

RESUMEN

SBAS, abreviatura inglesa de Satellite Based Augmentation System (Sistema de Aumentación Basado en Satélites) es un sistema de corrección de señales que los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) transmite al receptor GPS del usuario. Los sistemas SBAS mejoran el posicionamiento en la horizontal y en la vertical del receptor y dan información sobre la calidad de las señales. Aunque inicialmente fue desarrollado para dar una precisión mayor a la navegación aérea cada vez se está generalizando su uso en otro tipo de actividades que requieren de un uso sensible de la señal GPS.

La arquitectura básica de todos los sistemas SBAS esta conformado por una red de estaciones terrestres de referencia distribuidas por una amplia zona geográfica (países o continentes enteros) que supervisan a las constelaciones de satélites de GNSS. Estas estaciones retransmiten los datos a una instalación de procesamiento central que evalúa la validez de las señales y calcula correcciones a los datos de efemérides y reloj radiodifundidos de cada satélite a la vista. Para cada satélite GPS o GLONASS vigilado, el SBAS estima los errores en los parámetros, y a su vez estas correcciones son transmitidas al avión por medio de satélites geoestacionarios. Luego el receptor de a bordo ajusta la información recibida directamente de los satélites GPS con las correcciones recibidas de los satélites geoestacionarios, para así navegar con más seguridad.

El proyecto esta ejecutándose con la implementación de las Estaciones de Monitoreo Continuo, cuyo alcance estará en la cobertura del territorio ecuatoriano. La obtención de los datos se transformara a formato RINEX, para facilitar su manejo. Estos datos serán validados para obtener una mejor precisión y a su vez poder ser remitidos al usuario mediante la tecnología GPRS.

ABSTRACT

SBAS, English abbreviation of Satellite Based Augmentation System (System of Based Augmentation in Satellites) it is a system of correction of signs that the Global Systems of Sailing for Satellite (GNSS) it transmits to the user's receiving GPS. The systems SBAS improves the positioning in the horizontal one and in the

vertical of the receiver and they give information about the quality of the signs. Although initially it was developed to give a bigger precision to the air sailing every time you their use is generalizing in another type of activities that you/they require of a sensitive use of the sign GPS.

The basic architecture of all the systems SBAS this forming for a net of terrestrial stations of reference distributed by a wide geographical area (countries or whole continents) that supervise to the constellations of satellites of GNSS. These stations to transmit the data to an installation of central prosecution that evaluates the validity of the signs and it calculates corrections to the anniversary data and clock broadcasting of each satellite at sight. For each satellite GPS or watched over GLONASS, the SBAS estimates the errors in the parameters, and in turn these corrections are transmitted to the airplane by means of geostationary satellites. Then the receiver of on board it adjusts the received information directly of the satellites GPS with the received corrections of the geostationary satellites, it stops this way to navigate with more security.

The project this being executed with the implementation of the Stations of Continuous Monitoring whose reach will be in the covering of the Ecuadorian territory. The obtaining of the data transformed to format RINEX, to facilitate its handling. These data will be validated to obtain a better precision and in turn to be able to be remitted the user by means of the technology GPRS.

CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCION

El Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS) propone la utilización de satélites como soporte a la navegación, ofreciendo localización precisa de las aeronaves y cobertura en todo el globo terrestre.

Un sistema de navegación basado en estaciones satelitales, puede proporcionar a los usuarios información sobre la posición y la hora (cuatro dimensiones) con una gran exactitud, en cualquier parte del mundo, las 24 horas del día y en todas las condiciones climatológicas.

El GNSS es un término general que comprende a todos los sistemas de navegación por satélites, los que ya han sido desarrollados (GPS, GLONASS) y los que serán desarrollados en el futuro,

Se está implantando el sistema GNSS de una manera evolutiva a medida que este preparado para acoger el gran volumen del trafico aéreo civil existente en la actualidad, y pueda responder a las necesidades de seguridad que requiere el sector, uno de los más exigentes del mundo. Cuando el sistema GNSS esté completamente desarrollado, se podrá utilizar sin requerir ayuda de cualquier otro sistema de navegación, desde el despegue hasta el completar una aproximación de precisión Categoría I, II ó III.

SBAS es un término que comprende todos los sistemas de aumentación basadas en satélites que están en desarrollo actualmente, más cualquier otro que sea desarrollado en el futuro. Las entidades que han desarrollado actualmente sistemas SBAS son la FAA (el WAAS), un consorcio europeo (el EGNOS) y el Estado Japonés (el MSAS).

1.2 ANTECEDENTES

Desde que en 1957 el lanzamiento del Sputnik-1 (ver Figura No. 01), supuso el comienzo de la era de los satélites y su posterior uso en aplicaciones para el interés de la comunidad mundial, la tecnología ha avanzado en este aspecto de manera espectacular. El primer sistema de navegación por satélite, denominado TRANSIT, surgió como ayuda a la navegación marítima permitiendo a los usuarios del sistema determinar su posición midiendo el desplazamiento Doppler de la señal de radio transmitida por el satélite.

El sistema TRANSIT, puesto en órbita en 1958 y compuesto por 10 satélites que se terminaron de lanzar en 1964, permitió un rápido desarrollo de las comunicaciones satelitales, desembocando en el sistema GPS. Para ello, se aprovecharon las condiciones de la propagación de las ondas de radio de la banda L en el espacio, así como la posibilidad de modular las ondas de radio para que en ellas se pueda incluir la información necesaria que permita posicionar un objeto en la superficie de la tierra en el sistema de referencia apropiado.

FIGURA N. 01

SATÉLITE ARTIFICIAL SPUTNIK-1



FUENTE: www.satelliteinfos.com

Este posicionamiento se produce sobre un sistema de referencia inercial cartesiano, que en el caso de usar la constelación americana NAVSTAR-GPS corresponde al sistema WGS-84, y en el caso de usar la constelación rusa GLONASS corresponde al sistema PZ-90.

El GPS nació para subsanar la deficiencia más grave del sistema TRANSIT, que no podía ser utilizado por las aeronaves. En 1973, el Departamento de Defensa de los EEUU animado por el éxito del TRANSIT decide aprobar el programa NAVSTAR-GPS, (Navigation System Time and Ranging-Global Position System) el cual pretende proporcionar a sus usuarios precisiones del orden de decenas de metros con cobertura continua en toda la superficie terrestre. Este proyecto se hizo realidad entre los meses de febrero y diciembre de 1978, cuando se lanzaron los cuatro primeros satélites de la constelación NAVSTAR-GPS, que hacían posible el sistema que resolvería la incógnita de determinar la posición de cualquier objeto en la Tierra, permitiendo posicionar un objeto en la superficie de la Tierra a través de las señales emitidas en forma de ondas de radio por los satélites de dichas constelaciones, para ello se debía contar con un receptor que procesaba en la superficie las señales recibidas y calculaba su posición con una precisión en función del tipo de información recibida, tiempo de recepción y condiciones de la emisión.

Años atrás se estaba impulsando ya un proyecto denominado CONDOR, el mismo que estaba basado en el lanzamiento de un satélite en el Ecuador considerándose la ubicación geográfica y bajo el amparo de los países de América Latina. Su objetivo principal era el manejo de los recursos naturales y una mejor explotación. Ha transcurrido el tiempo y hasta ahora esa idea no ha sido plasmada, tanto así que este ambicioso proyecto ha quedado a la deriva sin tener resultados por los altos costos que se bordeaban en aquel tiempo en millones de sucres.

El Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS) propone la utilización de satélites como soporte a la navegación, ofreciendo localización precisa de objetos y cobertura en todo el globo terrestre.

Un sistema de navegación basado en estaciones satelitales, puede proporcionar a los usuarios información sobre la posición y la hora (cuatro dimensiones) con una gran exactitud, en cualquier parte del mundo, las 24 horas del día y en todas las condiciones climatológicas.

Los SBAS emplean satélites geoestacionarios que operarán a la misma frecuencia que la señal C/A (código que permite un posicionamiento rápido del

receptor pero con precisión media SPS) del GPS (1575.42 MHz) con una secuencia directa pseudo aleatoria con modulación de espectro ensanchado de la misma familia de GPS que llevará la información de integridad, además de la de navegación, se comportarán como repetidores con lo que se simplificarán los circuitos del satélite y la información de integridad podrá ser actualizada en tiempo real.

Los satélites geoestacionarios poseen un enlace de banda C a banda L y otro de banda C a banda C de baja potencia, la comparación de los retardos producidos en los dos enlaces se usa para compensar el retardo de propagación ionosférica en el enlace de subida.

Todos los satélites en el sistema emiten constantemente señales de navegación y temporización compartiendo la misma frecuencia sin interferirse unos a otros. Cada satélite posee su propio código pseudo-random noise distintivo.

Para aplicaciones en tiempo real, las correcciones de los parámetros de cada satélite deberán ser transmitidas a los usuarios a través de equipos de radio VHF o si se requiere una amplia cobertura a través de satélites Geoestacionarios que emitan pseudo códigos con información de corrección.

1.3 DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN

Aunque los sistemas GPS y GLONASS emplean una tecnología compleja y avanzada, los principios básicos de operación de los sistemas son sencillos. La determinación de la posición se basa en la medición de las distancias a los satélites y el conocimiento de la posición de cada satélite en todo momento.

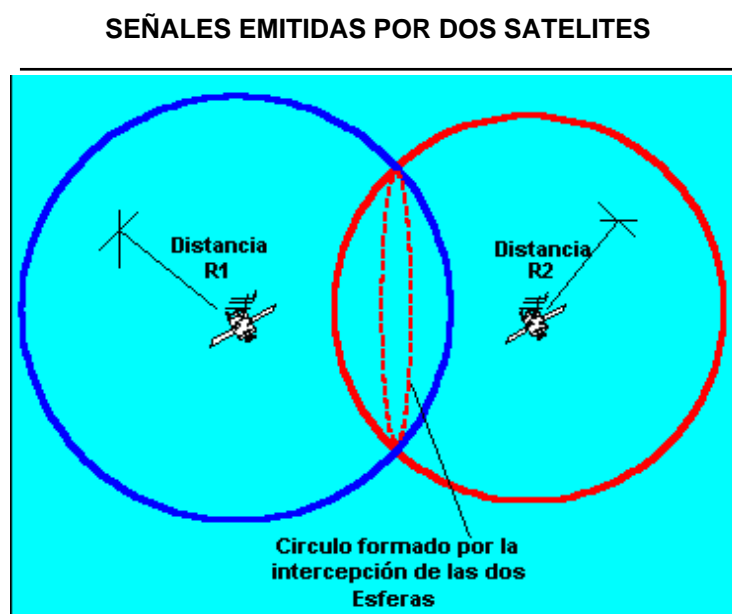
Todos los satélites en el sistema emiten constantemente señales de navegación y temporización compartiendo la misma frecuencia sin interferirse unos a otros. Cada satélite posee su propio código pseudo-random noise distintivo.

Si se utiliza la señal de un sólo satélite este proporcionaría al receptor la posición del satélite y la información necesaria para calcular la distancia a este

satélite. Luego la posición del receptor estará en alguna parte de la superficie de una esfera centrada en la posición del satélite.

Si se utilizan las señales emitidas por dos satélites (ver Figura N. 02), estos proporcionarían al receptor la información necesaria para ubicar la posición del receptor en alguna parte de la circunferencia resultante de la intersección de las dos esferas.

FIGURA N. 02



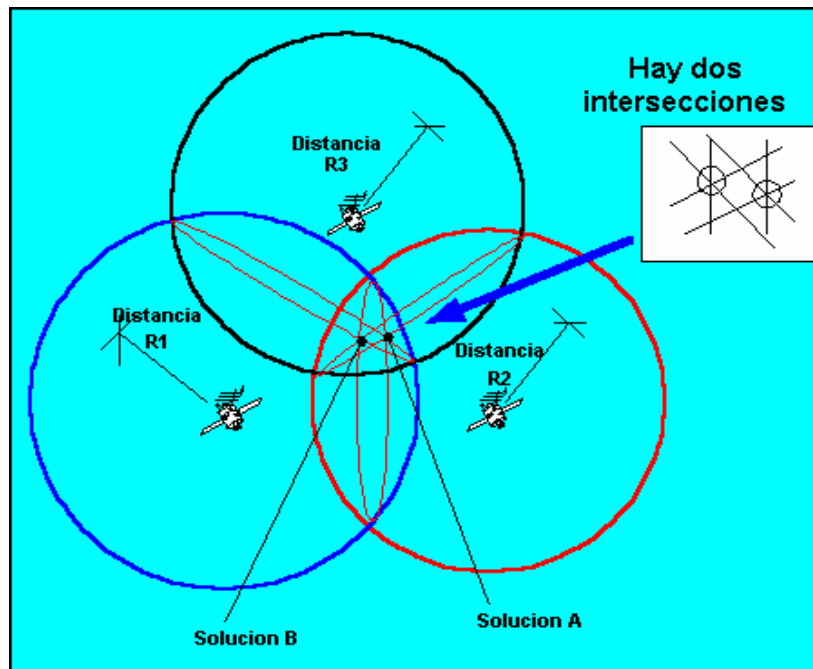
FUENTE: <http://www.corpac.gob.pe>

Mediante el uso de una tercera medición, a un tercer satélite (ver Figura N. 03), se puede obtener dos posiciones que corresponde a la intersección de las tres esferas centradas en cada satélite y con radios iguales a las distancias al receptor. Una de las 2 soluciones de posición es generalmente un valor absurdo que la computadora del receptor descarta automáticamente al compararlo con el modelo de la esfera formada por la superficie de la tierra, quedando solamente una solución que es la correcta posición del receptor.

Para que funcione este sistema, las mediciones de tiempo deben ser muy precisas y los relojes deben ser muy exactos.

FIGURA N. 03

SEÑALES EMITIDAS POR TRES SATELITES



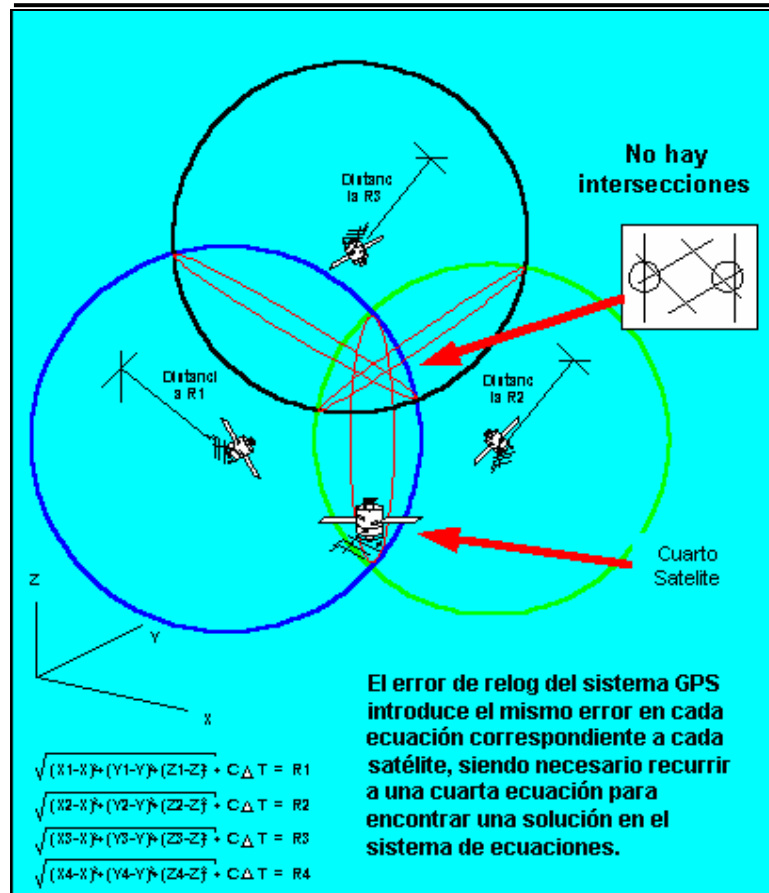
FUENTE: <http://www.corpac.gob.pe/publica/gnss>

Dentro de los satélites, se logra esta exactitud mediante el uso de relojes atómicos que tienen precisiones medidas en nanosegundos (un nanosegundo es una mil millonésima de segundo). El uso de un reloj atómico en un receptor no solo sería impracticable, sino que sería muy costoso; por lo que los receptores emplean un modelo matemático para obtener una hora precisa del sistema de satélites y determinar así una posición exacta.

Para obtener una posición y un tiempo preciso, el receptor utiliza adicionalmente una medición de distancia a un cuarto satélite (ver Figura N.04). En caso de que el reloj del receptor se adelante o atrase, no habría ningún punto en el espacio en el que se crucen todas las mediciones de distancia. Cada medición tendría un error que es ocasionado por la diferencia en la hora del reloj del receptor con respecto a la hora del reloj del satélite. El error sería igual para todas las mediciones, por lo que la computadora del receptor podría entonces efectuar matemáticamente una corrección que permitiría que todas las mediciones de distancia se intercepten en un solo punto. Al efectuar esto, puede así calcularse el error del reloj y aplicar la corrección apropiada.

FIGURA N. 04

SEÑALES EMITIDAS POR CUATRO SATELITES



FUENTE: <http://www.corpac.gob.pe>

1.4 LA ARQUITECTURA BASICA DE LOS SISTEMAS SBAS

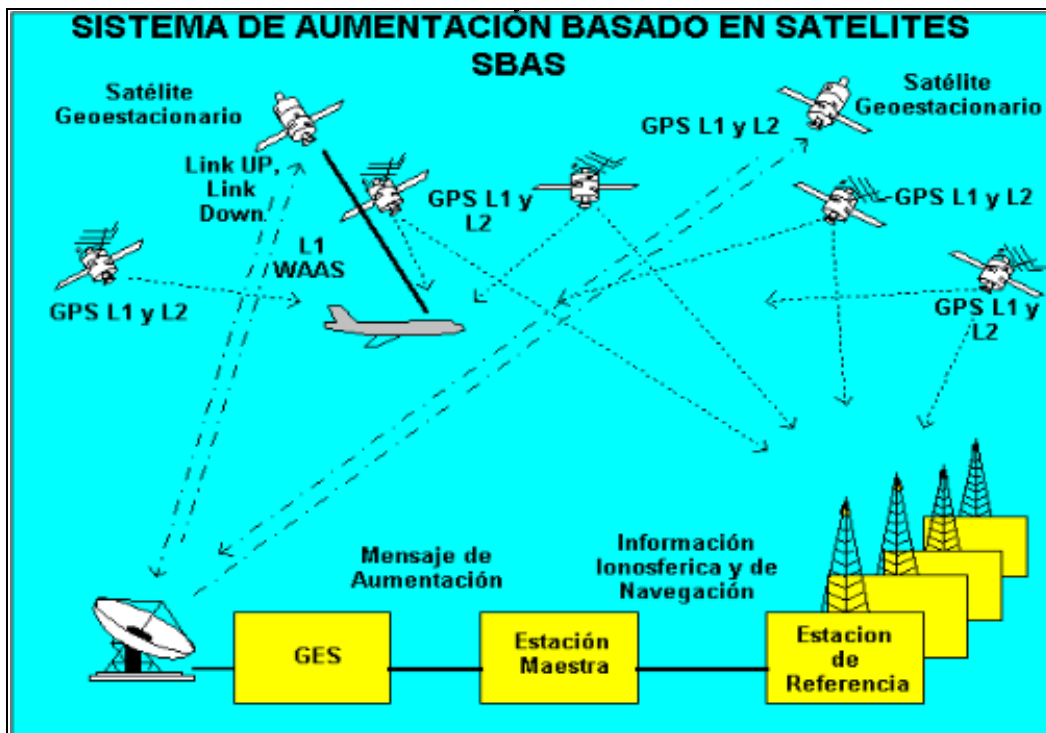
La arquitectura básica de todos los sistemas SBAS (ver Figura N.05), esta conformado por: una red de estaciones terrestres diferenciales que determinan el error total de posición en una determinada región.

Esas correcciones son transmitidas al avión por medio de satélites geoestacionarios. Luego el receptor de a bordo ajusta la información recibida directamente de los satélites GPS con las correcciones recibidas de los satélites geoestacionarios, para así navegar con más precisión.

En la actualidad la FAA prueba con éxito el sistema denominado WAAS, se esta definiendo la capacidad operativa del sistema el cual dependiendo de los resultados obtenidos alcanzara su plena capacidad operativa a fines del 2010.

FIGURA N. 05

ARQUITECTURA BASICA DEL SISTEMA



FUENTE: <http://www.corpac.gob.pe/publica/gnss>