

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 945**

51 Int. Cl.:

G08G 5/00 (2006.01)

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2009** **E 11181889 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017** **EP 2400474**

54 Título: **Sistema y procedimiento para el control y/o el guiado de tráfico aéreo de aeronaves**

30 Prioridad:

10.03.2008 DE 102008013357

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

07.03.2018

73 Titular/es:

**THALES ALENIA SPACE DEUTSCHLAND GMBH
(100.0%)**

**Thalesplatz 1
71254 Ditzingen, DE**

72 Inventor/es:

**BLOMENHOFER, HELMUT DR. y
NEUFELDT, HOLGER DR.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 657 945 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para el control y/o el guiado de tráfico aéreo de aeronaves

5 La presente invención se refiere a un sistema para el control y/o guiado de tráfico aéreo de aeronaves, estando realizado el sistema para el uso de una vigilancia dependiente automática - radiodifusión, ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast). El sistema comprende varias estaciones receptoras situadas a una distancia entre sí que están realizadas respectivamente para recibir una señal de radiodifusión emitida por una aeronave que ha de ser controlada y/o guiada. Además, el sistema comprende medios de procesamiento para procesar la señal de radiodifusión recibida.

10 La invención se refiere también a un procedimiento para el control y/o guiado de tráfico aéreo de aeronaves por medio de un sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo ADS-B del tipo mencionado anteriormente.

15 En el estado de la técnica, por la denominación vigilancia dependiente automática - radiodifusión (ADS-B) se conoce un sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo (véase el estándar RTCA Do-260A del 10 de abril de 2003 Minimum Operational Performance Standard for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B), Volume I (Main Part) and Volume II (Appendices)). Bajo ADS-B, una aeronave emite periódicamente por sí sola, es decir sin intervención externa, su identificación, posición, velocidad y dirección de vuelo, así como informaciones adicionales, como señal de radiodifusión. Para ello, en la aeronave está dispuesta al menos una estación emisora (un llamado Squitter Extendido de Modo S). Además, la aeronave dispone de medios informáticos adecuados para determinar, acumular, dado el caso, pre-procesar y tratar para la transmisión como señal de radiodifusión, en el avión los datos que han de ser emitidos. La señal de radiodifusión se repite preferentemente dos veces por segundo.

20 En tierra del sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo ADS-B conocido están dispuestas varias estaciones receptoras situadas a una distancia entre sí, capaces de recibir la señal de radiodifusión de los squitter extendidos de Modo S de las aeronaves. Los datos y las informaciones contenidos en la señal de radiodifusión son transferidos a una central de control y/o guiado de tráfico aéreo donde pueden ser recibidos, dado el caso, procesados y tratados y después puestos a la disposición de usuarios. Los datos de las aeronaves individuales, presentes en la central de control y/o guiado de tráfico aéreo, pueden utilizarse para medidas de control y/o guiado de tráfico aéreo.

25 Las informaciones de posición de una aeronave proceden de una fuente discrecional para la navegación mundial, como por ejemplo satélites del Sistema de Posicionamiento Global (GPS / Global Positioning System), a bordo de la aeronave. Evidentemente, también pueden emplearse otros sistemas de determinación de posición asistidos por satélites (por ejemplo, GLONASS (ruso), Eutreltracs (europeo, especialmente para el tráfico de larga distancia), Galileo (europeo), MTSAT (japonés) o Compass (chino)) para la determinación de posición de la aeronave.

30 La señal de radiodifusión de una aeronave puede ser recibida también por otras aeronaves dentro del alcance de la señal de radiodifusión, si disponen de una estación receptora adecuada. Por lo tanto, en cada aeronave pueden existir informaciones de vuelo de otras aeronaves en el entorno, que se emiten al piloto y que pueden utilizarse para evitar colisiones.

35 Sin embargo, el sistema de control de tráfico aéreo ADS-B con base terrestre para la indicación de los movimientos de vuelo en el espacio aéreo está disponible sólo en las regiones que presenten una cobertura suficiente de estaciones receptoras adecuadas. Las estaciones receptoras dispuestas en tierra tienen en función de la altura de vuelo (p.ej. 10.000 metros) de la aeronave un alcance de hasta 400 kilómetros a lo largo de una línea casi visual hacia la aeronave, de manera que pueden cubrir respectivamente un área de recepción aproximadamente circular con un diámetro de hasta 800 kilómetros. Para poder poner a disposición el ADS-B en grandes regiones con cobertura total incluso para bajas alturas de vuelo, se requieren una multiplicidad de estaciones emisoras terrestres ADS-B. Además, resulta muy complicada la disposición de estaciones terrestres ADS-B en terrenos difícilmente transitables y alejados. Especialmente en regiones oceánicas y/o en regiones muy alejadas y poco pobladas (p.ej. regiones polares, tierra de fuego, etc.) es imposible o inconveniente una vigilancia global total con instalaciones de radar y/o con estaciones terrestres ADS-B.

40 Una aeronave que por ejemplo vuela del Caribe a Portugal abandona ya a pocas millas después de la costa el alcance de la vigilancia por radar actual y entonces está conectada ya sólo por radiotransmisión con los distintos controles de tráfico aéreo. Sólo poco antes de alcanzar las Azores portuguesas vuelve a ser registrada después de un tiempo prolongado por un radar de control de tráfico aéreo, por ejemplo, cuando ha entrado en el área de vigilancia de tráfico aéreo del control de tráfico aéreo portugués (NAV Portugal o FIR Lisboa).

45 Además, una infraestructura de control de tráfico aéreo no homogénea entre los espacios aéreos bien equipados (p.ej. EE.UU. y Europa) y los espacios aéreos en los que es posible sólo una ATM (Air Traffic Management / gestión de tráfico aéreo), produce una reducción de las capacidades de ATM incluso en los espacios aéreos bien equipados. Esto se produce porque las aeronaves internacionales deben tener prioridad en el guiado de tráfico aéreo frente a aeronaves regionales. El aviso de la entrada de una o varias aeronaves internacionales en el área de vigilancia se produce sólo poco antes de que la alcance y repercute en al menos una parte del tráfico aéreo regional. Una planificación del guiado del tráfico aéreo regional no es posible, porque no se sabe cuándo exactamente aeronaves

internacionales de regiones no vigiladas por radar o ADS-B (mares u océanos) entran en el área de vigilancia de la autoridad de control de tráfico aéreo.

5 En la publicación para información de solicitud de patente referente a la solicitud de patente europea postpublicada 2056272 se describe un procedimiento para la transmisión de mensajes en un sistema para la vigilancia automática dependiente de a bordo de transmisiones por ADS-B con los siguientes pasos: la detección que un nuevo objetivo ha entrado en un espacio aéreo controlado; la identificación de clientes correspondientes para el nuevo objetivo; la selección de un primer juego de estaciones terrestres que presentan estaciones terrestres, cuyas transmisiones de mensajes enviados son recibidas satisfactoriamente por cada uno de los clientes correspondientes; el cálculo de un segundo juego de estaciones terrestres de entre al menos el primer juego de estaciones terrestres, presentando el
10 segundo juego de estaciones terrestres menos estaciones terrestres que un número de estaciones terrestres en el primer juego de estaciones terrestres, siendo el segundo juego de estaciones terrestres suficiente para alcanzar a todos los clientes relevantes a través de los mensajes enviados; y la transmisión de mensajes con informaciones sobre el nuevo objetivo sólo desde las estaciones terrestres en el segundo juego de estaciones terrestres. Por lo demás, en este documento se describe la transferencia de señales ADS-B a través de un satélite.

15 Partiendo del estado de la técnica descrito, la presente invención tiene por tanto el objetivo de poner a disposición con cobertura mundial el control de tráfico aéreo y el guiado de tráfico aéreo a base de señales de radiodifusión con el menor esfuerzo posible y con el menor coste posible, para que el control de tráfico aéreo y el guiado de tráfico aéreo puedan planificarse a ser posible a largo plazo y, por tanto, también de la forma más segura y fiable posible.

20 Este objetivo se consigue mediante los objetos de las reivindicaciones independientes. Variantes preferibles se describen en las reivindicaciones subordinadas.

La presente invención se refiere a aeronaves de cualquier tipo que emitan una señal de radiodifusión discrecional y que estén equipados con uno o varios emisores adecuados: aeronaves civiles y militares de cualquier tipo, por ejemplo aviones de transporte, aviones del tráfico aéreo general, aeronaves y sistemas aeronáuticos tripulados y no tripulados.

25 La presente invención permite un control de tráfico aéreo, una vigilancia de tráfico aéreo y/o un guiado de tráfico aéreo, con base espacial, porque se emplean estaciones receptoras asistidas por satélites, que reciben la señal de radiodifusión emitida por las aeronaves. Las estaciones receptoras no tienen que ser parte integrante de un satélite propio, sino que pueden estar fijadas, por ejemplo en forma de un llamado "piggy pack", a un satélite que en principio sirve para otros objetivos (por ejemplo, para la transmisión de información, para el posicionamiento global y/o para la localización de vehículos aéreos, terrestres o acuáticos etc.).
30

Las estaciones receptoras satelitales pueden estar realizadas como estaciones receptoras únicas del sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo según la invención, en cuyo caso se puede prescindir de estaciones receptoras terrestres. Alternativamente, las estaciones receptoras satelitales pueden servir también para complementar una infraestructura existente con estaciones receptoras con base terrestre, cubriendo las estaciones receptoras satelitales preferentemente regiones en las que no están dispuestas estaciones receptoras terrestres.
35

La señal de radiodifusión de una aeronave, recibida por las estaciones receptoras, puede ser preprocesada y/o tratada para la transmisión a la central de control y/o guiado de tráfico aéreo. Al menos una parte de los datos e informaciones contenidos en la señal de radiodifusión recibida es transferida por la estación receptora satelital a una o varias estaciones de control terrestres de satélite, se procesa allí y, a continuación, se transfiere a la central de control y/o guiado de tráfico aéreo o a otras organizaciones (p.ej. aerolíneas, aeropuertos, etc.). La estación de control terrestre que recibe la señal de satélite transfiere los datos a la central de control y/o guiado de tráfico aéreo o a las demás organizaciones autorizadas por líneas o por otra vía, por ejemplo a través de un radioenlace.
40

La conexión entre la estación receptora satelital que ha recibido la señal de radiodifusión de la aeronave que ha de ser controlada y/o guiada, y la estación de control terrestre de satélite no tiene que realizarse de forma directa. Es posible que la conexión entre la estación satelital y la estación de control terrestre se produzca a través de estaciones de relés adecuadas, especialmente en forma de estaciones de relés satelitales (los llamados enlaces intersatelitales). Esto ofrece la ventaja de que se reducen retrasos de señales.
45

Con la presente invención es posible conseguir de manera sencilla y económica una cobertura global para el fin del control de tráfico aéreo, la vigilancia de tráfico aéreo y/o el guiado de tráfico aéreo por medio de señales de radiodifusión. Especialmente las regiones sobre los mares y océanos, pero también regiones con selvas densas, montañas empinadas o grandes desiertos pueden vigilarse con cobertura total hasta bajas alturas gracias a la invención. Esto ofrece la ventaja de que por ejemplo aeronaves en su vuelo de América Central o Sudamérica a Europa pueden ser vigilados constantemente al sobrevolar el océano atlántico, aunque allí no existan estaciones receptoras terrestres. De esta manera por ejemplo, a la autoridad de control de tráfico aéreo de Portugal (NAV Portugal) que es responsable para el vuelo de llegada a través del atlántico desde América Central y América del Sur, se puede poner a disposición en un momento temprano informaciones sobre las aeronaves internacionales en su vuelo a Europa. Por lo tanto, la autoridad aérea de Portugal tiene la posibilidad de incluir una aeronave internacional, mucho antes de alcanzar el área de vigilancia portuguesa, en la planificación de las actividades de
50
55

control de tráfico aéreo y/o de guiado de tráfico aéreo, de manera que se pueden guiar de forma temprana y previsoramente aeronaves regionales. De esta manera, el control de tráfico aéreo se distorsiona en cuanto al tiempo, especialmente con vistas a la consideración de aeronaves tanto regionales como internacionales priorizando las aeronaves internacionales, por lo que mejoran la eficiencia, la seguridad y la fiabilidad de las actividades de control y/o guiado de tráfico aéreo y, por tanto, la capacidad de control de tráfico aéreo. Además, se pueden reducir a un mínimo las desviaciones necesarias de aeronaves nacionales, por lo que resultan un ahorro de carburante y una reducción del ruido y de los gases de escape.

Otra ventaja del sistema de control y guiado de tráfico aéreo según la invención consiste en que ahora, durante el vuelo completo de una aeronave, especialmente también durante el vuelo sobre regiones en las que no hay cobertura de radar y no están dispuestas estaciones receptoras terrestres ADS-B, están disponibles informaciones sobre el avión y su ruta de vuelo. Estas informaciones pueden ponerse a disposición de terceros de forma gratuita o contra reembolso. Así, por ejemplo, es posible que las líneas aéreas estén informadas acerca de la posición actual de sus aeronaves. Pero también para los aeropuertos pueden ser interesantes estas informaciones disponibles adicionalmente, ya que pueden utilizar estas informaciones para la actualización online de los horarios de llegadas y/o de salidas.

Otra ventaja de la presente invención consiste en que las estaciones receptoras asistidas por satélite del sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo según la invención comprenden un área de cobertura notablemente mayor que las estaciones receptoras con base terrestre conocidas. Una vigilancia por radar del espacio aéreo es caro, lo que es la causa principal de que las instalaciones de radar para la vigilancia de vuelos cubren en la actualidad sólo una pequeña parte del mundo (el inventor estima que menos del 5% de las masas de tierra). A causa de la curvatura de la tierra, las estaciones receptoras terrestres ADS-B tienen sólo una un área de vigilancia relativamente limitada. Para la cobertura total del espacio aéreo superior de Australia que corresponde a una vigilancia del espacio aéreo por encima de 30.000 pies, basta por ejemplo con aproximadamente 30 estaciones terrestres ADS-B. Sin embargo, para una vigilancia con cobertura total del tráfico aéreo total en EE.UU se necesitan aproximadamente 1.500 estaciones receptoras terrestres ADS-B teniendo que edificarse y emplearse de forma distribuida por todos EE.UU.

Mediante el traslado de las estaciones receptoras al espacio, se puede aumentar notablemente el área de vigilancia de una estación receptora individual, de manera que se puede reducir el número de estaciones receptoras necesarias para la realización de una vigilancia del espacio aéreo en una región determinada. Además, las estaciones receptoras satelitales permiten no sólo una vigilancia del espacio superior (por encima de un nivel de vuelo FL200 o FL300), sino una vigilancia del espacio aéreo hasta alturas de vuelo bajas y también hasta la tierra (llamado FL0). Esto significa que con el sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo según la invención se puede conseguir con un gasto relativamente bajo un control de tráfico aéreo y/o un guiado de tráfico aéreo hasta FL0. La invención tiene especialmente el objetivo de realizar por medio de estaciones receptoras ADS-B asistidos por satélite una cobertura ADS-B mundial, de manera que sea posible una vigilancia del tráfico aéreo mundial sin estaciones terrestres de radar y/o de ADS-B.

Para la realización de la presente invención se necesita una constelación de varios satélites que orbitan alrededor de la tierra cerca de la misma, ya que la señal de radiodifusión enviada por las aeronaves tiene sólo un alcance limitado. Además, en las aeronaves, la señal de radiodifusión actualmente sólo se irradia hacia abajo, hacia delante y hacia atrás (pero no hacia arriba). Esto significa que la señal de radiodifusión de satélites posicionados directamente por encima de la aeronave se recibe más bien mal. Por ello, para la recepción de la señal de radiodifusión se utilizan preferentemente estaciones receptoras terrestres dispuestas preferentemente oblicuamente encima de la aeronave, especialmente situados en el horizonte. Pero evidentemente es posible que las aeronaves se equipen en el futuro también con emisores que irradian la señal de radiodifusión hacia arriba, especialmente si se impusiera el sistema de vigilancia basado en satélites propuesto según la invención. Al menos si las estaciones emisoras están dispuestas en el lado superior de aeronaves, es posible sin problemas la recepción de las señales de radiodifusión de una aeronave por satélites situados directamente por encima de la aeronave.

También las frecuencias y la capacidad de emisión de la señal de radiodifusión pueden cambiar en futuros sistemas ADS-B en comparación con sistemas de vigilancia actuales. Pero el principio de la irradiación periódica no direccionada de la señal de radiodifusión se mantiene también en futuros sistemas ADS-B.

Se propone que las estaciones receptoras satelitales orbiten alrededor de la tierra en una órbita de menos de 3.000 km por encima de la superficie de la tierra. Por lo tanto, según esta variante no se emplean satélites geostacionarios, ya que la órbita de estos presenta una distancia relativamente grande con respecto a la superficie de la tierra (aprox. 36.000 km), sino satélites cercanos a la tierra. Preferentemente, las estaciones receptoras son parte integrante de llamados satélites de órbita terrestre baja (LEO / Low Earth Orbit). Estos satélites están posicionados en una órbita de aproximadamente 160 a 2.000 km por encima de la superficie de la tierra. Especialmente, las estaciones receptoras podrían emplearse en satélites en una órbita de aproximadamente 600 a 900 km por encima de la superficie de la tierra. Lo decisivo es que la señal de radiodifusión enviada desde las estaciones emisoras de las aeronaves todavía puede ser recibida de forma segura y fiable (incluso bajo condiciones desfavorables). Pero se subraya que la presente invención puede realizarse con satélites de cualquier tipo y no está limitada a satélites con una determinada órbita. Si la señal de radiodifusión convencional puede ser recibida sólo de forma débil por satélites en órbitas más altas, sería posible que las aeronaves emitan una señal de radiodifusión

amplificada en comparación con la señal convencional, con una mayor potencia de emisión, o que los emisores se posicionen en las aeronaves, por ejemplo en el lado superior de las aeronaves, de tal manera que mejore la recepción de la señal de radiodifusión por estaciones receptoras satelitales y que, por tanto, pueda ser recibida sin problemas también por satélites en órbitas medias (p.ej. satélites Galileo) y por satélites geoestacionarios.

- 5 Resulta ventajoso si las estaciones receptoras satelitales orbitan alrededor de la tierra de tal forma que sus áreas de recepción cubran al menos temporalmente regiones geográficas que estén cubiertas sólo insuficientemente por estaciones receptoras terrestres. De manera ventajosa, las estaciones receptoras satelitales orbitan alrededor de la tierra de tal forma que sus áreas de recepción cubran también regiones de mares, montañas, selvas y/o desiertos.

10 Las estaciones receptoras satelitales preferentemente están realizadas de tal forma que reciben una señal de radiodifusión de una estación emisora, realizada como Squitter Extendido Modo S 1090, de una aeronave que ha de ser controlada y/o guiada. Adicionalmente, las estaciones receptoras satelitales también pueden estar realizadas de tal forma que reciban una señal de transceptor de acceso universal (UAT / Universal Access Transceiver) de 978 MHz. Finalmente, las estaciones receptoras satelitales pueden estar realizadas adicionalmente también de tal forma que reciban una señal de enlace de datos VHF (Modo 4) en la banda de frecuencias de 108 a 137 MHz.

15 Según la invención, está previsto que las estaciones receptoras satelitales presentan al menos una unidad de emisión que emite una señal de radiodifusión adicional con informaciones sobre la posición de aeronaves. De esta manera, se puede realizar una llamada radiodifusión de servicios de información de tráfico (TIS-B / Traffic Information Services-Broadcast), por la que aeronaves equipadas con ADS-B pueden ser aprovisionadas con una representación más completa del espacio aéreo que las rodea. TIS-B es un servicio que aprovisiona aeronaves equipadas con ADS-B de datos de vigilancia sobre aeronaves no equipadas con ADS-B. TIS-B comprende informaciones de vigilancia puestas a disposición por una o varias fuentes de vigilancia, como por ejemplo por un radar de vigilancia. Las informaciones de vigilancia se procesan y se convierten para poder ser utilizadas por aeronaves equipadas con ADS-B.

25 TIS-B también puede utilizarse en aplicaciones ADS-B que comprendan varios enlaces de datos ADS-B, para poner a disposición una red transversal o una función de pasarela entre aeronaves equipadas con ADS-B, usando los diferentes enlaces de datos. Esta función subordinada TIS-B se denomina también vigilancia dependiente automática re-radiodifusión (ADS-R / Automatic Dependent Surveillance-Rebroadcast). Hasta ahora, dos protocolos de enlace de comunicación se autorizaron para el uso en aplicaciones ADS-R. El transceptor de acceso universal (UAT) que generalmente es empleado por aeronaves pequeñas y el Squitter Extendido del Modo S de 1090 MHz (1090 ES) que habitualmente se usa en aeronaves para uso comercial.

30 Para impedir la escucha y reutilización de la señal de radiodifusión por terceros no autorizados, las estaciones receptoras satelitales pueden presentar medios para descifrar una señal de radiodifusión emitida de forma cifrada por la estación emisora de la aeronave que ha de ser controlada y/o guiada. La transmisión cifrada de la señal de radiodifusión puede constituir un posible perfeccionamiento en el marco de ADS-B. Según esta forma de realización, no es posible que cualquier estación receptora reciba las señales de radiodifusión o extraiga las informaciones contenidas en estas. Más bien, la señal de radiodifusión se emite de forma cifrada, de tal forma que puede ser recibida y descifrada sólo por estaciones receptoras equipadas con mecanismos de descifrado correspondientes.

35 Para impedir la escucha por terceros no autorizados de los datos transmitidos a través del enlace de radiotransmisión entre la estación emisora satelital que ha recibido la señal de radiodifusión y las estaciones de control terrestres de satélite, se propone que las estaciones receptoras satelitales presenten medios para descifrar los datos de la señal de radiodifusión que han de ser transferidos a la central de control y/o guiado de tráfico aéreo. Los datos cifrados son transmitidos por la estación receptora satelital, o bien directamente, o bien indirectamente a través de estaciones de relés, a una de las estaciones de control terrestres de satélite.

40 Se propone que los datos contenidos en la señal de radiodifusión recibida por la al menos una estación receptora satelital se pongan a disposición de terceros, especialmente de una aerolínea de la aeronave que ha de ser controlada y/o guiada, autoridades de control y/o guiado de tráfico aéreo y aeropuertos. De esta manera, por ejemplo, la aerolínea dispone siempre de informaciones de posición y de estado actuales para todas sus aeronaves o para las aeronaves aptas para ADS-B. De esta manera, la aerolínea puede controlar y dirigir el uso y la disponibilidad de sus aeronaves mucho mejor de lo que era posible hasta ahora. De esta manera, se consigue aumentar la eficiencia de las aeronaves. Esto es posible sólo con la presente invención, porque sólo por esta invención es posible una vigilancia global del tráfico aéreo, especialmente en el área de los mares y los océanos y también de las regiones polares.

A continuación, con la ayuda de las figuras se describen en detalle ejemplos de realización preferibles de la presente invención. Muestran:

- 55 la figura 1 una vista esquemática de un sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo según la invención según una primera forma de realización preferible;
- la figura 2 una vista esquemática de un sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo según la invención, según una segunda forma de realización preferible; y

la figura 3 un sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo conocido por el estado de la técnica, en una vista esquemática.

La figura 3 muestra un sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo conocido por el estado de la técnica. El sistema sirve para el control y/o guiado de tráfico aéreo de aeronaves 1, 2, especialmente aviones. En las aeronaves 1,2 está dispuesta respectivamente al menos una estación emisora 3, 4. Las estaciones emisoras 3, 4 emiten regularmente una señal de radiodifusión, en el ejemplo de realización representado, en forma de una señal de squitter extendido del Modo S de 1090 MHz (1090 ES) que puede ser recibida por estaciones receptoras de cualquier tipo. Para ilustrar las características de radiodifusión de la señal 1090 ES, en la figura 3, alrededor de las estaciones emisoras 3, 4 están representados círculos concéntricos. Estos círculos corresponden a una primera señal de 1090 ES 5 de una primera estación emisora 3 y a una segunda señal de 1090 ES 6 de una segunda estación emisora 4. Un sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo de este tipo se conoce en el estado de la técnica bajo la denominación vigilancia dependiente automática - radiodifusión (ADS-B / Automatic Dependent Surveillance-Broadcast).

El sistema ADS-B conocido comprende además varias estaciones receptoras situadas a una distancia entre sí, dispuestas en tierra, de las que en la figura 3 están representadas a título de ejemplo tan sólo dos estaciones receptoras 7, 8. Las estaciones receptoras 7, 8 están conectadas a través de líneas de conexión 9, 10 a una central de control y/o guiado de tráfico aéreo 11. Alternativamente o adicionalmente, las estaciones receptoras 7, 8 también pueden estar conectadas por radio o de cualquier otra manera a la central de control y/o guiado de tráfico aéreo 11. La central 11 es administrada por una autoridad de control de tráfico aéreo nacional o regional, por ejemplo del Deutsche Flugsicherung (DFS) o del Maastricht Upper Area Control (MUAC).

Las aeronaves 1,2 – como ya se dicho – emiten señales de radiodifusión 5, 6, por si mismas y sin direccionar una dirección de receptor especial o un receptor especial. En la señal 1090 ES 5, 6 están contenidas informaciones relativas a la aeronave 1, 2 que emite la señal 5, 6. Las informaciones comprenden por ejemplo la posición, la altura, la velocidad, la dirección de vuelo, el lugar de salida, el lugar de destino, el indicativo de llamada, la clase de avión etc. de la aeronave 1; 2. La altura y la velocidad de la aeronave 1, 2 se determinan con aparatos de detección adecuados a bordo de las aeronaves 1, 2. La posición de las aeronaves 1, 2 se determina con la ayuda de sistemas de determinación de posición adecuados, preferentemente asistidos por satélites, por ejemplo con satélites del Sistema de Posicionamiento Global (GPS / Global Positioning System). Para ello, a bordo de las aeronaves 1, 2 deben existir dispositivos adecuados (p.ej. una antena de recepción de satélite, medios informáticos, etc.) para la determinación de posición asistida por satélite de las aeronaves 1, 2. Alternativamente, la determinación de posición de las aeronaves 1, 2 puede realizarse también por medio de otros sistemas de satélites de navegación global (GNSS / Global Navigation Satellite), por ejemplo satélites GLONASS (el equivalente ruso al NAVSTAR-GPS americano), por medio de satélites Galileo, o por medio de satélites Compass, incluidos sus sistemas de mejora (WAAS, EGNOS, MTSAT, GAGAN, etc.). La manera en que finalmente se determina la posición de las aeronaves 1, 2 no es de importancia.

Lo decisivo es que a través de la señal de radiodifusión 1090 ES 5, 6, además de otras informaciones relativas a la aeronave 1;2, incluyendo las características actuales del avión, se transmite también la posición actual del avión 1; 2.

Las señales de radiodifusión 5, 6 emitidas por las unidades de emisión 3, 4 son recibidas entre otras también por las estaciones receptoras terrestres 7, 8 (véanse las flechas 5' y 6'). Se señala expresamente que las flechas 5' y 6' representadas para la ilustración no significan que entre las estaciones emisoras 3, 4 y las estaciones receptoras 7, 8 esté realizada una conexión de "punto a punto". Todo lo contrario, las señales 5, 6 son señales de radiodifusión que pueden ser recibidas por cualquiera. Al menos una parte de las informaciones relativas a las aeronaves 1, 2, contenidas en las señales de radiodifusión 5, 6 recibidas, se transmite a través de las líneas de conexión 9, 10 a la central de control y/o guiado de tráfico aéreo 11 o a otras organizaciones donde están a disposición para su siguiente procesamiento. Mediante informaciones disponibles en la central 11 se pueden realizar una llamada aplicación de vigilancia "aire a aire" (ASA / Air-to-Air Surveillance Application) así como una aplicación de vigilancia "aire a tierra" (GSA / Air-to-Ground Surveillance Application) con alta precisión.

Una vista esquemática de un sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo según la invención, según una primera forma de realización preferible de la presente invención está representada en la figura 1. Los mismos elementos o componentes del sistema según la invención llevan los mismos signos de referencia que en el sistema conocido representado en la figura 3. Una diferencia esencial del sistema de control y/o guiado de tráfico aéreo con respecto al estado de la técnica consiste en que al menos una parte de las estaciones receptoras ya no están dispuestas en tierra, sino en el espacio.

En la figura 1 está representada a título de ejemplo sólo una estación receptora satelital 20, evidentemente el sistema según la invención puede comprender también muchas más estaciones receptoras satelitales 20. La estación receptora satelital 20 representada en la figura 1 comprende una antena de recepción de satélite 20', así como una unidad de procesamiento e informática adecuada (no representada) para el procesamiento de las señales de radiodifusión 1.090 ES 5, 6 recibidas. La recepción de las señales de radiodifusión 5, 6 emitidas por las estaciones emisoras 3 o 4 por la estación receptora satelital 20 está representada en la figura 1 de forma simbólica

mediante las flechas 5'' y 6''. Las señales de radiodifusión 5, 6 recibidas o las informaciones ADS-B contenidas en estas son transmitidas por la estación receptora satelital 20 a través de un enlace de radiotransmisión 21 a una estación de control terrestre de satélite 22. Allí, los datos ADS-B son procesados y tratados para la transferencia a la central de control y/o guiado de tráfico aéreo 11 a través de una conexión 23.

5 También en la forma de realización según la invención es posible evidentemente que la señal de radiodifusión 5; 6 emitida por una de las aeronaves 1, 2 sea recibida por otra aeronave 2; 1 y evaluada allí. Las informaciones relativas al otro avión 1; 2 recibidas en el otro avión 2; 1 pueden usarse para la realización de un sistema para evitar colisiones entre aeronaves 1, 2, por ejemplo en forma de un sistema de evitación de colisiones de tráfico (TCAS / Traffic Collision Avoidance Systems).

10 El sistema de vigilancia según la invención pone a disposición medios para realizar una vigilancia ADS-B con base espacial usando estaciones receptoras satelitales 20 que reciben señales 1090 ES 5, 6 de aeronaves 1, 2. Además, el sistema también puede poner a disposición una redifusión de ADS-B (ADS-R / ADS-B Rebroadcast) y una radiodifusión de información de vuelos (FIS-B / Flight Information Broadcast) usando la señal 1090 ES 5, 6, a través de estaciones receptoras satelitales 20.

15 La vigilancia ADS-B con base espacial puede complementar o mejorar una vigilancia ADS-B con base terrestre existente (con estaciones receptoras terrestres 7, 8). Una estación receptora 8 con base terrestre correspondiente, representada a título de ejemplo, para la recepción de señales de radiodifusión ADS-B 5', 6' está representada con líneas discontinuas en la figura 1. Alternativamente, según la invención puede realizarse una vigilancia ADS-B global que comprenda estaciones receptoras satelitales 20 como estaciones receptoras únicas, es decir, que no contenga
20 estaciones receptoras 8 con base terrestre adicionales.

Adicionalmente a funciones de control y/o guiado de tráfico aéreo (las llamadas tareas de Air Traffic Control (ATC) Tasks), los datos ADS-B recibidos pueden ponerse a disposición de otros usuarios y ser utilizados por estos. Por ejemplo, es posible emplear las informaciones ADS-B también para poner a la disposición de una aerolínea la posición actual de sus aeronaves 1, 2. Esto puede resultar de ayuda en caso de retrasos de aeronaves de aerolínea
25 1, 2 o en caso de una emergencia. De esta manera, la aerolínea puede planificar de forma mucho mejor, más previsoras y más eficiente el uso de sus aeronaves.

ADS-B comprende una transmisión periódica, sin necesidad de requerimiento, de datos o informaciones relativos a una aeronave 1; 2, que están a disposición a bordo de la aeronave 1, 2. Las informaciones transmitidas comprenden datos de vigilancia como por ejemplo la posición, la altura, la velocidad, la dirección, un indicativo de llamada de la aeronave 1, 2, la clase de aeronave y otros. Las señales ADS-B 5, 6 se transmiten de forma espontánea, autónoma,
30 periódica y sin dirección de recepción especial. A este respecto, las señales ADS-B se diferencian de mensajes ADS-Contract (ADS-C) que se transmiten a través de una conexión de "punto a punto" a satélites de comunicación geostacionarios. Los satélites de comunicación geostacionarios se encuentran en una órbita de varias decenas de miles de metros encima de la superficie terrestre 29, especialmente a aproximadamente 36.000 kilómetros encima
35 de la superficie terrestre 29. La conexión de comunicación de "punto a punto" está sujeta a pago y es relativamente cara, de manera que para la transmisión de las informaciones de un avión 1, 2 durante un vuelo intercontinental más largo, sólo por los tiempos de transmisión necesarios para las informaciones de la aeronave resultan unos costes relativamente altos que no serían aceptados por las aerolíneas y finalmente por los usuarios de las aeronaves 1, 2 (los pasajeros o los clientes de fletes aéreos). Frente a la vigilancia ADS-C del espacio aéreo, la vigilancia ADS-B con base espacial, propuesta según la invención, ofrece claras ventajas con vistas a una vigilancia lo más sencilla y
40 económica posible de las aeronaves 1, 2.

Finalmente, la presente invención permite también la realización de llamadas aplicaciones de vigilancia "aire a tierra" (GSA / Air-to-Ground-Surveillance Applications) en regiones no cubiertas por radar primario y/o secundario. En estas regiones, incluso sin cobertura de radar, con la vigilancia ADS-B con base espacial según la invención puede
45 realizarse una vigilancia ATC. Esto es interesante especialmente en regiones donde estaciones receptoras terrestres ADS-B 7, 8 pueden disponerse sólo con un alto gasto o incluso no se pueden disponer.

Con la presente invención además es posible por primera vez vigilar el espacio aéreo continuamente también a alturas de vuelo más bajas. Eventualmente, se puede realizar una vigilancia, cuyo alcance puede llegar hasta la superficie terrestre 29, por ejemplo hasta la pista de aterrizaje de un aeropuerto. Esto se consigue de tal forma que
50 las estaciones receptoras satelitales 20 se encuentran por encima de las aeronaves 1, 2 y – al contrario de las estaciones receptoras terrestres por radar y ADS-B 7, 8 empleadas hasta ahora – no son sistemas terrestres en los que la recepción de las señales de radiodifusión 5, 6 puede verse perturbada a causa de la curvatura de la tierra y también por obstáculos, por ejemplo edificios, vegetación o colinas y montañas.

Al igual que la vigilancia ADS-B terrestre, también el sistema ADS-B con base espacial propuesto según la invención podría convertirse en una parte integrante esencial del US Next Generation Air Transportation Systems (NextGen), del Australian Air Traffic Surveillance Systems, así como de otros sistemas correspondientes en Europa, Asia y otras partes del mundo. Hay que partir de que en el futuro la vigilancia ADS-B con base espacial se convertirá en una componente importante de la vigilancia del tráfico aéreo en el mundo. La invención pone a disposición una vigilancia mejorada de las aeronaves 1, 2 en el espacio aéreo así como conocimientos mejorados acerca del tráfico aéreo

actual en el espacio aéreo circundante, tanto para el piloto como para los controladores de vuelo. El ADS-B con base espacial está concebido para mejorar la seguridad, la capacidad y la eficiencia de las vigilancias aéreas regionales y, al mismo tiempo, una plataforma flexible, ampliable sin grandes gastos, para tener en consideración posibilidades para el futuro crecimiento en el tráfico aéreo.

- 5 El uso de estaciones receptoras satelitales 20 permite realizar sin problemas y de forma económica las ventajas de un ADS-B, especialmente también para aquellas regiones en las que hasta ahora una vigilancia ADS-B podría realizarse sólo con un gran gasto o no podía realizarse, por ejemplo en el área de mares u océanos o en regiones con una infraestructura débil. Adicionalmente a las funciones de vigilancia de tráfico aéreo, se puede hacer posible a la aerolínea una vigilancia global de su propia flota de tráfico aéreo.
- 10 En la figura 2 está representado otro ejemplo de realización preferible de la presente invención. Este ejemplo de realización se diferencia del primer ejemplo de realización de la figura 1, especialmente porque las señales de radiodifusión 5, 6 recibidas por la estación receptora satelital 20 o las informaciones contenidas en estas no son transmitidas directamente de vuelta a la superficie terrestre (a la estación de control terrestre de satélite 22) sino a través de un radioenlace 25, en primer lugar, a otro satélite 26. La señal de radiodifusión 5, 6 recibida por la estación receptora satelital 20 o las informaciones contenidas en esta pueden ser transmitidas desde el satélite 26 adicional o bien de nuevo a otros satélites (no representados) o bien a la estación de control terrestre de satélite 22. El satélite 26 adicional igualmente puede comprender una estación receptora para las señales de radiodifusión 1.090 ES 5, 6 de las aeronaves 1, 2. Pero también es posible que el satélite 26 adicional – como en el ejemplo de realización representado en la figura 2 – sirva simplemente de estación de relés para la recepción de las señales de la estación receptora satelital 20 a través del radioenlace 25 y para la transmisión de las informaciones contenidas en la señal a la estación de control terrestre de satélite 22, sin que el satélite 26 mismo pueda recibir señales de radiodifusión 1.090 ES emitidas por las aeronaves 1, 2.
- 15
- 20

25 En el ejemplo de realización representado en la figura 2, las señales de radiodifusión 5, 6 o las informaciones contenidas en estas son enviadas a través de un radioenlace 27 del satélite 26 a la estación de control terrestre de satélite 22. Las informaciones acerca de las aeronaves 1, 2, recibidas a través del radioenlace 27 que estaban contenidas en las señales de radiodifusión 5^o, 6^o recibidas por la estación receptora satelital 20, son transmitidas por la estación de control terrestre 22 a través de una línea 23 a la central de control y/o guiado de tráfico aéreo 11. Alternativamente, también sería posible una radiotransmisión entre la estación de control terrestre 22 y la central 11.

30 La transmisión de las señales de radiodifusión 5^o, 6^o recibidas por una estación receptora satelital 20 a la central de control y/o guiado de tráfico aéreo 11 directamente a través de satélites adicionales resulta ventajosa especialmente en regiones en las que la siguiente estación de control terrestre de satélite 22 para la recepción de las radioseñales 27 está dispuesta fuera del alcance del satélite que recibe las señales de radiodifusión 5^o, 6^o, como por ejemplo en el área de mares y océanos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para el control y/o el guiado de tráfico aéreo de aeronaves (1, 2), estando realizado el sistema para el uso de una vigilancia dependiente automática - radiodifusión, ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) comprendiendo varias estaciones receptoras (20, 26), situadas separadas una distancia entre sí, que están realizadas para recibir en cada caso una señal de radiodifusión ADS-B (5, 6) emitida por una estación emisora (3, 4) de una aeronave (1, 2) que ha de ser controlada y/o guiada, y medios de procesamiento situados en tierra para procesar la señal de radiodifusión (5, 6) recibida, **caracterizado porque** las estaciones receptoras (20, 26) están realizadas para recibir una señal 1090 MS ES de un squitter extendido del Modo S de 1090 MHz como señal de radiodifusión ADS-B (5, 6) y **porque** al menos una parte de las estaciones receptoras (20, 26) están dispuestas en cada caso en un satélite y están realizadas para poder recibir la señal de radiodifusión ADS-B (5, 6) y transferir al menos una parte de los datos contenidos en esta, a través de un trayecto de radiotransmisión (21; 25, 27), a una estación de control terrestre de satélites y, desde esta, a una central de control y/o guiado de tráfico aéreo (11) u otras organizaciones, presentando las estaciones receptoras satelitales (20, 26) al menos una unidad de emisión realizada para enviar otra señal de radiodifusión con informaciones sobre la posición de aeronaves en forma de radiodifusión de servicios de información de tráfico (TIS-B / Traffic Information Services-Broadcast).
2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos algunos de los satélites están realizados como satélites de órbita terrestre baja LEO (Low Earth Orbiting).
3. Sistema según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** al menos algunos de los satélites están realizados como satélites de órbita terrestre media MEO (Medium Earth Orbiting).
4. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** al menos algunos de los satélites están realizados como satélites geoestacionarios GEO.
5. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** las informaciones contenidas en la señal de radiodifusión ADS-B (5, 6) comprenden datos o informaciones relativas a la aeronave (1, 2) que ha emitido la señal de radiodifusión ADS-B (5, 6), que están disponibles a bordo de la aeronave (1, 2).
6. Sistema según la reivindicación 5, **caracterizado porque** las informaciones contenidas en la señal de radiodifusión ADS-B (5, 6) comprenden una posición, una altura, una velocidad, una dirección, un indicativo de llamada y/o una clase de aeronave de la aeronave (1, 2) que ha emitido la señal de radiodifusión ADS-B (5, 6).
7. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** los medios de procesamiento (11) con base en tierra ponen los datos extraídos a la disposición de usuarios.
8. Procedimiento para el control y/o el guiado de tráfico aéreo de aeronaves (1, 2) usando una vigilancia dependiente automática - radiodifusión, ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast), que comprende la recepción de una señal de radiodifusión ADS-B (5, 6), emitida por una estación emisora (3, 4) de una aeronave (1, 2) que ha de ser controlada y/o guiada, por al menos una de varias estaciones receptoras (20, 26) situadas separadas una distancia entre sí, y el procesamiento de la señal de radiodifusión (5, 6) recibida, por medios de procesamiento (11) terrestres, **caracterizado porque** las estaciones receptoras (20, 26) reciben una señal 1090 MS ES de squitter extendido del Modo S de 1090 MHz, como señal de radiodifusión ADS-B (5, 6) y porque la señal de radiodifusión ADS-B (5, 6) es recibida por al menos una de varias estaciones receptoras (20, 26) realizadas respectivamente en un satélite, y al menos una parte de los datos contenidos en la misma es transferida, a través de un trayecto de radiotransmisión (21; 25, 27), a una estación de control terrestre de satélite y, desde esta, a una central de control y/o guiado de tráfico aéreo (11) u otras organizaciones, presentando las estaciones receptoras satelitales (20, 26) al menos una unidad de emisión que envía otra señal de radiodifusión con informaciones sobre la posición de aeronaves en forma de radiodifusión de servicios de información de tráfico (TIS-B / Traffic Information Services-Broadcast).

45

50

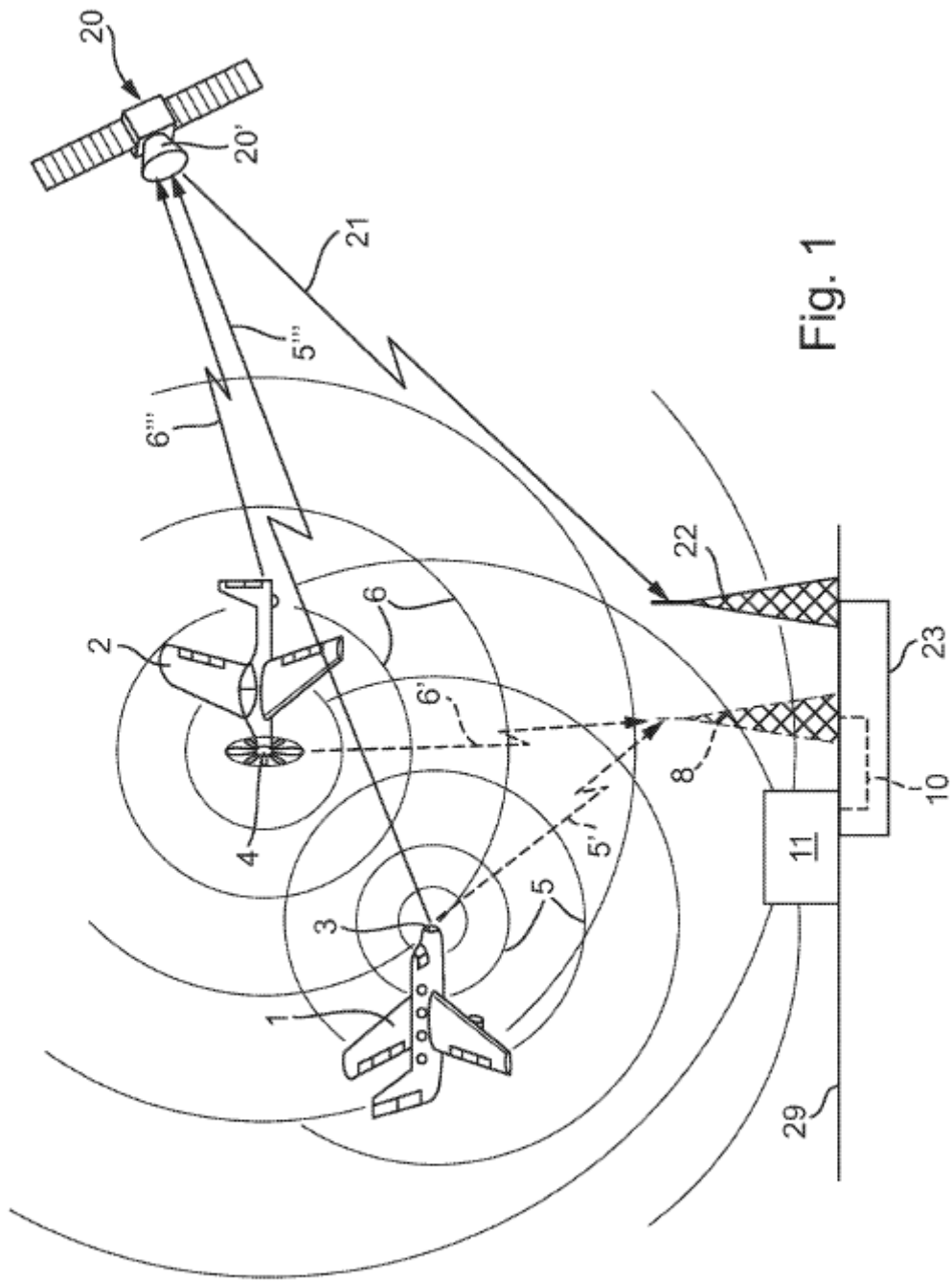
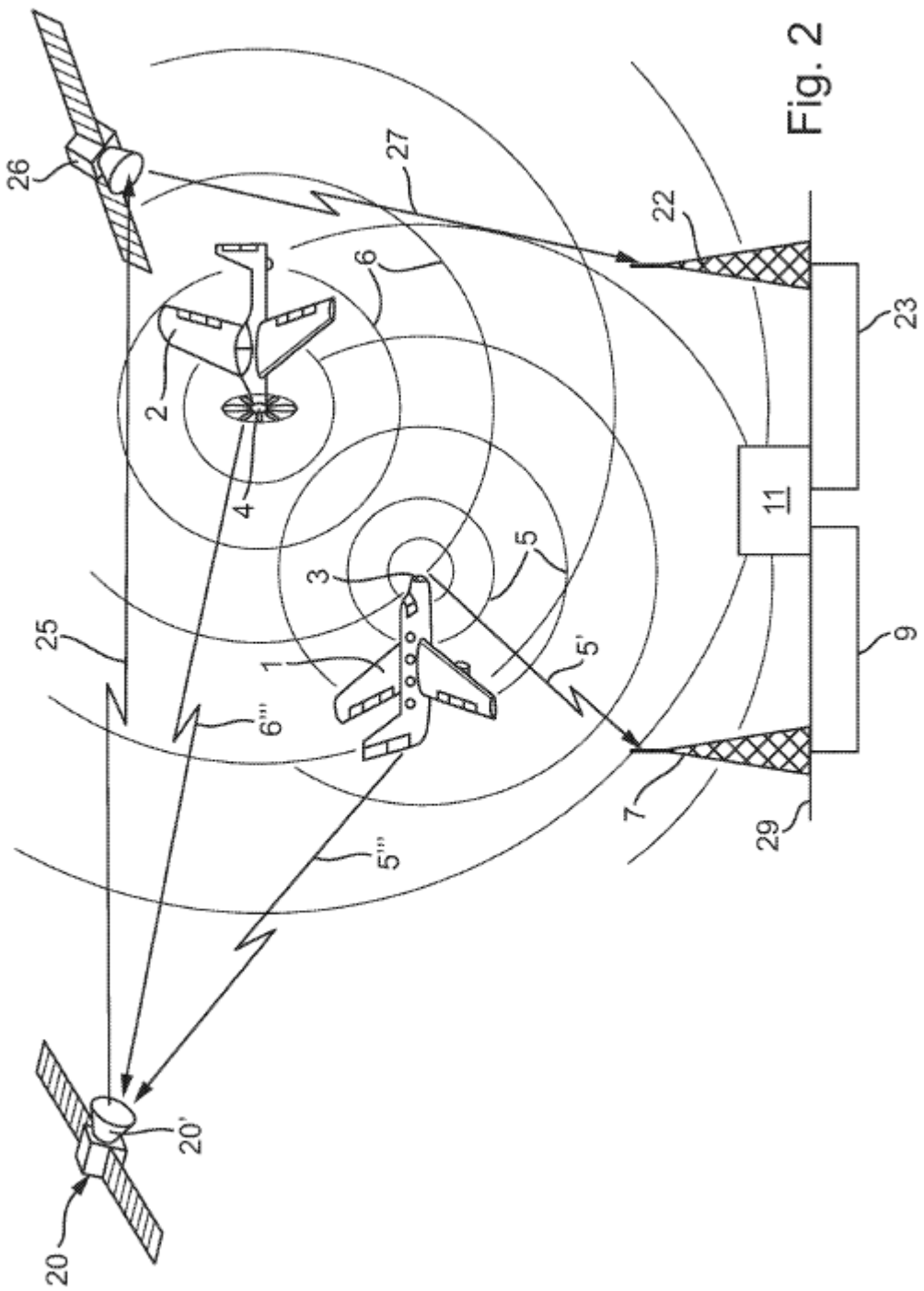


Fig. 1



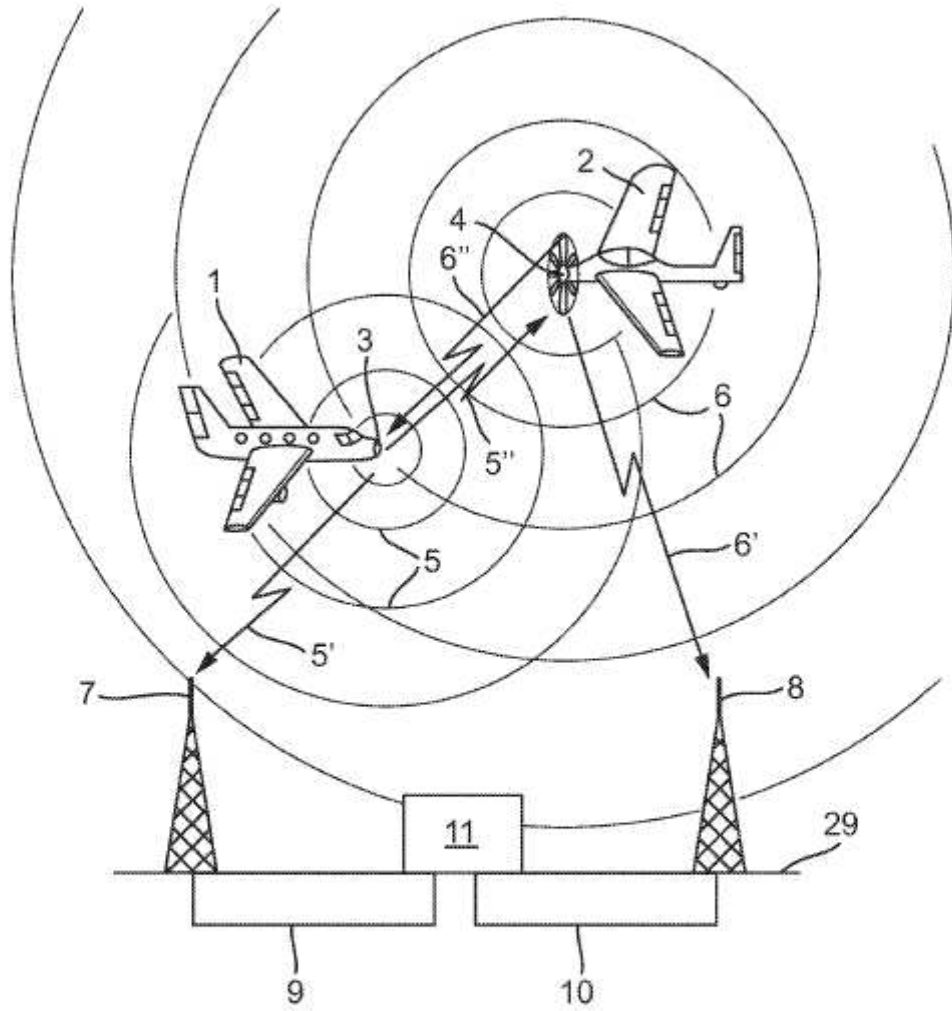


Fig. 3 (Estado de la Técnica)