

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 900 100**

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 19159871 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.10.2021 EP 3514497**

54 Título: **Procesador configurado para implementar un procedimiento de ayuda al aterrizaje de una aeronave de ala giratoria y, el correspondiente medio de almacenamiento legible por máquina**

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:
15.03.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ANDERS, JOHN THOMAS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 900 100 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

Procesador configurado para implementar un procedimiento de ayuda al aterrizaje de una aeronave de ala giratoria y, el correspondiente medio de almacenamiento legible por máquina

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y aparato para ayudar al aterrizaje de una aeronave de ala giratoria, en particular al aterrizaje de una aeronave de ala giratoria en condiciones de baja visibilidad.

10 Un piloto de una aeronave de ala giratoria que vuela a una altitud relativamente baja y a una velocidad de avance relativamente baja puede experimentar una visión oscurecida debido a que las partículas son succionadas del suelo debajo de la aeronave por los rotores horizontales y/o de cola de la aeronave. Las partículas pueden formar una nube que envuelva la aeronave, lo que reducirá la visibilidad del piloto, provocando la pérdida de referencias externas y la vista de obstrucciones y, por lo tanto, la capacidad del piloto para controlar la aeronave de forma segura y evitar peligros. Este efecto de ensombrecimiento se denomina comúnmente "oscurecimiento". La condición se encuentra con mayor frecuencia cuando la aeronave está operando sobre terreno seco y polvoriento, por ejemplo, en regiones desérticas del mundo. También ocurre en otras áreas del mundo debido al agua, hielo y/o nieve, comúnmente conocido como "desvanecimiento" y puede ocurrir cuando las gotas de agua son succionadas de superficies saturadas. La visibilidad reducida puede provocar que el piloto se desoriente espacialmente y pierda la conciencia de la situación. En consecuencia, la visibilidad reducida puede aumentar la dificultad para controlar la aeronave durante las fases de aterrizaje o despegue del vuelo en condiciones diurnas o nocturnas. Se reconoce directamente que la visibilidad reducida debido a un oscurecimiento o un desvanecimiento es la causa principal de varios accidentes, algunos de los cuales resultan fatales para la tripulación de la aeronave.

25 Se sabe que proporciona ayudas personales a la navegación para pilotos, como la descrita en la solicitud de patente internacional publicada WO 2006/087709. El sistema descrito en ese documento proporciona una ayuda de navegación personal montada en la cabeza que tiene una pantalla a través de la cual un piloto puede ver una escena externa y ver, superpuestos en esa escena externa, símbolos seleccionados que indican la posición y mantienen la alineación con ubicaciones seleccionadas o predeterminadas en el suelo o en el espacio aéreo dentro de ese campo de visión cuando el piloto mueve la cabeza. Si el piloto mira hacia otro lado, de modo que la ubicación seleccionada o predeterminada está fuera del campo de visión del piloto a través de la pantalla, se muestran símbolos como flechas para redirigir la línea de visión del piloto para recuperar la visibilidad de la característica indicada.

35 El documento US2006/0238377 A1 divulga un sistema de control de vuelo que incluye una pantalla de vuelo principal que tiene una pantalla de vuelo estacionario que facilita las operaciones en un entorno visual degradado. La pantalla de desplazamiento incluye una pantalla de altitud de radar, simbología de deriva de rumbo y simbología de deriva lateral.

40 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un procesador configurado para implementar un procedimiento de ayuda al aterrizaje de una aeronave de ala giratoria en condiciones de visibilidad reducida para el piloto, como se define en la reivindicación 1.

45 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un medio de almacenamiento legible por máquina como se define en la reivindicación 12.

50 De acuerdo con algunos ejemplos, se proporciona un procedimiento para ayudar al aterrizaje de una aeronave de ala giratoria en condiciones de visibilidad reducida de un área de aterrizaje, en el que un piloto de la aeronave de ala giratoria se proporciona de un dispositivo de visualización montado en la cabeza o en el casco dispuesto para mostrar simbología al piloto superpuesta en una escena que está siendo vista por el piloto, el procedimiento incluye las etapas:

- (i) determinar la línea de visión del piloto;
- (ii) indicar un punto de aterrizaje deseado para la aeronave de ala giratoria en función de la línea de visión determinada del piloto;
- 55 (iii) determinar la ubicación, incluida la altura sobre la superficie del suelo, de la aeronave de ala giratoria;
- (iv) determinar la ubicación del punto de aterrizaje deseado indicado en la etapa (ii) con respecto a la ubicación determinada de la aeronave de ala giratoria;
- (v) generar una simbología de aterrizaje referenciada conforme al suelo que comprende uno o más símbolos que proporcionan una representación tridimensional de un área de aterrizaje en la ubicación determinada del punto de aterrizaje deseado;
- 60 (vi) mostrar la simbología de aterrizaje referenciada conforme al suelo y al piloto en el dispositivo de visualización; y
- (vii) actualizar el tamaño o la forma de uno o más símbolos de la simbología de aterrizaje referenciada conforme al suelo mostrado de acuerdo con un cambio en la ubicación determinada de la aeronave de ala giratoria con relación a la ubicación determinada del punto de aterrizaje deseado.

65

De esta manera, al piloto se le presenta una simbología de aterrizaje de manera que, si ocurre una situación de baja visibilidad, el piloto puede utilizar la simbología de aterrizaje para completar la fase de aterrizaje o despegue del vuelo de la aeronave.

5 En algunos ejemplos, la etapa (iv) comprende además generar una indicación visual en el dispositivo de visualización de la ubicación determinada del punto de aterrizaje deseado y el procedimiento incluye repetir las etapas (i) a (iv) en diferentes ubicaciones de la aeronave de ala giratoria hasta que haya una correlación aceptable entre la indicación visual generada en la etapa (iv) y el punto de aterrizaje deseado indicado en la etapa (ii).

10 En una variante del proceso para refinar la ubicación de un punto de aterrizaje deseado, la etapa (iv) comprende además generar una indicación visual en el dispositivo de visualización de la ubicación determinada del punto de aterrizaje deseado y permitir que el piloto dirija la indicación visual del punto de aterrizaje deseado en el dispositivo de visualización para así volver a designar el punto de aterrizaje deseado y el procedimiento incluye repetir las etapas (i) a (iv) hasta que haya una correlación aceptable entre la indicación visual generada en la etapa (iv) y el aterrizaje deseado indicado apunte en la etapa (ii).

15 El procedimiento puede incluir la resolución de inconsistencias entre ubicaciones calculadas sucesivamente del punto de aterrizaje deseado.

20 El procedimiento puede incluir determinar la ubicación actual de la aeronave de ala giratoria en relación con un esquema de coordenadas geográficas universales. El procedimiento puede incluir calcular la ubicación del punto de aterrizaje deseado a partir de la ubicación actual determinada de la aeronave de ala giratoria.

25 En un ejemplo del tipo de actualización que se puede realizar en la etapa (vii) del procedimiento, uno o más símbolos generados en la etapa (v) y visualizados en la etapa (vi) representan características tridimensionales de un tamaño predeterminado y, en la etapa (vii), el tamaño o la forma de uno o más símbolos, tal como aparecen en la pantalla, se actualiza de acuerdo con un cambio en la ubicación determinada de la aeronave de ala giratoria con relación a la ubicación determinada del punto de aterrizaje deseado.

30 El procedimiento puede incluir determinar la presencia de obstáculos cerca del punto de aterrizaje deseado utilizando un dispositivo de radar y mostrando los obstáculos detectados al piloto en la pantalla. El radar puede ser, por ejemplo, un radar emisor convencional, una unidad láser utilizada en modo radar, es decir, LADAR, o un dispositivo pasivo que depende de la radiación natural de los obstáculos.

35 El procedimiento puede incluir la utilización de un aparato de navegación inercial para determinar la ubicación actual de la aeronave de ala giratoria y un altímetro para determinar la altura de la aeronave de ala giratoria.

40 El procedimiento puede incluir determinar el alcance de la aeronave de ala giratoria desde el punto de aterrizaje deseado utilizando un dispositivo de medición de distancia. Por ejemplo, un láser. El procedimiento puede incluir calcular la velocidad de cierre de la aeronave de ala giratoria con respecto al punto de aterrizaje deseado a partir de determinaciones de alcance sucesivas y mostrar la velocidad de cierre al piloto en la pantalla.

45 El procedimiento puede incluir generar una representación sintética de una escena a lo largo de la línea de visión del piloto y mostrar la escena sintética al piloto en la pantalla.

El procedimiento puede incluir definir el punto de aterrizaje deseado para la aeronave de ala giratoria por la línea de visión del piloto que ve el punto de aterrizaje deseado a través de un casco o pantalla montada en la cabeza que utiliza el piloto y el rastreo del casco o pantalla montada en la cabeza con un dispositivo de rastreo.

50 De acuerdo con algunos ejemplos, se proporciona un aparato para ayudar al aterrizaje de una aeronave de ala giratoria en condiciones de visibilidad reducida de un área de aterrizaje, que incluye:

un dispositivo de rastreo para determinar la línea de visión de un piloto;

55 un dispositivo de activación operable por el piloto para iniciar la captura de un punto de aterrizaje deseado para la aeronave de ala giratoria a lo largo de una línea de visión determinada del piloto;

una entrada para recibir datos de sensores indicativos de la ubicación, incluida la altura sobre la superficie del suelo de la aeronave de ala giratoria;

60 un dispositivo de visualización montado en la cabeza o en el casco, dispuesto para mostrar al piloto una simbología de aterrizaje referenciada conforme al suelo que comprende uno o más símbolos que proporcionan una representación tridimensional de un área de aterrizaje en el punto de aterrizaje deseado, superpuesta a una escena que está viendo el piloto; y

65

5 un procesador dispuesto para determinar, utilizando los datos de los sensores recibidos, la ubicación del punto de aterrizaje deseado y la ubicación de la aeronave de ala giratoria, y para generar la simbología de aterrizaje referenciada conforme al suelo para mostrarla en el dispositivo de visualización superpuesta a la escena que está viendo el piloto, y para generar una actualización del tamaño o la forma de uno o más símbolos de la simbología de acuerdo con un cambio en la ubicación determinada de la aeronave de ala giratoria con relación a la ubicación determinada del punto de aterrizaje deseado.

10 El dispositivo de activación puede disponerse para que la opere el piloto a fin de capturar sucesivamente un punto de aterrizaje deseado para la aeronave de ala giratoria a lo largo de la línea de visión del piloto en diferentes ubicaciones de la aeronave hasta que haya una correlación aceptable entre la simbología de aterrizaje mostrada y el punto de aterrizaje deseado.

15 El procesador también se puede disponer para resolver inconsistencias entre ubicaciones calculadas sucesivamente del punto de aterrizaje deseado.

20 Un dispositivo de navegación se puede disponer para determinar la ubicación actual de la aeronave de ala giratoria con relación a un esquema de coordenadas geográficas universales. El procesador se puede disponer para calcular la ubicación del punto de aterrizaje deseado a partir de la ubicación actual determinada de la aeronave de ala giratoria.

25 El procesador se puede disponer para generar uno o más símbolos para representar características tridimensionales de un tamaño predeterminado y para actualizar el tamaño o la forma de los símbolos más, tal como aparecen en la pantalla, de acuerdo con un cambio en la ubicación determinada de la aeronave de ala giratoria con relación a la ubicación determinada del punto de aterrizaje deseado.

30 Un dispositivo de radar se puede disponer para determinar la presencia de obstáculos cerca del punto de aterrizaje deseado y los obstáculos detectados se pueden mostrar al piloto en la pantalla. La visualización de obstáculos puede ser asistida por el establecimiento de alarmas y alertas audibles dependiendo de la proximidad de los obstáculos al punto de aterrizaje deseado. Estas alarmas y alertas pueden ser sensibles a la dirección, utilizando el rastreador de cabeza para indicar al piloto con sonido en el oído izquierdo o derecho que busque el obstáculo en la dirección correcta.

35 El dispositivo de navegación puede incluir un aparato de navegación inercial operable para determinar la ubicación actual de la aeronave de ala giratoria y un altímetro para determinar la altura de la aeronave de ala giratoria.

40 Un dispositivo de medición de distancia puede ser operable para determinar la distancia de la aeronave de ala giratoria desde el punto de aterrizaje deseado. Por ejemplo, un láser. El procesador también se puede disponer para calcular la velocidad de cierre de la aeronave de ala giratoria con respecto al punto de aterrizaje deseado a partir de determinaciones de alcance sucesivas y para mostrar la velocidad de cierre al piloto en la pantalla.

45 Un dispositivo de cámara se puede disponer para capturar una escena a lo largo de la línea de visión del piloto, el procesador se puede disponer para generar una representación sintética de la escena capturada y la pantalla se puede disponer para mostrar la escena sintética al piloto.

El dispositivo de rastreo puede incluir un casco o una pantalla montada en la cabeza dispuesta para ser utilizada por el piloto y el casco o rastreador de cabeza se puede disponer para determinar la línea de visión del piloto.

50 La invención se describirá ahora a manera de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

La Figura 1 es una vista general esquemática de un aparato de ayuda al aterrizaje para una aeronave de ala giratoria de acuerdo con la invención;

55 La Figura 2 es un diagrama de funcionamiento esquemático de un aparato de ayuda al aterrizaje para una aeronave de ala giratoria de acuerdo con la invención;

La Figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento para ayudar al aterrizaje de una aeronave de ala giratoria de acuerdo con la invención;

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

65 La Figura 5 es una ilustración esquemática, en vista en planta, de una aproximación de aterrizaje de una aeronave de ala giratoria y la designación de los puntos de aterrizaje deseados de acuerdo con la invención;

La Figura 6 es un gráfico de tiempo que indica la altura de la aeronave de ala giratoria antes de encontrar una condición de oscurecimiento para el aterrizaje y la designación de los puntos de aterrizaje deseados ilustrados en la Figura 5 de acuerdo con la invención;

5 La Figura 7 es un gráfico acumulativo 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;

Las Figuras 8 a 10 son ilustraciones esquemáticas, en vista en planta, de aproximaciones de aterrizaje de aeronaves de ala giratoria alternativas y designaciones de puntos de aterrizaje deseados de acuerdo con la invención;

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

15 La Figura 12 es una vista de la simbología de aterrizaje mostrada a un piloto de una aeronave de ala giratoria de acuerdo con la invención;

La Figura 13 es una vista en planta de la simbología de aterrizaje mostrada a un piloto en relación con una huella de aterrizaje de una aeronave de ala giratoria de acuerdo con la invención;

20 Las Figuras 14 a 17 son vistas de la simbología de aterrizaje mostrada a un piloto de una aeronave de ala giratoria de acuerdo con la invención;

La Figura 18 es una vista en alzado lateral de una aeronave de ala giratoria que ilustra el punto ciego de un piloto y la simbología de aterrizaje de acuerdo con la invención;

25 La Figura 19 es una vista parcial de un diseño de simbología de aterrizaje alternativo presentado a un piloto de una aeronave de ala giratoria de acuerdo con otro aspecto de la invención; y

30 La Figura 20 es una vista del diseño de simbología de aterrizaje alternativo de la Figura 20 con la adición de la simbología de instrumentos existentes.

Con referencia a la Figura 1, un aparato de ayuda al aterrizaje 10 para una aeronave de ala giratoria, por ejemplo, un helicóptero, incluye un casco 12, dispuesto para llevar una pantalla montada en el casco 13 y un dispositivo de mejora de la imagen, por ejemplo, un conjunto de gafas de visión nocturna 14. Un piloto que lleva el casco 12 ve una escena del mundo real 16 a lo largo de una línea de visión 18 a través de una visera del casco 12 y a través de la pantalla montada en el casco 13. Si la aeronave de ala giratoria está operando de noche, entonces las gafas de visión nocturna 14 se mueven a una posición desplegada, como se ilustra, de manera que coincidan con la línea de visión 18. El movimiento del casco 12 se rastrea utilizando un dispositivo de rastreo que incluye sensores de rastreo 20 y 22 dispuestos para alimentar información a un procesador de rastreo 24, que se dispone para determinar la posición y orientación del casco 12. Los datos de rastreo producidos por el procesador de rastreo 24 se alimentan 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 de coordenadas de referencia terrestre adecuado para proporcionar al piloto una señal de línea de visión, a través de la pantalla montada en el casco 13, que coincide con la línea de visión real del piloto, superpuesta en la escena del mundo real 16.

45 El procesador 26 también se dispone para recibir datos de vuelo de instrumentos de vuelo 30 para proporcionar información de vuelo, incluida la velocidad del aire, el radioaltímetro, el estado del par de la aeronave y la dirección del viento a través de la conexión de entrada 32.

50 Además, el procesador 26 también se dispone para recibir información de navegación del dispositivo de navegación 34, que puede incluir un sistema de navegación inercial con una entrada de sistema de posición global recibida a través de un receptor de satélite 36 adecuado. Los datos de navegación del dispositivo de navegación 32 se proporcionan al procesador 26 a través de la conexión de entrada 38.

55 El procesador 26 también se dispone para recibir datos de control de vuelo a través de la conexión de entrada 40 desde el ordenador 42 de control de vuelo de la aeronave y el dispositivo de control colectivo y de manos (HOCAS) 44.

60 El procesador 26 también se prepara para emitir señales de audio a través de la conexión de salida 46, que alimenta una interfaz de audio de la aeronave 48. La interfaz de audio de la aeronave 48 suministra señales de audio desde el procesador 26 a un dispositivo de auriculares dentro del casco 12 a través de la conexión 50. Además, la interfaz de audio de la aeronave 48 también se dispone para recibir señales de audio de la aeronave de otros sistemas a través del enlace de comunicación 52 y transmitir las al dispositivo de auriculares del casco 12 y para recibir señales de un micrófono, no ilustrado, dentro del casco 12 y transmitir éstos a través del enlace de comunicación 52 a otros sistemas dentro de la aeronave.

65

Además, 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 de la pantalla montada en el casco 13 asociada con el casco 12. Se debe entender que el piloto verá la simbología de aterrizaje generada en la pantalla montada en el casco 13 superpuesta en la escena delantera 16. La escena delantera 16 puede mejorarse para la operación nocturna mediante el despliegue de las gafas de visión nocturna 14 y la simbología generada aparecerá superpuesta sobre las gafas de visión nocturna mejorada escena delantera 16 vista por el piloto. Se debe entender que, alternativamente, una cámara montada en un casco, no ilustrada, puede visualizar la escena delantera 16 y proporcionar una señal de vídeo al procesador 26 a través de la conexión 54 a través del QRC 56. La escena delantera 16, de dicha cámara, se puede mejorar por el procesador 26 para generar una imagen sintética que se transmite al piloto a través de la pantalla montada en el casco dentro del casco 12 a través de la conexión 54.

El procesador de rastreo 24 también se dispone para enviar información de activación del rastreador a través de la salida 58, que a su vez se alimenta a los dispositivos emisores del rastreador en el casco a través de QRC 56 y el enlace 59 para proporcionar a los dispositivos emisores del rastreador información de control para ayudar a la operación con el sensor de rastreo asociados 20 y 22.

El procesador 26 también puede suministrar opcionalmente señales de vídeo a una pantalla de visualización de cabeza 60 para proporcionar más conocimiento de la situación al piloto, por ejemplo, un mapa o una fotografía del punto de aterrizaje deseado para la aeronave.

Además, el procesador 26 también puede recibir opcionalmente información adicional de una torreta de infrarrojos 62 que mira hacia adelante, un radar, por ejemplo, un detector óptico láser 64 o un telémetro 66.

Con referencia a la Figura 2, el piloto observará una escena del mundo real 70 a lo largo de la línea de visión del piloto. Como indica la suma 72, la percepción de un piloto de la escena del mundo real 70 se ve afectada por el ruido de observación 74 debido al movimiento de la aeronave que está volando por el piloto y al movimiento involuntario de la cabeza del piloto. En funcionamiento, el aparato de ayuda al aterrizaje incluye un dispositivo de activación, por ejemplo, un interruptor 76, que el piloto puede operar para capturar el punto de aterrizaje deseado para la aeronave, según lo determinado por la línea de visión del piloto con respecto a la escena del mundo real 70. En consecuencia, el piloto visualiza la simbología de aterrizaje generada sobre la escena del mundo real 70 en la etapa 78 del proceso de observación, y en la etapa del proceso de estimación de errores 80 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 el dispositivo de rastreo utilizado para rastrear el casco y, por lo tanto, la línea de visión del piloto. Dichos errores asociados con el rastreador pueden incluir aquellos debidos a la distorsión en la línea de visión del piloto causada por el efecto óptico de la cubierta de la cabina de la aeronave de ala giratoria.

Las coordenadas geográficas universales para el punto de aterrizaje deseado se calculan en la etapa del proceso de generación de coordenadas 82 y las coordenadas geográficas universales calculadas se utilizan para generar la simbología de aterrizaje en la etapa del proceso de simbología 84. La simbología de aterrizaje generada se emite en la salida 86 para que la vea un piloto, quien observará una visualización conforme del mundo real de la simbología de aterrizaje con referencia al suelo superpuesta en la escena del mundo real 70, lo que proporciona una vista de bucle cerrado de los errores dentro del aparato de ayuda al aterrizaje.

Una segunda salida de la etapa del proceso de generación de coordenadas 82 se puede alimentar a un sensor adecuado, tal como una sección de radar de dirección 88, a través de un interruptor 90. Se debe entender que el radar de dirección 88 solo se necesita utilizar en ciertas condiciones ambientales, por ejemplo, vuelos nocturnos y el interruptor 90 es operable por el piloto o automáticamente en respuesta a las condiciones ambientales. El radar de dirección 88 proporciona datos sobre el punto de aterrizaje deseado, que se utiliza para determinar una superficie de mapa del punto de aterrizaje deseado en la etapa del proceso de mapeo 92. La salida de la etapa del proceso de mapeo 92 se utiliza para crear una representación sintética de la superficie del punto de aterrizaje deseado en la etapa del proceso de visualización sintética 94. La salida del radar de dirección 88 puede combinarse con una base de datos adecuada que contiene datos sobre el terreno y/o obstáculos para generar la representación sintética de la superficie del punto de aterrizaje deseado en la etapa del proceso de visualización sintética 94. La representación sintética se combina con la salida 86 mediante una suma 96 de modo que un piloto observará la representación sintética de la escena y la simbología de aterrizaje superpuesta en la escena del mundo real en una salida 87. Alternativamente, el sensor adecuado podría ser una cámara que opere en el espectro de infrarrojos y esté dispuesta para capturar y generar una pantalla sintética para ser observada por el piloto en la salida 87.

El radar de dirección 88 también puede utilizarse para medir la distancia al punto de aterrizaje deseado en la etapa del proceso de alcance 98 y la información de alcance puede introducirse en la etapa del proceso de estimación de errores 80 para mejorar las estimaciones de error. Como se indica mediante la suma 100, la determinación del alcance hasta el punto de aterrizaje deseado incluirá el ruido de medición 102, que se puede tener en cuenta en la etapa del proceso de estimación de errores 80.

Existe una trayectoria de retroalimentación de corrección de errores 104 entre la etapa del proceso de simbología 84, como salida 86, de vuelta a la suma 72 para contrarrestar la navegación y los errores de colocación de simbología generados y el ruido de la vista 74 inducido por el movimiento de la aeronave. Además, se proporciona un bucle de retroalimentación de validez 106 general a partir de la simbología de visualización y la suma 96 de imagen sintética para corregir la escena del mundo real 70 percibida por el piloto en la suma 108.

Con referencia a la Figura 3, en funcionamiento, el aparato de ayuda al aterrizaje es utilizado por un piloto para seleccionar un punto de aterrizaje deseado en la etapa 110, cuando el piloto utiliza el dispositivo de activación para capturar el punto de aterrizaje deseado seleccionado. Cuando se activa el dispositivo de activación, el aparato de ayuda al aterrizaje calcula la línea de visión del piloto en la etapa 112 y, por lo tanto, puede determinar el punto de aterrizaje deseado observado por el piloto.

A continuación, el aparato de ayuda al aterrizaje realiza un primer cálculo de las coordenadas geográficas universales para el punto de aterrizaje deseado en la etapa 114, cuya salida se muestra como simbología de aterrizaje en una pantalla en la etapa 116.

A continuación, el piloto observa la simbología de aterrizaje superpuesta en una escena del mundo real y decide si acepta o no la correlación entre la ubicación calculada y mostrada del punto de aterrizaje deseado y el punto de aterrizaje deseado real en la etapa 118. Si el piloto decide que la simbología de aterrizaje mostrada se correlaciona suficientemente con el punto de aterrizaje deseado, entonces la simbología de aterrizaje con referencia al suelo se muestra al piloto en la etapa 120 para permitirle aterrizar en caso de que ocurra un oscurecimiento. De lo contrario, si el piloto decide que la simbología de aterrizaje calculada y mostrada no se correlaciona suficientemente con el punto de aterrizaje deseado, entonces el piloto puede dirigir la simbología de aterrizaje en la etapa 122 para volver a designar el punto de aterrizaje deseado de manera que el aparato de ayuda al aterrizaje es capaz de calcular el error entre el primer intento de cálculo de las coordenadas geográficas universales y el punto de aterrizaje deseado en la etapa 124, permitiendo de esta manera el cálculo de correcciones a las coordenadas geográficas universales en la etapa 126, que luego se retroalimentan en la etapa 114. La etapa 114 vuelve a calcular las coordenadas geográficas universales y vuelve a mostrar la simbología de aterrizaje al piloto en la etapa 116. El piloto puede entonces reevaluar si las correcciones aplicadas establecen una correlación aceptable entre la simbología de aterrizaje mostrada y el punto de aterrizaje deseado en la etapa 118. Se debe entender que el piloto puede continuar rechazando la simbología de aterrizaje calculada y mostrada hasta que la etapa 114 proporcione coordenadas geográficas universales que produzcan una simbología de aterrizaje que se correlacione suficientemente con el punto de aterrizaje deseado en la etapa 118. Cuando se acepta la simbología de aterrizaje en la etapa 118, la simbología de aterrizaje con referencia al suelo se muestra al piloto en la etapa 120.

Las coordenadas geográficas universales calculadas en la etapa 114 también se pueden utilizar para dirigir un sensor adecuado en la etapa 128, por ejemplo, un radar de dirección, que puede producir información de alcance desde la posición actual de la aeronave hasta el punto de aterrizaje deseado en la etapa 130. La información de alcance entre la aeronave y el punto de aterrizaje deseado también se puede retroalimentar la etapa 114 para ser utilizada en cálculos adicionales de las coordenadas geográficas universales en la etapa 114.

Opcionalmente, la salida del sensor en la etapa 128 se puede utilizar para generar una escena sintética en la etapa 132 para visualizarla en la etapa 134 de una imagen mejorada de la escena observada por un piloto.

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

Con referencia a la Figura 4, se debe entender 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 sobre un terreno 148 dado se puede determinar mediante un radar o radioaltímetro. Se puede utilizar una base de datos del terreno para contrarrestar las diferencias de altura del terreno entre la posición de la aeronave y el punto de aterrizaje deseado. Como la aeronave 142 incluirá un dispositivo de navegación para determinar la ubicación de la aeronave 142, el aparato de ayuda al aterrizaje puede determinar las coordenadas geográficas universales para el punto de aterrizaje deseado 144.

Con referencia a la Figura 5, se ilustra una aeronave 160 que realiza una aproximación aérea de 360° hasta un punto de aterrizaje deseado 162 y sigue una trayectoria de vuelo 164 hasta un primer punto de designación 166. En el primer punto de designación 166, el piloto de la aeronave mira y designa el punto de aterrizaje 162 deseado activando el aparato de ayuda al aterrizaje cuando la línea de visión del piloto se dirige al punto de aterrizaje deseado 162 para calcular las primeras 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 correlación aceptable con el punto de aterrizaje deseado 162. Si no, el piloto continuará a lo largo de la trayectoria de vuelo 164 de aproximación de 360° hasta un segundo punto de designación 168. De nuevo, el piloto mira 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 en el mundo real observada por el piloto.

La aeronave 160 puede continuar a lo largo de la trayectoria de vuelo 164 de aproximación de 360° activando el aparato de ayuda al aterrizaje en otros puntos de designación 170 y 172 para reducir aún más el error de designación hasta que el piloto quede satisfecho de que la simbología de aterrizaje mostrada tiene una correlación aceptable con el punto de aterrizaje deseado 162 en el mundo real. En este punto, el piloto puede entrar en una fase de aterrizaje del vuelo y aterrizar la aeronave 160 en el punto de aterrizaje deseado 162, incluso cuando el helicóptero 160 entra en un evento de oscurecimiento indicado por la nube de polvo 174.

Con referencia a la Figura 6, en la que se han utilizado referencias similares para indicar números enteros similares a los ilustrados con referencia a la Figura 5, los puntos de designación 166, 168, 170 y 172 se indican con respecto a la altura a lo largo del eje de las ordenadas 176 y con respecto al tiempo a lo largo del eje de las abscisas 178. A medida que una aeronave se acerca al punto de aterrizaje deseado 162, el aparato de ayuda al aterrizaje se dispone para calcular las coordenadas geográficas universales en cada punto de designación 166, 168, 170 y 172 para mostrar así la simbología de aterrizaje que está correlacionada con el punto de aterrizaje deseado 162 antes de que la aeronave ingrese a la nube de polvo 174.

Con referencia a la Figura 7, en la que se han utilizado referencias similares para indicar números enteros similares a los ilustrados con referencia a las Figuras 5 y 6, se indica un error de designación a lo largo del eje de las ordenadas 180 para cada punto de designación a lo largo del eje de las abscisas 182. El error de designación acumulativo para cada punto de designación 166, 168, 170 y 172, como lo indica la línea de puntos 184, mejora con cada activación de la ayuda para el aterrizaje de la aeronave teniendo en cuenta las probables incertidumbres de la ubicación del punto de designación, que será un función del ángulo de visión fuera de la perforación, la incertidumbre de la altura de la aeronave y el ángulo de visión hacia abajo del piloto desde la aeronave hasta el punto de aterrizaje deseado 162.

Con referencia a las Figuras 8, 9 y 10, en las que se han utilizado referencias similares para indicar números enteros similares a los ilustrados con referencia a la Figura 5, se ilustran 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 de designación 166, 168, 170 y 172 para proporcionar simbología de aterrizaje a un piloto antes de que la aeronave 160 entre en un evento de oscurecimiento 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 de designación 166, 168, 170 y 172.

La Figura 8 ilustra una aproximación de giro de 90° para la aeronave 160 siguiendo la trayectoria de vuelo 164 hasta el punto de aterrizaje deseado 162.

La Figura 9 ilustra una aproximación con desplazamiento de 180° para la aeronave 160 que sigue la trayectoria de vuelo 164 hasta el punto de aterrizaje deseado 162.

La Figura 10 ilustra una aproximación directa para la aeronave 160 siguiendo una trayectoria de vuelo 164 hasta el punto de aterrizaje deseado 162.

Con referencia a la Figura 11, se ilustra el efecto acumulativo de errores en el cálculo de la altura de una aeronave, la posición de la aeronave y el ángulo de visión calculado del piloto para un punto de aterrizaje calculado 190 en comparación con el punto de aterrizaje deseado 192 visto por el piloto. El aparato de ayuda al aterrizaje utiliza un modelo de terreno plano 194 del terreno real 196 sobre el cual vuela una aeronave 198. Un altímetro de radar a bordo de la aeronave 198 determina la altura de la aeronave 198 sobre el terreno real 197. Esta determinación de altura se utiliza luego para crear el modelo de terreno plano 194. Como se ilustra, el punto de aterrizaje deseado 192 está de hecho por debajo del modelo de terreno plano 194. Alternativamente, se puede utilizar una base de datos del terreno para corregir la altura determinada de la aeronave sobre el terreno real 197.

Además, un sistema de navegación inercial que lleva la aeronave 198 proporciona una posición estimada de 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 determine erróneamente la línea de visión del piloto como la dada por la línea de visión 202, cuando en realidad 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 se desplaza de hecho desde el punto de aterrizaje deseado 192 una distancia 206. En consecuencia, cuando se muestra al piloto la simbología de aterrizaje, el punto de aterrizaje 190 calculado no se correlacionará 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 para cerrar la distancia 206 entre el punto de aterrizaje deseado 192 y el siguiente punto de aterrizaje calculado 190 para proporcionar una correlación aceptable entre el punto de aterrizaje calculado 190 y el punto de aterrizaje deseado 192.

5 Con referencia a la Figura 12, se ilustra la simbología de aterrizaje alternativa conforme al suelo junto con la simbología de instrumentos de aeronave bien conocida existente que se muestra al piloto a través de una pantalla montada en el casco. La simbología de aterrizaje proporciona al piloto pistas sobre la condición de la aeronave con respecto a la superficie del suelo del punto de aterrizaje deseado que se vería si el piloto pudiera ver el suelo. La simbología de los instrumentos de la aeronave proporciona información sobre el estado de la aeronave para permitir que el piloto vuele la aeronave sin hacer referencia a los instrumentos internos de la cabina para maximizar el conocimiento de la situación del mundo exterior.

15 La simbología de aterrizaje incluye:

Un círculo 220 u otra forma que represente el espacio libre de seguridad requerido para la aeronave, típicamente una vez y media el diámetro del rotor de la aeronave. El círculo 220 se centra en una posición correspondiente al punto de aterrizaje deseado calculado y se alinea con la superficie estimada del suelo;

20 Marcadores tridimensionales 221, típicamente en forma de pílón, de dos metros y medio de altura y con un metro de diámetro de base. Se proporcionan bandas horizontales en los marcadores 221 para indicar la altura, típicamente en incrementos de 1 metro. Los marcadores 221 se orientan en los puntos cardinales (Norte, Este, Sur y Oeste), o en otra alineación elegida por el piloto, por ejemplo, contra el viento o una alineación táctica, y se colocan en la circunferencia del círculo 220;

25 Marcadores 222 similares al marcador 221, pero de altura reducida, para proporcionar indicaciones de rumbos intermedios a fin de reducir la cantidad de movimiento del cabezal piloto requerido para ver la simbología cuando se utiliza un dispositivo de visualización de campo de visión restringido;

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

35 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 juntas, no ilustradas, para indicar el norte o la alineación deseada por el piloto;

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

40 Una pantalla 225, típicamente en formato 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 rapidez actual de la aeronave; y

El indicador 226 colocado en la superficie del terreno calculada, delante del círculo 220, proporciona señales laterales y horizontales al piloto de la pendiente de planeo de la aeronave. Este indicador 226 puede ser una representación de los patrones "T" o "Y" estándar de la OTAN.

45 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. Al cambiar el tamaño del círculo 220, los marcadores 221 y 222 y el símbolo H 223 proporcionan indicaciones visuales de la velocidad de cierre entre la aeronave y el punto de aterrizaje deseado. La velocidad de cierre, no ilustrada, calculada a partir de un sensor, como un radar, también se puede indicar numéricamente.

50 Se puede superponer una cuadrícula, no ilustrada, sobre o debajo del círculo 220 para representar la superficie del suelo, esta cuadrícula se puede derivar de un modelo de tierra plana o una base de datos del terreno.

55 Además, una representación de la superficie del suelo derivada de un sensor como un RADAR o LADAR se puede mostrar junto con o independientemente de la cuadrícula para proporcionar indicaciones de los obstáculos detectados.

60 Adicionalmente, los obstáculos en el aire detectados por un sensor se pueden representar dentro del espacio de visualización para proporcionar indicaciones al piloto de un peligro potencial.

La simbología de instrumentos de aeronave existente incluye:

Indicador de deslizamiento de la aeronave 227;

65 Indicador de balanceo de la aeronave 228;

ES 2 900 100 T3

- Indicador de la barra de cabeceo 229 que muestra el ángulo de inclinación de la aeronave;
- Indicador de velocidad y aceleración 230 que muestra una vista en planta de los vectores de velocidad y aceleración de la aeronave con respecto al cuerpo de la aeronave;
- 5 Indicador de rapidez 231 que muestra tanto la rapidez del aire como la del suelo;
- Indicador de par 232;
- 10 Línea de horizonte conforme 233 que muestra el horizonte calculado;
- Indicador de altura 234 que muestra tanto la altura derivada del radioaltímetro como la altura barométrica;
- Indicador de velocidad vertical 235;
- 15 Un símbolo 236 que representa el cuerpo de la aeronave, alineado con el eje longitudinal de la aeronave; y
- Un símbolo de rumbo de aeronave 237 que representa el rumbo, la trayectoria y el rumbo deseado de la aeronave para lograr un punto de ruta seleccionado o un punto de aterrizaje deseado. La carot, "v" invertida, indica el rumbo deseado al punto geográfico de referencia o al punto de aterrizaje deseado.
- 20
- Con referencia a la Figura 13, se ilustra una vista en planta de la simbología de aterrizaje mostrada al piloto en relación con la huella de aterrizaje de una aeronave 240, por ejemplo, una aeronave tipo CH47, tendrá una huella en el suelo de aproximadamente 30 metros por 18 metros. Para este tipo de aeronave 240, los marcadores de simbología de aterrizaje seguro 242, 244, 246 y 248 mostrados al piloto de la aeronave 240 se proporcionan en un radio de aterrizaje seguro 250 de aproximadamente 23 metros desde un punto central 252 de la aeronave 240.
- 25
- 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 un "círculo recortado" marcadores de aterrizaje seguro para un espacio lateral minimizado para que la aeronave 240 pueda aterrizar junto a otras aeronaves cerca del punto de aterrizaje deseado.
- 30
- Los marcadores de simbología de aterrizaje 258, 260, 262 y 264 también se pueden mostrar al piloto para brindar mayor conocimiento de la situación de la posición de la aeronave 240 con relación a un área de aterrizaje segura 266 y ayudar cuando solo un dispositivo de visualización de campo de visión limitado está disponible para transmitir simbología de aterrizaje al piloto. Se debe entender que el piloto tendrá un campo de visión limitado desde la aeronave 240, por ejemplo, el campo de visión de las gafas de visión nocturna es de aproximadamente 40° como lo indica el ángulo 268, mientras que el campo de visión de la simbología de aterrizaje generada será aproximadamente 20° como lo indica 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.
- 35
- 40
- Con referencia a las Figuras del 14 a 17, en las que se utilizan referencias similares para indicar números enteros similares en cada una de estas Figuras, se muestra una pantalla 280 con marcadores de simbología de aterrizaje 282, 284, 286, 288 y 290 mostrados a un piloto en la pantalla montada en el casco. También se muestra la dirección de la aeronave como señal de flecha 292 y una indicación de la dirección y velocidad lateral de la aeronave como señal 294 y la magnitud de la aceleración lateral de la aeronave como señal de cadena 296.
- 45
- La Figura 14 ilustra la pantalla 280 para una aeronave de ala giratoria con velocidad de avance como lo indica la señal 294, una pequeña aceleración hacia adelante, como lo indica la longitud de la señal de cadena 296, y sin velocidad lateral o aceleración que actúe sobre la aeronave, como lo indica la posición vertical de las señales 294 y 296. Existe la posibilidad de que el piloto se desoriente en cuanto a la relación entre la línea de visión actual del piloto y el eje longitudinal de la aeronave de ala giratoria. Esta desorientación se mitiga comúnmente mediante la adición de marcadores de la cabina o marcadores de fuselaje que se muestran al piloto en la pantalla montada en el casco. Sin embargo, la señal de flecha 292 de la presente invención ilustrada en la pantalla 280 permite que un piloto mantenga la orientación dentro de las limitaciones del campo de visión relativamente pequeño de la pantalla 280 sin la carga adicional de los marcadores de la cabina o marcadores de fuselaje que se muestran en la pantalla montada en el casco.
- 50
- 55
- La señal de flecha 292 muestra el ángulo de puntería del eje longitudinal de la aeronave de ala giratoria con respecto a los marcadores de simbología de aterrizaje 282 a 290. Es decir, el piloto está mirando directamente hacia adelante a lo largo de la aeronave, como se muestra en la posición vertical de la señal 292 en la pantalla 280. La coincidencia vertical de las señales 292, 294 y 296 indican la configuración de aterrizaje correcta para la aeronave de ala giratoria sin velocidad lateral o aceleración en la aeronave de ala giratoria y el piloto está mirando directamente hacia adelante en la línea de movimiento de la aeronave de ala giratoria.
- 60
- 65
- Con referencia a la Figura 15, la pantalla 280 indica que, aunque hay una pequeña velocidad de avance sin componentes laterales como lo indica la posición vertical de las señales 294 y 296 y el piloto está mirando hacia la

izquierda, señal de flecha 292. En consecuencia, existe el riesgo de desorientación del piloto en condiciones de visibilidad muy degradadas que se producen durante un oscurecimiento.

5 Con referencia a la Figura 16, la pantalla 280 ilustra que el piloto está mirando directamente a lo largo del eje longitudinal de la aeronave de ala giratoria, como lo indica la señal de flecha 292, pero que hay una velocidad lateral significativa y creciente que actúa sobre la aeronave como indica la señal 294, que apunta hacia la derecha, y la longitud de la señal de cadena 296. Esta velocidad lateral podría hacer que la aeronave de ala giratoria se caiga cuando se haga contacto con el suelo durante el aterrizaje.

10 Con referencia a la Figura 17, la pantalla 280 indica que el piloto está mirando a la derecha del eje longitudinal de la aeronave, como lo indica la señal de flecha 292, y que hay una velocidad y aceleración significativas y correctas como lo indica la señal 294 y la longitud de la señal de cadena 296. Existe un alto riesgo de desorientación y la velocidad lateral podría hacer que la aeronave de ala giratoria se vuelque cuando se hace contacto con el suelo durante el aterrizaje.

15 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 actitud de la aeronave con respecto a los marcadores 282 a 290. También ilustran que la observación alejada del eje longitudinal de la aeronave se informa al piloto mediante la señal de flecha 292.

20 Con referencia a la Figura 18, que ilustra una vista en 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 los marcadores de simbología de aterrizaje 302 y 304 deberán generarse de manera que sean al menos 2,5 metros de altura con relación al terreno 306 y tienen una base de aproximadamente un metro para ser observable a lo largo de la línea de visión del piloto 308 cuando la aeronave se acerca al terreno 306 durante el aterrizaje. Además, los marcadores de simbología de aterrizaje 302 y 304 deberán estar aproximadamente a 23 metros de una posición central de la aeronave 300 como lo indica la línea 310, lo que dará un espacio libre entre los marcadores 302 y 304 y el rotor de la aeronave de aproximadamente ocho metros como indicado por la línea 312. Además, la mayor dirección de mirar hacia abajo 314 inhibe la vista del piloto del terreno 306 debajo de la aeronave 300 como lo indica el punto ciego 316, que comienza aproximadamente a ocho metros del marcador de simbología de aterrizaje delantero 302. El morro de la aeronave 300 se colocará aproximadamente a 16 metros del marcador 302 como lo indica la línea 318.

35 Como se tomarán varios avistamientos del punto de aterrizaje deseado para diferentes posiciones de la aeronave y ángulos de rastreo, es importante resolver, en la medida de lo posible, los errores para las diferentes posiciones de la aeronave y ángulos de rastreo y posteriormente corregir dichos errores en los componentes correctos de la posición de la aeronave y el ángulo del rastreador. Esto se puede lograr resolviendo cada fuente de error en equivalentes en norte, este, altura, elevación visual y ángulos acimut. Luego, se puede utilizar un modelo de error para predecir el error probable del rastreador y las incertidumbres de navegación producidas por el sistema de navegación inercial a fin de reducir dichos errores.

40 Consideremos el caso simplificado de una aeronave que se desplaza por una pista hacia el este mientras el piloto realiza un avistamiento y designación hacia el norte hasta un punto de aterrizaje deseado X y en el que el aparato de ayuda al aterrizaje calcula que el punto de aterrizaje deseado se encuentra en el punto A. En un primer orden, el error en el norte será XA y se causa por una combinación de errores en el norte (En), la altura (Eh) y el ángulo de avistamiento en elevación (Ese). Al resolver estos errores en sus distancias equivalentes al suelo, se obtiene el error de distancia al suelo probable como la suma de los cuadrados de los componentes individuales, a saber:

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

50 Al conocerse la relación probable de las cantidades de error en función del alcance, el ángulo de observación, el modelo de error del rastreador y las incertidumbres de navegación estimadas, el error revelado en la designación del punto de aterrizaje deseado por el proceso de avistamiento y designación puede calcularse y aplicarse correcciones para mejorar la precisión del aparato de ayuda al aterrizaje. Estas correcciones pueden aplicarse al avistamiento y designación actuales y utilizarse como una forma de calibración para mejorar el rendimiento de avistamientos y designaciones posteriores. El caso simplificado descrito anteriormente para un solo eje se puede aplicar a múltiples ejes. Se debe entender que los avistamientos se realizarán para distancias que sean operativamente relevantes para el aparato de ayuda al aterrizaje y es probable que se utilicen para distancias de menos de 2.000 metros y alturas de menos de 150 metros.

60 Es probable que las incertidumbres brutas para la altura sean de aproximadamente 0,6 metros, aproximadamente 10 metros para la posición horizontal y aproximadamente 1° para el ángulo de visión.

65 Por lo tanto, el error de posición acumulativo será de aproximadamente 10 metros antes de la corrección para una altura de aproximadamente 30 metros con un ángulo de visión hacia abajo 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°. En consecuencia, si se proporciona un factor de mejora de tres de las estimaciones del error de fuente para cada

iteración, entonces se requiere un avistamiento inicial y tres correcciones posteriores para dar un error terminal de menos de 0,6 metros. Alternativamente, si se logra el factor de mejora de cinco para las estimaciones del error de fuente en cada iteración, entonces se requiere un avistamiento inicial y dos correcciones posteriores para dar un error de terminal mejor que 0,6 metros.

5 Como se ha comentado anteriormente, se puede proporcionar un rendimiento mejorado del aparato de ayuda al aterrizaje mediante la utilización de un telémetro apropiado para determinar el alcance entre el punto de aterrizaje deseado y la aeronave. Además, se puede utilizar un láser de mapeo del suelo o un radar adecuado para medir la superficie del suelo en el punto de aterrizaje deseado antes de que se produzca el oscurecimiento y un radar
10 adecuado para proporcionar más información al piloto para que éste pueda evitar los objetos en la nube de oscurecimiento.

15 La nube de oscurecimiento es causada por los suelos y margas del desierto que van desde una densidad de 2 micras a 50 micras. Las arcillas suelen tener menos de 2 micras, los limos suelen tener entre 2 y 50 micras y las arenas suelen tener más de 50 micras. De manera similar, la visión se puede perder al aterrizar debido a las gotas de agua, hielo y/o nieve que se elevan del terreno y oscurecen la visión del piloto. En consecuencia, es posible equipar el aparato de ayuda al aterrizaje con un sensor adecuado, en función de la naturaleza del material de oscurecimiento, que es activo o pasivo, por ejemplo, un radar orientable que opera en frecuencias milimétricas, por
20 ejemplo, 92Ghz, para proporcionar al piloto un conocimiento de la situación de otros objetos mientras la aeronave está dentro de la nube oscura.

Se observará que el punto de aterrizaje deseado podría preprogramarse como el mejor sitio de aterrizaje disponible en un área determinada para la aeronave antes o durante el vuelo de la aeronave. La correlación entre la simbología de aterrizaje calculada y mostrada y un punto de aterrizaje deseado será determinada por el piloto de la aeronave
25 como se describió anteriormente. También es posible que se pueda utilizar un procesador 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 realizada por el piloto. En este caso, el aparato de ayuda al aterrizaje asumiría puntos de designación adecuados durante la aproximación de la aeronave a un punto de aterrizaje deseado preprogramado.

30 Además, si se dispone de una base de datos de resolución adecuada, por ejemplo, de una encuesta escaneada con láser, entonces un procesador adecuado podría correlacionar los retornos de los sensores de la aeronave con esa base de datos para mejorar la precisión general de la navegación y para ubicar con precisión el punto de aterrizaje deseado con las características importantes contenidas en esa base de datos. Tales características podrían incluir
35 objetos pequeños como cantos rodados, zanjas y otros detalles de textura de la superficie capaces de causar daños a la aeronave de ala giratoria, así como a otros objetos más grandes como torres de alta tensión y cables asociados.

Aunque el dispositivo de rastreo del casco 20, 22 y 24 de la Figura 1 indica que los sensores 20 y 22 se fijan al
40 armazón de la aeronave y se utilizan para seguir el movimiento del casco 12 que tiene una serie de dispositivos emisores asociados acoplados al mismo, no ilustrados, se debe entender que hay una serie de otros procedimientos y aparatos para seguir dicho casco 12 y que podrían introducirse en el aparato de ayuda al aterrizaje 10.

45 El dispositivo de navegación 34 de la Figura 1 también puede disponerse para proporcionar información de orientación y velocidad para la aeronave, que se puede mostrar al piloto a través de la pantalla montada en el casco.

Se observará que el sistema de ayuda al aterrizaje en una forma simple puede operar de manera relativa si se desconoce la posición de la aeronave. El aparato de ayuda al aterrizaje calculará el punto de aterrizaje deseado con
50 relación a la aeronave de ala giratoria y se prestará la debida consideración a los errores de la línea de visión. Esto es útil para aeronaves que no tienen aparatos de navegación o cuando tales aparatos de navegación no están disponibles.

Las gafas de visión nocturna 14 y la pantalla montada en el casco 13 ilustrada en la Figura 1 se pueden combinar en unas gafas de visión diurna y nocturna.

55 El aparato de ayuda al aterrizaje se puede utilizar en aeronaves de alas giratorias operadas por cabina de tripulación doble. Muchos helicópteros, Chinook, Merlin, Lynx, Blackhawk, etc., son operados por dos tripulantes. El aterrizaje con visibilidad restringida se logra típicamente mediante la cooperación mutua entre los dos tripulantes. Por ejemplo, un miembro de la tripulación, el piloto, operará los controles de la aeronave de ala giratoria y mantendrá una
60 vigilancia sobre las referencias externas fuera de la cabina, mientras que el otro miembro de la tripulación supervisará los instrumentos de la aeronave dentro de la cabina y señalará parámetros importantes como la altura y la velocidad para ayudar al piloto y, de esta manera, mantener segura la aeronave de ala giratoria.

Adicionalmente, en condiciones de visibilidad degradada severa donde solo un miembro de la tripulación tiene vista de las referencias externas en un momento dado, el control de la aeronave se pasará entre la tripulación en base a
65 la mejor visibilidad de las referencias externas. Generalmente, el control siempre recae en el tripulante que tiene mejor vista de las referencias externas.

Además, un tercer miembro de la tripulación, si está disponible, intentará mantener contacto visual con el suelo directamente debajo de la aeronave de ala giratoria, normalmente mirando por una puerta abierta, y llamar al piloto a las distancias de contacto con el suelo.

5 La presente invención combina la simbología de aterrizaje y la simbología de los instrumentos de la aeronave en una pantalla montada en el casco, reduciendo así la carga de trabajo del piloto al eliminar la necesidad de un segundo tripulante para llamar los parámetros de la aeronave desde los instrumentos internos de la cabina. Adicionalmente, ambos tripulantes tienen acceso al mismo conjunto de información para la simbología de aterrizaje del punto de aterrizaje deseado y la simbología de los instrumentos de la aeronave, lo que permite a ambos tripulantes
10 monitorear las referencias externas, mientras trabajan cooperativamente para mantener una conciencia de situación común.

Una vez calculado, el punto de aterrizaje deseado puede mostrarse en un mapa, una fotografía o una representación similar del área de interés para ayudar a la tripulación a evaluar la idoneidad del lugar para el aterrizaje u otros fines para proporcionar un conocimiento de la situación en un área más amplia. Igualmente se puede transmitir por radio a elementos cooperantes para indicar la intención del piloto y resolver posibles conflictos con el otro elemento. Estos elementos podrían incluir fuerzas terrestres u otras aeronaves de alas giratorias que intentan aterrizar en la misma área que el punto de aterrizaje deseado.

20 El dispositivo de activación también puede incluir un medio para modificar un punto de aterrizaje deseado, para establecer la orientación de la simbología de aterrizaje hacia el norte, para alinear con el viento la aeronave de ala giratoria o para proporcionar un rumbo táctico para la aeronave de ala giratoria. El dispositivo de activación también puede ser capaz de borrar, almacenar o recuperar un punto de aterrizaje deseado.

25 Con referencia a las Figuras 19 y 20, en las que se han utilizado referencias similares para indicar números enteros similares a los descritos con referencia a la Figura 12, se ilustra una simbología de aterrizaje alternativa conforme al suelo, que incluye una característica adicional, (véase la Figura 19) y la simbología de aterrizaje alternativa conforme al terreno en conjunción con la simbología de instrumentos de aeronaves existente y bien conocida (véase la Figura 20) tal como se muestra a un piloto a través de una pantalla montada en el casco. Una vez más, la simbología de aterrizaje proporciona al piloto pistas con respecto a la condición de la aeronave con respecto a la superficie del suelo del punto de aterrizaje deseado que se vería si el piloto pudiera ver el suelo. La simbología de los instrumentos de la aeronave proporciona información sobre el estado de la aeronave para permitir que el piloto vuele la aeronave sin hacer referencia a los instrumentos internos de la cabina para maximizar el conocimiento de la situación del mundo exterior.

35 Con referencia a la Figura 19, que ilustra parcialmente la simbología de aterrizaje para mayor claridad, la simbología de aterrizaje alternativa incluye, además:

40 Una cuadrícula 320 superpuesta sobre o debajo del círculo 220 dispuesta para representar la superficie del suelo del punto de aterrizaje y puede derivarse de un modelo de tierra plana o una base de datos del terreno. Adicionalmente, una representación de la superficie del suelo derivada de un sensor como un RADAR o LADAR se puede mostrar junto con o independientemente de la cuadrícula 320 para proporcionar indicaciones de los obstáculos detectados alrededor del punto de aterrizaje. Adicionalmente, los obstáculos en el aire detectados por un sensor se pueden representar dentro del espacio de visualización para proporcionar indicaciones al piloto de un peligro potencial. La cuadrícula 320 proporciona al piloto una vista de los contornos de la superficie en y alrededor del punto de aterrizaje.

Una "Y" 322 estándar de la OTAN dispuesta para indicar el punto central del círculo 220 en el punto de aterrizaje deseado.

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

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

55 Haciendo referencia a la Figura 20, se ilustra la simbología de aterrizaje alternativa conforme al suelo y la simbología de instrumentos de aeronave bien conocida existente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procesador configurado para recibir datos de un dispositivo de rastreo (20, 22, 24) de una aeronave de ala giratoria y para implementar un procedimiento para ayudar al aterrizaje de la aeronave de ala giratoria en condiciones de visibilidad reducida para un piloto de la aeronave de ala giratoria, comprendiendo el procedimiento:

determinar una línea de visión (140, 204) del piloto en base a los datos del dispositivo de rastreo (20, 22, 24);
obtener una ubicación de un punto de aterrizaje designado (144, 162, 192) con respecto a la aeronave de ala giratoria;

10 generar una representación sintética de un área de aterrizaje en el punto de aterrizaje designado de acuerdo con la línea de visión determinada del piloto, comprendiendo la representación sintética la simbología conforme tridimensional simulada (220-224, 242-248, 254-264, 282-290, 302, 304, 320-326) representativa de marcadores tridimensionales fijados con relación al punto de aterrizaje designado;

15 proporcionar la representación sintética para que se muestre en una pantalla montada en la cabeza del piloto, obtener cambios en la ubicación de la aeronave de ala giratoria con respecto al punto de aterrizaje designado; y cambiar el tamaño y/o la forma de la simbología que se mostrará al piloto de manera que esté conforme con los cambios obtenidos en la ubicación de la aeronave de ala giratoria con respecto al punto de aterrizaje designado.
- 20 2. El procesador como se reivindicó en la reivindicación 1, en el que la simbología de aterrizaje proporciona al piloto señales con respecto a la condición de la aeronave con respecto a la superficie del suelo (148, 196) del punto de aterrizaje designado que se vería si el suelo fuera visible para el piloto.
- 25 3. El procesador como se reivindicó en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la simbología visualizada se configura para orientarse con respecto al norte, este o sur, u oeste, o una orientación seleccionada por el piloto.
- 30 4. El procesador como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los marcadores incluyen marcadores (220-222, 242-248, 258-264) ubicados alrededor del punto de aterrizaje para definir un espacio libre de seguridad (250) requerido para la aeronave sin impacto entre las alas giratorias y los marcadores representados.
- 35 5. El procesador como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los marcadores incluyen al menos una parte de un círculo (220) alrededor del punto de aterrizaje.
6. El procesador como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende obtener una superficie del suelo en el punto de aterrizaje y mostrar la simbología junto con una representación (320) de la superficie determinada del suelo.
- 40 7. El procesador como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los marcadores incluyen pilones (221, 222, 326).
8. El procesador como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los marcadores proporcionan indicaciones de rumbos intermedios.
- 45 9. El procesador como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los marcadores se muestran con alturas diferentes para permitir que el piloto distinga un marcador de otro marcador.
- 50 10. El procesador como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los marcadores incluyen al menos dos marcadores separados suficientemente para permitir una puerta de entrada para la aeronave al punto de aterrizaje.
- 55 11. El procesador como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los marcadores incluyen un par de torres de marcadores (326) que tienen una altura simulada relativamente grande, dispuestas distalmente de los otros marcadores para proporcionar al piloto una perspectiva en cuanto a la orientación de la aeronave con respecto a los otros marcadores cuando la aeronave se encuentra a una altitud relativamente alta.
- 60 12. Un medio de almacenamiento legible por máquina que comprende instrucciones, que cuando se ejecutan hacen que el procesador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 11 implemente todas las etapas del procedimiento como se define en la reivindicación 1, y opcionalmente además las etapas del procedimiento como se define en cualquiera de las reivindicaciones 2 a la 11.

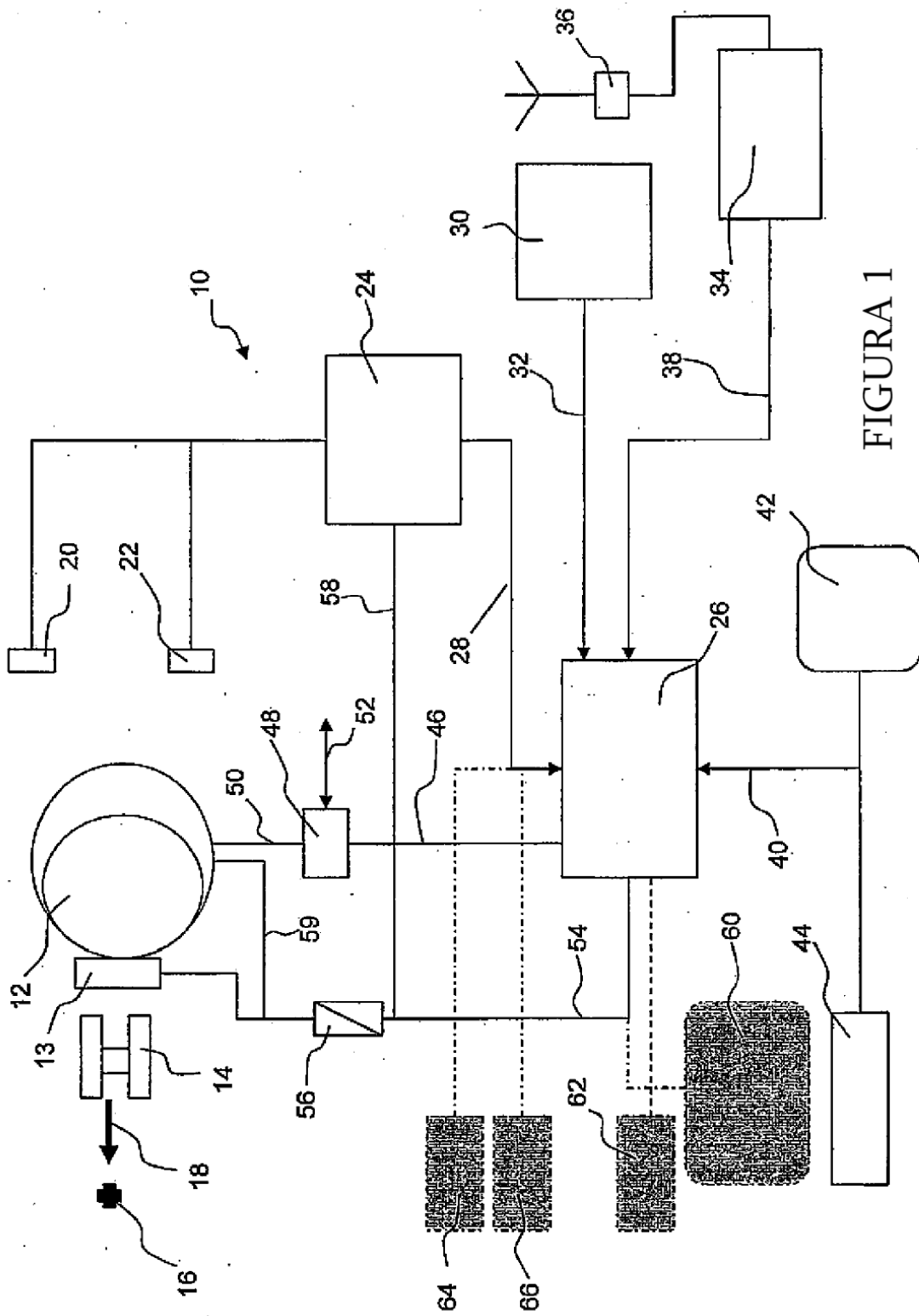


FIGURA 1

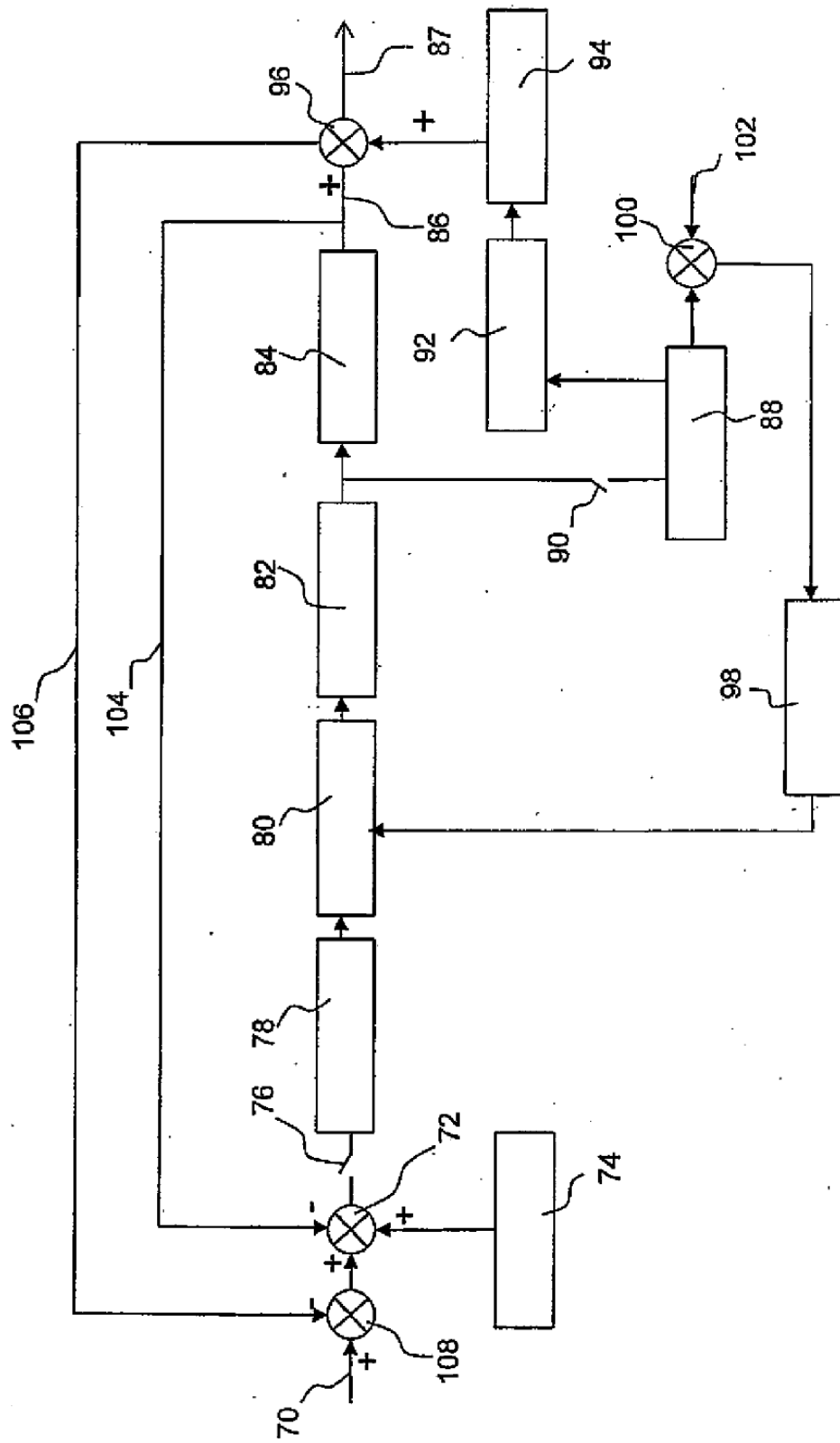


FIGURA 2

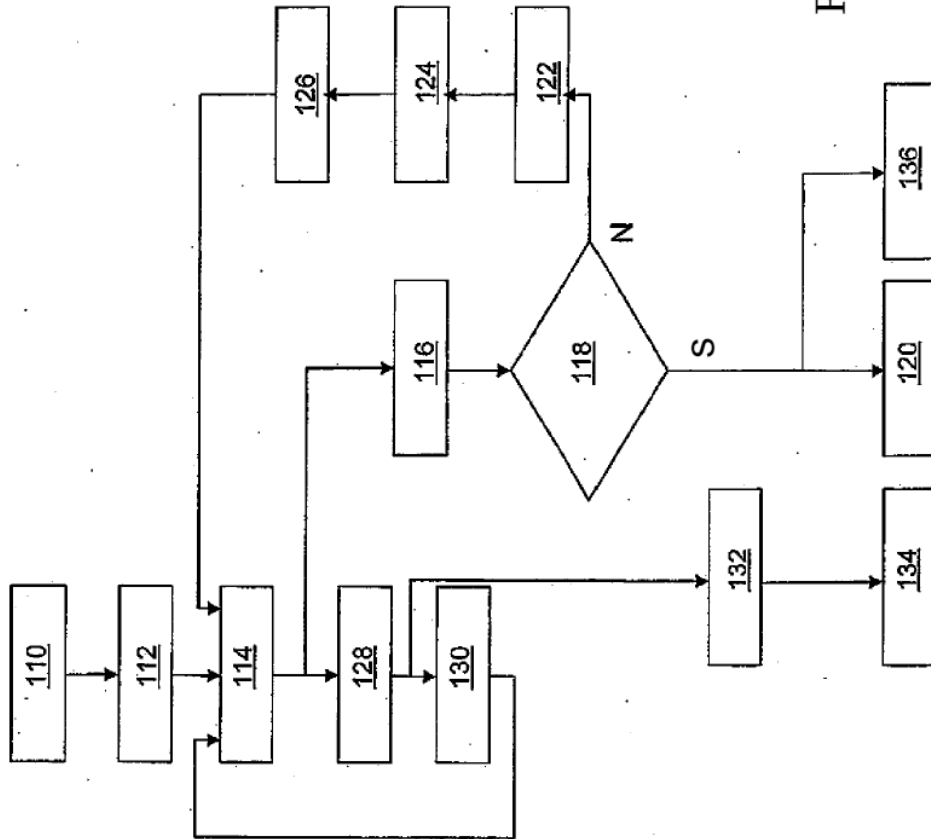


FIGURA 3

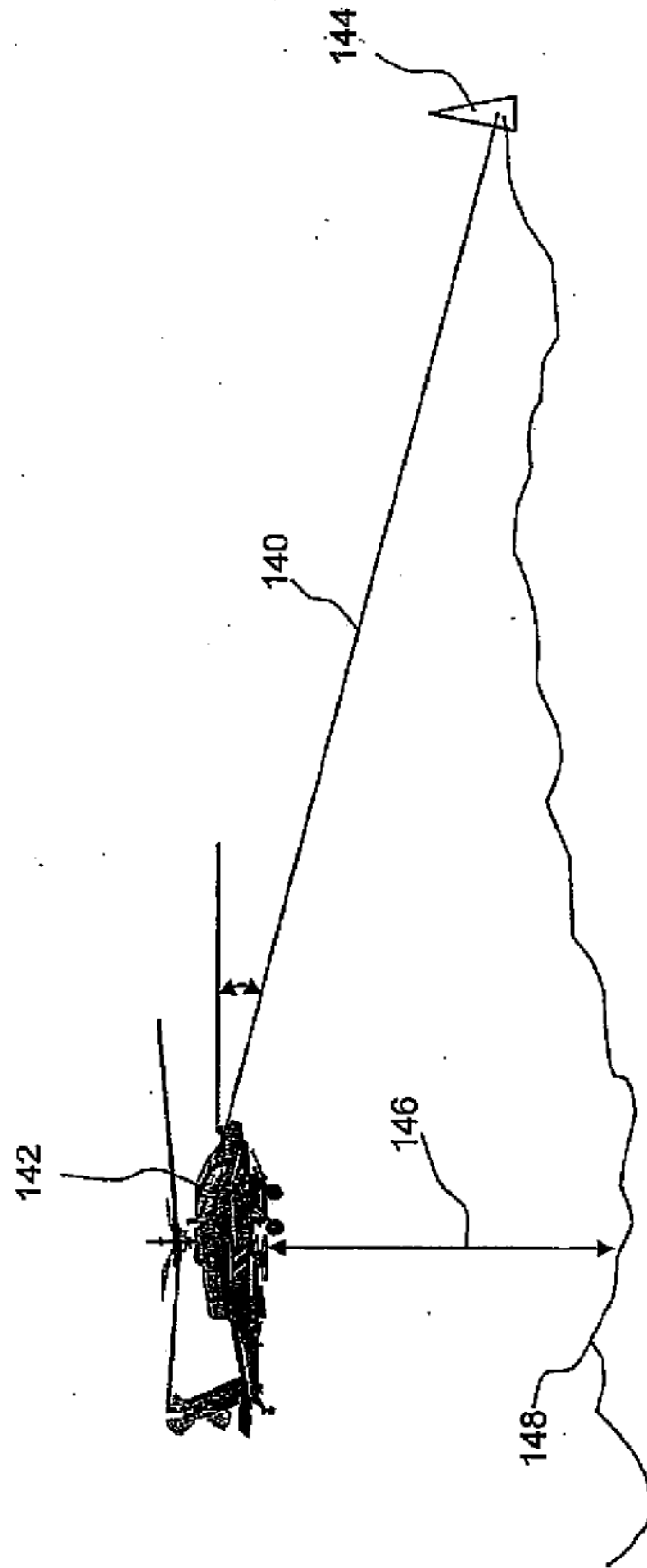
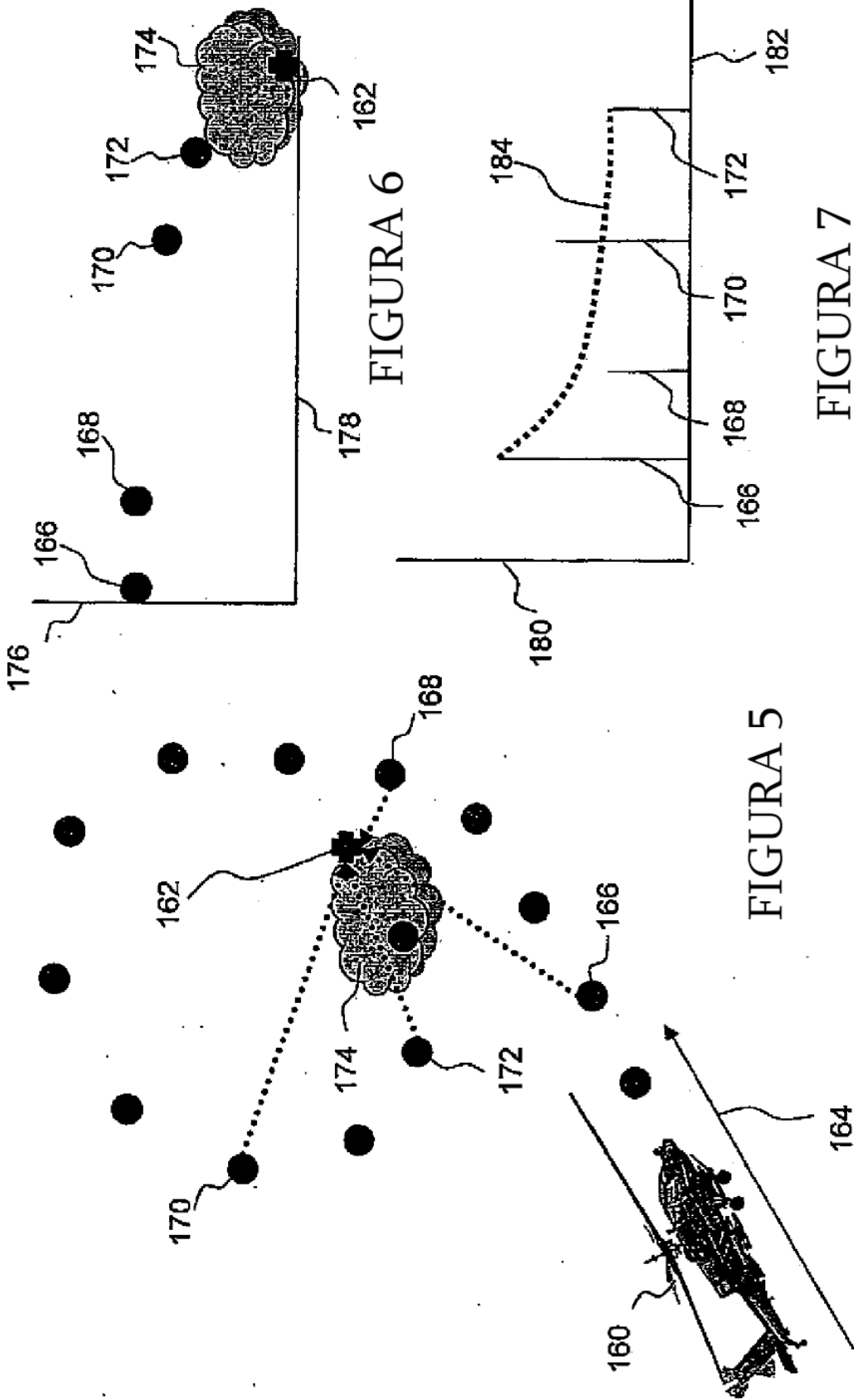
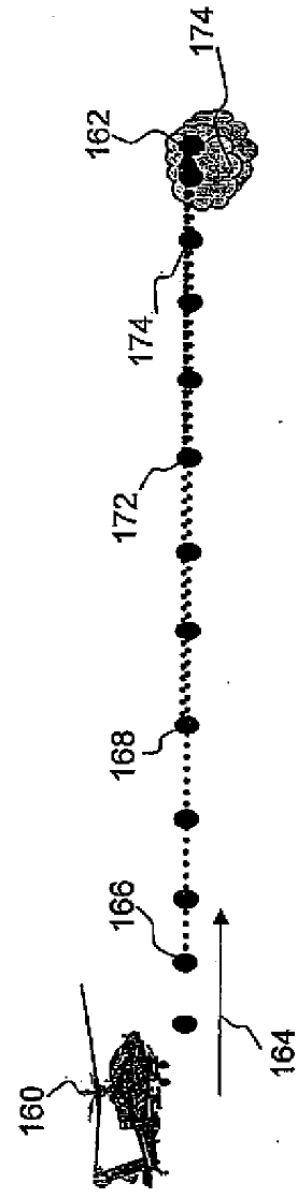
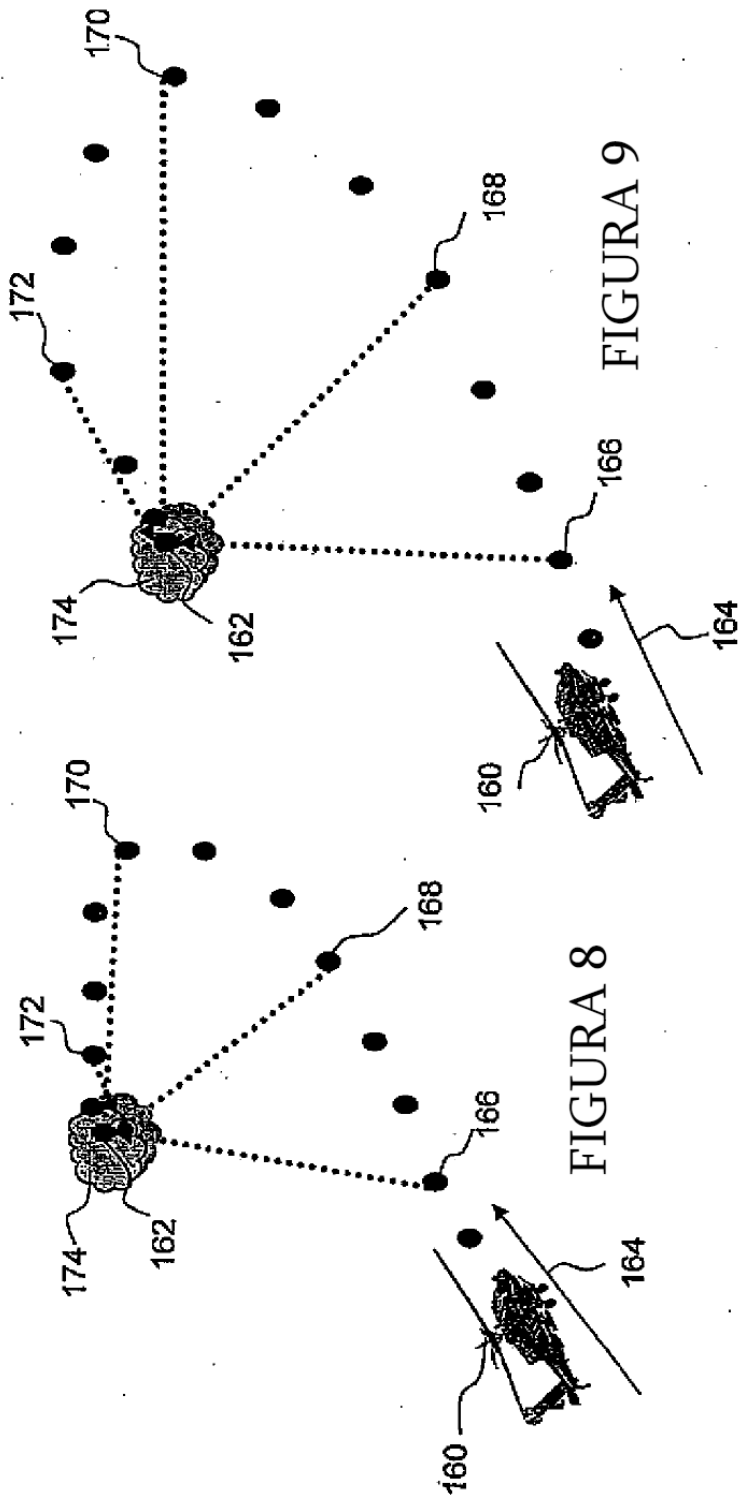


FIGURA 4





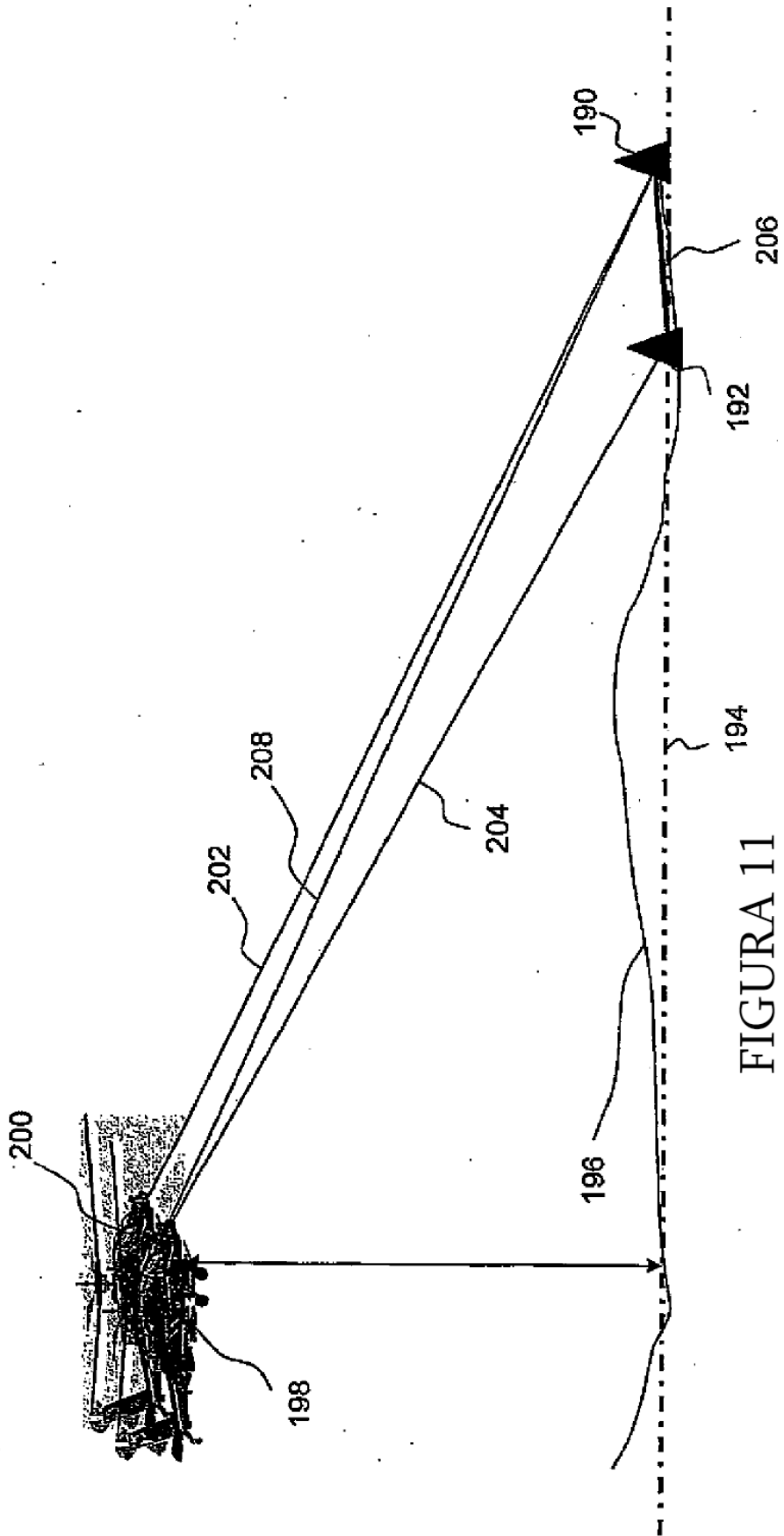


FIGURA 11

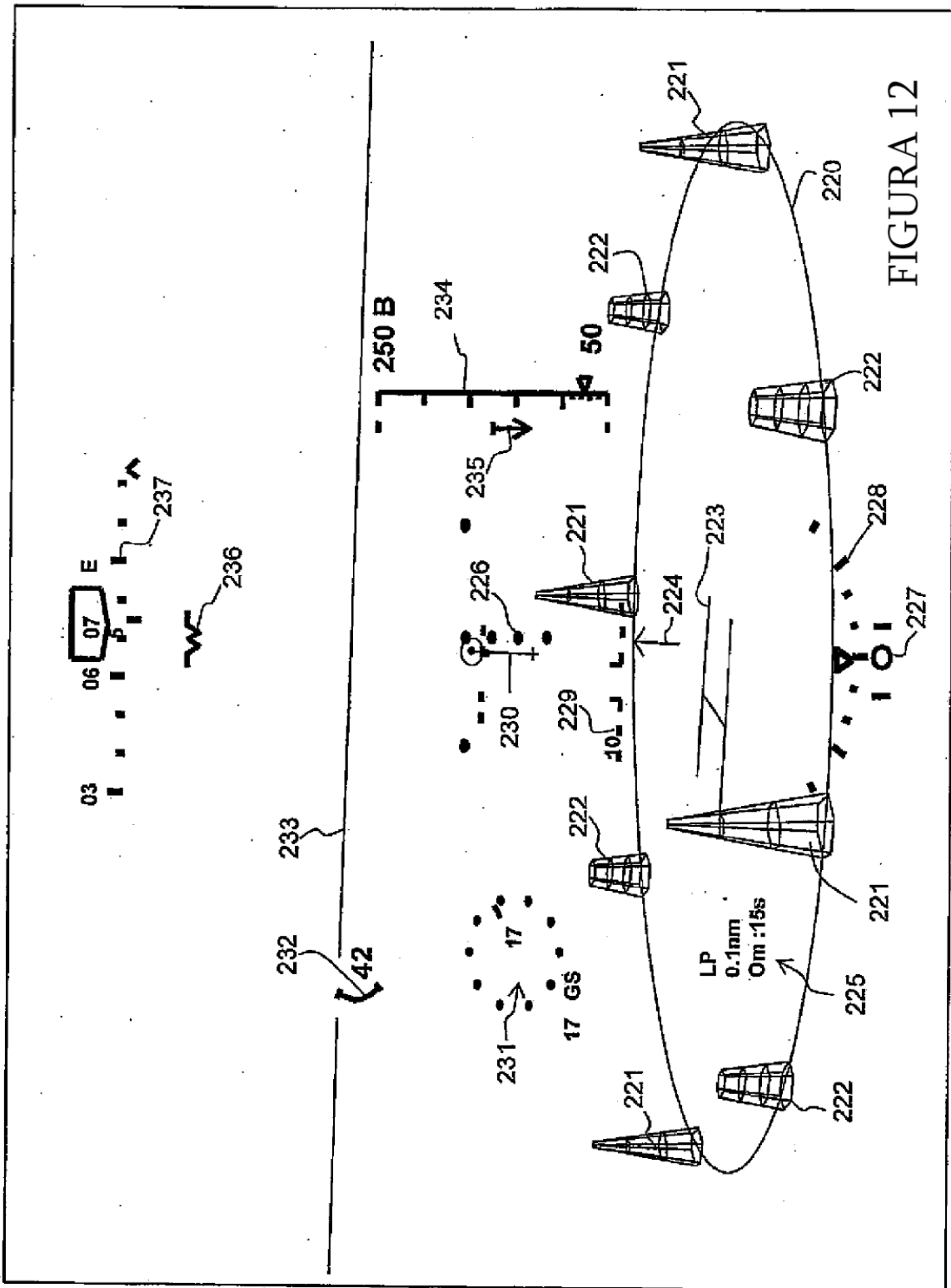


FIGURA 12

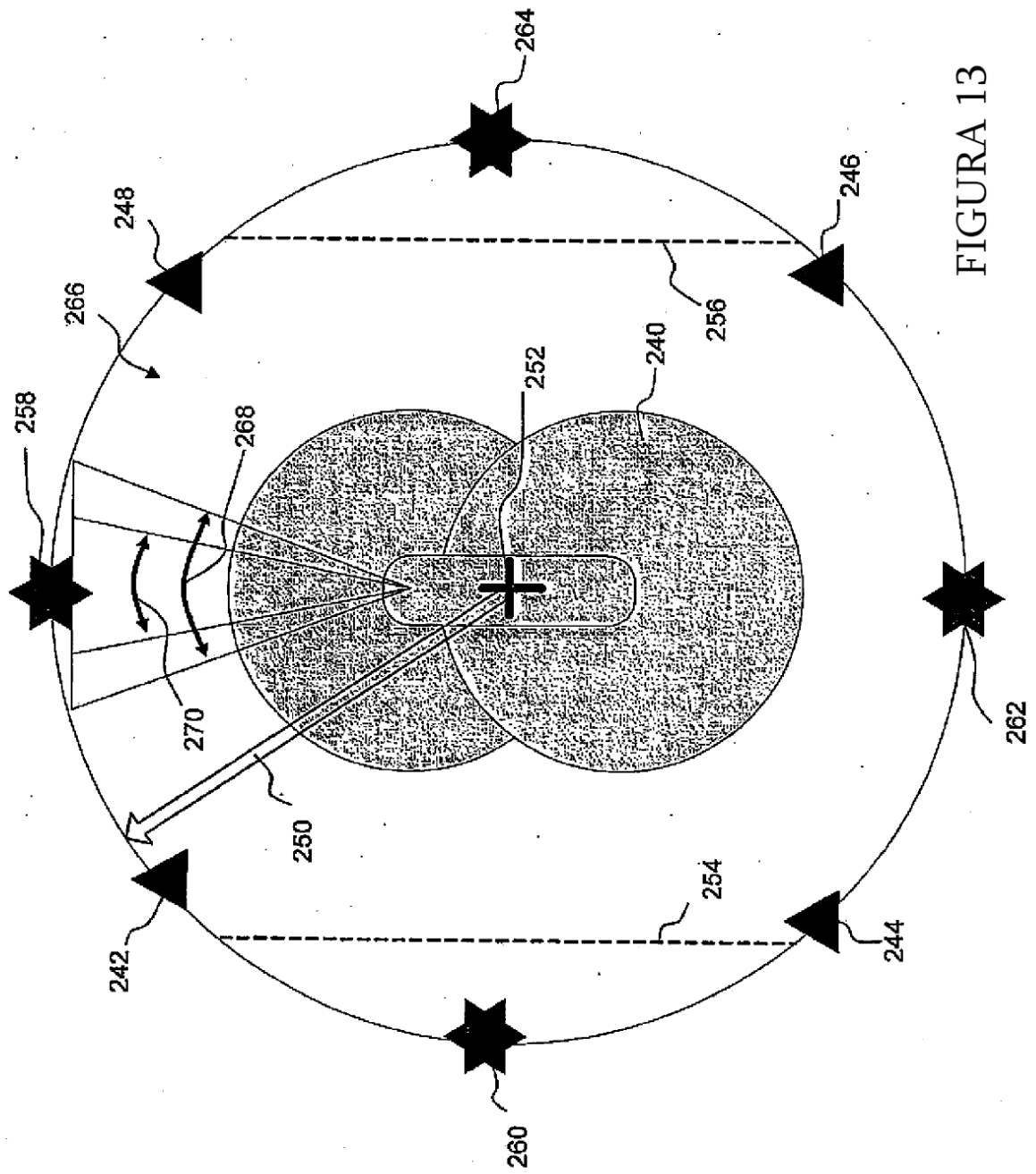


FIGURA 13

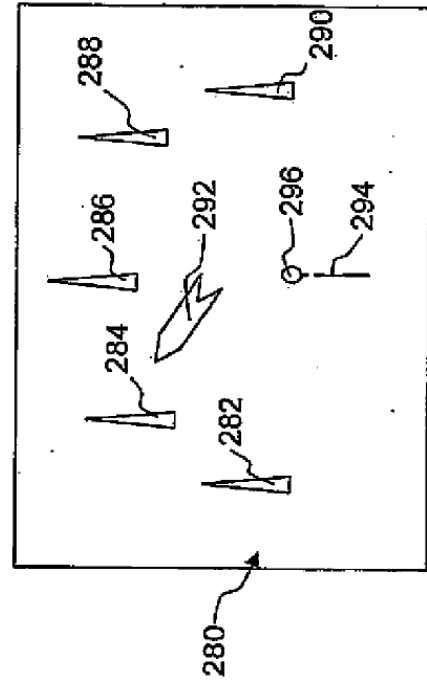


FIGURA 14

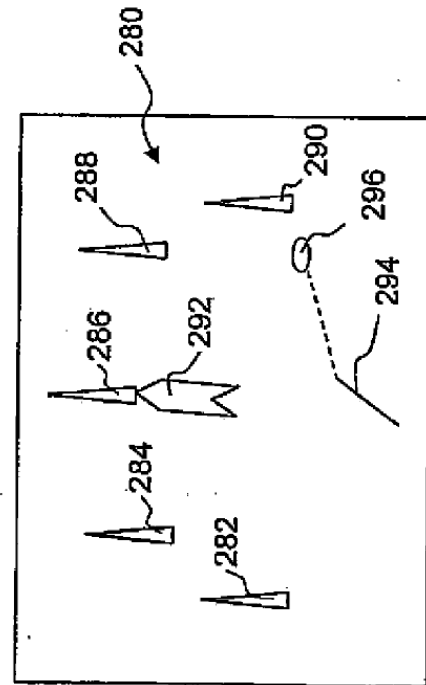


FIGURA 15

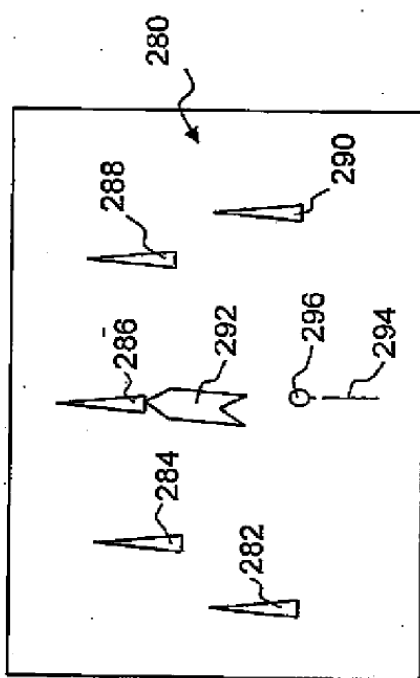


FIGURA 16

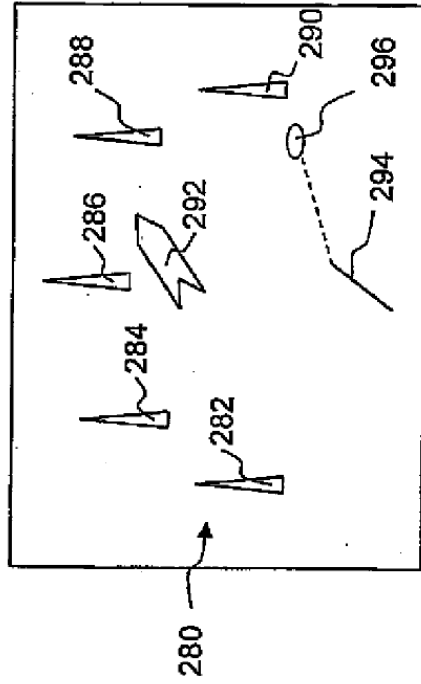


FIGURA 17

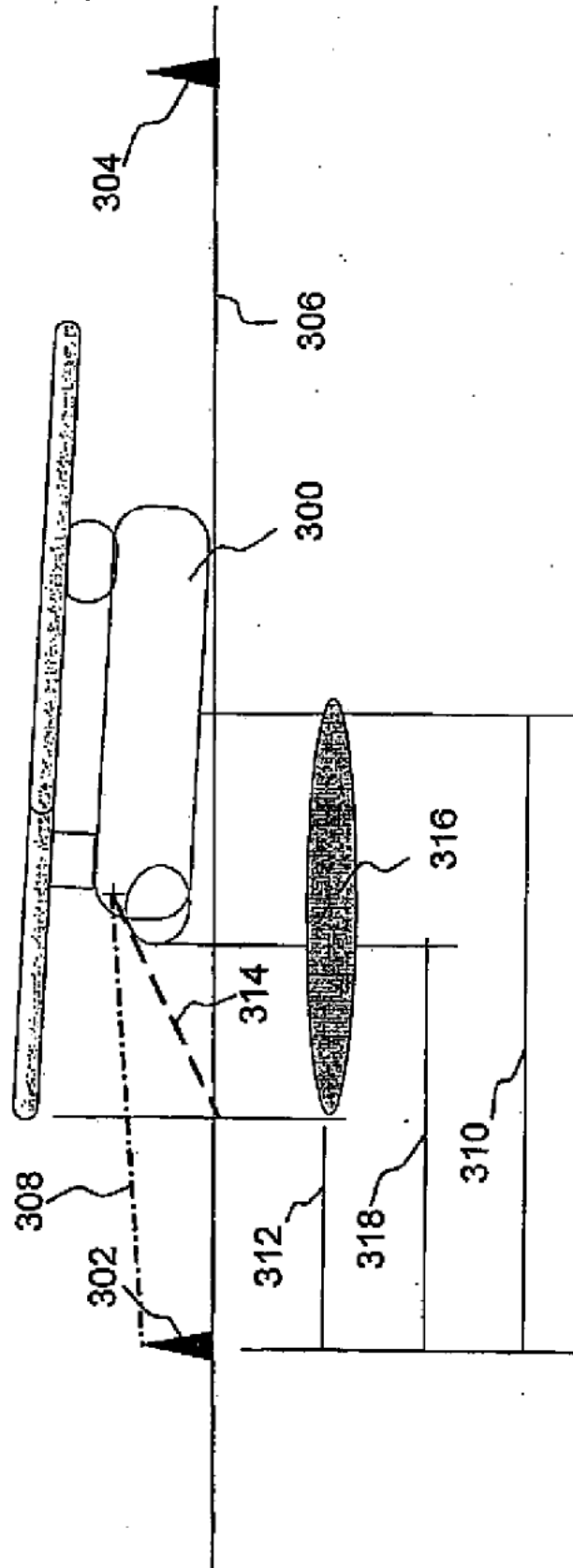


FIGURA 18

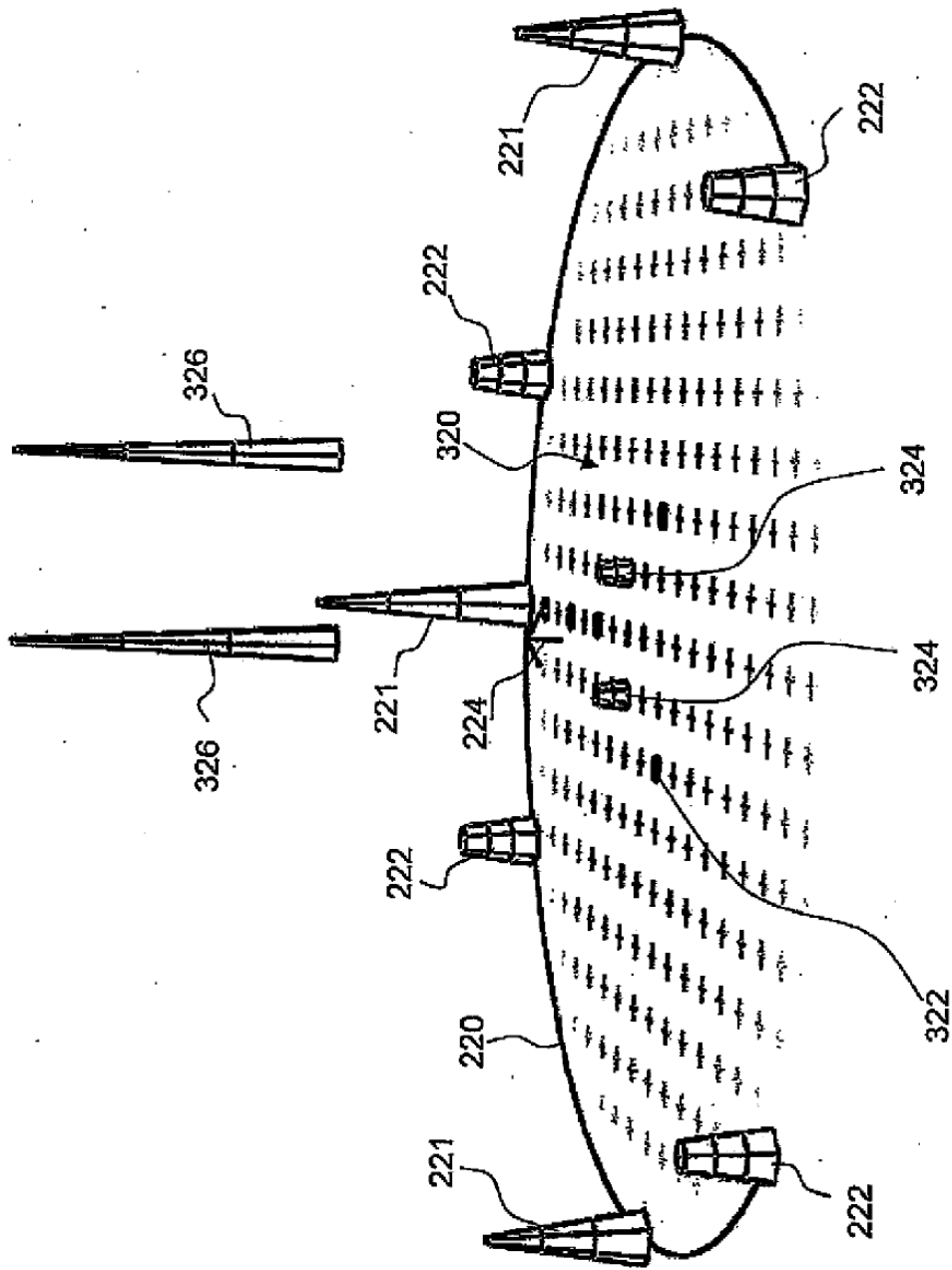


FIGURA 19

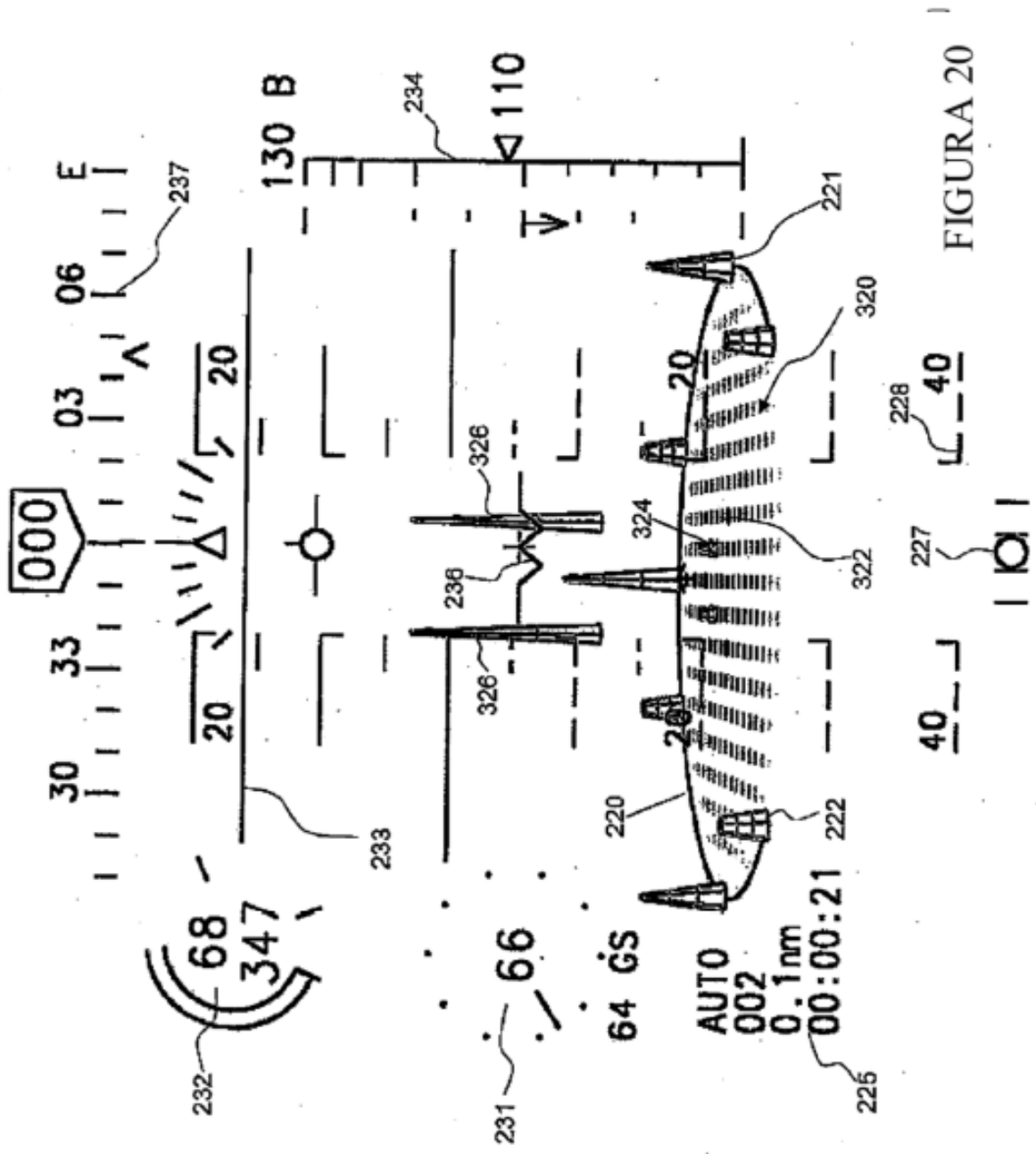


FIGURA 20