

BOLETIN INFORMATIVO N° 8 -2015 Santiago, 14 de Agosto del 2015

"CELEBRANDO 20 AÑOS DE GPS FULL OPERACIONAL"

El pasado 15 de julio se celebraron los 20 años desde que la USAF declaró en 1995 que el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, Global Positioning System), había alcanzado su capacidad operacional plena (**"fully operational capability"**), al completarse un total de 24 satélites en órbita, entregando una cobertura global durante las 24 horas del día. Desde entonces, el Sistema GPS ha venido impactando en casi cada uno de los aspectos de la actividad humana, desde las operaciones militares hasta las aplicaciones civiles de variada índole.



Logo del U.S. Air Force Space Command con motivo de la celebración de los 20 años de GPS. Fuente: USAF web page.

En 1991, el sistema GPS ya había probado su utilidad militar, durante la Operación "Tormenta del Desierto", en el conflicto del Golfo Pérsico. El sistema permitió que las fuerzas terrestres pudieran navegar a través del desierto, sin mayores ayudas a la orientación, aún incluso cuando "sólo" tenía 16 satélites en órbita y preveía 19 horas diarias de cobertura. Hoy, alrededor de dos tercios de todo el armamento empleado para combatir al Estado Islámico de Irak y el Levante (ISIS), depende de alguna forma del guiado GPS.

Una breve historia del GPS

"Todo comenzó con el Sputnik", dice Mark Sullivan, autor del artículo del mismo nombre que este párrafo. Según él, lo que pareció ser una gran derrota durante la Guerra Fría, se tornó en el catalizador de una de las más importantes tecnologías de las últimas décadas. Lo anterior, debido a que en 1957 científicos del MIT (Massachusetts Institute of Technology), se dieron cuenta que la frecuencia de la señal de radio trasmisiva por el pequeño satélite soviético, se incrementaba a medida que se aproximaba y disminuía cuando se alejaba, a raíz del efecto Doppler. Esto motivó en los científicos una gran idea: los satélites pueden ser "traqueados" desde tierra midiendo la frecuencia de la señal de radio que emiten, e inversamente, la posición de los receptores en tierra pueden ser traqueados mediante su distancia a los satélites. En pocas palabras, este es el concepto básico detrás de los receptores GPS, al medir el tiempo que demora la señal desde cuatro o más satélites que orbitan sobre su área.

Para materializar la idea para usos militares, en 1959 la U.S. Navy construyó el primer satélite para efectos de ayuda a la navegación, llamado **"TRANSIT"**, diseñado para ayudar al posicionamiento de sus submarinos, llegando a contar hasta con 10 de estos satélites. A pesar que los submarinos tenían a veces que esperar horas para recibir las señales, se dice que este sistema fue el punto de partida para concebir una constelación de satélites que pudieran transmitir continuamente, bajo un concepto de cobertura global. Luego, en 1978, después de años de estudios y desarrollos, la USAF lanzó el primer satélite de la serie **GPS Block I**, como parte del programa

NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging), destinado a probar y explotar operacionalmente un sistema de posicionamiento global. Para 1985, ya se habían lanzado 11 satélites de la serie Block I, incorporando relojes atómicos para una mayor precisión en la coordinación de los tiempos de transmisión y el sistema pasó a ser conocido ya simplemente como el **"Sistema GPS"**.

En 1989, con el lanzamiento del primer satélite **GPS Block II**, la USAF pone en órbita al primer satélite GPS Operacional. Inicialmente, el programa tenía considerado utilizar el Space Shuttle, pero ante el desastre del *Challenger* en 1986, se emplearon los cohetes Delta II. El programa se completó el 15 de Julio de 1995, cuando se alcanzó la mencionada constelación de 24 satélites activos, más 3 de reserva en órbita. En el 2005, se comenzó a reemplazar la constelación con una nueva generación de satélites **GPS Block II R (M)**, que incluían dos señales civiles, a la par de las dos señales militares originales, más una nueva señal militar M, más resistente al *jamming* y de potencia de transmisión flexible.

A partir del 2010, se comenzaron a lanzar los satélites **GPS Block II F**, que incluyen una tercera señal civil, relojes atómicos más avanzados, mayores precisión, potencia y calidad de transmisión y una vida útil de 12 años, a diferencia de los 7 a 8 años de los modelos anteriores. El mismo 15 de julio de este año, día en que se celebraban los 20 años del Sistema GPS, se lanzó desde Cabo Cañaveral el décimo de una serie de 12 de estos satélites, cuyo programa se extiende al 2016.

Constelación GPS actual

Hoy, la constelación GPS tiene una combinación de satélites operacionales antiguos y nuevos, que incluyen 3 satélites **GPS Block II A** ("Avanzados"), 12 **Block II R** ("Reposición"), 7 **Block II R (M)** ("Modernizados") y 9 **Block II F** ("Follow-on"). Este listado no considera el décimo Block II F lanzado en Julio, ni los 3 a 5 satélites "residuales", mantenidos en órbita en caso que se requiera su reactivación.

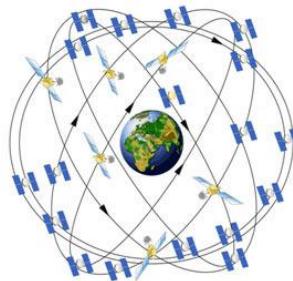


Figura: Constelación de 24 satélites GPS, en seis órbitas MEO equidistantes.

Los satélites GPS están posicionados en una órbita media (MEO, Medium Earth Orbit) a una altitud de aproximadamente 20.200 km, completando sus órbitas terrestres dos veces al veces al día. La constelación está diseñada en seis planos orbitales equidistantes, cada uno conteniendo cuatro "slots" ocupados por satélites operacionales. Este arreglo de 24 "slots" permite que los usuarios visualicen al menos 4 satélites desde virtualmente cualquier lugar del planeta, en cualquier momento del día.

Futuros desarrollos

El programa de modernización del sistema considera el desarrollo, producción y lanzamiento de una nueva generación de satélites **GPS Block III**, encargados a la Empresa Lockheed Martin. El nuevo diseño

BOLETIN INFORMATIVO N° 8 -2015

incluirá mejoras en los servicios PNT (Positioning, Navigation and Timing), y mejores capacidades *anti-jamming*, junto con una mejor seguridad del sistema, precisión y confiabilidad, aumentando la vida útil hasta 15 años. Se espera que alcancen una precisión tres veces mayor que los actuales modelos y una potencia también tres veces mayor para los usuarios militares. Asimismo, considera una nueva señal civil interoperable con otros sistemas GPS.



Foto: Representación gráfica del satélite GPS Block III a ser desarrollado por la Empresa Lockheed Martin y operado por la USAF.

El Sistema GPS como una herramienta militar y civil

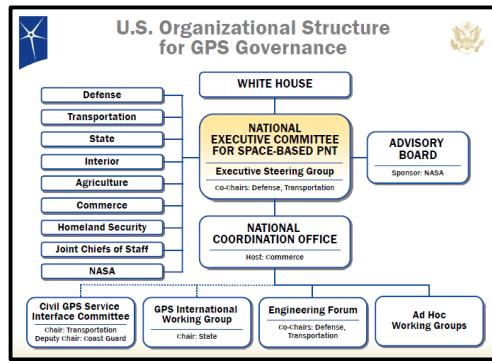
La decisión de permitir el uso del GPS (una vez que estuviera completado), a todos los aviones civiles comerciales fue tomada por el Presidente Reagan en 1983, como una manera de mejorar la navegación y seguridad de vuelo, poco después de que los rusos derribaran el vuelo 007 de Korean Air Line, tras desviarse de su curso hacia espacio aéreo Soviético sobre la Península de Kamchatka,

A partir de esta decisión, los modelos de satélites GPS Block II lanzados a partir del año 1990, ya incorporaron una señal delicada para usos civiles C/A ("Coarse Acquisition") en la frecuencia L1. En 1998, se anunció un plan para permitir la transmisión de dos señales para aplicaciones civiles, lo que se materializó con el lanzamiento de los modelos Block II R (M), con una nueva señal en frecuencia L2.

Para asegurar la disponibilidad del sistema GPS para aplicaciones de uso civil, el gobierno de los EE.UU. de NA implementó un sistema de administración mixta civil/militar a través del "Comité Ejecutivo Nacional para Sistemas de PNT Basados en el Espacio" y es liderado en forma conjunta por los Subsecretarios de Defensa y de Transporte.

Esta organización está basada en la "Directiva Presidencial para Sistemas PNT Basados en el Espacio" fechada en diciembre del 2004, en la que se establece que las Metas y Objetivos para el programa. En forma resumida, el objetivo fundamental de esta política es asegurar que los EE.UU. de NA mantengan las capacidades PNT, sus sistemas aumentativos, sistemas de back-up y de *sistemas de negación*, que: (1) provean una disponibilidad ininterrumpida de servicios PNT; (2) satisfaga los crecientes requerimientos de sistemas PNT para la seguridad nacional, interior y económica, así como la demandas civil, científica y comercial; (3) se mantenga como el sistema PNT militar basado en el espacio pre-eminent; (4) continúe entregando el servicio civil que exceda o sea competitivo con los sistemas PNT basados en el espacio extranjeros, y de sus sistemas aumentativos; (5) permanezca como un componente esencial de los sistemas PNT internacionalmente aceptados como tales, y (6) promocionar el liderazgo tecnológico de los EE.UU. de NA en aquellas

aplicaciones que involucren a los servicios PNT basados en el espacio.



Cuadro Organizacional de la Administración del Sistema GPS por parte del Gobierno de los EE.UU. de Norteamérica. Fuente: www.gps.gov

La Directiva también establece líneas de acción y tareas para los diferentes Departamentos (Ministerios), entre las que es pertinente resaltar algunas de las misiones entregadas a Departamento de Defensa, como son las de: 1) Asumir la responsabilidad de desarrollar, adquirir, operar, garantizar la seguridad y modernización continua del Sistema GPS, y al mismo tiempo, facilitar que las dependencias civiles de seguridad interior tengan acceso representativo y participación en estas actividades, y en cualquier decisión que puedan afectar los intereses civil o de seguridad interna; 2) Desarrollar, operar, mantener y realísticamente probar y evaluar las capacidades de navegación en tiempos de guerra que sean requeridas para utilizar en forma efectiva el sistema GPS, en caso de *jamming* adversario u otras interferencias, así como 3) Negar a los adversarios los servicios PNT prestados por el sistema GPS, sus aumentadores, o cualquier otro sistema PNT basado en el espacio, sin perturbar excesivamente los usos civiles, comerciales o científicos de esos servicios, fuera de las áreas de operación militares o para propósitos de seguridad interior.

Aplicaciones para el caso chileno.

Guardando las proporciones, la administración del sistema GPS por parte del gobierno de los EE.UU. de NA puede servir de análisis para nuestra incipiente actividad espacial, representada por el satélite Fasat Charlie, diseñado para satisfacer las demandas de percepción remota para los fines de la defensa y civiles. En especial, cabe resaltar que para los casos de interacción de variados intereses civiles y militares, bien puede adoptarse una administración mixta por parte de un Comité Ejecutivo dependiente directamente de la Presidencia, en donde esté representado al mismo nivel, una entidad civil junto al operador espacial militar. Sin duda, este es un tema para meditar ahora que vamos en camino a incorporar un nuevo satélite, de uso dual, en donde debiéramos tender a maximizar el aprovechamiento civil, científico y comercial de las nuevas capacidades, manteniendo la operación de la capacidad militar en manos de los destinados a emplearla.

Adaptado de los artículos "A Brief History of GPS", Mark Sullivan, TechHive, "GPS: A generation of service to the world", Sgt. Mike Slater, Air Force Space Command Public Affairs, "20 years of GPS", Staff Sgt Antonio Gonzalez, Air Force Public Affairs Agency, "The Global Positioning System" www.gps.gov, Official U.S. Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics, más notas del autor. MQS