

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 997**

51 Int. Cl.:

G01S 19/07 (2010.01)

G01S 19/15 (2010.01)

G08G 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.10.2016 PCT/EP2016/075010**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2017 WO17080763**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2016 E 16782262 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2023 EP 3374797**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para proporcionar a un avión datos para un aterrizaje automático basado en navegación por satélite**

30 Prioridad:

10.11.2015 DE 102015119308

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.10.2023

73 Titular/es:

**DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND
RAUMFAHRT E.V. (100.0%)
Linder Höhe
51147 Köln, DE**

72 Inventor/es:

**DAUTERMANN, THOMAS;
GEISTER, ROBERT y
LUDWIG, THOMAS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 950 997 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

Procedimiento y dispositivo para proporcionar a un avión datos para un aterrizaje automático basado en navegación por satélite

5

Campo técnico de la invención

La invención se refiere a un procedimiento para proporcionar a un avión paquetes de datos GLS (GBAS Landing System) para un aterrizaje automático basado en navegación por satélite, comprendiendo los paquetes de datos GLS
10 datos de corrección GBAS (Ground-Based Augmentation System) para la navegación por satélite y datos FAS (Final Approach Segment), que describen una trayectoria de aproximación teórica del avión y se transmiten mediante un radioenlace al avión.

Además, la invención se refiere a un dispositivo para la realización de un procedimiento de este tipo con un combinador (Message Builder), que combina datos de corrección GBAS para la navegación por satélite y datos FAS para formar
15 paquetes de datos GLS que comprenden la trayectoria de aproximación teórica para un aterrizaje automático basado en navegación por satélite de un avión y con un emisor que transmite los paquetes de datos GLS mediante un radioenlace al avión.

Estado de la técnica

En una navegación por satélite GNSS (Global Navigation Satellite System) pueden producirse errores de posición de muchos metros, si solo se evalúan los tiempos de propagación de las señales GNSS enviadas por los satélites GNSS. Estos errores se deben a diferentes causas, como fluctuaciones atmosféricas, posiciones variables de los satélites
25 GNSS y faltas de precisión en la generación de señales.

En el GBAS (Ground-Based Augmentation System), las señales GNSS enviadas por los diferentes satélites GNSS son recibidas por receptores de referencia con posiciones exactamente conocidas. Los datos de corrección GBAS, que son válidos en un radio de normalmente 50 km, se determinan a partir de la comparación de distancias medidas a los satélites que se determinan a partir de las señales GNSS y las posiciones reales en las que se recibieron las
30 señales GNSS. Estas correcciones permiten que otros receptores de las señales GNSS determinen su posición con alta precisión (en el rango de un metro) a partir de las señales GNSS recibidas de los satélites GNSS. Cuando un avión dispone, por ejemplo, de datos de corrección GBAS de este tipo, puede determinar su posición en todas las direcciones espaciales con suficiente precisión para realizar un aterrizaje automático basado en la navegación por
35 satélite.

En el caso del GLS (GBAS Landing System), se transmiten paquetes de datos GLS a un avión para un aterrizaje automático basado en la navegación por satélite, que además de los datos de corrección GBAS determinados en tierra, incluyen datos FAS (Final Approach Segment), que describen una trayectoria de aproximación teórica. En el
40 caso del GLS, los paquetes de datos GLS se transmiten desde un emisor en tierra a un receptor en el avión mediante un radioenlace VHF y son transmitidos directamente desde el receptor al piloto automático del avión. Por lo tanto, el piloto automático dispone junto con el GNSS del avión de toda la información para el aterrizaje automático basado en navegación por satélite.

El esfuerzo que supone instalar un GLS en un aeropuerto no es despreciable, por la necesidad de prever receptores de referencia en posiciones conocidas y enlazarlos entre sí y con una unidad central.

En el caso del llamado SBAS (Satellite-Based Augmentation System), los datos de corrección SBAS para la navegación por satélite GNSS son enviados directamente desde un satélite geoestacionario especial dedicado. Estos
50 datos de corrección SBAS son válidos para una zona más grande. En caso de la navegación por satélite, permiten una determinación de la posición casi tan buena como el GBAS.

Para usar el SBAS para la determinación de la posición de aviones, en el respectivo avión debe preverse un receptor especial para los datos de corrección SBAS. Además, deben preverse conexiones de datos mediante las que se ponen a disposición del piloto automático del avión las desviaciones de la trayectoria de vuelo teórica. Para ello, un aparato
55 que calcula las desviaciones de la trayectoria de vuelo teórica requiere datos FAS de la respectiva trayectoria de aproximación teórica. Para ello, en el avión está prevista una base de datos correspondiente, puesto que los datos FAS no se transmiten al avión por separado desde el exterior.

Todas estas vías de transmisión de datos y equipos deben ser aprobados formalmente. Actualmente no es posible continuar las aproximaciones de precisión automatizadas basadas en un cálculo de la posición asistido por SBAS hasta el aterrizaje automático, puesto que la base de datos a bordo, así como la conexión de la base de datos al piloto automático no cumplen con los requisitos formales de aprobación. Por el contrario, se interrumpe la automatización de las aproximaciones de precisión SBAS a una altitud de 250 pies.

65

El documento DE 10 2012 007 202 B4 divulga un procedimiento y un dispositivo para generar información de integridad

para cumplir con los requisitos de integridad incrementados en una determinación de la posición basada en GNSS. El procedimiento comprende el cálculo de posibles valores de sesgo de la posición debido a la combinación de valores de sesgo de distribuciones de errores de mediciones de pseudodistancia basadas en GNSS en una zona determinada mediante una proyección con una matriz de diseño para la zona determinada y la generación de la información de integridad para cumplir con los requisitos de integridad incrementados mediante sustracción de los posibles valores de sesgo de la posición determinados, debido a la combinación de valores de sesgo de Alert Limits. La información de integridad generada, es decir, los Alert Limits reducidos y/o los Protection Levels aumentados, pueden ser enviados con conjuntos de datos FAS, que son propagados por estaciones de tierra instaladas en los aeropuertos de un sistema de extensión o con las señales de un SBAS, y así pueden ser recibidos y evaluados por receptores SBAS instalados en aviones y adecuados para ello. Alternativamente, los Alert Limits reducidos pueden estar depositados en una base de datos del Flight Management System del avión y por lo tanto ser accesibles para el receptor SBAS/GBAS y el FMS. En una estación de tierra de un GBAS puede estar instalado un dispositivo para la realización del procedimiento, de manera que la estación de tierra puede difundir la información de integridad en una zona determinada, como por ejemplo en un aeropuerto.

Por el documento US 2013/0079958 A1 se conoce un procedimiento y un dispositivo para determinar la posición de un avión durante una aproximación para el aterrizaje, en el que el avión es guiado durante la aproximación para el aterrizaje por información de posición recibida de un sistema de navegación por satélite GNSS. Esta información puede combinarse con información de un sistema de asistencia, en particular un sistema SBAS, ABAS o GBAS.

Por TODD WALTER ET AL: "The Advantages of Local Monitoring and VHF Data Broadcast for SBAS", PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN NAVIGATION CONFERENCE GNSS 2005, 19-22 DE JULIO DE 2005, MÚNICH, ALEMANIA, BONN: DGON se conoce un procedimiento para proporcionar datos de corrección GBAS a un avión en el que se reciben datos de corrección SBAS y se convierten en datos de corrección GBAS. A continuación, se transmiten junto con los datos FAS.

Por GRAEME K CROSBY ET AL: "A Ground-based Regional Augmentation System (GRAS) - The Australian Proposal", PROCEEDINGS OF THE 13TH INTERNATIONAL TECHNICAL MEETING OF THE SATELLITE DIVISION OF THE INSTITUTE OF NAVIGATION (ION GPS 2000), THE INSTITUTE OF NAVIGATION, 8551 RIXLEW LANE SUITE 360, MANASSAS, VA 20109 EEUU, 22 de septiembre de 2000 (2000-09-22), páginas 713-721, se conoce un sistema denominado GRAS en el que se mezclan los conceptos SBAS y GBAS. A este respecto, se transmiten paquetes de datos SBAS a una red de estaciones terrestres para una comprobación local y un reformateo. A continuación, cada lugar determina una señal a modo de GBAS que puede ser usada por aviones.

Objetivo de la invención

La invención se basa en el objetivo de permitir en aeropuertos sin GLS sin un gran esfuerzo el aterrizaje automático basado en la navegación por satélite de aviones que están configurados y aprobados para GLS.

Solución

El objetivo de la invención se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación independiente 1 y mediante un dispositivo con las características de la reivindicación independiente 4. Las reivindicaciones dependientes se refieren a formas de realización preferidas del procedimiento de acuerdo con la invención y del dispositivo de acuerdo con la invención.

Descripción de la invención

En un procedimiento de acuerdo con la invención para proporcionar a un avión paquetes de datos GLS (GBAS Landing System) para un aterrizaje automático basado en navegación por satélite, comprendiendo los paquetes de datos GLS datos de corrección GBAS (Ground-Based Augmentation System), en particular para la navegación por satélite GNSS (Global Navigation Satellite System) y datos FAS (Final Approach Segment), que describen una trayectoria de aproximación teórica del avión, un satélite SBAS recibe los datos de corrección SBAS (Satellite-Based Augmentation System) para la navegación por satélite. Los datos de corrección SBAS recibidos se convierten en datos de corrección GBAS. Los datos de corrección GBAS obtenidos al convertir los datos de corrección SBAS recibidos se combinan con los datos FAS para formar los paquetes de datos GLS. Los paquetes de datos GLS se transmiten al avión mediante un radioenlace.

En el avión, estos paquetes de datos GLS no pueden distinguirse de aquellos que contienen datos de corrección que se generaron originalmente con un GBAS. El avión, es decir, su piloto automático, puede usar los paquetes de datos GLS para un aterrizaje GLS habitual, es decir, para una aproximación de precisión que puede continuar hasta el aterrizaje final del avión. Esto no requiere ningún cambio en el avión en comparación con un avión ya preparado y aprobado para aterrizajes GLS.

La puesta a disposición de paquetes de datos GLS de acuerdo con la invención, es decir, de paquetes de datos según el estándar GLS, al mismo tiempo no requiere una generación compleja de datos de corrección GBAS con un GBAS

convencional, es decir, con ayuda de varios receptores de referencia en posiciones fijas. Por el contrario, el procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse en un único lugar, cuya posición no tiene que ser conocida con precisión.

5 Además, resulta que la conversión de datos de corrección SBAS en datos de corrección GBAS generalmente no presenta problemas. Por lo tanto, una aprobación del procedimiento de acuerdo con la invención para aterrizajes automáticos de aviones tampoco debería ser problemática. A este respecto, debería bastar con una única aprobación del procedimiento o de un dispositivo correspondiente, es decir, debería ser posible una aprobación independiente del lugar de aplicación de la invención.

10 Al convertir los datos de corrección SBAS en datos de corrección GBAS, se añaden los datos de corrección que faltan en los datos de corrección según el estándar SBAS. Estos datos de corrección faltantes pueden generarse, por ejemplo, mediante extrapolación de los datos de corrección SBAS existentes o mediante otro procesamiento de estos datos de corrección SBAS existentes.

15 Para los datos FAS, que describen la trayectoria de aproximación teórica del avión, los datos brutos de la trayectoria de aproximación teórica pueden tomarse de una memoria de datos de trayectorias o de un aparato de entrada de trayectorias. El aparato de entrada de trayectorias no solo puede usarse para introducir una trayectoria de aproximación teórica completamente nueva, sino también para seleccionar una de varias trayectorias de aproximación teóricas de la que los datos están almacenados en la memoria de datos de trayectorias.

20 Los datos brutos de la trayectoria de aproximación teórica pueden convertirse con datos de una base de datos de navegación en datos FAS de la trayectoria de aproximación teórica.

25 El procedimiento de acuerdo con la invención se realiza en un avión. Para ello, se instala en el avión un dispositivo de acuerdo con la invención. Este dispositivo de acuerdo con la invención instalado en el avión transmite los paquetes de datos GLS mediante el radioenlace de datos a las partes del avión que implementan el GLS. El dispositivo de acuerdo con la invención está completamente separado de éste.

30 El dispositivo de acuerdo con la invención para realizar el procedimiento de acuerdo con la invención presenta un receptor que recibe de un satélite SBAS datos de corrección SBAS para la navegación por satélite. Está previsto un convertidor que convierte los datos de corrección SBAS recibidos por el receptor en datos de corrección GBAS. Está previsto un combinador (Message Builder), que combina en paquetes de datos GLS los datos de corrección GBAS convertidos con datos FAS que describen una trayectoria de aproximación teórica de un avión. Está previsto un emisor que transmite los paquetes de datos GLS al avión mediante un radioenlace para un aterrizaje automático basado en la navegación por satélite.

35 El convertidor o combinador complementan los datos de corrección que faltan en los datos de corrección SBAS para la navegación por satélite en comparación con el estándar GBAS. Estos datos de corrección faltantes pueden generarse mediante un generador de datos de corrección a partir de los datos de corrección SBAS existentes.

40 Puede estar presente una memoria de datos de trayectorias y/o un aparato de entrada de datos de trayectorias para proporcionar datos brutos de la trayectoria de aproximación teórica. El combinador puede convertir los datos brutos de la trayectoria de aproximación teórica junto con datos de una base de datos de navegación en los datos FAS de la trayectoria de aproximación teórica.

45 Todo el dispositivo de acuerdo con la invención está dispuesto a bordo de un avión.

50 Otros perfeccionamientos ventajosos de la invención resultan de las reivindicaciones, de la descripción y del dibujo. Las ventajas de las características y combinaciones de varias características mencionadas en la descripción se indican únicamente a modo de ejemplo y pueden tener un efecto alternativo o acumulativo, sin que las ventajas tengan que conseguirse necesariamente mediante formas de realización de acuerdo con la invención. Sin que por ello se modifique el objeto de las reivindicaciones adjuntas, con respecto al contenido de divulgación de los documentos originales de la solicitud y de la patente se aplica lo siguiente: en los dibujos pueden encontrarse otras características, en particular las geometrías representadas y las dimensiones relativas de varios componentes entre sí, así como su disposición relativa y unión funcional. También es posible la combinación de características de diferentes formas de realización de la invención o de características de diferentes reivindicaciones que difieran de las referencias elegidas de las reivindicaciones de patentes y se sugiere en este momento. Esto también se refiere a aquellas características que están representadas en dibujos separados o se mencionan en su descripción. Estas características también pueden combinarse con características de diferentes reivindicaciones. Asimismo, pueden suprimirse las características indicadas en las reivindicaciones para otras formas de realización de la invención.

60 Las características mencionadas en las reivindicaciones y la descripción deben entenderse con respecto a su número de tal manera que está presente exactamente este número o un número mayor que el número indicado, sin que se necesario usar explícitamente el adverbio "al menos". Es decir, se habla por ejemplo de un elemento, esto debe entenderse de tal manera que están presentes exactamente un elemento, dos elementos o más elementos. Las

características indicadas en las reivindicaciones pueden complementarse con otras características o pueden ser las únicas características que presente el respectivo producto.

Las referencias contenidas en las reivindicaciones no representan una limitación del alcance de los objetos protegidos por las reivindicaciones. Su único fin es hacer que las reivindicaciones sean más fáciles de entender.

Breve descripción de las figuras

A continuación, la invención se explica y describe con más detalle con ayuda de los ejemplos de realización preferidos representados en la figura.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques que ilustra tanto la realización del procedimiento de acuerdo con la invención como la estructura del dispositivo de acuerdo con la invención.

Descripción de las figuras

El dispositivo 1 representado en la **figura 1** presenta una unidad central 2 con la que están conectados un receptor 3 y un emisor 19. El receptor 3 recibe datos de corrección SBAS 4 según el estándar SBAS (Satellite-Based Augmentation System) de un satélite SBAS 5. Para ello, el receptor 3 puede tener una antena 6 ampliada con respecto a una antena GNSS estándar (Global Navigation Satellite System) o una antena especial, solo para los datos de corrección SBAS 4. En este caso y en lo sucesivo no se distingue explícitamente entre las señales que recibe el receptor 3 con la antena 6 del satélite SBAS 5 y los datos de corrección SBAS 4 codificados en las mismas. El receptor 3 transfiere los datos de corrección SBAS 4 a la unidad central 2 del dispositivo 1. Allí son convertidos por un convertidor 7 en datos de corrección GBAS 8 según el estándar GBAS. El convertidor 7 transmite estos datos de corrección GBAS 8 a un combinador 9. El combinador 9 puede complementar los datos de corrección 10 que faltan para tener datos de corrección completos según el estándar GBAS. El combinador 9 recibe estos datos de corrección 10 faltantes de un generador de datos de corrección 11, que los genera a partir de los datos de corrección 8 existentes. Los paquetes de datos GLS (GBAS Landing System) 12 compilados por el combinador 9 también incluyen datos FAS (Final Approach Segment) de una trayectoria de aproximación teórica. Estos datos FAS se crean a partir de datos brutos 13, que proceden dependiendo de la selección de una memoria de datos de trayectorias 14 o un aparato de entrada de datos de trayectorias 15, y datos 16 de una base de datos de navegación 17. El aparato de entrada de datos de trayectorias 15 puede proporcionar los datos brutos 13 basados en valores fundamentales, como la dirección de aproximación y el ángulo de planeo, que se introducen mediante una interfaz de usuario. Los paquetes de datos GLS 12 son compilados por el combinador 9 de tal manera que permiten un aterrizaje GLS, es decir, un aterrizaje automático basado en la navegación por satélite de un avión 18 al que el emisor 19 transmite los paquetes de datos 12. El emisor 19 presenta a este respecto una antena 20, en particular una antena VHF, con la que los paquetes de datos 12 se transmiten según el estándar GLS mediante un radioenlace 21 al avión 18.

Puesto que el dispositivo 1 está instalado en el avión 18 propiamente dicho, la memoria de datos de trayectorias debe incluir datos brutos 13 de trayectorias de aproximación teóricas a todos los aeropuertos frecuentados por el avión 18 en los que debe ser posible un aterrizaje automático basado en la navegación por satélite del avión 18, o deben hacerse entradas adecuadas para los aeropuertos que no se tienen en cuenta en el aparato de entrada de datos de trayectorias 15.

Lista de referencias

- 1 Dispositivo
- 2 Unidad central
- 3 Receptor
- 4 Datos de corrección SBAS
- 5 Satélite SBAS
- 6 Antena
- 7 Convertidor
- 8 Datos de corrección GBAS
- 9 Combinador
- 10 Datos de corrección
- 11 Generador de datos de corrección
- 12 Paquetes de datos
- 13 Datos brutos
- 14 Memoria de datos de trayectorias
- 15 Aparato de entrada de datos de trayectorias
- 16 Datos
- 17 Base de datos de navegación
- 18 Avión
- 19 Emisor
- 20 Antena
- 21 Radioenlace

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para proporcionar a un avión (18) paquetes de datos GLS (GBAS Landing System) (12) para un aterrizaje automático basado en navegación por satélite, comprendiendo los paquetes de datos GLS (12) datos de corrección GBAS (Ground-Based Augmentation System) (8, 10) para la navegación por satélite y datos FAS (Final Approach Segment), que describen una trayectoria de aproximación teórica del avión (18) y se transmiten mediante un radioenlace (21) a partes del avión (18) que implementan un GLS,
 - siendo recibidos datos de corrección SBAS (Satellite-Based Augmentation System) (4) para la navegación por satélite por un satélite SBAS (5),
 - siendo convertidos los datos de corrección SBAS (4) recibidos en datos de corrección GBAS (8) y
 - siendo combinados los datos de corrección GBAS (8) obtenidos por la conversión con los datos FAS de la trayectoria de aproximación teórica en los paquetes de datos GLS (12),
 - completándose en la conversión de los datos de corrección SBAS (4) en los datos de corrección GBAS (8) datos de corrección (10) que faltan en los datos de corrección SBAS (4) recibidos en comparación con los datos de corrección GBAS completos, y
 - generándose los datos de corrección (10) faltantes a partir de los datos de corrección SBAS (4) recibidos,
- caracterizado por que** todas las etapas del procedimiento se realizan en el avión con un dispositivo (1), que está separado de las partes del avión (18) que implementan el GLS.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los datos brutos (13) de la trayectoria de aproximación teórica son tomados de una memoria de datos de trayectorias (14) o de un aparato de entrada de datos de trayectorias (15).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** los datos brutos (13) de la trayectoria de aproximación teórica son convertidos en datos FAS con datos (16) de una base de datos de navegación (17).
4. Dispositivo (1) para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores con
 - un combinador (9), que combina datos de corrección GBAS (8, 10) para la navegación por satélite con datos FAS que describen una trayectoria de aproximación teórica de un avión (18) en paquetes de datos GLS (12) para un aterrizaje automático basado en navegación por satélite del avión (18),
 - y un emisor (19), que transmite los paquetes de datos GLS (12) mediante un radioenlace (21) a partes del avión (18) que implementan un GLS,
 - existiendo un receptor (3), que recibe datos de corrección SBAS (4) para la navegación por satélite de un satélite SBAS (5),
 - estando presente un convertidor (7), que convierte los datos de corrección SBAS (4) recibidos del receptor (3) en datos de corrección GBAS (8), y
 - combinando el combinador (9) los datos de corrección GBAS (8) recibidos del convertidor (7) con los datos FAS en los paquetes de datos GLS (12),
 - completando el convertidor (7) o el combinador (9) los datos de corrección (10) que faltan en los datos de corrección SBAS (4) recibidos en comparación con los datos de corrección GBAS completos, y
 - existiendo un generador de datos de corrección (11) para los datos de corrección (10) faltantes, que genera los datos de corrección (10) faltantes a partir de los datos de corrección SBAS (4) recibidos,
- caracterizado por que** el dispositivo (1) está dispuesto a bordo del avión (18) y está separado de las partes del avión (18) que implementan el GLS.
5. Dispositivo (1) según la reivindicación 4, **caracterizado por que** está/n presente/s una memoria de datos de trayectorias (14) y/o un aparato de entrada de datos de trayectorias (15) para proporcionar datos brutos (13) de la trayectoria de aproximación teórica.
6. Dispositivo (1) según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el combinador (9) convierte los datos brutos (13) de la trayectoria de aproximación teórica, junto con los datos (16) de una base de datos de navegación (17), en datos FAS.

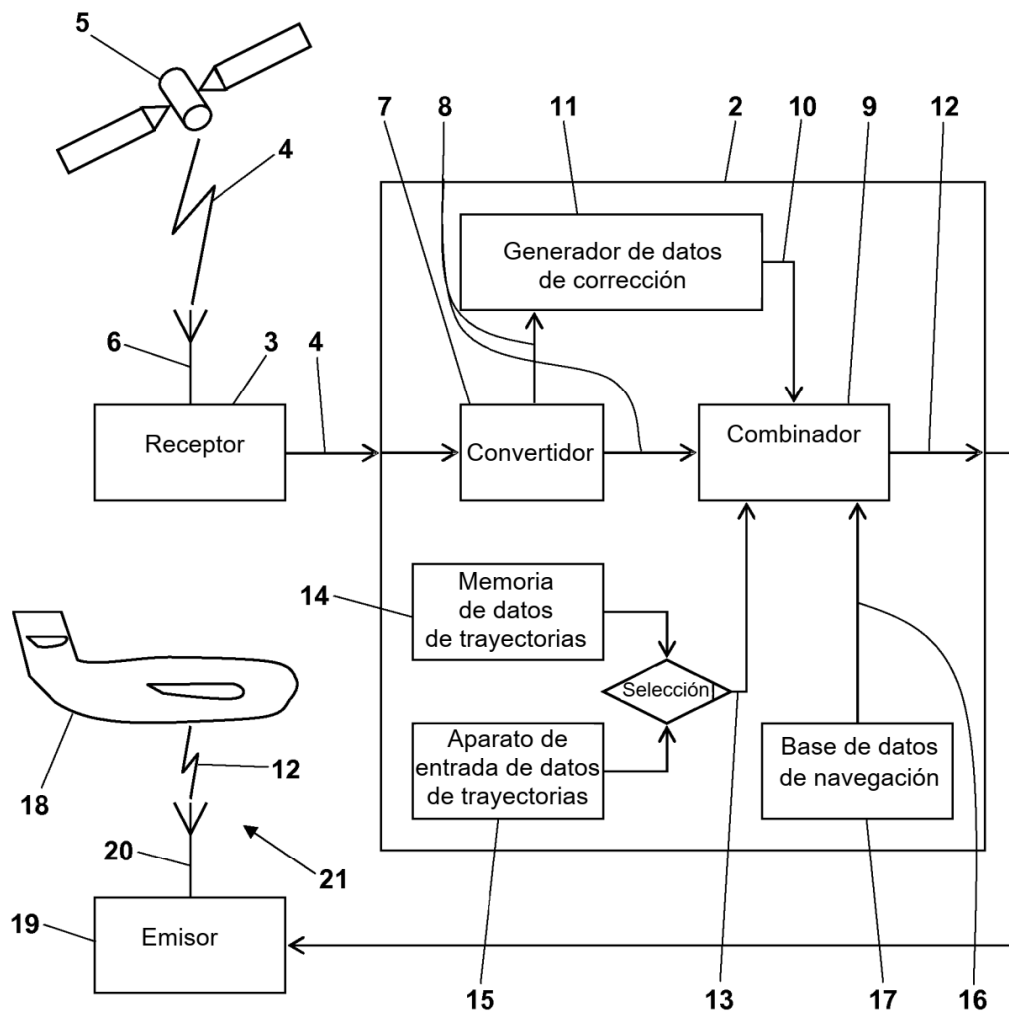


Fig. 1