

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 673**

51 Int. Cl.:
G08G 5/00 (2006.01)
H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09719779 .2**
96 Fecha de presentación: **10.01.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2263225**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.12.2010**

54 Título: **DISPOSICIÓN Y PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE TRÁFICO AÉREO Y/O LA GESTIÓN DE VUELOS DE AERONAVES.**

30 Prioridad:
10.03.2008 DE 102008013357

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.01.2012

73 Titular/es:
Thales Alenia Space Deutschland GmbH
Lilienthalstrasse 2
70825 Korntal-Münchingen, DE

72 Inventor/es:
BLOMENHOFER, Helmut y
NEUFELDT, Holger

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 372 673 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

Disposición y procedimiento para el control de tráfico aéreo y/o la gestión de vuelos de aeronaves

5 La presente invención se refiere a una disposición de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos para aeronaves. La disposición comprende al menos una estación emisora en una aeronave que se ha de controlar y/o gestionar y varias estaciones receptoras situadas a una distancia entre ellas que están comunicadas con una central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos. La al menos una estación emisora de la aeronave que se ha de controlar y/o gestionar emite una señal de difusión. Al menos una de las estaciones receptoras recibe la señal de difusión y transmite al menos una parte de los datos contenidos en la señal de difusión a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos o a otras organizaciones.

10 La invención se refiere también a un procedimiento para el control de tráfico aéreo y/o la gestión de vuelos de aeronaves mediante una disposición de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos del tipo mencionado al principio.

15 Por el estado de la técnica, bajo la denominación Vigilancia Dependiente Automática - Difusión (ADS-B, Automatic Dependent Surveillance - Broadcast) se conoce una disposición de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos (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), Volumen I (Main Part) and Volume II (Appendices)"). Bajo ADS-B, una aeronave emite periódicamente por sí sola, es decir sin haber sido invitada desde el exterior, su identificación, posición, velocidad y dirección de vuelo, así como información adicional, como señal de difusión. Para ello, en la aeronave está dispuesta al menos una estación emisora adecuada (un llamado Mode S Extended Squitter). Además, la aeronave dispone de medios informáticos adecuados para determinar, coleccionar, dado el caso, preprocesar en la aeronave los datos que se han de emitir, y procesarlos para la transmisión como señal de difusión. La señal de difusión se repite preferentemente dos veces por segundo.

25 En el fondo de la disposición de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos ADS-B están dispuestas varias estaciones receptoras a una distancia entre ellas, que pueden recibir la señal de difusión de los Mode S Extended Squitter de las aeronaves. Los datos y la información contenidos en la señal de difusión se transmiten a una central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos donde se reciben, dado el caso, se procesan y se tratan y, a continuación, pueden ponerse a la disposición de usuarios. Los datos de las distintas aeronaves existentes en la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos pueden consultarse para medidas de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelo.

30 La información de posición de una aeronave procede de una fuente discrecional para la navegación mundial, por ejemplo de satélites del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), a bordo de la aeronave. Evidentemente, también pueden emplearse otros sistemas de determinación de posición asistidos por satélite (por ejemplo, GLONASS (ruso), Euteltracs (europeo, especialmente para el tráfico de larga distancia), Galileo (europeo), MTSAT (japonés) o Compass (chino)) para determinar la posición de la aeronave.

35 La señal de difusión de una aeronave también puede ser recibida por otras aeronaves dentro del alcance de la señal de difusión, si disponen de una estación receptora adecuada. Por lo tanto, en cualquier aeronave puede existir información de vuelo de otras aeronaves situadas en el entorno, que se pueden emitir al piloto y utilizarse para evitar colisiones.

40 Por el documento DE1020050031439A1 se conoce una disposición de control de tráfico aéreo ADS-B asistida desde tierra para indicar los movimientos de vuelo en el espacio aéreo. Se trata de un sistema asistido exclusivamente desde tierra. En la disposición ADS-B conocida, en particular, todas las estaciones receptoras están configuradas como estaciones terrestres.

45 Sin embargo, la disposición de control de tráfico aéreo ADS-B asistida desde tierra, conocida por el estado de la técnica, para indicar los movimientos de vuelo en el espacio aéreo está disponible sólo en aquellas regiones que tengan una cobertura suficiente con estaciones receptoras adecuadas. Las estaciones receptoras dispuestas en tierra tienen, en función de la altura de vuelo (por ejemplo, 10.000 metros) de la aeronave, un alcance de hasta 400 kilómetros a lo largo de una línea casi visual hacia la aeronave, de modo 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 cubriendo toda el área incluso en caso de bajas alturas de vuelo, se requiere una multitud de estaciones receptoras terrestres ADS-B. Además, resulta complicada la disposición de estaciones terrestres ADS-B en terrenos intransitables y apartados. Especialmente en regiones oceánicas y/o en regiones muy alejadas y poco pobladas (por ejemplo, regiones polares, Tierra de Fuego, etc.) no es posible o no es razonable una vigilancia global completa con instalaciones de radar y/o estaciones terrestres ADS-B.

5 Una aeronave que, por ejemplo, vuela desde el Caribe hacia Portugal abandona ya a pocas millas de la costa el alcance de la vigilancia por radar existente en la actualidad, y entonces ya sólo está comunicado por radio con los diferentes controles de tráfico aéreo. Sólo poco antes de alcanzar las islas Azores portuguesas, después de un tiempo prolongado vuelve a ser alcanzado por un radar de control de tráfico aéreo, por ejemplo cuando ha entrado en la zona de vigilancia de vuelos del control de tráfico aéreo portugués (NAV Portugal o FIR Lisboa).

10 Además, una infraestructura de control de tráfico aéreo no homogénea entre los espacios aéreos bien dotados (por ejemplo, EE.UU. y Europa) y los espacios aéreos en los que sólo es posible una GTA procedural (Gestión de Tráfico Aéreo), causa una reducción de las capacidades de GTA incluso en los espacios aéreos bien dotados. Esto sucede porque las aeronaves internacionales tienen que tener prioridad en el control de tráfico aéreo frente a las aeronaves regionales. El anuncio de la entrada de una o varias aeronaves internacionales en la zona de vigilancia no se produce hasta poco antes de su llegada y repercute en al menos una parte del tráfico aéreo regional. No es posible planificar la gestión de vuelos del tráfico aéreo regional porque no se sabe cuándo exactamente entran en la zona de vigilancia de la autoridad de control de tráfico aéreo las aeronaves internacionales procedentes de regiones no vigiladas por radar o ADS-B (mares u océanos).

15 Partiendo del estado de la técnica descrito, la presente invención tiene, por tanto, el objetivo de poner a disposición el control de tráfico aéreo y la gestión de vuelos sobre la base de señales de difusión con el menor esfuerzo y los menores costes posible, cubriendo todas las áreas a nivel mundial, para que el control de tráfico aéreo y la gestión de vuelos puedan planificarse al mayor plazo posible y, por tanto, de la forma más segura y fiable posible.

20 Para conseguir este objetivo, partiendo de la disposición de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos del tipo mencionado al principio se propone que al menos una parte de las estaciones receptoras estén configuradas como estaciones receptoras de satélite, de tal forma que reciben una señal de difusión de 1090 MHz procedente de una estación emisora configurada como Mode S Extended Squitter de una aeronave que se ha de controlar y/o de gestionar, transmitiendo al menos una parte de los datos contenidos en la misma, a través de un trayecto de transmisión por radio, a una estación de control terrestre de satélite y desde allí a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos o a otras organizaciones.

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

30 la presente invención permite un control de tráfico aéreo, una vigilancia de tráfico aéreo y/o una gestión de vuelos mundiales, con base en el espacio, empleando estaciones receptoras asistidas por satélite que reciben la señal de difusión emitida por las aeronaves. Las estaciones receptoras no tienen que ser parte integrante de un satélite, sino que por ejemplo pueden fijarse en forma de un llamado Piggy Pack a un satélite que en principio sirve para otros menesteres (por ejemplo, para la transmisión de información, para la determinación de posición mundial y/o la localización de vehículos aéreos, terrestres o acuáticos etc.).

35 Las estaciones receptoras de satélite pueden estar configuradas como estaciones receptoras exclusivas de la disposición de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos según la invención, en cuyo caso se pueden suprimir las estaciones receptoras con base terrestre. Alternativamente, las estaciones receptoras de satélite también pueden servir para complementar una infraestructura existente con estaciones receptoras de satélite, cubriendo las estaciones receptoras de satélite preferentemente regiones en las que no están dispuestas estaciones receptoras terrestres.

45 La señal de difusión de una aeronave, recibida por las estaciones receptoras, puede preprocesarse y/o tratarse para la transmisión a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos. Al menos una parte de los datos y de la información contenidos en la señal de difusión recibida es transmitida por la estación receptora de satélite a una o varias estaciones de control terrestre de satélite donde se procesa y, a continuación, se transmite a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos o a otras organizaciones autorizadas (por ejemplo, aerolíneas, aeropuertos, etc.). La estación de control terrestre que recibe la señal de difusión transmite los datos a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos o a las demás organizaciones autorizadas, por cable o por otras vías, por ejemplo mediante un radioenlace.

50 La comunicación entre la estación receptora de satélite que ha recibido la señal de difusión procedente de la aeronave que se ha de controlar y/o gestionar, y la estación de control terrestre de satélite no tiene que ser directa. Es posible que la comunicación entre la estación de satélite y la estación de control terrestre se produzca a través de unas adecuadas estaciones relé, especialmente en forma de estaciones relé de satélite (los llamados Inter-Satellite-Links). Esto tiene la ventaja de que se reducen los retardos de señal.

55 Con la presente invención es posible lograr de una manera especialmente sencilla y económica una cobertura global para el control de tráfico aéreo, la vigilancia del tráfico aéreo y/o la gestión de vuelos mediante señales de

difusión. Especialmente las regiones encima de mares y océanos, pero también las regiones con selvas densas, montañas empinadas o grandes desiertos, pueden vigilarse gracias a la invención con cobertura total hasta bajas alturas. Esto tiene la ventaja de que, por ejemplo, las aeronaves en su vuelo desde América Central o del Sur hacia Europa pueden ser vigiladas constantemente al sobrevalorar el Océano Atlántico, aunque allí no existan estaciones receptoras terrestres. De esta forma, por ejemplo, es posible la puesta a disposición temprana de información de las aeronaves internacionales en su camino hacia Europa, a la autoridad de control de tráfico aéreo de Portugal (NAV Portugal) que es responsable de la aproximación sobre el Atlántico desde América Central y del Sur. Por lo tanto, la autoridad aérea de Portugal es capaz de incluir una aeronave en la planificación de las actividades de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos mucho tiempo antes de su llegada al área de vigilancia portuguesa, lo que permite una gestión temprana y previsoras de aeronaves regionales. De esta forma, se rectifica en el tiempo el control de tráfico aéreo, especialmente con vistas a la consideración de aeronaves tanto regionales como internacionales con la priorización de las aeronaves internacionales, por lo que se consigue mejorar notablemente la eficiencia, la seguridad y la fiabilidad de las actividades de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos y, por tanto, la capacidad para el control del tráfico aéreo. Además, permite reducir a un mínimo los desvíos necesarios de aeronaves nacionales, por lo que resulta un ahorro de carburante y una reducción de ruidos y gases de escape.

Otra ventaja de la disposición de control de tráfico aéreo y gestión de vuelos según la invención consiste en que, ahora, durante todo el vuelo de una aeronave, especialmente también durante el vuelo sobre regiones en las que no existe cobertura de radar y no están dispuestas estaciones receptoras terrestres ADS-B, se dispone de información sobre el avión y su ruta de vuelo. Esta información puede ponerse a disposición de terceros de forma gratuita o contra el pago de una tarifa. Por ejemplo, es posible que las aerolíneas estén informadas sobre la posición actual de sus aeronaves. Pero esta información disponible adicionalmente también puede ser interesante para los aeropuertos, ya que pueden utilizar dicha información para la actualización online de los planos de llegadas y/o salidas.

Otra ventaja de la presente invención consiste en que las estaciones receptoras asistidas por satélite de la disposición de control de tráfico aéreo y gestión de vuelos según la invención comprenden un área de cobertura notablemente mayor que las estaciones receptoras con base terrestre conocidas. La vigilancia del espacio aéreo por radar es cara y es la razón principal de que en la actualidad las instalaciones de radar para la vigilancia de vuelos cubren sólo una pequeña parte del mundo (el inventor estima que menos del 5% de la masa de tierra); las estaciones receptoras terrestres ADS-B tienen sólo un área de vigilancia relativamente limitada debido a la curvatura de la tierra. 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 con aprox. 30 estaciones terrestres ADS-B. Para una vigilancia con cobertura total de todo el tráfico aéreo en los EE.UU., sin embargo, se necesitan aprox. 1.500 estaciones receptoras terrestres ADS-B que se tienen que crear y usar de forma distribuida por todos los EE.UU.

Por el traslado de las estaciones receptoras al espacio se consigue aumentar sensiblemente el área de vigilancia de una estación receptora individual, de modo que se puede reducir el número de estaciones receptoras necesarias para realizar una vigilancia del espacio aéreo en una región determinada. Además, las estaciones receptoras de satélite no sólo permiten una vigilancia del espacio aéreo superior (por encima del Flight Level FL200 ó FL300) sino una vigilancia del espacio aéreo hasta alturas de vuelo bajas e incluso hasta el suelo (llamado FL0). Esto significa que con la disposición de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos según la invención, con un gasto relativamente bajo puede lograrse un control de tráfico aéreo y/o una gestión de vuelos hasta FL0. La invención tiene especialmente el objetivo de realizar mediante estaciones receptoras ADS-B asistidas por satélite una cobertura ADS-B mundial, de forma que sea posible una vigilancia del espacio aéreo mundial sin estaciones de radar y/o estaciones terrestres ADS-B.

Para realizar la presente invención se requiere una constelación de varios satélites que giren alrededor de la tierra cerca de la misma, ya que la señal de difusión emitida por las aeronaves tiene sólo un alcance limitado. Además, en la actualidad, la señal de difusión en las aeronaves se emite solamente hacia abajo, hacia delante y hacia atrás (pero no hacia arriba). Esto significa que la señal de difusión se recibe más bien mal por satélites posicionados directamente encima de la aeronave. Por ello, para la recepción de la señal de difusión se recurre preferentemente a estaciones receptoras de satélite dispuestas oblicuamente encima de la aeronave, especialmente en el horizonte. No obstante, evidentemente es posible que en el futuro las aeronaves se equipen también con emisores que emitan la señal de difusión hacia arriba, especialmente si se impone el sistema de vigilancia basado en satélites, propuesto por 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 difusión de una aeronave desde satélites situados directamente por encima de la aeronave.

También las frecuencias y la potencia de emisión de la señal de difusión pueden cambiar en futuros sistemas ADS-B con respecto a los sistemas de vigilancia actuales. El principio de la emisión periódica no direccionada de la señal de difusión, sin embargo, se mantiene también en futuros sistemas ADS-B.

Según una variante ventajosa de la presente invención se propone que las estaciones receptoras de satélite giren alrededor de la tierra en una órbita de 3.000 km encima de la superficie terrestre. Según esta variante, pues, no se usan satélites geoestacionarios, ya que la órbita de éstos se encuentra a una distancia relativamente grande respecto a la superficie terrestre (aprox. 36.000 km), sino satélites cercanos a la tierra. Preferentemente, las estaciones receptoras de satélite son parte integrante de llamados satélites Low Earth Orbit (LEO). Estos satélites están posicionados en una órbita de 160 a 2.000 km encima de la superficie terrestre. En particular, las estaciones receptoras pueden emplearse en satélites en una órbita de aprox. 600 a 900 km encima de la superficie terrestre. Lo decisivo es que la señal de difusión emitida por las estaciones emisoras de las aeronaves pueda ser recibida aún de forma segura y fiable por las estaciones receptoras de satélite (incluso bajo condiciones adversas). Pero se acentúa que la presente invención puede realizarse con satélites discrecionales y no está limitada a satélites en una órbita determinada. Si la señal de difusión convencional de satélites se recibe sólo de forma débil en órbitas más altas, sería posible que las aeronaves emitan una señal de difusión más fuerte en comparación con la señal convencional, con una potencia de emisión más alta, o que los emisores en las aeronaves se posicionen, por ejemplo en el lado superior de las aeronaves, de tal forma que mejore la recepción de la señal de difusión por las estaciones receptoras de satélite y que, por tanto, también pueda ser recibida sin problemas por satélites en órbitas medianas (por ejemplo, satélites Galileo) y por satélites geoestacionarios.

Según una forma de realización preferible de la presente invención se propone que las estaciones receptoras de satélite giren alrededor de la tierra de tal forma que sus áreas de recepción cubran al menos temporalmente regiones geográficas cubiertas de forma insuficiente por estaciones receptoras terrestres. De manera ventajosa, las estaciones receptoras de satélite giran alrededor de la tierra de tal forma que sus áreas de recepción cubran también regiones de mares, montañas, selvas y/o desiertos.

Según otra variante ventajosa de la presente invención se propone que las estaciones receptoras de satélite estén configuradas de forma que reciban una señal de difusión de una estación emisora configurada como Mode S 1090 MHz Extended Squitter de una aeronave que se ha de controlar y/o gestionar. Alternativamente o adicionalmente, las estaciones receptoras de satélite también pueden estar configuradas de tal forma que reciban una señal de 978 MHz de un transceptor de acceso universal (UAT, Universal Access Transceiver). Finalmente, las estaciones receptoras de satélite, alternativamente o adicionalmente también pueden estar configuradas de tal forma que reciban una señal VHF Data Link Mode 4 (VDLM 4) en la gama de frecuencias de 108 a 137 MHz.

Según otra variante ventajosa de la presente invención se propone que las estaciones receptoras de satélite presenten al menos una unidad emisora que emita otra señal de difusión con información sobre la posición de aeronaves. Con esta variante se puede realizar una llamada difusión de servicios de información de tráfico (TIS-B, Traffic Information Services-Broadcast) mediante la que a aeronaves dotadas de ADS-B puede proporcionarse una representación completa del espacio aéreo que las rodea. TIS-B es un servicio que proporciona a aeronaves dotadas de ADS-B datos de vigilancia acerca de aeronaves no equipadas con ADS-B. TIS-B comprende información de vigilancia facilitada por una o varias fuentes de vigilancia, por ejemplo por un radar de vigilancia. La información de vigilancia se procesa y se convierte para poder ser utilizada por aeronaves dotadas de ADS-B.

TIS-B también puede utilizarse en aplicaciones ADS-B que comprendan varios enlaces de datos ADS-B, para poder proporcionar una puesta en red cruzada o una función de pasarela entre las aeronaves dotadas de ADS-B usando los diferentes enlaces de datos. Esta subfunción TIS-B se denomina también Vigilancia Dependiente Automática - Redifusión (ADS-R, Automatic Dependent Surveillance Rebroadcast). Dos protocolos de enlace de comunicación han sido autorizados hasta ahora para el uso en aplicaciones ADS-R. El transceptor de acceso universal (UAT) que normalmente es empleado por aeronave pequeñas, y el 1090 MHz Mode S Extended Squitter (1090 ES) que habitualmente se emplea en aeronaves de uso comercial.

Para evitar la escucha y reutilización no autorizadas de la señal de difusión, según una forma de realización preferible de la invención se propone que las estaciones receptoras de satélite presenten medios para descodificar una señal de difusión emitida en forma codificada por la estación emisora de la aeronave que se ha de controlar y/o gestionar. La transmisión codificada de la señal de difusión puede representar una posible variante en el marco de ADS-B. Evidentemente, también son posibles otras variantes de ADS-B que también son abarcadas por la presente invención. Según dicha forma de realización, las señales de difusión no pueden ser recibidas por estaciones receptoras discrecionales, o bien, éstas no pueden extraer la información contenida en las mismas. Más bien, la señal de difusión puede emitirse en forma codificada, de modo que sólo pueda ser recibida y descodificada por estaciones receptoras dotadas de mecanismos de descodificación correspondientes.

Para evitar la escucha por terceros de los datos transmitidos a través del trayecto de radiotransmisión entre la estación receptora de satélite que ha recibido la señal de difusión y las estaciones de control terrestres de satélite, se propone que las estaciones receptoras de satélite presenten medios para codificar los datos de la señal de difusión que se han de transmitir a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos. Los datos codificados son transmitidos por la estación receptora de satélite a una de las estaciones de control terrestres de

satélite, directamente, o bien, indirectamente a través de estaciones relé.

Según otra solución del objetivo de la presente invención, partiendo del procedimiento para el control de tráfico aéreo y/o la gestión de vuelos de aeronaves del tipo mencionado al principio se propone que al menos una parte de las estaciones receptoras estén realizadas como estaciones receptoras de satélite, y que la señal de difusión de 1090 MHz emitida por al menos una estación emisora, configurada como Mode S Extended Squitter, de la aeronave que se ha de controlar y/o gestionar, sea recibida por al menos una de las estaciones receptoras de satélite y que al menos una parte de los datos contenidos en la señal de difusión se transmita, a través de un trayecto de transmisión por radio, a una estación de control terrestre de satélite y desde allí a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos.

Finalmente, se propone que los datos contenidos en la señal de difusión recibida por la al menos una estación receptora de satélite se pongan a la disposición de terceros, especialmente a una aerolínea de la aeronave que se ha de controlar y/o gestionar, a autoridades de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos y a aeropuertos. De esta manera, por ejemplo, la aerolínea dispone siempre de la información de la posición y el estado actuales para todas sus aeronaves o para las aeronaves aptas para ADS-B. De esta forma, la aerolínea puede controlar y dirigir mucho mejor el uso y la disponibilidad de sus aeronaves de lo que era posible hasta ahora. De esta manera, se consigue incrementar la eficiencia de las aeronaves. Esto lo hace posible la presente invención, porque sólo mediante esta invención es posible una vigilancia global del tráfico aéreo, especialmente en el área de los mares y océanos y las regiones polares.

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

La figura 1 una vista esquemática de una disposición de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos según la invención, según una primera forma de realización preferible;

la figura 2 una vista esquemática de una disposición de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos según la invención, según una segunda forma de realización preferible; y

la figura 3 una disposición de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos conocida por el estado de la técnica, en una vista esquemática.

La figura 3 muestra una disposición de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos conocida por el estado de la técnica. La disposición sirve para el control de tráfico aéreo y/o la gestión de vuelos 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 periódicamente una señal de difusión, en el ejemplo de realización representado, en forma de una señal de 1090 MHz de Mode S Extended Squitter (1090 ES) que puede ser recibida por cualquier estación receptora. Para ilustrar las propiedades de difusión de la señal 1090 ES, en la figura 3 están dibujados círculos concéntricos alrededor de las estaciones emisoras 3, 4. Estos círculos corresponden a una primera señal 1090 ES 5 de una primera estación emisora 3 y a una segunda señal 1090 ES 6 de una segunda estación emisora 4. Una disposición de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos de este tipo se conoce en el estado de la técnica bajo la denominación Vigilancia Dependiente Automática - Difusión (ADS-B, Automatic Dependent Surveillance - Broadcast).

La disposición ADS-B conocida comprende además varias estaciones receptoras dispuestas en el suelo a una distancia entre ellas, de las que en la figura 3 están representadas a título de ejemplo sólo dos estaciones receptoras 7, 8. Las estaciones receptoras 7, 8 están comunicadas con una central de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos 11 a través de líneas de comunicación 9, 10. Alternativamente o adicionalmente, las estaciones emisoras 7, 8 también puede estar comunicadas por radio o de cualquier otra manera con la central de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos 11. La central 11 es explotada o administrada por una autoridad de control de tráfico aéreo nacional o regional, por ejemplo el control de tráfico aéreo alemán (DFS) o el Maastricht Upper Area Control (MUAC).

Como ha se ha mencionado, las aeronaves 1, 2 emiten periódicamente señales de difusión 5, 6, de forma automática y sin dirección de destinatario especial, es decir, sin direccionarlas a un destinatario especial. La señal 1090 ES 5, 6 contiene información relativa a la aeronave 1, 2 que emite la señal 5; 6. La información comprende, por ejemplo, la posición, la altura, la velocidad, la dirección de vuelo, el lugar de salida, el lugar de destino, el distintivo de llamada, la clase de avión o de aeronave 1; 2. La altura y la velocidad de la aeronave 1, 2 se determina mediante equipos de registro 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 satélite, por ejemplo con satélites de GPS (Global Positioning System GPS). Para ello, tienen que existir dispositivos adecuados (por ejemplo, una antena de recepción de satélite, medios informáticos, etc.) para la determinación de posición, asistida por satélite, de las aeronaves 1, 2 a bordo de las aeronaves 1,2. Alternativamente, la

determinación de posición de las aeronaves 1, 2 puede realizarse también mediante otros sistemas de satélites de navegación global (GNSS, Global Navigation Satellite Systems), por ejemplo, satélites GLONASS (el equivalente ruso al NAVSTAR-GPS americano), mediante satélites Galileo, o mediante satélites Compass, incluyendo sus sistemas de mejora (WAAS, EGNOS, MTSAT, GAGAN, etc.). La manera en que se determina finalmente la posición de las aeronaves 1, 2 no es de importancia. Lo decisivo es que a través de la señal de difusión 1090 ES 5, 6, además de otra información referida a la aeronave 1; 2, incluyendo las características de vuelo actuales, se transmite también la posición actual de la aeronave 1; 2.

Las señales de difusión 5, 6 emitidas por las unidades emisoras 3, 4 son recibidas también por las estaciones receptoras terrestres 7, 8 (véase las flechas 5' y 6'). Se señala expresamente que las flechas 5' y 6' dibujadas para ilustrar no significan que entre las estaciones emisoras 3, 4 y las estaciones receptoras 7, 8 esté realizada una unión punto a punto. Todo lo contrario, las señales 5, 6 son señales de difusión que pueden ser recibidas por cualquiera. Al menos una parte de la información relativa a las aeronaves 1, 2 contenida en las señales de difusión 5, 6 recibidas se transmite a la central de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos 11 o a otras organizaciones donde están disponibles para su siguiente procesamiento. Mediante la información disponible en la central 11 puede realizarse con alta precisión una llamada aplicación de vigilancia aire-a-aire (ASA, Air-to-Air Surveillance Application) y una aplicación de vigilancia aire-a-tierra (GSA, Air-to-Ground Surveillance Application).

Una vista esquemática de una disposición de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos 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 de la disposición según la invención llevan los mismos signos de referencia que en la disposición conocida, representada en la figura 3. Una diferencia esencial de la disposición de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos según la invención con respecto al estado de la técnica consiste en que al menos una parte de las estaciones receptoras ya no está dispuesta en tierra, sino en el espacio.

En la figura 1 está representada a título de ejemplo solamente una estación receptora de satélite 20; evidentemente, la disposición según la invención puede comprender también muchas más estaciones receptoras de satélite 20. La estación receptora de satélite 20 representada en la figura 1 comprende una antena de emisión / recepción 20', así como una unidad de procesamiento e informática adecuada (no representada) para procesar las señales de difusión 1.090 ES 5, 6 recibidas. La recepción por la estación receptora de satélite 20 de las señales de difusión 5, 6 emitidas por las estaciones emisoras 3 ó 4 está representada en la figura 1 simbólicamente mediante flechas 5" y 6". Las señales de difusión recibidas o la información ADS-B contenida en ellas son transmitidas por la estación receptora de satélite 20, a través de un trayecto de transmisión por radio 21, a una estación de control terrestre de satélite 22. Allí, los datos ADS-B se tratan para su transmisión a la central de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos 11 a través de un enlace 23.

También en la forma de realización según la invención, evidentemente, es posible que la señal de difusión 5; 6 emitida por una de las aeronaves 1, 2 sea recibida por otra aeronave 2; 1 y evaluada en ésta. La información relativa al otro avión 2; 1, recibida en el otro avión 2; 1, puede utilizarse para realizar un sistema para evitar colisiones entre aeronaves 1, 2, por ejemplo, en forma de un Traffic Collision Avoidance System (TCAS).

La disposición de vigilancia según la invención proporciona medios para realizar una vigilancia ADS-B con base en el espacio, usando estaciones receptoras de satélite 20 que reciben señales 1090 ES 5, 6 de aeronaves 1, 2. Además, la disposición puede proporcionar también una redifusión ADS-B (ADS-R, ADS-B Rebroadcast), una difusión de servicios de información de tráfico (TIS-B, Flight Information Service Broadcast) y una difusión de información de vuelos (FIS-B, Flight Information Broadcast), usando la señal 1.090 ES 5, 6 a través de estaciones receptoras de satélite 20.

La vigilancia ADS-B con base en el espacio puede complementar o mejorar una vigilancia ADS-B con base terrestre (con estaciones receptoras terrestres 7, 8). Una correspondiente estación receptora 8 con base terrestre, representada a modo de ejemplo, para recibir señales de difusión ADS-B 5', 6' está representada con líneas discontinuas en la figura 1. Según la invención, alternativamente puede realizarse una vigilancia global ADS-B que comprenda estaciones receptoras de satélite 20 como únicas estaciones receptoras, es decir que no comprenda estaciones receptoras 8 adicionales con base terrestre.

Adicionalmente a las funciones de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos (llamadas Air Traffic Control (ATC) Tasks), los datos ADS-B recibidos pueden ponerse a disposición de otros usuarios y ser utilizados por éstos. Así, por ejemplo, es posible emplear la información ADS-B también para poner a disposición a una aerolínea la posición actual de sus aeronaves 1, 2. Esto puede ser útil en caso de retrasos de aeronaves de línea 1, 2 o en caso de emergencia. De esta forma, la aerolínea puede planificar mucho mejor, de forma mucho más previsor y eficiente, el uso de sus aeronaves.

ADS-B comprende una transmisión, periódica y sin requerimiento, de datos o información relativa a una aeronave 1; 2 que están disponibles a bordo de la aeronave 1, 2. La información transmitida comprende datos de vigilancia

como, por ejemplo, la posición, la altura, la velocidad, la dirección, un distintivo 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, periódica y sin dirección de destinatario especial. A este respecto, las señales ADS-B se diferencian de los mensajes ADS-Contract (ADS-C) que a través de un enlace punto-a-punto se transmiten a satélites de comunicación geostacionarios. Los satélites de comunicación geostacionarios se encuentran en una órbita de varias decenas de miles de metros por encima de la superficie terrestre 29, especialmente a aprox. 36.000 kilómetros por encima de la superficie terrestre 29. El enlace de comunicación punto-a-punto está sujeta a pago y es relativamente cara, de modo que para la transmisión de la información de una aeronave 1, 2 durante un vuelo intercontinental más largo, tan sólo por los tiempos de transmisión necesarios para la información de la aeronave se producen gastos relativamente altos que no serían aceptadas por las aerolíneas y finalmente por los usuarios de las aeronaves 1, 2 (los pasajeros o los clientes de transportes aéreos. Frente a la vigilancia ADS-C del espacio aéreo, la vigilancia ADS-B con base en el espacio, propuesta según la invención, ofrece claras ventajas con vistas a una vigilancia lo más sencilla y 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) en regiones no cubiertas por radar primario y/o secundario. Incluso sin cobertura radar, en estas regiones puede realizarse una vigilancia ATC con la vigilancia ADS-B con base en el espacio, según la invención. Esto resulta interesante especialmente en regiones donde no es posible o es posible sólo con un gran gasto disponer estaciones receptoras terrestres ADS-B 7, 8.

Con la presente invención además es posible por primera vez una vigilancia continua del espacio aéreo incluso a bajas alturas de vuelo. Dado el caso, se puede realizar una vigilancia que puede alcanzar hasta la superficie terrestre 2, por ejemplo la pista de aterrizaje de un aeropuerto. Esto se consigue de tal forma que las estaciones receptoras de satélite 20 se encuentran por encima de las aeronaves 1, 2 y - a diferencia de las estaciones receptoras terrestres 7, 8 por radar y ADS-B, empleadas hasta ahora - no son sistemas terrestres que puedan verse entorpecidos en cuanto a la recepción de las señales de difusión 5, 6 por la curvatura de la tierra o 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 en el espacio, propuesto según la invención, puede convertirse en una parte integrante esencial del sistema de transporte aéreo estadounidense de nueva generación (NextGen, Next Generation Air Transportation System), del sistema de vigilancia de tráfico aéreo australiano (Australian Air Traffic Surveillance System) y de otros sistemas correspondientes en Europa, Asia y otra partes del mundo. Hay que partir de que, en el futuro, la vigilancia ADS-B con base en el espacio será un componente decisivo de la vigilancia del tráfico aéreo en el mundo. La invención proporciona, tanto al piloto como a los controladores aéreos, una vigilancia mejorada de las aeronaves 1, 2 en el espacio aéreo y un conocimiento mejorado acerca del tráfico aéreo actual en el espacio aéreo circundante. El ADS-B con base en el espacio está concebido para mejorar la seguridad, la capacidad y la eficiencia de las vigilancias de los espacios aéreos regionales y proporcionar al mismo tiempo una plataforma flexible, ampliable sin problemas, para tener en cuenta posibilidades para el futuro crecimiento del tráfico aéreo.

Al emplear estaciones receptoras de satélite 20, las ventajas de ADS-B pueden realizarse sin problemas y de forma económica especialmente también para regiones en las que hasta ahora la vigilancia ADS-B no podía realizarse o se podía realizar sólo con un gran gasto, por ejemplo en el área de mares y océanos o en regiones con una infraestructura débil. Adicionalmente a las funciones de vigilancia del tráfico aéreo, se puede permitir a la aerolínea una vigilancia global de su propia flota de tráfico aéreo.

En la figura 2 está representado otro ejemplo de realización de la presente invención. Este ejemplo de realización se diferencia del primer estación receptora de la figura 1 especialmente en que las señales de difusión 5, 6 recibidas por la estación receptora de satélite 20 o la información contenida en ellas no se transmiten directamente de la estación receptora de satélite 20 de vuelta a la superficie terrestre (a la estación de control terrestre de satélite 22), sino en primer lugar a otro satélite 26 a través de un radioenlace 25. La señal de difusión 5, 6 recibida por la estación receptora de satélite 20 o la información contenida en ella puede transmitirse desde el satélite 26 adicional o bien a satélites adicionales (no representados), o bien a la estación de control terrestre de satélite 22. El satélite 26 adicional puede comprender también una estación receptora para las señales de difusión 1.090 ES 5, 6 de las aeronaves 1, 2. Sin embargo, también es posible que, como en el ejemplo de realización representado en la figura 2, el satélite 26 adicional sirva simplemente de estación relé para recibir las señales de la estación receptora de satélite 20 a través del radioenlace 25 y para transmitir la información contenida en la señal a la estación de control terrestre de satélite 22, sin que el satélite 26 mismo pueda recibir señales de difusión 1.090 ES 5, 6 emitidas por las aeronaves 1, 2.

En el ejemplo de realización representado en la figura 2, las señales de difusión 5, 6 o la información contenida en ellas son enviadas por el satélite 26 a la estación de control terrestre de satélite 22, a través de un radioenlace 27. La información acerca de las aeronaves 1, 2, recibida a través del radiolenlace 27 y contenida en las señales de

difusión 5", 6" recibidas por la estación receptora de satélite 22, se transmiten por la estación de control terrestre 22, a través de una línea 23, a la central de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos 11. Alternativamente, también sería posible una radiotransmisión entre la estación de control terrestre 22 y la central 11.

- 5 La transmisión de las señales de difusión 5", 6" recibidas por una estación receptora de satélite 20 a la central de control de tráfico aéreo y/o gestión de vuelos 11, directamente a través de satélites 26 adicionales, resulta ventajosa especialmente en regiones en las que la próxima estación de control terrestre de satélite 22 para la recepción de las señales de radio 27 está dispuesta fuera del alcance de los satélites 20 que reciben las señales de difusión 5", 6", como por ejemplo en el área de mares y océanos.

REIVINDICACIONES

- 1.- Disposición de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos para aeronaves (1, 2) que comprende al menos una estación emisora (3, 4) en una aeronave (1, 2) que se ha de controlar y/o gestionar y varias estaciones receptoras (20) situadas a una distancia entre ellas que están comunicadas con una central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos (11), emitiendo la al menos una estación emisora (3, 4) de la aeronave (1, 2) que se ha de controlar y/o gestionar una señal de difusión (5, 6), siendo recibida la señal de difusión (5, 6) por al menos una de las estaciones receptoras (20) que transmite al menos una parte de los datos contenidos en la señal de difusión (5, 6) a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos (11) o a otras organizaciones, **caracterizada porque** al menos una parte de las estaciones receptoras (20) están configuradas como estaciones receptoras de satélite, de tal forma que reciben una señal de difusión (5, 6) de 1090 MHz procedente de una estación emisora (3, 4) configurada como Mode S Extended Squitter de una aeronave (1, 2) que se ha de controlar y/o gestionar, y de tal forma que transmiten al menos una parte de los datos contenidos en la señal de difusión, a través de un trayecto de transmisión por radio (21; 25, 27), a una estación de control terrestre de satélite y desde allí a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos (11) o a otras organizaciones.
- 2.- Disposición según la reivindicación 1, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) giran alrededor de la tierra en una órbita inferior a 3.000 km encima de la superficie terrestre (29).
- 3.- Disposición según la reivindicación 2, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) son parte integrante de satélites Low Earth Orbit (LEO).
- 4.- Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) giran alrededor de la tierra de tal forma que sus áreas de recepción cubran al menos temporalmente regiones geográficas cubiertas insuficientemente con estaciones receptoras terrestres (7, 8).
- 5.- Disposición según la reivindicación 4, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) giran alrededor de la tierra de tal forma que sus áreas de recepción cubren regiones de mares, montañas, selvas y/o desiertos.
- 6.- Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) están configuradas de tal forma que reciben una señal de 978 MHz de un transceptor de acceso universal.
- 7.- Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) están configuradas de tal forma que reciben una señal VHF Data Link Mode 4 en la gama de frecuencias de 108 a 137 MHz.
- 8.- Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) presentan al menos una estación emisora que emite otra señal de difusión con información de tráfico aéreo de aeronaves (1, 2).
- 9.- Disposición según la reivindicación 8, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) presentan al menos una estación emisora que emite otra señal de difusión con información de tráfico aéreo de otras unidades de vigilancia, preferentemente con base terrestre, especialmente un radar secundario o una estación terrestre ADS-B (7, 8).
- 10.- Disposición según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizada porque** la información de tráfico aéreo es información de posición de al menos una aeronave (1, 2).
- 11.- Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) presentan medios para descodificar una señal de difusión (5, 6) emitida de forma codificada por la estación emisora (3, 4) de la aeronave (1, 2) que se ha de controlar y/o gestionar.
- 12.- Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada porque** las estaciones receptoras de satélite (20) presentan medios para codificar los datos de la señal de difusión (5, 6) que se han de transmitir a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos (11).
- 13.- Procedimiento para el control de tráfico aéreo y/o la gestión de vuelos de aeronaves (1, 2), según el cual al menos una estación emisora (3, 4) en una aeronave (1, 2) que se ha de controlar y/o gestionar emite una señal de difusión (5, 6) que es recibida por al menos una de varias estaciones receptoras (20) situadas a una distancia entre ellas, que transmite una parte de los datos contenidos en la señal de difusión (5, 6) a una central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos (11) o a otras organizaciones, **caracterizado porque** al menos una parte de las estaciones receptoras están configuradas como estaciones receptoras de satélite (20), y la señal de difusión de 1.090 MHz (5, 6) emitida por una estación emisora (3, 4) configurada como Mode S Extended Squitter de la aeronave (1, 2) que se ha de controlar y/o gestionar, es recibida por al menos una de las estaciones receptoras de

satélite (20), y al menos una parte de los datos contenidos en la señal de difusión (5, 6) se transmite, a través de un trayecto de transmisión por radio (21; 25, 27) a una estación de control terrestre de satélite y desde allí a la central de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos (11) o a otras organizaciones.

- 5 **14.-** Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizada porque** los datos contenidos en la señal de difusión (5, 6) recibida por la al menos una estación receptora de satélite (20) se pone a la disposición de terceros, especialmente de una aerolínea de la aeronave (1, 2) que se ha de controlar y/o gestionar y/o de autoridades de control de tráfico aéreo y/o de gestión de vuelos, y de aeropuertos.

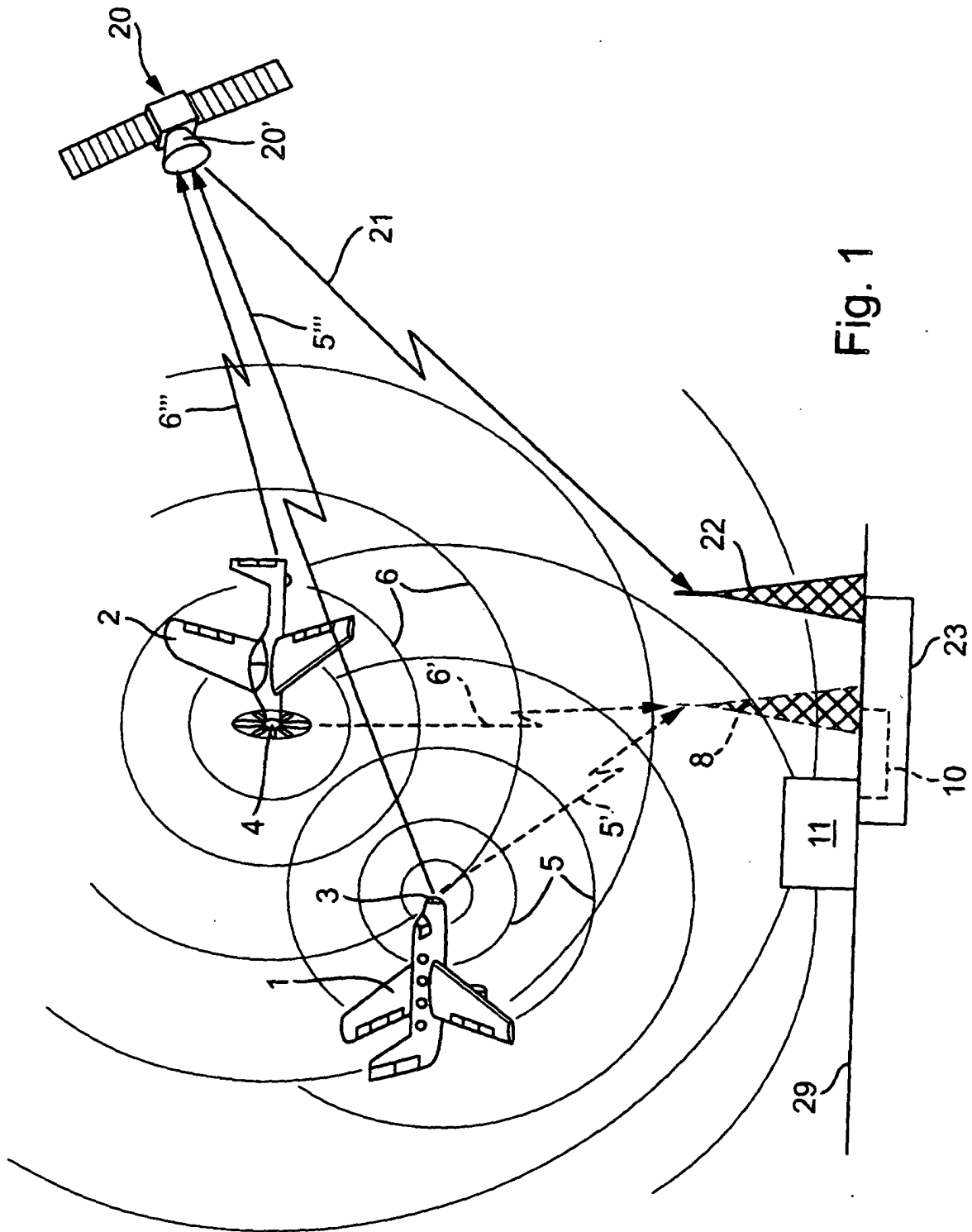


Fig. 1

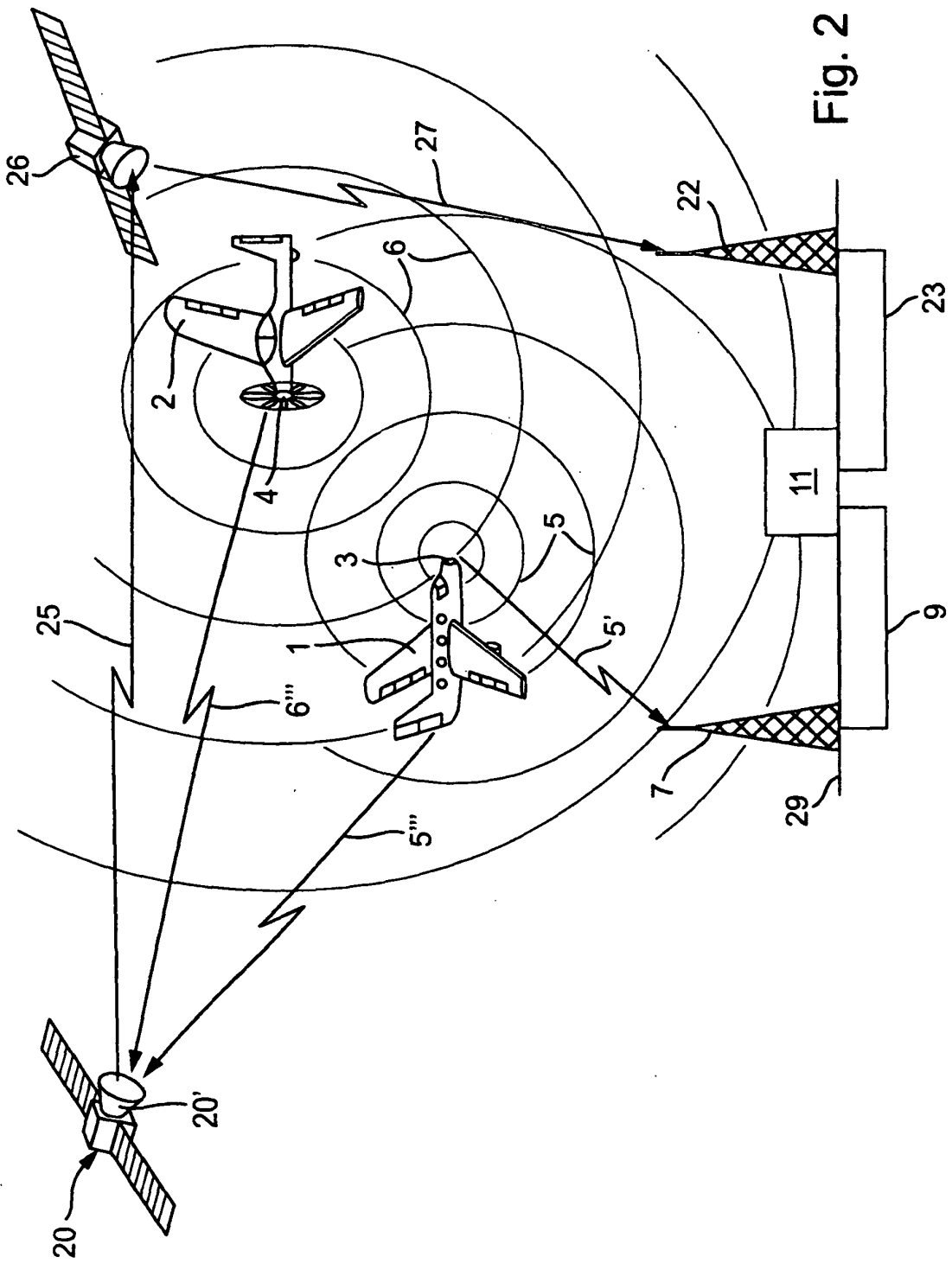


Fig. 2

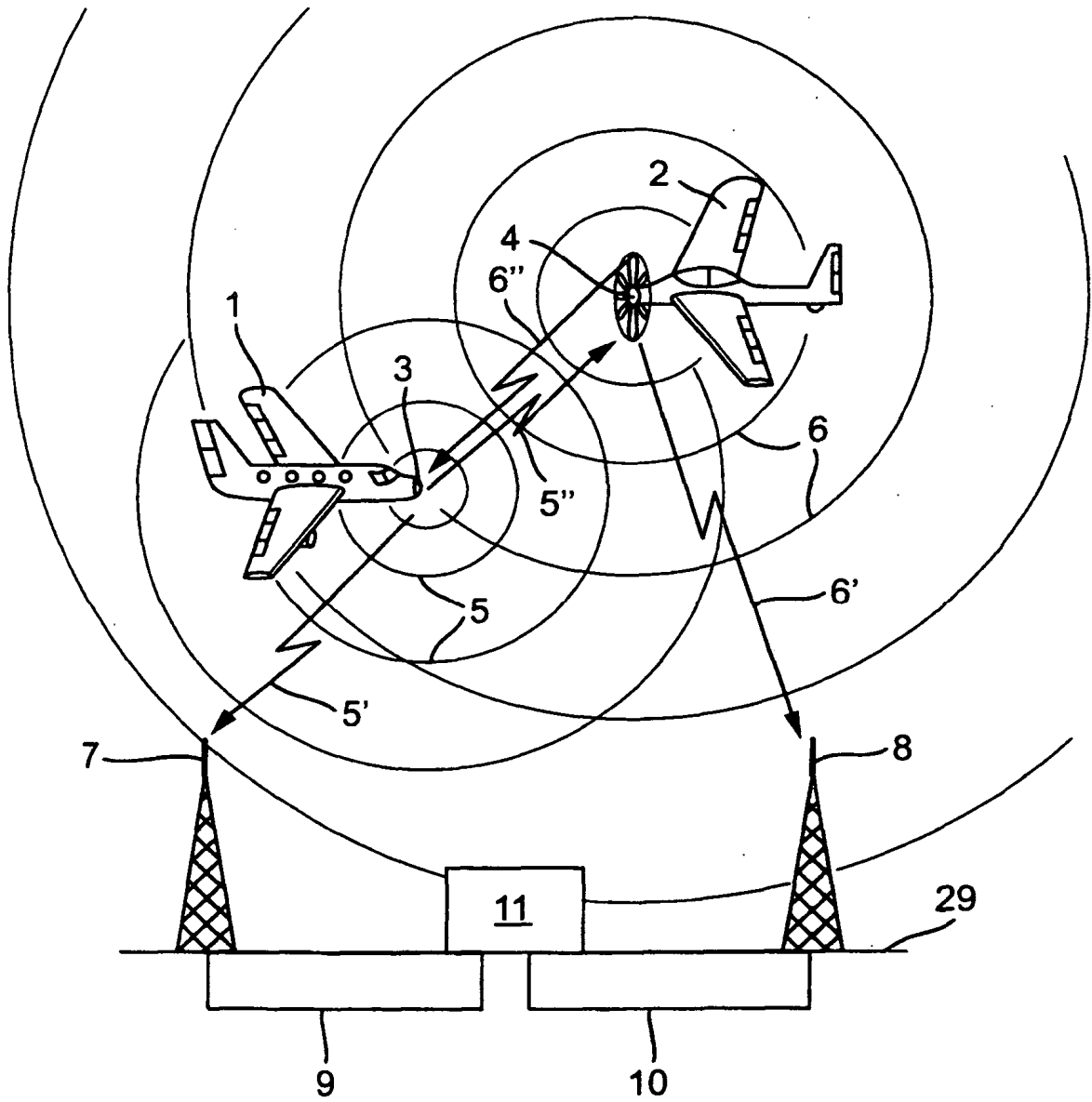


Fig. 3 (estado de la técnica)