

LA MODERNIZACIÓN DEL GPS

Adrián GONZÁLEZ ZORN



Introducción



L origen del diseño del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se remonta a los años 70, y surge en el ámbito de la industria militar aeroespacial de Estados Unidos para resolver problemas relacionados con misiles balísticos y sistemas espaciales. Sin embargo, y sobre todo tras alcanzar su plena vida operativa en el año 1993, se ha convertido en una herramienta útil para muchas aplicaciones civiles, y se pueden encontrar receptores GPS prácticamente en cualquier sistema comercial que precise posición, velocidad o tiempo. Esta estrecha convivencia de la aplicación militar y civil genera la dificultad de no poder acometer modificaciones de forma dinámica, no se pueden hacer pruebas militares de resistencia a las perturbaciones y se generan servidumbres orientadas a las aplicaciones civiles que perjudican la eficacia militar del sistema. Es por ello que el Gobierno norteamericano plantea, a finales de los 90, la necesidad de un programa de modernización que minimice estos inconvenientes, además de mejorar los servicios ofrecidos a ambas comunidades, la civil y la militar. Las medidas que se proponen, y que se han empezado ya a implementar en la década actual, a través de la puesta en marcha de los bloques de satélite IIR, IIF, y III, son las que a continuación explicamos.

Suspensión de la SA (*Selective Availability*)

La SA consiste en una perturbación introducida en la señal de los satélites y que únicamente aquellos usuarios autorizados pueden, a través de una clave, filtrar y eliminar. En mayo del año 2000, el presidente Clinton decidió suspender indefinidamente la SA, debido a las siguientes razones:

- Perjudica excesivamente a las aplicaciones civiles y los intereses comerciales.
- Con un GPS diferencial el error se elimina, con lo que pierde su eficacia militar.
- Estados Unidos va a desarrollar nuevas señales de uso exclusivo militar.

Gracias a esta medida, el error horizontal pasó de 100 metros a 22,5 metros.

Mejora del servicio SPS (*Selective Positioning Service*)

El SPS es el conjunto de servicios que se pueden obtener sin tener las claves de uso militar. Hoy en día consiste en el código pseudoaleatorio C/A, que modula a una única portadora, L1 (1575,46 MHz), además del mensaje de datos de navegación. Sin embargo, el código P/Y modula a dos frecuencias, L1 y L2 (1227,6 MHz), lo que aporta múltiples ventajas para el receptor.

Como parte del programa de modernización, Estados Unidos va a transmitir el código C/A en L2, y un código nuevo en una nueva portadora, L5 (1176,45 MHz), en el espectro de las radioayudas de navegación aérea. Al pasar el código C/A de una portadora a tres, se obtendrá una triple redundancia de la señal, que permite eliminar o reducir errores dependientes de la frecuencia, aumentar la disponibilidad, la integridad y la continuidad, así como la resistencia a perturbaciones. Además, se conseguirá alcanzar los requisitos necesarios para aplicaciones cinemáticas de tiempo real, como son por ejemplo el aterrizaje de aeronaves.

Solamente con la mejora de tener el código C/A en las frecuencias L1 y L2 el error total pasará de 22,5 m (2dRMS/95 por ciento) a 8,5 m.

La portadora L5 fue aprobada por la WRC (*World Radio Conference*) en mayo de 2000. El primer satélite del bloque IIF, contratado ya a Boeing, emitirá esta portadora. Es 6 dB más potente que L1, tiene un chip más corto que C/A, lo que incrementa la precisión, se divide en dos canales ortogonales I y Q, lo que mejora el *anti-jamming*, y tendrá un periodo más largo que C/A, lo que reduce efectos *multipath*.

Mejoras del servicio PPS (*Precise Positioning Service*)

El PPS es el servicio que está restringido a los usuarios autorizados por Estados Unidos. Tradicionalmente ha sido el acceso al código P/Y, a través de unas claves que distribuye la USAF (United States Air Force). Este código tiene la ventaja de estar contenido en las dos portadoras L1 y L2, con la consecuente ventaja de redundancia y eliminación de errores, además de tener un

chip diez veces más corto, lo que aumenta la precisión en la medida de pseudodistancias. El error horizontal asociado a este servicio es, para 1dRMS/95 por ciento, de seis metros, y la Armada opera con este código habitualmente.

La mejora del PPS consiste en un nuevo código, el código M, modulando a L1 y a L2 a +/- 15 MHz, es decir, «en split» sobre las portadoras, y suficientemente alejadas del ancho de banda de C/A, que es 1 MHz. Este código contiene una protección criptográfica mejorada, y además los satélites tendrán capacidad de orientar un haz sobre una determinada zona, de forma que la potencia de la señal aumente considerablemente, lo que mejora la capacidad *anti-jamming* en los receptores.

El error ya no se espera que mejore mucho, pero sobre todo es el aumento de potencia, en el modo «haz orientado», lo que permitirá hacer un uso militar del sistema, perturbando, por ejemplo, bien desde el satélite o bien desde tierra, con una potencia suficiente para anular los códigos C y P, y sin embargo quedando operativos los receptores que operen con el código M.

Mejoras del segmento terrestre

Un completo plan de mejoras en las estaciones de control y seguimiento de los satélites permitirá mejorar la precisión de los datos de navegación de éstos (efemérides), el control de errores y la precisión de los relojes del sistema.

Mejoras en los receptores

Uno de los requisitos principales del programa de modernización es la compatibilidad con los receptores ya existentes, que utilizan únicamente C/A y P/Y. Así que los receptores existentes seguirán funcionando.

No obstante, existe una cierta preocupación sobre la manera de afrontar los cambios de una forma efectiva y ordenada para que los nuevos receptores no cambien cada seis meses y sin compatibilidad. La GPS JPO (*GPS Joint Program Office*) y la industria están desarrollando un «estándar» de receptor, denominado GRAM (*GPS Receiver Application Module*), que es una solución tecnológica que establece un conjunto de tarjetas estándar para poder implementar de forma eficiente, y basado en modelos de arquitectura abierta, las diferentes aplicaciones que cada usuario vaya necesitando. Hoy en día existe ya una arquitectura GRAM para aviónica. Para aquellos usuarios que basen sus receptores en arquitectura GRAM, será más sencillo en el futuro migrar fácilmente para decodificar código M, por ejemplo.

Otras mejoras que son parte de los receptores militares más modernos son aquellas orientadas a mejorar la capacidad *anti-jamming*, como puedan ser la

integración con un navegador inercial o las antenas CRPA (*Control Reception Pattern Antenna*). Ésta última consiste en una antena en array, que detecta por dónde viene la perturbación y genera un nulo en recepción en esa dirección, con lo que la perturbación se vuelve ineficaz. La antena CRPA pertenece también al conjunto de soluciones tecnológicas promovidas por la GPS JPO y la industria, orientadas a mejorar las prestaciones del GPS desde el punto de vista del receptor.

Otra característica del receptor del futuro es su capacidad multisistema. No es concebible un sistema moderno que no explote todas las señales que están a su disposición, tales como el WAAS, EGNOS y GALILEO, los dos primeros ya en su fase operativa y el tercero en vías de estarlo. Por tanto el receptor tendrá que tener capacidad de alojar las tarjetas de los sistemas que no son de GPS para poder generar un resultado que trate la señal de todos los satélites en su conjunto.

Calendario y repercusión en la Armada

La constelación actualmente consta de:

- Dieciséis satélites del bloque II/IIA: proporcionan el servicio básico de GPS, es decir una portadora con código C/A y dos portadoras con P/Y.
- Doce satélites del bloque IIR: proporcionan, además, el código C/A en la segunda portadora.
- Tres satélites del bloque IIM: proporcionan, además de las señales anteriores, el código M en ambas portadoras.

Otros cinco satélites IIM serán lanzados hasta 2009, y posteriormente llegará el bloque IIF, que proporcionará, entre otros, la nueva portadora L5. El bloque III será capaz de emitir el código M de forma direccional sobre determinadas zonas y con más potencia.

En un principio todos los receptores existentes en la Armada son compatibles con los nuevos satélites, y el código P/Y seguirá presente en L1 y L2. Otra cuestión será la poca diferencia que habrá entre la señal civil en los receptores nuevos y la militar de los receptores antiguos, una vez que el código C/A esté en las dos portadoras en todos los satélites. Recordemos que la principal ventaja del código P era que estaba presente en las dos frecuencias GPS, y poco más. Los nuevos receptores demodularán el código C en ambas portadoras.

Los nuevos receptores que se vayan adquiriendo deberán ir incorporando las nuevas señales para aprovechar las mejoras del sistema, incluidos los sistemas no GPS, como WAAS, EGNOS y GALILEO. Es de suponer que el acceso al código M, con claras ventajas sobre el C/A y el P/Y, será compartido por Estados Unidos y sus naciones aliadas.

Conclusión

El sistema GPS evolucionará de acuerdo a las siguientes mejoras más importantes:

- Suspensión de la SA.
- Mejoras al servicio SPS.
- Mejoras al servicio PPS.
- Mejoras del segmento terrestre.
- Mejoras en los receptores.

Si bien los receptores existentes mantendrán la compatibilidad con la nueva señal, sobre todo en el código no militar C/A, los nuevos receptores tendrán que ir adaptándose a las nuevas prestaciones para poder estar «al día» de las nuevas posibilidades del sistema.

Algunas cuestiones pendientes son el grado en que el acceso al nuevo código militar del GPS será compartido por Estados Unidos y las iniciativas que esté llevando a cabo la Unión Europea en el sistema GALILEO para complementar/sustituir el sistema GPS. No hay que olvidar el elevado interés geoestratégico, además del comercial, de un sistema global de estas características.



BIBLIOGRAFIA

<http://pnt.gov>
<http://gps.gov>