



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 283**

51 Int. Cl.:
H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09290443 .2**

96 Fecha de presentación : **12.06.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2161855**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.03.2010**

54 Título: **Sistemas y método para proporcionar en vuelo servicios de comunicaciones móviles de banda ancha.**

30 Prioridad: **10.11.2008 EP 08291050**
04.09.2008 EP 08290831

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.04.2011

73 Titular/es: **ALCATEL LUCENT**
54, rue La Boétie
75008 Paris, FR

72 Inventor/es: **Ohm, Michael;**
Wild, Thorsten y
Schmidt, Michael

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 356 283 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).

DESCRIPCION

Antecedentes del invento

El sistema se refiere a un sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre así como a un método correspondiente. El invento también se refiere a un sistema de comunicación que comprende tal sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre y al menos un equipo de aeronave que está adaptado para proporcionar en vuelo servicios de comunicaciones móviles de banda ancha.

Para proporcionar de forma eficiente servicios de comunicación de banda ancha (y/o banda estrecha) a aeronaves (para ser usados por pasajeros, tripulación, y/o para intercambio automático de datos operativos (de la aerolínea)) la eficiencia del espectro en las comunicaciones aire-aire aire-tierra debería ser alta para ofrecer servicios de banda ancha real y para mantener un bajo número de estaciones base situadas en tierra y/o de recursos de transmisión necesarios (por ejemplo, el espectro autorizado) mientras que se sirve a un gran número de aeronaves al mismo tiempo. Además, a los pasajeros de la aeronave se les debería permitir usar sus dispositivos de comunicación normales (teléfonos, tarjetas de ordenador portátil, etc) para realizar la comunicación en banda ancha.

Para proporcionar una comunicación en banda ancha durante el vuelo se puede utilizar un sistema basado en satélites que dependen de la comunicación con satélites en órbitas geoestacionarias. No obstante, tal sistema es caro y normalmente tiene un tiempo de espera muy alto, lo que tiene un efecto negativo en la calidad del servicio. Además, las soluciones en banda L existentes no ofrecen la capacidad requerida para las demandas de tráfico aéreo venideras.

Una solución mejor sería un sistema celular terrestre que usara antenas de la estación base con lóbulos de radiación principales anchos en las características de la antena para cubrir partes grandes del cielo. El plan de acceso múltiple para servir a varias aeronaves sería un plan de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), o un plan de acceso múltiple por división de la frecuencia (FDMA), o una combinación de ambos. Sin embargo, estos planes de acceso múltiple no tienen en cuenta la separación espacial de las aeronaves servidas dentro de una celda. Por lo tanto, estos planes no alcanzan la eficiencia teóricamente posible del espectro.

El documento US 6.377.802 B1 describe una red de comunicaciones celular digital no terrestre e insensible al efecto Doppler en la que, dependiendo de la altitud, el espacio no terrestre se segmenta en capas. De este modo, la topología de la red usa la diversidad espacial en el plano de elevación (dirección Z) para asegurar que al menos una y muy probablemente dos capas puedan transportar la llamada. Cada capa de la celda está formada por un haz de antena que tiene diferentes configuraciones del sistema para preseleccionar el nivel de transferencia sin problemas. La diversidad espacial dentro de la celda puede también ser aplicada azimutalmente intercalando celdas de diámetros diferentes o con patrones de sector azimutal diferentes. De esta forma, se aleatoriza la periodicidad de las celdas manteniendo las llamadas en transferencia sin problemas conservando una dirección tangencial de vuelo con respecto a la mayoría de los sitios de la celda, minimizando de este modo el desplazamiento Doppler de la frecuencia de la portadora con respecto al sitio de la celda servidora.

El documento WO 2007/011978 A1 se refiere a un sistema y método para aplicar transferencias sin problemas en un sistema de comunicaciones en una plataforma móvil. El sistema emplea un controlador de antena en comunicación con una red concentradora del haz y que genera dos lóbulos que pueden ser objetivo de un único haz. El haz único es radiado por un conjunto de antenas en fase en la plataforma móvil. En la aplicación aire-tierra en la que interviene una aeronave se utiliza una tabla de búsqueda de la posición de una estación transceptora de base (BTS) para proporcionar las situaciones de una pluralidad de sitios de la BTS dentro de una zona dada que la aeronave está atravesando. El controlador de la antena controla la red concentradora del haz para generar lóbulos duales del único haz que facilita realizar una transferencia sin problemas desde una posición de la BTS a otra.

Objeto del invento

Es un objeto del invento proporcionar unos servicios para aeronaves eficientes en vuelo de comunicación móvil en banda ancha.

Compendio del invento

Un aspecto del invento se ha puesto en práctica en un sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre para proporcionar servicios de comunicaciones móviles de banda ancha en vuelo que comprende: al menos una estación base terrestre adaptada para generar al menos un ángulo sólido que define una celda del espacio que rodea la estación base, comprendiendo la estación base al menos un conjunto de antenas que utiliza un formador de haz bidimensional para generar al menos un haz para servir a al menos una aeronave en el espacio cubierto por al menos una celda usando un acceso múltiple por división espacial, SDMA, en el que la estación base terrestre está adaptada para formar haces, en particular haces adaptativos, para rastrear la posición real de al menos una aeronave.

El sistema de comunicación terrestre del invento usa la separación espacial de las aeronaves a las que se sirve utilizando el formador de haz de dos dimensiones en las estaciones terrestres. El término "formador de haz bidimensional" se refiere a la formación del haz en dos de las tres coordenadas esféricas, es decir en azimut y en la

dirección de elevación, en tanto que la formación convencional (unidimensional) de haz está limitada a solamente una coordenada esférica (azimut). De este modo, además de las TDMA y FDMA convencionales, la formación de haz en dos dimensiones permite el acceso múltiple por división espacial (SDMA), es decir la reutilización espacial de los recursos de transmisión disponibles dentro de una celda, mejorando el promedio así como el flujo de datos máximo por celda. Además, la formación de haz bidimensional produce una ganancia de señal-ruido y relación de interferencia al receptor (SINR) en las direcciones tierra-aire y aire-tierra, y también se mejoran las capacidades de datos de los enlaces individuales.

La base del sistema de comunicación móvil terrestre está dada por un conjunto de estaciones base del tipo descrito antes extendidas sobre la zona de servicio. Cada estación base puede servir a varios sectores (celdas) del espacio por encima y alrededor de él definidos por un ángulo sólido. Tal disposición es muy similar a la de los sistemas de comunicación móvil celular comunes (por ejemplo, GSM, UMTS, LTE) en los que sin embargo los usuarios móviles (aeronaves) del presente sistema de comunicación están distribuidos en un espacio tridimensional.

Para el sistema aquí descrito los haces adaptativos específicos de aeronaves son la técnica de formación de haz preferida. Sin embargo, también es posible una técnica de rejilla de haces en la que un haz momentáneamente preferido de un conjunto predefinido de haces disponibles es repetidamente seleccionado para rastrear la posición actual de la aeronave. En cualquier caso, se puede asegurar que cada haz está dirigido solamente a la aeronave que ha de servir.

En una realización posterior el sistema comprende una pasarela para conexión a una red básica (ordenador) tal como Internet. Dependiendo de la estructura de la red de comunicación móvil terrestre las estaciones base están conectadas entre sí o a controladores para el envío de datos y señalización. Las estaciones base o los controladores deberían además estar conectados a la red básica por algunas pasarelas para proporcionar acceso de banda ancha. Nuevamente, esto es muy similar a los sistemas de comunicación móvil celular comunes.

Queda entendido que el sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre puede ser una red que utiliza una infraestructura especializada, o puede ser una red de capa superior de una red celular terrestre existente, no estando en el último caso todas las estaciones terrestres del sistema adaptadas para realizar la formación de haz bidimensional. Por ejemplo, una tecnología de red celular convencional tal como WMAX o LTE puede estar provista de varias estaciones base / conjuntos de antenas que tienen una capacidad de formación de haz bidimensional, estando las estaciones base dispuestas por ejemplo solamente en lugares específicos de la red, cada una de estas estaciones base "habilitada" para cubrir un radio amplio (tamaño de la celda) de por ejemplo 150 km, teniendo las otras estaciones un tamaño de célula de por ejemplo 1 a 5 km. Por ejemplo, disponiendo solamente nueve de tales estaciones base en las principales ciudades alemanas se podría proporcionar en vuelo acceso de banda ancha a todo el espacio aéreo de Alemania.

Un posterior aspecto se realiza en un sistema de comunicación que comprende un sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre como el descrito antes que además comprende al menos un equipo de aeronave para proporcionar servicios de comunicaciones móviles de banda ancha en vuelo, comprendiendo el equipo de la aeronave: al menos una antena para el intercambio de datos de usuario con el sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre, una unidad transceptora conectada a al menos una antena para manejar la comunicación aire-tierra y tierra-aire con el sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre, un sistema de comunicación dentro de la aeronave, en particular de un tipo inalámbrico, para distribuir los datos de usuario a y desde terminales dentro de la aeronave, y una unidad de intercomunicación para comunicación entre la unidad transceptora y el sistema de comunicación interior de la aeronave. Tal equipo de la aeronave puede ser usado para realizar la tarea de distribuir los datos de usuario de la comunicación tierra-aire y aire-tierra a los terminales (usados por ejemplo por los pasajeros) dentro de la aeronave. Es posible una pluralidad de aplicaciones para el sistema de antenas y para el sistema de comunicación interior de la aeronave.

Para facilidad de uso por los pasajeros es ventajoso pero no necesario un sistema de comunicación inalámbrico interior de la aeronave. En particular, para proporcionar servicios de tripulación y operativos de la aerolínea, puede ser suficiente un sistema de comunicación por cable. La persona experta en la técnica reconocerá rápidamente que el tipo de distribución en la cabina (inalámbrico o por cable) no influye en la comunicación con el sistema de comunicación terrestre. También queda entendido que la antena para manejar la comunicación con el sistema de comunicación inalámbrico terrestre está típicamente adaptada para transmitir y para recibir datos por el enlace aire-tierra y tierra-aire, respectivamente.

También queda entendido que el sistema de comunicación inalámbrico con el que el equipo de la aeronave, respectivamente la antena, está adaptado para comunicar no necesita estar necesariamente adaptado para realizar una formación de haz bidimensional. En particular, el sistema de comunicación terrestre con el que comunica el equipo de la aeronave puede estar basado en una tecnología de red celular convencional tal como WMAX o LTE, preferiblemente estando adaptada para realizar una formación de haz bidimensional.

En una realización al menos una antena está dispuesta fuera de una envolvente exterior (típicamente conductora) de la aeronave, y el sistema de comunicación inalámbrico interior de la aeronave está dispuesto dentro de la envolvente exterior de la aeronave. De este modo, se puede conseguir una separación efectiva de la comunicación

aire-tierra y, respectivamente, tierra-aire. Queda entendido que para proporcionar los datos a los terminales de los pasajeros el sistema de comunicación interior de la aeronave puede comprender al menos una antena adicional dispuesta dentro de la envolvente exterior de la aeronave.

En una realización posterior la antena para el intercambio de datos de usuario con el sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre es una antena orientada direccionalmente de forma mecánica o un conjunto de antenas de formación de haz bidimensional adaptado para el rastreo automático de las estaciones terrestres. El conjunto de antenas puede ser realizado como una antena direccional orientada mecánicamente con una alta ganancia de antena, que proporciona un rastreo automático de las estaciones base terrestres servidoras, o como un conjunto de antenas de formación de haz bidimensional, que proporciona una ganancia de formación de haz y el rastreo automático de las estaciones terrestres. Puede preferirse el último enfoque si hay que monitorizar más de una estación base terrestre para por ejemplo medidas de transferencia. Alternativamente, una primera antena direccional orientada mecánicamente con una alta ganancia de antena y con rastreo automático de la estación base terrestre servidora puede ser complementada por una segunda antena direccional orientada mecánicamente con una alta ganancia de antena y con rastreo automático de la estación base terrestre seleccionada para una transferencia. La persona experta en la técnica apreciará que la antena puede ser alternativamente aplicada como una única antena no direccional con solamente una baja ganancia de antena, ya que la formación de haz bidimensional en el conjunto de antenas de la estación base terrestre proporciona una ganancia suficiente. Puede preferirse el último enfoque si hay que monitorizar más de una estación base para, por ejemplo, medidas de transferencia.

En una realización el sistema de comunicación interior de la aeronave es un sistema celular que al menos comprende una estación base a bordo para generar una (pico)celda dentro de la aeronave. En este caso los datos intercambiados entre las estaciones base terrestres y la unidad transceptora móvil de la aeronave pueden constar de datos multiplexados para los terminales interiores de la aeronave y de señalización, ambos relacionados con los terminales y con las unidades transceptoras de la aeronave. Entonces, el punto clave es que los datos transportados en los enlaces tierra-aire y aire-tierra es un múltiplo de los datos para los usuarios individuales (pasajeros, tripulación, etc) interiores de la aeronave, es decir dentro de la aeronave, los datos de usuario tienen que ser desmultiplexados y distribuidos a los terminales que usan el sistema de comunicación interior de la aeronave.

En una mejora el sistema de comunicación celular inalámbrico interior de la aeronave es compatible con al menos una norma de comunicación del pasajero, tripulación y/o terminales (móviles) operativos de la línea aérea, en particular seleccionada del grupo que consta de: GSM, UMTS y LTE. Esto es ventajoso ya que en este caso los pasajeros pueden usar dispositivos regulares que también utilizan dentro de sistemas de comunicación móvil terrestre.

En una realización posterior el sistema de comunicación inalámbrico interior de la aeronave es un sistema de comunicación inalámbrico celular, en particular un sistema WLAN. En este caso los datos se distribuyen a y desde los terminales en un espectro probablemente no autorizado tal como el espectro WLAN.

En otra realización el sistema de comunicación inalámbrico interior de la aeronave comprende una pluralidad de terminales propiedad del operador que están instalados dentro de la aeronave. En este caso los servicios de banda ancha pueden ser ofrecidos a los pasajeros o a la tripulación por medio de terminales propiedad del operador de la aeronave instalados dentro de la aeronave. Tales terminales pueden por ejemplo estar integrados en los asientos de la aeronave como parte del sistema de entretenimiento de la aeronave.

En una realización posterior el sistema interior de comunicación inalámbrico de la aeronave comprende una estación repetidora, en este caso los terminales (móviles) de los pasajeros están conectados directamente con la macrocelda con base en la estación base terrestre a través de una estación repetidora, con un salto que va desde la estación base terrestre a una antena repetidora fuera de la envolvente exterior conductora de la aeronave, una conexión por cable al interior de la envolvente exterior (conductora) y otro salto desde una antena dentro de la envolvente exterior conductora a los terminales y viceversa. Este repetidor puede también usar técnicas de procesamiento de señales con el fin de mejorar la calidad de la señal, ya que los terminales normales no pueden hacer frente a frecuencias Doppler altas, debidas a velocidades de por ejemplo 900 km/h.

En una realización posterior el equipo de la aeronave está adaptado para realizar la compensación Doppler y/o la traslación de frecuencia de las señales recibidas y transmitidas por al menos una antena, preferiblemente usando datos del movimiento de la aeronave, en particular proporcionados por un receptor GPS o un sistema de navegación de la aeronave.

En el enlace descendente del salto tierra-repetidor el equipo de la aeronave, por ejemplo la estación repetidora, recibe los datos y tiene dos opciones: a) recepción, estimación Doppler, compensación Doppler, probablemente traslación de frecuencia, amplificación y reenvío al salto repetidor-terminal, o b) recepción, decodificación completa, incluyendo la estimación Doppler antes mencionada y la compensación Doppler más la recodificación, probablemente con traslación de frecuencia, amplificación y reenvío al salto repetidor-terminal. Igualmente, en el enlace ascendente del salto terminal-repetidor la estación repetidora tiene nuevamente dos opciones: a) recepción, Precompensación Doppler (por ejemplo, usando el desplazamiento Doppler estimado del enlace descendente), probablemente traslación de frecuencia, amplificación y reenvío o b) recepción, decodificación completa, recodificación, inclusión de

precompensación Doppler (por ejemplo, usando el desplazamiento Doppler estimado del enlace descendente), probablemente traslación de frecuencia, amplificación y reenvío.

Se puede requerir una traslación de frecuencia si el enlace tierra-aire / aire-tierra y el enlace en cabina usan dos frecuencias nominales diferentes (que puede ser el caso en algunas aplicaciones reales). Sin embargo, no se requiere la traslación de frecuencia si el enlace aire-tierra / tierra-aire y el enlace en cabina usan las mismas frecuencias nominales.

En todas las realizaciones descritas antes el sistema de comunicación inalámbrico interior de la aeronave puede ser adaptado para usar los datos de movimiento de la aeronave, preferiblemente proporcionados por un receptor GPS o por un sistema de navegación de la aeronave. En este caso el equipo de la aeronave está adaptado para recuperar datos de movimiento de la aeronave tales como rumbo, velocidad, etc de los dispositivos que almacenan esta información dentro de la aeronave. Por supuesto, los datos de movimiento de la aeronave pueden también ser de interés para el sistema de comunicación inalámbrico terrestre y de este modo pueden transmitirse desde el sistema de comunicaciones inalámbrico a bordo al sistema de comunicación inalámbrico terrestre usando el enlace aire-tierra.

Los datos de movimiento de la aeronave así proporcionados pueden ser muy interesantes al menos para las siguientes tareas: procesamiento de señales, por ejemplo compensación Doppler bien en el transmisor o en el receptor (ambos en el enlace tierra-aire y en el aire-tierra la compensación Doppler es bien precompensación o poscompensación); formación de haz bidimensional y rastreo de las estaciones terrestre (enlace aire-tierra) o de las aeronaves (enlace tierra-aire), y por último pero igual de importante, para aplicar mecanismos de transferencia.

En una realización preferida las estaciones terrestres y las unidades transceptoras están adaptadas para intercambiar datos de usuario multiplexados. En este caso el sistema de comunicación inalámbrico interior de la aeronave está adaptado para distribuir los datos de usuario a los terminales individuales usando la señalización y desmultiplexación apropiadas de los datos de usuario.

Un posterior aspecto del invento está aplicado en un método para proporcionar durante el vuelo servicios de comunicaciones móviles de banda ancha que comprenden: usar la formación de haz bidimensional en un conjunto de elementos de antena de una estación base terrestre para generar al menos un haz para servir al menos a una aeronave en el espacio cubierto por al menos una celda de la estación base usando un acceso múltiple por división espacial, SDMA, comprendiendo el método además: formación de haces, en particular haces adaptativos, en la estación base para rastrear la posición actual de al menos una aeronave.

La formación de haz bidimensional del método del invento proporciona una ganancia de formación del haz en la relación señal-ruido e interferencia (SINR) en la dirección tierra-aire y aire-tierra, y también se mejoran los flujos de datos de los enlaces individuales. Queda entendido que el método del invento de proporcionar la formación de haz bidimensional puede ser aplicado en un producto de programa de ordenador, siendo este último un soporte lógico o soporte físico apropiados, en particular una matriz de puertas programable in-situ (FPGA) o un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o un procesador de señales digitales (DSP).

Otras características y ventajas se exponen en la siguiente descripción de realizaciones a modo de ejemplo, con referencia a las figuras del dibujo, las cuales muestran detalles significativos, y están definidas por las reivindicaciones. Las características individuales pueden ser aplicadas individualmente por sí mismas, o varias de ellas pueden ser aplicadas en cualquier combinación deseada.

Breve descripción de los dibujos

En el dibujo diagramático se muestran realizaciones a modo de ejemplo y se explican en la descripción que sigue. Se muestran las siguientes:

Figura 1: muestra un diagrama esquemático de una realización de un sistema de comunicación terrestre que usa dos conformaciones de haz bidimensional, y

Figura 2: muestra una realización de un equipo de la aeronave para comunicación en banda ancha entre una estación base terrestre y un sistema de distribución interior de la aeronave.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La Figura 1 muestra una estación base 2 de un sistema de comunicación celular inalámbrico 1a. La estación base 2 terrestre puede estar conectada a otras estaciones base (no mostradas) del sistema de comunicación 1a terrestre que están extendidas sobre el área de servicio del sistema de comunicación 1a terrestre. Dependiendo de la estructura del sistema/red de comunicación inalámbrico terrestre, las estaciones base están interconectadas o conectadas con los controladores para el envío de datos y señalización. Para proporcionar acceso a una red informática la estación base 2 terrestre está conectada a una red básica (ordenador) 3 por una pasarela 4. A este respecto el sistema de comunicación 1a terrestre es muy similar a los sistemas de comunicación móviles celulares comunes. Queda entendido que en lugar de una red informática para el tráfico de datos se puede proporcionar una red de voz para el

tráfico de voz. Por supuesto, las comunicaciones por voz pueden ser tratadas como datos, por ejemplo cuando se usa voz en el IP.

No obstante, el sistema de comunicación inalámbrico 1a terrestre difiere de los sistemas de comunicación móvil celular en que la estación base 2 comprende dos conjuntos de elementos de antena 5a, 5b que son capaces de formación de un haz bidimensional. Con este fin los conjuntos de elementos de antena 5a, 5b están dispuestos vertical y horizontalmente, en tanto que los conjuntos de elementos de antena convencionales están típicamente apilados verticalmente, de forma que las ponderaciones de las antenas complejas pueden solamente ser aplicadas en una pila vertical de elementos de antena, que permite la formación de haz solamente en la dirección azimutal. En contraposición con esto, los conjuntos de elementos de antena 5a, 5b permiten la formación de haz en la dirección azimutal y de elevación de un sistema de coordenadas esféricas.

Cada conjunto de antenas 5a, 5b sirve a una celda C1, C2 (es decir, a un sector) de la estación base 2, definiendo las celdas C1, C2 unos ángulos sólidos que no se solapan del espacio que rodea la estación base 2. Para las presentes aplicaciones el tamaño de la celda, es decir el radio de las celdas C1, C2 puede ser del orden de 50 km o más.

La estación base 2 está adaptada para realizar algoritmos de procesamiento de señales usando ponderaciones de antena con el fin de formar haces 6a-c, 7a-c que están dirigidos en las direcciones azimutal y de elevación de las aeronaves servidas 8a-e, estando además la estación base 2 adaptada para realizar algoritmos de planificación SDMA con el fin de aprovechar la separación espacial de las aeronaves 8a-e.

En el ejemplo de la Figura 1 las aeronaves 8a-c están todas servidas en la celda C1 en los mismos recursos tiempo/frecuencia, pero en diferentes haces específicos de la aeronave que no se interfieren 6a-c (recursos espaciales). En la celda C2 las aeronaves 8c-d son servidas en los mismos recursos tiempo/frecuencia pero nuevamente en haces específicos de la aeronave que no se interfieren 7a-7c. En este ejemplo la tercera aeronave 8c está servida por ambas células C1 y C2, ya que es un estado de transferencia entre ambas celdas C1 y C2. Además del SDMA, el algoritmo de planificación de la estación base 2 puede también usar el Acceso Múltiple por División del Tiempo o el Acceso Múltiple por División de la Frecuencia para un aprovechamiento óptimo de los recursos.

Los haces 6a-c, 7a-c están formados de tal modo que rastrean las posiciones actuales de las aeronaves 8a-c. El rastreo puede realizarse generando haces adaptativos 6a-c, 7a-c específicos de la aeronave usando ponderaciones de antena (compleja) que están dinámicamente adaptadas a la posición de las aeronaves 8a-e. Alternativamente, también puede aplicarse una técnica de rejilla de haces bidimensionales en la que se ha seleccionado un haz momentáneamente preferido de un conjunto predefinido de haces (fijos) disponibles dependiendo de la posición de la aeronave servida 8a-e.

En lo que sigue el enlace entre la estación base 2 del sistema de comunicación inalámbrico 1a terrestre con la primera aeronave 8a en la (macro)celda C1 se describirá con referencia a la Figura 2. La aeronave 8a comprende un equipo 1b de la aeronave que tiene una antena 9 de transmisión y recepción que está realizada como una antena direccional orientada mecánicamente adaptada para generar un haz dirigido 10 que automáticamente rastrea la estación base C1 terrestre. Queda entendido que en lugar de una, se pueden usar dos antenas orientadas mecánicamente o bien un conjunto de antenas de formación de haz bidimensional, lo cual es particularmente útil cuando se ha de realizar una transferencia entre dos estaciones base. También se puede usar una única antena no direccional 9 de transmisión y recepción con solamente una ganancia de antena baja en el caso de que la formación de haz de transmisión y recepción bidimensional del conjunto de antenas 5a de la estación base 2 terrestre proporcione una ganancia suficiente.

El equipo 1b de la aeronave comprende además una unidad transceptora 11 conectada a la antena de transmisión y recepción 9 para la manipulación de la comunicación aire-tierra y tierra-aire con la estación base 2 del sistema de comunicación celular inalámbrico 1a terrestre de la Figura 1. Además, el equipo 1b de la aeronave comprende un sistema 12 de comunicación interior de la aeronave para distribuir los datos de usuario a y desde los terminales de pasajero 13a-c dentro de la aeronave 8a, así como una unidad de intercomunicación 14 entre la unidad transceptora 11 y una estación base 15 a bordo del sistema de comunicación inalámbrico 12 a bordo de la aeronave. La estación base 15 a bordo está conectada con una antena 16 interior de la aeronave para la transmisión de datos de usuario y de señalización a y desde los terminales de pasajero móviles 13a-c. Queda entendido que alternativamente o además de la distribución de datos inalámbrica en cabina por el sistema de comunicación 12 también se puede usar la distribución por cable, por ejemplo para terminales usados por la tripulación o por los servicios operativos.

Para separar el enlace tierra-aire y aire-tierra 6a, 10 del sistema de comunicación celular inalámbrico 1a terrestre del sistema de comunicación inalámbrico interior 12 de la aeronave, la antena de recepción y transmisión 9 y la unidad transceptora 11 están dispuestas fuera de una envolvente exterior 17 de la aeronave 8a, en tanto que la estación base 15 y la antena adicional 16 del sistema de distribución 12 interior de la aeronave están dispuestas dentro de la envolvente exterior 17 (tal vez no totalmente conductora) de la aeronave 8a. Queda entendido que alternativamente o además, ambos sistemas inalámbricos pueden ser separados usando dos gamas de frecuencia diferentes para el sistema de comunicación 12 interior de la aeronave y el enlace aire-tierra / tierra-aire. En el último caso el equipo 1b de la aeronave, en particular la unidad de intercomunicación 14, puede estar adaptada para realizar una traslación de frecuencia entre las frecuencias nominales de los diferentes sistemas.

En el ejemplo de la Figura 2 la unidad transceptora 11, la estación base a bordo 15 y la unidad de intercomunicación 14 están colocadas juntas dentro de una caja común que forma el equipo 1b de la aeronave junto con las antenas 9, 16. No obstante, la persona experta en la técnica apreciará que la configuración real del equipo 1b de la aeronave depende de las limitaciones de instalación dadas por la estructura de la aeronave.

Los datos intercambiados entre la estación base en tierra 2 y la unidad transceptora 11 de la aeronave son datos multiplexados para los terminales de pasajeros 13a-c dentro de la aeronave 8a y de señalización, ambos relacionados con los terminales de pasajero 13a-c y con la unidad transceptora 11 de la aeronave. El punto clave aquí es que los datos transportados en los enlaces tierra-aire y aire-tierra son un múltiplo de los datos de los usuarios individuales (pasajeros) de dentro de la aeronave 8a, es decir dentro de la aeronave 8a los datos tienen que ser distribuidos a los terminales de pasajeros 13a-c. Como estos terminales de pasajeros son típicamente los dispositivos regulares de los pasajeros que ellos también usan dentro de los sistemas de comunicación móvil terrestre el sistema de distribución inalámbrico 12 interior de la aeronave 8a debería ser compatible con al menos una norma de sistema inalámbrico comúnmente usado tal como GSM, UMTS o LTE. La provisión del servicio dentro de la aeronave 8a se consigue de este modo mediante el uso de la estación base 15 a bordo que crea una picocelda C3 dentro de la aeronave 8a.

La persona experta en la técnica apreciará que alternativamente el sistema de comunicación inalámbrico 12 puede ser dividido en un sistema de comunicación inalámbrico no celular que transmite y recibe en un espectro probablemente no autorizado, en particular un sistema WLAN. También, en lugar de terminales de servicio propiedad del pasajero, que son compatibles con un sistema de comunicación inalámbrico celular o no celular, se pueden ofrecer servicios de banda ancha a los pasajeros por medio de terminales propiedad de la compañía explotadora de la aeronave instalados dentro de la aeronave 8a. Tales terminales pueden, por ejemplo, estar integrados en los asientos de la aeronave como parte del sistema de entretenimiento de la aeronave.

También, en lugar de usar una estación base 15 a bordo de la picocelda en la aeronave 8a y realizar el multiplexado/desmultiplexado de los datos de usuario los terminales móviles 13a-c pueden estar conectados directamente a la macrocelda C1 con base en la estación base terrestre a través de una estación repetidora 15, que se usa en lugar de la estación base del equipo 1b de la aeronave mostrado en la Figura 2. En este caso un salto va de la estación base en tierra 2 a la antena repetidora 9 fuera de la envolvente exterior conductora 17, estando dispuesta una conexión por cable para transmitir los datos al interior de la envolvente exterior conductora 17, siendo proporcionado otro salto por la antena 16 dentro de la envolvente exterior conductora 17 a los terminales 13a-c y viceversa. La estación repetidora 15 usa también técnicas de procesamiento de señales con el fin de mejorar la calidad de la señal, ya que los terminales normalizados no podrían ser capaces de hacer frente a las frecuencias Doppler altas debidas a velocidades de, por ejemplo, 900 km/h.

En todas las realizaciones descritas anteriormente el sistema de comunicación inalámbrico 12 interior de la aeronave puede ser adaptado para usar datos de movimiento de la aeronave, preferiblemente proporcionados por un receptor GPS 18 o por un sistema de navegación de la aeronave 8a. En este caso el equipo 1b de la aeronave puede estar adaptado para usar los datos de movimiento de la aeronave tales como rumbo, velocidad, etc, por ejemplo con el fin de calcular la frecuencia Doppler. Además, los datos de movimiento de la aeronave pueden también ser transmitidos al sistema de comunicación inalámbrico 1a terrestre usando el enlace aire-tierra.

Los datos del movimiento de la aeronave así proporcionados pueden también ser usados para las siguientes tareas: procesamiento de señales, por ejemplo compensación Doppler en el transmisor o receptor (en el enlace tierra-aire y en el enlace aire-tierra); la formación de haz bidimensional y el rastreo de las estaciones terrestre (enlace aire-tierra) o en las aeronaves (enlace tierra-aire) y también para aplicar mecanismos de transferencia.

La persona experta en la técnica apreciará que los servicios de comunicaciones móviles con banda ancha en vuelo como aquí se han descrito no están limitados al acceso a Internet de alta velocidad, a voz y mensajes, sino que también pueden abarcar aplicaciones de seguridad tales como de vigilancia por vídeo de la cabina, intercambio en tiempo real de datos sobre el vuelo y la aeronave, por ejemplo para formar una "caja negra" terrestre, y aplicaciones logísticas, por ejemplo la monitorización de la carga, monitorización de equipajes de los pasajeros ("rastreo de equipajes perdidos"). Además, las aeronaves equipadas con el enlace de banda ancha con la red terrestre pueden también ser usadas como una red de detección, por ejemplo proporcionando datos al sistema de comunicación celular inalámbrico 1a terrestre.

La anterior descripción de las realizaciones preferidas ha sido dada a modo de ejemplo. De la descripción dada los expertos en la técnica no sólo comprenderán el presente invento y las ventajas que de él se derivan, sino que también encontrarán varios cambios y modificaciones evidentes en las estructuras y métodos descritos. El solicitante pretende, por lo tanto, cubrir todos los cambios y modificaciones definidos por las reivindicaciones anejas, y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de comunicación celular inalámbrico (1a) terrestre para proporcionar servicios de comunicaciones móviles de banda ancha en vuelo, que comprende:

5 al menos una estación base (2) terrestre adaptada para generar al menos una celda (C1, C2) que define un ángulo sólido del espacio que rodea la estación base (2), comprendiendo además la estación base (2) terrestre al menos un conjunto de antenas (5a, 5a) que usa una formación de haz bidimensional para generar al menos un haz (6a-c, 7a-c) para servir al menos a una aeronave (8a-c, 8c-e) en el espacio cubierto por al menos una celda (C1, C2) usando un acceso múltiple por división del espacio, SDMA,

caracterizado porque

10 la estación base (2) en tierra está adaptada para formar haces (6a-c, 7a-c), en particular haces adaptativos (6a-c, 7a-c), para rastrear la posición actual de al menos una aeronave (8a-c, 8c-e).

2. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende una pasarela (4) para conexión a una red básica (3).

15 3. Sistema de comunicación celular inalámbrico (1a) terrestre de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un equipo (1b) de aeronave para proporcionar servicios de comunicaciones móviles de banda ancha en vuelo, comprendiendo el equipo (1b) de la aeronave:

al menos una antena (9) para intercambio de datos de usuario con el sistema de comunicación celular inalámbrico (1a),

20 una unidad transceptora (11) conectada con al menos una antena (9) para manipular la comunicación aire-tierra y tierra-aire con el sistema de comunicación celular inalámbrico (1a) terrestre,

un sistema de comunicación (12) interior de la aeronave, en particular de tipo inalámbrico, para distribuir los datos de usuario a y desde terminales (13a-c) de dentro de la aeronave (8a), y

25 una unidad de intercomunicación (14) para comunicación entre la unidad transceptora (11) y el sistema de comunicación (12) interior de la aeronave.

4. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 3, en el que al menos una antena (9) está dispuesta fuera de una envolvente exterior (17) de la aeronave (8a), y en el que el sistema de comunicación (12) interior de la aeronave está dispuesto dentro de la envolvente exterior (17) de la aeronave (8a).

30 5. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la antena (9) es una antena direccional orientada mecánicamente o un conjunto de antenas de formación de haz bidimensional adaptado para el rastreo automático de las estaciones base (2) terrestre.

6. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el sistema de comunicación celular inalámbrico (12) interior de la aeronave es un sistema inalámbrico celular que comprende al menos una estación base (15) a bordo para generar una celda (C3) dentro de la aeronave (8a).

35 7. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el sistema de comunicación celular inalámbrico (12) es compatible con al menos una norma de comunicación inalámbrica de los terminales móviles de los pasajeros (13a-c), en particular seleccionados del grupo compuesto por: GSM, UMTS y LTE.

40 8. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el sistema de comunicación celular inalámbrico (12) interior de la aeronave es un sistema inalámbrico no celular, en particular un sistema WLAN.

9. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el sistema de comunicación celular inalámbrico (12) comprende una pluralidad de terminales (13a-c) propiedad de la compañía explotadora de la aeronave instalados dentro de la aeronave (8a).

45 10. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el sistema de comunicación celular inalámbrico (12) comprende una estación repetidora (15).

11. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 3, que está adaptado para realizar una compensación Doppler y/o una traslación de frecuencia de las señales recibidas y transmitidas por al menos una antena (9), preferiblemente usando los datos del movimiento de la aeronave, en particular proporcionados por un receptor GPS (18) o por un sistema de navegación de la aeronave (8a).

12. Sistema de comunicación celular inalámbrico terrestre de acuerdo con la reivindicación 3, en el que al menos una estación base (2) y la unidad transceptora (11) de al menos un equipo (1b) de la aeronave están adaptadas para intercambiar datos multiplexados.

13. Método para proporcionar servicios de comunicaciones móviles de banda ancha en vuelo, que comprende:

5 realizar una formación de haz bidimensional con un conjunto de elementos de antena (5a, 5b) de una estación base (2) terrestre para generar al menos un haz (6a-c, 7a-c) para servir al menos a una aeronave (8a-c, 8c-e) en el espacio cubierto por al menos una celda (C1, C2) de la estación base (2) terrestre usando un acceso múltiple por división espacial, SDMA,

caracterizado por

10 la formación de haces (6a-c, 7a-c), en particular haces adaptativos (6a-c, 7a-c) en la estación base (2) terrestre para rastrear la posición actual de al menos una aeronave (8a-c, 8c-e).

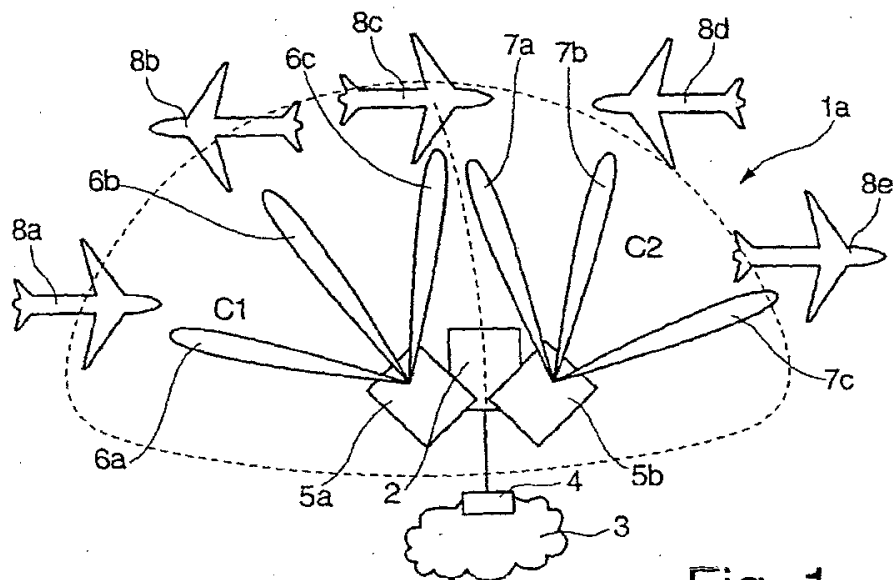


Fig. 1

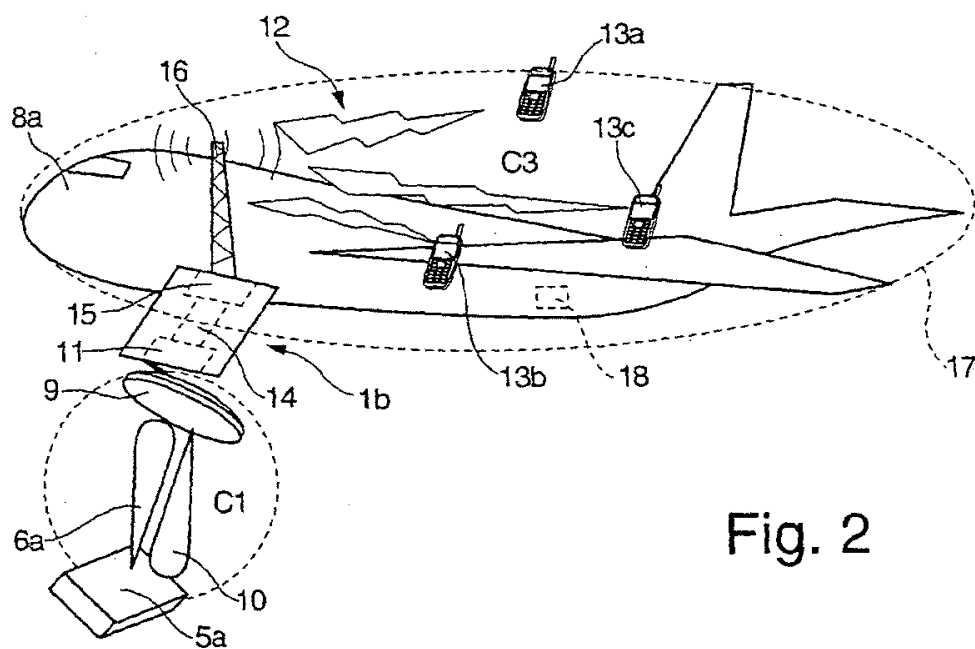


Fig. 2