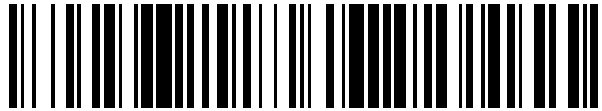


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 645**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2010 E 10000742 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2013 EP 2214328**

54 Título: **Sistema que proporciona comunicación de banda ancha entre estaciones terrestres y aviones**

30 Prioridad:

02.02.2009 IL 19685609

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

20.12.2013

73 Titular/es:

**DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)
FRIEDRICH-EBERT-ALLEE 140
53113 BONN, DE**

72 Inventor/es:

**ARNON, SHLOMI;
KADEL, GERHARD y
EINSIEDLER, HANS JOACHIM**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 435 645 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 que proporciona comunicación de banda ancha entre estaciones terrestres y aviones

5 Sector de la invención

La presente invención se refiere en general al sector de las comunicaciones de banda ancha. Más particularmente, la presente invención se refiere a un sistema que proporciona comunicación de banda ancha entre estaciones terrestres y aviones.

10

Antecedentes de la invención

Los adelantos en comunicación inalámbrica han revolucionado la forma de interacción entre las personas y han reducido las distancias que las separan, que anteriormente parecían insuperables. No solamente se puede llevar a cabo comunicación en tiempo real entre dos puntos muy distintos (incluso separados por miles de kilómetros), sino también entre puntos que se mueven y cambian sus posiciones.

15

La comunicación inalámbrica ha invadido nuestras vidas, desde la conectividad a internet para actividades de ocio doméstico, en la oficina, actividades comerciales, de negocios, de seguridad y sectores gubernamentales. La comunicación inalámbrica ha proporcionado la flexibilidad de la conectividad móvil a las infraestructuras de telecomunicación global y esta capacidad aumenta nuestro repertorio de conductas: en la actualidad, las personas puede hacer prácticamente todo en cualquier lugar y en cualquier momento.

20

Una nueva necesidad importante ha surgido en la última década con respecto a los servicios en vuelo. En una sociedad en la que la conexión inalámbrica en cualquier momento y en cualquier lugar es una expectativa básica, la posibilidad de encontrarse "siempre en línea" para internet y teléfonos móviles ha pasado a ser una necesidad esencial, tanto para los pasajeros de negocios como privados.

25

Hay varias formas para facilitar comunicación inalámbrica en vuelo. Una primera y bien comprobada solución se basa en enlaces de satélite utilizando una antena situada en la cubierta superior de un avión. Esta solución ha sido desarrollada para utilización comercial y ofrece acceso a internet de alta velocidad, basado en satélite, a los pasajeros y tripulación de un avión. Si bien es eficaz en conseguir una cobertura global, la utilización de conectividad por satélite es muy cara y el frenado inducido por la antena en el avión provoca un incremento del consumo de combustible, aumentando los costes. Se debe observar que dicha utilización de satélites no elimina por completo la necesidad de estaciones en tierra (a las que se hará referencia a continuación como GS), dado que la comunicación desde el avión está dirigida en primer lugar al satélite, que a su vez comunica con una estación en tierra, que a su vez sirve como punto transceptor final para los servicios de banda ancha. A efectos de brevedad, este sistema se designará en esta descripción "sistema basado en satélite".

30

35

Un segundo tipo de sistema para proporcionar servicio de banda ancha a los pasajeros de un avión se basa en estaciones dispuestas en tierra que comunican directamente (es decir, sin utilización de satélites) con el avión, de manera similar a la forma en que las estaciones en tierra proporcionan servicios móviles inalámbricos a los usuarios en tierra. Este tipo de sistemas se indicará a continuación como "sistema basado en estaciones en tierra". No obstante, los sistemas basados en estaciones en tierra anteriormente conocidos para proporcionar servicios de banda ancha a los aviones no han evolucionado todavía hasta lograr un sistema práctico.

40

45

Como es bien sabido, los sistemas basados en estaciones en tierra para usuarios en tierra han sido ampliamente utilizados y están bien desarrollados. Hay varios factores que diferencian entre los sistemas de banda ancha para usuarios en tierra y sistemas de banda ancha basados en tierra para aviones, que requieren consideraciones especiales, tal como se indica a continuación:

50

1. El modelo de atenuación de la señal en sistemas típicos en tierra para usuarios en tierra (a continuación G-GU) es R^4 ó R^5 . Por otra parte, el modelo de atenuación de la señal en sistemas tierra a avión (a continuación indicado G-AP) es R^2 . Por lo tanto, las alteraciones esperadas entre fuentes próximas son significativamente más elevadas en el caso de G-AP en comparación con el caso típico de G-GU.

55

2. El número de aviones relevantes en el aire en cualquier momento es significativamente más reducido que el número de usuarios en tierra que utilizan un sistema G-GU, que pueden requerir servicios de banda ancha simultáneamente en un momento determinado.

60

3. Además, con respecto al número relativamente reducido de aviones en el aire en cualquier momento, existe conocimiento en tiempo real con respecto a sus localizaciones, por ejemplo, conocimiento que se obtiene por las instalaciones de los aeropuertos. No hay sugerencia en la técnica anterior en utilizar dicho conocimiento de la situación de los aviones para los efectos de mejorar la comunicación de banda ancha G-AP.

65

Además, cuando se aplica un nuevo sistema de banda ancha G-AP, existe la necesidad de que el nuevo sistema sea lo más simple posible y que dicho nuevo sistema se adapte fácilmente por sí mismo a equipos y normas existentes. Una importante ventaja de la presente invención es el hecho de que puede utilizar equipos y normas existentes con muy reducidas necesidades de adaptación y modificación.

5 Ver el documento US-A-2008/0274734 (Kostanic y otros).

Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención dar a conocer un sistema G-AP que proporciona servicios de banda ancha a aviones.

10 Otro objetivo de la presente invención consiste en dar a conocer un sistema G-AP que es relativamente simple, eficiente y de coste reducido.

15 Otro objetivo de la presente invención consiste en dar a conocer un sistema G-AP que puede utilizar la mayor parte de los equipos de un sistema típico G-GU que requieren muy pocas modificaciones y adaptaciones.

Otros objetivos y ventajas de la presente invención quedarán evidentes a lo largo de la descripción.

20 Resumen de la invención

La presente invención se refiere a un sistema para proporcionar comunicación de banda ancha a aviones que comprende una serie de estaciones en tierra, funcionando cada una de las estaciones en tierra en un protocolo de comunicación adecuado para su utilización en comunicación de banda ancha en tierra, caracterizándose el sistema por comprender: (A) una antena direccional en tierra, (B) una antena de un avión y (C) una interfaz "skin" en tierra que comprende: (a) un módulo de gestión para recibir datos de vuelo de una fuente externa, dirigiendo de manera continua dicha antena direccional en tierra hacia un avión, basándose en dichos datos de vuelo y transportar además datos de vuelo a un transmisor en tierra y módulos receptores; (b) un módulo de transmisor que recibe datos de vuelo de dicho módulo de gestión y que compensa, basándose en dichos datos de vuelo, la variación de frecuencia por efecto Doppler en una señal de banda ancha recibida de una unidad estándar de comunicación en tierra, transfiriendo dicho transmisor la señal compensada a dicha antena direccional en tierra y (c) un módulo receptor que recibe datos de vuelo de dicho módulo de gestión y que compensa la variación de frecuencia por efecto Doppler en una señal de banda ancha recibida desde dicha antena direccional en tierra, transfiriendo dicho receptor la señal compensada a una unidad de comunicación estándar en tierra; y (D) una interfaz skin del avión, que comprende: (a) un módulo de gestión para recibir datos de vuelo de una fuente externa dentro del avión y que transporta los datos del vuelo a módulos transmisor del avión y receptor del avión; (b) un módulo de transmisor que recibe datos de vuelo de dicho módulo de gestión y que compensa, basándose en dichos datos de vuelo, la variación de frecuencia por efecto Doppler en una señal de banda ancha recibida de una unidad estándar de comunicación de un avión, transfiriendo dicho transmisor la señal compensada a dicha antena direccional del avión y (c) un módulo receptor que recibe datos de vuelo de dicho módulo de gestión y que compensa la variación de frecuencia por efecto Doppler en una señal de banda ancha recibida desde dicha antena direccional del avión, transfiriendo dicho receptor la señal compensada a una unidad de comunicación estándar del avión.

Preferentemente, la antena del avión es una antena direccional, y el módulo de gestión del avión de la interfaz skin del avión dirige además de manera continua dicha antena direccional del avión hacia una antena direccional en tierra seleccionada, basándose en dichos datos del vuelo.

Preferentemente, los datos de vuelo comprende, como mínimo, la localización del avión, su ruta y su vector de velocidad.

50 Preferentemente, la interfaz skin del avión está dotada además de datos que se refieren a las localizaciones de estaciones en tierra.

Preferentemente, cada uno de los transmisores y receptores dentro de las interfaces skin en tierra y del avión comprenden además un módulo de corrección de la atenuación para llevar a cabo corrección de la atenuación en la señal transmitida o recibida respectivamente.

Preferentemente, los datos de vuelo son facilitados a las interfaces skin del avión y en tierra desde, como mínimo, un control del aeropuerto, de un sistema de navegación aérea y un plan de vuelo de un avión.

60 Preferentemente, cada módulo de gestión dentro de la interfaz skin comprende un algoritmo inteligente para llevar a cabo una o varias de las siguientes funciones: (a) determinar el nivel de potencia de transmisión y corrección de atenuación, (b) determinar la dirección de la correspondiente antena basándose en datos de vuelo de aviones relevantes en la zona y dadas las localizaciones de las estaciones en tierra relevantes, (c) calcular a efectos de determinar la necesaria compensación Doppler, (d) reducir la interferencia entre varios aviones en comunicación y (e) optimizar la capacidad de tratamiento al proporcionar soporte de traspaso.

65

Preferentemente, cada uno de los transmisores y receptores dentro de las interfaces skin en tierra y del avión comprenden también un variador de frecuencia portadora para llevar a cabo una variación constante de la frecuencia de la portadora cuando las frecuencias de transmisión y recepción, respectivamente, son diferentes de las unidades de comunicación estándar en tierra o del avión, respectivamente.

5

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra la estructura del sistema de banda ancha de la invención en forma de diagrama de bloques;

10 La figura 2 muestra la estructura de la interfaz skin en forma de diagrama de bloques, de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La figura 3 muestra una antena de conjunto en tierra en fase, de acuerdo con una realización de la presente invención.

15

Descripción detallada de realizaciones preferentes

20 La presente invención da a conocer un sistema G-AP para proporcionar servicios de banda ancha a aviones. Se ha descubierto por los inventores que, a efectos de proporcionar dicho sistema G-AP, la mayor parte de la infraestructura estandarizada del estado de la técnica y futura y aparatos de G-GU pueden ser utilizados con algunas adaptaciones relativamente simples. Por ejemplo, el sistema de la presente invención puede utilizar un equipo WiMAX (IEEE 802.16) o tecnología de Evolución a Largo Plazo ("Long Term Evolution") (LTE) con algunas adaptaciones adicionales, tal como se describen a continuación.

25 De manera más específica, el sistema de la presente invención utiliza un protocolo y hardware que se basan en las tecnologías bien conocidas WiMAX ó LTE con varias adaptaciones. La presente invención da a conocer una unidad adicional que actúa como interfaz entre el avión y el entorno de comunicación de banda ancha en tierra, utilizando equipos casi de tipo "disponible comercialmente", tal como se utiliza convencionalmente en estaciones en tierra LTE ó WiMAX.

30

Se debe observar que el enfoque del sistema de la presente invención que, tal como se ha dicho, se puede conseguir de manera relativamente fácil como unidades adicionales a los sistemas de banda ancha existentes G-GU, reducen significativamente los costes involucrados en el desarrollo de un sistema G-AP completamente nuevo desde el principio. Esto es particularmente importante cuando se tiene en cuenta el número relativamente pequeño de usuarios finales potenciales involucrados (es decir, número relativamente pequeño de aviones, número relativamente pequeño de usuarios potenciales en cada avión).

35

40 De acuerdo con la presente invención, una pluralidad de estaciones en tierra están dispuestas con distancias de separación de aproximadamente 25 km-200 km. La figura 1 es un diagrama de bloques general que muestra la estructura global del sistema de la presente invención. De manera similar al funcionamiento del sistema convencional G-GU, se dispone un enlace de banda ancha a internet 12 desde cada GS 10. Además, la estación en tierra 10 comprende de manera general todos los equipos convencionales estándar, tal como se incluyen en el sistema de banda ancha convencional G-GU, comprendiendo una antena 16. A continuación, los términos "comunicación estándar", unidad de comunicación estándar" o "equipo estándar" se refieren respectivamente a comunicación, unidad de comunicación o equipo de comunicación estandarizados, respectivamente, que funcionan en un protocolo adaptado para proporcionar servicio de banda ancha en tierra a usuarios en tierra, tales como WIMAX o LTE. No obstante, a diferencia de un sistema convencional G-GU, en el que la antena 16 es una antena omnidireccional, de acuerdo con la presente invención, la antena 16 es una antena direccional, muy preferentemente una antena direccional de conjunto en fase. Igual que en la técnica anterior, la GS 10 comprende una unidad 13 de comunicación G de tipo estándar que utiliza un protocolo WiMAX ó LTE. No obstante, si bien en la técnica anterior una unidad de comunicación estándar (tal como WiMAX ó LTE) alimenta la antena directamente, de acuerdo con la presente invención, una interfaz 15 skin G, según la invención, es dispuesta de manera adicional en la estación en tierra 10 y, de manera similar, se dispone una interfaz skin A 115, según la invención, con el sistema aéreo 100 entre la unidad de comunicación estándar del avión 113 (tal como WIMAX ó LTE) y la antena 116 del avión.

55

60 Tal como se ha mostrado en la figura 1, el sistema de banda ancha G-AP de la presente invención comprende dos interfaces skin, una interfaz skin G 15 y una interfaz skin A 115. Las estructuras generales de la interfaz skin 15 y de la interfaz skin A 115 son similares, aparte de algunas diferencias de adaptación que se explicarán específicamente en esta descripción. La figura 2 muestra la estructura general de una interfaz skin G 15. La interfaz skin G 15 comprende tres módulos, es decir: módulo transmisor 40, módulo de gestión 30 y módulo receptor 80. El módulo skin G recibe una señal 47 de la unidad 13 de comunicación estándar en tierra que, tal como se ha indicado, funciona en WiMAX ó LTE.

65

El módulo de gestión 30 controla y coordina entre los diferentes módulos de skin G 15, tal como transmisor 40, receptor 80 y conjunto de antena 16. El módulo de gestión 30 comprende de manera general tres unidades, unidad de datos de vuelo 31, unidad de algoritmo inteligente 32 y unidad de control de antena 33. Los datos de vuelo 50 son

recibidos preferentemente en tiempo real desde una fuente externa, por ejemplo, de un control de un aeropuerto. Comprende, como mínimo, la localización en tiempo real de uno o varios aviones y su altura correspondiente y, preferentemente algunos datos adicionales, tales como vector de velocidad del avión y su ruta esperada, etc. Los datos de vuelo son esenciales para la presente invención, dado que posibilitan la obtención de ventajas significativas, tal como se indica a continuación:

a. de acuerdo con la presente invención, el conjunto de antena 16 es una antena direccional que dirige su haz al avión y mantiene la dirección del avión siempre que este se encuentre dentro de su alcance efectivo. En una realización más preferente, la antena 16 es de tipo de conjunto en fase, que lleva a cabo secuencialmente o simultáneamente la comunicación con varios aviones en el aire. En el caso de utilización secuencial, la antena de conjunto en fase tiene un haz que es dirigido secuencialmente, uno cada vez, a los aviones relevantes. En el caso de utilización simultánea, la antena de conjunto en fase tiene una serie de haces y la antena dirige los haces simultáneamente a una pluralidad de aviones relevantes dentro de su alcance. Por lo tanto, al disponer de los datos de vuelo en tiempo real 31, la unidad de algoritmo inteligente 32 calcula los datos relevantes necesarios para dirigir de manera continuada la antena 16 según uno o varios haces a los aviones relevantes y proporciona estos datos al control de la antena 33;

b. los datos de vuelo son utilizados también para compensaciones dentro del transmisor 40 y el receptor 80. Tal como se explicará a continuación, los datos de vuelo son utilizados para compensar la variación de frecuencia por efecto Doppler, que es un resultado del movimiento de los aviones;

c. la unidad de algoritmo inteligente 32 procesa además casos de interferencia entre varios aviones. Dado el hecho de que varios aviones dentro del alcance de la antena 16 se pueden interferir entre sí (mientras están comunicando con la presente estación en tierra o con otros), la unidad de algoritmo inteligente 32 optimiza también el proceso de casos de interferencia. Cuando se detecta la interferencia, el algoritmo inteligente determina el avión que produce la interferencia. Después de esta determinación, el algoritmo inteligente recibe lo siguiente: (a) la dirección del avión que interfiere (basándose en los datos de vuelo introducidos); (b) la dirección hacia el avión que comunica (basado en los datos de vuelo) y (c) las características direccionales de la antena direccional en tierra 16, es decir, sus características de su lóbulo principal y lóbulos secundarios. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, el algoritmo inteligente puede eliminar o, por lo menos reducir, la interferencia, llevando a cabo ajuste de la dirección de la antena 16, por ejemplo, al posicionar la dirección de la antena de manera tal que posiciona el avión que produce una interferencia dentro de una localización cero con respecto a las características de recepción de la antena. En otra alternativa, el cálculo de interferencia por el algoritmo inteligente puede tener como resultado la transferencia de la gestión de la comunicación desde la estación en tierra presente a otra (incluso si se encuentra dentro del alcance de la presente estación en tierra); y

d. determinación de la potencia de transmisión necesaria y corrección de la atenuación para eliminar la saturación de amplificadores y distorsiones de la señal.

En general, la unidad 32 de algoritmo inteligente calcula, por lo tanto, y controla, como mínimo, los siguientes aspectos:

b. la potencia de transmisión y la corrección de la atenuación;

c. la dirección de la antena 16 basada en datos de vuelo, en general, del control en tierra, datos procedentes del avión y plan de vuelo de los aviones relevantes en la zona y dadas las localizaciones de estaciones en tierra relevantes;

d. cálculo con el objetivo de determinar la compensación Doppler necesaria;

e. reducción de interferencia entre varios aviones en comunicación; y

f. optimización del nivel de interferencia y capacidad de gestión al proporcionar soporte adicional.

El hecho de que el avión se encuentra en movimiento provoca una distorsión Doppler a la señal. El módulo de gestión 30, que tal como se ha dicho recibe los datos de vuelo del avión, envía al transmisor 40 y al receptor 80 datos relevantes para compensar la señal por el movimiento del avión. Los compensadores de variación de frecuencia por efecto Doppler 42 y 82 del transmisor y receptor utilizan respectivamente los datos de vuelo recibidos, particularmente el vector de velocidad del avión, para compensar dinámicamente las distorsiones en las señales respectivamente moduladas que son provocadas debido al movimiento del avión. El variador de frecuencia portadora 41 del transmisor y el variador de frecuencia portadora 81 del receptor aplican a la portadora una variación de frecuencia constante, a efectos de adaptar las frecuencias de portadora transmitida y recibida a las frecuencias de portadora estándar WiMAX ó LTE, suponiendo que las frecuencias transmitida y recibida entre la unidad skin y el avión difieren de las de la unidad de comunicación estándar 13 (ver figura 1). Además, dado que en general el alcance con respecto al avión en comunicación es mayor que en un sistema típico WiMAX y LTE, el retraso máximo de ida y vuelta utilizado para determinar una señal válida, particularmente con el objetivo de reducción de

interferencia, se calibra también en la unidad skin de manera correspondiente. Las unidades de corrección y atenuación 43 y 83 llevan a cabo corrección de atenuación. También en este caso, los datos de vuelo pueden ser utilizados en la unidad de corrección de atenuación 43 del transmisor para determinar el nivel de la señal, dependiendo de la localización del avión. En el receptor, la unidad de corrección de la atenuación puede ser utilizada para estandarizar el nivel de la señal recibida.

El transmisor 40 comprende también un amplificador de potencia 44 y el receptor 80 comprende también un amplificador de nivel bajo de ruidos 84 que son unidades convencionales. El amplificador de potencia 51 amplifica la señal RF del transmisor y la introduce en la antena de conjunto 16. En la dirección opuesta, la señal recibida desde la antena de conjunto 16 es amplificada por el amplificador de nivel bajo de ruidos 84 y a continuación es procesada adicionalmente por las otras unidades del receptor. El receptor envía finalmente la señal recibida y procesada a la unidad de comunicación estándar en tierra 13.

Tal como se ha mencionado, la estructura general de la unidad skin 115 del avión es esencialmente la misma que la de la unidad skin en tierra 15.

Tal como se ha mostrado, las unidades skin 15 y 115 son muy ventajosas cuando se aplican para su utilización con normas de protocolo existentes, tales como WiMAX ó LTE. Por lo tanto, el sistema de la presente invención es escalable y flexible y puede adaptarse también a actualizaciones futuras cuando dichas normas cambien o incluso para funcionar con protocolos propios. Las unidades skin 15 y 115 son esencialmente unidades orientadas por capas físicas que no requieren complejas adaptaciones de nivel más elevado. Por lo tanto, las unidades skin 15 y 115 son esencialmente unidades adicionales que posibilitan el facilitar servicios de banda ancha a pasajeros de aviones sin la necesidad de pasar de diseño inicial de una solución extremo a extremo.

Tal como se ha indicado anteriormente, las antenas del GS de la invención son direccionales. Preferentemente, en cada GS se utiliza uno de los dos siguientes tipos de antenas:

- a. Una antena de conjunto en fase, que se basa en un "direccionado del haz" eléctrico; o bien
- b. Una antena de sector que está dirigida para cubrir un sector específico y es una antena no ajustable.

La figura 3 muestra una antena de conjunto en fase, a título de ejemplo, que es utilizada en una realización de la invención. La antena tiene estructura hemisférica sobre la que está dispuesta una pluralidad de elementos de conjunto. Basándose en las señales de control recibidas desde la unidad 33 de control de antena del módulo de gestión 30 se activan uno o varios de los elementos 120 para llevar a cabo una comunicación direccional con el avión 100. Tal como se ha mencionado anteriormente, la unidad de control de la antena es controlada por la unidad de algoritmo inteligente 32, que a su vez recibe datos de vuelo de la unidad 31 de datos de vuelo.

De manera alternativa, la antena 16 puede ser una antena direccional de tipo sector. Una antena tipo sector es una antena dirigida a ángulos fijos (ángulo de elevación y azimuth) y un control de haz como en una antena de conjunto en fase no puede ser llevado a cabo.

Se debe observar que la implementación de una antena de sector es más simple, pero requiere la utilización de una antena muy grande. Por otra parte, una antena de conjunto GS en fase es más compleja de incrementar pero considerablemente es más pequeña y por proporciona una resistencia a la interferencia mucho mejor.

Tal como se ha indicado, preferentemente la antena 116 del avión es también direccional. La antena direccional 116 del avión puede ser del tipo de conjunto en fase, o de menor complejidad. Preferentemente, la antena 116 es pequeña y ligera para minimizar el rozamiento. En una realización, la antena 116 del avión adopta forma de un conjunto de antenas de pala, de manera que el conjunto está dispuesto en el fondo del avión. Esta solución proporciona una calidad relativamente buena del haz y una ganancia mejorada, si bien esta disposición tiene una capacidad de direccionado del haz limitada en comparación con una antena de conjunto en fase. La utilización de un conjunto de antenas de pala en un avión requiere, por lo tanto, la utilización de una antena 16 GS relativamente compleja, por ejemplo, una antena de tipo conjunto en fase, tal como se ha descrito con respecto a la figura 3. Se debe observar que asimismo la interfaz skin del avión 115 utiliza datos de vuelo que existen a bordo del avión (por ejemplo, dentro del sistema de navegación del avión). Además de los datos de vuelo (es decir, procedentes del control en tierra, del avión y del plan de vuelo), la interfaz skin del avión 115 está dotada también de las localizaciones de las estaciones en tierra para posibilitar la dirección continua de la antena direccional 116 del avión hacia una estación en tierra seleccionada.

Tal como se ha mencionado, la utilización de una antena direccional dentro del avión es preferible, pero en algunos casos la antena del avión puede ser también una antena omnidireccional. En este caso, la utilización de datos de vuelo dentro de la interfaz skin del avión, que en este caso preferible han sido utilizados para dirigir la antena del avión, se elimina esencialmente.

- 5 En algunos casos, a efectos de mejorar el rendimiento, es deseable una comunicación entre el avión y más de una estación en tierra (tal como el "soft-handoff" de IS95-CDMA). Por lo tanto, preferentemente durante el vuelo del avión, en cualquier momento el sistema mantiene GS activas paralelas $n \geq 1$ para cada avión. Tal como se ha indicado, las interfaces skin en tierra y del avión (solamente en el caso preferible en el que se utiliza una antena direccional a bordo del avión) reciben los datos de vuelo del avión (incluyendo la localización, ruta y vector de velocidad del avión) que posibilita una mayor eficiencia por: (a) posibilitar comunicación direccional precisa entre el avión y la estación en tierra; (b) selección por el avión de la estación en tierra más apropiada desde el punto de vista de interferencia y de capacidad y (c) llevar a cabo correcciones de Doppler, portadora y atenuación a las señales.
- 10 Tal como se puede apreciar, la presente invención proporciona dos interfaces skin adicionales relativamente simples en tierra y de avión, que pueden actualizar un sistema de banda ancha estándar WiMAX ó LTE en un sistema de banda ancha para aviones. Dichas interfaces skin que utilizan datos de vuelo y antenas direccionales proporcionan un modo muy eficaz para proporcionar comunicación de banda ancha a aviones que no requieren desarrollo y definición de todo un sistema desde cero.
- 15 Si bien algunas realizaciones de la invención se han descrito de modo ilustrativo, será evidente que la invención puede ser realizada con muchas modificaciones, variaciones y adaptaciones y con la utilización de numerosas soluciones equivalentes o alternativas que se encuentran dentro del alcance de los técnicos en la materia sin salir del ámbito de las reivindicaciones.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Sistema para proporcionar comunicación de banda ancha a aviones, que comprende una serie de estaciones en tierra, funcionando cada estación en tierra en un protocolo de comunicación adecuado para utilización en comunicación de banda ancha en tierra, caracterizándose el sistema por comprender:
- una antena direccional en tierra;
 - un antena del avión; y
 - una interfaz skin en tierra que comprende:
 - a. un módulo de gestión para recibir datos de vuelo de una fuente externa, dirigiendo de manera continuada dicha antena direccional en tierra hacia un avión, basándose en dichos datos de vuelo y enviando además datos de vuelo a los módulos transmisor y receptor en tierra;
 - b. un módulo transmisor que recibe datos de vuelo de dicho módulo de gestión y que compensa, basándose en dichos datos de vuelo, la variación de frecuencia por efecto Doppler en una señal de banda ancha recibida desde una unidad de comunicación estándar en tierra, transfiriendo dicho transmisor la señal compensada a dicha antena direccional en tierra;
 - c. un módulo receptor que recibe datos de vuelo de dicho módulo de gestión y que compensa la variación de frecuencia por efecto Doppler en una señal de banda ancha recibida desde dicha antena direccional en tierra, transfiriendo dicho receptor la señal compensada a una unidad de comunicación estándar en tierra; y
 - una interfaz skin de avión, que comprende:
 - a. un módulo de gestión que recibe datos de vuelo de una fuente externa dentro del avión y que envía los datos de vuelo a un módulo transmisor del avión y a un módulo receptor del avión;
 - b. un módulo transmisor que recibe datos de vuelo de dicho módulo de gestión y que compensa, basándose en dichos datos de vuelo, la variación de frecuencia por efecto Doppler en una señal de banda ancha recibida desde una unidad de comunicación estándar del avión, transfiriendo dicho transmisor la señal compensada a dicha antena del avión; y
 - c. una unidad receptora que recibe datos de vuelo de dicho módulo de gestión y que compensa la variación de frecuencia por efecto Doppler en una señal de banda ancha recibida desde dicha antena del avión, transfiriendo dicho receptor la señal compensada a una unidad de comunicación estándar de avión.
2. Sistema, según la reivindicación 1, en el que la antena del avión es una antena direccional, y en el que el módulo de gestión de la interfaz skin del avión dirige además, de manera continuada, dicha antena direccional del avión hacia una antena direccional en tierra seleccionada, basándose en dichos datos de vuelo.
3. Sistema, según la reivindicación 1, en el que los datos de vuelo comprenden, como mínimo, la localización del avión, su ruta y su vector de velocidad.
4. Sistema, según la reivindicación 1, en el que la interfaz skin del avión está dotada además de datos relativos a localizaciones de estaciones en tierra.
5. Sistema, según la reivindicación 1, en el que cada uno de los transmisores y receptores dentro de las interfaces skin en tierra y del avión comprenden, además, un módulo de corrección de la atenuación para llevar a cabo corrección de la atenuación a las señales transmitidas o recibidas respectivamente.
6. Sistema, según la reivindicación 1, en el que los datos de vuelo son facilitados a las interfaces skin en tierra y avión desde, como mínimo, uno de: control de aeropuerto, sistema de navegación del avión y plan de vuelo del avión.
7. Sistema, según la reivindicación 1, en el que cada módulo de gestión dentro de la interfaz skin comprende un algoritmo inteligente para llevar a cabo uno o varios de los siguientes:
- a. determinar el nivel de potencia de transmisión y corrección de atenuación,
 - b. determinar la dirección de la correspondiente antena basándose en datos de vuelo de aviones relevantes en la zona y dadas las localizaciones de las estaciones en tierra relevantes,

- c. calcular para determinar la necesaria compensación Doppler,
- d. reducir la interferencia entre varios aviones en comunicación y

5

e. optimizar la capacidad de tratamiento al proporcionar soporte de traspaso.

8. Sistema, según la reivindicación 1, en el que cada uno de los transmisores y receptores dentro de las interfaces skin del avión comprende también un variador de frecuencia de portadora para llevar a cabo una variación constante de la frecuencia de la portadora, cuando las frecuencias de transmisión y recepción, respectivamente, son diferentes de las unidades de comunicación estándar en tierra o del avión, respectivamente.

10

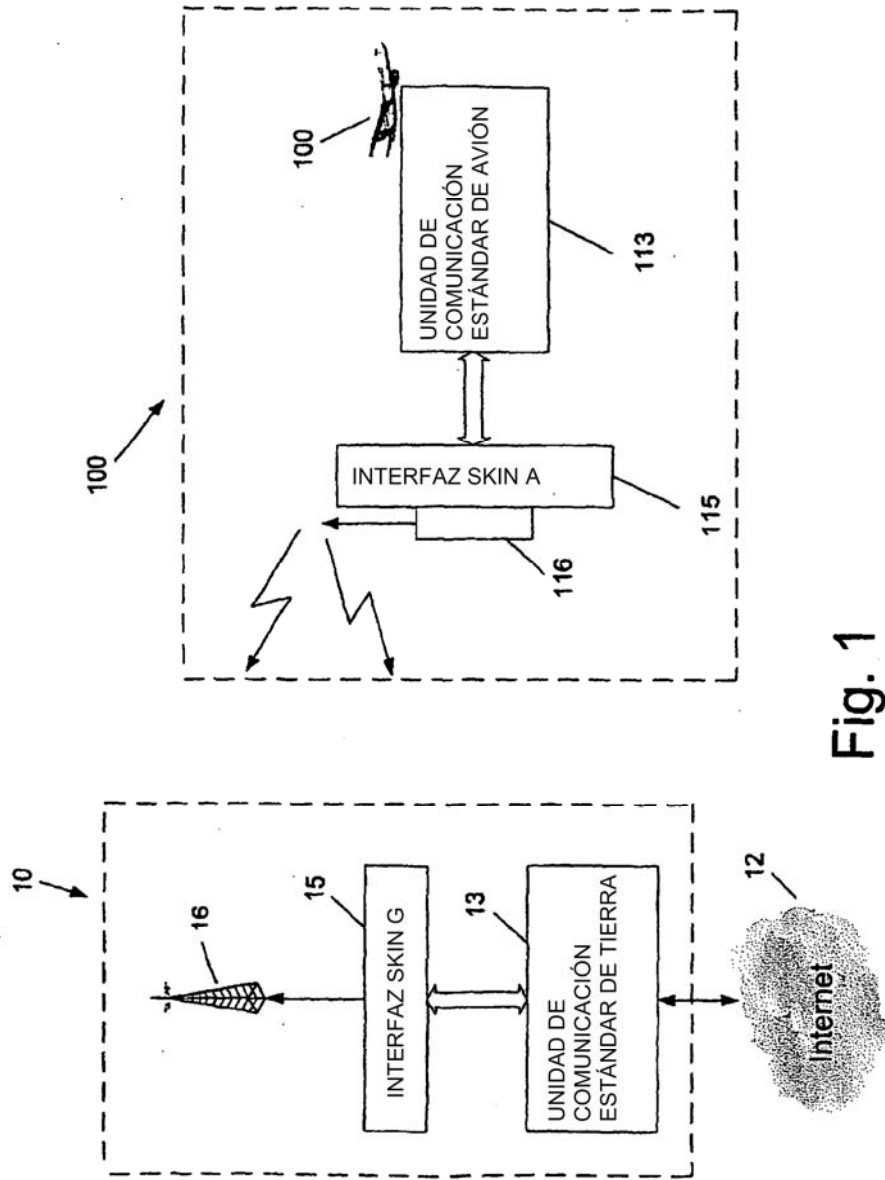


Fig. 1

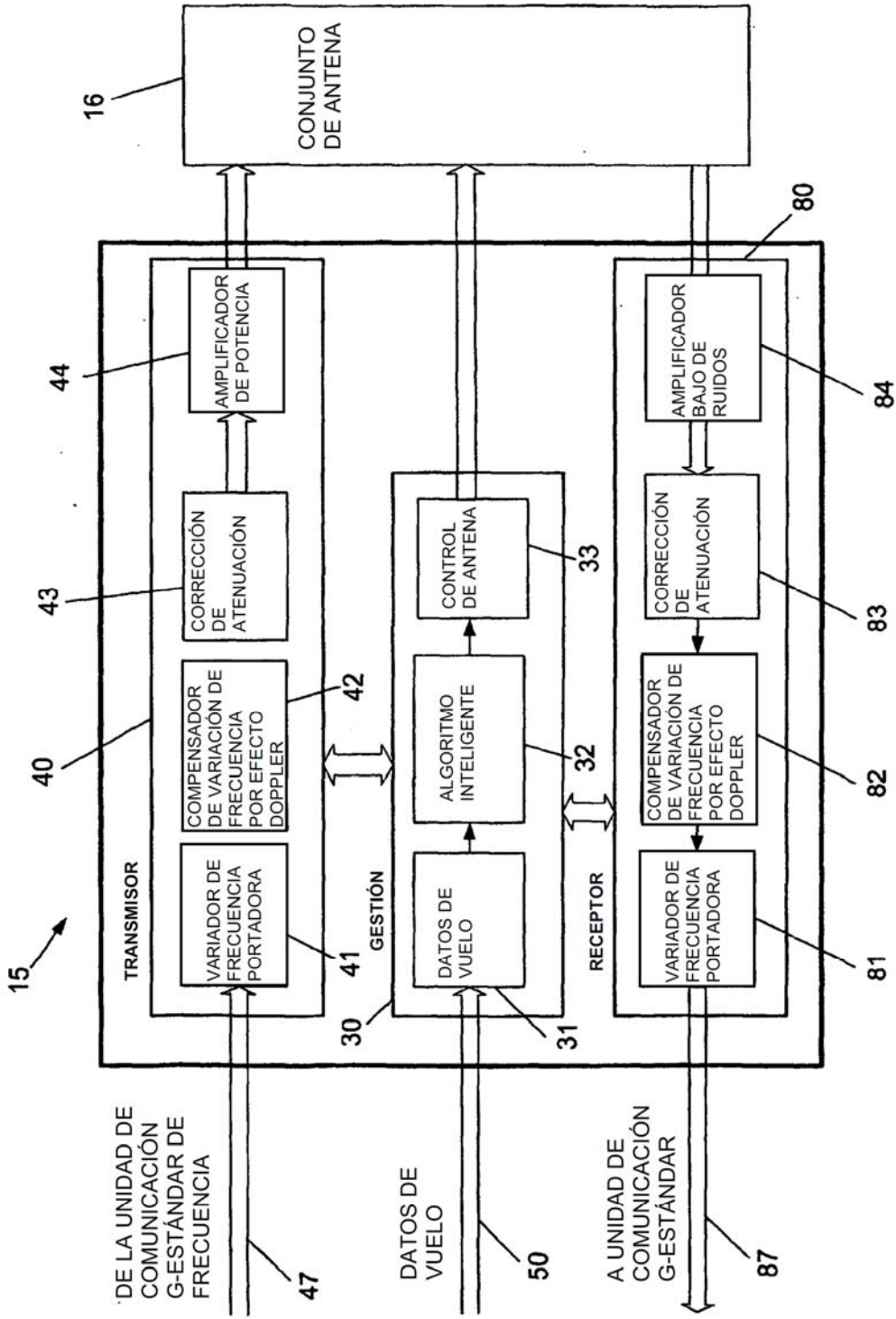


Fig. 2

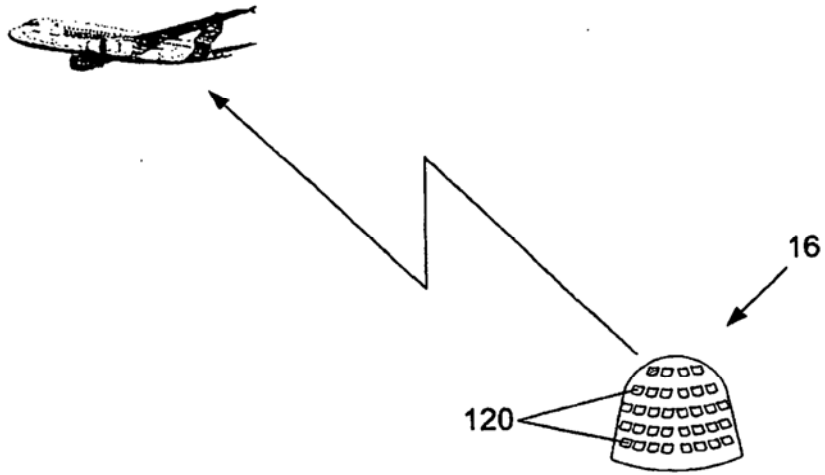


Fig. 3