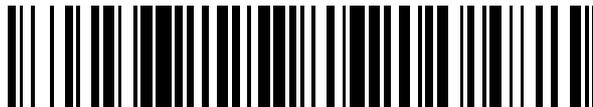


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 042**

51 Int. Cl.:

**B64F 1/00** (2006.01)

**G08G 5/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2016** **E 16161329 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019** **EP 3222529**

54 Título: **Optimización del alcance de un sistema de atraque de aeronaves**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.03.2020**

73 Titular/es:

**ADB SAFEGATE SWEDEN AB (100.0%)**  
**Djurhagegatan 19**  
**213 76 Malmö, SE**

72 Inventor/es:

**HÅKANSSON, OLA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 748 042 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

Optimización del alcance de un sistema de atraque de aeronaves

### 5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a sistemas de atraque de aeronaves, y en particular a un sistema de atraque de aeronaves adaptado para recibir información de un sistema de vigilancia de aeropuertos, y usar la información recibida en el control de un sistema de verificación y posicionamiento luminoso en el procedimiento de guiado de un avión a un puesto.

### **Antecedentes de la invención**

En los aeropuertos más grandes es común el uso de pasarelas de embarque y desembarque con el fin de facilitar el traslado de pasajeros desde y hacia las aeronaves. Normalmente, las pasarelas de embarque y desembarque son ajustables en altura y son extensibles telescópicamente de modo que los pasajeros pueden entrar o salir de la aeronave sin quedar expuestos a la intemperie, y sin tener que entrar en la zona de atraque o puesto en el que se encuentra estacionada la aeronave.

Con el fin de que sea posible conectar la pasarela de embarque y desembarque a la aeronave, la aeronave ha de ser guiada a una posición de parada predeterminada en el puesto. En general, el piloto es guiado por una línea de entrada pintado en el suelo, que termina en una posición de parada predeterminada. Adicionalmente, ya que la vista del puesto o zona de atraque es limitada desde el interior de la cabina de la aeronave, el piloto es normalmente guiado por cualquier personal sobre el terreno o, como en años más recientes, por un sistema visual de guía de atraque (VDGS, por sus siglas en inglés).

Un VDGS funciona normalmente mediante la emisión de impulsos de luz, por ejemplo, impulsos de láser, de una ubicación en conexión con el puesto, por ejemplo, en el edificio terminal. Los impulsos de luz se emiten normalmente en una dirección a lo largo de la línea de entrada, en la que una aeronave que se aproxima siguiendo la línea de entrada reflejará los impulsos de luz hacia un detector. Una unidad de control en el VDGS puede entonces calcular la distancia respecto a la aeronave cuando se aproxima a la posición de parada. Alternativamente, una exploración más compleja del volumen en la zona de puesto puede realizarse al dirigir los impulsos de luz a diferentes posiciones en la zona de puesto de modo que las diferentes partes de la aeronave que se aproxima refleja los impulsos de luz, en la que no sólo la distancia a la aeronave puede ser determinada, sino que también puede ser identificado el tipo de aeronave al analizar los reflejos.

Adicionalmente, el VDGS puede incluir una pantalla dispuesta, por ejemplo en el edificio terminal, en una ubicación en la que sea claramente visible al piloto, en la que la pantalla puede proporcionar una guía, por medio de caracteres y/o símbolos, al piloto mientras maniobra la aeronave a la posición de parada.

Sin embargo, el alcance del VDGS está limitada por una serie de razones. La energía máxima de los impulsos de luz ha de ser limitada con el fin de cumplir con las normas de seguridad ocular con láser. Como se puede entender, el piloto en una aeronave que se aproxima será expuesto directamente a los impulsos de luz, lo cual podría dar lugar a lesiones oculares si la energía luminosa es demasiado alta. Lo mismo se aplica al personal que trabaja sobre el terreno en la zona de puesto.

Además, las condiciones atmosféricas en la zona de puesto afectan al alcance del VDGS. La atmósfera atenúa, absorbe y dispersa los impulsos de luz, especialmente en situaciones en las que las condiciones climáticas incluyen niebla o lluvias fuertes. De esto modo, el alcance eficaz de un láser equipado con VDGS está normalmente en el intervalo de 100-200 m en condiciones ideales.

Es importante que una aeronave que se aproxima sea detectada a la mayor brevedad posible cuando se desplaza a la posición de estacionamiento (en el punto de parada). Es resulta especialmente importante desde una perspectiva de seguridad, en la que la aeronave que se aproxima ha de aproximarse al puesto de una manera que minimice el riesgo de que entren en contacto con objetos en el suelo, así como en la pasarela y el propio edificio terminal. Una detección temprana hace que sea posible proporcionar una mejor guía al piloto, y también hace que sea posible que el VDGS determine mejor el tipo y/o versión de la aeronave que se aproxima. Esto último es especialmente importante ya que la pasarela de embarque y desembarque ha de alinearse correctamente con la aeronave una vez que se alcanza el punto de parada.

El funcionamiento del VDGS puede dividirse aproximadamente en dos fases: una fase de captación en la que el VDGS explora el volumen con relación al puesto con el fin de detectar/encontrar una aeronave, y una fase de seguimiento en la que el VDGS ha encontrado un objeto/aeronave y busca determinar el tipo y/o versión de la aeronave, así como guiar la aeronave hasta el punto de parada. Durante la fase de captación, el VDGS puede necesitar explorar un gran volumen dependiendo de la configuración del aeropuerto y en particular dependiendo de la disposición de los puestos, es decir, algunos puestos pueden cubrir una gran superficie (normalmente una zona correspondiente a al menos el

tamaño de la mayor aeronave esperada, por ejemplo 80 m por 80 metros cuadrados), en la que el alcance del VDGS ha de ser mayor con el fin de llegar hasta el otro extremo del puesto. Adicionalmente, el VDGS ha de ser capaz de explorar un mayor ángulo con el fin de captar objetos (aeronave) que se aproximan desde los lados.

5 Se ha intentado proporcionar una detección temprana de aeronaves disponiendo el VDGS más lejos de la zona de puesto, alejado del punto de parada, como en un puesto en conexión con el punto de entrada de la zona de puesto, o en una porción de la pasarela de embarque y desembarque más cercana al punto de entrada de la zona de puesto. No obstante, puesto que es deseable minimizar el número de objetos en la zona de puesto, las consideraciones tanto estéticas como de seguridad limitan fuertemente la viabilidad de tales disposiciones.

10 Por consiguiente, existe una necesidad insatisfecha de un sistema y método para identificar y guiar una aeronave a una posición de parada. Existe además una necesidad insatisfecha para dicho sistema y método, que proporciona un funcionamiento fiable incluso en condiciones ambientales desfavorables como niebla, lluvias fuertes, nieve, etc., y que reduce la posibilidad de identificar incorrectamente el tipo de aeronave a estacionar.

15 El documento US 6023665 representa la técnica anterior y desvela un sistema de identificación y de guía de atraque de aeronaves, otros sistemas son conocidos en los documentos US 6282488 y US 6563432.

### 20 Sumario de la invención

En vista de lo anterior, un objetivo de la invención es proporcionar un sistema y método para optimizar y, en circunstancias favorables, también aumentar el alcance eficaz del VDGS sin aumentar la energía de los impulsos de luz emitidos a un nivel posiblemente perjudicial.

25 Según un primer aspecto, la presente invención se implementa por medio de un sistema de atraque de aeronaves que comprende: un sistema de posicionamiento y verificación luminoso, preferentemente láser adaptado para explorar un volumen en relación con un puesto, una unidad de recepción adaptada para recibir datos de vigilancia de un sistema de vigilancia de aeropuertos, en el que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso se adapta además para controlar la extensión del volumen explorado basándose en los datos de vigilancia recibidos.

30 Una ventaja con esta realización es que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede explorar un volumen de una extensión determinada en base a los datos de vigilancia recibidos. Es decir, en lugar de explorar a ciegas un volumen con relación al puesto, el sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede usar los datos de vigilancia recibidos con el fin de centrarse en una exploración de un volumen determinado que tendrá un interés superior. A modo de ejemplo, un volumen puede ser determinado para ser de interés si los datos de vigilancia indican que una aeronave puede estar presente, o pronto estará presente, en ese volumen. Así, el sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede, basándose en los datos proporcionados por el sistema de vigilancia, realizar una exploración muy eficaz de un volumen en relación con un puesto. Por el término "un volumen en relación con un puesto", significa aquí un volumen que rodea sustancialmente una zona de puesto. La aeronave puede ser estacionada en una zona de puesto. El volumen puede tener una extensión tal que rodea una zona que es más grande que el puesto, preferentemente en una dirección hacia una pista de rodadura del aeropuerto. El volumen puede tener diferentes formas en función de la disposición del sistema de posicionamiento y verificación luminoso. El puesto puede disponerse frente a un edificio terminal de modo que los pasajeros puedan entrar y/o dejar una aeronave estacionada. Alternativa o adicionalmente, el puesto puede estar dispuesto en una ubicación remota de un edificio terminal. El puesto remoto puede usarse para estacionar una aeronave que no se encuentra operativa, o para embarcar/desembarcar pasajeros y/o mercancías para su posterior transporte desde la zona de puesto remoto a otro lugar.

50 Una ventaja adicional es que mediante la combinación de los datos de vigilancia recibidos con los datos proporcionados por la exploración del volumen en relación con el puesto, la posición de una aeronave puede determinarse con alta precisión en cualquier lugar en el aeropuerto. Adicionalmente, los sensores de cooperación del sistema de vigilancia también permiten que los datos adicionales acerca de la aeronave que se aproxima sean adquiridos, tal como por ejemplo un identificador único de avión. Normalmente, el sistema de vigilancia puede determinar la posición de una aeronave en la pista de aterrizaje o pista de rodadura con gran precisión, pero a medida que la aeronave se aproxima a la zona de puesto, en particular en las proximidades de edificios terminales, la precisión de los datos de posición del sistema de vigilancia se deteriora debido a la presencia de, por ejemplo, edificios u otras estructuras que interfieren con los sensores del sistema de vigilancia (es decir, bloqueo de los impulsos del radar, producción de un error de lectura por los reflejos y la propagación por trayectoria múltiple/efecto fantasma, etc.).

60 En la realización preferida desvelada en lo sucesivo, el sistema de atraque usa un sistema de posicionamiento y verificación basado en láser. Se puso de relieve que como alternativa, el sistema de atraque puede estar equipado con radar o medios ópticos (por ejemplo una cámara) para explorar el volumen. En el primer caso, puede usarse una antena de radar que proporciona un haz de radar lo suficientemente estrecho de modo que la resolución de la exploración es suficiente para detectar y determinar la posición de una aeronave que se aproxima. En el último caso, una cámara y un software de reconocimiento de imágenes asociado pueden usarse para detectar y determinar la posición de la aeronave. Como alternativa al láser, puede usarse una luz visible, así como infrarroja para emitir luz

que se reflejará en una aeronave que se aproxima.

5 El sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede comprender al menos un transmisor por láser adaptado para emitir luz en diferentes direcciones en el volumen, y un detector adaptado para detectar la luz reflejada por los objetos en el volumen.

10 Una ventaja con esta realización es que un número limitado de transmisores de láser se puede usar para explorar el volumen completo, haciendo, con lo cual que el sistema sea compacto. Incluso un solo transmisor adaptado para explorar el acimut y la elevación en un ángulo amplio se puede usar para determinar la posición y el tipo de una aeronave que se aproxima. El al menos un transmisor de láser puede ser adaptado para emitir luz en diferentes direcciones de manera que se pueda explorar un volumen de una forma piramidal (por ejemplo tetraedro o pentaedro). Alternativa o adicionalmente o dos o más transmisores de láser se pueden usar en conjunto y adaptarse para emitir luz en diferentes direcciones de manera que puedan explorarse volúmenes de otras formas, por ejemplo rectangular.

15 El sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede adaptarse para reducir el tamaño del volumen explorado basándose en los datos de vigilancia recibidos.

20 Una ventaja con esta realización es que un volumen más pequeño puede ser explorado más rápidamente. A modo de ejemplo, los datos de vigilancia pueden indicar que una aeronave puede estar presente, o pronto estará presente, en un subvolumen del volumen original con relación al puesto, con lo que el sistema puede centrarse en la exploración de un volumen más pequeño. Por el término "reducir el tamaño" se entiende aquí que el sistema puede estar adaptado para reducir el tamaño del volumen explorado en cualquier dimensión dependiendo de la forma del volumen explorado.

25 El sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede adaptarse para cambiar el volumen explorado lateral basándose en los datos de vigilancia recibidos.

30 Una ventaja con esta realización es que un volumen que, en base a los datos de vigilancia recibidos se determina para ser de interés, puede explorarse. A modo de ejemplo, si los datos de vigilancia indican que una aeronave puede estar presente, o pronto estará presente, en un volumen desplazado lateralmente del volumen explorado actual, el sistema puede cambiar el volumen explorado lateralmente de modo que se explore el volumen de interés. Por el término "lateral" se entiende aquí que el sistema puede realizar un movimiento de traslación del volumen en cualquier dirección o que el sistema puede realizar un desplazamiento angular del volumen de manera que se dirige a un nuevo ángulo de acimut o de elevación.

35 El sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede adaptarse para explorar un volumen que se extiende en una dirección radialmente hacia el exterior del sistema de posicionamiento y verificación por láser, el sistema de posicionamiento y verificación luminoso se adapta para reducir el tamaño del volumen explorado al restringir la extensión del volumen en la dirección radial.

40 Una ventaja con esta realización es que el sistema puede reducir el tamaño del volumen explorado de modo que alcanza una distancia deseada hacia por ejemplo la pista de rodadura del aeropuerto. A modo de ejemplo, el alcance visual en el puesto puede estar restringido de modo que es relevante reducir el volumen explorado en una dirección radialmente hacia el exterior del sistema de posicionamiento y verificación luminoso. Por el término "radialmente" se entiende aquí que la dirección se extiende radialmente hacia el exterior de un transmisor único transmisor de láser. Alternativa o adicionalmente, la dirección radial se define como un vector normal que se extiende hacia fuera de un grupo de transmisores dispuestos a lo largo de una línea. Alternativa o adicionalmente, la dirección radial se define como una dirección que se extiende radialmente hacia el exterior de un único transmisor de láser entre un grupo de transmisores.

50 El sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede adaptarse para explorar un volumen que se extiende en una dirección radialmente hacia el exterior del sistema de posicionamiento y verificación luminoso y en una dirección transversal a la dirección radial, el sistema de posicionamiento y verificación luminoso se adapta para reducir el tamaño del volumen explorado al restringir la extensión del volumen en la dirección transversal.

55 Una ventaja con esta realización es que un volumen lateral o verticalmente más pequeño puede ser explorado más rápidamente. Por el término "transversal" se entiende aquí que el sistema puede reducir la anchura y/o la altura del volumen explorado como se ve en una dirección desde el sistema de posicionamiento y verificación luminoso. A modo de ejemplo, el sistema puede estar dispuesto para reducir el patrón de haz de acimut de modo se reduce que la anchura del volumen explorado. Alternativa o adicionalmente, el sistema puede estar dispuesto para reducir el patrón de haz de elevación de modo se reduce que la altura del volumen. Alternativa o adicionalmente, uno o más transmisores de láser entre un grupo de transmisores pueden controlarse para reducir su potencia de transmisión de modo que el tamaño transversal del volumen se reduce.

65 Los datos de vigilancia recibidos pueden comprender al menos uno de: datos de identificación, tipo, versión y posición de una aeronave.

## ES 2 748 042 T3

- Una ventaja con esta realización es que el sistema de atraque de aeronaves recibe un aviso por anticipado sobre una aeronave que se aproxima al puesto. Los datos de identificación, tipo y versión de la aeronave pueden usarse para determinar las propiedades y el aspecto de la aeronave a fin de facilitar la verificación de la aeronave. Alternativa o adicionalmente, los datos de identificación, tipo y versión de la aeronave se pueden usar para consultar una base de datos externa sobre la posición de la aeronave. Los datos de posición se pueden usar para controlar la extensión del volumen explorado de modo que se dirige hacia la aeronave y/o restringe a un subvolumen en el que la aeronave está residiendo o se espera que resida pronto. Alternativa o adicionalmente, los datos de posición se pueden usar para consultar una base de datos externa acerca de los datos de identificación, tipo y/o versión de la aeronave en la posición recibida. Los datos de posición se pueden usar para calcular una velocidad y la ruta de la aeronave.
- Los datos de vigilancia recibidos pueden comprender información concerniente a las condiciones meteorológicas actuales en el aeropuerto.
- Una ventaja con esta realización es que el sistema puede controlar el tamaño y/o forma del volumen explorado dependiendo de las condiciones meteorológicas actuales en el aeropuerto. A modo de ejemplo, las condiciones meteorológicas imperantes en el aeropuerto pueden restringir el alcance visual del sistema de posicionamiento y verificación luminoso, tal como durante fuertes lluvias o nieve, niebla, etc. El sistema puede, en esta situación, reducir el tamaño del volumen explorado al reducir el alcance del transmisor/detector de láser ya que los objetos a una larga distancia sólo son detectables con una baja probabilidad.
- El sistema de vigilancia puede ser al menos uno de: radar de movimiento en tierra, sistemas de ADS-B, en Modo-S y GPS.
- Una ventaja con esta realización es que el sistema de atraque de aeronaves puede recibir datos desde los sistemas que ya están desplegados en el aeropuerto. El receptor actúa como una interfaz hacia estos sistemas con el fin de facilitar el control fiable del tamaño y/o forma del volumen explorado.
- El sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede adaptarse para detectar la aeronave en el volumen explorado.
- Una ventaja con esta realización es que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede funcionar en un estado de captación, en el que el control de la extensión del volumen explorado se optimiza para la detección de una aeronave en el volumen explorado. El volumen explorado puede tener una extensión en acimut, elevación y el alcance de modo que se ve facilitada una detección fiable. La extensión del volumen explorado puede ajustarse de tal manera que se consigue en el alcance máximo con el fin de detectar una aeronave a una distancia tan lejos como sea posible de la posición de estacionamiento en el puesto. La extensión del volumen explorado puede ajustarse de tal manera que se explore un volumen lo más amplio posible en caso de que los datos de vigilancia recibidos indiquen una posición incierta de la aeronave. La extensión del volumen explorado puede ajustarse de tal manera que se explore un volumen estrecho (en acimut y/o elevación) en caso de que los datos de vigilancia recibidos indiquen la posición de la aeronave con gran certeza.
- El sistema de posicionamiento y verificación luminoso puede adaptarse para verificar la aeronave en el volumen explorado.
- Una ventaja de esta realización es que una vez que haya sido detectada la aeronave en el volumen, el sistema puede controlar la extensión del volumen de modo que se ve facilitada una verificación fiable de la aeronave. La extensión del volumen explorado puede ajustarse de tal manera que se explore un volumen estrecho (en acimut y/o elevación) con el fin de proporcionar una lectura de alta resolución [exploración] del objeto detectado en el volumen. Basándose en los datos de vigilancia recibidos, el sistema puede controlar la extensión del volumen de modo que se exploren las partes específicas de la aeronave detectada con el fin de detectar características distintivas de la aeronave. Los datos de vigilancia recibidos pueden comprender información acerca del tipo y/o versión de la aeronave, en la que el sistema puede consultar una base de datos interna o externa con el fin de determinar la posición relativa de las características distintivas (tales como los motores) en la aeronave y controlar además la extensión del volumen, es decir, se centra en las características distintivas, de modo que se ve facilitada una verificación del tipo y/o versión de la aeronave.
- La unidad de procesamiento puede estar adaptada para controlar el sistema de posicionamiento y verificación luminoso para verificar al menos uno de datos de verificación, tipo, y versión de la aeronave.
- Una ventaja con esta realización es que el sistema de atraque de aeronaves, o cualquier otra entidad conectada operativamente al sistema de atraque de aeronaves, puede tomar medidas basándose en la verificación. El sistema de atraque de aeronaves puede indicar al piloto de la aeronave que detenga la aeronave si falla la verificación. El sistema de atraque de aeronaves puede iniciar una nueva exploración del volumen controlado por la extensión en caso de que falle la verificación.
- La unidad de procesamiento está adaptada para recuperar el tipo y/o la versión de la aeronave de una base de datos en función de dichos datos de identificación.

Una ventaja con esta realización es que se facilita el mantenimiento del sistema. La base de datos puede ser interna o externa al sistema. Una base de datos interna puede ser actualizada periódica u ocasionalmente por medio de una conexión a un sistema de base de datos del aeropuerto. El sistema puede consultar una base de datos externa cuando la ocasión lo exija. Una base de datos externa puede estar bajo la supervisión de una autoridad aeroportuaria de control aumentando así la fiabilidad de los datos almacenados en la misma.

El sistema de atraque de aeronaves puede comprender una interfaz adaptada para proporcionar datos de la aeronave al sistema de vigilancia. La interfaz puede estar adaptada para proporcionar datos de la aeronave al sistema de vigilancia a través de una base de datos.

Una ventaja con esta realización es que al proporcionar el sistema de vigilancia con datos de la aeronave del sistema de atraque, la posición de una aeronave puede ser conocida por el sistema de vigilancia con alta precisión en cualquier lugar en el aeropuerto. Normalmente, el sistema de vigilancia puede determinar la posición de una aeronave en la pista de aterrizaje o pista de rodadura con gran precisión, pero a medida que la aeronave se aproxima a la zona de puesto, en particular en las proximidades de edificios terminales, la precisión de los datos de posición del sistema de vigilancia se deteriora debido a la presencia de, por ejemplo, edificios u otras estructuras que interfieren con los sensores del sistema de vigilancia (es decir, bloqueo de los impulsos del radar, producción de un error de lectura por los reflejos y la propagación por trayectoria múltiple/efecto fantasma, etc.). Dado que el sistema de vigilancia según esta realización recibe datos de la aeronave adquiridos por el sistema de atraque en la zona de puesto, se mitigan los problemas anteriores.

El sistema de atraque de aeronaves puede proporcionar datos de la aeronave que comprenden al menos uno de: datos de identificación verificada, tipo, versión y posición de una aeronave.

Una ventaja con esta realización es que el sistema de vigilancia puede recibir datos muy detallados sobre la aeronave en la zona de puesto, aumentando así la seguridad en el aeropuerto, y particularmente en la zona de puesto.

Otros objetivos, características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, a partir de las reivindicaciones adjuntas así como a partir de los dibujos.

En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben interpretarse según su significado habitual en el campo técnico, a menos que se defina explícitamente lo contrario en esta invención. Todas las referencias a "un/una/el/la [elemento, dispositivo, componente, medio, etapa, etc.]" deben interpretarse abiertamente como en referencia al menos a una instancia de dicho elemento, dispositivo, componente, medio, etapa, etc., a menos que se indique explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método descrito en esta invención no tienen que realizarse en el orden exacto descrito, a menos que se indique explícitamente.

#### Breve descripción de los dibujos

Lo anterior, así como objetos adicionales, características y ventajas de la presente invención, se comprenderán mejor a través de la siguiente descripción ilustrativa y no limitativa detallada de realizaciones preferidas de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los mismos números de referencia se usarán para elementos similares, en los que:

- Las figuras 1a y 1b son vistas esquemáticas de un sistema de atraque de aeronaves 100 según una primera realización de la presente invención;
- La fig. 2 ilustra esquemáticamente un sistema de atraque según una segunda realización de la presente invención;
- La fig. 3 ilustra esquemáticamente un sistema de atraque según una tercera realización de la presente invención;
- La fig. 4 ilustra esquemáticamente un sistema de atraque según una cuarta realización de la presente invención.

#### Descripción detallada de realizaciones preferidas

Las figuras 1a y 1b son vistas esquemáticas de un sistema de atraque de aeronaves 100 según una primera realización de la presente invención. El sistema de atraque de aeronaves 100 comprende un sistema de posicionamiento y verificación luminoso 110 que se adapta para explorar un volumen 120, o una parte de un volumen con relación a un puesto, tal como un sector vertical u horizontal, como se desvelará con más detalle a continuación, en relación con un puesto 130. En la figura 1, se indica una proyección 2D del volumen 120 por las líneas discontinuas 121, 122. Como se mencionó anteriormente, en la siguiente descripción de realizaciones preferidas, el sistema se desvelará usando un transmisor de láser como fuente luminosa para el sistema de posicionamiento y verificación luminoso 110. Sin embargo, se puso de relieve que como alternativa, el sistema de atraque puede estar equipado con radar, un haz de luz concentrado u otros medios ópticos (por ejemplo una cámara) para explorar el volumen.

El sistema de posicionamiento y verificación luminoso 110 comprende al menos un transmisor de láser 111 adaptado para emitir impulsos de láser en diferentes direcciones en el volumen 120. A modo de ejemplo, al proporcionando el transmisor de láser 111 con dos espejos (no mostrado) es posible apuntar el láser reflejando los impulsos de láser

5 hacia el exterior sobre la zona de puesto. Un espejo controla el ángulo horizontal del láser, mientras que el otro espejo controla el ángulo vertical. Cada espejo es controlado por un motor paso a paso que, a su vez, está controlado por un procesador (no mostrado) con el fin de realizar la exploración según un patrón específico (es decir, dirigir el impulso de láser a diferentes direcciones). Un detector 112 detecta impulsos de láser que han sido reflejados por objetos dentro del alcance del transmisor de láser 111.

10 Según la presente realización, el sistema 110 controla el espejo horizontal para alcanzar una exploración continua horizontal dentro de un ángulo predeterminado (por ejemplo +/- 10 grados) en pasos fijos (por ejemplo pasos angulares de 0,1 grados). Un paso angular se toma para cada respuesta del detector 112. Los impulsos de láser se emiten a una frecuencia predeterminada (por ejemplo 400 Hz), que proporciona una nueva lectura del detector 112 cada 2,5 ms. Asimismo, el espejo vertical puede ser controlado para lograr una exploración vertical dentro de un ángulo predeterminado (por ejemplo +20 y -30 grados) en pasos fijos (por ejemplo pasos angulares de 0,1 grados) con un paso cada 2,5 ms.

15 Una descripción más detallada del procedimiento de exploración puede hallarse, por ejemplo en el documento US 6.563.432 depositada por el presente solicitante.

20 En otras palabras, con referencia a la figura 1b, el transmisor de láser 111 se adapta para explorar el volumen 120 en una dirección horizontal desde un punto final donde el haz de luz sigue la línea discontinua 121, hasta otro punto final donde el haz de luz sigue la línea discontinua 122. Para cada paso en la dirección horizontal, el transmisor de láser 111 se adapta para explorar el volumen 120 en una dirección vertical desde un punto final, por ejemplo, +20 grados relativos al plano de tierra, hasta otro punto final, por ejemplo, -30 grados relativos al plano de tierra. Con este procedimiento se explora un volumen 120 con forma piramidal con un vértice en el transmisor de láser 111. En una realización alternativa, los espejos pueden ser controlados para explorar un volumen de una forma diferente, por ejemplo, una forma cónica.

25 En una realización alternativa, dos o más transmisores de láser 111 se pueden usar en conjunto y adaptarse para emitir luz en diferentes direcciones de manera que puedan explorarse volúmenes de otras formas, por ejemplo rectangular. Es decir, a modo de ejemplo, colocando cuatro transmisores de láser 111 y detectores 112 a unos pocos metros de distancia en una configuración rectangular en el edificio terminal en conexión con el puesto, y combinando la contribución de cada transmisor/detector, se puede explorar de forma eficiente una mayor parte de la zona del puesto (especialmente los bordes de la área del puesto más cercanos al edificio terminal).

30 El sistema de atraque de aeronaves 100 comprende además una unidad de recepción 140 adaptada para recibir datos de vigilancia de un sistema de vigilancia de aeropuertos 150. El sistema de vigilancia de aeropuertos 150 puede ser remoto al sistema de atraque de aeronaves 100 y compartido entre una pluralidad de entidades del aeropuerto. Normalmente, el sistema de vigilancia observa y sigue los aviones 190 en el aire y en tierra (pistas de aterrizaje y pistas de rodadura) y proporciona apoyo de conocimiento de la situación para una torre de control aéreo 170 en el aeropuerto. El sistema de vigilancia 150 también puede realizar un seguimiento de cualquier otro objeto, tal como remolcadores o remolques en el aeropuerto. El sistema de vigilancia 150 también puede proporcionar datos a una base de datos central 160 para su uso posterior en pantallas del aeropuerto, proporcionando así, por ejemplo, información sobre la llegada de aeronaves 190 a las personas en el aeropuerto. En particular, el sistema de atraque 100 puede recuperar el tipo y/o la versión de una aeronave del sistema de vigilancia 150 y/o de la base de datos central 160 basándose en los datos de identificación.

35 El sistema de vigilancia 150 puede basarse en un radar de movimiento en tierra, un radar digital de vigilancia aeroportuaria (DASR), sistemas de vigilancia automática dependiente-radiodifusión (ADS-B, por sus siglas en inglés), de Modo-S (Seleccionar) y/o GPS (posicionamiento global). El sistema de vigilancia 150 puede transmitir periódicamente datos de vigilancia a uno o más sistemas de atraque del aeropuerto. Alternativa o adicionalmente, un sistema de atraque específico puede solicitar datos de vigilancia al sistema de vigilancia 150, según sea necesario. El sistema de vigilancia 150 puede incluir la base de datos 160 mencionada anteriormente, en el que los datos de vigilancia se envían desde la base de datos 160 al sistema o sistemas de atraque 100 a petición o por difusión. Como alternativa, o además, del envío de datos de vigilancia desde la base de datos 160, el sistema de vigilancia 150 puede transmitir datos de vigilancia a los destinatarios (por ejemplo, el sistema o sistemas de atraque 100). Esta realización es beneficiosa en caso de que no se disponga temporalmente de una conexión a la base de datos 160, o en el caso de que no se use una base de datos 160 para proporcionar datos de vigilancia en el sistema. Los datos de vigilancia recibidos comprenden datos de identificación, tipo, versión y/o posición de una aeronave 190 supervisada por el sistema de vigilancia 150.

40 Según una realización, el sistema de vigilancia 150 proporciona datos de vigilancia que comprenden información concerniente a las condiciones meteorológicas actuales en el aeropuerto. La información meteorológica puede ser usada por el sistema de atraque 100 para determinar el alcance eficaz del sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110. Es decir, si los datos meteorológicos facilitados indican que la visibilidad en el aeropuerto es muy reducida, por ejemplo, debido a la niebla o a las fuertes lluvias, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110 sabrá que el alcance eficaz del láser (u otro haz de luz enfocada) se reducirá de tal forma que la aeronave 190 a una distancia mayor será difícil, o incluso imposible, de detectar. El sistema de atraque 100 puede, en dicha

situación, decidir aumentar la potencia del láser en caso de que aún no funcione a la potencia máxima permitida, y/o el sistema de ataque 100 puede alertar al piloto o al personal del puesto de que no es posible una detección y seguimiento fiables de la aeronave 190. El sistema de ataque puede decidir usar los datos de la aeronave (datos de identificación, tipo, versión, posición) presentes en los datos de vigilancia para realizar un seguimiento de la aeronave 190 hasta que sea posible una detección fiable mediante el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110

Dado que los datos de vigilancia proporcionan información sobre la posición de la aeronave que se aproxima, el sistema de ataque puede hacer una mejor interpretación de los datos proporcionados por el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110. Es decir, los datos de exploración, proporcionados por el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110 al explorar el volumen, que normalmente se descartarían por no ser fiables debido a la reducida visibilidad en la zona del puesto (es decir, los reflejos por la aeronave están muy cerca del umbral de ruido de la señal de datos), pueden interpretarse usando los datos de vigilancia, en los que, por ejemplo, se puede detectar una aeronave en la señal, ya que el sistema de ataque "sabe" dónde buscar y qué buscar.

El sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110 puede adaptarse para controlar la extensión del volumen explorado 120 basándose en los datos de vigilancia recibidos. En un primer ejemplo, con referencia a la situación anterior con visibilidad reducida, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110 se adapta para explorar un volumen que se extiende en una dirección radialmente 180 hacia el exterior desde la posición del sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110, como indica la flecha 180 de la figura 1b, en la que el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110 se adapta para reducir el tamaño del volumen explorado restringiendo la extensión del volumen en la dirección radial 180. Esto puede hacerse, por ejemplo, aceptando únicamente impulsos de luz reflejada que tengan un tiempo de vuelo por debajo de un umbral específico. Es decir, si el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 110 usa el tiempo de vuelo como método óptico de medición de la distancia, los impulsos reflejados volverán al detector 112 después de  $t = 2 * D/c$  segundos, donde c es la velocidad de la luz y D es la distancia desde el transmisor 111 hasta el objeto reflectante (es decir, la aeronave 190). Aceptando los impulsos reflejados dentro de una ventana de tiempo de, por ejemplo, 333,5 ns, se detectarán objetos de hasta 50 m en la dirección radial. Los impulsos de luz que llegan más tarde (posiblemente reflejados desde un objeto más alejado en la dirección radial) se rechazan por no ser fiables.

En un segundo ejemplo, con referencia a la figura 2, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210 se adapta para explorar un volumen que se extiende en una dirección radialmente 280 hacia el exterior desde la posición del sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210, como indica la flecha 280 de la figura 2, en la que los datos de vigilancia recibidos proporcionan información (por ejemplo, la identidad y la posición) sobre la aeronave 290 y otros objetos fuera del volumen explorado 220 (es decir, fuera del alcance eficaz del sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210). En particular, desde un sistema de ataque 200, los datos de posición proporcionados en los datos de vigilancia son iguales a los datos de posición proporcionados por el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210, en el sentido de que indica al sistema de ataque dónde se encuentra un objeto.

La aeronave 290 es detectada y seguida por el sistema de vigilancia 250, por ejemplo, por medio de transmisiones ADS-B 291. De este modo, los datos de posición e identificación relativos a la aeronave 290 son conocidos por el sistema de vigilancia 250. Si los datos de vigilancia indican que no hay otros objetos en la trayectoria entre el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210 y la aeronave 290, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210 puede aumentar la potencia de transmisión del láser a fin de ampliar el alcance real del sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210. Sin embargo, hay que tener cuidado de que la potencia de transmisión del láser no aumente hasta niveles que puedan ser perjudiciales para el personal que se encuentre en la zona comprendida entre el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210 y la aeronave. Alternativamente, las regulaciones pueden prescribir que el personal no puede entrar en la zona entre el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210 y la aeronave 290 durante las primeras etapas de la aproximación (cuando la aeronave está lejos y, por ende, la potencia de transmisión aumenta). La potencia de transmisión del láser puede reducirse a medida que la aeronave se aproxima a la zona del puesto.

El sistema de ataque 200 puede proporcionar datos de exploración (por ejemplo, posición y tipo de aeronave), recibidos del sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 210, al sistema de vigilancia 250. Como se mencionó anteriormente, el sistema de vigilancia puede determinar normalmente la posición de una aeronave en la pista de aterrizaje o pista de rodadura con gran precisión, pero a medida que la aeronave se aproxima a la zona de puesto, en particular en las proximidades de edificios terminales, la precisión de los datos de posición del sistema de vigilancia se deteriora debido a la presencia de, por ejemplo, edificios u otras estructuras que interfieren con los sensores del sistema de vigilancia (es decir, bloqueo de los impulsos del radar, producción de un error de lectura por los reflejos, etc.). Al proporcionar los datos de exploración desde el sistema de ataque 210 al sistema de vigilancia 250, el sistema de vigilancia 250 será capaz de realizar un seguimiento de una aeronave con alta precisión también en la zona del puesto, aunque otros sensores que forman parte del sistema de vigilancia 250 no puedan proporcionar datos fiables.

Como se ha desvelado anteriormente, el tamaño del volumen explorado puede reducirse en una dirección radial. Con

5 referencia a la figura 3, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 310 puede adaptarse para explorar un volumen 320 que se extiende en una dirección radialmente hacia el exterior del sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 310 y en una dirección transversal a la dirección radial, en el que el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 310 se adapta para reducir el tamaño del volumen explorado 320 al restringir la extensión del volumen 320 en la dirección transversal.

10 Una aeronave 390 es detectada y seguida por el sistema de vigilancia 350, por ejemplo, por medio de transmisiones ADS-B 391. De este modo, los datos de posición e identificación relativos a la aeronave 390 son conocidos por el sistema de vigilancia 350. Al proporcionar esta información al sistema de ataque 300, el sistema de ataque 300 sabe dónde esperar la aeronave 390 incluso antes de que la aeronave 390 entre en el alcance eficaz del sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 310 (es decir, fuera del volumen explorado 320). Adicionalmente, dado que los datos de vigilancia pueden comprender datos de identificación relativos a la aeronave 390, el sistema de ataque 300 no sólo sabe dónde buscar la aeronave 390, sino también qué tipo de aeronave 390 debe buscar. Por ende, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 310 no necesita explorar a ciegas el volumen en su búsqueda de la aeronave 390.

20 Usando el conocimiento sobre la posición de la aeronave, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 310 puede reducir el tamaño del volumen explorado 320 controlando los espejos del transmisor de láser 311 de forma que los puntos finales horizontales 321 y 322 se muevan hacia el interior, como indican las flechas 321a y 322a de la figura 3, de forma que se explore un volumen menor 323. Al restringir la extensión del tamaño del volumen explorado 323, el sistema de ataque puede elegir aumentar la resolución de la exploración, es decir, reducir el tamaño de paso angular de los espejos reduciendo el tamaño de paso de los motores paso a paso. Alternativamente, el tamaño del paso angular puede permanecer inalterado, en el que el tiempo para explorar el volumen restringido aumentará debido a la reducción de pasos horizontales por exploración. Hasta ahora se puede implementar una combinación de realizaciones previas, es decir, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 310 puede reducir el número de pasos y reducir el tamaño de los pasos angulares de tal manera que se logre una relación adecuada entre la resolución y la velocidad de exploración.

30 Con referencia a la figura 4, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 410 puede adaptarse para cambiar el volumen explorado 420 lateral basándose en los datos de vigilancia recibidos.

35 Una aeronave 490 es detectada y seguida por el sistema de vigilancia 450, por ejemplo, por medio de transmisiones ADS-B 491. De este modo, los datos de posición e identificación relativos a la aeronave 490 son conocidos por el sistema de vigilancia 450. Al proporcionar esta información al sistema de ataque 400, el sistema de ataque 400 sabe dónde esperar la aeronave 490 incluso antes de que la aeronave 490 entre en el alcance eficaz del sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 410 (es decir, fuera del volumen explorado 420). Adicionalmente, dado que los datos de vigilancia pueden comprender datos de identificación relativos a la aeronave 490, el sistema de ataque 400 no sólo sabe dónde buscar la aeronave 490, sino también qué tipo de aeronave 490 debe buscar.

40 Usando el conocimiento sobre la posición de la aeronave, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 410 puede cambiar la totalidad del volumen explorado 420 lateral controlando los espejos del transmisor de láser 411 de forma que los puntos finales horizontales 421 y 422 se muevan lateralmente, como indican las flechas 421a y 422a de la figura 4, de forma que el tamaño del volumen explorado 420 no se cambie, sino que se cambie más bien la orientación angular del volumen explorado 420. Es decir, sin restringir la anchura transversal/angular del volumen explorado 420, el sistema de posicionamiento y verificación basado en láser 410 puede detectar de forma más fiable la aeronave 490 al explorar un volumen 420 donde se espera la aeronave 490. Adicionalmente, como se desvela con detalle anteriormente, el movimiento transversal del volumen explorado 420 puede combinarse con una restricción del volumen explorado 420 de tal manera que se explore un volumen más pequeño 423.

50 La invención ha sido principalmente descrita arriba con referencia a unas cuantas realizaciones. Sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la materia, otras realizaciones distintas de las desveladas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones de patente adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) que comprende:
- 5 un sistema de posicionamiento y verificación luminoso (110,210,310,410) adaptado para explorar un volumen (120,220,320,420) en relación con un puesto,
- una unidad de recepción (140) adaptada para recibir datos de vigilancia que incluyen datos de posición relacionados con una aeronave (190,290,390,490) de un sistema de vigilancia de aeropuertos (150,250,350,450),
- 10 en el que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso (110,210,310,410) se adapta además para:
- controlar la extensión del volumen explorado (120,220,320,420) basándose en los datos de posición recibidos,
- 15 **caracterizado porque** el sistema de posicionamiento y verificación luminoso (110,210,310,410) se adapta además para: reducir el tamaño del volumen explorado (120, 320) basándose en los datos de vigilancia recibidos, y
- cambiar el volumen explorado (120, 420) lateralmente basándose en los datos de vigilancia recibidos.
- 20 2. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según la reivindicación 1,
- en el que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso (110,210,310,410) comprende al menos un transmisor de láser (111,211,311,411) adaptado para emitir luz en diferentes direcciones en el volumen
- 25 (120,220,320,420), y un detector adaptado para detectar la luz reflejada por los objetos en el volumen (120,220,320,420).
3. Sistema de atraque de aeronaves (300) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- 30 en el que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso (310) puede adaptarse para explorar un volumen (320) que se extiende en una dirección radialmente hacia el exterior del sistema de posicionamiento y verificación luminoso (310), el sistema de posicionamiento y verificación luminoso (310) se adapta para reducir el tamaño del volumen explorado (320) al restringir la extensión del volumen (320) en la dirección radial.
- 35 4. Sistema de atraque de aeronaves (300) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- en el que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso (310) se adapta para explorar un volumen (320) que se extiende en una dirección radialmente hacia el exterior del sistema de posicionamiento y verificación luminoso y en una dirección transversal a la dirección radial, el sistema de posicionamiento y verificación luminoso (310) se adapta
- 40 para reducir el tamaño del volumen explorado (320) al restringir la extensión del volumen (320) en la dirección transversal.
5. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de vigilancia recibidos comprenden al menos uno de: datos de identificación, tipo y versión de una aeronave.
- 45 6. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de vigilancia recibidos comprenden información concerniente a las condiciones meteorológicas actuales en el aeropuerto.
- 50 7. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de vigilancia es al menos uno de: radar de movimiento en tierra, sistemas ADS-B, Modo-S y GPS.
8. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso se adapta para verificar la aeronave (190,290,390,490) en el volumen explorado.
- 55 9. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso se adapta para verificar al menos uno de datos de identificación, tipo y versión de la aeronave (190,290,390,490).
- 60 10. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de posicionamiento y verificación luminoso se adapta para recuperar el tipo y/o la versión de la aeronave (190,290,390,490) de una base de datos en función de dichos datos de identificación.
- 65 11. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que

comprende una interfaz adaptada para proporcionar datos de la aeronave al sistema de vigilancia.

12. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según la reivindicación 11, en el que la interfaz se adapta para proporcionar datos de la aeronave al sistema de vigilancia a través de una base de datos.

5

13. Sistema de atraque de aeronaves (100,200,300,400) según la reivindicación 11 o 12, en el que los datos de la aeronave comprenden al menos uno de: datos de identificación verificados, tipo, versión y posición de la aeronave.

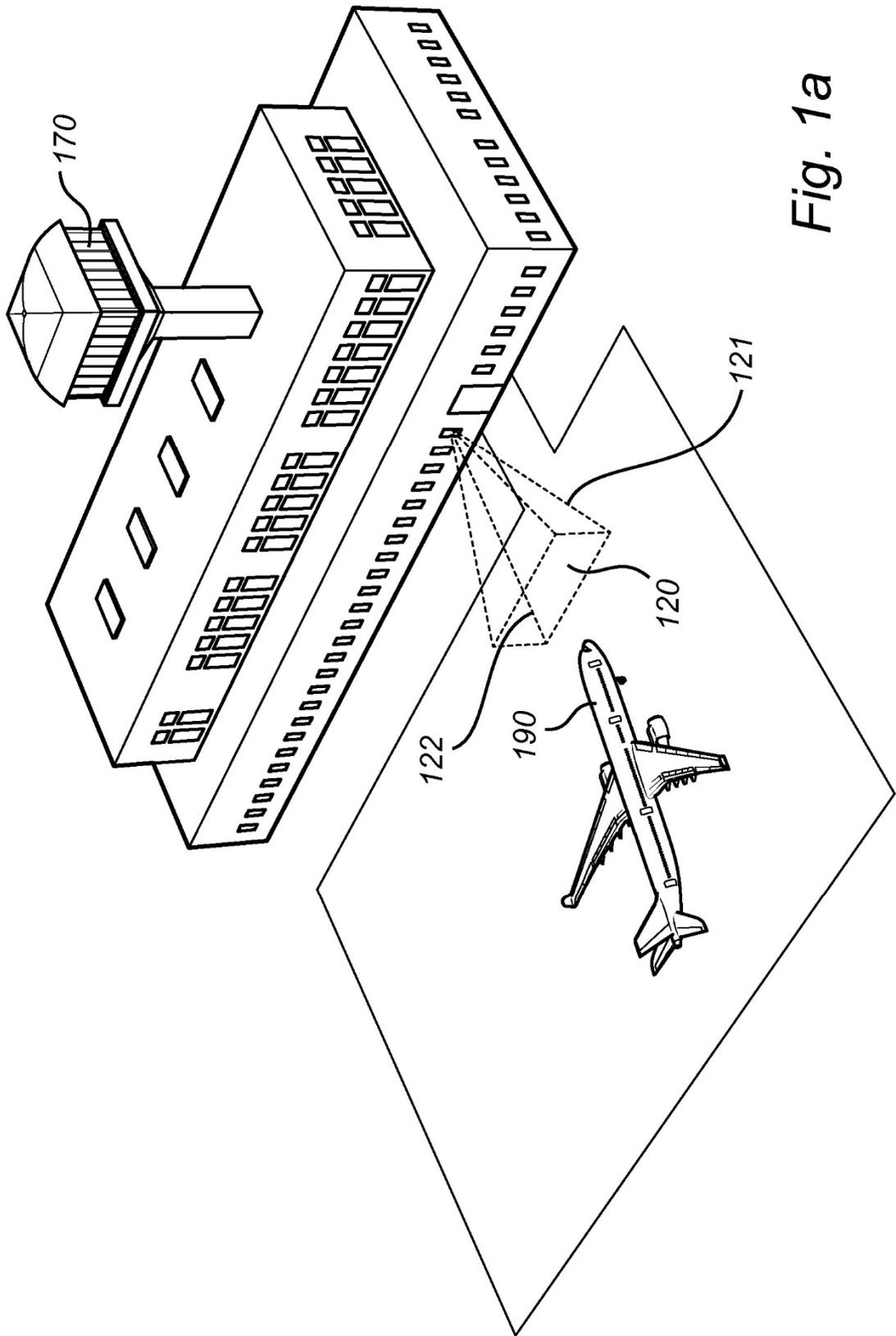
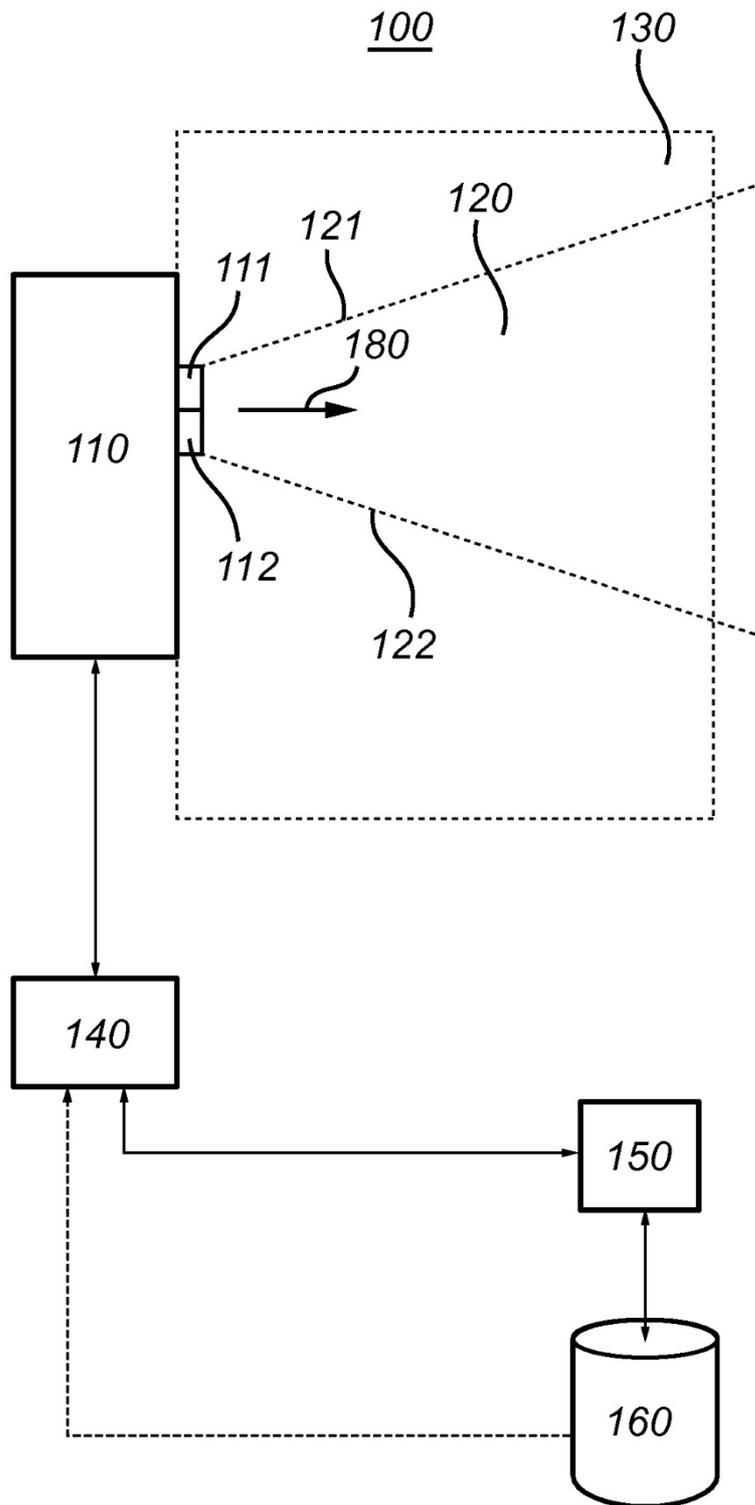
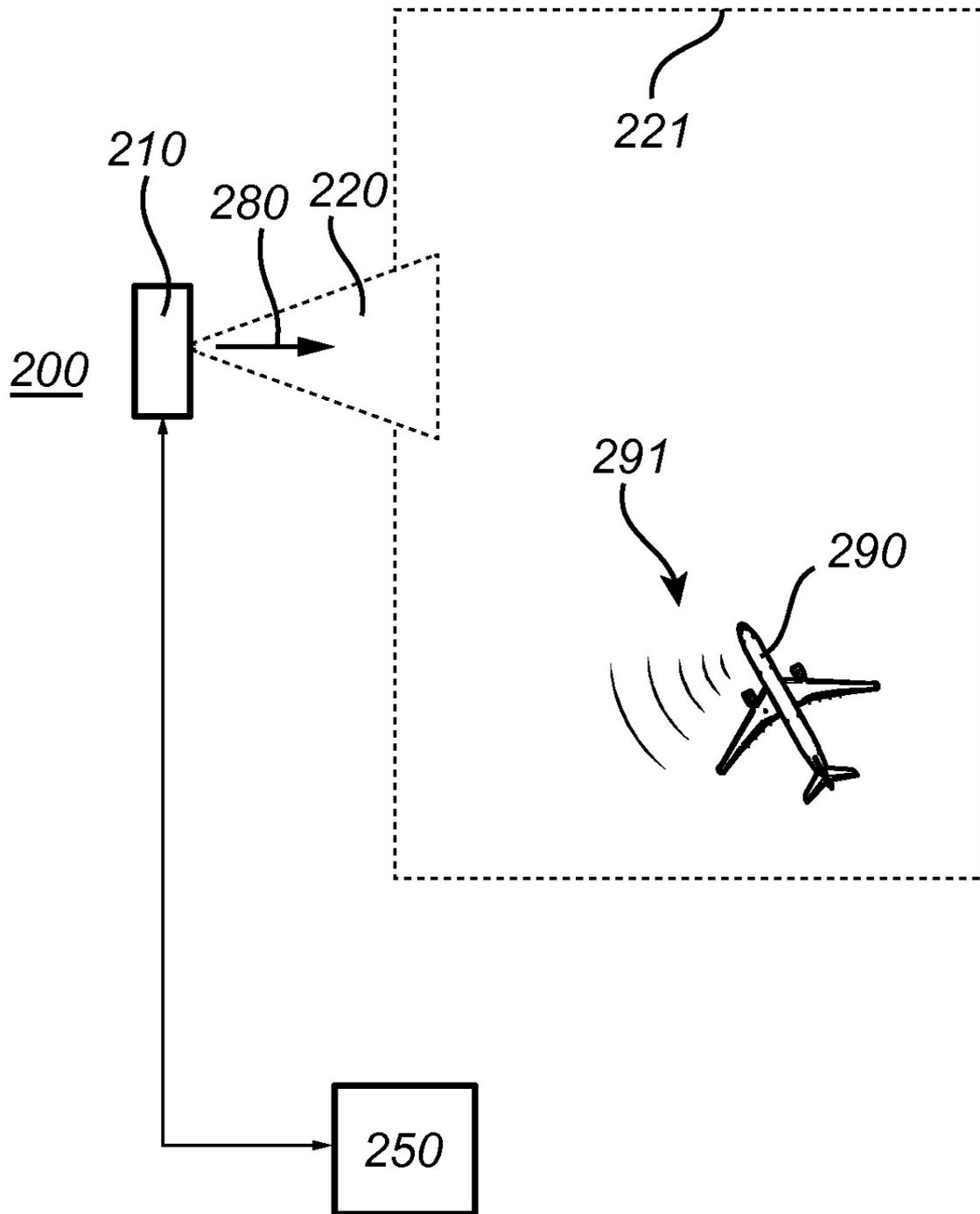


Fig. 1a



*Fig. 1b*



*Fig. 2*

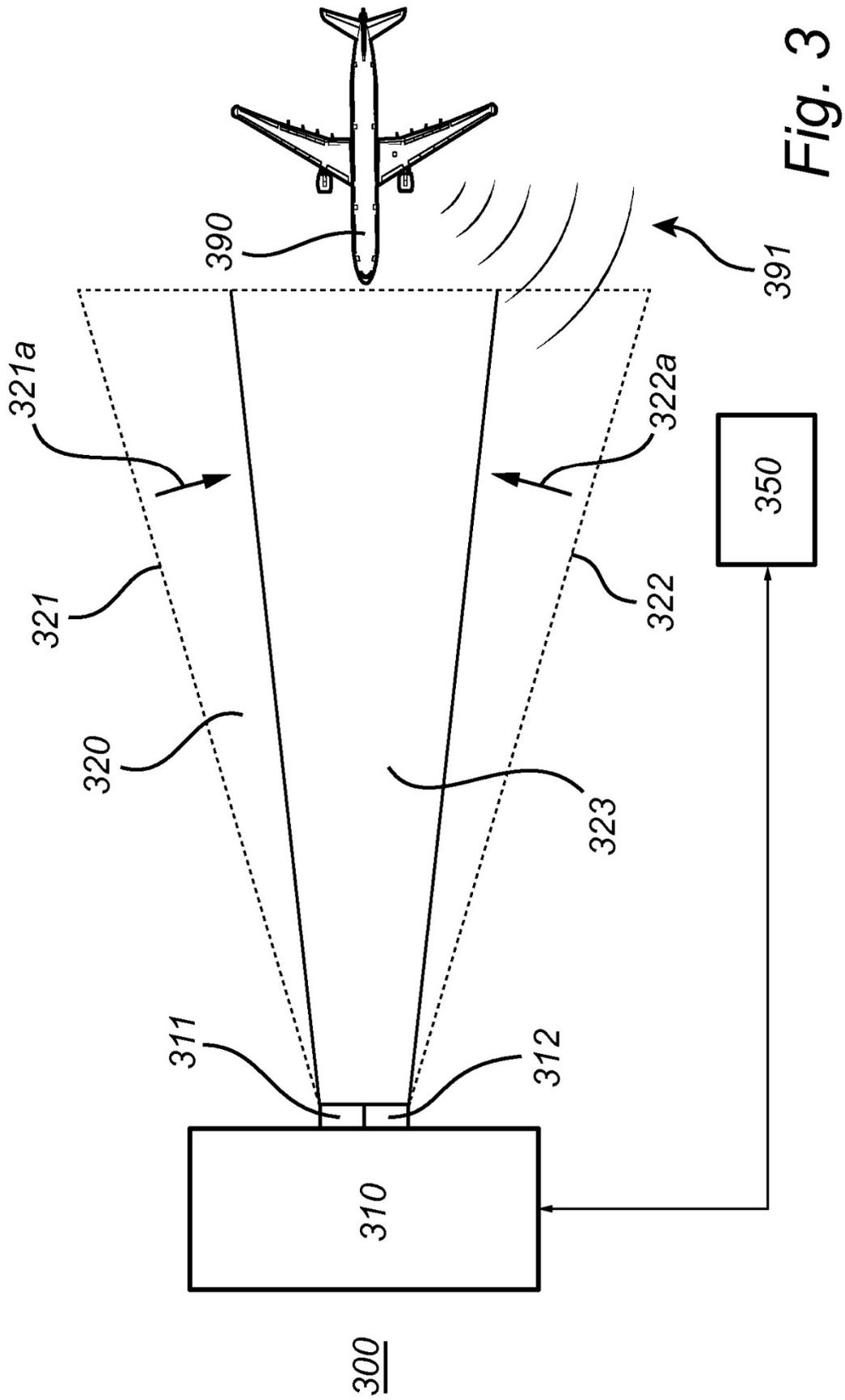


Fig. 3

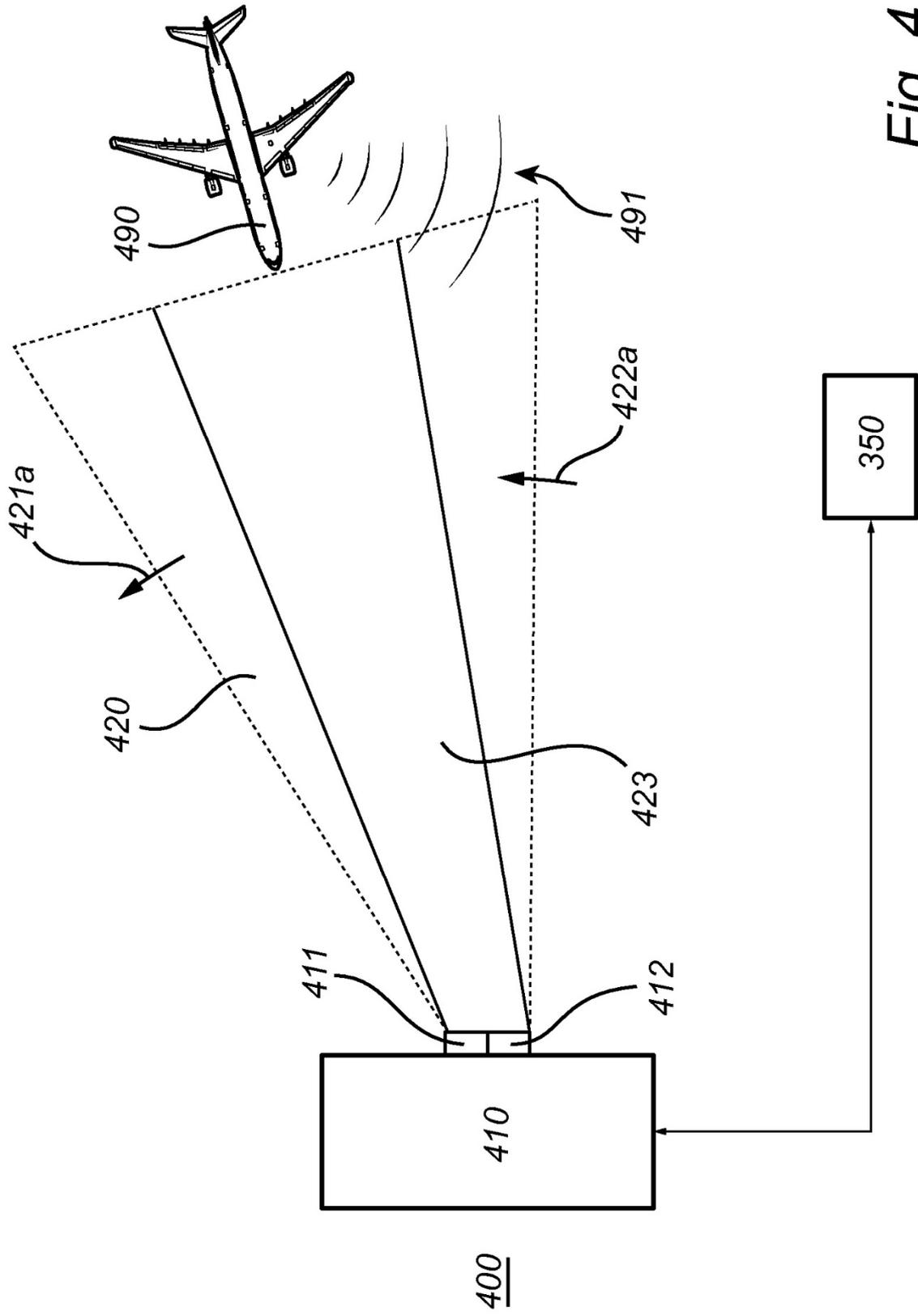


Fig. 4