

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 551**

51 Int. Cl.:

G01S 19/07 (2010.01)

G01S 19/32 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2015 E 15158722 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2919035**

54 Título: **Sistema y procedimiento de difusión de información en un sistema de satélites de doble frecuencia**

30 Prioridad:

14.03.2014 FR 1400613

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

14.09.2017

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem Esplanade Nord, Place des
Corolles
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**LOBERT, BRUNO y
DUNAS, ETIENNE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 632 551 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de difusión de información en un sistema de satélites de doble frecuencia

El objeto de la invención se refiere a un procedimiento y su sistema para difundir información en un sistema de satélite que garantiza un servicio de aumento por satélite en la frecuencia L_1 o frecuencia L_1 SBAS, acrónimo anglosajón de "*Satellite based augmentation system*" y sincrónicamente un enlace de frecuencia L_5 SBAS. La información es, por ejemplo, datos de corrección (precisión) y/o datos de validación (integridad) transmitidos para usuarios de doble frecuencia L_1 y L_5 .

Los datos proporcionados por los sistemas de navegación por satélite de navegación GNSS (*Global Navigation Satellite System*) de tipo GPS (*Global Positioning System*) o GLONASS se mejoran por la tecnología SBAS anteriormente mencionada. Esta tecnología aporta una corrección adicional por satélite de los errores inherentes al sistema GPS, aumentando de este modo muy sustancialmente la precisión de las medidas de posición de los usuarios. Proporciona, también, garantías de integridad y de disponibilidad. Los sistemas de aumento de la precisión de posicionamiento por satélite SBAS se encuadran hoy en tres zonas: l'EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*) para Europa, el WAAS (*Wide Area Augmentation System*) para América del norte y el MASA (*Multifunctional Satellite augmentation System*) para Japón.

La figura 1 representa esquemáticamente un sistema 1 de navegación por satélite GPS que utiliza la tecnología SBAS. El sistema 1 consta en este ejemplo de un conjunto 2 de calculadoras, un conjunto 3 de satélites MEO, un conjunto 4 de estaciones de transmisión, más conocidas en el sistema ENOS bajo la abreviatura anglosajona NLES (*Navigation Land Earth Station*), comunicándose cada estación 4 de transmisión con un satélite 5 geoestacionario, varias estaciones 6 de control conectadas al conjunto 2 calculador, varios usuarios U_i . En el caso de un sistema SBAS como EGNOS, las estaciones 6 de control son estaciones terrestres de referencia de tipo "RIMS" (*Ranging and Integrity Monitoring Station*) y actualmente están en el número de varias decenas. Un calculador 2 es de tipo calculador central, más conocido bajo el acrónimo anglosajón "CPF" (*Central Processing Facility*). El sistema puede constar de varios calculadores, por ejemplo, cinco, que permiten garantizar una redundancia en caso de diferencia de cálculo y en caso de avería. En un momento dado, los calculadores funcionan en paralelo y en permanencia, para la difusión de datos de corrección hacia los usuarios, solo uno de estos calculadores estará activo. Una estación 4 de transmisión es, por ejemplo, una estación terrestre ascendente de navegación o NLES (*Navigation Land Earth Station*) que transmite los datos del calculador activo que selecciona en cada segundo entre los cinco calculadores, en función de la indicación sobre la calidad del cálculo que éstos anuncian según un procedimiento conocido por el experto en la materia. El satélite 5 geoestacionario es de tipo Inmarsat III, Inmarsat IV, o SES-ASTRA, por ejemplo. Para cada satélite geoestacionario hay, por ejemplo, una estación de transmisión activa y una estación de transmisión en redundancia.

Las estaciones 4 de transmisión efectúan sobre el conjunto de los satélites MEO y GEO medidas de pseudodistancia, que se comunican, con el contenido de los mensajes difundido por los satélites, a los calculadores 2. Estos últimos determinan denominados de aumento (llamados así NOF de *Navigation Overlay Frame*) que permiten, en particular, garantizar las funciones siguientes: correcciones diferenciales de base, tales como la difusión de correcciones de calendarios y relojes relacionadas con los satélites GPS, correcciones ionosféricas, datos de integridad. Los datos de aumento (NOF) se combinan por el calculador 2 antes de transmitirse hacia la o las estaciones 4 de transmisión, que son responsables de transmitir estos datos de aumento hacia el satélite 5 geoestacionario asociado. El satélite geoestacionario redistribuye datos de aumento D_a a los usuarios U_i , U_1 a U_k , que reciben igualmente señales de navegación S_n de los satélites 3. Las señales de navegación S_n combinadas con los datos de aumento D_a que permiten a un usuario U_i determinar su posición $P(U_i)$ con una precisión aumentada. Los datos de aumento D_a se proporcionan por el calculador 2 con una cierta integridad, es decir, una capacidad de proporcionar datos de aumento indicando a los usuarios si estos datos son fiables y utilizables, induciendo de esta manera un nivel de seguridad compatible con las exigencias de la aviación civil. Para emitir estos datos de integridad, un calculador 2 necesita recibir en tiempo real, de vuelta, el conjunto de los datos que emite (I) de forma continua a los usuarios. Si este no es el caso, el calculador se declara no íntegro. El calculador verifica él mismo de este modo los datos que ha emitido. En el caso del sistema EGNOS, el calculador 2 recibe de vuelta (II) los datos que el mismo ha emitido a través del satélite 5 geoestacionario que reemite estos datos hacia el calculador a través de las estaciones 6 de control RIMS. El trayecto de los datos corresponde de esta manera a un bucle (II) llamado bucle de integridad. Un satélite geoestacionario que emite en banda L_1 , en particular, tiene pues una doble función, por una parte, transmitir los datos de aumento hacia los usuarios, por otra parte, asegurar el bucle de integridad. Opcionalmente, puede igualmente ser objeto de mediciones de pseudodistancias por el usuario del sistema.

La figura 2 representa el esquema de emisión de las estaciones 4 de transmisión hacia un satélite 5. Una estación 4 de transmisión NLES, se compone, por ejemplo, de una primera parte 4.1, banda de base, que tiene por función recibir los datos de aumento D_a que transmitirá, por parte del o de los calculadores, generar y sincronizar las señales (mensajes que modulan una portadora), conectándose la primera parte a una segunda parte 4.2, compuesta por una estación emisora/receptora, RX/TX, que emite, recibe y amplifica las señales de frecuencia RF. La estación NLES transmite a través de un enlace 11 ascendente, normalmente en banda C o K_u , a señal operativa L_1 y la señal auxiliar E_5 que se transmitirá hacia el satélite 5 geoestacionario con el que se conecta la estación. Los mensajes o datos de aumento D_a se transmite sobre la señal L_1 y corresponden a los datos determinados por el calculador

seleccionado por la estación según un principio conocido por el experto en la materia. El satélite 5 transpone las señales recibidas y las difunde en el enlace descendente 12 en las frecuencias L_1 y E_5 . La parte receptora de la estación 4, 4.2, estas señales L_1 , E_5 , y verifica que son idénticas a las que emite. La parte de banda 4.1 de base mide un primer momento de llegada $t(L_1)$ de la señal L_1 y un segundo tiempo de llegada $t(E_5)$ de la señal auxiliar E_5 y determina un primer intervalo temporal $\Delta t(L_1)$ y un segundo intervalo temporal $\Delta t(E_5)$ en relación a un tiempo de referencia del sistema t_{ref} . La estación 4 corregirá entonces el momento de emisión $t_{emitido}$ de las señales difundidas sobre los enlaces ascendentes para cada una de las señales L_1 o E_5 en función del intervalo temporal constatado sobre las señales recibidas. El sometimiento de las señales en un tiempo de referencia t_{ref} , tal como se describe a continuación, se llama bucle largo. El objetivo de este sometimiento es sincronizar el tiempo de emisión de la señal L_1 al nivel del satélite en una referencia de tiempo de sistema, pudiendo decidirse como siendo el tiempo GPS. La señal auxiliar E_5 es necesaria para corregir el retraso ionosférico sobre la vía descendente.

Actualmente, los estándares SBAS L_1 consideran únicamente usuarios monofrecuencia con una difusión de las correcciones por el SBAS a la frecuencia L_1 . Uno de los problemas planteados es introducir nuevos servicios en el sistema para usuarios de doble frecuencia L_1 - L_5 minimizando los impactos sobre el funcionamiento operativo.

Una solución consideraría introducir el servicio L_5 al nivel de las estaciones NLES reemplazando las estaciones L_1 existentes por nuevas estaciones NLES L_1 - L_5 . Esta solución presenta los principales inconvenientes: siguientes:

- una imposibilidad de compartir, durante las fases de prueba y de validación que pueden durar varios meses, los satélites geoestacionarios visibles al público en general; sería, por lo tanto, necesario a la vez disponer de satélites suplementarios equipados de cargas útiles de navegación para permitir la migración del antiguo sistema hacia el sistema nuevo, sin interrupción del servicio L_1 , así como modificar el conjunto de los receptores de masas y embarcados en servicio para que ignoren esta fase de transmisión
- la necesidad de modificar sensiblemente el antiguo sistema SBAS L_1 , incluso de reemplazarlo completamente por un SBAS L_1/L_5 , con la consecuencia de tener que volver a pasar por una fase de validación y certificación completa, incluyendo para los servicios L_1 ,
- impactos colaterales en caso de fallo sobre uno de los servicios (por ejemplo, discontinuidad de servicios), el acoplamiento de los servicios sobre L_1 y L_5 uniendo de facto la gravedad de servicios de naturaleza potencialmente diferente, y haciendo extremadamente compleja la sincronización de los cambios de redundancias en caso de necesidad según la calidad de cada uno de los servicios,
- de una manera general, un escenario de migración complejo que induce un riesgo de interrupción del servicio L_1 .

Una optimización propuesta en la técnica anterior consiste en una modificación de las estaciones del sistema SBAS L_1 para permitirle difundir también las correcciones sobre L_5 . Esta optimización solo mitiga parcialmente los inconvenientes expuestos anteriormente.

El documento titulado "*Evolving WAAS to Serve L1/L5 Users*", de Walter TODD, Navigation, Institute of Navigation, Fairfax, XP056000517 describe un sistema que asocia a un satélite NLES L_1 , una estación de doble frecuencia.

Uno de los objetivos de la presente invención es proponer un procedimiento y un sistema para usuarios de doble frecuencia y multiconstelaciones, en particular, para usuarios que utilizarán las frecuencias L_1 y L_5 emitidas por los satélites MEO (GPS, GALILEO, GLONASS, ...) con el fin de transmitir datos de aumento de manera sincronizada.

El procedimiento según la invención se basa principalmente en la implementación de un sometimiento que consiste en sincronizar el mensaje operativo L_5 , emitido por una estación L_5 , sobre el mensaje auxiliar de sincronización E_5 de la estación L_1 que permite transmitir datos de aumento D_a . Esta sincronización se realiza al nivel de la estación L_5 por un bucle de sometimiento secundario que compara los momentos de llegada del mensaje auxiliar E_5 y operativo L_5 y que adapta en función de la emisión del mensaje L_5 operativo.

La invención se refiere a un procedimiento para transmitir información o datos "de corrección" D_a en un sistema de navegación por satélites de doble frecuencia que comprende al menos un satélite SBAS para redistribuir los datos de corrección D_a a varios usuarios (U), una o varias primeras estaciones NLES L_1 que administran servicios de aumento para satélites SBAS L_1 y una señal auxiliar y una o varias segundas estaciones NLES que administra servicios SBAS L_5 , caracterizado porque:

- una primera estación NLES L_1 transmite un mensaje SBAS L_1 que modula una portadora UL_1 y un mensaje E_5 auxiliar que modula una portadora UL_5 hacia un satélite,
- una segunda estación NLES L_5 transmite un mensaje SBAS L_5 que modula una portadora UL_5 hacia un satélite,
- el satélite (5) transmite los mensajes SBAS L_1 y SBAS L_5 hacia uno o varios usuarios U_i ,
- el satélite transmite los mensajes SBAS E_5 y el mensaje SBAS L_5 hacia la segunda estación NLES L_5 , la segunda estación NLES L_5 sincroniza en fase y en frecuencia la emisión del mensaje L_5 y de su portadora UL_5 sobre el mensaje E_5 y su portadora DL_5 , con el fin de que el mensaje L_1 y el mensaje L_5 se emitan en el mismo momento o con un sesgo constante conocido por los usuarios al nivel del satélite SBAS para que los datos y medidas dependientes de la diferencia entre L_1 y L_5 se traten correctamente por uno o varios usuarios U_i .

El procedimiento puede constar al menos de las etapas siguientes:

- al nivel de una primera estación NLES L_1 , un módulo emisor/receptor transmite información de corrección hacia el satélite por medio de un mensaje L_1 que modula una portadora UL_1 , así como un mensaje auxiliar de sincronización E_5 que modula una portadora UL_5 , y recibe de vuelta los mensajes L_1 y E_5 que modula respectivamente las portadoras DL_1 y DL_5 ,
- 5 • al nivel de una segunda estación NLES L_5 , un módulo emisor/receptor transmite el mensaje L_5 que modula una portadora UL_5 hacia el satélite y recibe de vuelta el mensaje UL_5 que modula una portadora DL_5 y el mensaje auxiliar E_5 que modula una portadora DL_5 generada por la primera estación NLES L_1 y retransmitido por el satélite,
- 10 • al nivel de la segunda estación NLES L_5 , un dispositivo complementario o integrado al dispositivo sincroniza en frecuencia y fase la emisión del mensaje L_5 y su portadora UL_5 sobre el mensaje E_5 y su portadora DL_5 .

Según una variante de realización, el procedimiento utiliza un dispositivo emisor-receptor común a una primera estación NLES L_1 y a una segunda estación NLES L_5 y que consta de al menos las siguientes etapas:

- 15 • al nivel de la primera estación NLES L_1 , el dispositivo emisor/receptor transmite información de corrección D_a hacia el satélite geoestacionario por medio de un mensaje L_1 que modula una portadora UL_1 , así como un mensaje auxiliar de sincronización E_5 que modula una portadora UL_5 y recibe de vuelta los mensajes L_1 y E_5 que modula respectivamente las portadoras DL_1 y DL_5 ,
- al nivel de la segunda estación NLES L_5 , el dispositivo emisor/receptor transmite el mensaje L_5 hacia el satélite y recibe de vuelta el mensaje L_5 que modula una portadora DL_5 , así como el mensaje auxiliar E_5 que modula una portadora DL_5 generada por la primera estación NLES L_1 y retransmitido por el satélite,
- 20 • al nivel de la segunda estación NLES L_5 , un dispositivo complementario o integrado al dispositivo sincroniza en frecuencia y fase la emisión del mensaje L_5 y su portadora UL_5 sobre el mensaje E_5 y su portadora DL_5 .

Según un modo de realización, se sincroniza la emisión del mensaje L_5 y su portadora UL_5 en función del momento de la llegada del mensaje E_5 .

25 Los mensajes L_1 , L_5 y E_5 modulan, por ejemplo, códigos periódicos que permiten determinar el inicio de los ciclos y el momento de inicio de los mensajes que modulan estos códigos.

Es posible sincronizar el momento de inicio de ciclo de emisión del mensaje L_5 en función del inicio de ciclo a la llegada del mensaje L_5 en relación con el momento de inicio de ciclo a la llegada del mensaje E_5 .

Según un modo de realización, el procedimiento utiliza bandas de frecuencias idénticas para los mensajes L_5 y E_5 .

30 La invención se refiere también a un sistema para transmitir información o datos "de corrección" en un sistema de satélite que comprende al menos un satélite, una o varias primeras estaciones NLES que administran mensajes SBAS L_1 y un mensaje auxiliar E_5 caracterizado porque consta al menos de los elementos siguientes:

- al menos un módulo de emisión/recepción de mensajes de los servicios L_1 , E_5 , L_5 ,
- al menos una segunda estación NLES que administra servicios SBAS L_5 , transmitiendo dicha al menos una estación NLES mediante el módulo de emisión un mensaje L_5 que modula una portadora UL_5 hacia el satélite y recibiendo un mensaje E_5 que modula una portadora UL_5 retransmitido por el satélite, comprendiendo la estación NLES L_5 un medio de sincronización de la emisión el mensaje L_5 sobre el mensaje E_5 según el procedimiento anteriormente citado.
- 35

40 Según un modo de realización, el módulo de emisión/recepción comprende, por ejemplo, un primer módulo de emisión/recepción unido a la primera estación NLES L_1 y un segundo módulo de emisión/recepción unido a la segunda estación NLES L_5 .

Según otra variante, el módulo de emisión/recepción de las señales de servicio es un módulo compartido entre una primera estación NLES L_1 y una segunda estación NLES L_5 .

El sistema puede constar de uno o varios filtros adaptados para seleccionar las señales de servicios entre los componentes no deseados.

45 El satélite es, por ejemplo, un satélite geoestacionario.

Otras características y ventajas del dispositivo según la invención aparecerán mejor tras la lectura de la descripción que sigue de un ejemplo de realización dado a título ilustrativo y en ningún caso limitante anexo de las figuras que representan:

- 50 • La figura 1, una representación de un sistema de navegación por satélite de tipo SBAS,
- La figura 2, el esquema de emisión de estaciones de transmisión del sistema de la figura 1,
- La figura 3, una representación de un sistema de navegación por satélite de tipo SBAS que garantiza los servicios monofrecuencia L_1 y dobles frecuencias L_1 - L_5 ,
- La figura 4, un ejemplo de arquitectura de un sistema que permite la implementación de una primera variante del procedimiento según la invención,

- La figura 5, un ejemplo para la implementación de una segunda variante del procedimiento según la invención.

El procedimiento según la invención consiste en particular en:

- conservar el sistema existente SBAS L_1 , sin modificación de las estaciones L_1 ,
- desarrollar para los nuevos servicios un componente nuevo que permite calcular las correcciones D_a que se difundirán sobre L_5 ,
- difundir estas nuevas correcciones con ayuda de estaciones L_5 sometidas sobre las estaciones L_1 , coubicadas o no con las estaciones L_1 .

La figura 3 representa un primer ejemplo del sistema de la implementación de una primera variante de un procedimiento según la invención. Las referencias comunes a los elementos que figuran sobre las figuras 1 y 3 que designan los mismos elementos del dispositivo, que presentan funcionalidades similares.

El ejemplo del sistema descrito en la figura 3 consta además de los elementos de la figura 1, una o varias estaciones 24 de transmisión NLES, que se adaptan al servicio L_5 . Por ejemplo, un satélite 5 geoestacionario se unirá con una estación 4 NLES, servicio L_1 y una estación 24 de transmisión NLES, servicio L_5 . Sobre este ejemplo, se representa un segundo conjunto de calculadores 22 unidos con las estaciones 24 de transmisión NLES. Se conserva una red 6 de RIMS para este ejemplo, pero se podría utilizar una red de RIMS para cada conjunto 2, 22 de calculadores. También es posible utilizar un mismo conjunto 2 de calculadores para las estaciones NLES, servicio L_1 y para las estaciones NLES, servicio L_5 .

El sistema de la figura 3 garantiza el servicio L_1 solo o " L_1 -only" y la difusión o "*broadcast*" de los datos de aumento, NOF L_1 , y el servicio L_5 que reagrupa, los servicios biconstelación, doble frecuencia. El sistema genera, en particular, los datos de aumento, NOF L_5 . Los NOF L_1 y L_5 son independientes; ningún usuario U_i necesita explotar simultáneamente los mensajes sobre L_1 y sobre L_5 . Esto presenta la siguiente ventaja: la generación de NOFs por el calculador de L_1 y por el calculador de L_5 puede realizarse independientemente entre sí, los puntos de referencia de tiempos que pueden ser, posiblemente, diferentes.

En este primer ejemplo de implementación detallado en la figura 4, el sistema comprende para cada estación L_1 o L_5 un dispositivo emisor/receptor propio.

Como se describió anteriormente, la estación 4 NLES L_1 ejecutará el bucle largo II descrito en la figura 1. La estación NLES L_1 consta de una parte de banda 41 de base que tiene por función recibir los datos de aumento o de corrección D_a que transmitirá, generar y sincronizar las señales y un módulo 42 emisor/receptor que emite, recibe y amplifica las señales. La estación NLES L_1 transmite un mensaje SBAS L_1 que modula una portadora UL_1 y un mensaje E_5 auxiliar que modula una portadora UL_5 hacia el satélite 5, normalmente en la banda C o Ku hacia el satélite 5 geoestacionario asociado. El módulo 42 emisor/receptor transmite, por ejemplo, información de corrección D_a hacia el satélite 5 por medio del mensaje L_1 que modula una portadora UL_1 .

La primera estación 4 recibe (módulo 42 emisor/receptor) de vuelta el mensaje operativo L_1 que modula una portadora DL_1 y el mensaje auxiliar E_5 que modula una portadora DL_5 .

La segunda estación 24, NLES L_5 consta de una parte de banda 43 de base similar a la primera parte 41 asociada a un módulo 44 emisor/receptor. La segunda estación 24 transmite un mensaje SBAS L_5 que modula una portadora UL_5 hacia el satélite 5 geoestacionario y recibe de vuelta el mensaje L_5 que modula una portadora DL_5 y el mensaje auxiliar E_5 que modula una portadora DL_5 , E_5 , generándose por la primera estación NLES L_1 y retrasmítido por el satélite 5. La segunda estación 24, NLES L_5 comprende un módulo 45 adaptado para sincronizar en fase y frecuencia la emisión del mensaje L_5 y de su portadora UL_5 sobre el mensaje E_5 y su portadora DL_5 . El módulo de sincronización, por ejemplo, se adapta a calcular el intervalo de tiempo ΔT que existe entre el instante de llegada $t(L_5)$ del mensaje L_5 que modula una portadora DL_5 y el instante de llegada $t(E_5)$ del mensaje auxiliar E_5 que modula una portadora DL_5 .

El satélite 5 geoestacionario transmite el mensaje L_1 y el mensaje L_5 hacia el usuario U_i relacionados.

El mensaje L_1 y el mensaje L_5 deben emitirse en el mismo momento al nivel del satélite geoestacionario, o casi al mismo para que las medidas de pseudodistancias efectuadas por el usuario sobre los satélites geoestacionarios puedan tratarse correctamente por el usuario. Los mensajes que pueden emitirse con un intervalo constante con sesgo constante conocido por los usuarios U_i . La estación NLES L_5 asegurará la sincronización de los dos mensajes L_1 , L_5 , sincronizando la emisión del mensaje L_5 en función, por ejemplo, del momento de llegada del mensaje E_5 . La sincronización es tal que el mensaje L_1 y el mensaje L_5 se emiten en un mismo momento o con un sesgo constante conocido por los usuarios U_i al nivel del satélite SBAS con el fin de que los datos y las medidas independientes del intervalo entre L_1 y L_5 puedan tratarse correctamente por uno o varios usuarios U_i según principios conocidos por el experto en la materia.

La utilización de espectro ensanchado y un código pseudoaleatorios cíclicos para los mensajes L_1 , L_5 y E_5 permiten, en particular, compartir la misma banda de frecuencia y efectuar medidas de tiempos de llegada muy precisos.

Los mensajes L_1 , L_5 y E_5 modulan, por ejemplo, códigos periódicos que permiten determinar el inicio de los ciclos y el momento de inicio de los mensajes que modulan estos códigos.

Se sincroniza, por ejemplo, el momento de inicio de ciclo de emisión del mensaje L_5 en función del inicio de ciclo a la llegada del mensaje L_5 en relación con el momento de inicio de ciclo a la llegada del mensaje E_5 .

- 5 El principio de medida de tiempo de llegada de una señal con espectro ensanchado, comúnmente utilizan al nivel de los receptores GNSS, consiste en generar, a partir de un reloj Hr local, una señal que tiene la misma forma de onda que la señal esperada y a hacer coincidir temporalmente el código y la portadora de la señal generada con la señal recibida. Cuando se alcanza el sincronismo, el tiempo de recepción es igual al tiempo de generación de la réplica que se conoce ella misma por la relación con el reloj local. Para mantener la sincronización en el tiempo se recurre
10 generalmente a bucles de sometimiento de código y de fase que, a partir de los intervalos constatados sobre los códigos y las portadoras, corrigen la generación de la réplica según métodos conocidos por el experto en la materia.

- 15 En el caso de la estación NLES L_5 , es suficiente medir el tiempo de llegada $t(E_5)$, $t(L_5)$ de los mensajes E_5 y L_5 en relación con el reloj Hr local del receptor GNSS de la estación NLES L_5 , y calcular la diferencia $t(E_5) - t(L_5)$ para determinar el intervalo de tiempo de llegada ΔT entre estos mensajes. El conocimiento de este intervalo de tiempo permite adelantar o retrasar la generación del mensaje L_5 para sincronizarlo con la emisión del mensaje L_5 al nivel de la recepción en la NLES L_5 . El sistema podrá constar de uno o varios filtros adaptados para seleccionar las señales de servicios entre los componentes no deseados. Para ello, se utilizan filtros y métodos conocidos por el experto en la materia dispuestos al nivel del receptor GNSS.

- 20 Los mensajes E_5 y L_5 , emitiéndose a bandas de frecuencia idénticas o muy cercanas, tienen tiempos de propagación casi idénticos, posiblemente calibrables, desde una antena del satélite hasta el punto de referencia en la NLES L_5 para la medida de los tiempos de llegada. De esto, resulta, pues, que la simultaneidad de la recepción asegura la coincidencia de los tiempos de emisión al nivel del satélite. En el caso en el que las frecuencias no son estrictamente idénticas, sin embargo, es deseable, para mejorar la precisión de sincronización, comparar la diferencia de tiempo de propagación de las señales E_5 y L_5 a través de la ionosfera, por una estimación de esta
25 diferencia obtenida gracias a un modelo ionosférico (Klobuchar o cuadrícula ionosférica calculada por los calculadores 2 o 22).

- La figura 5 esquematiza otra variante de implementación del procedimiento. En este ejemplo, la parte de banda de base de la estación 41 NLES L_1 , y la parte de banda de base de la estación 43 L_5 , están unidas con una misma estación 51 de emisión-recepción compartida entre los componentes de estos mensajes L_1 y L_5 . En esta variante, el usuario recibirá, de la misma manera que anteriormente, los mensajes L_1 y L_5 .

Como se ha descrito anteriormente, la parte de banda de base de la estación 41, NLES L_1 ejecutará el bucle largo II descrito en la figura 1.

- al nivel de la primera estación 41 NLES L_1 , el dispositivo 51 emisor/receptor transmite información de corrección D_a hacia el satélite 5 geoestacionario por medio de un mensaje L_1 que modula una portadora UL_1 , así como un
35 mensaje auxiliar de sincronización E_5 que modula una portadora UL_5 , y recibe de vuelta los mensajes L_1 y E_5 que modula respectivamente las portadoras DL_1 y DL_5 ,
- al nivel de la segunda estación NLES L_5 , 43, el dispositivo 51 emisor/receptor transmite el mensaje L_5 hacia el satélite 5 y recibe el mensaje L_5 , así como el mensaje auxiliar E_5 generado por la estación NLES L_1 retransmitido por el satélite,
- 40 • al nivel de la segunda estación NLES L_5 , 43, un dispositivo complementario o integrado al dispositivo 51 sincroniza en frecuencia y fase la emisión del mensaje L_5 y su portadora UL_5 sobre el mensaje E_5 y su portadora DL_5 .

- 45 El conjunto de los mensajes L_1 , E_5 , L_5 recibidos por la estación 51 emisora/receptora y transmitido simultáneamente a los mensajes a las dos estaciones 41, 43 L_1 , y L_5 . La estación NLES L_1 utiliza, como anteriormente, los mensajes L_1 y E_5 para garantizar el funcionamiento del bucle largo anteriormente mencionado. La estación 43 NLES L_5 , trata los mensajes L_5 y E_5 tiene en particular como función calcular el intervalo de tiempo ΔT existente entre el momento de llegada $t(L_5)$ de L_5 y el momento de llegada $t(E_5)$ de la señal auxiliar E_5 . El procedimiento de sometimiento de la señal L_5 sobre la señal E_5 es idéntica a la descrita anteriormente en la figura 4.

- 50 Esta segunda solución permite ventajosamente compartir los equipos de la estación de emisión/recepción gracias a un acoplamiento muy simple que se efectúa únicamente al nivel de radiofrecuencia, no hay necesidad de interfaz numérica, ni de mensajes de intercambio entre L_1 y L_5 . Pudiendo existir las variaciones diferenciales sobre las rutas RF, se reducen considerablemente debido a esta compartición de estación Rx/Tx.

- 55 La descripción que se acaba de dar se utiliza para satélites de tipo geoestacionarios, o incluso, para satélites colocados sobre órbitas inclinadas de tipo IGSO o elíptico. Las hipótesis siguientes deben verificarse: el satélite queda visible permanentemente o casi permanentemente a las estaciones, el satélite se equipa de una carga útil transparente que se puede llamar "SBAS3" que vuelve a emitir las señales recibidas después de la traslación de frecuencia.

El procedimiento y el sistema según la invención ofrecen la posibilidad de difundir sobre la señal L_5 datos de

5 aumento sin necesitar satélites geoestacionarios suplementarios. La invención permite, en particular, el mantenimiento del servicio L₁ sin interrupción, puesto que no hay necesidad de modificar el componente SBAS L₁, y garantiza así que el funcionamiento del, componente L₅, no interrumpirá el servicio L₁, debido a la separación de las estaciones tanto de forma lógica como física o geográfica. No aporta degradación de los rendimientos de misión (precisión, continuidad, disponibilidad, integridad...) y queda conforme al dossier de certificación de un sistema.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para transmitir información o datos "de corrección" D_a en un sistema de navegación para satélites de doble frecuencia que comprende al menos un satélite (5) SBAS adaptado para distribuir los datos D_a de corrección a uno o varios usuarios (U_i), una o varias primeras estaciones (4) NLES que administran servicios de aumento para satélites SBAS L_1 y una señal auxiliar y una o varias segundas estaciones (24) NLES L_5 que administra servicios SBAS L_5 , **caracterizado porque**:
- una primera estación (4) NLES L_1 transmite un mensaje SBAS L_1 que modula una portadora UL_1 y un mensaje E_5 auxiliar que modula una portadora UL_5 hacia un satélite (5),
 - una segunda estación (24) NLES L_5 transmite un mensaje SBAS L_5 que modula una portadora UL_5 hacia un satélite (5),
 - el satélite (5) transmite los mensajes SBAS L_1 y SBAS L_5 hacia uno o varios usuarios U_i ,
 - el satélite (5) transmite los mensajes SBAS E_5 y el mensaje SBAS L_5 hacia la segunda estación (24) NLES L_5 , la segunda estación NLES L_5 sincroniza en fase y frecuencia la emisión del mensaje L_5 y de su portadora UL_5 sobre el mensaje SBAS E_5 y su portadora DL_5 con el fin de que el mensaje L_1 y el mensaje L_5 se emitan en un mismo momento o con un sesgo constante conocido por los usuarios (U_i) al nivel del satélite SBAS.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** consta al menos de las etapas siguientes:
- al nivel de una primera estación (4) NLES L_1 , un módulo (42) emisor/receptor transmite información de corrección hacia el satélite (5) por medio de un mensaje L_1 que modula una portadora UL_1 , así como un mensaje auxiliar de sincronización E_5 que modula una portadora UL_5 , y recibe de vuelta los mensajes L_1 y E_5 que modula respectivamente las portadoras DL_1 y DL_5 ,
 - al nivel de una segunda estación (24) NLES L_5 , un módulo (44) emisor/receptor transmite el mensaje L_5 que modula una portadora UL_5 hacia el satélite (5) y recibe de vuelta el mensaje L_5 que modula una portadora DL_5 y el mensaje auxiliar E_5 que modula una portadora DL_5 generada por la primera estación NLES L_1 y retransmitido por el satélite (5),
 - al nivel de la segunda estación (24) NLES L_5 , un dispositivo complementario o integrado al dispositivo (44) sincroniza en frecuencia y fase la emisión del mensaje L_5 y su portadora UL_5 sobre el mensaje E_5 y su portadora DL_5 .
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se utiliza un dispositivo (51) emisor-receptor común a una primera estación (41) NLES L_1 y una segunda estación (43) NLES L_5 y **porque** consta al menos de las etapas siguientes:
- al nivel de la primera estación NLES L_1 , el dispositivo (51) emisor/receptor transmite información de corrección D_a hacia el satélite (5) geoestacionario por medio de un mensaje L_1 que modula una portadora UL_1 , así como un mensaje auxiliar de sincronización E_5 que modula una portadora UL_5 y recibe de vuelta los mensajes L_1 y E_5 que modula respectivamente las portadoras DL_1 y DL_5 ,
 - al nivel de la segunda estación NLES L_5 , el dispositivo (51) emisor/receptor transmite el mensaje L_5 hacia el satélite (5) y recibe de vuelta el mensaje L_5 que modula una portadora DL_5 , así como el mensaje auxiliar E_5 que modula una portadora DL_5 generada por la primera estación NLES L_1 y retransmitido por el satélite (5),
 - al nivel de la segunda estación NLES L_5 , un dispositivo complementario o integrado al dispositivo (51) sincroniza en frecuencia y fase la emisión del mensaje L_5 y su portadora UL_5 sobre el mensaje E_5 y su portadora DL_5 .
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado porque** se sincroniza la emisión del mensaje L_5 y su portadora UL_5 en función del momento de la llegada del mensaje E_5 .
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4 **caracterizado porque** los mensajes L_1 , L_5 y E_5 que modulan los códigos periódicos que permiten determinar el inicio de los ciclos y el momento de inicio de los mensajes que modulan estos códigos.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** se sincroniza el momento de inicio de ciclo de emisión del mensaje L_5 en función del inicio de ciclo a la llegada del mensaje L_5 en relación con el momento de inicio de ciclo a la llegada del mensaje E_5 .
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5 **caracterizado porque** se utilizan bandas de frecuencia idénticas para los mensajes L_5 y E_5 .
8. Sistema para transmitir información o datos "de corrección" en un sistema de satélite que comprende al menos un satélite (5), una o varias primeras estaciones (4) NLES que administran mensajes SBAS L_1 y un mensaje auxiliar E_5 **caracterizado porque** consta de al menos los elementos siguientes:
- al menos un módulo (51, 42, 44) de emisión/recepción de mensajes de los servicios L_1 , E_5 , L_5 ,
 - al menos una segunda estación (24) NLES que administra servicios SBAS L_5 , transmitiendo dicha al menos segunda estación (24) NLES mediante el módulo de emisión un mensaje L_5 que modula una portadora UL_5 hacia

el satélite (5) y recibiendo un mensaje E_5 que modula una portadora UL_5 retransmitido por el satélite (5), comprendiendo la estación NLES L_5 un medio de sincronización de la emisión el mensaje L_5 sobre el mensaje E_5 según las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7.

5 9. Sistema según la reivindicación 8 **caracterizado porque** el módulo de emisión/recepción comprende un primer módulo (42) de emisión/recepción unido a la primera estación (4) NLES L_1 y un segundo módulo (44) de emisión/recepción unido a la segunda estación (24) NLES L_5 .

10. Sistema según la reivindicación 8 **caracterizado porque** el módulo de emisión/recepción de las señales de servicio es un módulo (51) compartido entre la primera estación (4) NLES L_1 y la segunda estación (24) NLES L_5 .

10 11. Sistema según una de las reivindicaciones 8 a 10 **caracterizado porque** consta de uno o varios filtros adaptados para seleccionar las señales de servicio entre los componentes no deseados.

12. Sistema según una de las reivindicaciones 8 a 11 **caracterizado porque** el satélite (5) es un satélite geostacionario.

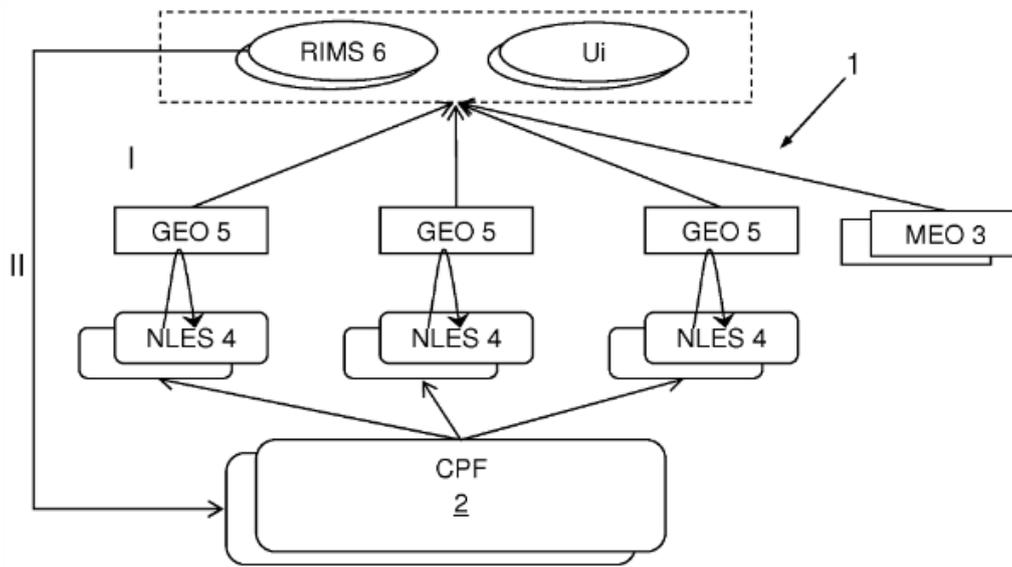


FIG.1

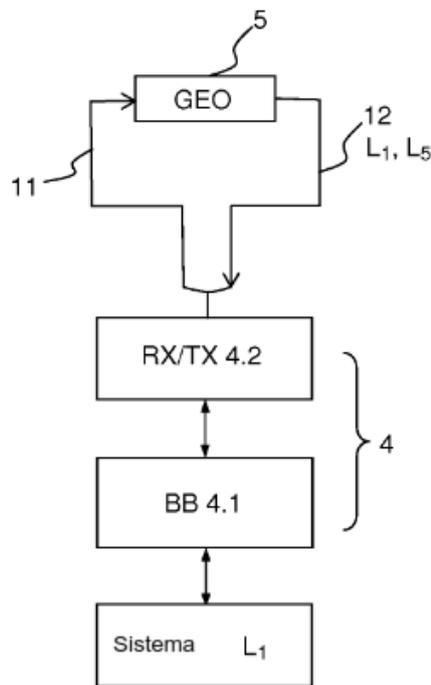


FIG.2

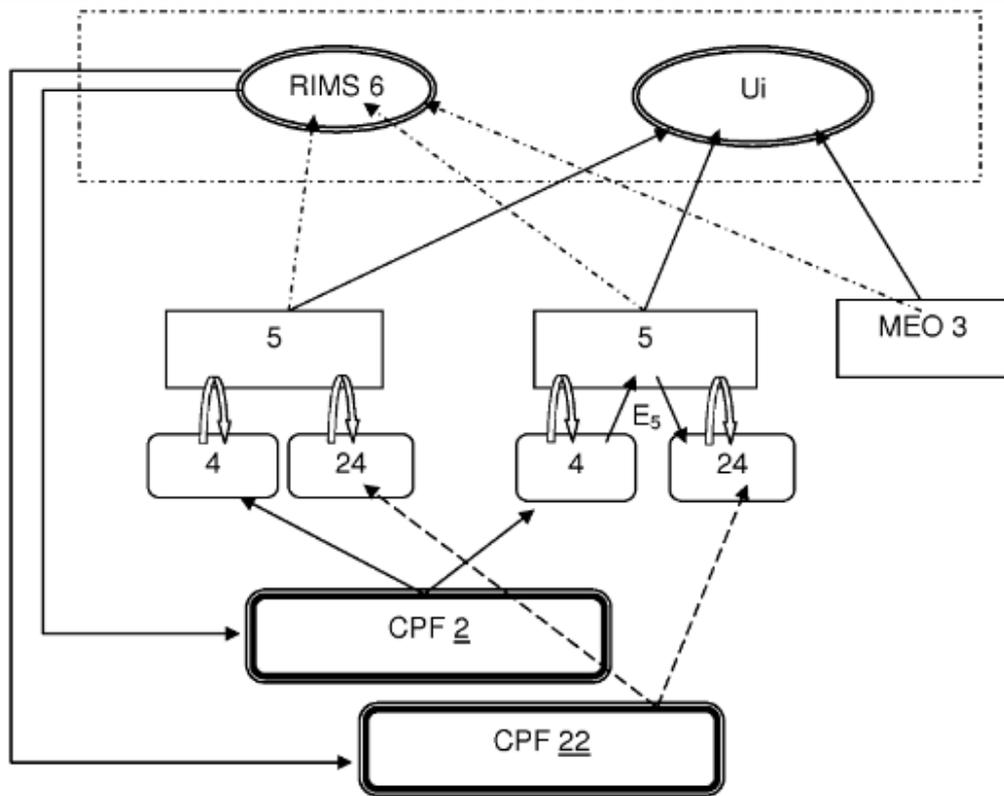


FIG.3

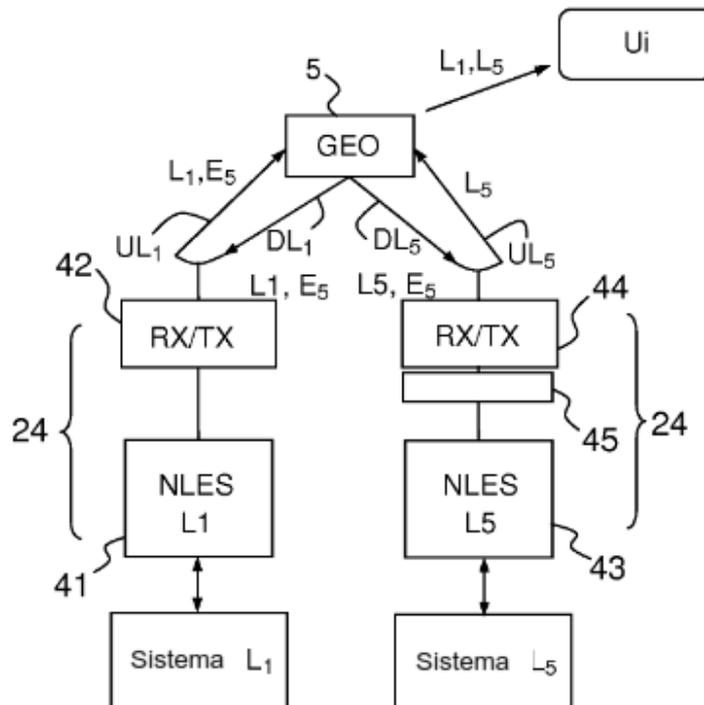


FIG.4

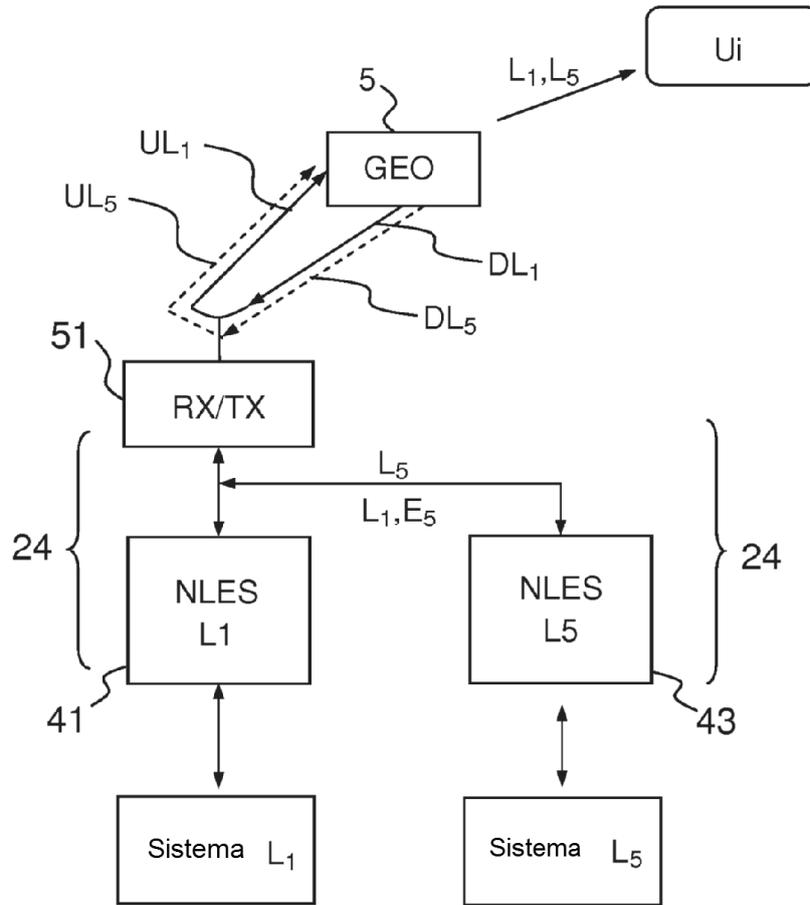


FIG.5