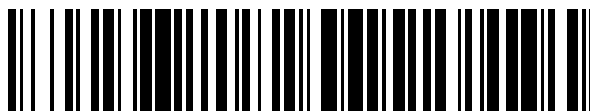


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 930**

51 Int. Cl.:

G01S 19/08 (2010.01)

G01S 19/02 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2012** **E 12178258 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2015** **EP 2555016**

54 Título: **Carga útil de satélite para sistemas de aumentación**

30 Prioridad:

05.08.2011 FR 1102464

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

07.09.2015

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR

72 Inventor/es:

PEYROTTE, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 544 930 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

Carga útil de satélite para sistemas de aumentación

La presente invención se refiere al campo de los sistemas de aumentación, de los rendimientos y de la disponibilidad de sistemas de navegación por satélite.

- 5 La invención se refiere de manera más particular al enlace ascendente entre varias estaciones terrestres de navegación y a un satélite específico para la transmisión de datos de aumentación. La invención tiene en particular por objeto una carga útil de navegación digital y semitransparente para dicho satélite.

A continuación, se utilizarán los siguientes acrónimos anglosajones, bien conocidos en el sector. Los sistemas de navegación y de posicionamiento por satélite se designan por lo general con el término de sistemas GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Los sistemas de aumentación del rendimiento se denominan sistemas SBAS (*Satellite Based Augmentation Systems*). Las estaciones en tierra adaptadas para transmitir al satélite unos datos de aumentación se denominan estaciones NLES (*Navigation Land Earth Stations*). Las estaciones terrestres adaptadas para recibir señales de satélite que constan de unos datos de aumentación y para realizar mediciones en estas señales se denominan habitualmente estaciones RIMS (*Ranging & Integrity Monitoring Station*).

- 10 Los sistemas de aumentación SBAS conocidos permiten enviar en tiempo real correcciones a los receptores GNSS con el objetivo en particular de incrementar la precisión de la geolocalización realizada. También permiten la difusión de informaciones que sirven para mejorar la integridad del servicio suministrado por el sistema. De forma general, las correcciones y otras informaciones generadas y difundidas por dichos sistemas se denominan datos de aumentación y se transmiten en forma de mensajes de aumentación directamente en la señal de navegación.

20 Para producir y difundir dichos datos, los sistemas SBAS se componen por lo general de estaciones en tierra RIMS que miden de forma permanente las señales GNSS transmitidas por los satélites de navegación, de centros de procesamiento que reciben estas mediciones y elaboran los mensajes de aumentación, y de estación NLES en tierra que transmiten estos mensajes con la señal de navegación GNSS hacia un satélite de aumentación SBAS que hace la función de relé retransmitiendo la señal recibida hacia los receptores GNSS. En dicho sistema, la carga útil de un satélite SBAS se denomina transparente, lo que significa que no se ha realizado a bordo del satélite ningún procesamiento que provoque una modificación del contenido de la señal recibida.

Dichos sistemas presentan algunas limitaciones relativas a la disponibilidad y a la continuidad de funcionamiento que ofrecen que solo se garantiza a costa de una complejidad adicional del sistema, en particular por una redundancia de algunos equipos.

- 30 Al ser la carga útil de un satélite SBAS de tipo transparente, esta no permite un acceso simultáneo a sus recursos. De este modo, no es posible la aplicación de una redundancia en caliente entre una estación en tierra NLES nominal y una estación NLES de emergencia redundante ya que el satélite SBAS solo es capaz de recibir y de retransmitir una señal de potencia nominal a la vez emitida por una única estación NLES denominada estación principal o nominal.

35 La expresión redundancia en caliente se utiliza en referencia a un sistema para el cual al menos dos estación NLES en tierra pueden emitir de forma simultánea una señal en la vía ascendente del satélite SBAS. Por oposición, se habla de redundancia en frío cuando dos estaciones al menos están disponibles para la emisión de la señal de navegación hacia el satélite SBAS, pero no emiten de forma simultánea. El principio de redundancia en frío se aplica a los sistemas SBAS conocidos. Cuando se detecta una avería de la estación NLES nominal, la estación NLES de emergencia, que no está activa por defecto, se pone en marcha con el fin de garantizar la conmutación de estaciones y la continuidad del servicio. El tiempo necesario para la puesta en marcha de la estación de emergencia genera una pérdida de continuidad y la consecuente interrupción de servicio, que puede superar el minuto. Este tiempo de interrupción también se debe a los siguientes procesamientos, necesarios para restablecer la conexión: detección del defecto, inclinación hacia la estación NLES de redundancia, estabilización de los bucles de control de la estación, adquisición del nivel de integridad requerido.

Otro problema ligado al aspecto transparente del satélite SBAS se refiere a la integridad del mensaje de navegación recibido por este satélite. Las soluciones conocidas implementan un control de integridad de las señales al nivel de la estación NLES en tierra. Este control se realiza comparando la señal de navegación emitida en la vía ascendente con la señal transmitida por el satélite SBAS en la vía descendente, que es captada por las estaciones NLES.

- 50 La detección de una eventual interferencia o señuelo de las señales de navegación se realiza en tierra y provoca bien la difusión de un mensaje específico de alerta que no es instantáneo, o bien un cese de la emisión de la estación NLES. No es posible ninguna prohibición de difusión de una señal de señuelo al nivel del propio satélite SBAS, salvo para apagar la carga útil a partir de un enlace de control remoto desde tierra. Este tipo de funcionamiento genera una pérdida de disponibilidad para los receptores GNSS que deben esperar la emisión por satélite de una nueva señal válida.

Un tercer problema reside en la utilización para la transmisión de las señales de navegación emitidas por las

estaciones NLES de múltiples bandas de frecuencia. Por ejemplo, los sistemas GPS pueden utilizar tres sub-bandas de frecuencia en la banda L, esto es las bandas L1, L2 y L5 para usos diversos. Del mismo modo, el sistema europeo Galileo prevé la utilización de cuatro sub-bandas de frecuencia. Además, el mantenimiento operativo del sistema puede exigir la transmisión de canales de prueba.

5 La transmisión de las señales en el enlace ascendente entre una estación NLES y el satélite se hace tradicionalmente de acuerdo con un plan de frecuencia de tipo FDMA y en una polarización única. Es decir que cada señal se emite en la banda (L1, L2, L5,...) de frecuencia que le corresponde. La multiplicidad de los canales puede, por lo tanto, generar una ocupación espectral muy importante, y conducir a un incremento de la complejidad de las estaciones en tierra y de la carga útil.

10 A bordo del satélite, la carga útil prevé varias vías de procesamiento adaptadas para cada banda de frecuencias. La transmisión de las señales en al menos dos bandas de frecuencias distintas provoca una dispersión diferencial en ganancia y fase entre los canales de navegación relativos a estas diferentes frecuencias. En efecto, el canal de propagación provoca perturbaciones (ruido, impacto de la ionosfera) diferentes en función de la frecuencia de emisión. Las señales deben, por lo tanto, corregirse en amplitud, en retardo y en fase para compensar estos errores diferenciales. Además, las dificultades de emparejamiento y de calibración de las vías entre sí tienen como consecuencia una mala gestión simultánea de señales emitidas en dos o varias bandas de frecuencias distintas, lo que provoca una degradación del rendimiento para el usuario del sistema.

Por otra parte, se conoce el documento US 7460828 B2 que describe una carga útil para satélite en un sistema de aumentación.

20 La presente invención pretende, en particular, reducir las limitaciones ya citadas de los sistemas SBAS conocidos proponiendo una carga útil para satélite SBAS digital y semitransparente, es decir que permita siempre cumplir con la misión del satélite de relé transparente de los mensajes de navegación y de aumentación introduciendo al mismo tiempo algunos procesamientos específicos al nivel del satélite que permitan mejorar la seguridad, la continuidad del servicio, la gestión del control de integridad así como el rendimiento de radiofrecuencia.

25 Con este fin, la invención tiene por objeto una carga útil para satélite de aumentación que comprende una vía de entrada adaptado para la recepción de señales de navegación emitidas por al menos una estación terrestre de navegación en una primera banda de frecuencias y una pluralidad de vías de salida adaptada cada una a la difusión de señales de navegación en una banda de frecuencias diferente de dicha primera banda y de las otras bandas de difusión, **caracterizada porque** comprende además un procesador de navegación adaptado para implementar las siguientes operaciones para cada una de dichas señales recibidas:

- a partir de un primer conjunto de códigos de ensanchamiento asociados cada uno a una estación terrestre de navegación y para cada uno de dichos códigos, desensanchar la señal en fase con el fin de extraer una señal piloto;
- autenticar dicha señal piloto y deducir de esta la estación emisora de dicha señal;
- 35 • si la autenticación es negativa, bloquear dicha señal de navegación;
- medir la relación señal/ruido e interferencias que afecta a dicha señal piloto;
- retener, entre las señales de navegación recibidas la que presenta la relación señal/ruido e interferencias más elevada y para la cual es positiva la autenticación, denominando a dicha señal retenida señal nominal, denominando a la estación emisora de la señal nominal estación nominal, denominando a las demás estaciones emisoras estaciones redundantes;
- 40 • a partir de un segundo conjunto de códigos de ensanchamiento asociados cada uno a un tipo de señal de navegación destinada a transmitirse en una de las bandas de frecuencias de difusión y para cada uno de dichos códigos, desensanchar la señal de navegación nominal en cuadratura;
- transmitir dicha señal de navegación nominal en la banda de frecuencia de difusión asociada al código de ensanchamiento utilizado.
- 45

De acuerdo con un aspecto particular de la invención, dicha señal piloto se demodula de forma previa de acuerdo con una modulación de tipo "Cyclic Code Shift Keying", realizándose la autenticación de la señal piloto identificando el código asociado a dicha modulación.

50 La invención también tiene por objeto una carga útil para satélite de aumentación que comprende una vía de entrada adaptada para la recepción de señales de navegación emitidas por al menos una estación terrestre de navegación en una primera banda de frecuencias y una pluralidad de vías de salida adaptada cada una a la difusión de señales de navegación en una banda de frecuencias diferente de dicha primera banda y de las otras bandas de difusión, **caracterizada porque** comprende además un procesador de navegación adaptado para implementar las siguientes operaciones para cada una de dichas señales recibidas:

- 55 • demodular dicha señal recibida de acuerdo con una modulación de tipo "Cyclic Code Shift Keying";
- autenticar dicha señal recibida identificando el código asociado a dicha modulación y deducir de este la estación emisora de dicha señal;
- si la autenticación es negativa, bloquear dicha señal de navegación;

- medir la relación señal/ruido e interferencias que afecta a dicha señal recibida;
- retener, entre las señales de navegación recibidas la que presenta la relación señal/ruido e interferencias más elevada y para la cual es positiva la autenticación, denominando a dicha señal retenida señal nominal, denominando a la estación emisora de la señal nominal estación nominal, denominando a las demás estaciones emisoras estaciones redundantes;
- a partir de un conjunto de códigos de ensanchamiento asociados cada uno a un tipo de señal de navegación destinada a transmitirse en una de las bandas de frecuencias de difusión y para cada uno de dichos códigos, desensanchar la señal de navegación nominal en cuadratura;
- transmitir dicha señal de navegación nominal en la banda de frecuencia de difusión asociada al código de ensanchamiento utilizado.

De acuerdo con un aspecto particular de la invención, cuando la relación señal/ruido e interferencias medida en dicha señal nominal decrece por debajo de un umbral predeterminado, la nueva señal nominal retenida es la que presenta la relación señal/ruido e interferencias más elevada.

- En una variante de realización, la carga útil de acuerdo con la invención comprende, además, una vía de retorno adaptada para la difusión, en dicha primera banda de frecuencias, de al menos una señal de servicio hacia al menos una estación terrestre de navegación, comprendiendo dicha señal de servicio al menos la medición de la relación señal/ruido e interferencias de al menos una señal nominal, estando dicha señal de servicio adaptada para realizar un control de la potencia de emisión de dichas estaciones redundantes sobre la potencia de emisión de la estación nominal.

- De acuerdo con un aspecto particular de la invención, dicha señal de servicio comprende, además, las mediciones de la relación señal/ruido e interferencias de las señales de navegación recibidas por el satélite y emitidas por todas las estaciones emisoras.

- De acuerdo con un aspecto particular de la invención, dicha señal de servicio comprende, además, una medición de los desplazamientos temporales entre la recepción, por el satélite, de la señal nominal, por una parte, y de las señales emitidas por las estaciones terrestres de navegación redundantes, estando dicha señal de servicio adaptada para realizar una sincronización temporal de dichas estaciones entre sí.

De acuerdo con un aspecto particular de la invención, dicha vía de retorno está adaptada, además, para la difusión, en dicha primera banda de frecuencias, de la señal de navegación nominal.

- De acuerdo con un aspecto particular de la invención, dicha primera banda de frecuencias es la banda C o Ku y dichas bandas de frecuencias de difusión son al menos las bandas L1 y L5.

De acuerdo con un aspecto particular de la invención, dichos códigos de ensanchamiento son unos códigos de Walsh.

- La invención también tiene por objeto un satélite de aumentación que comprende una carga útil de acuerdo con la invención, adaptada para recibir una señal de navegación en un enlace ascendente en una primera banda de frecuencias y para volver a difundir dicha señal en un enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de difusión.

- La invención también tiene por objeto una estación terrestre de navegación adaptada para recibir un mensaje de aumentación y para generar una señal de navegación que contiene dicho mensaje, estando dicha señal de navegación ensanchada espectralmente por medio de un primer código de ensanchamiento asociado a su banda de frecuencia de difusión y adicionada en cuadratura de una señal piloto ensanchada espectralmente por medio de un segundo código de ensanchamiento asociado a dicha estación terrestre de navegación, estando dicha señal de navegación destinada a transmitirse en el enlace ascendente de un satélite de aumentación de acuerdo con la invención, en una primera banda de frecuencias diferente de la banda de frecuencia de difusión.

- De acuerdo con un aspecto particular de la estación terrestre de navegación de acuerdo con la invención, se aplica de forma previa una modulación de tipo "Cyclic Code Shift Keying" a dicha señal de navegación o a dicha señal piloto.

De acuerdo con un aspecto particular de la estación terrestre de navegación de acuerdo con la invención, la polarización de la señal de navegación transmitida es diferente según la banda de frecuencia de difusión.

La invención también tiene por objeto un sistema de aumentación que comprende:

- al menos una estación de observación adaptada para recibir una señal de radionavegación transmitida por al menos un satélite de radionavegación y para realizar unas mediciones sobre dicha señal;
- al menos un centro de procesamiento adaptado para recibir dichas mediciones transmitidas por al menos una estación de medición y para elaborar, a partir de dichas mediciones, al menos una mensaje de aumentación;
- una pluralidad de estaciones terrestres de navegación de acuerdo con la invención, siendo dichos primeros

- códigos de ensanchamiento asociados a dichas estaciones terrestres de navegación ortogonales entre sí;
- al menos un satélite de aumentación de acuerdo con la invención.

En una forma de realización particular, el sistema de aumentación de acuerdo con la invención está adaptado para implementar una conmutación de estaciones terrestres de navegación de tipo redundancia en caliente.

- 5 En una forma de realización particular, la polarización de la señal de navegación transmitida es diferente entre dos estaciones terrestres de navegación redundantes.

- 10 En una forma de realización particular, al recibir una señal de servicio emitida por dicho satélite de aumentación y que comprende al menos la medición de la relación señal/ruido e interferencias de al menos dicha señal nominal, dichas estaciones terrestres de navegación realizan una supeditación de su potencia de emisión a la potencia de emisión de la estación nominal.

En una forma de realización particular, al recibir dicha señal de servicio, dichas estaciones terrestres de navegación realizan una sincronización temporal de sus emisiones respectivas.

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención por medio de la descripción que viene a continuación realizada en relación a los dibujos adjuntos que representan:

- 15 – la figura 1, un cuadro sinóptico de la arquitectura de un sistema SBAS de acuerdo con la técnica anterior;
- la figura, un cuadro sinóptico funcional de la carga útil de un satélite SBAS de acuerdo con la técnica anterior;
- la figura 3, un esquema que ilustra la generación de la señal de el enlace ascendente entre una estación NLES y un satélite SBAS, de acuerdo con la técnica anterior;
- 20 – la figura 4a, un esquema que ilustra la generación de señales de navegación por una estación NLES de acuerdo con la invención;
- la figura 4b, una variante de realización de la figura 4a;
- la figura 5a, un cuadro sinóptico funcional de la carga útil de un satélite SBAS de acuerdo con la invención, en una primera forma de realización;
- la figura 5b, un cuadro sinóptico funcional de la carga útil de un satélite SBAS de acuerdo con la invención, en una segunda forma de realización;
- 25 – la figura 6, un sinóptico de la arquitectura de un sistema SBAS de acuerdo con la invención, en la segunda forma de realización de la carga útil;
- la figura 7, un cuadro sinóptico funcional del procesador de navegación de acuerdo con la invención.

- 30 La figura 1 esquematiza, en un cuadro sinóptico, la arquitectura global de un sistema SBAS de acuerdo con la técnica anterior. Dicho sistema está adaptado para producir uno datos de aumentación a partir de las mediciones realizadas en las señales 101 de navegación emitidas por una pluralidad de satélites NAV de radionavegación. Las mediciones y datos procedentes de los satélites NAV de radionavegación los recogen una pluralidad de estaciones RIMS de observación y a continuación se transmiten 102, a un ritmo determinado, hacia una pluralidad de centros CPF de procesamiento. Estos últimos realizan, a partir de las mediciones recibidas, una estimación de las correcciones diferenciales que hay que aplicar a la señal de radionavegación y a continuación elaboran unos mensajes de aumentación, que incluyen las correcciones y se transmiten a continuación 103 a una estación NLES terrestre de navegación. La estación NLES recibe los mensajes de aumentación y los transmite 104 a un satélite SAT de aumentación para difusión 105 y a continuación a los usuarios U y a las estaciones RIMS, NLES terrestres. Los mensajes de aumentación se integran, para ello, de forma similar a los mensajes de navegación, en una señal de navegación compatible con el sistema GNSS. Una señal de navegación, generada por una estación NLES y luego difundida por un satélite SAT, contiene por lo tanto a la vez los mensajes de navegación y los mensajes de aumentación que pueden utilizar los receptores GNSS para mejorar sus rendimientos de localización. El satélite SAT de aumentación puede ser un satélite geoestacionario o un satélite de órbita alta HEO o incluso un satélite de órbita geoestacionaria inclinada de tipo IGSO (*Inclined Geosynchronous Satellite Orbit*). La estación NLES lleva a cabo un control de integridad de los mensajes recibidos, transmitidos por los centros CPF de procesamiento, con los mensajes difundidos por el satélite SAT de aumentación en el enlace descendente. La señal retransmitida por el satélite SAT de aumentación también la reciben las estaciones RIMS. El centro CPF de procesamiento puede enviar una segunda estación NLES redundante, en caso de avería de la estación NLES principal, pero esta redundancia es de tipo frío, es decir que la estación NLES redundante se apaga cuando emite la estación principal. La vía ascendente entre una estación NLES y un satélite SAT de aumentación funciona en banda Ku o en banda C. La vía descendente entre un satélite SAT de aumentación y una estación RIMS o un usuario U funciona en banda L para la transmisión de la señal de navegación.
- 45
- 50

- Además, algunos sistemas de aumentación conocidos como el sistema europeo EGNOS, implementan una vía de retorno en banda Ku o en banda C entre el satélite SAT de aumentación y las estaciones NLES terrestres que permiten una estimación con doble frecuencia (Ku o C y L) de los parámetros físicos del enlace de satélite. Esta vía de retorno sirve únicamente para realizar un control del tiempo de emisión del satélite por medio de un bucle largo. Con el fin de sincronizar con precisión el tiempo de emisión de la señal de navegación por satélite SAT de aumentación, las estaciones NLES en tierra adelantan o retrasan la emisión de su señal en la vía ascendente con el fin de sincronizar el satélite con un reloj fijo.
- 55

Cuando no está disponible ninguna vía de retorno, el control temporal se puede realizar por medio de la señal de navegación transmitida hacia los usuarios en banda L pero con un código PRN específico para los procedimientos de prueba y que, por lo tanto, será ignorado por los usuarios.

El esquema de la figura 1 solo representa una unidad para cada entidad que consta del sistema, pero este consta en realidad de varios satélites SAT de aumentación, de varias estaciones RIMS de observación, de varios centros CPF de procesamiento y de varias estaciones NLES de emisión. Por norma general, se utilizan dos estaciones NLES de emisión (nominal y redundante) para un satélite de aumentación.

Cuando una estación NLES es defectuosa, se realiza una conmutación hacia la estación NLES redundante, lo que genera una interrupción de la señal transmitida en la vía ascendente, de varios segundos. El restablecimiento de la transmisión de una señal utilizable provoca un retardo adicional de varias decenas de segundos y el restablecimiento completo del sistema es del orden del minuto. Esta pérdida de continuidad de servicio afecta especialmente a las aplicaciones de alta disponibilidad exigida como las aplicaciones aeronáuticas. Esta provoca, para los usuarios con visión de un único satélite de aumentación una pérdida total de servicio y para los demás la necesidad de conmutar hacia otro satélite. Además, incluso una vez recuperado el servicio, el bucle de control de integridad que permite garantizar la integridad de los mensajes transmitidos, no está inmediatamente operativo mientras las estaciones terrestres no hayan vuelto a captar la nueva señal transmitida por el satélite. La vigilancia de la integridad del sistema no es por tanto efectiva en el enlace descendente y un señuelo de este enlace descendente puede afectar a una amplia zona regional sin que el sistema pueda detectarlo.

La figura 2 esquematiza, en un cuadro sinóptico, las funciones principales de la carga útil de un satélite de aumentación SBAS de acuerdo con la técnica anterior. Las señales emitidas por la estación NLES se reciben en una entrada 201, adaptada para la recepción de señales en banda C o en banda Ku, amplificadas por un amplificador 202 de bajo nivel de ruido, y a continuación se orientan, por medio de un repartidor 203, hacia una vía de conversión de frecuencia en una de las sub-bandas de la banda L utilizadas por el sistema GNSS. En el esquema de la figura 2, se representan dos vías de conversión, que permiten respectivamente convertir la señal en banda L1 o en banda L5 para su retransmisión hacia los usuarios del sistema GNSS.

Una vía de conversión consta de un primer dispositivo 204, 214 de transposición de frecuencia hacia una frecuencia intermedia, de un segundo dispositivo 205, 215 de transposición de frecuencia hacia una frecuencia en banda L1 o L5, de un oscilador 209 local de referencia, de un amplificador 206, 216, de un filtro 207, 217 de paso de banda y de una salida 208, 218 adaptada para la transmisión de señales en banda L1 o L5.

Dicha carga útil se denomina transparente ya que no se realiza ningún procesamiento específico en la señal recibida aparte de los necesarios para la transposición en frecuencia hacia la banda del usuario. De este modo, las señales recibidas por el satélite se retransmiten siempre hacia tierra, sin control, en este nivel, de su integridad. Además, dicha carga útil se compone únicamente de circuitos analógicos y la adaptación a dos bandas de frecuencias de usuario necesita duplicar la vía de conversión de frecuencia, lo que presenta algunos inconvenientes. Las dos vías deben emparejarse en amplitud, fase y retardos diferenciales.

La figura 3 esquematiza la generación de la señal transmitida en la vía ascendente entre una estación NLES de la técnica anterior y un satélite SAT. La señal que hay que transmitir 301, 302 se convierte en primer lugar en frecuencia L1 o L5 según la banda de frecuencia del usuario final. Se utilizan con esta finalidad dos osciladores IF1, IF2 locales. La señal resultante respeta un plan de frecuencia de tipo FDMA, a continuación se convierte en banda C o Ku por medio de un tercer oscilador IF local. La anchura de banda de frecuencia de la señal de navegación es, por lo tanto, proporcional al número de señales de aumentación que hay que emitir.

La invención pretende en particular resolver los inconvenientes de los sistemas conocidos descritos en referencia a las figuras 1, 2 y 3.

La figura 4a representa, en un esquema, la modificación, de acuerdo con la invención, de la señal emitida por una estación NLES en dirección a un satélite SAT de aumentación. Para simplificar la descripción, solo se ha presentado el caso de dos señales de navegación, que contienen unos mensajes de aumentación, que hay que transmitir en dos bandas L1, L5 de frecuencias distintas.

Cada señal 301, 302 de navegación que hay que transmitir se ensancha mediante un código C1, C5 de ensanchamiento específico, por ejemplo un código de Walsh, de tal modo que cada señal 401, 402 ocupe el mismo ancho de banda espectral. Este código tiene como función la identificación, de manera no ambigua, del canal de transmisión, asociado a la banda L1 o L5 de frecuencia. Las señales 401, 402 así ensanchadas se transmiten a continuación en la misma frecuencia central, de conformidad con un método de acceso CDMA. En particular, los códigos de ensanchamiento utilizados son ortogonales entre sí de tal modo que permitan una transmisión simultánea de señales en la vía ascendente que emana de varias estaciones NLES. A la señal 403 de navegación así obtenida se le añade una señal piloto, con un desplazamiento de 90°, y también ensanchada a través de un código C0 de ensanchamiento específico que sirve para identificar la estación NLES emisora y para autenticar la señal de navegación. El método de autenticación utilizado puede ser cualquier método conocido que permita garantizar una identificación de la señal recibida. En particular se pueden citar los métodos de autenticación

descritos en las solicitudes de patente siguientes: el documento FR 2921528 que trata sobre un procedimiento que proporciona los medios para reconocer el origen y/o el contenido de una señal RF o el documento US 2009/0179743 cuyo título es "Pseudo-random authentication code altering scheme for a transponder and a base station" o también el documento US 2005/0041955 cuyo título es "Authentication of data in a digital transmission system". También se

5 pueden utilizar las técnicas denominadas "watermarking", adaptadas para los enlaces por satélite. Por último, la señal resultante se transpone a la banda C o Ku por medio de un oscilador local IF para transmitirse en la vía ascendente hacia el satélite SAT de aumentación.

Al modificar la generación de la señal de navegación como se indica en la figura 4a, la invención permite en particular eliminar los errores diferenciales inducidos por los canales de propagación asociados a las diferentes

10 bandas L1, L5 de frecuencia ascendentes. La introducción de la señal piloto permite a la vez realizar una autenticación, a bordo del satélite, de la señal emitida y aumentar los rendimientos de estimación de la relación señal/ruido. Además, los problemas de sincronización entre las dos vías también se eliminan puesto que las señales anteriormente destinadas a una transmisión en banda L1 o L5 se codifican ahora espectralmente y se transmiten en una misma frecuencia. Por último, la utilización de un código C0 de ensanchamiento específico en cada estación

15 NLES emisora permite implementar una redundancia entre estaciones de tipo en caliente como se explicará más adelante.

En una variante de realización de la invención ilustrada en la figura 4b, se aplica una modulación de tipo CCSK (*Cyclic Code Shift Keying*) de forma previa en las señales de navegación en banda L1 y L5 antes de la etapa de ensanchamiento espectral por medio de los códigos C1, C5 de Walsh.

20 La técnica de modulación CCSK la conoce bien el experto en la materia, por ejemplo por la publicación "Cyclic Code Shift Keying: A Low Probability of Intercept Communication Technique, IEE Transactions on Aerospace and Electronic System, vol. 39, nº. 3, July 2003". Esta consiste en utilizar un único código Csk de ensanchamiento de tipo PN (*Pseudo Noise*) para modular cada señal de navegación desplazando la secuencia del código de un número predeterminado de símbolos para realizar la modulación de cada señal.

25 Esta variante de realización permite suprimir la señal piloto y realizar la autenticación de la estación NLES directamente identificando los códigos CCSK aplicados a las señales de navegación. Un único código CCSK se utiliza para el conjunto de las estaciones NLES emisoras desplazando cada vez la secuencia del código de un número predeterminado de símbolos antes de realizar la modulación de la señal.

30 En otra variante de realización de la invención (no representada), la señal piloto se puede conservar pero sobremoldeada con un código CCSK con el fin de mejorar los rendimientos de detección y, por lo tanto, de autenticación de las diferentes estaciones NLES por las buenas propiedades de la función de autocorrelación de la modulación CCSK.

35 En otra variante de la invención, se emplean polarizaciones diferentes para la transmisión de las señales en banda L1 y L5. Por ejemplo, una polarización derecha se utiliza para una de las señales y una polarización izquierda para la otra. De esta forma, la correlación cruzada entre las dos señales está limitada lo que permite mejorar aun más los rendimientos manteniendo al mismo tiempo una baja dispersión diferencial entre las señales.

40 En otra variante de la invención, las mismas polarizaciones se emplean para la transmisión de las señales en banda L1 y L5 de una misma estación NLES pero se utilizan polarizaciones diferentes para dos estaciones NLES redundantes diferentes. Este escenario engloba también el caso en el que una estación NLES dada solo transmite señales en banda L5 con una polarización diferente de las señales en banda L1 transmitidas por la primera estación.

La figura 5a esquematiza, en un cuadro sinóptico, las funciones principales de la carga útil de un satélite de aumentación SBAS de acuerdo con la invención. Los elementos comunes con la carga útil de acuerdo con la técnica anterior descrita en la figura 2 se numeran con las mismas referencias.

45 Se suprimen los dispositivos 204, 205, 214, 215 de transposición de frecuencia para cada vía y se sustituyen por un único procesador 501 de navegación que recibe la señal de navegación emitida por una o varias estaciones NLES y la transmite a una de las vías de amplificación y de filtrado para su difusión a los usuarios en función de la banda L1, L5 de frecuencia identificada por el código C1, C5 de ensanchamiento asociado.

50 La figura 5b esquematiza una variante de realización de la carga útil de acuerdo con la invención. En esta variante, se implementa una vía de retorno específico hacia la o las estaciones NLES en tierra por medio de un amplificador 502 y de un filtro 504 de paso de banda. Un segundo filtro 503 de paso de banda es necesario para separar la señal recibida por una estación NLES de la señal retransmitida hacia esta misma estación. Este vía de retorno funciona en banda Ku o C tal como en la vía ascendente hacia al satélite de aumentación.

55 Como se ha mencionado con anterioridad, algunos sistemas de aumentación, como el sistema europeo EGNOS, implementan ya una vía de retorno específica para los satélites de aumentación, sirviendo esta vía únicamente para la supeditación temporal del satélite a una base de tiempo ligada a las estaciones en tierra.

En la variante de realización de la invención que ahora se describe, la vía de retorno del satélite de aumentación

permite, además, transmitir algunas informaciones hacia las estaciones NLES en tierra con el fin de mejorar aun más la continuidad del servicio durante una conmutación entre dos estaciones emisoras. En particular, se realiza una medición de la relación SNIR señal/ruido más interferencias del enlace ascendente a bordo del satélite y a continuación se retransmite hacia las estaciones NLES por medio de esta vía de retorno. También se realiza una sincronización relativa entre estación nominal y estación redundante.

La figura 6 ilustra el funcionamiento global de un sistema SBAS de acuerdo con la forma de realización de la invención para el cual se implementa una vía 611 de retorno entre el satélite 600 de aumentación y las estaciones 601, 602 terrestres de navegación. A partir de las informaciones transmitidas por el satélite, las estaciones terrestres 601, 602 establecen un enlace 612 de sincronización entre sí. Este enlace 612 permite en particular garantizar la sincronización temporal de las estaciones entre sí.

La figura 7 describe un cuadro sinóptico funcional del procesador 501 de navegación de acuerdo con la invención.

La señal analógica recibida en la entrada del procesador 501 se convierte digitalmente por medio en un convertidor 701 analógico digital. La señal digital obtenida se suministra en la entrada de un primer módulo 702 de procesamiento de la señal piloto. Este módulo 702 realiza una sincronización y una demodulación de la señal piloto a partir de los códigos de ensanchamiento referenciados para cada estación NLES en una memoria 703. La señal piloto demodulada se autentifica, de conformidad con el método seleccionado de autenticación del estado de la técnica, por medio de un módulo 706 de autenticación. La relación entre la señal y la combinación del ruido y de las interferencias, SNIR, se mide por medio de un módulo 707 de medición.

En paralelo, la señal en cuadratura, que corresponde a la señal de navegación emitida por diferentes estaciones NLES, se transmite a un demultiplexor 704 que asocia la señal de navegación recibida a un identificador de una estación NLES en función del código C0 de ensanchamiento de referencia de dicha estación. La señal de navegación asociada al identificador de la estación NLES emisora se transmite a continuación a un módulo 705 en particular encargado de la autorización de la retransmisión de la señal hacia los usuarios. En función del resultado de autenticación producido por el módulo 706 de autenticación, la señal se bloquea eventualmente en el caso de que este resultado sea negativo.

En el caso de que no se utilice una señal piloto (caso no representado en la figura 7), la autenticación de la estación NLES emisora se realiza directamente en los códigos CCSK aplicados a las señales de navegación. La medición de la relación SNIR señal/ruido más interferencias del enlace ascendente también se realiza directamente en las señales de navegación y no en la señal piloto.

Si la autenticación es positiva, las mediciones de la relación SNIR señal/ruido e interferencias obtenidas para las diferentes estaciones NLES se comparan y solo se selecciona la señal emitida por la estación que se beneficia del mejor balance de enlace para retransmitirla hacia tierra. Cuando se obtiene la mejor relación SNIR para una señal emitida por una estación redundante, que no es por lo tanto la señal óptima actualmente retransmitida, la carga útil de acuerdo con la invención realiza una conmutación de estaciones seleccionando la nueva señal óptima como aquella emitida por la estación redundante que presenta la relación SNIR más elevada. De este modo, la conmutación se realiza de forma transparente a bordo del satélite, sin generar la interrupción del servicio. La decisión de conmutación entre dos estaciones NLES emisoras la lleva a cabo el procesador 501 de navegación cuando la relación SNIR medida en la señal nominal decrece por debajo de un umbral predeterminado.

En el caso de que una vía de retorno esté disponible (formas de realización de la invención descritas en las figuras 5b y 6), las mediciones de la relación SNIR señal/ruido e interferencias se retransmiten hacia las estaciones NLES en tierra por medio de la vía de retorno disponible. Para ello, dichas mediciones las transmite una señal modulada, por ejemplo por medio de una modulación BPSK, y en una frecuencia diferente de la utilizada para transmitir la señal de navegación. Se utiliza un plan de frecuencia de tipo FDM.

La vía de retorno de acuerdo con la invención permite, por lo tanto, por una parte, la transmisión, en una primera banda de frecuencia, de la señal de navegación a la vez nominal y redundante, con la finalidad de una supeditación temporal de la señal emitida por el satélite y, por otra parte, la transmisión, en una segunda banda de frecuencia, de una señal de servicio que transporta las informaciones de la relación SNIR para cada estación NLES emisora identificada. El módulo 705 se encarga, con esta finalidad, de la generación de la señal de servicio que transporta las informaciones de la relación SNIR estimadas por el módulo 707. La vía de retorno se implementa en forma de al menos un módulo 708 de sobremuestreo y de un convertidor 709 digital analógico.

Además, cuando se realiza una conmutación a bordo del satélite, la elección de la estación NLES nominal también se puede retransmitir por medio de esta señal de servicio con el fin de informar a las estaciones en tierra que ha tenido lugar una conmutación.

Cuando las estaciones NLES 601, 602 reciben la señal de servicio emitida por el satélite 600 de aumentación, estas ajustan su potencia de emisión con el fin de que cada estación emita una señal supeditada en ganancia, o amplitud, a la señal óptima, es decir aquella emitida por la estación NLES nominal. De este modo, todas las señales emitidas en la vía ascendente del satélite de aumentación presentan una potencia equivalente, lo que facilita aun más la conmutación transparente entre estaciones, a bordo del satélite, cuando la estación nominal se avería.

Para realizar este control de potencia, solo es necesaria la medición de la relación SNIR de la señal nominal. En una variante de realización de la invención, todas las mediciones de la relación SNIR las transmite el satélite, para permitir que las estaciones NLES redundantes estimen la calidad de su enlace.

En otra variante de realización de la invención, además de la medición de la relación SNIR, la carga útil del satélite realiza una medición del desplazamiento temporal entre las diferentes señales recibidas en la vía ascendente, procedentes de la estación NLES nominal, por una parte, y de las estaciones NLES redundantes, por otra parte. La señal de la estación nominal se identifica por medio del código de ensanchamiento de la señal piloto transmitida como se ha explicado con anterioridad o directamente a partir de la identificación de los códigos CCSK de las propias señales de navegación de acuerdo con la variante de la invención seleccionada. Se realiza una medición del desplazamiento temporal entre el instante de recepción de la señal nominal y el instante de recepción de cada una de las señales emitidas por las estaciones NLES redundantes. Esta medición de desplazamiento se transmite también en la señal de servicio por medio de la vía de retorno del satélite. Esta información la reciben las estaciones NLES en tierra que pueden entonces realizar una sincronización temporal, a través de un enlace 612 terrestre, de sus emisores respectivos, con el fin de sincronizar sus emisiones en la vía ascendente.

Esta sincronización mejora aun más la continuidad del servicio durante la conmutación de estaciones que lleva a cabo la carga útil.

La invención pretende sincronizar en tiempo y en potencia todas las señales emitidas por las diferentes estaciones NLES en la vía ascendente con el objetivo de implementar una redundancia denominada en caliente.

Además, cada estación, al recibir la señal de navegación emitida en la vía de retorno, realiza un control de integridad comparando el mensaje de aumentación recibido con el anteriormente emitido. Si este control es negativo, la estación deja de emitir. El satélite ya no recibirá una señal de navegación emitida por esta estación y podrá realizar una conmutación hacia la estación redundante beneficiándose del mejor balance de enlace.

Una vez autenticada la señal de navegación óptima y seleccionada entre las diferentes señales emitidas por las estaciones NLES, a continuación esta se transmite a un segundo módulo 710 de procesamiento de señal que realiza la demodulación de la señal de navegación en función de su código 711 de ensanchamiento asociado, y/o de su componente de polarización. Precisamente, se realiza una operación de desensanchamiento de la señal, a partir del código de ensanchamiento conocido. Cada código de ensanchamiento corresponde a una banda de frecuencia, en la banda L, utilizada para transmitir las señales de navegación a los usuarios. Una vez identificada la banda de frecuencia, por ejemplo la banda L1 o L5, la señal de navegación se retransmite hacia los usuarios del sistema por medio de una vía de conversión de frecuencia que consta al menos de un módulo 713 de sobremuestreo y de un convertidor 714 digital analógico. En el caso de que no se utilice ninguna señal piloto, la autenticación de la estación NLES emisora se lleva a cabo de forma conjunta con la demodulación CCSK.

Además, el módulo 710 de procesamiento de señal también permite aplicar a las señales unas correcciones, de amplitud, fase y/o retardo, a partir de una o varias tablas 712 de calibración. Estas tablas de calibración se rellenan a partir de mediciones realizadas, en temperaturas, sobre la carga útil y que permiten identificar los desequilibrios de amplitud, retardo y fase, diferenciales entre cada vía de emisión en banda L. Estas tablas se generan a partir de las mediciones realizadas antes de la puesta en servicio del satélite. A continuación se actualizan las correcciones en función de la temperatura de los equipos en servicio, medidas por otra parte por un dispositivo de medición de la temperatura. Estas correcciones permiten un equilibrado preciso de los trayectos de emisión diferenciales.

Una forma alternativa de realizar la corrección diferencial de las diferentes vías de emisión en banda L consiste en utilizar una o varias vías de redundancia en emisión que permiten indirectamente conservar la señal emitida y luego medir las derivas entre la señal emitida conservada y la señal recibida.

Una utilización particular de la invención consiste en utilizar la estación nominal NLES para la difusión de las señales operativas en banda L1 y L5 y una estación NLES redundante para transmitir unas señales de prueba utilizadas para la validación del sistema con el objetivo de probar algunas de sus funcionalidades o de llevar a cabo una calificación del sistema.

En este caso, los diferentes códigos C1, C5, C0 de ensanchamiento utilizados son específicos para las señales de prueba.

Las señales de prueba utilizadas pueden transmitirlas la misma estación NLES utilizada para transmitir las señales de navegación nominales, con una misma polarización de antena o con una polarización cruzada con respecto a las señales de navegación. Las señales de prueba también las puede emitir una estación NLES específicamente dedicada a las pruebas.

La invención presenta en particular la ventaja de conservar la misión principal del satélite de aumentación, es decir transmitir los mensajes de aumentación hacia los usuarios, mejorando al mismo tiempo la continuidad del servicio durante la conmutación entre estaciones NLES redundantes. Esta también permite mejorar la autenticación de las señales emitidas y luchar contra eventuales señuelos y mejora también los rendimientos del sistema cuando se utilizan diferentes bandas L1, L5 de frecuencias para transmitir las señales de navegación.

REIVINDICACIONES

1. Carga útil para satélite (600) de aumentación que comprende una vía (201, 202, 503) de entrada adaptada para la recepción de señales de navegación emitidas por al menos una estación terrestre de navegación (NLES) en una primera banda de frecuencias y una pluralidad de vías (206, 207, 208, 216, 217, 218) de salida adaptada cada una para la difusión de señales de navegación en una banda de frecuencias diferente de dicha primera banda y de las otras bandas de difusión, **caracterizada porque** comprende además un procesador (501) de navegación adaptado para implementar las siguientes operaciones para cada una de dichas señales recibidas:
- a partir de un primer conjunto de códigos (703) de ensanchamiento asociados cada uno a una estación terrestre de navegación (NLES) y para cada uno de dichos códigos, desensanchar (702) la señal en fase con el fin de extraer una señal piloto;
 - autenticar (706) dicha señal piloto y deducir de esta la estación (NLES) emisora de dicha señal;
 - si la autenticación (706) es negativa, bloquear dicha señal de navegación;
 - medir (707) la relación señal/ruido e interferencias (SNIR) que afecta a dicha señal piloto;
 - retener, entre las señales de navegación recibidas la que presenta la relación señal/ruido e interferencias más elevada y para la cual es positiva la autenticación, denominando a dicha señal retenida señal nominal, denominando a la estación (NLES) emisora de la señal nominal estación nominal, denominando a las demás estaciones (NLES) emisoras estaciones redundantes;
 - a partir de un segundo conjunto de códigos (711) de ensanchamiento asociados cada uno a un tipo de señal de navegación destinada a transmitirse en una de las bandas de frecuencias de difusión y para cada uno de dichos códigos, desensanchar (710) la señal de navegación nominal en cuadratura;
 - transmitir (713, 714) dicha señal de navegación nominal en la banda de frecuencia de difusión asociada al código de ensanchamiento utilizado.
2. Carga útil para satélite (600) de aumentación de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha señal piloto se demodula de forma previa de acuerdo con una modulación de tipo "Cyclic Code Shift Keying", realizándose la autenticación de la señal piloto identificando el código asociado a dicha modulación.
3. Carga útil para satélite (600) de aumentación que comprende una vía (201, 202, 503) de entrada adaptada para la recepción de señales de navegación emitidas por al menos una estación terrestre de navegación (NLES) en una primera banda de frecuencias y una pluralidad de vías (206, 207, 208, 216, 217, 218) de salida adaptada cada una para la difusión de señales de navegación en una banda de frecuencias diferente de dicha primera banda y de las otras bandas de difusión, **caracterizada porque** comprende, además, un procesador (501) de navegación adaptado para implementar las siguientes operaciones para cada una de dichas señales recibidas:
- demodular dicha señal recibida de acuerdo con una modulación de tipo "Cyclic Code Shift Keying";
 - autenticar (706) dicha señal recibida identificando el código asociado a dicha modulación y deducir de este la estación (NLES) emisora de dicha señal;
 - si la autenticación (706) es negativa, bloquear dicha señal de navegación;
 - medir (707) la relación () señal/ruido e interferencias (SNIR) que afecta a dicha señal recibida;
 - retener, entre las señales de navegación recibidas la que representa la relación señal/ruido e interferencias más elevada y para la cual es positiva la autenticación, denominando a dicha señal retenida señal nominal, denominando a la estación (NLES) emisora de la señal nominal estación nominal, denominando a las demás estaciones (NLES) emisoras estaciones redundantes;
 - a partir de un segundo conjunto de códigos (711) de ensanchamiento asociados cada uno a un tipo de señal de navegación destinada a transmitirse en una de las bandas de frecuencias de difusión y para cada uno de dichos códigos, desensanchar (710) la señal de navegación nominal en cuadratura;
 - transmitir (713, 714) dicha señal de navegación nominal en la banda de frecuencia de difusión asociada al código de ensanchamiento utilizado.
4. Carga útil para satélite (600) de aumentación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** cuando la relación señal/ruido e interferencias (SNIR) medida en dicha señal nominal decrece por debajo de un umbral predeterminado, la nueva señal seleccionada es aquella que presenta la relación señal/ruido e interferencias más elevada.
5. Carga útil para satélite (600) de aumentación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** comprende, además, una vía (502, 504) de retorno adaptada para la difusión, en dicha primera banda de frecuencias, de al menos una señal de servicio hacia al menos una estación terrestre de navegación (NLES), comprendiendo dicha señal de servicio al menos la medición de la relación señal/ruido e interferencias (SNIR) de al menos una señal nominal, estando dicha señal de servicio adaptada para realizar una supeditación de la potencia de emisión de dichas estaciones (NLES) redundantes a la potencia de emisión de la estación (NLES) nominal.
6. Carga útil para satélite (600) de aumentación de acuerdo con la reivindicación 5 **caracterizada porque** dicha señal de servicio comprende, además, las mediciones de la relación señal/ruido e interferencias (SNIR) de las señales de navegación recibidas por el satélite (600) y emitidas por todas las estaciones (NLES) emisoras.

7. Carga útil para satélite (600) de aumentación de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 o 6 **caracterizada porque** dicha señal de servicio comprende, además, una medición de los desplazamientos temporales entre la recepción, por el satélite (600), de la señal nominal, por una parte, y de las señales emitidas por las estaciones (NLES) terrestres de navegación redundantes, estando dicha señal de servicio adaptada para realizar una sincronización temporal de dichas estaciones (NLES) entre sí.
8. Carga útil para satélite (600) de aumentación de acuerdo con una de las reivindicaciones 5, 6 o 7 **caracterizada porque** dicha vía (502, 504) de retorno está, además, adaptada para la difusión, en dicha primera banda de frecuencias, de la señal de navegación nominal.
9. Carga útil para satélite (600) de aumentación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** dicha primera banda de frecuencias es la banda C o Ku y dichas bandas de frecuencias de difusión son al menos las bandas L1 y L5.
10. Carga útil para satélite (600) de aumentación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada porque** dichos códigos de ensanchamiento son unos códigos de Walsh.
11. Satélite de aumentación (600) que comprende una carga útil de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, adaptada para recibir una señal de navegación en un enlace ascendente en una primera banda de frecuencias y para volver a difundir dicha señal en un enlace descendente en una pluralidad de bandas de frecuencias de difusión.
12. Estación terrestre de navegación (NLES) adaptada para recibir un mensaje de aumentación y para generar una señal de navegación que contiene dicho mensaje, estando dicha señal de navegación ensanchada espectralmente por medio de un primer código (C1, C5) de ensanchamiento asociado a su banda (L1, L5) de frecuencia de difusión y a la que se añade en cuadratura una señal piloto ensanchada espectralmente por medio de un segundo código (C0) de ensanchamiento asociado a dicha estación terrestre de navegación (NLES), estando dicha señal de navegación destinada a transmitirse en el enlace ascendente de un satélite (600) de aumentación de acuerdo con la reivindicación 11, en una primera banda de frecuencias diferente de la banda (L1, L5) de frecuencia de difusión.
13. Estación terrestre de navegación (NLES) de acuerdo con la reivindicación 12 en la que se aplica de forma previa una modulación de tipo "Cyclic Code Shift Keying" a dicha señal de navegación o a dicha señal piloto.
14. Estación terrestre de navegación (NLES) de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 o 13 en la que la polarización de la señal de navegación transmitida es diferente según la banda (L1, L5) de frecuencia de difusión.
15. Sistema de aumentación que comprende:
- al menos una estación (RIMS) de observación adaptada para recibir una señal de radionavegación transmitida por al menos un satélite (NAV) de radionavegación y para realizar unas mediciones en dicha señal;
 - al menos un centro (CPF) de procesamiento adaptado para recibir dichas mediciones transmitidas por al menos una estación (RIMS) de medición y para elaborar, a partir de dichas mediciones, al menos un mensaje de aumentación;
 - una pluralidad de estaciones (NLES) terrestres de navegación de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 14, siendo dichos primeros códigos (C1, C5) de ensanchamiento asociados a dichas estaciones (NLES) terrestres de navegación ortogonales entre sí;
 - al menos un satélite (600) de aumentación de acuerdo con la reivindicación 11.
16. Sistema de aumentación de acuerdo con la reivindicación 15 **caracterizado porque** está adaptado para implementar una conmutación de estaciones (NLES) terrestres de navegación de tipo redundancia en caliente.
17. Sistema de aumentación de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 o 16 en el que la polarización de la señal de navegación transmitida es diferente entre dos estaciones (NLES) terrestres de navegación redundantes.
18. Sistema de aumentación de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 17 **caracterizado porque** tras recibir una señal de servicio emitida por dicho satélite (600) de aumentación y que comprende al menos la medición de la relación señal/ruido e interferencias (SNIR) de al menos dicha señal nominal, dichas estaciones (NLES) terrestres de navegación realizan una supeditación de su potencia de emisión a la potencia de emisión de la estación nominal.
19. Sistema de aumentación de acuerdo con las reivindicaciones 15 a 18 **caracterizado porque**, tras recibir dicha señal de servicio, dichas estaciones (NLES) terrestres de navegación realizan una sincronización temporal de sus emisiones respectivas.

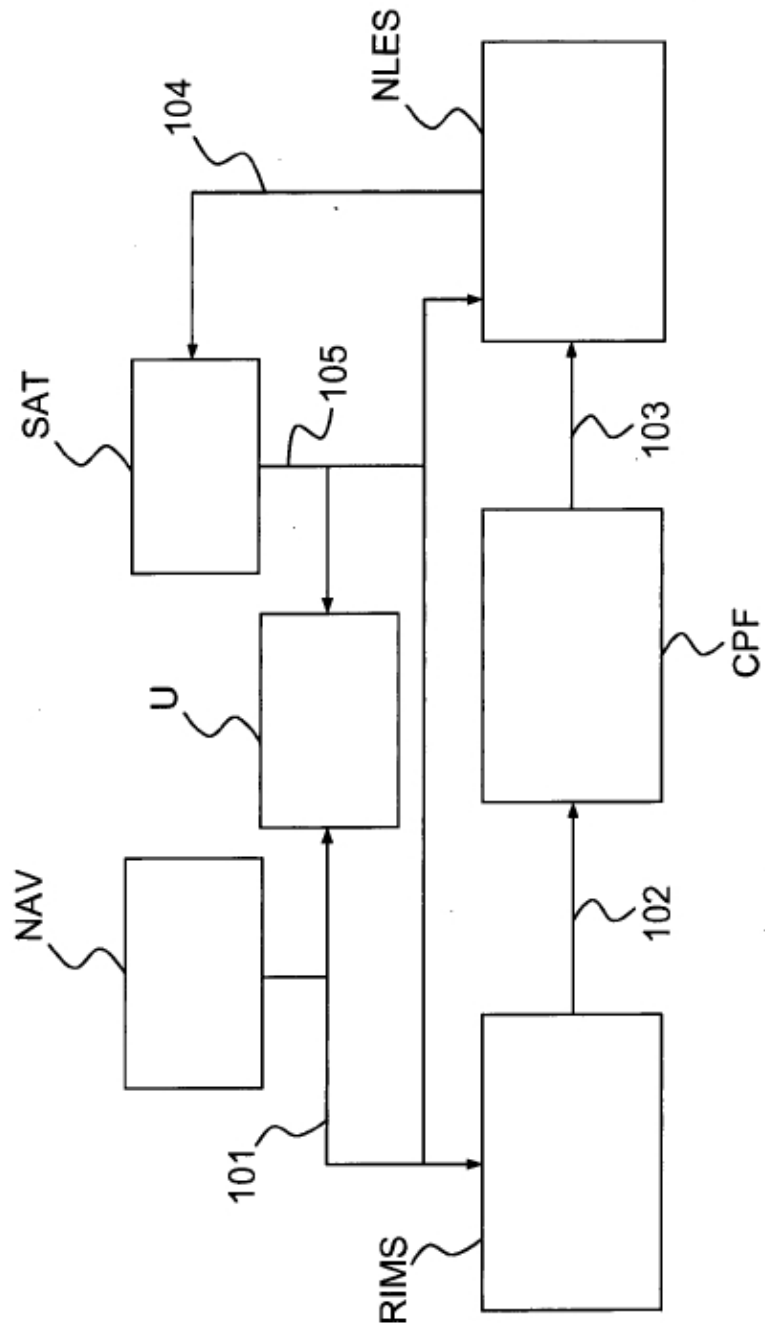


FIG.1

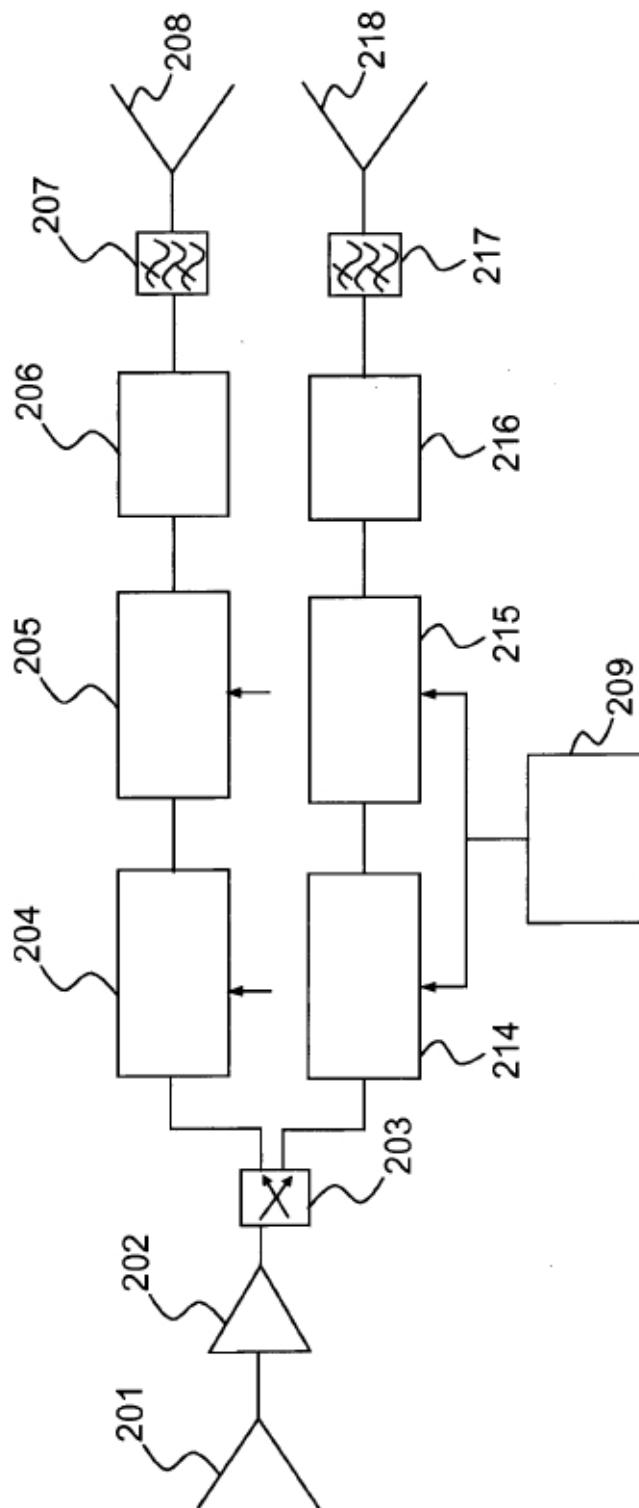


FIG.2

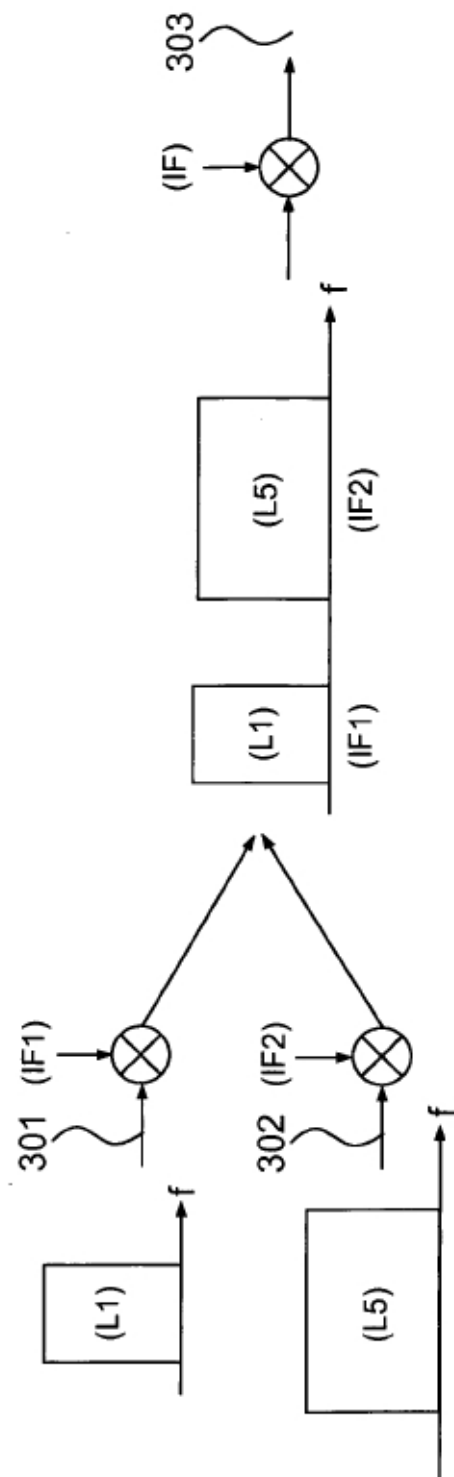


FIG.3

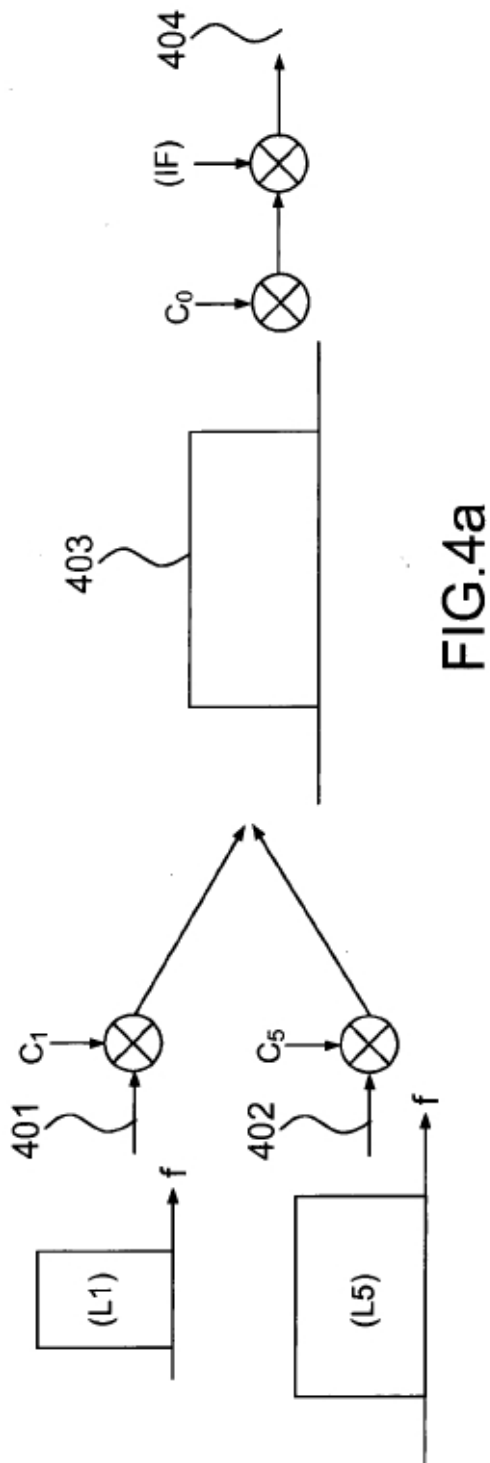


FIG. 4a

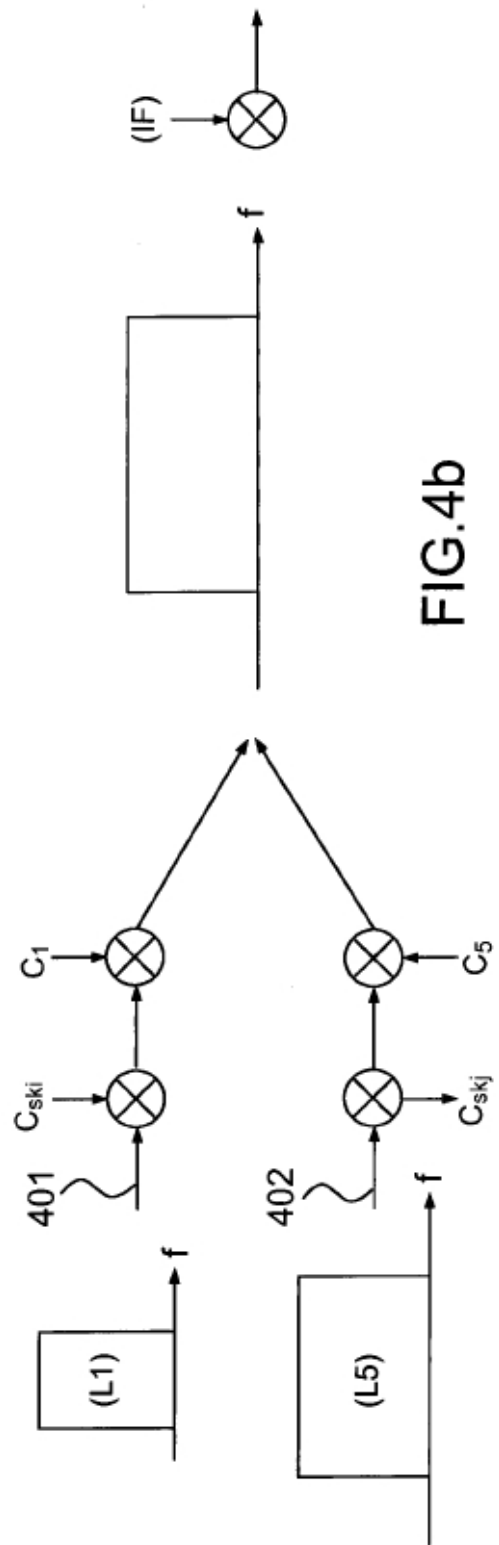


FIG. 4b

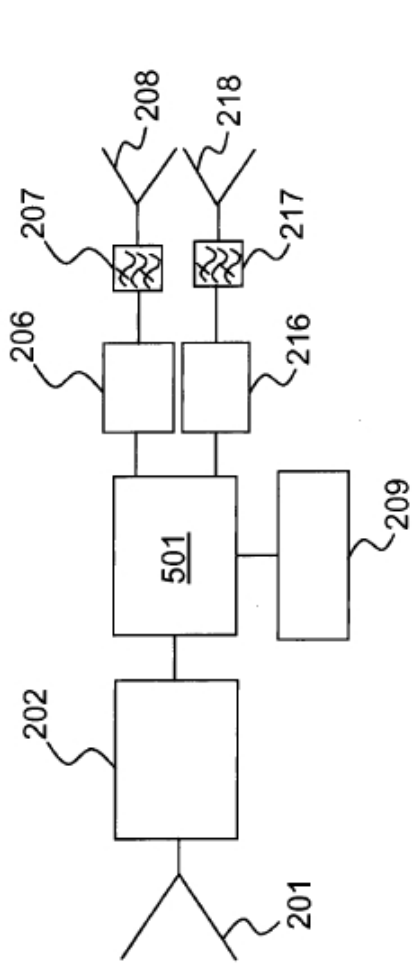


FIG. 5a

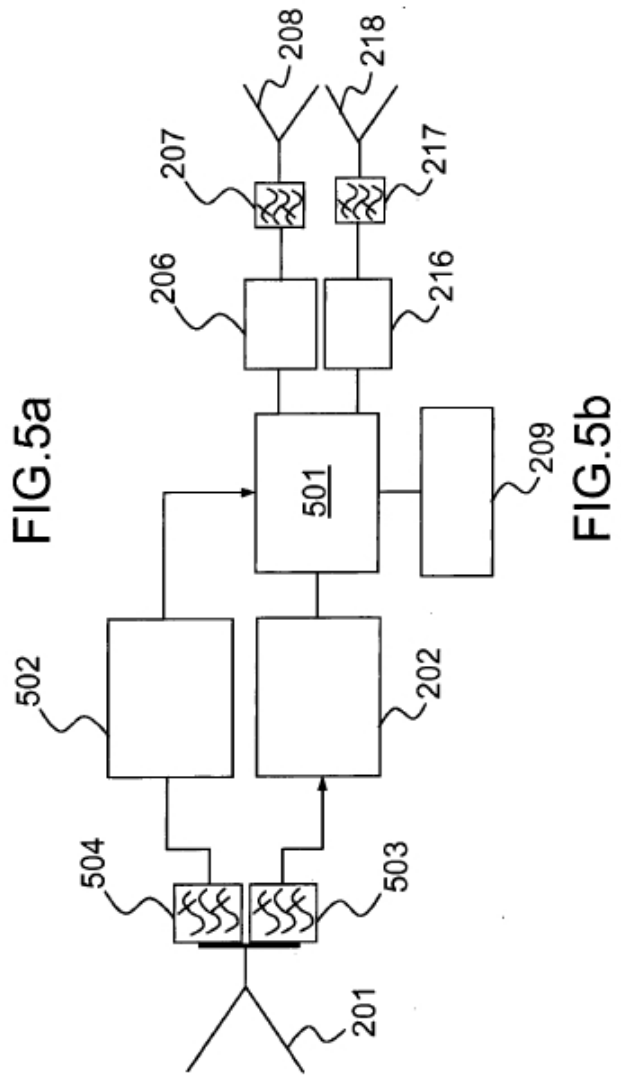
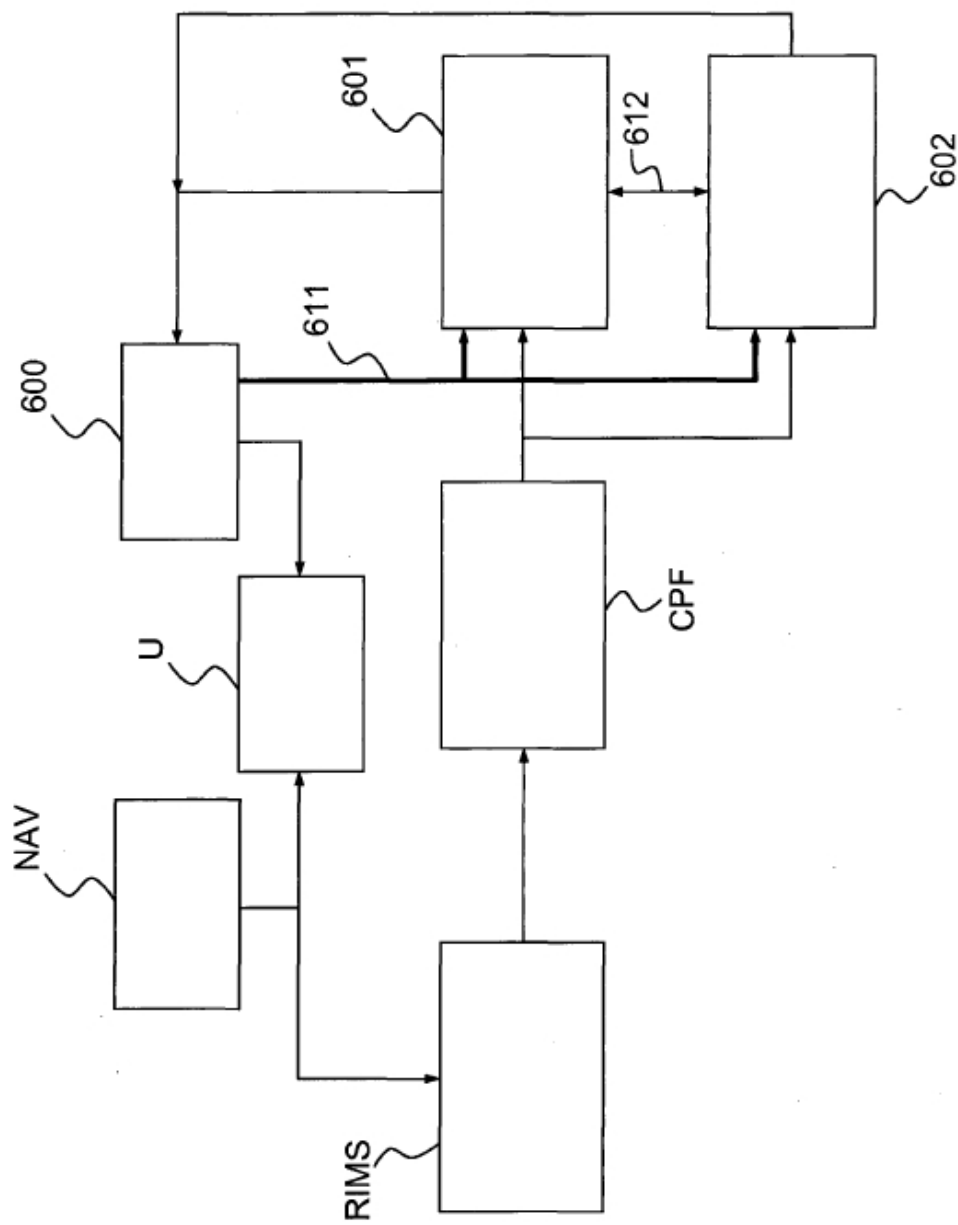


FIG. 5b



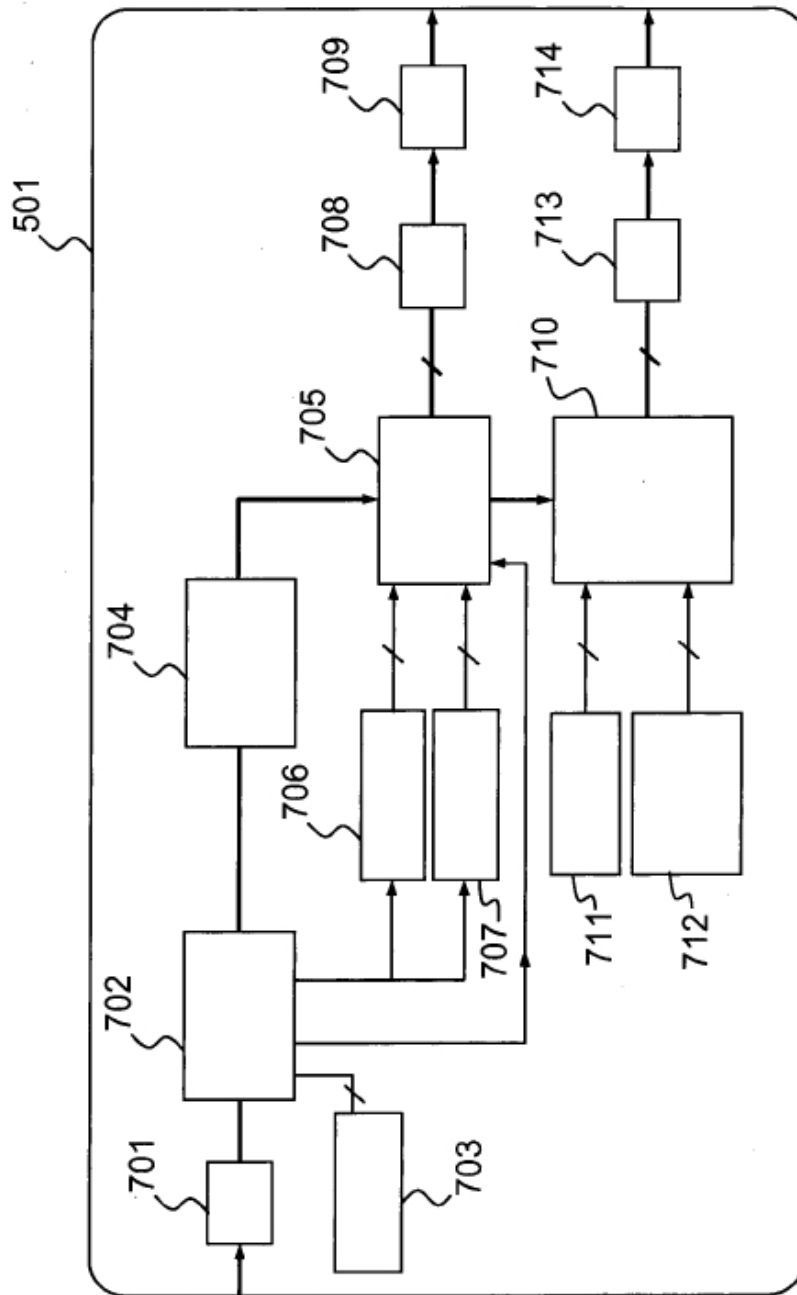


FIG.7