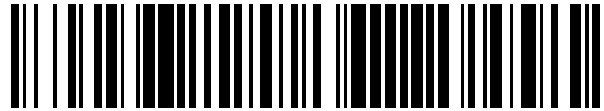


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 727**

51 Int. Cl.:

**G01C 23/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2008** **E 17153773 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019** **EP 3217148**

54 Título: **Aparato y método de aterrizaje de una aeronave de palas giratorias**

30 Prioridad:

**21.12.2007 GB 0725091**  
**21.12.2007 EP 07255029**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.10.2019**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)**  
**6 Carlton Gardens**  
**London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**ANDERS, JOHN THOMAS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 726 727 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

Aparato y método de aterrizaje de una aeronave de palas giratorias

La presente invención se refiere a un método y un aparato para ayudar al aterrizaje de una aeronave de palas giratorias, en particular el aterrizaje de una aeronave de palas giratorias en condiciones de baja visibilidad.

5 Un piloto de una aeronave de palas giratorias que vuela a una altitud relativamente baja y a una velocidad de avance baja puede experimentar una visión oscurecida debido a las partículas que se succionan desde el terreno que hay debajo de la aeronave mediante el(los) rotor(es) horizontal(es) y/o de cola de la aeronave. Las partículas pueden formar una nube que envuelve la aeronave, lo que reducirá la visibilidad del piloto y provocará una pérdida de referencias externas y la visión de los obstáculos, y por tanto la capacidad del piloto para controlar de manera segura la aeronave y evitar riesgos. Este efecto de oscurecimiento se denomina habitualmente como "brownout" (degradación de la visibilidad debido al polvo o la arena). La condición aparece con mayor frecuencia cuando la aeronave opera sobre un terreno que es seco y polvoriento, por ejemplo, en regiones desérticas del mundo. También se produce en otras áreas del mundo debido al agua, hielo y/o nieve, denominado habitualmente como "whiteout" (degradación de la visibilidad debido a la nieve en polvo o al agua) y se puede producir cuando las gotas de agua se succionan desde las superficies saturadas. Una reducción de la visibilidad puede dar como resultado que el piloto se desoriente espacialmente y deje de conocer su situación. En consecuencia, la visibilidad reducida puede aumentar la dificultad a la hora de controlar la aeronave durante tanto las fases de aterrizaje como de despegue del vuelo en condiciones diurnas o nocturnas. Se ha reconocido que la visibilidad reducida debido al brownout o al whiteout como la causa directa principal de diversos accidentes, algunos de los cuales han resultado fatales para la tripulación de la aeronave.

20 Existe constancia de que se proporcionan ayudas personales a la navegación para pilotos, tales como las descritas y publicadas en la solicitud de patente internacional WO 2006/087709. El sistema descrito en ese documento proporciona una ayuda personal a la navegación montada en la cabeza que tiene un dispositivo visualizador a través del cual el piloto puede visualizar una escena externa y observar, de manera superpuesta a esa escena externa, unos símbolos que indican la posición de una alineación mantenida con las ubicaciones seleccionadas o predeterminadas en el terreno o en el espacio aéreo dentro de ese campo visual, a medida que el piloto mueve su cabeza. Si el piloto mira a otro lado, de modo que la ubicación seleccionada o predeterminada esté fuera del campo visual del piloto a través del dispositivo visualizador, se muestran símbolos tales como flechas para redirigir la línea de visión del piloto con el fin de recuperar la visibilidad de la característica indicada.

25 El documento US2006/0238377 expone un sistema de control de vuelo que incluye principal de vuelo que tiene un dispositivo visualizador suspendido que facilita las operaciones en un entorno visual degradado. El dispositivo visualizador suspendido incluye un dispositivo visualizador con la altitud de radar, una simbología de deriva del rumbo y una simbología de deriva lateral que ayuda a los pilotos a la hora de detectar la deriva, lo que es habitual en situaciones con entornos visuales degradados, y proporcionar al piloto una señal visual evidente relacionada con el acercamiento a un punto fijo y el aterrizaje.

30 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para ayudar al aterrizaje de una aeronave de palas giratorias en condiciones de visibilidad reducida a un piloto de la aeronave, donde el método incluye:

- 35 designar un punto de aterrizaje;
- 40 determinar la línea de visión del piloto;
- determinar la ubicación del punto de aterrizaje designado con respecto a la aeronave de palas giratorias;
- 45 generar una representación sintética de un área de aterrizaje en el punto de aterrizaje designado y mostrar la representación sintética al piloto en un dispositivo visualizador montado en la cabeza de acuerdo con la línea de visión del piloto determinada, comprendiendo la representación sintética una simbología conforme tridimensional simulada representativa de los marcadores tridimensionales que se fijan con relación al punto de aterrizaje designado;
- determinar los cambios en la ubicación de la aeronave de palas giratorias con respecto al punto de aterrizaje designado; y
- 50 cambiar el tamaño y/o la forma de la simbología mostrada al piloto de modo que esté conforme con los cambios determinados en la ubicación de la aeronave de palas giratorias con respecto al punto de aterrizaje designado.

De esta manera, se presenta al piloto una simbología de aterrizaje de tal modo que en caso de producirse una situación de baja visibilidad, el piloto podría utilizar la simbología de aterrizaje para completar la fase de aterrizaje o despegue del vuelo de la aeronave.

La simbología de aterrizaje puede proporcionar al piloto señales visuales relacionadas con la condición de la aeronave con respecto a la superficie del terreno del punto de aterrizaje designado que se observaría si el terreno fuera visible para el piloto.

La simbología mostrada se puede orientar con relación al norte o a una orientación seleccionada por el piloto.

- 5 Los marcadores pueden incluir marcadores ubicados alrededor del punto de aterrizaje para definir un espacio libre seguro que requiere la aeronave sin impacto entre las palas giratorias y los marcadores representados.

Los marcadores pueden incluir al menos una parte de un círculo alrededor del punto de aterrizaje.

El método puede comprender determinar la superficie del terreno en el punto de aterrizaje y mostrar la simbología junto con una representación de la superficie del terreno determinada.

- 10 Los marcadores pueden incluir unos soportes que tienen un diámetro y una altura base predeterminados.

Los marcadores se pueden mostrar con alturas diferentes para permitir al piloto distinguir un marcador de otro marcador.

La o las partes de un círculo se pueden romper para proporcionar una indicación de un acceso de entrada para el piloto, donde a través del acceso se puede entrar al área de aterrizaje deseada.

- 15 Los marcadores pueden incluir un par de torres marcadoras que tienen una altura simulada relativamente grande, dispuestas de manera distal con relación a los demás marcadores para proporcionar al piloto una perspectiva a modo de orientación de la aeronave con respecto a los demás marcadores, cuando la aeronave está a una altitud relativamente grande.

- 20 La invención se extiende a un sistema de visualización montado en la cabeza o el casco para su utilización por parte del piloto de una aeronave de palas giratorias, que comprende:

una disposición de seguimiento para determinar la línea de visión del piloto;

un procesador dispuesto de modo que reciba los datos desde la disposición de seguimiento y los datos de los sensores indicativos de la ubicación, que incluyen la altura sobre el terreno, de la aeronave de palas giratorias y programado de modo que implemente el método para ayudar al piloto al aterrizaje de la aeronave de palas giratorias en las condiciones de visibilidad reducida descritas anteriormente.

- 25 La invención se extiende además a una aeronave de palas giratorias que incluye un sistema de visualización para su utilización por parte de un piloto de la aeronave, donde el sistema de visualización comprende:

una interfaz a la cual se puede conectar un dispositivo visualizador montado en la cabeza o el casco; y

- 30 un procesador conectado a la interfaz, dispuesto de modo que reciba los datos indicativos de una línea de visión del piloto y unos datos de los sensores indicativos de la ubicación, que incluyen la altura sobre el terreno, de la aeronave de palas giratorias, y programado de modo que implemente el método para ayudar al piloto al aterrizaje de la aeronave de palas giratorias en las condiciones de visibilidad reducida descritas anteriormente.

- 35 La invención se describirá ahora, únicamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

la figura 1 es una vista general esquemática de un aparato de ayuda al aterrizaje para una aeronave de palas giratorias, de acuerdo con la invención;

la figura 2 es un diagrama operativo esquemático de un aparato de ayuda al aterrizaje para una aeronave de palas giratorias, de acuerdo con la invención;

- 40 la figura 3 es un diagrama de flujo de un método de ayuda al aterrizaje de una aeronave de palas giratorias, de acuerdo con la invención;

la figura 4 es una ilustración, en un alzado, de la utilización de una línea de visión de un piloto para determinar un punto de aterrizaje deseado, de acuerdo con la invención;

- 45 la figura 5 es una ilustración esquemática, en una vista en planta, de una aproximación de aterrizaje de una aeronave de palas giratorias y la designación de los puntos de aterrizaje deseados, de acuerdo con la invención;

la figura 6 es una gráfica temporal que indica la altura de la aeronave de palas giratorias antes de encontrarse en una condición de *brownout* para el aterrizaje y la designación de los puntos de aterrizaje deseados ilustrados en la figura 5, de acuerdo con la invención;

la figura 7 es una gráfica acumulativa que indica el error de designación para la designación de los puntos de aterrizaje deseados ilustrados en la figura 5, de acuerdo con la invención;

5 las figuras 8 a 10 son ilustraciones esquemáticas, en una vista en planta, de unas aproximaciones de aterrizaje de una aeronave de palas giratorias y las designaciones de los puntos de aterrizaje deseados, de acuerdo con la invención;

la figura 11 es una ilustración esquemática, en un alzado, del efecto acumulativo de los errores en un cálculo del punto de aterrizaje deseado con relación al punto de aterrizaje deseado real, de acuerdo con la invención;

10 la figura 12 es una vista de la simbología de aterrizaje mostrada a un piloto de una aeronave de palas giratorias, de acuerdo con la invención;

la figura 13 es una vista en planta de la simbología de aterrizaje mostrada a un piloto con relación a una zona de recepción del aterrizaje de una aeronave de palas giratorias, de acuerdo con la invención;

las figuras 14 a 17 son unas vistas de la simbología de aterrizaje mostrada a un piloto de una aeronave de palas giratorias, de acuerdo con la invención;

15 la figura 18 es una vista de un alzado lateral de una aeronave de palas giratorias que ilustra la zona ciega de un piloto y la simbología de aterrizaje, de acuerdo con la invención.

la figura 19 es una vista parcial de un diseño de una simbología de aterrizaje alternativa mostrada a un piloto de una aeronave de palas giratorias, de acuerdo con otro aspecto de la invención; y

20 la figura 20 es una vista del diseño de la simbología de aterrizaje alternativa de la figura 20 con la adición de la simbología de los instrumentos existentes.

Haciendo referencia a la figura 1, un aparato de ayuda al aterrizaje 10 para una aeronave de palas giratorias, por ejemplo, un helicóptero, incluye un casco 12, dispuesto de modo que tenga un dispositivo visualizador montado en el casco 13 y una disposición de imagen mejorada, por ejemplo, un conjunto de gafas de visión nocturna 14. Un piloto que lleva el casco 12 visualiza una escena del mundo real 16 junto con una línea de visión 18 a través de un visor del casco 12 y a través del dispositivo visualizador montado en el casco 13. Si la aeronave de palas giratorias opera de noche, entonces las gafas de visión nocturna 14 se mueven a una posición desplegada, tal como se ilustra, de modo que estas coincidan con la línea de visión 18. El movimiento del casco 12 se monitoriza utilizando una disposición de seguimiento que incluye unos sensores de seguimiento 20 y 22 dispuestos de modo que suministren la información a un procesador de seguimiento 24, que se dispone de modo que determine la posición y orientación del casco 12. Los datos de seguimiento generados por el procesador de seguimiento 24 se suministran a un procesador 26 a través de la conexión de entrada 28. El procesador 26 calcula la línea de visión del piloto en un marco coordinado de referencia terrestre adecuado para proporcionar al piloto una señal visual de la línea de visión, por medio del dispositivo visualizador montado en el casco 13, que coincide con la línea de visión real del piloto, superpuesta sobre la escena del mundo real 16.

35 El procesador 26 también se dispone de modo que reciba los datos de vuelo desde los instrumentos de vuelo 30 para proporcionar la información de vuelo que incluye velocidad del aire, radioaltímetro, estado del par de la aeronave y dirección del viento a través de la conexión de entrada 32.

40 Asimismo, el procesador 26 también se dispone de modo que reciba la información de navegación desde la disposición de navegación 34, que puede incluir un sistema inercial de navegación con una entrada de un sistema de posicionamiento global recibida a través de un receptor satélite 36 adecuado. Los datos de navegación desde la disposición de navegación 32 se proporcionan al procesador 26 a través de la conexión de entrada 38.

El procesador 26 también se dispone de modo que reciba los datos de control del vuelo a través de la conexión de entrada 40 desde el ordenador de control de vuelo de la aeronave 42 y la disposición de mandos y palanca conjuntos 44 (HOCAS).

45 El procesador 26 también se dispone de modo que genere señales de audio a través de la conexión de salida 46, que se suministra a una interfaz de audio de la aeronave 48. La interfaz de audio de la aeronave 48 transmite señales de audio desde el procesador 26 hasta una disposición de auricular dentro del casco 12 a través de la conexión 50. Asimismo, la interfaz de audio de la aeronave 48 también se dispone de modo que reciba las señales de audio de la aeronave desde otros sistemas a través del enlace de comunicación 52 y las transporta a la disposición de auricular del casco 12, y de modo que reciba señales desde un micrófono, no se ilustra, dentro del casco 12 y las transporta a través del enlace de comunicación 52 hasta otros sistemas dentro de la aeronave.

50 Asimismo, la simbología de aterrizaje generada por el procesador 26 se proporciona a un conector de liberación rápida (QRC) 56 a través de la conexión 54 y se muestra al piloto a través del dispositivo visualizador montado en el casco 13 asociada con el casco 12. Se sobreentenderá que el piloto visualizará la simbología de aterrizaje generada

5 en el dispositivo visualizador montado en el caso 13 superpuesta a la escena delantera 16. La escena delantera 16 se puede mejorar para un funcionamiento nocturno mediante el despliegue de unas gafas de visión nocturna 14 y la simbología generada aparecerá superpuesta sobre la escena delantera 16 mejorada mediante las gafas de visión nocturna visualizada por el piloto. Se sobreentenderá que como alternativa, una cámara montada en el casco, no se ilustra, puede formar una imagen de la escena delantera 16 y proporcionar una señal de video al procesador 26 a través de la conexión 54 por medio del QRC 56. La escena delantera 16, de dicha cámara, se puede mejorar mediante el procesador 26 para generar una imagen sintética que se presenta al piloto por medio del dispositivo visualizador montado en el casco dentro del casco 12 a través de la conexión 54.

10 El procesador de seguimiento 24 también se dispone de modo que genere la información de la unidad de seguimiento a través de la salida 58, que a su vez se suministra a dispositivos transmisores de seguimiento en el casco a través del QRC 56 y el enlace 59, para proporcionar información de control a los dispositivos transmisores de seguimiento con el fin de ayudar al funcionamiento con los sensores de seguimiento 20 y 22 asociados.

15 El procesador 26 también puede suministrar de manera opcional señales de video a un dispositivo visualizador frontal 60 para proporcionar una información situacional adicional al piloto, por ejemplo, un mapa o una fotografía del punto de aterrizaje deseado de la aeronave.

De manera adicional, el procesador 26 también puede recibir de manera opcional información adicional desde una torreta infrarroja orientada hacia delante 62, un radar, por ejemplo, un detector óptico láser 64 o un telémetro 66.

20 Haciendo referencia a la figura 2, el piloto observará una escena del mundo real 70 a lo largo de la línea de visión del piloto. Tal como se indica mediante el sumatorio 72, la percepción de un piloto de la escena del mundo real 70 se ve afectada por la interferencia de la observación 74 debido al movimiento de la aeronave que hace volar el piloto y el movimiento involuntario de la cabeza del piloto. Durante el funcionamiento, el aparato de ayuda al aterrizaje incluye una disposición de activación, por ejemplo, un conmutador 76, que el piloto puede manipular para capturar el punto de aterrizaje deseado de la aeronave, tal como se determina mediante la línea de visión del piloto con respecto a la escena del mundo real 70. En consecuencia, el piloto observa la simbología de aterrizaje generada sobre la escena del mundo real 70 en el paso de observación 78 del proceso, y en un paso de estimación del error 80 del proceso se determina un cálculo del error para la posición de la simbología de aterrizaje con respecto a la escena del mundo real 70. El cálculo del error puede incluir la posición, velocidad, altitud, rumbo o altura de la aeronave o los errores asociados con la disposición de seguimiento utilizada para realizar el seguimiento del casco y, por tanto, de la línea de visión del piloto. Dichos errores asociados al seguimiento pueden incluir aquellos debidos a la distorsión en la línea de visión del piloto provocada por el efecto óptico de la cubierta de la cabina de la aeronave de palas giratorias.

35 Se calculan unas coordenadas geográficas universales para el punto de aterrizaje deseado en el paso de generación de coordenadas 82 del proceso y las coordenadas geográficas universales calculadas se utilizan para generar la simbología de aterrizaje en el paso de simbología 84 del proceso. La simbología de aterrizaje generada se envía a la salida 86 para ser visualizada por un piloto, que observará un dispositivo visualizador conforme al mundo real de la simbología de aterrizaje referenciada al terreno superpuesta sobre la escena del mundo real 70, proporcionando esto una vista de bucle cerrado de los errores dentro del aparato de ayuda al aterrizaje.

40 Una segunda salida del paso de generación de coordenadas 82 del proceso se puede suministrar a un sensor adecuado, tal como una sección del radar de orientación 88, a través de un conmutador 90. Se sobreentenderá que el radar de orientación 88 se utiliza únicamente bajo ciertas condiciones medioambientales, por ejemplo, en vuelos nocturnos, y el conmutador 90 puede ser activado tanto por el piloto como de manera automática en respuesta a las condiciones medioambientales. El radar de orientación 88 proporciona datos del punto de aterrizaje deseado, que se utilizan para determinar una superficie mapeada del punto de aterrizaje deseado en el paso de mapeado 92 del proceso. La salida del paso de mapeado 92 del proceso se utiliza para crear una representación sintética de la superficie del punto de aterrizaje deseado en el paso de representación sintética 94 del proceso. La salida del radar de orientación 88 se puede combinar con una base de datos adecuada que contiene los datos del terreno y/o los obstáculos para generar la representación sintética de la superficie del punto de aterrizaje deseado en el paso de representación sintética 94 del proceso. La representación sintética se combina con la salida 86 mediante un sumatorio 96, de modo que un piloto observará la representación sintética de la escena y la simbología de aterrizaje superpuestas sobre la escena del mundo real en una salida 87. Como alternativa, el sensor adecuado podría ser una cámara que opera en el espectro infrarrojo y dispuesta de modo que capture y genere una representación sintética que observa el piloto en la salida 87.

55 El radar de orientación 88 también se puede utilizar para medir la distancia hasta el punto de aterrizaje deseado en el paso de cálculo de la distancia 98 del proceso y la información de la distancia se puede suministrar al paso de estimación del error 80 del proceso para mejorar las estimaciones de los errores. Tal como se indica mediante el sumatorio 100, la determinación de la distancia hasta el punto de aterrizaje deseado incluirá la interferencia de la medición 102, que se puede considerar en el paso de estimación del error 80 del proceso.

Existe una trayectoria de realimentación de corrección de errores 104 entre el paso de simbología 84 del proceso, como salida 86, que vuelve al sumatorio 72 para contrarrestar los errores de navegación y colocación de la

simbología generada y la interferencia visual 74 inducida por el movimiento de la aeronave. Asimismo, se proporciona un bucle de realimentación de validez global 106 desde el sumatorio de la simbología visualizada y la imagen sintética 96 para corregir la escena del mundo real 70 percibida por el piloto en el sumatorio 108.

5 Haciendo referencia a la figura 3, durante la operación el piloto utiliza el aparato de ayuda al aterrizaje para seleccionar un punto de aterrizaje deseado en el paso 110, cuando el piloto utiliza la disposición de activación con el fin de capturar el punto de aterrizaje deseado seleccionado. Cuando se ha activado la disposición de activación, el aparato de ayuda al aterrizaje calcula la línea de visión del piloto en el paso 112 y por tanto determina el punto de aterrizaje deseado observado por el piloto.

10 A continuación, el aparato de ayuda al aterrizaje realiza un primer cálculo de las coordenadas geográficas universales del punto de aterrizaje deseado en el paso 114, cuya salida se visualiza como simbología de aterrizaje en un dispositivo visualizador en el paso 116.

15 A continuación, el piloto observa la simbología de aterrizaje superpuesta sobre una escena del mundo real y decide si aceptar o no la correlación entre la ubicación calculada y la representada del punto de aterrizaje deseado y del punto de aterrizaje deseado real en el paso 118. Si el piloto decidiera que la simbología de aterrizaje mostrada se corresponde suficientemente con el punto de aterrizaje deseado, entonces la simbología de aterrizaje referenciada al terreno se muestra al piloto en el paso 120 para hacer posible que el piloto aterrice en el caso de que se produzca un fenómeno de *brownout*. En caso contrario, si el piloto decidiera que la simbología de aterrizaje calculada y representada no se corresponden suficientemente con el punto de aterrizaje deseado, entonces el piloto puede orientar la simbología de aterrizaje en el paso 122 para volver a designar el punto de aterrizaje deseado, de modo que el aparato de ayuda al aterrizaje pueda calcular el error entre el primer intento de cálculo de las coordenadas geográficas universal y el punto de aterrizaje deseado en el paso 124, lo que hace posible de ese modo el cálculo de las correcciones a las coordenadas geográficas universales en el paso 126, que se suministran a continuación de nuevo al paso 114. A continuación, el paso 114 vuelve a calcular las coordenadas geográficas universales y vuelve a mostrar la simbología de aterrizaje al piloto en el paso 116. A continuación, el piloto puede volver a evaluar si las correcciones aplicadas han establecido o no una correlación aceptable entre la simbología de aterrizaje mostrada y el punto de aterrizaje deseado en el paso 118. Se sobreentenderá que el piloto puede continuar rechazando la simbología de aterrizaje calculada y representada hasta que el paso 114 proporcione unas coordenadas geográficas universales que generen una simbología de aterrizaje que se corresponda suficientemente con el punto de aterrizaje deseado en el paso 118. Cuando la simbología de aterrizaje se acepta en el paso 118, la simbología de aterrizaje referenciada al terreno se muestra al piloto en el paso 120.

20 Las coordenadas geográficas universales calculadas en el paso 114 también se pueden utilizar para orientar un sensor adecuado en el paso 128, por ejemplo, un radar de orientación, que puede generar la información de distancia desde la posición actual de la aeronave hasta el punto de aterrizaje deseado en el paso 130. La información de distancia entre la aeronave y el punto de aterrizaje deseado también se puede suministrar de nuevo al paso 114 para utilizarse en cálculos posteriores de las coordenadas geográficas universales en el paso 114.

De manera opcional, la salida de los sensores en el paso 128 se puede utilizar para generar una escena sintética en el paso 132, con el fin mostrarla en el paso 134, de una imagen mejorada de la escena tal como la observa un piloto.

Asimismo, el paso 114 también se puede utilizar para calcular la simbología de la trayectoria de vuelo que se muestra al piloto en el paso 136.

40 Haciendo referencia a la figura 4, se sobreentenderá que la línea de visión 140 de un piloto de una aeronave 142 se utiliza para determinar el punto de aterrizaje deseado 144 para la aeronave 142. La altura 146 de la aeronave 142 por encima de un terreno 148 dado se puede determinar mediante un radar o un radioaltímetro. Se puede utilizar una base de datos del terreno para compensar la diferencias en la altura del terreno entre la posición de la aeronave y el punto de aterrizaje deseado. Como la aeronave 142 incluirá una disposición de navegación para determinar la ubicación de la aeronave 142, el aparato de ayuda al aterrizaje puede determinar las coordenadas geográficas universales del punto de aterrizaje deseado 144.

45 Haciendo referencia a la figura 5, se ilustra una aeronave 160 realizando una aproximación de 360° de reducción de velocidad a un punto de aterrizaje deseado 162 y sigue una trayectoria de vuelo 164 hasta un primer punto designado 166. En el primer punto designado 166, el piloto de la aeronave visualiza y designa el punto de aterrizaje deseado 162 activando el aparato de ayuda al aterrizaje cuando la línea de visión del piloto está dirigida al punto de aterrizaje deseado 162 para calcular primero las coordenadas geográficas universales para el punto de aterrizaje deseado 162. A continuación, el piloto revisará la simbología de aterrizaje mostrada generada por el aparato de ayuda al aterrizaje y decidirá si existe o no una correspondencia aceptable con el punto de aterrizaje deseado 162. Si no existe, el piloto continuará a lo largo de la trayectoria de vuelo con aproximación de 360° de reducción de velocidad 164 hasta un segundo punto designado 168. De nuevo, el piloto visualiza y designa la posición de aterrizaje deseada 162 desde una ubicación alternativa y activa el aparato de ayuda al aterrizaje. La toma de una segunda designación desde una posición alternativa reduce el error de designación entre las coordenadas geográficas universales calculadas por el aparato de ayuda al aterrizaje y la posición de aterrizaje deseada 162 del mundo real observada por el piloto.

La aeronave 160 puede continuar a lo largo de la trayectoria de vuelo con aproximación de 360° de reducción de velocidad 164 que activa el aparato de ayuda al aterrizaje en los puntos designados 170 y 172 adicionales, con el fin de reducir más el error de designación hasta que el piloto esté satisfecho con que la simbología de aterrizaje mostrada tenga una correspondencia aceptable con el punto de aterrizaje deseado 162 del mundo real. En ese instante, el piloto puede entrar a continuación en una fase de aterrizaje del vuelo y hacer aterrizar la aeronave 160 en el punto de aterrizaje deseado 162, incluso cuando el helicóptero 160 entra en un fenómeno de *brownout*, indicado por la nube de polvo 174.

Haciendo referencia a la figura 6, donde se han utilizado referencias similares para indicar números enteros similares a los ilustrados haciendo referencia a la figura 5, los puntos designados 166, 168, 170 y 172 están indicados con respecto a la altura a lo largo del eje de ordenadas 176 y con respecto al tiempo a lo largo del eje de abscisas 178. A medida que una aeronave se aproxima al punto de aterrizaje deseado 162, se dispone el aparato de ayuda al aterrizaje de modo que calcule las coordenadas geográficas universales en cada punto designado 166, 168, 170 y 172 para mostrar de ese modo la simbología de aterrizaje que se corresponde con el punto de aterrizaje deseado 162 antes de que la aeronave entre en la nube de polvo 174.

Haciendo referencia a la figura 7, donde se han utilizado referencias similares para indicar números enteros similares a los ilustrados haciendo referencia a las figuras 5 y 6, se indica un error de designación a lo largo del eje de ordenadas 180, para cada punto designado a lo largo del eje de abscisas 182. El error de designación acumulativo de cada punto designado 166, 168, 170 y 172, tal como se indica mediante la línea de puntos 184, mejora con cada activación de la ayuda al aterrizaje de la aeronave, que toma en consideración las posibles incertidumbres de la ubicación del punto designado, que será una función del ángulo de visión fuera de la mira, de la incertidumbre de la altura de la aeronave y del ángulo de cabeceo descendente del piloto, desde la aeronave hasta el punto de aterrizaje deseado 162.

Haciendo referencia a las figuras 8, 9 y 10, donde se han utilizado referencias similares para indicar números enteros similares a los ilustrados haciendo referencia a la figura 5, se ilustran unos patrones de aproximación alternativos para una aeronave 160 que se aproxima a un punto de aterrizaje deseado 162. La aeronave sigue una trayectoria de vuelo 164 y la activación del aparato de ayuda al aterrizaje se produce en los puntos designados 166, 168, 170 y 172 para proporcionar la simbología de aterrizaje a un piloto antes de que la aeronave 160 entre en un fenómeno de *brownout* indicado por la nube de polvo 174.

Preferentemente, la aeronave 160 seguirá una trayectoria de vuelo 164 de manera que proporcione un error de designación mejorado con cada activación del sistema de aterrizaje en el siguiente punto designado 166, 68, 170 y 172.

La figura 8, ilustra una aproximación con giro de 90° de la aeronave 160 que sigue la trayectoria de vuelo 164 hasta el punto de aterrizaje deseado 162.

La figura 9 ilustra una aproximación con desviación de 180° de la aeronave 160 que sigue la trayectoria 164 hasta el punto de aterrizaje deseado 162.

La figura 10 ilustra una aproximación recta de la aeronave 160 que sigue una trayectoria de vuelo 164 hasta el punto de aterrizaje deseado 162.

Haciendo referencia a la figura 11, se ilustra el efecto acumulativo de los errores en el cálculo de la altura de una aeronave, la posición de la aeronave y el ángulo de visión del piloto calculado para un punto de aterrizaje calculado 190, cuando se compara con el punto de aterrizaje deseado 192 visualizado por el piloto. El aparato de ayuda al aterrizaje utiliza un modelo plano del terreno 194 del terreno real 196 sobre el cual vuela una aeronave 198. Un radioaltímetro a bordo de la aeronave 198 determina la altura de la aeronave 198 por encima del terreno real 197. Posteriormente, se utiliza esta determinación de la altura para crear el modelo plano del terreno 194. Tal como se ilustra, el punto de aterrizaje deseado 192 está de hecho por debajo del modelo plano del terreno 194. Como alternativa, se puede utilizar una base de datos del terreno para corregir la altura determinada de la aeronave por encima del terreno real 197.

Asimismo, un sistema de navegación inercial que posee la aeronave 198 proporciona una posición estimada de la altura de la aeronave 200, que en este caso está a cierta distancia por encima de la posición real de la aeronave 198. Esto da como resultado que el aparato de ayuda al aterrizaje determina de manera errónea la línea de visión del piloto como la dada por la línea de visión 202, cuando de hecho la línea de visión del piloto es la línea de visión 204. Esto también da como resultado un cálculo erróneo del ángulo de visión de la línea de visión del piloto. El resultado es que el primer punto de aterrizaje calculado 190 está desplazado de hecho con respecto al punto de aterrizaje deseado 192 una distancia 206. En consecuencia, cuando se muestra la simbología de aterrizaje al piloto, el punto de aterrizaje calculado 190 no se corresponderá con el punto de aterrizaje deseado 192 y el punto de aterrizaje calculado 190 le parecerá al piloto que está a lo largo de una línea de visión 208 diferente.

Un objetivo del aparato de ayuda al aterrizaje es proporcionar cálculos adicionales del punto de aterrizaje 190 desde diferentes ubicaciones de la aeronave 198, de manera que reduzca la distancia 206 entre el punto de aterrizaje

deseado 192 y el siguiente punto de aterrizaje calculado 190, para proporcionar una correspondencia aceptable entre el punto de aterrizaje calculado 190 y el punto de aterrizaje deseado 192.

Haciendo referencia a la figura 12, se ilustra la simbología de aterrizaje de información del terreno conforme junto con la simbología de los instrumentos de la aeronave existente ampliamente conocida mostrada al piloto por medio de un dispositivo visualizador montado en el casco. La simbología de aterrizaje proporciona al piloto señales visuales referentes a la condición de la aeronave con respecto a la superficie del terreno del punto de aterrizaje deseado, que se vería si el terreno fuera visible para el piloto. La simbología de los instrumentos de la aeronave proporciona la información del estado de la aeronave para hacer posible que el piloto haga volar la aeronave sin referencia a los instrumentos internos de la cabina de manera que se maximice la información situacional del mundo exterior.

La simbología de aterrizaje incluye:

Un círculo 220 u otra forma que representa el espacio libre seguro necesario para la aeronave, habitualmente una vez y media el diámetro del rotor de la aeronave. El círculo 220 está centrado en una posición correspondiente al punto de aterrizaje deseado calculado y está alineado con la superficie del terreno estimada;

Tres marcadores dimensionales 221, habitualmente con forma de soporte, de dos metros y medio de altura y con un diámetro de la base de un metro. Se proporcionan unas bandas horizontales en los marcadores 221 para indicar la altura, habitualmente en incrementos de 1 metro. Los marcadores 221 están orientados a los puntos cardinales (norte, este, sur y oeste) o a otra alineación elegida por el piloto, por ejemplo, a barlovento o una alineación táctica, y están situados en la circunferencia del círculo 220;

Los marcadores 222, similares al marcador 221, pero de menor altura, para proporcionar indicaciones de direcciones intermedias de manera que se reduzca la cantidad de movimiento de direccionamiento del piloto necesario para visualizar la simbología, cuando se utiliza un dispositivo de visualización con campo visual restringido;

El círculo 220 y los marcadores asociados 221 y 222 pueden ser un círculo completo, tal como se ilustra, o puede estar interrumpido, por ejemplo, un semicírculo, para proporcionar una indicación de un acceso de entrada para el piloto, entrando el piloto al área de aterrizaje deseada a través de la parte abierta del círculo 220.

Se utiliza un símbolo H estándar 223 para indicar el punto central del punto de aterrizaje deseado. El símbolo H 223 puede formarse, por ejemplo, inclinando las líneas conjuntamente, no ilustrado, para indicar el norte o la alineación deseada del piloto;

Una señal visual a modo de flecha 224 representa la alineación del eje longitudinal de la aeronave con respecto al punto de aterrizaje deseado;

Un dispositivo visualizador 225, habitualmente en forma numérico para indicar la distancia entre la aeronave y el punto de aterrizaje deseado y el tiempo requerido para alcanzar el punto de aterrizaje deseado a la velocidad en ese momento de la aeronave; y

Un indicador 226 colocado sobre la superficie del terreno calculada, por delante del círculo 220, proporciona indicaciones visuales laterales y horizontales al piloto de la inclinación de planeo de la aeronave. Este indicador 226 puede ser una representación de los patrones estándar "T" o "Y" de la OTAN.

El tamaño del círculo 220, los marcadores 221 y 222 y el símbolo H 223 pueden proporcionar indicaciones visuales de la distancia entre la aeronave y el punto de aterrizaje deseado. La forma del círculo 220, los marcadores 221 y 222 y el símbolo H 223 pueden proporcionar indicaciones visuales de la orientación entre la aeronave y el punto de aterrizaje deseado. El cambio del tamaño del círculo 220, los marcadores 221 y 222 y el símbolo H 223 proporciona indicaciones visuales de la velocidad de aproximación entre la aeronave y el punto de aterrizaje deseado. La velocidad de aproximación, no ilustrada, calculada a partir de un sensor, tal como un radar, también se puede indicar de manera numérica.

Se puede superponer una retícula, no ilustrada, sobre o debajo del círculo 220 para representar la superficie del terreno, esta retícula se puede obtener a partir de un modelo plano de la tierra o una base de datos del terreno.

De manera adicional, se puede mostrar una representación superficial del terreno obtenida a partir de un sensor, tal como un RADAR o LADAR, junto con, o de manera independiente a, la retícula para proporcionar indicaciones de los obstáculos detectados.

De manera adicional, los obstáculos detectados por un sensor se pueden representar dentro del espacio de visualización para proporcionar indicaciones al piloto de un peligro potencial.

La simbología existente de los instrumentos de la aeronave incluye:



## ES 2 726 727 T3

Un indicador de coordinador de viraje 227;

Un indicador de balanceo de la aeronave 228;

Un indicador tipo barra de cabeceo 229, que muestra el ángulo de cabeceo de la aeronave;

5 Un indicador de velocidad y aceleración 230 que muestra una vista plana de los vectores de velocidad y aceleración de la aeronave con respecto al cuerpo de la aeronave;

Un indicador de velocidad 231 que muestra tanto la velocidad indicada como con respecto al terreno;

Un indicador de par 232;

Una línea de horizonte conforme 233 que muestra el horizonte calculado;

10 Un indicador de altura 234 que muestra tanto la altura obtenida del radioaltímetro como la altura barométrica;

Un indicador de velocidad vertical 235;

Un símbolo 236 que representa el cuerpo de la aeronave, alineado con el eje longitudinal de la aeronave; y

15 Un símbolo de rumbo de la aeronave 237 que representa el rumbo, la derrota y el rumbo deseado de la aeronave para alcanzar un punto de referencia o punto de aterrizaje deseado. El marcador, "v" invertida, indica el rumbo deseado a un punto de referencia o punto de aterrizaje deseado.

Haciendo referencia a la figura 13, se ilustra una vista plana de la simbología de aterrizaje mostrada al piloto con relación a la zona de recepción del aterrizaje de una aeronave 240, por ejemplo, una aeronave de tipo CH47 tendrá una zona de recepción en el terreno de aproximadamente 30 metros por 18 metros. Para este tipo de aeronave 240, los marcadores de la simbología de aterrizaje seguro 242, 244, 246 y 248 mostrados al piloto de la aeronave 240 se disponen a un radio de aterrizaje seguro 250 de aproximadamente 23 metros desde un punto central 252 de la aeronave 240.

20 Tal como se indica mediante las líneas de puntos 254 y 256, existe una opción para que el aparato de ayuda al aterrizaje muestre la simbología de unos marcadores de aterrizaje seguro con el "círculo recortado" para minimizar el espacio libre lateral, de modo que la aeronave 240 pueda aterrizar al lado de otra aeronave cerca del punto de aterrizaje deseado.

25 Los marcadores de simbología de aterrizaje 258, 260, 262 y 264 también se pueden mostrar al piloto para ofrecer una información situacional adicional de la posición de la aeronave 240 con relación a un área de aterrizaje seguro 266, y ayudar cuando se dispone únicamente de un dispositivo de visualización con campo visual limitado para transmitir la simbología de aterrizaje al piloto. Se sobreentenderá que el piloto tendrá un campo visual limitado desde la aeronave 240, por ejemplo, el campo visual de unas gafas de visión nocturna es de aproximadamente 40°, tal como se indica mediante el ángulo 268, mientras que el campo visual de la simbología de aterrizaje generada será de aproximadamente 20°, tal como se indica mediante el ángulo 270. Se pueden utilizar otros campos de visión si están disponibles en un dispositivo particular empleado para transmitir la simbología de aterrizaje al piloto.

30 Haciendo referencia a las figuras 14 a 17, donde se han utilizado referencias similares para indicar números enteros similares en cada una de estas figuras, se muestra un dispositivo visualizador 280 con los marcadores de simbología de aterrizaje 282, 284, 286, 288 y 290 mostrados a un piloto en el dispositivo visualizador montado en el casco. También se muestra la dirección de la aeronave como una señal visual a modo de flecha 292 y una indicación de la dirección y la velocidad lateral de la aeronave como la señal visual 294, y la magnitud de la aceleración lateral de la aeronave como una señal visual concatenada 296.

35 La figura 14 ilustra el dispositivo visualizador 280 de una aeronave de palas giratorias con una velocidad de avance tal como se indica mediante la señal visual 294, una pequeña aceleración de avance, tal como se indica mediante la longitud de la señal visual concatenada 296, y sin velocidad ni aceleración lateral que actúe sobre la aeronave, tal como se indica mediante la posición vertical de las señales visuales 294 y 296. Existe una posibilidad de que el piloto se desoriente en lo que respecta a la relación entre la línea de visión del piloto en ese momento y el eje longitudinal de la aeronave de palas giratorias. Esta desorientación queda mitigada habitualmente mediante la adición de unos marcadores de la cubierta o marcadores del fuselaje mostrados al piloto en el dispositivo visualizador montado en el casco. No obstante, la señal visual a modo de flecha 292 de la presente invención ilustrada en el dispositivo visualizador 280 permite a un piloto mantener la orientación dentro de las limitaciones del campo visual relativamente pequeño del dispositivo visualizador 280, sin la carga adicional de los marcadores de la cubierta o marcadores del fuselaje que se muestran en el dispositivo visualizador montado en el casco.

40 La señal visual a modo de flecha 292 muestra el ángulo al que apunta el eje longitudinal de la aeronave de palas giratorias con respecto a los marcadores de simbología de aterrizaje 282 a 290. Es decir, el piloto mira directamente hacia delante a lo largo de la aeronave, tal como se muestra mediante la posición vertical de la señal visual 292 en

el dispositivo visualizador 280. La coincidencia vertical de las señales visuales 292, 294 y 296 indica la configuración de aterrizaje correcta de la aeronave de palas giratorias, sin velocidad ni aceleración lateral sobre la aeronave de palas giratorias, y el piloto mira directamente hacia delante a la línea de movimiento de la aeronave de palas giratorias.

- 5 Haciendo referencia a la figura 15, el dispositivo visualizador 280 indica que aunque hay una pequeña velocidad de avance sin componentes laterales, tal como se indica mediante la posición vertical de las señales visuales 294 y 296, el piloto mira hacia la izquierda, señal visual a modo de flecha 292. En consecuencia, existe un riesgo de desorientación del piloto en condiciones de visibilidad muy degradada que se producen durante un *brownout*.

- 10 Haciendo referencia a la figura 16, el dispositivo visualizador 280 ilustra que el piloto mira directamente a lo largo del eje longitudinal de la aeronave de palas giratorias, tal como se indica mediante la señal visual a modo de flecha 292, aunque hay una velocidad lateral significativa y en aumento que actúa sobre la aeronave, tal como se indica mediante la señal visual 294, que apunta a la derecha, y la longitud de la señal visual concatenada 296. Esta velocidad lateral podría provocar que la aeronave de palas giratorias se balancee en exceso y vuelque cuando haga contacto con el terreno durante el aterrizaje.

- 15 Haciendo referencia a la figura 17, el dispositivo visualizador 280 indica que el piloto mira a la derecha del eje longitudinal de la aeronave, tal como se indica mediante la señal visual a modo de flecha 292, y que hay una velocidad y aceleración significativas hacia la derecha, tal como se indica mediante la señal visual 294 y la longitud de la señal visual concatenada 296. Existe un riesgo de desorientación elevado y la velocidad lateral podría provocar que la aeronave de palas giratorias se balancee en exceso y vuelque cuando haga contacto con el terreno durante el aterrizaje.
- 20

Las figuras 15, 16 y 17 indican una aproximación incorrecta de la aeronave al punto de aterrizaje deseado y proporcionan al piloto de la aeronave información para ajustar la posición de la aeronave con respecto a los marcadores 282 a 290. Estas también ilustran que una observación desviada con respecto al eje longitudinal de la aeronave se comunica al piloto por medio de la señal visual a modo de flecha 292.

- 25 Haciendo referencia a la figura 18, que ilustra una vista de un alzado lateral de una aeronave 300 con relación a los marcadores de simbología de aterrizaje 302 y 304, a partir de la cual se puede determinar que será necesario generar los marcadores de simbología de aterrizaje 302 y 304 de modo que estos tengan al menos 2.5 metros de altura con relación al terreno 306 y tengan una base de aproximadamente un metro para ser observables a lo largo de una línea de visión del piloto 308 a medida que la aeronave se acerca al terreno 306 durante el aterrizaje.
- 30 Asimismo, será necesario que los marcadores de simbología de aterrizaje 302 y 304 estén aproximadamente a 23 metros de una posición central de la aeronave 300, tal como se indica mediante la línea 310, lo que generará un espacio libre entre los marcadores 302 y 304 y el rotor de la aeronave de aproximadamente ocho metros, tal como se indica mediante la línea 312. Además, la dirección de máxima inclinación descendente 314 impide que el piloto visualice el terreno 306 debajo de la aeronave 300, tal como se indica mediante la zona ciega 316, que comienza a aproximadamente ocho metros desde el marcador de simbología de aterrizaje delantero 302. La nariz de la aeronave 300 estará situada a aproximadamente 16 metros del marcador 302, tal como se indica mediante la línea 318.
- 35

- 40 Como se realizarán varias observaciones del punto de aterrizaje deseado para diferentes posiciones de la aeronave y ángulos de seguimiento es importante determinar, en la medida de lo posible, los errores de las diferentes posiciones de la aeronave y ángulos de seguimiento y posteriormente corregir dichos errores en las componentes correctas de la posición de la aeronave y el ángulo de seguimiento. Esto se puede lograr determinando cada fuente de error como derrotas hacia el norte, derrotas hacia el este, altura y ángulos de elevación visual y azimut equivalentes. A continuación, se puede utilizar un modelo de error para predecir el error de seguimiento probable y las incertidumbres de navegación generadas por el sistema de navegación inercial con el fin de reducir dichos errores.
- 45

- Se considera el caso simplificado de una aeronave que se desplaza a lo largo de una derrota este mientras el piloto realiza una observación y designación norte a un punto de aterrizaje deseado X, y donde el aparato de ayuda al aterrizaje calcula el punto de aterrizaje deseado de modo que esté en el punto A. En un primer orden, el error en la derrota hacia el norte será XA y estará provocado por una combinación de errores en la derrota hacia el norte (En), altura (Eh) y ángulo de observación de la elevación (Ese). Determinar estos errores como sus distancias terrestres equivalentes da el error posible de la distancia terrestre como la suma de los cuadrados de las componentes individuales, en concreto:
- 50

$$XA^2 = En^2 + Eh^2 + Ese^2$$

- 55 Como se conocen las relaciones posibles de las magnitudes de los errores en función del rango, ángulo de observación, modelo de error de seguimiento e incertidumbres estimadas de navegación, el error descubierto en la designación del punto de aterrizaje deseado se puede calcular mediante el proceso de observación y designación y aplicar las correcciones para mejorar la precisión del aparato de ayuda al aterrizaje. Estas correcciones se pueden aplicar a la observación y designación de ese momento y utilizar como una forma de calibración para mejorar la

calidad de las observaciones y designaciones posteriores. El caso simplificado descrito anteriormente para un solo eje se puede aplicar a múltiples ejes. Se sobreentenderá que las observaciones se llevarán a cabo para rangos que son operativamente relevantes al aparato de ayuda al aterrizaje y que es posible utilizar para rangos de menos de 2000 metros y alturas de menos de 150 metros.

- 5 Las incertidumbres brutas para la altura es posible que sean de aproximadamente 0.6 metros, de aproximadamente 10 metros para la posición horizontal y de aproximadamente 1° para el ángulo de observación.

Por lo tanto, el error acumulativo de la posición será de aproximadamente 10 metros antes de la corrección para una altura de aproximadamente 30 metros con un ángulo de inclinación descendente de 45°. Para un error de posición final deseado de la corrección de menos de 0.6 metros, es necesario un error de observación equivalente a 0.66°.

- 10 En consecuencia, si se proporciona un factor de mejora de tres de las estimaciones de las fuentes de error para cada iteración, entonces se requieren una observación inicial y tres correcciones posteriores para obtener un error terminal de menos de 0.6 metros. Como alternativa, si se logra un factor de mejora de cinco para las estimaciones de las fuentes de error en cada iteración, entonces se requieren una observación inicial y dos correcciones posteriores para obtener un error terminal mejor que 0.6 metros.

- 15 Tal como se ha analizado anteriormente, se puede obtener un comportamiento mejorado del aparato de ayuda al aterrizaje mediante la utilización de un telémetro adecuado para determinar el rango entre el punto de aterrizaje deseado y la aeronave. Asimismo, se puede utilizar un láser de mapeo del terreno o un radar adecuado para medir la superficie del terreno en el punto de aterrizaje deseado antes de que se produzca el *brownout* y se utilice un radar adecuado para proporcionar información adicional al piloto, de modo que el piloto pueda evitar los objetos en la nube de *brownout*.

- 20 La nube de *brownout* está provocada por los suelos desérticos y terrenos francos que oscilan desde una densidad de 2 micrómetros hasta 50 micrómetros. Las arcillas son en general menores de 2 micrómetros, los limos están en general entre 2 y 50 micrómetros y las arenas son en general mayores de 50 micrómetros. De manera similar, se puede perder la visión cuando se aterriza debido al agua, el hielo y/o los copos de nieve que se levantan desde el terreno y obstaculizan la visión del piloto. En consecuencia, es posible equipar el aparato de ayuda al aterrizaje con un sensor adecuado, dependiendo de la naturaleza del material que obstaculiza, el cual puede ser tanto activo como pasivo, por ejemplo, un radar orientable que opera en frecuencias milimétricas, por ejemplo, 92 GHz, para proporcionar una información situacional al piloto de otros objetos mientras la aeronave está dentro de la nube de *brownout*.

- 30 Cabe destacar que se podría programar con anterioridad el punto de aterrizaje deseado como el mejor lugar de aterrizaje disponible en un área dada para la aeronave antes de un vuelo de la aeronave o durante este. La correlación entre la simbología de aterrizaje calculada y mostrada y un punto de aterrizaje deseado será determinada por el piloto de la aeronave, tal como se ha descrito anteriormente. También es posible que un procesador se pueda utilizar para determinar un factor de correlación aceptable entre la simbología de aterrizaje calculada y el punto de aterrizaje deseado, en lugar de depender de una correlación visual aceptable llevada a cabo por el piloto. En este caso, el aparato de ayuda al aterrizaje asumiría unos puntos de designación adecuados durante la aproximación de la aeronave a un punto de aterrizaje deseado programado con anterioridad.

- 35 Asimismo, si se dispone de una base de datos de análisis deseada, por ejemplo, a partir de un examen mediante exploración láser, entonces un procesador adecuado podría correlacionar los resultados de los sensores de la aeronave frente a esa base de datos tanto para mejorar la precisión de la navegación en general como para ubicar con precisión el punto de aterrizaje deseado frente a las características significativas contenidas en esa base de datos. Dichas características podrían incluir objetos pequeños tales como rocas, zanjas y otros detalles de textura de la superficie capaces de provocar daños a la aeronave de palas giratorias, así como también otros objetos mayores como soportes y los cables asociados.

- 40 Aunque la disposición de seguimiento del casco 20, 22 y 24 de la figura 1 indica que los sensores 20 y 22 están fijos al armazón de la aeronave y se utilizan para monitorizar el movimiento del casco 12, que tiene diversos dispositivos emisores asociados conectados a este, no ilustrados, se sobreentenderá que existen diversos métodos y aparatos diferentes para monitorizar dicho casco 12 y que se podrían introducir en el aparato de ayuda al aterrizaje 10.

- 45 La disposición de navegación 34 de la figura 1 también se puede disponer de modo que proporcione información de la orientación y velocidad de la aeronave, la cual se puede mostrar al piloto por medio del dispositivo visualizador montado en el casco.

- 50 Cabe destacar que el sistema de ayuda al aterrizaje en una forma simple puede funcionar de una manera relativa si se desconoce la posición de la aeronave. El aparato de ayuda al aterrizaje calculará el punto de aterrizaje deseado con relación a la aeronave de palas giratorias y con la consideración debida de los errores de la línea de visión. Esto es útil en aeronaves que no tienen aparato de navegación o cuando no está disponible dicho aparato de navegación.

Las gafas de visión nocturna 14 y el dispositivo visualizador montado en el casco 13 ilustrados en la figura 1 se pueden combinar en unas gafas de visión diurna y nocturna.

5 El aparato de ayuda al aterrizaje se puede utilizar en una aeronave de palas giratorias manejada por dos tripulantes de cabina. Muchos helicópteros, Chinook, Merlin, Lynx, Blackhawk, etc., son manejados por dos tripulantes. El aterrizaje con visibilidad restringida se logra habitualmente mediante una cooperación mutua entre los dos tripulantes. Por ejemplo, un tripulante, el piloto, manejará los controles de la aeronave de palas giratorias y mantendrá una vigilancia sobre las referencias externas fuera de la cabina, mientras que el otro tripulante monitoriza los instrumentos de la aeronave dentro de la cabina y cita en alto los parámetros importantes, tales como la altura y velocidad, para ayudar al piloto y mantener de ese modo la seguridad de la aeronave de palas giratorias.

10 De manera adicional, en condiciones de visibilidad muy degradada donde solo un tripulante puede ver las referencias externas en cualquier momento dado, el control de la aeronave se pasará entonces entre los tripulantes en función de la mejor visibilidad de las referencias externas. En general, el control siempre lo tiene el tripulante que tiene la mejor vista de las referencias externas.

Asimismo, un tercer tripulante, si se dispone de este, intentará mantener el contacto visual con el terreno directamente debajo de la aeronave de palas giratorias, habitualmente mirando desde fuera de una puerta abierta, e informa al piloto de las distancias de contacto con el terreno.

15 La presente invención combina la simbología de aterrizaje y la simbología de los instrumentos de la aeronave en un dispositivo visualizador montado en el casco, lo que reduce por tanto la carga de trabajo del piloto eliminando la necesidad de un segundo tripulante que cite en alto los parámetros de la aeronave de los instrumentos internos de la cabina. De manera adicional, ambos tripulantes tienen acceso a la misma información establecida para la simbología de aterrizaje del punto de aterrizaje deseado y la simbología de los instrumentos de la aeronave, lo que facilita que  
20 ambos tripulantes monitoricen las referencias externas mientras trabajan de forma conjunta para mantener una información de la situación común.

Una vez calculado el punto de aterrizaje deseado se puede mostrar en un mapa, fotografía o una representación similar del área de interés para ayudar a la tripulación a la hora de evaluar la idoneidad de la ubicación de aterrizaje o con otros fines para proporcionar una información de la situación en un área más amplia. De forma similar se  
25 puede transmitir por radio a elementos cooperantes para indicar la intención del piloto y determinar posibles conflictos con el otro elemento. Estos elementos podrían incluir fuerzas de tierra u otra aeronave de palas giratorias que intenta aterrizar en la misma área que el punto de aterrizaje deseado.

La disposición de activación también puede incluir un medio para modificar un punto de aterrizaje deseado, establecer la orientación de la simbología de aterrizaje al norte, para alinear con el viento la aeronave de palas giratorias o proporcionar un rumbo táctico a la aeronave de palas giratorias. La disposición de activación también  
30 puede ser capaz de borrar, almacenar o recuperar un punto de aterrizaje deseado.

Haciendo referencia a las figuras 19 y 20, donde se han utilizado las mismas referencias para indicar números enteros similares a aquellos descritos haciendo referencia a la figura 12, se ilustra una simbología de aterrizaje con información conforme del terreno alternativa, que incluye una característica adicional, (véase la figura 19), y la  
35 simbología de aterrizaje con información conforme del terreno alternativa junto con la simbología existente ampliamente conocida de los instrumentos de la aeronave (véase la figura 20), tal como se muestra a un piloto por medio de un dispositivo visualizador montado en el casco. De nuevo, la simbología de aterrizaje proporciona al piloto señales visuales referentes a la condición de la aeronave con respecto a la superficie del terreno del punto de aterrizaje deseado, que se podría observar si el terreno fuera visible para el piloto. La simbología de los instrumentos  
40 de la aeronave proporciona una información del estado de la aeronave para facilitar que el piloto haga volar la aeronave sin hacer referencia a los instrumentos internos de la cabina, de modo que se maximice la información de la situación del mundo exterior.

Haciendo referencia a la figura 19, que para mayor claridad ilustra de manera parcial la simbología de aterrizaje, la simbología de aterrizaje alternativa incluye además:

45 Una retícula 320 superpuesta sobre o debajo del círculo 220 dispuesta de modo que represente la superficie del terreno del punto de aterrizaje y que se puede obtener a partir de un modelo plano de la tierra o una base de datos del terreno. De manera adicional, se puede mostrar una representación de la superficie del terreno obtenida de un sensor tal como un RADAR o LADAR junto con, o manera independiente a, la retícula 320 para proporcionar indicaciones de obstáculos detectados en torno al punto de aterrizaje. De manera adicional, los obstáculos aéreos  
50 detectados por un sensor se pueden representar dentro del espacio de visualización para proporcionar indicaciones al piloto de un peligro potencial. La retícula 320 proporciona al piloto una vista de los contornos superficiales en el punto de aterrizaje y alrededor de este.

Una "Y" estándar de la OTAN 322 dispuesta de modo que indique el punto central del círculo 220 en el punto de aterrizaje deseado.

55 Un par de marcadores tridimensionales 324, habitualmente con forma de cono, dispuestos en la "Y" de la OTAN 322 para proporcionar a un piloto una vista de la ubicación y orientación de la "Y" de la OTAN 322 con respecto a la aeronave; y

## ES 2 726 727 T3

Un par de marcadores tridimensionales 326 o torres distales dispuestos fuera del círculo 220 para proporcionar a un piloto una perspectiva de la orientación de la aeronave con respecto al círculo 220.

Haciendo referencia a la figura 20, se ilustran la simbología de aterrizaje con información conforme del terreno alternativa y la simbología existente ampliamente conocida de los instrumentos de la cabina.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para ayudar a un piloto al aterrizaje de una aeronave de palas giratorias (142, 160, 198) en condiciones de visibilidad reducida, donde el método incluye:
  - 5           designar un punto de aterrizaje (144, 162, 192);
  - determinar la línea de visión (140, 204) del piloto;
  - determinar la ubicación del punto de aterrizaje designado con respecto a la aeronave de palas giratorias;
  - generar una representación sintética de un área de aterrizaje en el punto de aterrizaje designado y mostrar la representación sintética al piloto en un dispositivo visualizador montado en la cabeza, de acuerdo con la línea de visión determinada del piloto, comprendiendo la representación sintética una simbología tridimensional conforme simulada (220-224, 242-248, 254-264, 282-290, 302, 304, 320-326) representativa de marcadores tridimensionales fijos con relación al punto de aterrizaje designado;
  - 10           determinar los cambios de ubicación de la aeronave de palas giratorias con respecto al punto de aterrizaje designado; y
  - 15           cambiar el tamaño y/o la forma de la simbología mostrada al piloto de modo que sea conforme con los cambios determinados en la ubicación de la aeronave de palas giratorias con respecto al punto de aterrizaje designado.
2. El método según se reivindica en la reivindicación 1, donde la simbología de aterrizaje proporciona al piloto señales visuales referentes a la condición de la aeronave con respecto a la superficie del terreno (148, 196) del punto de aterrizaje designado, que se verían si el terreno fuera visible para el piloto.
- 20   3. El método según se reivindica en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde la simbología mostrada está orientada con relación al norte o a una orientación seleccionada por el piloto.
4. El método según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los marcadores incluyen los marcadores (220-222, 242-248, 258-264) ubicados alrededor del punto de aterrizaje con el fin de definir un espacio libre seguro (250) necesario para la aeronave sin impacto entre las palas giratorias y los marcadores representados.
- 25   5. El método según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los marcadores incluyen al menos una parte de un círculo (220) alrededor del punto de aterrizaje.
6. El método según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende determinar la superficie del terreno en el punto de aterrizaje y mostrar la simbología junto con una representación (320) de la superficie del terreno determinada.
- 30   7. El método según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los marcadores incluyen los soportes (221, 222, 326) que tienen un diámetro de la base y una altura predeterminados.
8. El método según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los marcadores se muestran con alturas diferentes para permitir al piloto distinguir un marcador de otro marcador.
- 35   9. El método según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, donde al menos parte de un círculo está recortada para proporcionar una indicación de un acceso de entrada para el piloto, donde a través de dicho acceso se puede entrar al área de aterrizaje deseada.
10. El método según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los marcadores incluyen un par de torres marcadoras (326) que tienen una altura simulada relativamente grande, dispuestas de manera distal con relación a otros marcadores para proporcionar al piloto una perspectiva de la orientación de la aeronave con respecto a los demás marcadores, cuando la aeronave está a una altitud relativamente elevada.
- 40   11. Un dispositivo visualizador montado en la cabeza o el casco para su utilización por parte de un piloto de una aeronave de palas giratorias, que comprende:
  - una disposición de seguimiento (20, 22, 24) para determinar la línea de visión (140, 204) del piloto;
  - 45           un procesador dispuesto de modo que reciba los datos de la disposición de seguimiento y los datos de los sensores indicativos de la ubicación, que incluyen la altura sobre el terreno, de la aeronave de palas giratorias, y programado de modo que implemente el método para ayudar al piloto al aterrizaje de la aeronave de palas giratorias en condiciones de visibilidad reducida, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

12. Una aeronave de palas giratorias que incluye un sistema de visualización para su utilización por parte de un piloto de la aeronave, donde el sistema de visualización comprende:

una interfaz (56) a la cual se puede conectar el dispositivo visualizador montado en la cabeza o el casco; y

5 un procesador enlazado a la interfaz, dispuesto de modo que reciba los datos indicativos de una línea de visión (140, 204) del piloto y los datos de los sensores indicativos de la ubicación, que incluye la altura sobre el terreno, de la aeronave de palas giratorias, y programado de modo que implemente el método para ayudar al piloto al aterrizaje de la aeronave de palas giratorias en condiciones de visibilidad reducida, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

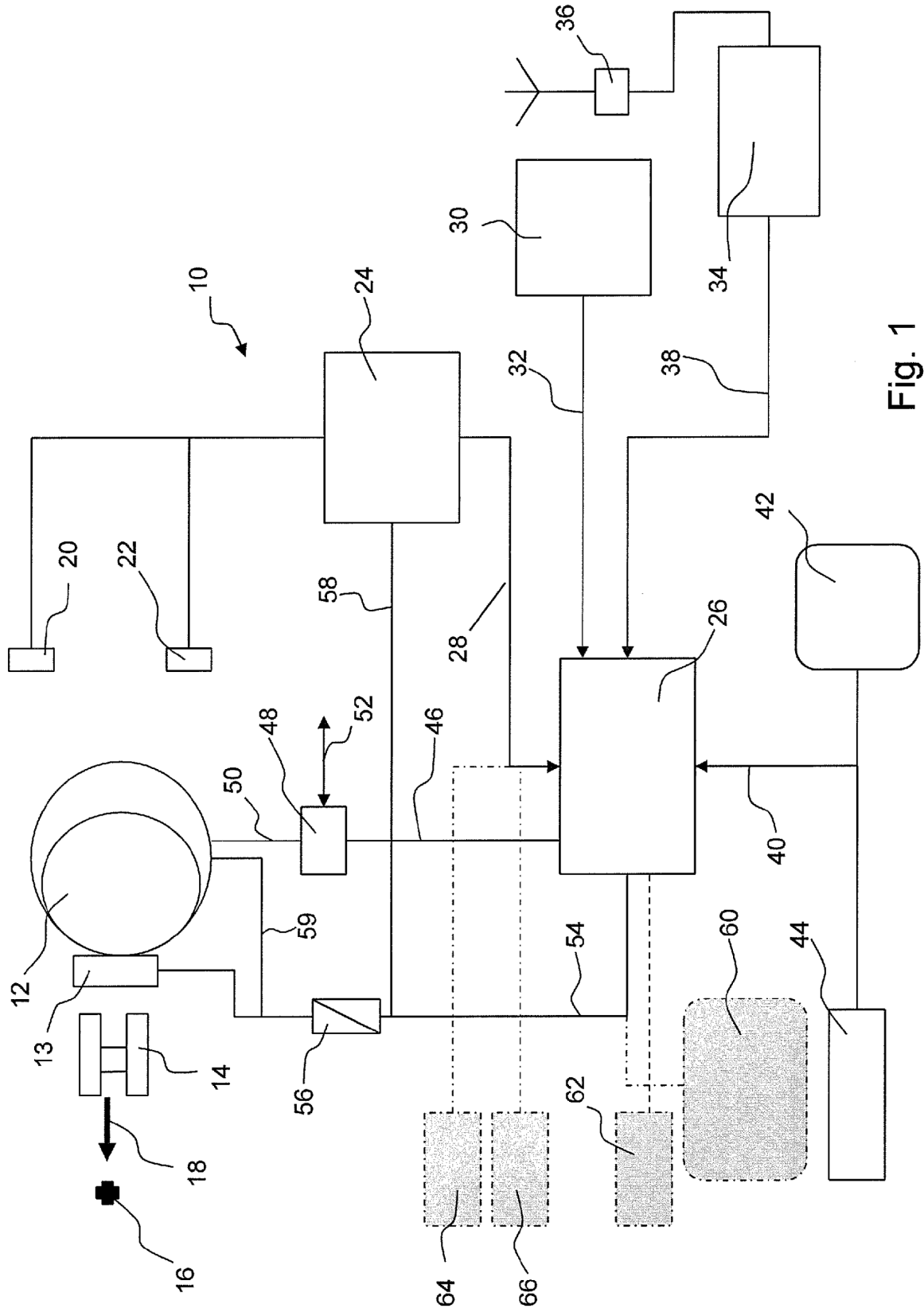


Fig. 1



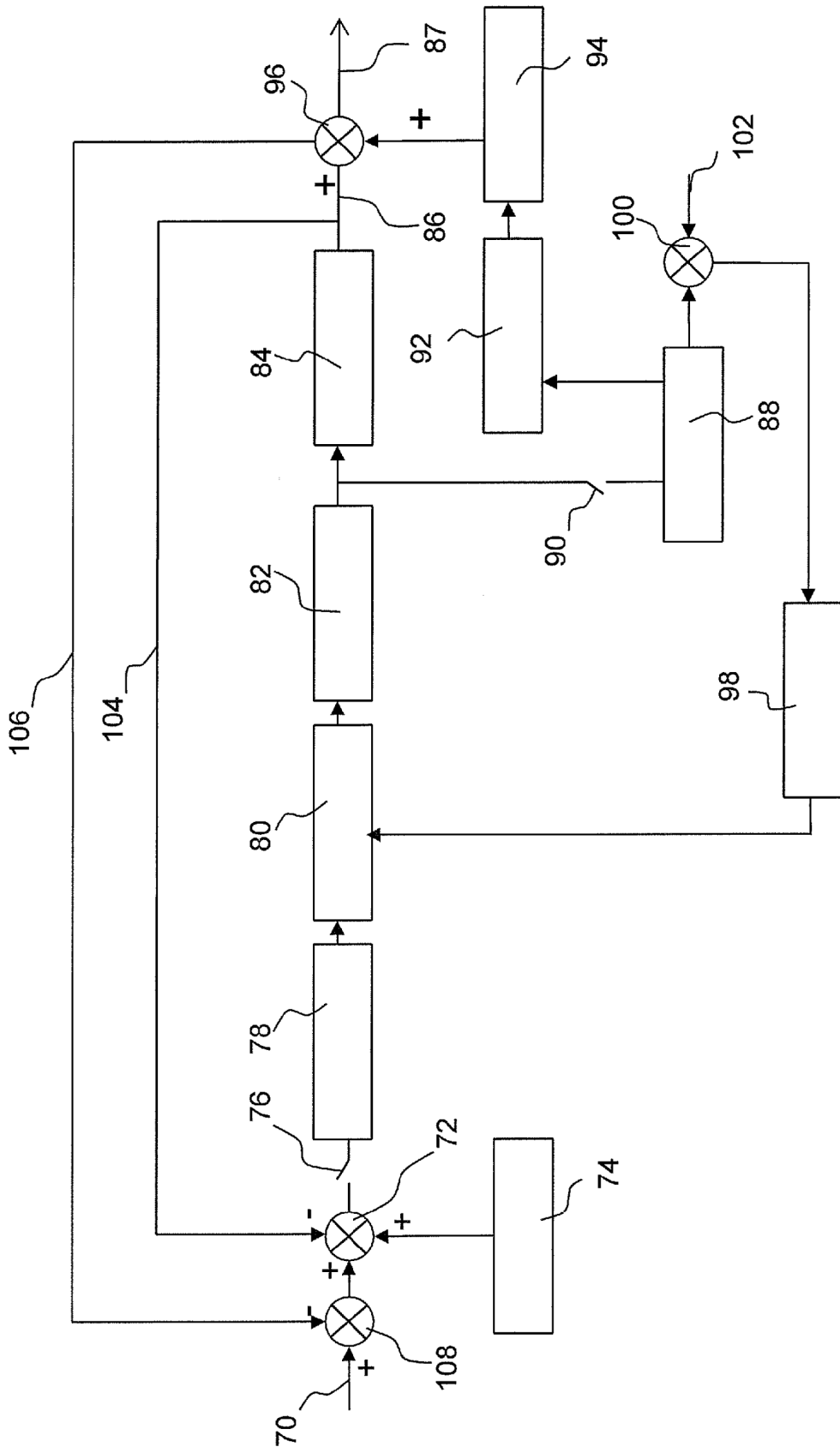


Fig. 2

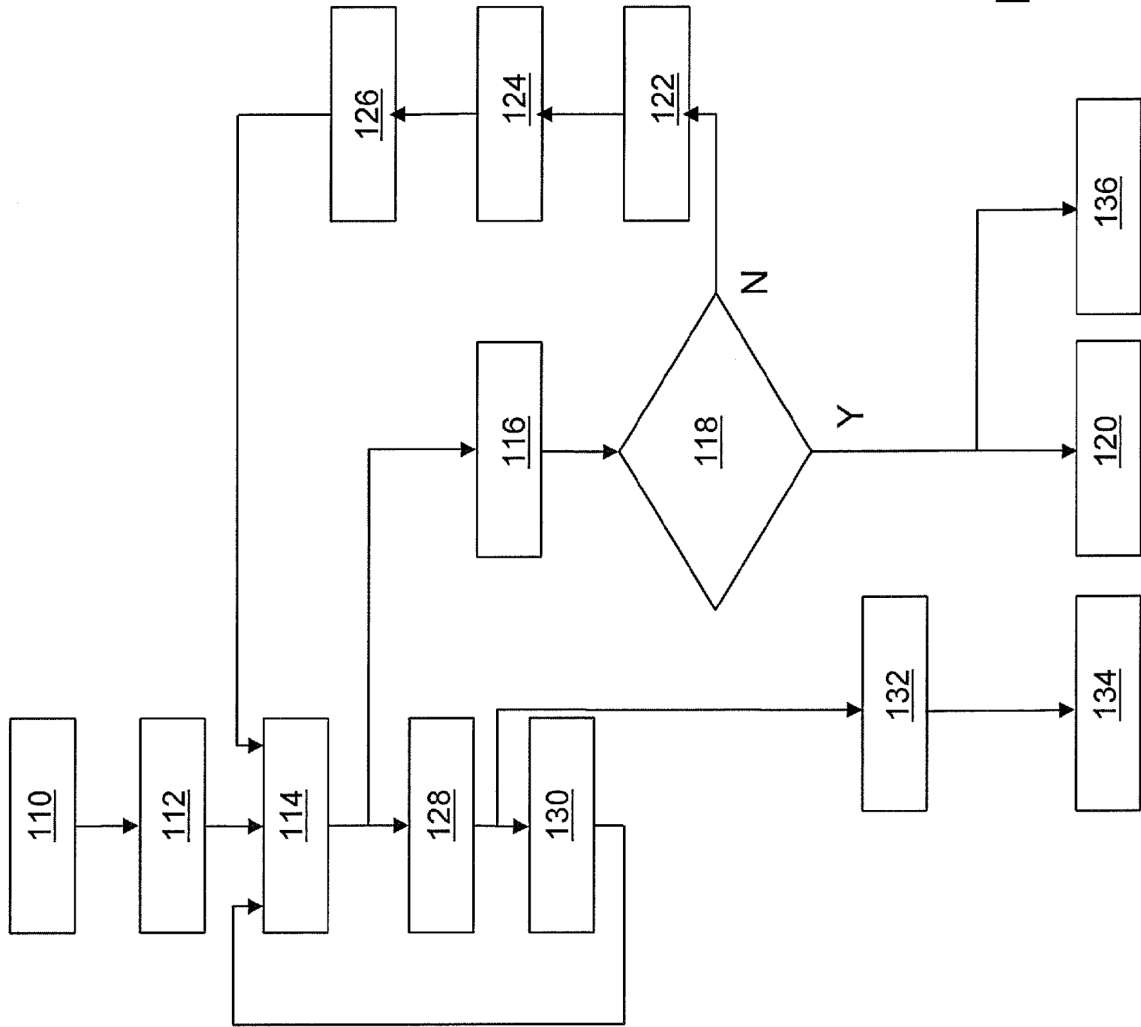


Fig. 3

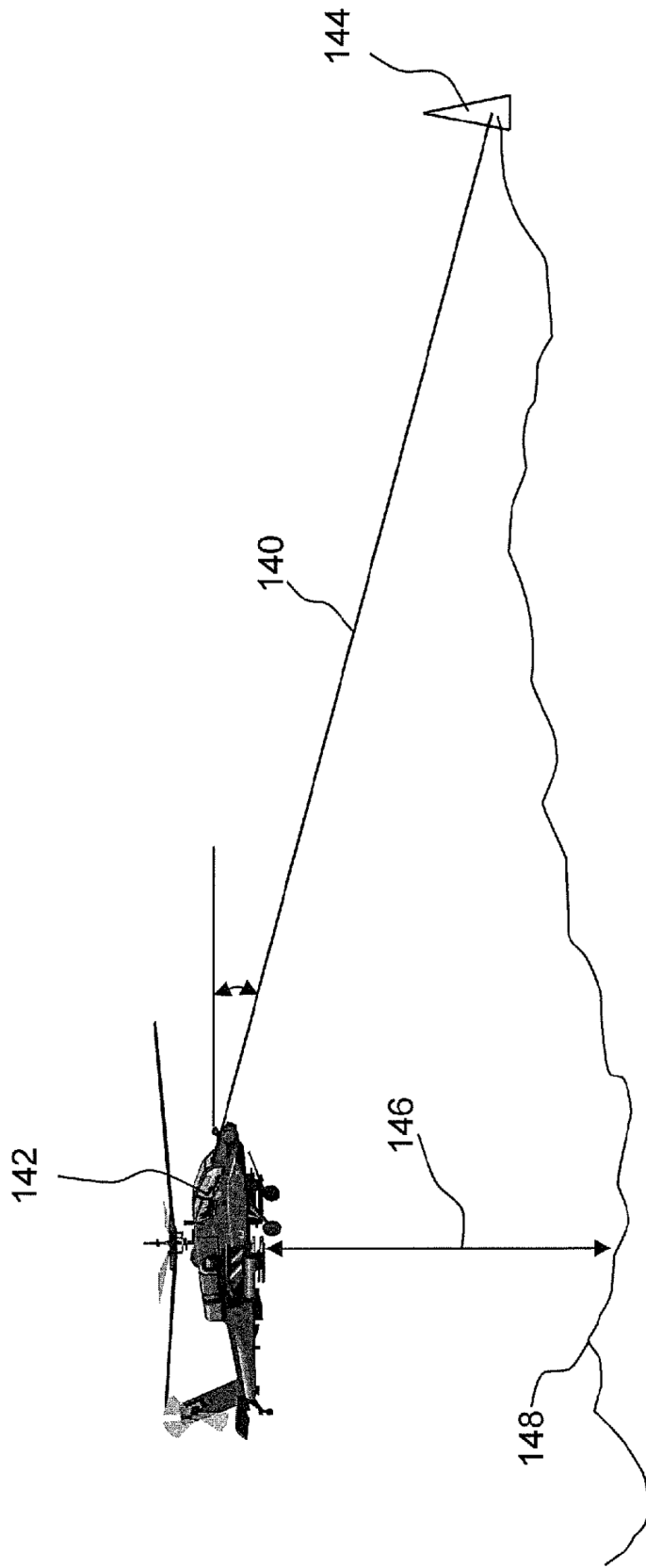
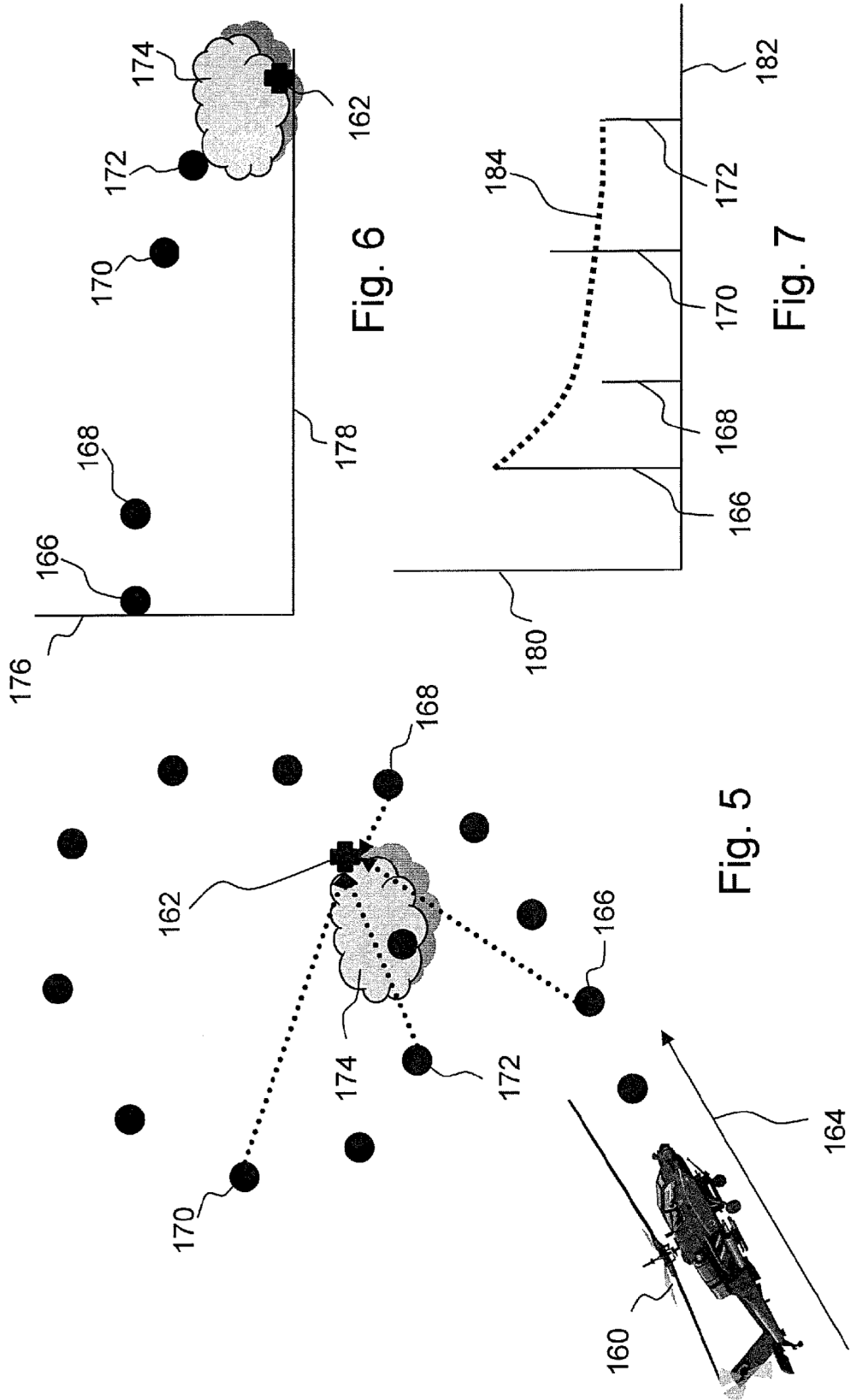


Fig. 4



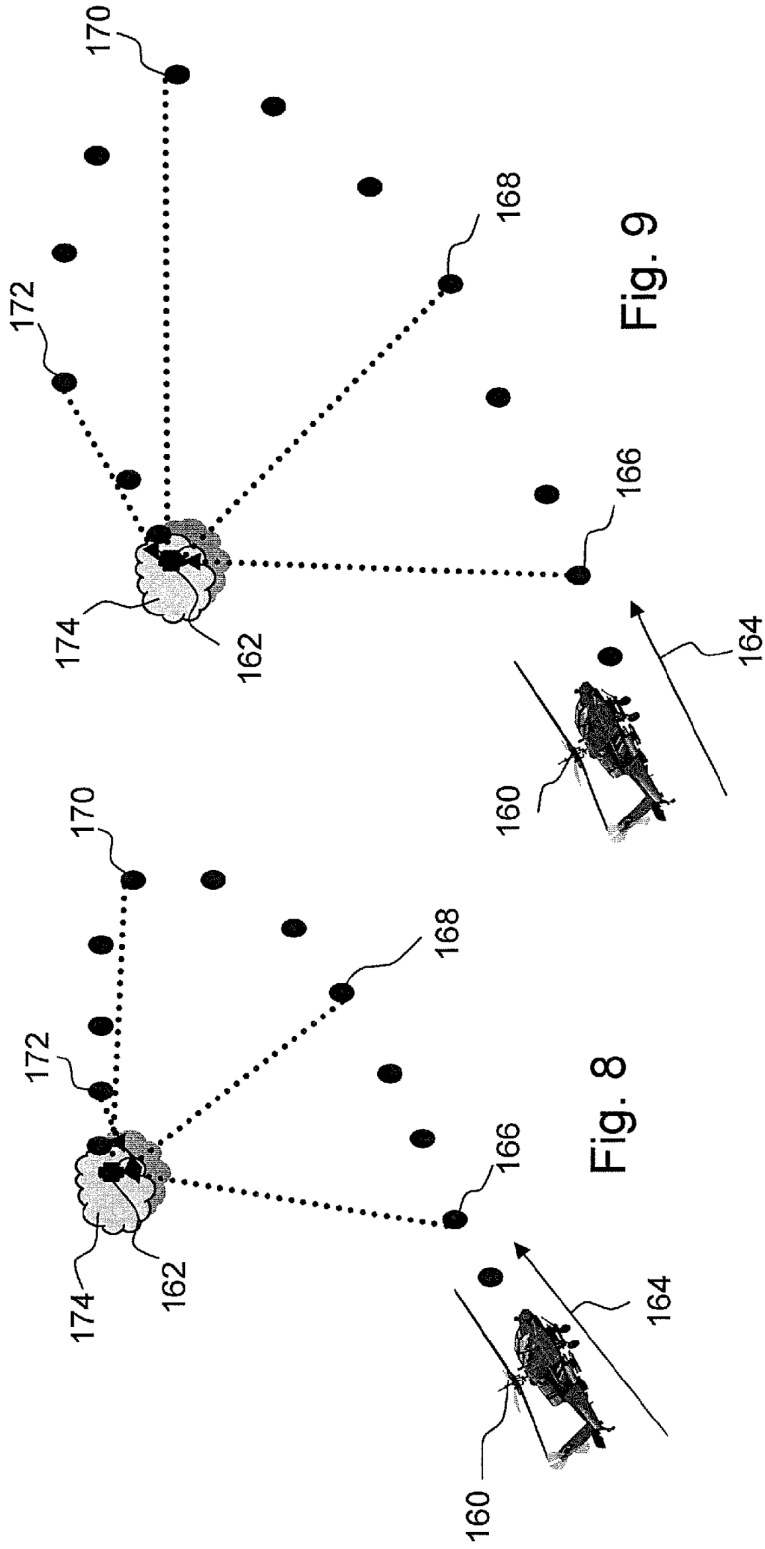


Fig. 8

Fig. 9

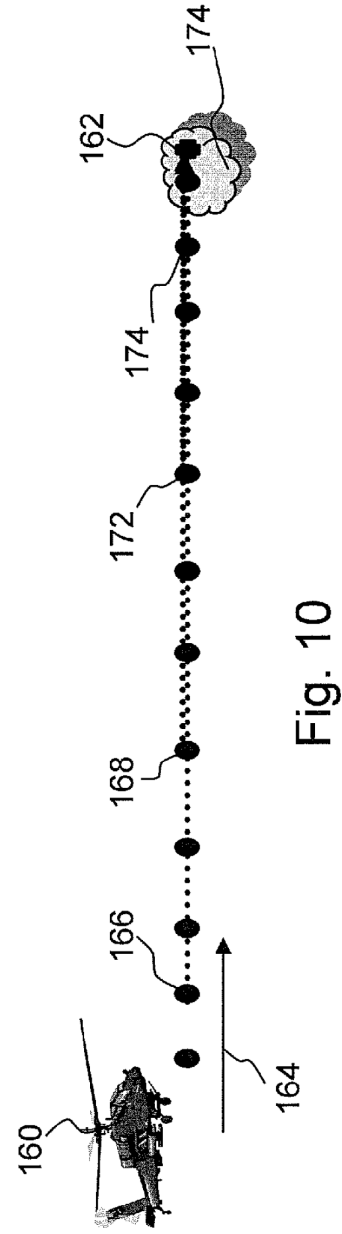


Fig. 10

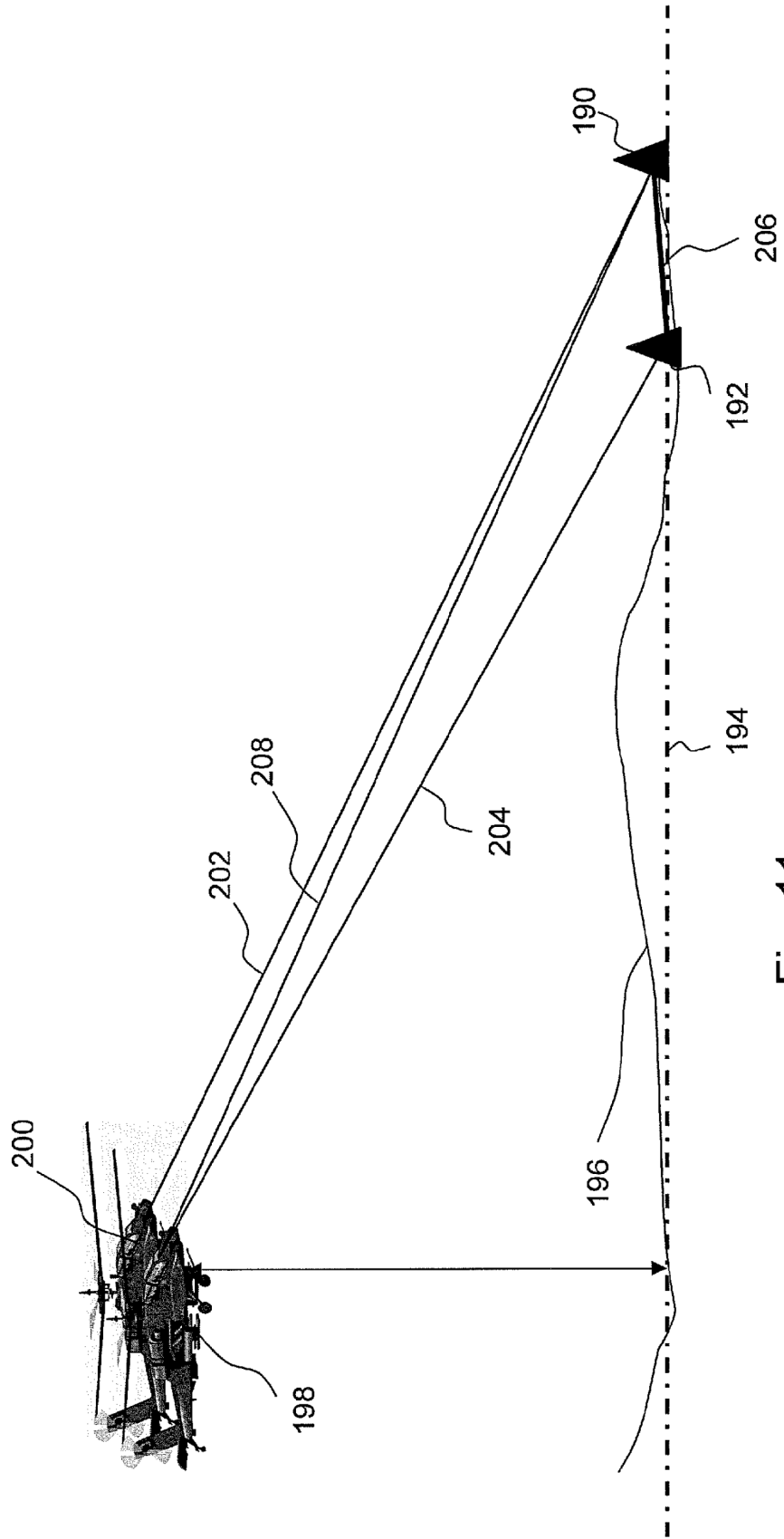


Fig. 11



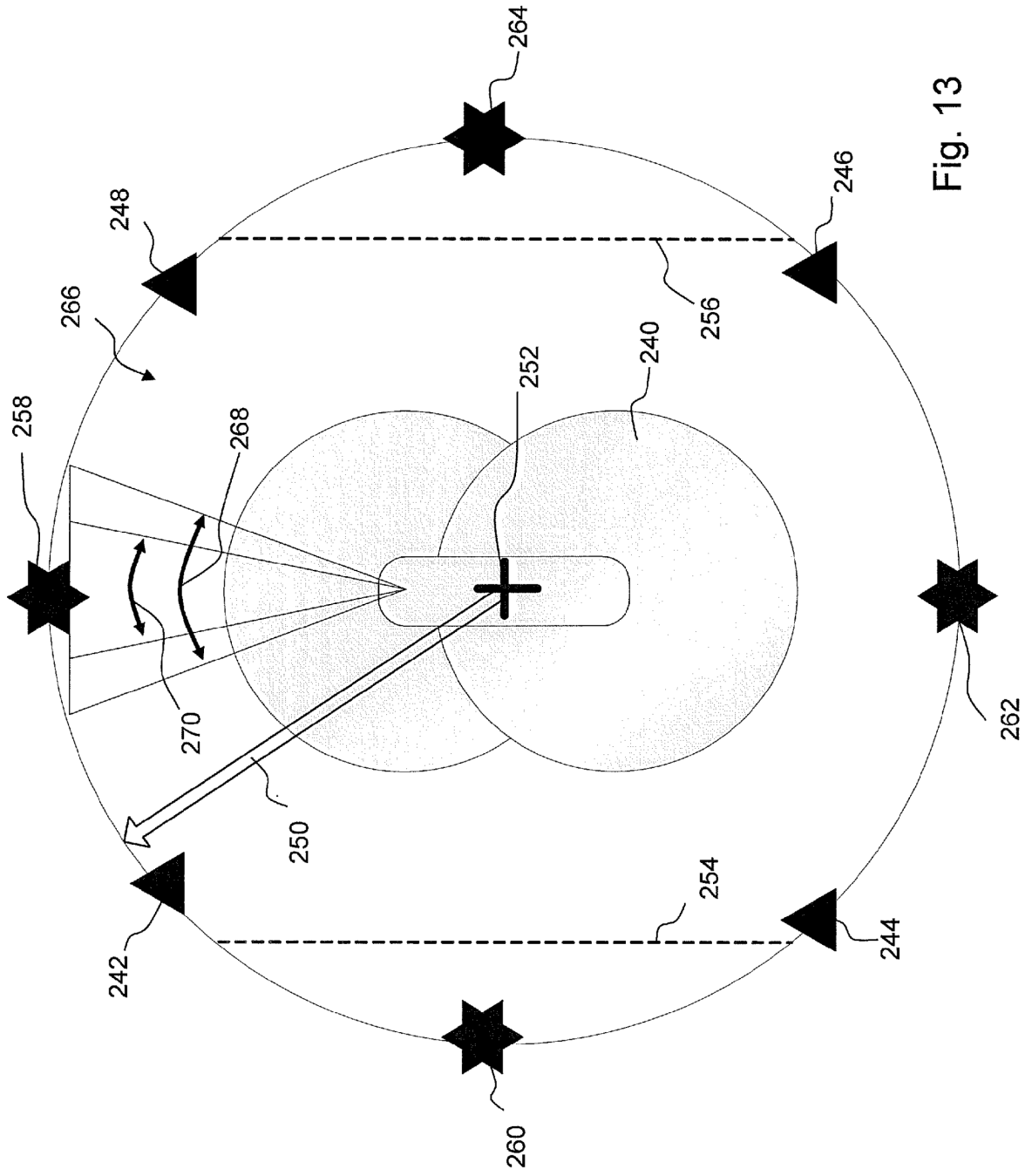


Fig. 13



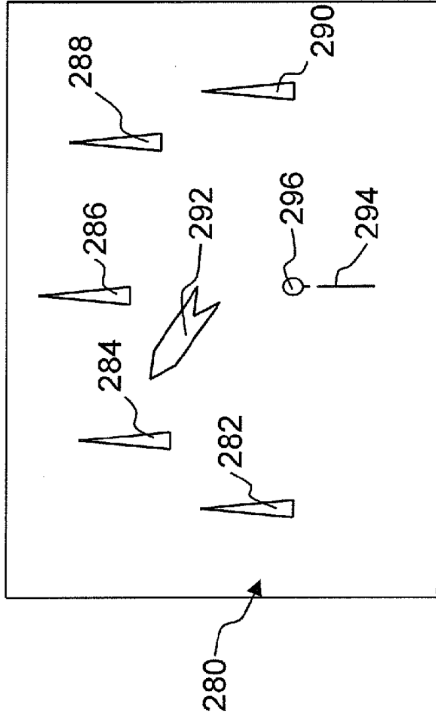


Fig. 14

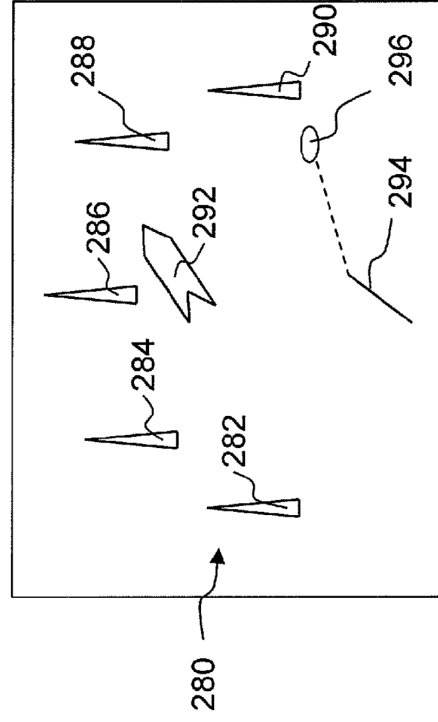


Fig. 15

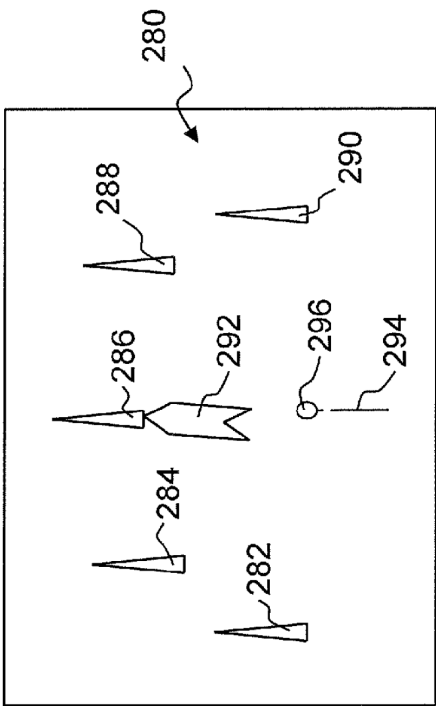


Fig. 16

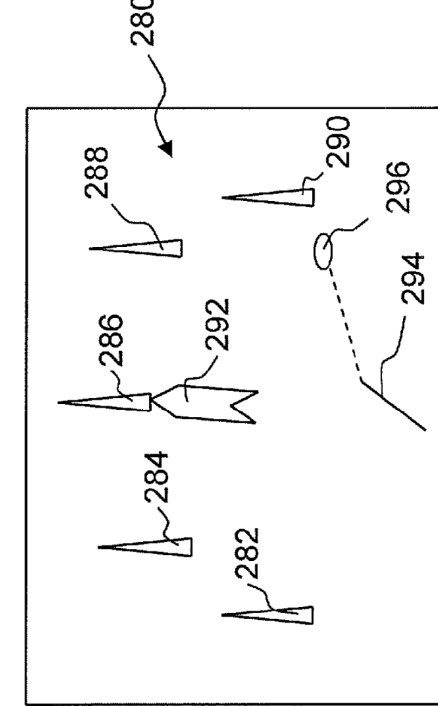


Fig. 17

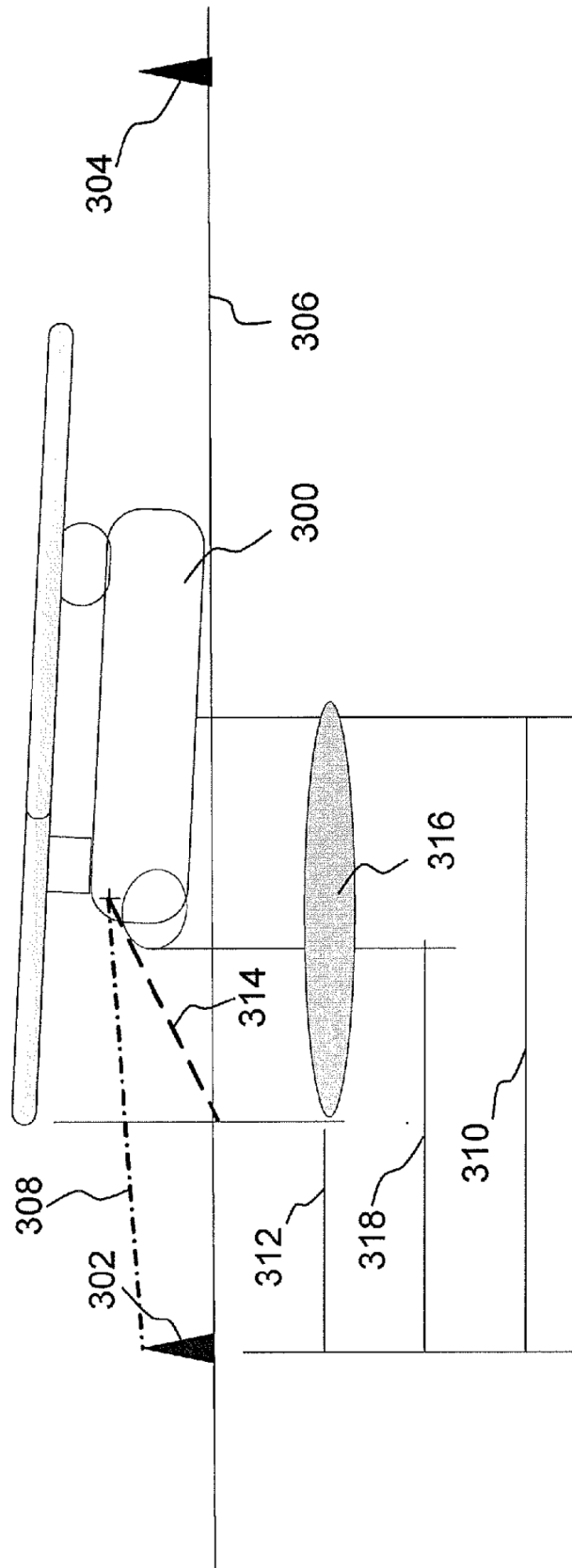


Fig. 18

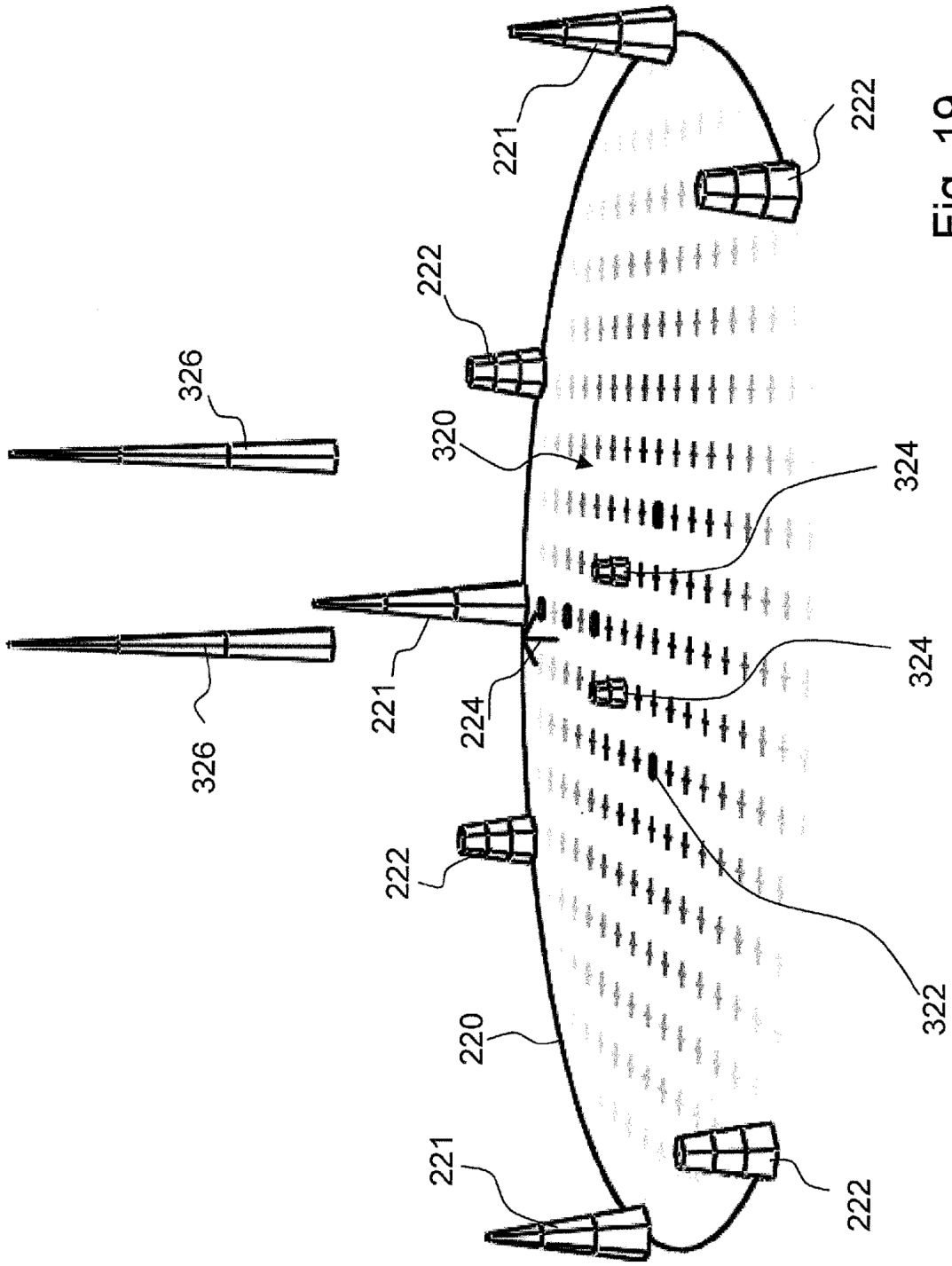


Fig. 19

