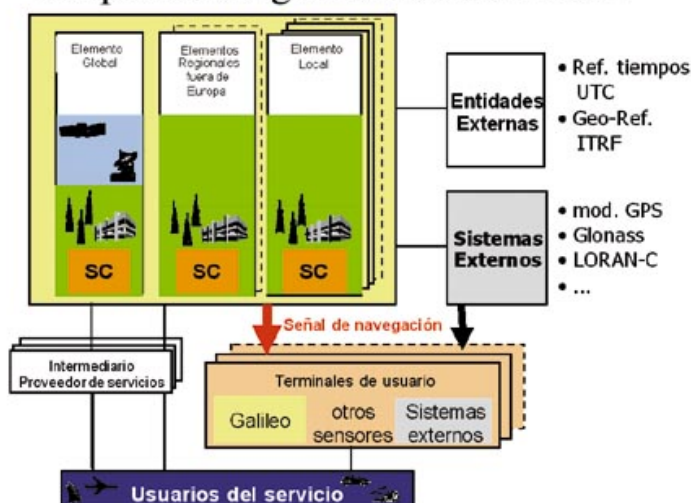


Galileo: el sistema europeo de navegación por satélite



Los Sistemas de Navegación por Satélite, denominados genéricamente como GNSS, han supuesto una revolución en la navegación, el posicionamiento, la geodesia y el desarrollo de aplicaciones específicas o de valor añadido dentro de los más diversos campos. Hasta ahora, se conocen dos sistemas básicos, uno desarrollado por los Estados Unidos, el GPS, y otro desarrollado por Rusia, el GLONASS. Ambos sistemas fueron ideados bajo premisas militares, y en la actualidad su control depende de entidades armadas, como es el caso del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, que lleva el control del GPS. Sobre estos dos Sistemas, se han desarrollado una serie de mejoras encaminadas a incrementar las prestaciones de los mismos y garantizar su señal, pero siempre dependientes de las constelaciones básicas, estos sistemas son los denominados SBAS, que incluyen el EGNOS Europeo, el WAAS de los Estados Unidos y el MSAT de Japón, y los GBAS o elementos de área local. Todos estos componentes constituyen el denominado GNSS – 1 o sistema actual. La siguiente generación de sistemas de navegación y posicionamiento por satélite se denomina GNSS – 2, y constituye una mejora sobre los sistemas actuales. Ello supone una nueva oportunidad para incorporarse a esta tecnología emergente y con un amplio horizonte tecnológico y económico. Ante ello, la Comunidad Europea decidió diseñar un plan encaminado a dotar a Europa de un Sistema de Navegación por Satélite independiente de los actuales, y que permita a la industria europea posicionarse en este campo frente a sus homónimos de Estados Unidos; este sistema se ha denominado GALILEO.

Arquitectura global de GALILEO



EL SISTEMA GALILEO

GALILEO será el Sistema Europeo de Navegación por Satélite, consistente en una constelación de satélites situados en órbita media (MEO), con su correspondiente infraestructura terrestre. A esta constelación, se le añadirán los correspondientes elementos de aumentación regional o local para la correspondiente mejora de prestaciones donde así se considere necesario. Así mismo, y dentro del Programa, se incluye el desarrollo de los elementos de usuario, básicamente los receptores, las aplicaciones y servicios, todo ello, bajo la premisa de interoperabilidad con los sistemas actuales, básicamente el GPS, para asegurar el concepto de Sistema de Navegación Global. En su definición se han seguido criterios estrictamente civiles, aplicándose esta premisa en la definición de prestaciones, niveles de servicio, operación y provisión de los diferentes servicios, por lo que se puede afirmar que es un sistema de carácter totalmente civil.

Arquitectura de GALILEO

El sistema GALILEO se compone de cuatro componentes principales:

Elemento Global
Elemento Regional
Elemento local.
Elemento de usuario

Elemento Global

Este elemento proporcionará los servicios básicos de GALILEO a nivel global y estará compuesto por:

Una constelación de satélites encargados de proporcionar la señal de navegación. En los estudios iniciales se ha propuesto una constelación de 30 satélites en órbita media (MEO) distribuidos en tres planos orbitales de 54° y a una altitud de alrededor de 23.000 Km. Los satélites son controlados y seguidos por un segmento terreno compuesto por centros de control, estaciones de enlace para establecer contacto con los satélites, una red de estaciones de referencia que controla la señal enviada por los satélites y determina las órbitas de estos con una alta precisión. Aquellas variaciones o modificaciones que se realicen sobre las efemérides de los satélites, son transmitidas a los usuarios mediante la señal de navegación. Finalmente, los diferentes elementos del segmento terreno, están unidos mediante una red de comunicaciones. El segmento terreno, puede ir provisto de elementos de gestión de servicios de comunicaciones que pueden ir unidos a servicios de búsqueda y rescate, o de forma más genérica, servicios de comunicaciones unidos a información de posicionamiento. El componente global estará gestionado y controlado por entidades civiles, que inicialmente serán europeas, existiendo no obstante un interface civil – militar.

Elemento regional

El componente regional se crea para conseguir una mayores prestaciones sobre una región determinada, así como para proporcionar información de integridad sobre dicha región. Si bien no existe aún una definición precisa sobre como se conformará este elemento en las diferentes regiones, se sabe que se compondrá de un sistema de control de integridad formado por una red de estaciones localizadas en puntos conocidos que enviarán la información de integridad a una central de proceso y control. Una vez procesados los diferentes mensajes recibidos, el resultado final se incluirá en el mensaje de los satélites. Al objeto de asegurar la protección del sistema, los datos regionales no serán enviados de forma directa a los satélites, sino a través de un componente global que controlará todos los accesos a los satélites GALILEO. Con este concepto, el máximo número de regiones a cubrir es de seis, debido a las limitaciones existentes en la transmisión de datos en el mensaje de información de navegación. No obstante, se está analizando la posibilidad de integrar GALILEO con otros sistemas, como el LORAN C, lo que permitiría aumentar el número de regiones.

Elemento local

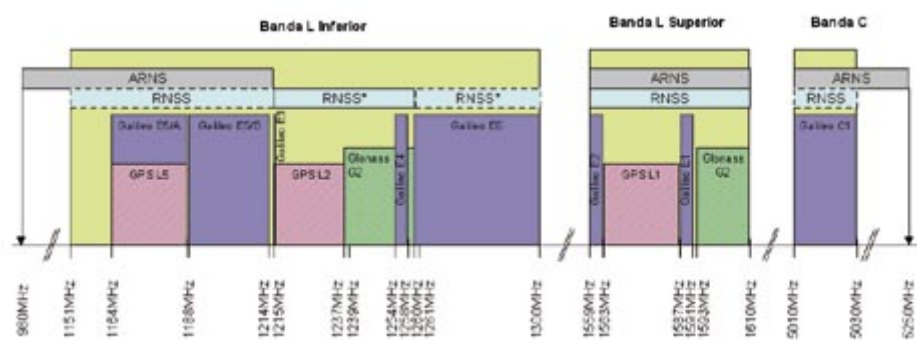
Este elemento tiene por objetivo el proporcionar un incremento de la integridad y la precisión sobre áreas locales, tales como aeropuertos, puertos, etc. Para ello se recurrirá a estaciones

diferenciales locales, situadas en puntos conocidos con una alta precisión, que podrá calcular los errores existentes en la señal GALILEO, y difundirlo a los usuarios a través de un medio de comunicación de corto alcance (por ejemplo VHF), que permita un alcance de unos 50 Km.

Elemento usuario

Este elemento lo constituye el receptor GALILEO, encargado de extraer la información contenida en las señales enviadas por los satélites y presentarla al usuario en forma comprensible. Estos receptores serán desarrollados para los diferentes tipos de usuarios y en función de las necesidades del mercado de las aplicaciones, por lo que en la fase de definición del Programa se deberá prestar especial atención a los usuarios, ya que: Es necesario asegurar que la arquitectura de GALILEO se diseña para optimizar los requisitos del receptor.

El diseño de los diferentes elementos del receptor, deberá realizarse teniendo en cuenta la posible complementariedad con otros sistemas y su hibridación, al objeto de cumplir las necesidades de cierto tipo de usuario. Será necesario tener la seguridad de que se puede utilizar un receptor de referencia para formar parte de un sistema de validación y certificación para garantizar el servicio. La hibridación con otros sensores, tales como odómetros, inerciales, etc., tendrán un impacto directo sobre los receptores, y se aplicará para incrementar la integridad, disponibilidad y continuidad de servicio en aquellas áreas donde se pueda ver interrumpida la visibilidad de los satélites.



Servicios de GALILEO

Los servicios GALILEO se obtienen de la combinación de la capacidad del sistema y las necesidades a nivel de usuario. De ello, se han derivado la definición de los siguientes servicios:

Servicio abierto

Este servicio proporcionará señales de Navegación, Posicionamiento y Tiempo a las que se podrá acceder de forma gratuita, de modo similar al GPS. Dado su carácter de gratuidad, será accesible al mercado de masas dentro de las aplicaciones de navegación, tales como las aplicaciones de navegadores de coches, teléfonos móviles, usos particulares, etc. Así mismo, proporcionará servicios horarios (UTC) cuando se empleen receptores en posiciones fijas, lo que permitirá su empleo en usos científicos o control y sincronismo de redes.

Servicio Comercial

Este servicio proporcionará un valor añadido con respecto al Servicio Abierto, pudiendo disponer de prestaciones mejoradas en base al diseño de la señal para: Difusión de datos encriptados que den un valor añadido sobre el servicio abierto. Aplicaciones de área local con alta precisión (centimétrica). Señales de referencia para permitir la integración de GALILEO en aplicaciones de posicionamiento de índole profesional y para referencia en las redes de comunicaciones inalámbricas.

Las prestaciones de este servicio podrán ser definidas por los proveedores de servicio en base a la calidad de los datos comerciales difundidos y las prestaciones conseguidas por los componentes locales.

Servicios "Safety of Life"

Las prestaciones de este servicio han sido obtenidas a partir de los requisitos de la OACI para Aproximación y aterrizaje y Guiado Vertical (el denominado APV II). Estas prestaciones se consideran suficientes para cubrir no solo las necesidades aeronáuticas, sino las de otros modos de transporte, pudiendo ser usado como medio único de navegación al disponer de una disponibilidad del 99.9%. El área de cobertura de este servicio será global, y la arquitectura de GALILEO se está optimizando para lograr este objetivo.

Servicio Público Regulado

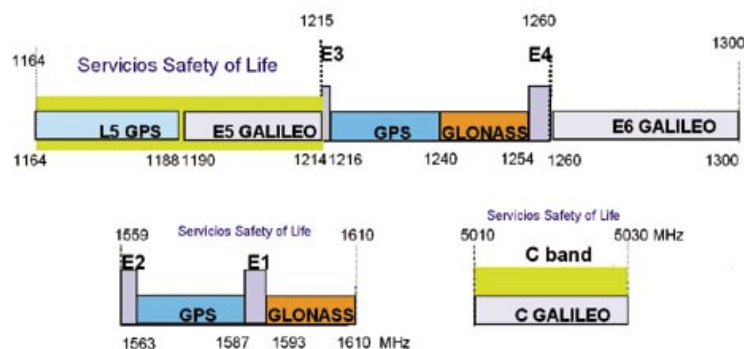
Este servicio se dará sobre frecuencias dedicadas para aplicaciones específicas y en principio sobre los países de la Unión Europea, usándose para: Aplicaciones civiles relacionadas con seguridad, policía, protección civil, servicios de emergencia y otras actividades gubernamentales. Aplicaciones críticas relacionadas con energía, comunicaciones o transporte. Actividades económicas e industriales que se consideren estratégicas para Europa. Este servicio será diseñado para tener la robustez suficiente ante interferencias provocadas o accidentales, agresiones de tipo accidental y con fines de agresión, asegurar la continuidad ante cualquier circunstancia o contingencia. Por sus características y carácter estratégico, su uso estará limitado a los países miembros de la Unión Europea y Estados participantes autorizados, aplicándose las técnicas de acceso adecuadas para mantener controlados a sus usuarios.

Servicios proporcionados por elementos locales

Estos elementos proporcionarán correcciones diferenciales locales para lograr precisiones de posicionamiento mejores de 1 metro, pudiendo generar información de integridad con tiempos de alarma de 1 segundo, y pudiendo adaptar el formato de la señal transmitida a los datos adicionales a ser proporcionados. En el caso de usar la técnica denominada TCAR (Resolución de ambigüedad por tercera portadora) permitirá lograr precisiones mejores de 10 cm.

Servicios de búsqueda y rescate

Este servicio estará coordinado con los actuales COSPAS-SARSAT y será compatible tanto con GMDSS y la red de transporte transeuropa, permitiendo mejorar la detección y precisión de localización de las balizas disponibles en relación a los sistemas actuales. La determinación de la posición de estas balizas se llevará a cabo por COSPAS-SARSAT en base a las señales y datos proporcionados por GALILEOS, lo que permitirá pasar de la actual precisión de 5 Km. a una precisión de 10 metros para balizas equipadas con receptores GALILEO.



Señales y Frecuencias

Las señales de navegación estarán disponibles en el receptor mediante la modulación de los códigos de "ranging" y datos en portadoras de radiofrecuencia que serán transmitidas por las cargas de navegación de los satélites. El grupo de frecuencias de referencia para las diferentes portadoras, así como la porción de espectro alrededor de cada frecuencia, y que será necesario para la transmisión de las señales de navegación, se conoce como plan de frecuencias GALILEO, el cual se está desarrollando de acuerdo a las regulaciones y acuerdos alcanzados en el ámbito de la ITU y foros como la CMR. El espectro disponible y que puede ser usado en el desarrollo de los sistemas de navegación por satélite es el mostrado en la figura adjunta, donde se pueden apreciar las bandas identificadas para GALILEO.

La descripción de las diferentes bandas se corresponde a: E5 y L5, cubriendo entre ambas un espectro de 1164 MHz a 1215 MHz. Dentro de esta banda, el uso de 24 MHz del espectro centrado en la frecuencia seleccionada, se está evaluando, dependiendo de cómo evolucione la interoperabilidad entre E5 y L5, y la coexistencia con otros sistemas, tales como el DME, JTIDS/MTIDS y los requerimientos de independencia de GALILEO. En este sentido, se están evaluando una frecuencia centrada en 1202 o 1207. E6, cubriendo de 1260 a 1300. Dentro de esta banda se está considerando el uso de 30 MHz de espectro al objeto de acomodar las señales para un Servicio Público Regulado y el Servicio Abierto.

E2, cubriendo de 1559 a 1563. Esta banda podría acomodar una señal para el Servicio Público Regulado.

E1, cubriendo de 1587 a 1591. Esta banda podría acomodar los servicios abiertos y Safety of Life.

Gráficamente, este plan de frecuencias se corresponde a: La asignación de estas bandas se basa en la pasada CMR 2000, donde podríamos destacar, de forma muy resumida, las siguientes resoluciones por el impacto que tienen en dicha asignación:

Espacio – Tierra

Banda 1164 – 1215 MHz

La resolución 5/19 propone la protección de los DME, que operan en la banda de referencia, de las emisiones RNSS, para lo cual se propone un PDF de -115 dBW/m^2 . Este valor se revisará en la CMR 2003 junto con las necesarias medidas regulatorias para asegurar la protección de los sistemas ARNS respecto a los RNSS.

Banda 1260 – 1300 MHz

La resolución 5/20 propone el estudio de compartir esta banda con otros servicios de radionavegación y radiocomunicación y el desarrollo de las regulaciones correspondientes en la CMR2003.

Banda 5000 – 5030 MHz

Se ha propuesto un PDF de -124.5 dBW/M^2 para proteger a los MLS que operan en la banda 5030-5150.

Así mismo, se ha propuesto un PDF de -171 dBW/m^2 para proteger la Radio Astronomía en la banda 4990–5000.

Estos valores se revisarán en la CMR 2003.

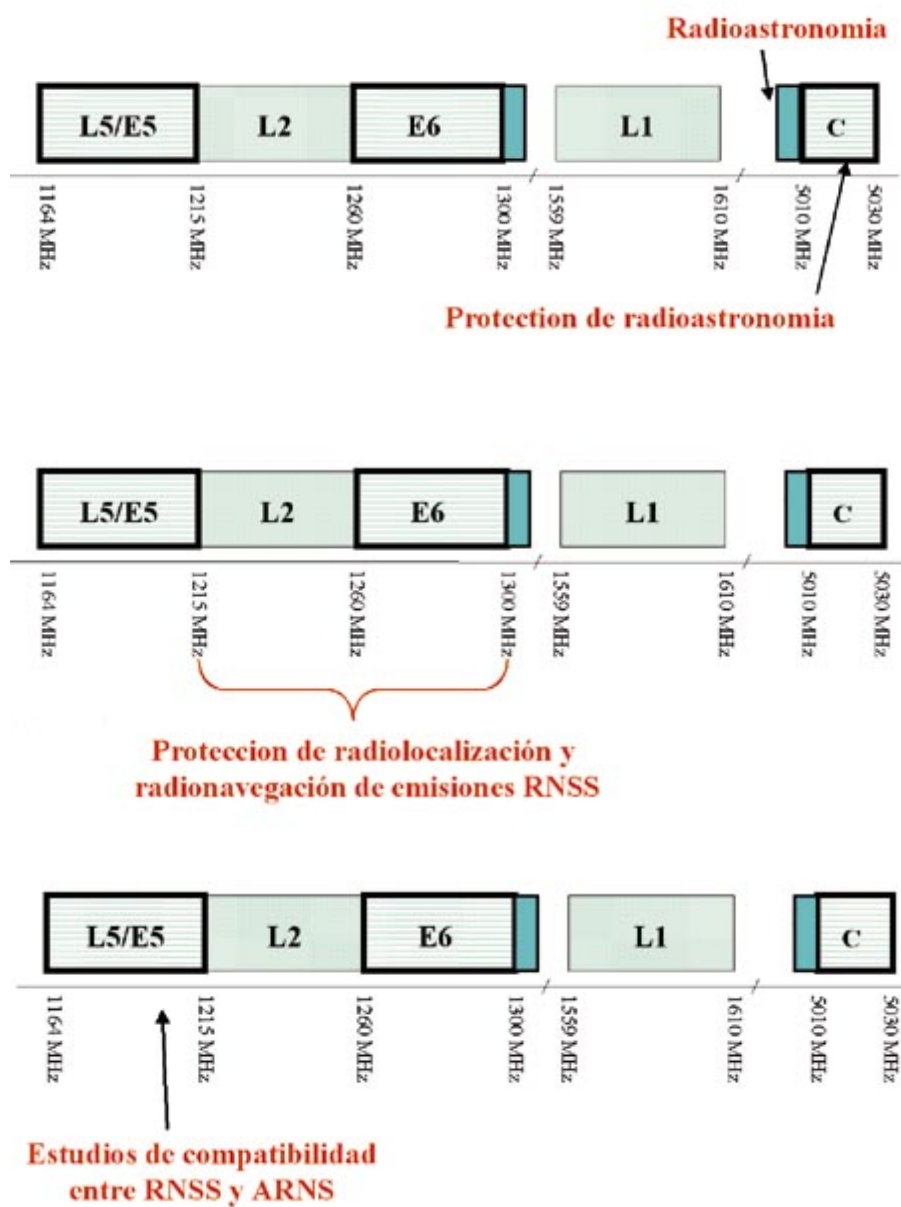
Tierra – Espacio

Banda 1330- 1350 MHz

En la Resolución 5/51 se formula para el desarrollo de recomendaciones encaminadas a asegurar la compatibilidad entre las estaciones terrenas RNSS y los radares de a bordo de los servicios de radiolocalización y de radionavegación.

Banda 5000 – 5030 MHz

La resolución 5/15 propone la protección de los MLS de las transmisiones tierra – espacio de las estaciones RNSS.



Referencias

Resoluciones CMR 2000

Resultados de la Fase de definición GALILEO de la Unión Europea

Informe GALILEOSAT de la ESA.

Estudio GALA de la Unión Europea.

Luis Andrada Márquez

División de Navegación por Satélite. Aeropuertos Españoles
y Navegación Aérea (AENA)