

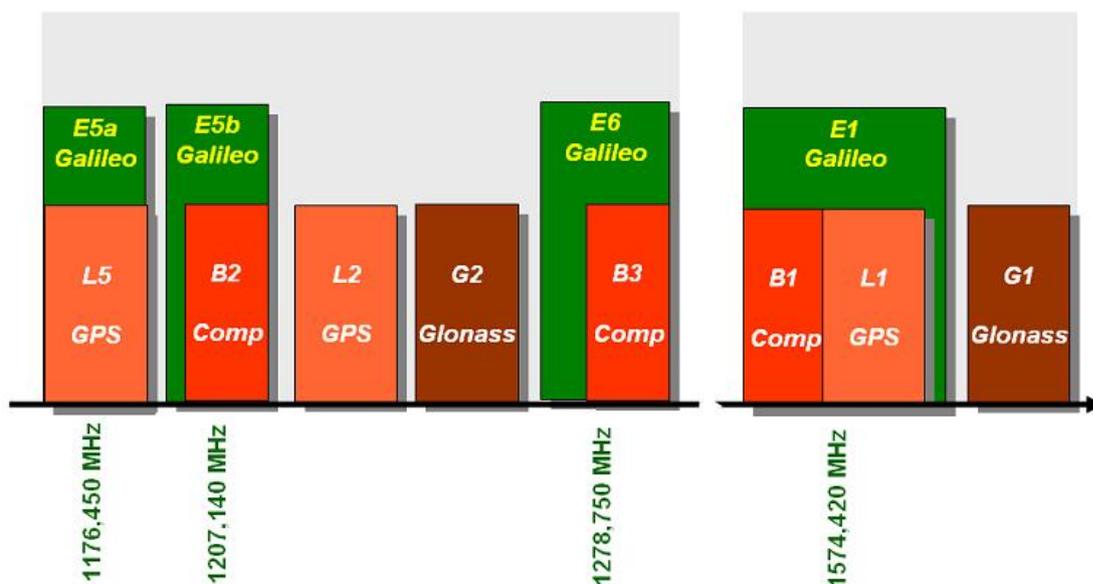
¿Qué pasa con las señales GNSS? Dos nuevos satélites GALILEO en órbita

El pasado día 12 de octubre la Agencia Espacial Europea (ESA) lanzó, desde la Guayana Francesa, dos nuevos satélites del sistema de posicionamiento y navegación europeo GALILEO utilizando para ello un lanzador ruso Soyuz. El mismo sistema utilizó en el 2011 para lanzar los otros dos satélites ya operativos y que junto con los <<abuelos>> de la constelación, los experimentales Giove-A y Giove-B lanzados en 2005 y 2008, suman ya seis satélites.

Los dos nuevos satélites Galileo PFM3 y Galileo PFM4 (Proto Flight Model) orbitan ya a la altitud de operación definitiva de unos 23.200 km y tardan unas 14 horas en completar su órbita sobre la Tierra. Esta órbita es del tipo de elevación media (MEO), similar a las que usan las constelaciones ya desarrolladas GPS y GLONASS. Se han colocado en diferentes planos orbitales entre sí y con respecto a los dos satélites anteriores, a fin de ir maximizando la cobertura global del sistema según se vayan lanzando nuevos satélites.

El tercer satélite del sistema ya está enviado sus primeras señales de navegación, desde primeros de diciembre. De esta forma, el satélite ha entrado oficialmente en fase de pruebas (IOV). En concreto, el PFM3 inició su transmisión de pruebas el 1 de diciembre enviando la señal de la portadora de fase E1, que será responsable del Servicio Abierto (OS) Galileo, accesible gratuitamente a cualquier usuario que quiera recibir la señal Galileo. En este sentido, la E1 de Galileo es similar a la GPS L1 y GLONASS L1. Se diferencia de las anteriores en que también aporta un Servicio Público Regulado (PRA) cuyo acceso será restringido a usuarios autorizados como protección civil o servicios de emergencia.

Además, la E1 de Galileo incluye una mejora en el algoritmo de modulación de los códigos, que está diseñado para reducir interferencias con la recepción de las señales de los otros sistemas de navegación ya existentes GPS y GLONASS, en los propios receptores Galileo que se diseñen, puesto que todos los sistemas GNSS trabajan en banda L y en regiones muy próximas (ver figura).



Pié de figura.- Cuadro comparativo de las frecuencias de los sistemas GNSS actuales: L (GPS), G (GLONASS), E (GALILEO) y B (COMPASS), con sus anchos de banda a escala. Las frecuencias son solapadas o muy próximas entre sí.

El hecho de usar la misma banda que GPS y GLONASS hará que los receptores que sean capaces de registrar datos de las tres constelaciones a la vez,

sean mucho más sencillos de construir y más baratos de coste para el usuario. Además, el sistema Galileo será interoperativo con los sistemas GPS y GLONASS, pues incorpora estas dos constelaciones en su mensaje de navegación.

El día 14 de diciembre, sobre las 9:30 UTC, el satélite comenzó a transmitir señales en las otras portadoras de fase Galileo, las contiguas E5a y E5b, y la E6, todas ellas también en banda L del espectro radioeléctrico. El Servicio Abierto también irá implementado en la E5a y la E5b.

Todas estas mejoras introducidas en la señal son ventajas para Galileo, pues evitará las interferencias en el solape de frecuencias, pero ¿qué pasará con los receptores de GPS y GLONASS que tenemos actualmente? Ellos no tenían presente que un nuevo sistema iba a compartir parte de su espacio en el espectro radioeléctrico. ¿Serán capaces de evitar las interferencias del solape con Galileo?

Es previsible que si no lo hacen, el propio fabricante de los receptores que ya tenemos, modifique el <<firmware>> de los receptores para evitar estas posibles interferencias. El fabricante nos suministrará la correspondiente actualización para tener a punto nuestros receptores. Pero, yendo más allá, ¿qué pasará con los equipos demasiado antiguos para los que ya no hay soporte de actualización de <<firmware>>? Esta es una duda que en las próximas semanas se aclarará. Mientras tanto parece que los equipos que sólo siguen la constelación GPS no van a tener problemas.

Existen todavía más preguntas: ¿por qué tantas frecuencias? La principal razón para haber desarrollado tantas señales en Galileo es para permitir que los receptores sean capaces de estimar el error por retardo ionosférico. Este error es debido al retraso que sufren, las señales que se transmiten desde los satélites, cuando atraviesan la ionosfera terrestre. Este retardo hace que la distancia entre el satélite y el usuario, que va a medir el receptor, sea aparentemente mayor y si este efecto no se corrige, hará mayores los errores en el posicionamiento. Hay una cierta ventaja: este retardo es proporcional a la frecuencia de la señal; con señales de frecuencia menor el retardo es mayor.

Así, combinando medidas al mismo satélite con dos frecuencias diferentes es posible generar una nueva <<medida sintética>> donde el error ionosférico se ha eliminado. Esta eliminación es más efectiva cuanto mayor sea la separación entre las dos frecuencia elegidas. Esta es la razón por la que los servicios de Galileo utilizan generalmente pares de señales.

Gracias a disponer de este abanico de frecuencias, podemos realizar en los receptores diversas combinaciones de ellas, como los servicios de doble frecuencia basados en usar la E1 y la E5a, para una mejor eliminación de efecto ionosférico, o servicios monofrecuencia, usando la E1, la E5a, la E5b, cada una por separado, o bien la E5a y E5b de forma conjunta con un mayor ancho de banda, en cuyo caso el error ionosférico se eliminará usando un modelo ionosférico. Incluso se podrán llegar a realizar combinaciones de triple frecuencia usando todas las señales a la vez: E1, E5a y E5b, que se usarán para aplicaciones muy precisas que llegarán a nivel centimétrico o mejor. Esto supone una importante mejora con respecto a GPS y GLONASS.

Otra importante mejora con respecto a las constelaciones existentes será el llamado Servicio Público Regulado para casos de emergencias que también estará disponible en las E5a y E5b. Este servicio de emergencias es como un canal de datos sobre las propias señales de navegación clásicas. Es de prever que en un futuro tanto GPS como GLONASS incorporarán también este tipo de mejoras en sus paquetes de servicio.

También es nuevo el llamado Servicio Comercial, que estará soportado por la señal E6. Esta señal es capaz de incluir datos comerciales juntamente con la señal de navegación. Por supuesto este servicio será por contrato o abono. A cambio tendremos una garantía de integridad por parte de Galileo.

También en el segmento terrestre del sistema Galileo hay novedades. Otra diferencia importante entre Galileo y sus homólogos GPS y GLONASS es la distribución de los centros de control, no existiendo un único centro para ello. El control de la constelación se ha distribuido por varios centros. Mientras que los satélites se controlan desde el Centro de Control de Galileo Oberpfaffenhofen, cerca de Múnich (Alemania), su carga útil de navegación se supervisa desde el Centro de Control de la Misión Galileo en Fucino (Italia), y las pruebas una vez en órbita se llevan a cabo desde Redu (Bélgica).

El centro belga está equipado especialmente para las pruebas de este sistema de navegación. Cuenta para ello con una antena parabólica de 15 metros de diámetro, de dimensiones similares al radiotelescopio menor que el IGN español tiene en el observatorio de Yebes. Esta antena trabaja en la banda S y se utiliza para enviar órdenes y recibir telemetría de los satélites. Además, el centro tiene una antena mayor, de 20 metros de diámetro, que trabaja en la banda L y que monitoriza la forma y la calidad de las señales de navegación que emite el satélite, en alta resolución.

Las señales de este nuevo satélite PFM3 ya se registran, en los receptores habilitados para ello, identificadas con código pseudoaleatorio PRN 19, y en los archivos RINEX se genera un nuevo satélite con código E19.

Ahora que la carga útil de FM3 ha sido activada, queda activar el siguiente. Está previsto que FM4 empiece a transmitir señales de navegación de prueba a finales de este mes, según ha indicado la propia ESA, que ha apuntado que los dos primeros satélites ya han pasado sus pruebas en órbita.

Galileo fue diseñado para proporcionar, a usuarios de todo el mundo (no sólo europeos), servicios de posicionamiento, navegación y tiempo altamente precisos. Debido a su complejidad técnica y a su filosofía de diseño en que debían de participar y aunarse los esfuerzos de varios países europeos, su desarrollo y puesta en marcha ha ido sufriendo diferentes demoras a lo largo de estos últimos años. Recordemos que los planes iniciales de la ESA colocaban la fecha de operatividad de la constelación para el año 2008. Este retraso ha llegado hacer pensar a los futuros usuarios que no íbamos a poder disfrutar de este sistema de navegación y posicionamiento.

Es importante reconocer el esfuerzo que ha supuesto el lanzamiento y puesta en marcha de estos primeros satélites, en estos tiempos de crisis que azotan a toda Europa, y nos hacen ver que el completado de la constelación Galileo y su declaración oficial de operatividad no sólo es ya tangible, sino que además está mucho más cerca de lo que suponíamos.

¡Enhorabuena, Europa!

Juan F. Prieto Morín  
Geodesta y Profesor de GNSS en la Universidad Politécnica de Madrid

Fuentes bibliográficas:

Borio, D., C. O'Driscoll, G. Lachapelle (2010) *Composite GNSS Signal Acquisition over Multiple code Periods*. IEEE Transaction on Aerospace and Electronic Systems, Vol 46, num 1

European Space Agency/European GNSS Supervisory Authority (2008) *Galileo Open Service. Signal In Space Interface Control Document*. Draft 1

Hein, G., J.-A. Avila-Rodriguez, S. Wallner, A. R. Pratt, J. Owen, J-L Issler, J. W. Betz, C. J. Hegarty, Lt S. Lenahan, J. J. Rushanan, A. L. Kraay, T. A. Stansell (2007), *MBOC: The New Optimized Spreading Modulation Recommended for GALILEO L1 OS and GPS L1C*, Proceedings of IEEE/ION PLANS 2006, 24-27 April 2006, San Diego, CA, USA.

[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Navigation/The\\_future\\_-\\_Galileo/Why\\_Europe\\_needs\\_Galileo](http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future_-_Galileo/Why_Europe_needs_Galileo) ,(consultado en diciembre de 2012)