

EVALUACIÓN DE LA SEÑAL EGNOS PARA LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES DENTRO DEL PROYECTO MIMICS

Benito Ubeda
Miñarro

H. Martínez Barberá

M. Zamora
Izquierdo

A. Gómez
Skarmeta

Felix Cesáreo Gómez
de León

L. Tomás Balibrea

Dept. Ingeniería de la Información y las Comunicaciones
Universidad de Murcia

Ingeniería de
Proyectos
Univ. de Murcia
lmtomas@um.es

bubeda@um.es

humberto@um.es

mzamora@um.es

skarmeta@dif.um.es

gdleon@um.es

RESUMEN

En este trabajo se describe los procedimientos de evaluación de la señal EGNOS para posicionamiento mediante satélite dentro del marco del proyecto de investigación financiado por el ministerio de Fomento, MIMICS. Dicho proyecto tiene entre sus objetivos analizar la viabilidad del uso de la señal de prueba EGNOS para aplicaciones en el transporte terrestre y en especial dentro del ámbito de los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). La evaluación realizada ha mostrado que la señal de prueba actualmente disponible, dispone de períodos de gran estabilidad y precisión que la hacen viable, en caso de ser permanente dichas prestaciones como soporte de decisiones en la navegación y posicionamiento de vehículos terrestres. Las comparaciones realizadas con GPS muestran como el nivel de precisión puede ser bastante superior incluso comparadas con la señal corregida mediante RASANT. Una de las conclusiones más destacables es la necesidad de redefinir los parámetros de validación de la señal, así como los criterios para el calculo del nivel de protección HPL y el valor de alerta, HAL, de cara a su uso en ITS.

1.- INTRODUCCIÓN

Los sistemas de posicionamiento y navegación por satélite actuales, GPS, GLONASS tienen su origen el sistema TRANSIT de la década de los años 70. Se basan en la determinación de la posición mediante métodos de triangulación, conocida la posición de al menos 4 satélites y de la medida de la pseudo distancia entre la posición del receptor (incógnita) y cada uno de los satélites.

Ante las cada vez mayores aplicaciones en el ámbito civil que esta tecnología despierta, las prestaciones exigidas a estos sistemas son cada vez mayores. Ha sido necesario recurrir a sistemas ingeniosos que permitieran realizar correcciones a las estimaciones de la posición obtenida por cada receptor.

Este ha sido el origen de los denominados sistemas de “aumentación” mediante corrección diferencial, basados en la medida en estaciones de referencia de ciertos parámetros de error comunes a todos los receptores situados en una determinada zona

de cobertura y la transmisión en tiempo real o en diferido de esta información a todos y cada uno de los receptores de la zona para que ellos procedan al ajuste fino de su estimación de posición.

Según que la zona de cobertura sea de carácter local o de carácter global y según se realice en tiempo real o en diferido, el sistema empleado para la difusión de los parámetros de corrección será diferente. Así, para zonas de cobertura de carácter local y transmisión en tiempo real disponemos del sistema RASANT, que hace uso de la red de emisoras de radiodifusión de RTVE, canal Radio-2 para transmitir dicha información a lo largo de toda España, concretamente para aquellas zonas de cobertura de dicha emisora.

Si las correcciones se almacenan en soporte informático, la corrección tendrá lugar en diferido, pudiendo el usuario obtener dicha información a través de medios tan extendidos como Internet.

Si las necesidades de cobertura son mayores, nivel europeo por ejemplo, y el sistema debe trabajar en tiempo real, el mejor medio para la difusión de la información de las correcciones es el empleo de la capacidad de cobertura de los satélites geoestacionarios.

Estamos ante los denominados sistemas de aumentación global basados en satélite (SBAS), de los cuales EEUU tiene implementado el denominado WAAS, Japón tiene el denominado (MSAS), Canadá tiene el CWAAS y en la Unión Europea, nos encontramos en fase de implantación del sistema EGNOS. "European Geostationary Navigation Overlay System", por parte de la Agencia Espacial Europea.

En efecto, desde Febrero de 2000, la Agencia Espacial Europea mantiene este servicio, en fase de pruebas y por tanto en nivel pre-operativo. El nombre dado a tal servicio es ESTB, que responde a las iniciales de "Egnos System Test-Bed (ESTB)" o banco de pruebas de EGNOS.

Finalmente, hay que destacar que Europa, cuenta con el proyecto Galileo, también denominado GNSS-2, cuyo objetivo es lanzar una nueva constelación de satélites de media órbita que permita disponer a la UE, de un nuevo sistema de posicionamiento y navegación por satélite, con prestaciones avanzadas y control civil.

En concreto, dentro del calendario de la ESA, el proyecto EGNOS o GNSS-1 es la primera fase hacia el proyecto Galileo o GNSS-2.

2.- SISTEMA EGNOS

El sistema EGNOS intenta realizar a nivel de la Unión Europea un sistema semejante al WAAS americano que permita disponer de un sistema de navegación avanzado y que reúna el nivel de prestaciones requerido por el transporte aéreo, marítimo y terrestre. La idea es mejorar la calidad de las posiciones calculadas por medio de los sistemas de posicionamiento existentes (GPS y GLONASS), desde cuatro frentes:

- Mayor precisión
- Mayor disponibilidad
- Mejorar la integridad de la señal
- Continuidad del servicio

El sistema EGNOS se engloba dentro de los sistemas SBAS, o sistemas de mejora de la información de GPS/GLONASS basado en el empleo de constelaciones de satélites geoestacionarios complementarios.

En este caso, la información sobre las correcciones se transmite a través de una red de satélites geoestacionarios, con cobertura adecuada a la zona donde se pretende dar servicio. Esta zona de cobertura suele ser bastante amplia, de ahí el nombre dado a estos sistemas, como WAAS, "Wide Area Augmentation Systems".

El sistema europeo EGNOS emplea para la difusión de las señales de corrección la red de satélites geoestacionarios del consorcio Inmarsat, concretamente, de la serie III.

En la figura 1.5 se muestra la configuración típica de un sistema WAAS.

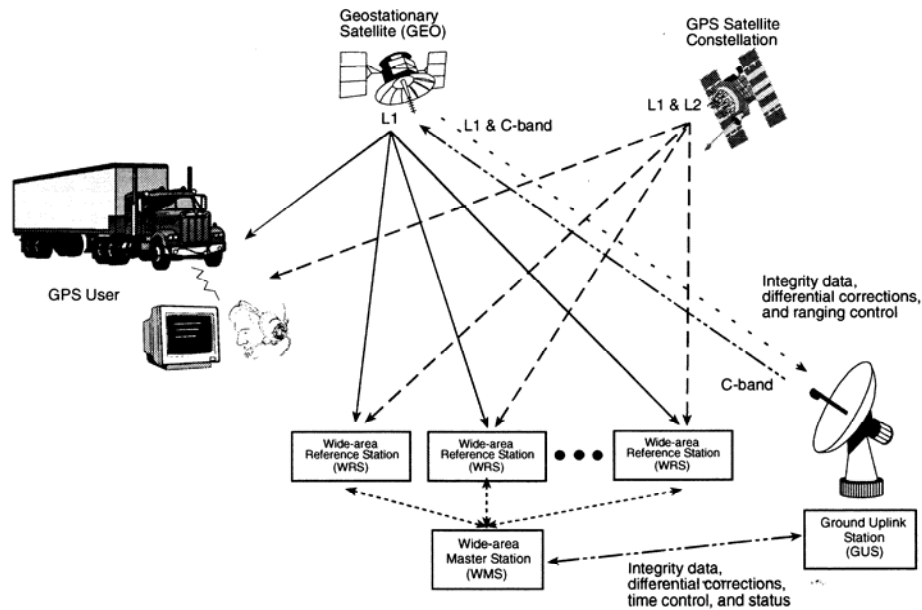


Fig. 1.- Configuración de un sistema WAAS/SBAS

En la actualidad la ESTB emplea estos tres satélites:

- Satélites AOR-E, situado en orbita geoestacionaria sobre el Océano Atlántico en posición 15.5° posición Oeste.
- Satélite IOR, situado sobre el Océano Indico. Posición orbital 65.5° E.
- Satélite Artemis. posición orbital 15°E

Estos sistemas de aumentación, han sido pensados básicamente para Navegación aérea, donde la rentabilidad económica estaría mas que justificada, aunque también han encontrado grandes aplicaciones en navegación marítima y terrestre. Sin embargo, las necesidades son muy diferentes, según que se trate de un tipo u otro de sistema de navegación.

3.- REQUERIMIENTOS PARA SU USO EN SISTEMAS DE NAVEGACIÓN

En navegación y especialmente en tareas de guiado vertical dentro de las maniobras de aproximación de precisión, los cuatro parámetro que nos va a determinar las prestaciones del sistema son **precisión, integridad, continuidad y disponibilidad.**

Se necesita establecer un mecanismo para cuantificar estos parámetros. La Comisión Radio Técnica para Servicios a la Aviación, (RTCA) mediante el documento DO-229A establece el estándar a seguir, por lo menos en lo que a navegación aérea se refiere.

Las recomendaciones dictadas por la RTCA también fueron básicamente asumidas por la OACI, en sus documentos sobre estándares y recomendaciones (SARPS). A continuación pasamos a definir cada uno de estos parámetros:

Precisión:

El primer concepto, *precisión*, concuerda muy bien con la idea intuitiva de expresar la diferencia entre la posición corregida y la posición verdadera. Cualquier ayuda a la navegación, viable, será validada por su inherente precisión. Cualquier implementación de un sistema WAAS está obligado a cuantificar la precisión de la solución corregida diferencialmente en el área de cobertura.

Integridad y continuidad

Los conceptos de integridad y continuidad se refieren a las características de los sistemas de navegación ante la presencia de fallos o eventos raros de origen natural. La integridad mide la habilidad del sistema para proteger al usuario ante estimaciones de la posición imprecisas a lo largo del tiempo. La continuidad mide la habilidad del sistema para completar una operación sin que salte una alarma.

Disponibilidad

Finalmente, la última métrica para los sistemas WAAS es la disponibilidad, la cual enfatiza la economía operativa del sistema de navegación. Se calcula como la fracción de tiempo del sistema WAAS en que proporciona posiciones dentro del nivel de precisión, integridad y continuidad especificado.

El documento DO-229A de la RTCA “Minimum Operational Performance Standards (**MOPS**)” detalla la metodología para el cálculo de los parámetros citados. En

este documento, se especifican un nivel de protección vertical “Vertical Protection Level (VPL)” y un nivel de protección horizontal, “Horizontal Protection Level (HPL)” para la solución corregida del sistema de navegación. Estos niveles no deben superarse con una probabilidad del 99.99999% .

4.- EVALUACIÓN DE LAS PRESTACIONES DEL ACTUAL PROTOTIPO DEL SISTEMA: ESTB

Para que el sistema de ayuda a la navegación por satélite a emplear dentro del proyecto MIMICS, pueda ser considerado apto, éste nos debía dar una serie de garantías en cuanto a la precisión, integridad y disponibilidad de los datos. Inicialmente se pensó en el empleo de un sistema GPS con corrección de área local (LAAS) en tiempo real, mediante sistema Rasant. Sin embargo la alternativa final debido al interés del Ministerio consistió en el empleo del sistema basado en satélite, EGNOS. Para ello necesitábamos evaluar la calidad de sus parámetros

Por tanto, el principal objetivo de este trabajo ha consistido en realizar una toma continuada de datos en una posición de referencia estática, proceder a su tratamiento, en post-proceso y deducir conclusiones acerca de la validez de la señal ESTB, para su aplicación en el transporte terrestre con cierto grado de precisión, como es el caso del ITS.

Inicialmente, se trata de ver la precisión de los datos EGNOS suministrados por un receptor de usuario situado en un emplazamiento estático, pero configurando a éste como si estuviera en dinámico. Con esto, la dispersión de los puntos obtenidos, nos debe llevar a una primera conclusión de la exactitud de éstos.

4.1 Aplicación realizada.

Se ha instalado la antena en un emplazamiento estático, lo suficientemente despejado como para permitir una muy buena visibilidad de la constelación de satélites GPS y del geostacionario, AOR-E. Se ha procedido a registrar, mediante el LOG del receptor Novatel PRTKA, que es el empleado para navegación, los siguientes datos, a una frecuencia de 1 Hz. El log PRTKA contiene la mejor solución disponible calculada por el receptor, junto con una serie de “flags” de estado. Entre otros datos, nos indica si la

solución aportada está corregida diferencialmente o no lo está. Si la corrección es WAAS nos indica si el sistema empleado es EGNOS u otro sistema semejante.

A continuación resumimos un conjunto completa de gráficos, obtenidos para el día 18 de Mayo de 2001, tarde. Se ha escogido este periodo, como ejemplo representativo de mezcla de posiciones con corrección EGNOS y posiciones solo GPS, con lo que podemos vislumbrar una primera comparación.

En las figuras 2 y 3 se muestra la autocorrelación del error en horizontal y vertical normalizada. La forma de esta curva nos va a indicar, en cierta medida, el grado de aproximación de estos errores a una distribución gaussiana de ruido blanco. Cuanto mas estrecha sea mas cierta será esta aproximación.

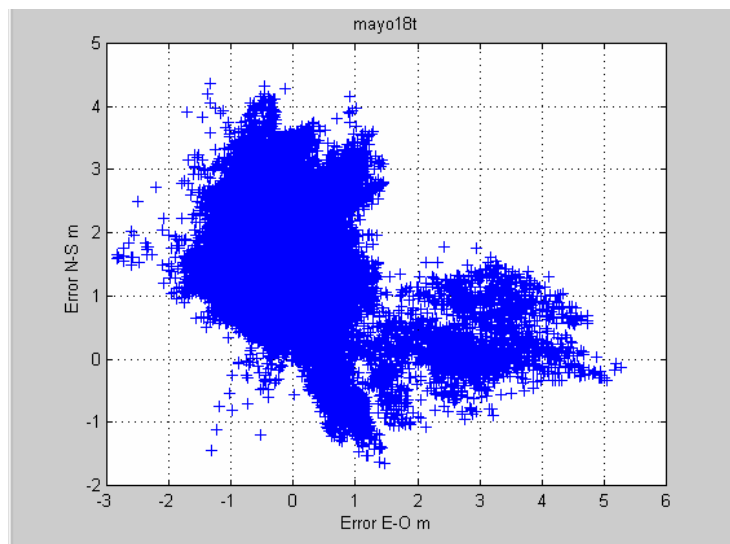


Figura 2.- Nube de puntos, entorno al de referencia.

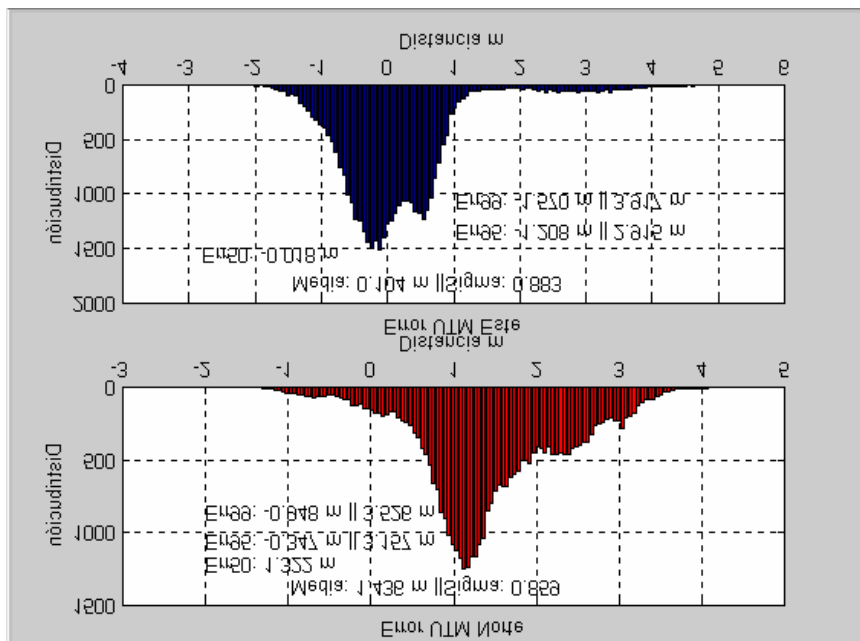


Figura3.- Histogramas de error, en metros, coordenadas UTM (Este y Norte)

5.- CONCLUSIONES

En primer lugar, dado que el sistema EGNOS se encuentra en fase de pruebas, su utilización actual por cualquier aplicación de fines no experimentales no es recomendable al no existir garantías de continuidad del servicio..

Tras periodos de inspección suficientemente largos, la dispersión de los datos obtenidos para un punto estático, en general es relativamente alta, sin embargo con periodos de inspección cortos, podemos encontrar tramos periodos de tiempo donde se cumplen las especificaciones de diseño, en cuanto a precisión, lo que demuestran su viabilidad para ser utilizable en un sistema ITS. De esta forma se ha podido constatar que una vez se pase a la fase operativa de la señal EGNOS y por tanto el futuro sistema GALILEO será de gran utilidad en aplicaciones de navegación y posicionamiento, y por tanto en el campo del ITS.

Uno de los aspectos más importantes sobre los que se ha concluido es la necesidad de redefinir los criterios para el calculo del nivel de protección HPL y el valor de alerta, HAL, de cara a su uso en ITS.

Concluir finalmente, que EGNOS, será un sistema apto para su aplicación como sensor en ITS, cuando la precisión de los datos suministrados por el receptor

mantengan unos límites establecidos para el diseño de éste. La navegación, ayudada por la combinación de varios tipos de sensores será la posible solución óptima para ITS. Sin embargo el coste económico de éstos será clave en su desarrollo.

REFERENCIAS

- [1].- ESA, GNSS-1 Project. *ESTB SIS, User Interface Description*.
- [2].- WADGPS Laboratory Stanford University. *The NSTRB WAAS: A real-time Wide Area Differential GPS Augmentation*.
- [3].-Phuong Tran, Jya-Syin Wu, Jeff Lewwellen. *The Sensitivity of Category I Precision Approach Availability to GPS satellite Constellation*.Raytheon Systems Company.
- [4].- J. Vermeij, A. van den Berg, R Farnworth. *Analysis and validation of GNSS performance*. NLR, EUROCONTROL Experimental Centre.
- [5].- Minimum Operational Performance Standards for Global Positioning Systems/Wide Area Augmentation Systems Airborne Equipment, RTCA. Document *DO-229A, Appendix A: Wide Area Augmentation System Signal Specification*.June 8, 1998, RTCA, Washington,DC.
- [6].-ICAO-GNSS SARPs, 1999. *Draft Standards and Recommended Practices for the Global Navigation System. Satellite-Based Augmentation Systems (SBAS). Appendix B*.
- [7].- *GPSCard MiLLenium Command descriptions Manual,versión 4.501*. Novatel Inc. 1999

CORRESPONDENCIA

Benito Úbeda Miñarro. Dept. Ingeniería de la Información y las Comunicaciones.
Facultad de Informática Universidad de Murcia. Apartado 4021 3001 Murcia. Telf. +34-968364623, Fax: +34-968364151, e-mail: bubeda@um.es