores; su uso está actualmente generalizado en el mundo.

Una de las empresas o marcas que se dedicaron a la producción de receptores de satélites para navegación fue la empresa MAGNAVOX.

Debido a la gran precisión del sistema y considerando el problema mundial existente, en cuanto a la determinación de puntos geográficos de primer orden geodésico, se decidió diseñar y fabricar un equipo receptor especial solamente para los fines anteriormente explicados, de uso terrestre.

Los resultados obtenidos con este georreceptor han sido excepcionales, como asimismo el ahorro de tiempo; su eficiencia y la posibilidad de instalación en los lugares más inhóspitos que se pueda imaginar hacen que este instrumento sea de una importancia valiosísima en la actualidad.

### 3. INFRAESTRUCTURA TERRESTRE PARA LOS SATELITES.

Para el óptimo funcionamiento del sistema de satélites empleado se necesitó de 4 estaciones traqueadoras, 1 centro control de las operaciones, 2 centros de inyección de datos a los satélites y 1 centro de computadoras.

Las órbitas de los satélites son polares y su altura aproximada es de 600 millas náuticas. Teóricamente, un satélite lanzado al espacio que entra en órbita debería mantenerse dentro de ella a una velocidad constante por un tiempo indefinido, de acuerdo a las leyes físicas de Newton. Esto, en la realidad, no es posible, debido principalmente a dos factores: el primero, a que la fuerza de gravedad de la tierra no es

uniforme, y el segundo es que, pese a la gran distancia en que orbitan los satélites, no existe el vacío perfecto (hay roce).

Además de los factores mencionados existen muchos otros de menor importancia, que sería largo enumerar.

Estos motivos gestaron la creación de la infraestructura terrestre.

El funcionamiento del sistema se explica como sigue. En un instante determinado, cuando un satélite pasa dentro del ángulo de visión de una estación traqueadora, ésta recibe la señal transmitida, determina electrónicamente el cambio aparente de la frecuencia a intervalos periódicos de tiempo, toma lectura de la memoria del satélite, anota el tiempo y comunica todos estos datos, vía Centro de Operaciones, al Centro de Computadoras.

Después de haber recibido un número suficiente de estas informaciones aprobadas, el Centro de Computadoras determina las curvas doppler, computa la órbita mejorada del satélite y predice la posición exacta de éste para cada 2 minutos durante las próximas 16 horas.

Cuando se ha efectuado el proceso anteriormente descrito, se genera un mensaje que incluye los perímetros de órbita desde la cual será posible determinar la posición del satélite en el futuro. Este mensaje es enviado a las estaciones inyectoras para que sea transmitido al satélite.

El satélite, al recibir el mensaje, lo retransmite; se verifica si la recepción fue correcta y si no lo fuese se retransmite desde tierra nuevamente en forma automática, hasta que la recepción sea óptima.

Cuando el satélite ha recibido los datos conforme transmite, a partir de ese momento, su posición orbital predicha para cada 2 minutos.

Posteriormente, la estación receptora terrestre o móvil recibe el mensaje de posición orbital, registra la hora y mide el cambio de frecuencia por el efecto doppler, todo lo cual procesa en circuitos integrados previamente programados, obteniéndose como resultado la posición geográfica de la estación receptora.

La diferencia de precisión entre un receptor de satélites usado en navegación y otro diseñado para fines geodésicos, se debe a que al equipo de navegación le basta una pasada del satélite para determinar posición con un error probable de  $\pm 0,2$  millas náuticas, mientras que el georreceptor necesita 40 pasadas para deter-



minar una posición geográfica con precisión de  $\pm 1$  metro.

#### 4. CARACTERISTICAS GENERALES DEL GEORRECEPTOR GEODESICO MAGNAVOX MODELO 1502.

Con la órbita exacta del satélite y midiendo el cambio de frecuencia por el efecto doppler, el equipo determina posición geográfica. Midiendo el tiempo que demora la onda en llegar al punto de observación, se determina la altura de éste referida a un datum geodésico.

Para obtener posiciones geográficas de primer orden geodésico se requieren 40 pasadas del satélite, para las de segundo orden geodésico 25 pasadas y para las de tercer orden geodésico 15 pasadas. El tiempo entre cada una de las pasadas del satélite depende de la latitud del lugar, demorándose 90 minutos en latitud  $0^{\circ}$  y 40 minutos en latitud  $75^{\circ}$ .

El equipo consta de 3 componentes : una antena receptora con un preamplificador incorporado; un receptor que cumple funciones de amplificador, microprocesador, unidad display y unidad grabadora en cassette; y una fuente de poder, normalmente una batería de 12 volts.

Al colocarse en funcionamiento, el equipo inicia automáticamente un autochequeo de sus componentes y partes.

Si hubiese alguna tarjeta o componente fallado, lo muestra en el display digital.

Posteriormente, se ingresan los datos de inicialización, que son :

- Mínimos de pasadas de satélites requeridos.
- Latitud aproximada del lugar ( $\pm 6$  millas).
- Longitud aproximada del lugar ( $\pm 6$  millas).
- Altura aproximada del lugar (referida al nivel medio del mar).

- Hora media de Greenwich (aproximada).
- Fecha (día, mes, año).

Durante el proceso de medición se verifica su funcionamiento a lo menos una vez al día.

Todos los datos que recibe el equipo son grabados en cassette y al término de la medición se proyecta el contenido de éste en el display, en el que se visualizan todos los datos y parámetros observados en cada pasada de satélite y, por supuesto, el punto geográfico y su altura, medido con la exactitud que fue programado.

El equipo está diseñado para operar en todo tipo de clima y sus dimensiones son reducidas; su peso es de aproximadamente 33 Kg. Puede ser transportado fácilmente por helicóptero.

Como ya se ha mencionado, las grandes cualidades de este sistema son su precisión, automatización y rapidez, y su capacidad para operar en todo tipo de terreno y clima. Con estos factores, es posible obtener varios puntos con coordenadas geográficas de primer orden geodésico durante el levantamiento hidrográfico, con un mínimo de distracción de personal y material, todo lo cual ha significado un avance incalculable para el levantamiento en sí, para la cartografía mundial y, otro punto que es sumamente importante, para permitir que las cartas modernas tengan incorporados puntos geográficos obtenidos por satélites, debido a que en el futuro los buques contarán con equipos de navegación por satélite y esto permitirá aumentar la precisión y seguridad de la navegación.

#### BIBLIOGRAFIA.-

- 1.— Manual del equipo MAGNAVOX Modelo MX 1502.
- 2.— Manual del equipo MAGNAVOX Modelo MX 1102.
- 3.— Manual de Navegación Electrónica.

