

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 167**

51 Int. Cl.:

<b>G05D 1/06</b>	(2006.01)
<b>G01S 1/16</b>	(2006.01)
<b>G01S 19/15</b>	(2010.01)
<b>G01S 19/39</b>	(2010.01)
<b>G08G 5/02</b>	(2006.01)
<b>B64D 45/04</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2012 PCT/US2012/045373**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2013 WO13036320**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2012 E 12745583 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2753998**

54 Título: **Capturas de localizador sistemáticas**

30 Prioridad:

**08.09.2011 US 201113227911**

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

**19.09.2017**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**HOOKS, ANDREW ROBERT**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 633 167 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

Capturas de localizador sistemáticas

Antecedentes

5 El sistema de aterrizaje instrumental ("ILS") es un sistema que soporta un guiado de alta precisión para una aeronave que se aproxima y aterriza en una pista de aterrizaje. El ILS incluye normalmente transmisores y redes de antenas en tierra, receptores y antenas en la aeronave, y una pantalla en la aeronave para la tripulación de vuelo. También pueden usarse pilotos automáticos y/o directores de vuelo en la aeronave.

10 La parte del ILS que proporciona guiado lateral se denomina localizador. El guiado vertical se proporciona mediante una parte de senda de planeo. Las partes de localizador y senda de planeo proporcionan a una aeronave una indicación de su separación de una trayectoria de aproximación deseada, en forma de un error angular denominado desviación de ILS angular.

15 Una aeronave que se prepara para realizar una aproximación de aterrizaje debe volar en primer lugar por una trayectoria de vuelo que interseca el localizador. A medida que la aeronave se acerca a la trayectoria de aproximación deseada (es decir, el nulo del localizador), ejecuta un viraje para capturar el nulo. Este viraje se ejecuta normalmente en respuesta a una entrada de direccionamiento proporcionada por un piloto que sigue desviaciones en bruto en una pantalla, en respuesta a una entrada de direccionamiento proporcionada por un piloto que sigue instrucciones de guiado recibido desde un sistema director de vuelo, o un sistema de piloto automático que sigue instrucciones de guiado proporcionado por el ILS. Tras una maniobra de captura satisfactoria, la trayectoria de vuelo de la aeronave estará alineada con la línea central de la pista de aterrizaje. De manera ideal, la aeronave realizará un único viraje para capturar el nulo de localizador, y no volará a través del nulo (rebasamiento) antes de completar su viraje. La naturaleza inherentemente angular de las desviaciones de ILS proporciona desafíos al intentar realizar capturas de localizador sistemáticas a distancias variables desde un transmisor de localizador de ILS.

25 En una aeronave equipada con sistemas director de vuelo y/o de piloto automático, convertir la desviación de ILS angular en una desviación de ILS rectilínea resulta beneficiosa de modo que puede proporcionarse guiado de captura de localizador sistemática independientemente de la distancia desde el transmisor de localizador de ILS. En algunas aeronaves, la estimación de distancia que se usa para convertir desviaciones de ILS angulares en desviaciones de ILS rectilíneas es propensa a error. La estimación de distancia se forma normalmente usando altitud de radio y error de senda de planeo. Los efectos del terreno, longitudes de pista de aterrizaje variables, ángulos de senda de planeo no habituales o intentos de captura de localizador antes de recibir desviaciones de altitud de radio y/o senda de planeo válidas pueden dar como resultado una estimación de distancia imprecisa. Esta estimación de distancia imprecisa puede proporcionar, a su vez, datos imprecisos de desviación de localizador y tasa de desviación a las normas de control de localizador, y dar como resultado un rendimiento de captura de localizador degradado caracterizado por perfiles de actitud de alabeo y/o guiada no deseados junto con rebasamiento adicional durante la maniobra de captura.

40 Además, el factor de conversión erróneo usado para convertir una desviación de ILS angular en una desviación de ILS rectilínea se manifiesta como una ganancia en el bucle de retroalimentación de desviación de localizador en las normas de control. Esta fuente conocida de imprecisión requiere una reducción de ganancia de normas de control en el bucle de retroalimentación de desviación de localizador, y el sacrificio del rendimiento a favor de la robustez. Esta fuente de error conocida también provoca tiempo y esfuerzo adicional en el diseño y las pruebas de la norma de control, ya que el diseñador debe mostrar que la norma de control es robusta frente a una amplia red de propiedades de instalación de destino y geometrías de aproximación.

45 En la práctica, grandes rebasamientos de localizador son comunes. Esto se debe principalmente al hecho de que el segmento del haz de localizador que proporciona de manera fiable una indicación precisa del desplazamiento de la aeronave es relativamente estrecho. Este segmento, denominado sector de guiado de ruta, puede tener un arco de tan solo aproximadamente +/- 2 grados alrededor del nulo de localizador. Si una aeronave no comienza su viraje hasta que encentra este sector, puede tener una distancia física menor que la requerida para completar su viraje con el fin de evitar un rebasamiento.

50 La propensión de un rebasamiento se agrava si la aeronave está interceptando el localizador con un gran ángulo de interceptación, una alta velocidad con respecto al suelo, o está cerca del aeródromo (cuando la anchura de haz angular constante corresponde a una distancia física menor). Los sistemas de aeronaves actuales no comienzan la maniobra de captura de localizador hasta que se alcanza la parte lineal del haz de localizador (es decir, el sector de guiado de ruta), y por tanto son propensos a grandes rebasamientos.

En el documento US7428450B1 se describen un método y un sistema para proporcionar un rumbo desde un

5 vehículo hasta una estación de transmisión. El método incluye acceder a una base de datos para obtener información de posición de transmisor para el transmisor, obtener información de posición de vehículo basándose en una señal de GPS, y generar el rumbo desde vehículo hasta la estación usando la información de posición de transmisor y la información de posición de vehículo. El sistema incluye una base de datos que almacena información de posición de transmisor que identifica una posición del transmisor, un receptor de GPS que obtiene información de posición de vehículo que identifica una posición actual del vehículo basándose en una señal de GPS, y un controlador que genera un rumbo desde el vehículo hasta el transmisor usando la información de posición de transmisor y la información de posición de vehículo.

10 En el documento WO9410582A1 se da a conocer un sistema de aterrizaje de aeronave en el que se emplea un sistema de posicionamiento global GPS diferencial. Una estación en tierra, ubicada en la proximidad de una o más pistas de aterrizaje, incluye un receptor de GPS y un transmisor de enlace de datos para transmitir datos de corrección de GPS y también la posición global de dos puntos que definen la trayectoria de planeo de aeronave deseada asociada con una tira de aterrizaje particular. El sistema incluye además equipos de aeronave que comprenden un receiver para recibir los datos de corrección y la posición global de los dos puntos de trayectoria de planeo, y un receptor de GPS. Los equipos de aeronave incluyen además un ordenador para determinar una posición global corregida de la aeronave en función de los datos de distancia de GPS de aeronave y los datos de corrección, y posteriormente determina la desviación lateral y la desviación vertical a partir de la trayectoria de planeo definida por los dos puntos de trayectoria de planeo.

Es con respecto a estas y otras consideraciones que se presenta la divulgación realizada en el presente documento.

## 20 Sumario

En el presente documento se describen conceptos y tecnologías para capturas de localizador de ILS sistemáticas. Según los conceptos y las tecnologías dados a conocer en el presente documento, se proporciona un método para convertir con precisión datos de localizador angulares en datos de localizador rectilíneos de tal manera que puede estimarse la desviación de localizador y tasa de desviación con mayor precisión que con los métodos actuales.

25 En un aspecto, se proporciona un método para guiar una aeronave durante una aproximación final hacia una pista de aterrizaje tal como se define en la reivindicación 1 adjunta.

En otro aspecto, se proporciona un sistema de aviónica de una aeronave para guiar la aeronave durante una aproximación final hacia una pista de aterrizaje tal como se define en la reivindicación 9 adjunta.

30 Según un ejemplo, un método para guiar una aeronave durante una aproximación final hacia una pista de aterrizaje incluye recibir una posición geográfica de la aeronave, una posición geográfica de un umbral de pista de aterrizaje de la pista de aterrizaje, una longitud de pista de aterrizaje de la pista de aterrizaje, y un azimut de pista de aterrizaje de la pista de aterrizaje. El método incluye además calcular una distancia desde la aeronave hasta el umbral de pista de aterrizaje y un rumbo hasta el umbral de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave y la posición geográfica del umbral de pista de aterrizaje. El método incluye además proyectar la distancia desde la aeronave hasta el umbral de pista de aterrizaje en una componente a lo largo de la pista de aterrizaje y una componente transversal a la pista de aterrizaje usando el azimut de pista de aterrizaje de la pista de aterrizaje, y calcular una distancia desde la aeronave hasta un transmisor de localizador sumando la longitud de pista de aterrizaje a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la proyección de la distancia desde la aeronave hasta el umbral de pista de aterrizaje. El método también incluye además convertir una desviación de localizador angular en una desviación de localizador rectilínea usando, en parte, la distancia desde la aeronave hasta el transmisor de localizador.

45 Debe apreciarse que el objeto descrito anteriormente puede implementarse como un aparato controlado por ordenador, un procedimiento informático, un sistema informático o como un artículo de fabricación tal como un medio de almacenamiento legible por ordenador. En particular, el objeto descrito anteriormente puede implementarse en uno o más componentes de un sistema de aviónica. Estas y varias otras características resultarán evidentes a partir de una lectura de la siguiente descripción detallada y una revisión de los dibujos asociados.

50 Este sumario se proporciona para introducir una selección de conceptos de una manera simplificada que se describen adicionalmente a continuación en la descripción detallada. No se pretende que este sumario identifique características clave o características esenciales del objeto reivindicado, ni se pretende que este sumario se use para limitar el alcance del objeto reivindicado. Además, el objeto reivindicado no se limita a implementaciones que resuelvan cualquiera o todas las desventajas indicadas en ninguna parte de la divulgación.

## Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que ilustra una vista aérea de un método a modo de ejemplo para estimar la distancia

desde una aeronave hasta un transmisor de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje que va a usarse en una maniobra de captura de localizador de sistema de aterrizaje instrumental ("ILS"), según una realización a modo de ejemplo.

5 Para una amplia gama de capturas de localizador, el sector de guiado de ruta no es lo bastante ancho como para permitir que la aeronave inicie una captura de localizador lo suficientemente temprano como para capturar el nulo de localizador en un viraje. Normalmente, la naturaleza estrecha del sector de guiado de ruta restringe que la aeronave realice una captura en un viraje y da como resultado un rebasamiento de la línea central de pista de aterrizaje durante un intento de captura. Este aspecto era el centro de la patente estadounidense n.º 7 941 251 ("la patente '251"), que se incorpora en el presente documento mediante referencia en su totalidad.

10 En la patente '251, se usan datos informáticos de gestión de vuelo para indicarle a un piloto automático cuándo iniciar un viraje aunque la aeronave no esté ubicada dentro del sector de guiado de ruta. Esta instrucción de iniciar el viraje en la dirección correcta no se basa en guiado de ILS, sino que se basa en datos de desviación de ruta de aproximación final y usa una norma de control en el piloto automático que vira la aeronave en la dirección apropiada hasta que la aeronave intercepta y entra en el sector de guiado de ruta, punto en el cual se usan datos de guiado de ILS para completar la captura.

15 En algunas soluciones anteriores para capturas de localizador, un piloto automático de una aeronave recibe desviaciones de localizador en forma de una separación angular de un nulo de localizador. Esta desviación angular se convierte en una desviación rectilínea mediante el uso de una distancia estimada hasta un transmisor de localizador. Tanto los algoritmos de control como la lógica de implicación de modo de localizador usados para el piloto automático y el director de vuelo usan esta desviación rectilínea calculada.

20 La conversión de la desviación de localizador en una distancia rectilínea se realiza actualmente en dos etapas. La primera etapa incluye una conversión de la diferencia en la profundidad de modulación ("DDM") en grados (o radianes). La Organización de Aviación Civil Internacional ("OACI") especifica que la sensibilidad de haz de localizador de ILS debe ser de 0,00044 DDM/pie en el umbral de pista de aterrizaje. Basándose en esta especificación, algunas aeronaves (por ejemplo, aviones de fuselaje ancho de Boeing), suponen actualmente una longitud de pista de aterrizaje convencional y por tanto pueden aplicar un factor de conversión constante para convertir la desviación en DDM en una desviación en grados (o radianes). Esta conversión puede ser errónea en cualquier instalación en la que la longitud de pista de aterrizaje real no coincida con la longitud de pista de aterrizaje supuesta usada para llegar a la constante de conversión.

30 La segunda etapa de conversión de desviación de localizador incluye una conversión de grados (o radianes) en pies (o alguna otra unidad de distancia lineal) usando datos de desviación de altitud de radio y senda de planeo, tal como se usan en aeronaves de fuselaje ancho de Boeing. Esta aproximación a la captura de localizador se basa en varias suposiciones clave:

- 1) El terreno en la ubicación actual de una aeronave está a la misma elevación que la pista de aterrizaje de destino.
- 35 2) El transmisor de senda de planeo está a una distancia supuesta más allá del umbral de pista de aterrizaje.
- 3) El transmisor de localizador está a una distancia supuesta más allá del umbral de pista de aterrizaje.
- 4) El nulo de haz de senda de planeo es de 3 grados.
- 5) Se dispone de datos de desviación de altímetro de radio y senda de planeo válidos y precisos en el momento de la captura de localizador.

40 Si cualquiera de las suposiciones anteriores no se satisface durante una captura de localizador, la desviación de localizador y la tasa de desviación proporcionadas a las normas de control serán erróneas. La gran mayoría de las veces no se satisface al menos una de esas suposiciones. Por tanto, la lógica de captura y el algoritmo de normas de control para capturar y rastrear el nulo de localizador deben ser robustos para compensar errores significativos en la desviación de ubicación y tasa de desviación.

45 En otras soluciones anteriores, un piloto automático de una aeronave usa desviaciones de ILS angulares directamente sin una conversión en rectilíneas. Estos diseños tienen sus propios problemas de rendimiento, que están fuera del alcance de la divulgación realizada en el presente documento.

50 Los conceptos y las tecnologías presentados en el presente documento para la captura de localizador sistemática también ayudan a mitigar los problemas mencionados anteriormente y, de manera más fundamental, ayudan al rastreo y la captura del localizador de ILS una vez que la aeronave ha entrado en el sector de guiado de ruta. El rastreo y la captura del localizador de ILS han sido históricamente malos basándose en la falta de una manera

precisa de convertir una desviación de ILS inherentemente angular en una desviación de ILS rectilínea. Además, incluso cuando la aeronave está en el sector de guiado de ruta y la desviación de ILS angular es precisa, resulta beneficioso convertir la desviación de ILS angular en una desviación de ILS rectilínea con el fin de proporcionar un rendimiento de captura sistemático que no dependa de la distancia de la aeronave hasta el umbral de pista de aterrizaje de destino.

En la siguiente descripción detallada, se hacen referencias a los dibujos adjuntos que forman una parte de la misma, y en los que se muestran a modo de ilustración realizaciones específicas o ejemplos. Haciendo ahora referencia a los dibujos, en los que números iguales representan elementos iguales en todas las diversas figuras, se presentarán aspectos de un sistema informático, medio de almacenamiento legible por ordenador y metodología implementada por ordenador para capturas de localizador de ILS sistemáticas.

Pasando ahora a la figura 1, se describirá una vista 100 aérea que ilustra un método para estimar la distancia desde una aeronave 102 hasta un transmisor 104 de localizador de ILS ubicado en una pista 106 de aterrizaje de destino para su uso en maniobras de captura de localizador de ILS, según una realización a modo de ejemplo. En algunas realizaciones, el transmisor 104 de localizador de ILS es parte de un componente de tierra de la parte de localizador de un ILS que incluye uno o más transmisores y una o más redes de antenas (no mostradas) para transmitir señales de guiado a la aeronave 102. El transmisor 104 de localizador de ILS emana un sector de guiado de ruta, que incluye un nulo 108 de localizador de ILS que se extiende desde el transmisor 104 de localizador de ILS a lo largo de la línea central de la pista 106 de aterrizaje de destino y más allá. El sector de guiado de ruta proporciona una pequeña región de confianza en la que la desviación angular recibida por la aeronave 102 notifica correctamente la distancia de la aeronave 102 desde la línea central de la pista 106 de aterrizaje de destino.

Normalmente, el sector de guiado de ruta puede visualizarse como una zona definida por un arco que emana desde el transmisor 104 de localizador de ILS y encerrada por límites de localizador de ILS que se extienden desde el mismo. Para facilidad de ilustración y para no hacer que resulten confusos diversos aspectos del método dado a conocer, no se ilustran el sector de guiado de ruta de ILS ni los límites de localizador de ILS. El método ilustrado se centra en rastrear y capturar el nulo 108 de localizador de ILS durante una maniobra de captura ejecutada dentro del sector de guiado de ruta. Sin embargo, debe entenderse que aspectos del método ilustrado pueden ser aplicables al rastreo y la captura del nulo 108 de localizador de ILS durante una maniobra de captura iniciada fuera del sector de guiado de ruta para una situación dada.

La vista 100 aérea también ilustra una distancia 110 hasta un umbral 112 de pista de aterrizaje que se calcula usando un algoritmo de una función de gestión de vuelo ("FMF") de la aeronave 102, tal como se describirá con más detalle a continuación. Este cálculo se basa en la posición geográfica (por ejemplo, en cuanto a la latitud y longitud) de la aeronave 102 y la posición geográfica (por ejemplo, en cuanto a la latitud y longitud) del umbral 112 de pista de aterrizaje según se obtienen mediante un sistema de navegación de la aeronave 102, tal como también se describirá con más detalle a continuación. También se calcula un rumbo 114 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje usando un algoritmo de la FMF.

En algunas realizaciones, con el fin de calcular una distancia 116 desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador de ILS, se necesitan una longitud de pista de aterrizaje (no mostrada) y un azimut 118 de pista de aterrizaje. En algunas realizaciones, la longitud de pista de aterrizaje real y el azimut 118 de pista de aterrizaje también se obtienen a partir de un sistema de navegación de la aeronave 102. Si no se dispone de una longitud de pista de aterrizaje para la pista 106 de aterrizaje, en algunas realizaciones, puede usarse una longitud de pista de aterrizaje convencional o una longitud de pista de aterrizaje estimada. En algunas realizaciones, el azimut 118 de pista de aterrizaje también puede estimarse. Las estimaciones del azimut 118 de pista de aterrizaje y/o la longitud de pista de aterrizaje pueden dar como resultado una reducción de la precisión de la distancia 116 desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador de ILS, pero, en determinadas situaciones, pueden ser beneficiosas o presentar mayor precisión que estimaciones determinadas usando metodologías anteriores.

Usando la distancia 110 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje, el rumbo 114 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje, el azimut 118 de pista de aterrizaje, y la longitud de pista de aterrizaje, se calcula la distancia 116 desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador de ILS según la siguiente ecuación:

$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + rwy\_len .$$

En la ecuación anterior, *dist\_to\_loc* es la distancia 116, *dist\_to\_rwy\_thd* es la distancia 110, *brg\_to\_thd* es el rumbo 114, *rwy\_azmth* es el azimut 118 de pista de aterrizaje, y *rwy\_len* es la longitud de pista de aterrizaje. Además, en la ecuación anterior, el producto de la distancia 110 y el coseno de la diferencia entre el rumbo 114 y el azimut 118 de pista de aterrizaje proporciona una componente 120 de distancia a lo largo de la pista de aterrizaje de la distancia 110 en el eje a lo largo de la pista de aterrizaje.

En algunas realizaciones, se calcula una componente 122 de distancia transversal a la pista de aterrizaje de la distancia 110. Además, en algunas realizaciones, se usa la componente 122 de distancia transversal a la pista de aterrizaje como desencadenante, según realizaciones dadas a conocer en la patente '251, para iniciar una maniobra de captura fuera de un sector de guiado de ruta.

5 El método descrito anteriormente para calcular la distancia 116 desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador de ILS en el eje a lo largo de la pista de aterrizaje crea una estimación de distancia precisa que no se basa en ninguna de las suposiciones mencionadas anteriormente que se usan actualmente, y que con frecuencia provocan que las estimaciones de distancia desde una aeronave hasta un transmisor de localizador de ILS sean enormemente erróneas. Además, aunque este método inyecta una oportunidad de error en forma de una distancia desconocida entre el extremo alejado de la pista 106 de aterrizaje de destino y la ubicación real del transmisor 104 de localizador de ILS, este error es despreciable en comparación con los errores introducidos basándose en las suposiciones mencionadas anteriormente para calcular tales distancias.

15 En algunas realizaciones, el error mencionado anteriormente en forma de una distancia desconocida entre el extremo alejado de la pista 106 de aterrizaje de destino y la ubicación real del transmisor 104 de localizador de ILS se elimina almacenando la posición geográfica del transmisor 104 de localizador de ILS en la base de datos de navegación de la aeronave 102. En estas realizaciones, se evita la necesidad de un valor de longitud de pista de aterrizaje y una suposición referente a la distancia entre el extremo de la pista 106 de aterrizaje de destino y el transmisor 104 de localizador de ILS. Además, en estas realizaciones, una distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador se calcula usando las posiciones geográficas respectivas del umbral 112 de pista de aterrizaje y el transmisor 104 de localizador. Entonces, la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador sustituye a *rwylen* en la ecuación anterior, tal como se muestra en la siguiente ecuación modificada:

$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc.$$

25 En algunas realizaciones, este método se usa para aproximaciones de localizador de ILS de ruta frontal que están asociados con una senda de planeo de ILS, o para aproximaciones de ruta posterior de ILS ("BCRS"). Sin embargo, los métodos actuales pueden presentar un rendimiento particularmente malo cuando no se dispone de ninguna referencia de senda de planeo o trayectoria de planeo, tal como es con frecuencia el caso para aproximaciones de BCRS.

30 Usando la distancia 116 desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador de ILS calculada según los métodos descritos anteriormente, puede realizarse una conversión precisa de desviaciones de ILS angulares en desviaciones de ILS rectilíneas. Esto permite modificaciones a la lógica de captura de localizador y normas de control existentes para mitigar los problemas de rendimiento que presentan actualmente las capturas de localizador de ILS.

35 En algunas realizaciones, la aeronave 102 es una aeronave de pasajeros comercial incluyendo, por ejemplo, los modelos 737, 747, 757, 767, 777, 787 disponibles comercialmente de The Boeing Company de Chicago, Illinois. Los conceptos y las tecnologías dados a conocer en el presente documento también pueden aplicarse para su uso en la fabricación y/o el montaje de otras aeronaves incluyendo, pero sin limitarse a, otras aeronaves comerciales, aeronave civiles, aeronaves militares, aeronaves de pasajeros, aeronaves de mercancías, aeronaves de alas fijas, aeronaves rotatorias, aeronaves híbridas de alas fijas y rotatorias, aeronaves no tripuladas y aeronaves tripuladas.

40 Pasando ahora a la figura 2, se describirá un sistema diagrama que ilustra un sistema 200 de aviónica a modo de ejemplo de una aeronave en el que métodos para estimar una distancia desde la aeronave hasta un transmisor de localizador de ILS ubicado en una pista de aterrizaje de destino para su uso en maniobras de captura de ILS, según una realización a modo de ejemplo. Para ayudar a facilitar la siguiente descripción, el sistema 200 de aviónica se describe con referencia adicional a la figura 1. En particular, se describe que el sistema 200 de aviónica está incluido en la aeronave 102 que ejecuta una aproximación de aterrizaje hacia la pista 106 de aterrizaje de destino.

45 El sistema 200 de aviónica incluye un sensor 202 de ILS, un piloto 204 automático que incluye un calculador 206 de desviación, un sistema 208 de navegación que incluye un componente 210 de ubicación ("LC"), una función 212 de gestión de vuelo ("FMF") y una base 214 de datos de navegación, un director 216 de vuelo, un dispositivo 218 de anuncio, y un ordenador 220 de maniobra de captura. En algunas realizaciones, pueden implementarse métodos para realizar maniobras de captura de localizador en el ordenador 220 de maniobra de captura.

El sensor 202 de ILS está configurado para recibir señales de guiado desde uno o más transmisores de localizador de ILS, tales como el transmisor 104 de localizador de ILS, a través de uno o más receptores. Para cada aproximación de aterrizaje de la aeronave 102, el sensor 202 de ILS procesa señales de guiado recibidas y adquiere una o más separaciones angulares de la aeronave 102 desde el nulo 108 de localizador de ILS (figura 1).

5 El piloto 204 automático está configurado para recibir un nulo de localizador de ILS que desea capturar el piloto de la aeronave 102, y para capturar ese nulo de localizador de ILS sin intervención humana adicional. En algunas realizaciones, el piloto 204 automático está configurado para usar la ecuación anterior para calcular la distancia 116 hasta el transmisor 104 de localizador de ILS. En algunas realizaciones, el piloto 204 automático está configurado para recibir desviaciones de ILS angulares durante la aproximación de aterrizaje de la aeronave 102 hacia la pista 106 de aterrizaje de destino. En algunas realizaciones, el calculador 206 de desviación convierte las desviaciones de ILS angulares en desviaciones de ILS rectilíneas usando, en parte, la distancia 116 hasta el transmisor 104 de localizador de ILS calculada por el piloto 204 automático según la ecuación anterior.

10 En algunas realizaciones, el calculador 206 de desviación se implementa como uno o más algoritmos de software realizados dentro de instrucciones ejecutables por ordenador que pueden ejecutarse por el piloto 204 automático. En otras realizaciones, el calculador 206 de desviación se implementa de una manera similar en uno o más de otros componentes de aviónica que pueden recibir, procesar y almacenar datos.

15 El sistema 208 de navegación se usa para proporcionar, en diversas combinaciones según diversas realizaciones descritas anteriormente, la posición geográfica (por ejemplo, latitud y longitud) de la aeronave 102 durante el vuelo, la posición geográfica del umbral 112 de pista de aterrizaje, el azimut 118 de pista de aterrizaje, la longitud de pista de aterrizaje, y la ubicación real del transmisor 104 de localizador de ILS. La posición geográfica de la aeronave 102 puede proporcionarse usando el LC 210 realizado como un sistema de referencia inercial ("IRS"), un sistema de referencia de actitud y rumbo ("AHRS"), un sistema de posicionamiento global ("GPS"), alguna combinación de los mismos, o similares. La posición geográfica del umbral 112 de pista de aterrizaje, el azimut 118 de pista de aterrizaje, la longitud de pista de aterrizaje, y la ubicación real del transmisor 104 de localizador de ILS se almacenan en la base 214 de datos de navegación en alguna combinación, según las diversas realizaciones descritas anteriormente. Esta información puede actualizarse según se necesite para un destino particular.

25 El sistema 208 de navegación también está equipado con la FMF 212. La FMF 212 incluye uno o más algoritmos que se usan para calcular la distancia 110 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje y el rumbo 114 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje, tal como se describió anteriormente.

30 El director 216 de vuelo está configurado para calcular y visualizar la trayectoria apropiada para la aeronave 102 a uno o más pilotos durante un vuelo específico. En algunas realizaciones, el director 216 de vuelo incluye un indicador de director de vuelo ("FDI"), un indicador de situación horizontal ("HIS"), un selector de modo y/o un ordenador de director de vuelo (ninguno de ellos mostrado). Además, en algunas realizaciones, el FDI incluye una pantalla para presentar uno o más símbolos, indicadores u otra información incluyendo un indicador de actitud, un símbolo de aeronave fijo, barras de comando de cabeceo e inclinación lateral, un indicador de senda de planeo, un indicador de desviación de localizador, y/o similares. En algunas realizaciones, el director 216 de vuelo proporciona a un piloto órdenes de direccionamiento necesarias para obtener y mantener una ruta deseada. Estas órdenes de direccionamiento pueden ser, por ejemplo, las necesarias para realizar maniobras de captura. En algunas realizaciones, el director 216 de vuelo proporciona órdenes de direccionamiento que representan una desviación de ILS rectilínea calculada por el piloto automático.

40 En algunas realizaciones, el dispositivo 218 de anuncio incluye uno o más de un altavoz, un timbre u otro tipo de dispositivo de generación de ruido o alarma. El dispositivo 218 de anuncio puede activarse mediante el sistema 200 de aviónica a modo de ejemplo para proporcionar mensajes y alarmas de audio a una tripulación de vuelo. En algunas realizaciones, el dispositivo 218 de anuncio se activa mediante el ordenador 220 de maniobra de captura.

45 El piloto 204 automático, el sistema 210 de navegación, el director 216 de vuelo y el dispositivo 218 de anuncio están configurados, cada uno, para comunicarse con el ordenador 220 de maniobra de captura. Aunque se ilustran direcciones de comunicación a modo de ejemplo entre estos componentes del sistema 200 de aviónica, no se pretende que tales direcciones sean limitativas de ninguna manera. Además, los diversos componentes del sistema 200 de aviónica pueden comunicarse entre sí con diversos fines si surge la necesidad para una implementación particular.

50 Tal como se muestra adicionalmente en la figura 2, el ordenador 220 de maniobra de captura tiene capacidades de procesamiento y memoria adecuadas para almacenar y ejecutar instrucciones ejecutables por ordenador. En la realización ilustrada, el ordenador 220 de maniobra de captura incluye uno o más procesadores 222 y una memoria 224. La memoria 224 puede incluir memoria volátil y no volátil, medios extraíbles y no extraíbles implementados en cualquier método o tecnología para el almacenamiento de información, tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Tal memoria incluye, pero no se limita a, memoria de acceso aleatorio ("RAM"), memoria de sólo lectura ("ROM"), memoria de sólo lectura eléctricamente programable y borrable ("EEPROM"), memoria flash u otra tecnología de memoria, disco compacto, memoria de sólo lectura ("CD-ROM"), discos versátiles digitales ("DVD") u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, sistemas de almacenamiento de red redundante de discos independientes ("RAID"), o cualquier otro medio que puede usarse para almacenar la información deseada y al que puede acceder un sistema informático.

Módulos de programa de software que permitirán al ordenador 220 de maniobra de captura realizar diversas funciones pueden almacenarse en la memoria 224. En la realización ilustrada, la memoria 224 incluye un módulo 226 de interfaz de piloto automático, un módulo 228 de interfaz de función de gestión de vuelo, un módulo 230 de interfaz de base de datos, un módulo 232 de maniobra de captura, un módulo 234 de interfaz de director de vuelo, un módulo 236 de interfaz de alerta y una base 238 de datos de ordenador de maniobra de captura. Estos módulos pueden implementarse como instrucciones ejecutables por ordenador que se ejecutan por los uno o más procesadores 222 para realizar las funciones descritas a continuación.

El módulo 226 de interfaz de piloto automático está configurado para comunicarse con el piloto 204 automático. La comunicación puede establecerse por una conexión eléctrica, una conexión óptica y/o similares. En algunas realizaciones, el módulo 226 de interfaz de piloto automático está configurado para recibir una o más desviaciones angulares o, alternativamente, desviaciones rectilíneas estimadas, a partir del piloto 204 automático. Tal como se describió anteriormente, las desviaciones rectilíneas estimadas se calculan a partir de las desviaciones angulares recibidas por el piloto 204 automático. En algunas realizaciones, el módulo 226 de interfaz de piloto automático también está configurado para permitir que el piloto 204 automático realice maniobras de captura bajo la dirección del ordenador 220 de maniobra de captura, tal como se describe a continuación.

El módulo 228 de interfaz de FMF está configurado para comunicarse con la FMF 212 del sistema 208 de navegación. La comunicación puede establecerse por una conexión eléctrica, una conexión óptica y/o similares. En algunas realizaciones, el módulo 228 de interfaz de FMF está configurado para recibir las desviaciones de FAC calculadas a partir de la FMF 212.

El módulo 230 de interfaz de base de datos permite la lectura de datos de, y la escritura de datos en, la base 238 de datos de ordenador de maniobra de captura. En algunas realizaciones, el módulo 230 de interfaz de base de datos se activa por uno o más de los otros módulos ilustrados en la memoria 224, tal como se describe adicionalmente a continuación. En algunas realizaciones, la base 238 de datos de ordenador de maniobra de captura contiene datos que pueden ser necesarios para iniciar una maniobra de captura convencional basándose en ángulo de trayectoria en tierra, velocidad con respecto al suelo y rumbo de pista de aterrizaje.

En algunas realizaciones, el módulo 232 de maniobra de captura está configurado para ordenar al piloto 204 automático que realice automáticamente maniobras de captura de localizador. Alternativamente, en otras realizaciones, el módulo 232 de maniobra de captura está configurado para proporcionar información al director 216 de vuelo. Esta información puede permitir que un piloto realice manualmente maniobras de captura de localizador.

El módulo 234 de interfaz de director de vuelo facilita la comunicación entre el director 216 de vuelo y el módulo 232 de maniobra de captura. Por ejemplo, el módulo 234 de interfaz de director de vuelo puede permitir que el director 216 de vuelo proporcione a un piloto las órdenes de direccionamiento necesarias para completar una maniobra de captura.

En algunas realizaciones, el módulo 236 de interfaz de alerta se dirige mediante el módulo 232 de maniobra de captura para hacer que el dispositivo 218 de anuncio alerte a una tripulación de vuelo de que un modo de vuelo particular está activo. En algunas realizaciones, el módulo 236 de interfaz de alerta hace que el dispositivo 218 de anuncio informe a la tripulación de vuelo de la inicialización y la terminación de un modo de vuelo particular. En algunas realizaciones, el módulo 236 de interfaz de alerta hace que el dispositivo 218 de anuncio se active durante la duración durante la cual está activo el modo de vuelo particular. El módulo 236 de interfaz de alerta activa el dispositivo 218 de anuncio para transmitir información mediante tonos representativos, voz humana y/o voz informática.

En algunas realizaciones, el ordenador 220 de maniobra de captura usa el módulo 236 de interfaz de alerta para hacer que una o más pantallas de cabina (no mostradas) indiquen visualmente que un modo de vuelo particular está activo. Por ejemplo, en una implementación, se activa una pantalla de vuelo primaria ("PF") mediante el ordenador 220 de maniobra de captura para presentar símbolos y/o caracteres durante la activación del modo de vuelo particular. En otra implementación, una o más luces de botones pulsadores en el panel de control de modos ("MCP") se iluminan durante la activación del modo de vuelo particular para proporcionar una alerta visual.

Debe apreciarse que el sistema 200 de aviónica ilustrado solo es un ejemplo de un entorno de funcionamiento adecuado y no se pretende que sugiera ninguna limitación en cuanto al alcance de uso o la funcionalidad de la invención definido por las reivindicaciones adjuntas. Otros entornos y/o configuraciones de aviónica pueden ser adecuados para su uso con los conceptos y tecnologías dados a conocer en el presente documento. Por ejemplo, el ordenador 220 de maniobra de captura a modo de ejemplo puede proporcionarse como parte de un ordenador de gestión de vuelo ("FMC"). En otros ejemplos a modo de ejemplo, uno o más de los módulos 226-236 se implementan directamente en el FMC, el piloto 204 automático, o cualquier otro componente de aviónica adecuado de un sistema de gestión de vuelo ("FMS"), sistema de navegación, o cualquier sistema de aviónica presente en una aeronave que puede recibir, procesar y almacenar datos.



La codificación de los módulos de programa de software presentados en el presente documento puede transformar la estructura física de los medios legibles por ordenador, tales como la memoria 224, presentados en el presente documento. La transformación específica de la estructura física puede depender de diversos factores, en diferentes implementaciones de esta descripción. Los ejemplos de tales factores pueden incluir, pero no se limitan a, la tecnología usada para implementar los medios legibles por ordenador, si los medios legibles por ordenador se caracterizan como almacenamiento primario o secundario, y similares. Por ejemplo, si los medios legibles por ordenador se implementan como memoria basada en semiconductor, el software dado a conocer en el presente documento puede codificarse en los medios legibles por ordenador transformando el estado físico de la memoria de semiconductor. Por ejemplo, el software puede transformar el estado de transistores, condensadores u otros elementos de circuito diferenciados que constituyen la memoria de semiconductor. El software también puede transformar el estado físico de tales componentes con el fin de almacenar datos en los mismos.

Como otro ejemplo, los medios legibles por ordenador dados a conocer en el presente documento pueden implementarse usando tecnología magnética u óptica. En tales implementaciones, el software presentado en el presente documento puede transformar el estado físico de medios magnéticos u ópticos, cuando se codifica el software en los mismos. Estas transformaciones pueden incluir alterar las características magnéticas de ubicaciones particulares dentro de medios magnéticos dados. Estas transformaciones también pueden incluir alterar los rasgos o las características físicas de ubicaciones particulares dentro de medios ópticos dados, para cambiar las características ópticas de esas ubicaciones. Otras transformaciones de medios físicos son posibles sin apartarse del alcance y espíritu de la presente descripción, proporcionándose los ejemplos anteriores únicamente para facilitar la discusión.

A la luz de lo anterior, debe apreciarse que muchos tipos de transformaciones físicas tienen lugar en el sistema 200 de aviónica con el fin de almacenar y ejecutar los componentes de software presentados en el presente documento. También debe apreciarse que el sistema 200 de aviónica puede incluir otros tipos de dispositivos informáticos, incluyendo ordenadores de mano, sistemas informáticos incorporados, agendas electrónicas, y otros tipos de dispositivos informáticos conocidos por los expertos en la técnica. También se contempla que el sistema 200 de aviónica puede no incluir todos los componentes mostrados en la figura 2, puede incluir otros componentes que no se muestran explícitamente en la figura 2 o puede usar una arquitectura completamente diferente de la mostrada en la figura 2.

Pasando ahora a la figura 3, se describirán en detalle aspectos de un método 300 para estimar una distancia desde una aeronave hasta un transmisor de localizador de ILS, según una realización a modo de ejemplo. Para ayudar a facilitar la siguiente descripción, el método 300 se describe con referencia adicional a las figuras 1 y 2.

Debe entenderse que las operaciones del método 300 no se presentan necesariamente en ningún orden particular y que la realización de algunas o la totalidad de las operaciones en un(os) orden/órdenes alternativo(s) es posible y se contempla. Las operaciones se han presentado en el orden demostrado por facilidad de descripción e ilustración. Pueden añadirse, omitirse y/o realizarse operaciones de manera simultánea, sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

También debe entenderse que los métodos dados a conocer en el presente documento pueden terminarse en cualquier momento y no se necesita que se realicen en su totalidad. Algunas o todas de las operaciones del método 300, y/u operaciones sustancialmente equivalentes, pueden realizarse mediante la ejecución de instrucciones legibles por ordenador incluidas en unos medios de almacenamiento informático, tal como se definió anteriormente. El término "instrucciones legibles por ordenador", y variantes del mismo, tal como se usan en la descripción y las reivindicaciones, se usa de manera expansiva para incluir en el mismo rutinas, aplicaciones, módulos de aplicación, módulos de programa, programas, componentes, estructuras de datos, algoritmos y similares. Pueden implementarse instrucciones legibles por ordenador en diversas configuraciones de sistema, incluyendo sistemas de un solo procesador o de múltiples procesadores, miniordenadores, ordenadores centrales, ordenadores personales, dispositivos informáticos de mano, a base de microprocesadores, dispositivos electrónicos de consumo programables, combinaciones de los mismos y similares.

Por tanto, debe apreciarse que las operaciones lógicas descritas en el presente documento se implementan (1) como una secuencia de acciones implementadas por ordenador o módulos de programa que se ejecutan en un sistema informático y/o (2) como circuitos de lógica de máquina interconectados o módulos de circuito dentro del sistema informático. La implementación es cuestión de elección dependiendo del rendimiento y otros requisitos del sistema informático. Por consiguiente, las operaciones lógicas descritas en el presente documento se denominan de diversas maneras estados, operaciones, dispositivos estructurales, acciones o módulos. Estas operaciones, dispositivos estructurales, acciones y módulos pueden implementarse en software, en firmware, en lógica digital de uso especial y cualquier combinación de los mismos.

Para fines de ilustración y descripción de los conceptos y las tecnologías dados a conocer en el presente documento, se describe que el método 300 dado a conocer en el presente documento se realiza por el sistema 200 de aviónica o alguna parte del mismo. Debe entenderse que el sistema 200 de aviónica, los componentes del

mismo, así como sistemas, dispositivos o componentes adicionales y/o alternativos del mismo, pueden proporcionar la funcionalidad descrita en el presente documento mediante ejecución de uno o más programas de aplicación incluyendo, pero sin limitarse a, programas de aplicación implementados al menos en parte por los módulos de programa, calculadores y/o funciones descritos anteriormente. Además, debe entenderse que la funcionalidad del sistema 200 de aviónica puede proporcionarse mediante cualquier número de sistemas o dispositivos, y no se limita al sistema 200 de aviónica ilustrado en la figura 2. Por tanto, la realización ilustrada es a modo de ejemplo y no debe considerarse limitativa de ninguna manera.

El método 300 comienza en la operación 302, en la que la FMF 212 recibe la posición geográfica (por ejemplo, latitud, longitud) del umbral 112 de pista de aterrizaje desde la base 214 de datos de navegación. A partir de la operación 302, el método 300 avanza a la operación 304, en la que la FMF 212 recibe la posición geográfica (por ejemplo, latitud, longitud) de la aeronave 102 del sistema 208 de navegación. En algunas realizaciones, la posición geográfica de la aeronave 102 se adquiere a través del LC 210 y después se almacena al menos temporalmente en la base 214 de datos de navegación. Alternativamente, en algunas realizaciones, la posición geográfica de la aeronave 102 se recibe directamente del LC 210, evitando por tanto el almacenamiento al menos temporal en la base 214 de datos de navegación.

A partir de la operación 304, el método 300 avanza a la operación 306, en la que el ordenador 220 de maniobra de captura recibe una longitud de la pista 106 de aterrizaje de destino y el azimut 118 de pista de aterrizaje desde la base 214 de datos de navegación. Tal como se dio a conocer anteriormente, la longitud de la pista 106 de aterrizaje de destino puede ser una longitud real de la pista 106 de aterrizaje de destino o una longitud de pista de aterrizaje convencional. Por ejemplo, la longitud de pista de aterrizaje convencional puede ser convencional para el aeródromo de destino del que forma parte la pista 106 de aterrizaje de destino, o basarse en algún otro criterio. Además, en algunas realizaciones, se evita la necesidad de la longitud de pista de aterrizaje si se sustituye por una posición geográfica real del transmisor 104 de localizador de ILS.

A partir de la operación 306, el método 300 avanza a la operación 308, en la que la FMF 212 calcula la distancia 110 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje y el rumbo 114 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje usando la latitud y longitud de aeronave 102 y la latitud y longitud de umbral 112 de pista de aterrizaje recibidas desde el sistema 208 de navegación.

A partir de la operación 308, el método 300 avanza a la operación 310, en la que la FMF 212 proyecta la distancia 110 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje calculada en la operación 308 en una componente a lo largo de la pista de aterrizaje (por ejemplo, la componente 120 de distancia a lo largo de la pista de aterrizaje) y una componente transversal a la pista de aterrizaje (por ejemplo, la componente 122 de distancia transversal a la pista de aterrizaje) usando el azimut 118 de pista de aterrizaje. El producto de la distancia 112 y el coseno de la diferencia entre el rumbo 116 y el azimut 118 de pista de aterrizaje proporciona la componente de distancia a lo largo de la pista de aterrizaje, ilustrada en la figura 1 como la proyección 120 de la distancia 110.

A partir de la operación 310, el método 300 avanza a la operación 312, en la que la FMF 212 suma la longitud de pista de aterrizaje recibida en la operación 306 a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la proyección de la distancia 110, creando así una estimación precisa de la distancia 116 desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador de ILS. Por tanto, la distancia 116 se proporciona mediante la siguiente ecuación, repetida de la anterior:

$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + rwy\_len .$$

En la ecuación anterior, *dist\_to\_loc* es la distancia 116, *dist\_to\_rwy\_thd* es la distancia 110, *brg\_to\_thd* es el rumbo 114, *rwy\_azmth* es el azimut 118 de pista de aterrizaje, y *rwy\_len* es la longitud de pista de aterrizaje.

A partir de la operación 312, el método 300 avanza a la operación 314, en la que la FMF 112 proporciona la distancia 116 desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador de ILS que se proporciona al ordenador 220 de maniobra de captura. El ordenador 220 de maniobra informático, en la operación 316, proporciona la distancia 116 hasta el piloto 204 automático. Alternativamente, en algunas realizaciones, la FMF 212 proporciona la distancia 116 directamente al piloto 204 automático.

A partir de la operación 316, el método 300 avanza a la operación 318, en la que el calculador 206 de desviación del piloto 204 automático convierte una o más desviaciones angulares de localizador en una o más desviaciones rectilíneas de localizador usando, en parte, la distancia 116 creada en la operación 312. El piloto 204 automático, en la operación 320, emite las una o más desviaciones rectilíneas de localizador al ordenador 220 de maniobra de captura para su uso en la captura del nulo de localizador. Por ejemplo, el ordenador 220 de maniobra de captura puede proporcionar entonces las una o más desviaciones rectilíneas al director 216 de vuelo, que después le indica al piloto que dirija la aeronave 102 para capturar el nulo de localizador. Alternativamente, en algunas realizaciones, las desviaciones rectilíneas no se emiten y las usa el piloto 204 automático para ayudar a volar automáticamente la

aeronave 102 para capturar el nulo de localizador y continuar la aproximación de aterrizaje hacia la pista 106 de aterrizaje de destino. Pueden usarse comunicaciones adicionales entre el ordenador 220 de maniobra de captura y el piloto 204 automático para implementar estas realizaciones.

A partir de la operación 320, el método 300 avanza a la operación 322. El método 300 termina en la operación 322.

- 5 En algunas realizaciones, la longitud de pista de aterrizaje real obtenida desde la base 214 de datos de navegación se usa para realizar la conversión de DDM en grados (o radianes) basándose en la conversión de DDM/ft convencional en el umbral de pista de aterrizaje tal como se especifica por la OACI (es decir, 0,00044 DDM/ft). En estas realizaciones, se usa una aproximación de ángulo pequeño y se calcula el factor de escala de DDM en grado de la siguiente manera:

$$10 \quad 57,3 \left( \frac{\text{grados}}{\text{radianes}} \right) \left[ \left( 0,00044 \left( \frac{\text{DDM}}{\text{pies}} \right) \right) * (rwy\_len \text{ (pies)} + assumed\_dist\_from\_far\_end\_of\_rwy\_to\_loc \text{ (pies)}) \right],$$

15 donde *rwy\_len* es la longitud de pista de aterrizaje real según se obtiene desde la base 214 de datos de navegación y *assumed\_dist\_from\_far\_end\_of\_rwy\_to\_loc* es la distancia supuesta desde el extremo alejado de la pista 106 de aterrizaje de destino (es decir, el extremo de la pista 106 de aterrizaje de destino más cerca del transmisor 104 de localizador) hasta el transmisor 104 de localizador.

20 En el texto y las figuras, se da a conocer un método para guiar una aeronave durante una aproximación final hacia una pista de aterrizaje. El método incluye: recibir una posición geográfica de la aeronave 102; recibir una posición geográfica de un umbral 112 de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje; recibir un azimut 118 de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje; calcular una distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave 102 y la posición geográfica del umbral 112 de pista de aterrizaje; calcular un rumbo hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave 102 y la posición geográfica del umbral 112 de pista de aterrizaje; proyectar la distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje en una componente a lo largo de la pista de aterrizaje y una componente transversal a la pista de aterrizaje usando el azimut 118 de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje; determinar una distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta un transmisor 104 de localizador; calcular una distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador usando la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador; convertir una desviación de localizador angular en una desviación de localizador rectilínea usando, en parte, la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador; y proporcionar la desviación de localizador rectilínea a un sistema de guiado para guiar la aeronave 102 durante la aproximación final hacia la pista 106 de aterrizaje.

30 En una variante, el método incluye además recibir una longitud de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje, y en el que determinar la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador incluye determinar la distancia desde el umbral 118 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador como la longitud de pista de aterrizaje; y calcular la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador incluye calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor 104 de localizador sumando la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la proyección de la distancia 110 desde la aeronave hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje. En aún otra variante, en la que la longitud de pista de aterrizaje incluye una longitud de pista de aterrizaje convencional que no es una longitud de pista de aterrizaje real de la pista 106 de aterrizaje; o una longitud de pista de aterrizaje real de la pista 106 de aterrizaje. En otro ejemplo, en el que calcular la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador se realiza según la siguiente ecuación:

$$35 \quad dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc,$$

40 donde *dist\_to\_loc* es la distancia 110 desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje, *dist\_to\_rwy\_thd* es la distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje, *brg\_to\_thd* es el rumbo hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje, *rwy\_azmth* es el azimut 118 de pista de aterrizaje, y *dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc* es la longitud de pista de aterrizaje.

En una alternativa, el método incluye recibir una posición geográfica del transmisor 104 de localizador, y en el que: determinar la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador comprende calcular la distancia 110 desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta la posición geográfica del transmisor 104

de localizador; y calcular la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador incluye calcular la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador sumando la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la proyección de la distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje. En aún otra alternativa, en la que calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor 104 de localizador se realiza según la siguiente ecuación:

$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc,$$

donde  $dist\_to\_loc$  es la distancia desde la aeronave hasta el transmisor 104 de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje,  $dist\_to\_rwy\_thd$  es la distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje,  $brg\_to\_thd$  es el rumbo hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje,  $rwy\_azmth$  es el azimut 118 de pista de aterrizaje, y  $dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc$  es la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador.

En aún otra variante, el método incluye en el que proporcionar la desviación de localizador rectilínea al sistema de guiado comprende proporcionar la desviación de localizador rectilínea a un sistema de piloto automático de la aeronave 102, estando el sistema de piloto automático configurado para controlar la aeronave 102 durante la aproximación final para capturar un nulo de localizador del transmisor 104 de localizador; y que comprende además: controlar, mediante el sistema de piloto automático, la aeronave 102 durante la aproximación final para capturar el nulo de localizador del transmisor 104 de localizador.

En una alternativa, el método incluye en el que proporcionar la desviación de localizador rectilínea al sistema de guiado comprende proporcionar la desviación de localizador rectilínea a un sistema director de vuelo de la aeronave 102, estando el sistema director de vuelo de la aeronave 102 configurado para proporcionar instrucciones de control a un piloto de la aeronave 102 durante la aproximación final para ayudar en una captura de un nulo 108 de localizador del transmisor 104 de localizador; y que incluye además proporcionar, mediante el sistema director de vuelo, las instrucciones de control al piloto de la aeronave 102 durante la aproximación final para ayudar en la captura del nulo 108 de localizador del transmisor 104 de localizador.

Además, se da a conocer un sistema de aviónica de una aeronave 102 para guiar la aeronave 102 durante una aproximación final hacia una pista de aterrizaje, comprendiendo el sistema de aviónica: un sensor de sistema de aterrizaje instrumental configurado para recibir señales de guiado desde un transmisor 104 de localizador durante la aproximación final de la aeronave 102 hacia la pista de aterrizaje; un sistema 208 de navegación que incluye un componente de ubicación configurado para adquirir una posición geográfica de la aeronave 102, una base de datos de navegación configurada para almacenar una posición geográfica de un umbral 112 de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje, una posición geográfica de un umbral 112 de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje, y un azimut 118 de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje, y una función 212 de gestión de vuelo configurada para recibir la posición geográfica de la aeronave 102, la posición geográfica de un umbral 112 de pista de aterrizaje de la pista de aterrizaje, y el azimut 118 de pista de aterrizaje de la pista de aterrizaje desde la base de datos de navegación, calcular una distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave y la posición geográfica del umbral 112 de pista de aterrizaje, calcular un rumbo hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave y la posición geográfica del umbral 112 de pista de aterrizaje, proyectar la distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje en una componente a lo largo de la pista de aterrizaje y una componente transversal a la pista de aterrizaje usando el azimut 118 de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje, determinar una distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta un transmisor de localizador, calcular una distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador usando la distancia desde el umbral de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador, y proporcionar la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador a un calculador 206 de desviación; y estando el calculador 206 de desviación configurado para convertir una desviación de localizador angular en una desviación de localizador rectilínea usando, en parte, la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador, y proporcionar la desviación de localizador rectilínea a un sistema de guiado para guiar la aeronave 102 durante la aproximación final hacia la pista 106 de aterrizaje.

En una variante, en la que la base de datos de navegación está configurada además para almacenar una longitud de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje, y la función 212 de gestión de vuelo está configurada además para recibir la longitud de pista de aterrizaje desde la base de datos de navegación; y en la que: la función 212 de gestión de vuelo, al estar configurada para determinar la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador, está configurada para determinar la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador como la longitud de pista de aterrizaje; y la función 212 de gestión de vuelo, al estar configurada para calcular la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador, está configurada para calcular la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador sumando la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la proyección de la distancia desde la aeronave hasta el umbral

112 de pista de aterrizaje. En una variante, en la que la longitud de pista de aterrizaje incluye: una longitud de pista de aterrizaje convencional que no es una longitud de pista de aterrizaje real de la pista de aterrizaje; o una longitud de pista de aterrizaje real de la pista de aterrizaje. En otra variante, en la que la función 212 de gestión de vuelo, al estar configurada para calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor 104 de localizador, está configurada para calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor 104 de localizador según la siguiente ecuación:

$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc,$$

donde *dist\_to\_loc* es la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje, *dist\_to\_rwy\_thd* es la distancia desde la aeronave hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje, *brg\_to\_thd* es el rumbo hasta el umbral de pista de aterrizaje 114, *rwy\_azmth* es el azimut 118 de pista de aterrizaje, y *dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc* es la longitud de pista de aterrizaje.

En aún otra variante, en la que la base de datos de navegación está configurada además para almacenar una posición geográfica del transmisor 104 de localizador, y la función 212 de gestión de vuelo está configurada además para recibir la posición geográfica del transmisor 104 de localizador desde la base de datos de navegación; y en la que: la función 212 de gestión de vuelo, al estar configurada para determinar la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador, está configurada para calcular la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta la posición geográfica del transmisor 104 de localizador; y la función 212 de gestión de vuelo, al estar configurada para calcular la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador, está configurada para calcular la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador sumando la distancia desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la proyección de la distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje.

En una variante, en la que la función 212 de gestión de vuelo, al estar configurada para calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor 104 de localizador, está configurada para calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor 104 de localizador según la siguiente ecuación:

$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc,$$

donde *dist\_to\_loc* es la distancia desde la aeronave hasta el transmisor 104 de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje, *dist\_to\_rwy\_thd* es la distancia 110 desde la aeronave hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje, *brg\_to\_thd* es el rumbo hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje, *rwy\_azmth* es el azimut 118 de pista de aterrizaje, y *dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc* es la distancia 110 desde el umbral 112 de pista de aterrizaje hasta el transmisor 104 de localizador.

En aún otra variante, el sistema incluye además el sistema de guiado, incluyendo el sistema de guiado un sistema de piloto automático; y en el que: el calculador 206 de desviación, al estar configurado para proporcionar la desviación rectilínea al sistema de guiado, está configurado para proporcionar la desviación rectilínea al sistema de piloto automático; y estando el sistema de piloto automático configurado para recibir la desviación de localizador rectilínea desde el calculador de desviación, y controlar la aeronave durante la aproximación final para capturar un nulo de localizador del transmisor 104 de localizador.

En aún otra variante, comprendiendo el sistema además el sistema de guiado, comprendiendo el sistema de guiado un sistema director de vuelo; y en el que: el calculador 206 de desviación, al estar configurado para proporcionar la desviación rectilínea al sistema de guiado, está configurado para proporcionar la desviación de localizador rectilínea al sistema director de vuelo; y estando el sistema director de vuelo configurado para: recibir la desviación de localizador rectilínea, y proporcionar instrucciones de control a un piloto de la aeronave 102 durante la aproximación final para ayudar en la captura de un nulo de localizador del transmisor 104 de localizador.

Además, se da a conocer un medio de almacenamiento informático que tiene instrucciones legibles por ordenador almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan por un ordenador de una aeronave, hacen que el ordenador: reciba una posición geográfica de la aeronave; reciba una posición geográfica de un umbral 112 de pista de aterrizaje de una pista 106 de aterrizaje; reciba una longitud de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje; reciba un azimut 118 de pista de aterrizaje de la pista 106 de aterrizaje; calcule una distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave y la posición geográfica del umbral 112 de pista de aterrizaje; calcule un rumbo hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave y la posición geográfica del umbral 112 de pista de aterrizaje; proyecte la distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje en una componente a lo largo de la pista de aterrizaje y una componente transversal a la pista de aterrizaje usando el azimut 118 de pista de aterrizaje de la pista de aterrizaje; calcule una distancia desde la aeronave hasta un transmisor 104 de localizador sumando la longitud de

5 pista de aterrizaje a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la proyección de la distancia desde la aeronave 102 hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje; convierta una desviación de localizador angular en una desviación de localizador rectilínea usando, en parte, la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador; y emita la desviación de localizador rectilínea a un sistema de guiado para guiar la aeronave 102 durante una aproximación final hacia la pista 106 de aterrizaje.

10 En una variante, en la que la longitud de pista de aterrizaje incluye una longitud de pista de aterrizaje convencional que no es una longitud de pista de aterrizaje real de la pista 106 de aterrizaje; o una longitud de pista de aterrizaje real de la pista 106 de aterrizaje. En una alternativa, en la que el sistema de guiado incluye un sistema de piloto automático; o un sistema director de vuelo. En aún otra alternativa, en la que las instrucciones para calcular la distancia desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador incluyen instrucciones para calcular la distancia 116 desde la aeronave 102 hasta el transmisor 104 de localizador según la siguiente ecuación:

$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + rwy\_len ,$$

15 donde  $dist\_to\_loc$  es la distancia desde la aeronave hasta el transmisor 104 de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje,  $dist\_to\_rwy\_thd$  es la distancia desde la aeronave hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje,  $brg\_to\_thd$  es el rumbo hasta el umbral 112 de pista de aterrizaje,  $rwy\_azmth$  es el azimut 118 de pista de aterrizaje, y  $rwy\_len$  es la longitud de pista de aterrizaje.

20 Basándose en lo anterior, debe apreciarse que en el presente documento se han dado a conocer tecnologías para la captura de localizador sistemática. Aunque el objeto presentado en el presente documento puede haberse descrito algunas veces en lenguaje específico para características estructurales informáticas, acciones metodológicas y de transformación, maquinaria informática específica y medios legibles por ordenador, debe entenderse que la invención definida en las reivindicaciones adjuntas no se limita necesariamente a las características, acciones o medios específicos descritos en el presente documento. En su lugar, las características, acciones y medios específicos se dan a conocer como formas a modo de ejemplo de implementar las reivindicaciones.

25 El objeto descrito anteriormente se proporciona solo a modo de ilustración no debe interpretarse como limitativo. Pueden realizarse diversas modificaciones y cambios al objeto descrito en el presente documento sin seguir las realizaciones y aplicaciones a modo de ejemplo ilustradas y descritas, y sin apartarse del auténtico espíritu y alcance de la presente invención, que se exponen en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para guiar una aeronave durante una aproximación final hacia una pista de aterrizaje, comprendiendo el método:

recibir una posición geográfica de la aeronave (102);

5 recibir una posición geográfica de un umbral (112) de pista de aterrizaje de la pista (106) de aterrizaje;

recibir un azimut (118) de pista de aterrizaje de la pista (106) de aterrizaje;

calcular una distancia desde la aeronave (102) hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave (102) y la posición geográfica del umbral (112) de pista de aterrizaje;

10 calcular un rumbo hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave (102) y la posición geográfica del umbral (112) de pista de aterrizaje;

15 proyectar la distancia desde la aeronave hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje en una componente a lo largo de la pista de aterrizaje y una componente transversal a la pista de aterrizaje usando el azimut (118) de pista de aterrizaje de la pista (106) de aterrizaje y el rumbo hasta el umbral de pista de aterrizaje, en el que la componente a lo largo de la pista de aterrizaje es el producto de la distancia desde la aeronave hasta el umbral de pista de aterrizaje y el coseno de la diferencia entre el rumbo hasta el umbral de pista de aterrizaje y el azimut de pista de aterrizaje;

determinar una distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta un transmisor (104) de localizador;

20 calcular una distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador sumando la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la distancia proyectada desde la aeronave hasta el umbral de pista de aterrizaje;

convertir una desviación de localizador angular en una desviación de localizador rectilínea usando, en parte, la distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador; y

proporcionar la desviación de localizador rectilínea a un sistema de guiado para guiar la aeronave (102) durante la aproximación final hacia la pista (106) de aterrizaje.

25 2. Método según la reivindicación 1, que comprende además recibir una longitud de pista de aterrizaje de la pista (106) de aterrizaje, y en el que:

determinar la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador comprende determinar la distancia desde el umbral (118) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador como la longitud de pista de aterrizaje.

30 3. Método según la reivindicación 2, en el que la longitud de pista de aterrizaje comprende:

una longitud de pista de aterrizaje convencional que no es una longitud de pista de aterrizaje real de la pista (106) de aterrizaje; o una longitud de pista de aterrizaje real de la pista (106) de aterrizaje.

4. Método según la reivindicación 3, en el que el cálculo de la distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador se realiza según la siguiente ecuación:

35 
$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc$$

donde *dist\_to\_loc* es la distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje, *dist\_to\_rwy\_thd* es la distancia desde la aeronave (102) hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje, *brg\_to\_thd* es el rumbo hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje, *rwy\_azmth* es el azimut (118) de pista de aterrizaje, y *dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc* es la longitud de pista de aterrizaje.

40 5. Método según la reivindicación 1, que comprende además recibir una posición geográfica del transmisor (104) de localizador, y en el que:

determinar la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador

comprende calcular la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta la posición geográfica del transmisor (104) de localizador; y calcular la distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador comprendiendo calcular la distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador sumando la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la proyección de la distancia desde la aeronave (102) hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje.

6. Método según la reivindicación 5, en el que el cálculo de la distancia desde la aeronave hasta el transmisor (104) de localizador se realiza según la siguiente ecuación:

$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc,$$

10 donde *dist\_to\_loc* es la distancia desde la aeronave hasta el transmisor (104) de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje, *dist\_to\_rwy\_thd* es la distancia desde la aeronave (102) hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje, *brg\_to\_thd* es el rumbo hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje, *rwy\_azmth* es el azimut (118) de pista de aterrizaje, y *dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc* es la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador.

15 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que proporcionar la desviación de localizador rectilínea al sistema de guiado comprende proporcionar la desviación de localizador rectilínea a un sistema de piloto automático de la aeronave (102), estando el sistema de piloto automático configurado para controlar la aeronave (102) durante la aproximación final para capturar un nulo de localizador del transmisor (104) de localizador; y que comprende además:

20 controlar, mediante el sistema de piloto automático, la aeronave (102) durante la aproximación final para capturar el nulo de localizador del transmisor (104) de localizador.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que proporcionar la desviación de localizador rectilínea al sistema de guiado comprende proporcionar la desviación de localizador rectilínea a un sistema director de vuelo de la aeronave (102), estando el sistema director de vuelo de la aeronave (102) configurado para proporcionar instrucciones de control a un piloto de la aeronave (102) durante la aproximación final para ayudar en una captura de un nulo (108) de localizador del transmisor (104) de localizador; y que comprende además:

proporcionar, mediante el sistema director de vuelo, las instrucciones de control al piloto de la aeronave (102) durante la aproximación final para ayudar en la captura del nulo (108) de localizador del transmisor (104) de localizador.

30 9. Sistema de aviónica de una aeronave (102) para guiar la aeronave (102) durante una aproximación final hacia una pista de aterrizaje, comprendiendo el sistema de aviónica:

un sensor de sistema de aterrizaje instrumental configurado para recibir señales de guiado desde un transmisor (104) de localizador durante la aproximación final de la aeronave (102) hacia la pista de aterrizaje;

35 un sistema (208) de navegación que comprende un componente de ubicación configurado para adquirir una posición geográfica de la aeronave (102),

una base de datos de navegación configurada para almacenar una posición geográfica de un umbral (112) de pista de aterrizaje de la pista (106) de aterrizaje, una posición geográfica de un umbral (112) de pista de aterrizaje de la pista (106) de aterrizaje, y un azimut (118) de pista de aterrizaje de la pista (106) de aterrizaje, y

una función (212) de gestión de vuelo configurada para

40 recibir la posición geográfica de la aeronave (102), la posición geográfica de un umbral (112) de pista de aterrizaje de la pista de aterrizaje, y el azimut (118) de pista de aterrizaje de la pista de aterrizaje desde la base de datos de navegación,

calcular una distancia desde la aeronave hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave y la posición geográfica del umbral (112) de pista de aterrizaje,

45 calcular un rumbo hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje usando la posición geográfica de la aeronave y la posición geográfica del umbral (112) de pista de aterrizaje,

proyectar la distancia desde la aeronave hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje en una componente a lo largo



- de la pista de aterrizaje y una componente transversal a la pista de aterrizaje usando el azimut (118) de pista de aterrizaje de la pista (106) de aterrizaje y el rumbo hasta el umbral de pista de aterrizaje, en el que la componente a lo largo de la pista de aterrizaje es el producto de la distancia desde la aeronave hasta el umbral de pista de aterrizaje y el coseno de la diferencia entre el rumbo hasta el umbral de pista de aterrizaje y el azimut de pista de aterrizaje,
- 5
- determinar una distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta un transmisor de localizador,
- calcular una distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador sumando la distancia desde el umbral de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la distancia proyectada desde la aeronave hasta el umbral de pista de aterrizaje, y
- 10 transmisor (104) para un calculador (206) de desviación; y
- estando el calculador (206) de desviación configurado para
- convertir una desviación de localizador angular en una desviación de localizador rectilínea usando, en parte, la distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador, y
- 15 proporcionar la desviación de localizador rectilínea a un sistema de guiado para guiar la aeronave (102) durante la aproximación final hacia la pista (106) de aterrizaje.
10. Sistema de aviónica según la reivindicación 9, en el que la base de datos de navegación está configurada además para almacenar una longitud de pista de aterrizaje de la pista (106) de aterrizaje, y la función (212) de gestión de vuelo está configurada además para recibir la longitud de pista de aterrizaje desde la base de datos de navegación; y en el que:
- 20 la función (212) de gestión de vuelo, al estar configurada para determinar la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador, está configurada para determinar la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador como la longitud de pista de aterrizaje.
11. Sistema de aviónica según la reivindicación 10, en el que la longitud de pista de aterrizaje comprende:
- 25 una longitud de pista de aterrizaje convencional que no es una longitud de pista de aterrizaje real de la pista de aterrizaje; o
- una longitud de pista de aterrizaje real de la pista de aterrizaje.
12. Sistema de aviónica de reivindicaciones 9 u 11, en el que la función (212) de gestión de vuelo, al estar configurada para calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor (104) de localizador, está configurada para calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor (104) de localizador según la siguiente ecuación:
- 30 
$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc,$$
- donde *dist\_to\_loc* es la distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje, *dist\_to\_rwy\_thd* es la distancia desde la aeronave hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje, *brg\_to\_thd* es el rumbo hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje, *rwy\_azmth* es el azimut (118) de pista de aterrizaje, y *dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc* es la longitud de pista de aterrizaje.
- 35 13. Sistema de aviónica según cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en el que la base de datos de navegación está configurada además para almacenar una posición geográfica del transmisor (104) de localizador, y la función (212) de gestión de vuelo está configurada además para recibir la posición geográfica del transmisor (104) de localizador desde la base de datos de navegación; y en el que:
- 40 la función (212) de gestión de vuelo, al estar configurada para determinar la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador, está configurada para calcular la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta la posición geográfica del transmisor (104) de localizador; y
- la función (212) de gestión de vuelo, al estar configurada para calcular la distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador, está configurada para calcular la distancia desde la aeronave (102) hasta el transmisor (104) de localizador sumando la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador a la componente a lo largo de la pista de aterrizaje de la proyección de la distancia desde la
- 45

aeronave hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje.

- 5 14. Sistema de aviónica según cualquiera de las reivindicaciones 9 u 11, en el que la función (212) de gestión de vuelo, al estar configurada para calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor (104) de localizador, está configurada para calcular la distancia desde la aeronave hasta el transmisor (104) de localizador según la siguiente ecuación:

$$dist\_to\_loc = dist\_to\_rwy\_thd * \cos(brg\_to\_thd - rwy\_azmth) + dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc,$$

- 10 donde *dist\_to\_loc* es la distancia desde la aeronave hasta el transmisor (104) de localizador en un eje a lo largo de la pista de aterrizaje, *dist\_to\_rwy\_thd* es la distancia desde la aeronave hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje, *brg\_to\_thd* es el rumbo hasta el umbral (112) de pista de aterrizaje, *rwy\_azmth* es el azimut (118) de pista de aterrizaje, y *dist\_from\_rwy\_thd\_to\_loc* es la distancia desde el umbral (112) de pista de aterrizaje hasta el transmisor (104) de localizador.

- 15 15. Sistema de aviónica según cualquiera de las reivindicaciones 9-14, que comprende además el sistema de guiado, comprendiendo el sistema de guiado un sistema de piloto automático; y en el que:

- 15 el calculador (206) de desviación, al estar configurado para proporcionar la desviación rectilínea al sistema de guiado, está configurado para proporcionar la desviación rectilínea al sistema de piloto automático; y

estando el sistema de piloto automático configurado para

recibir la desviación de localizador rectilínea desde el calculador de desviación, y

controlar la aeronave durante la aproximación final para capturar un nulo de localizador del transmisor (104) de localizador.

20

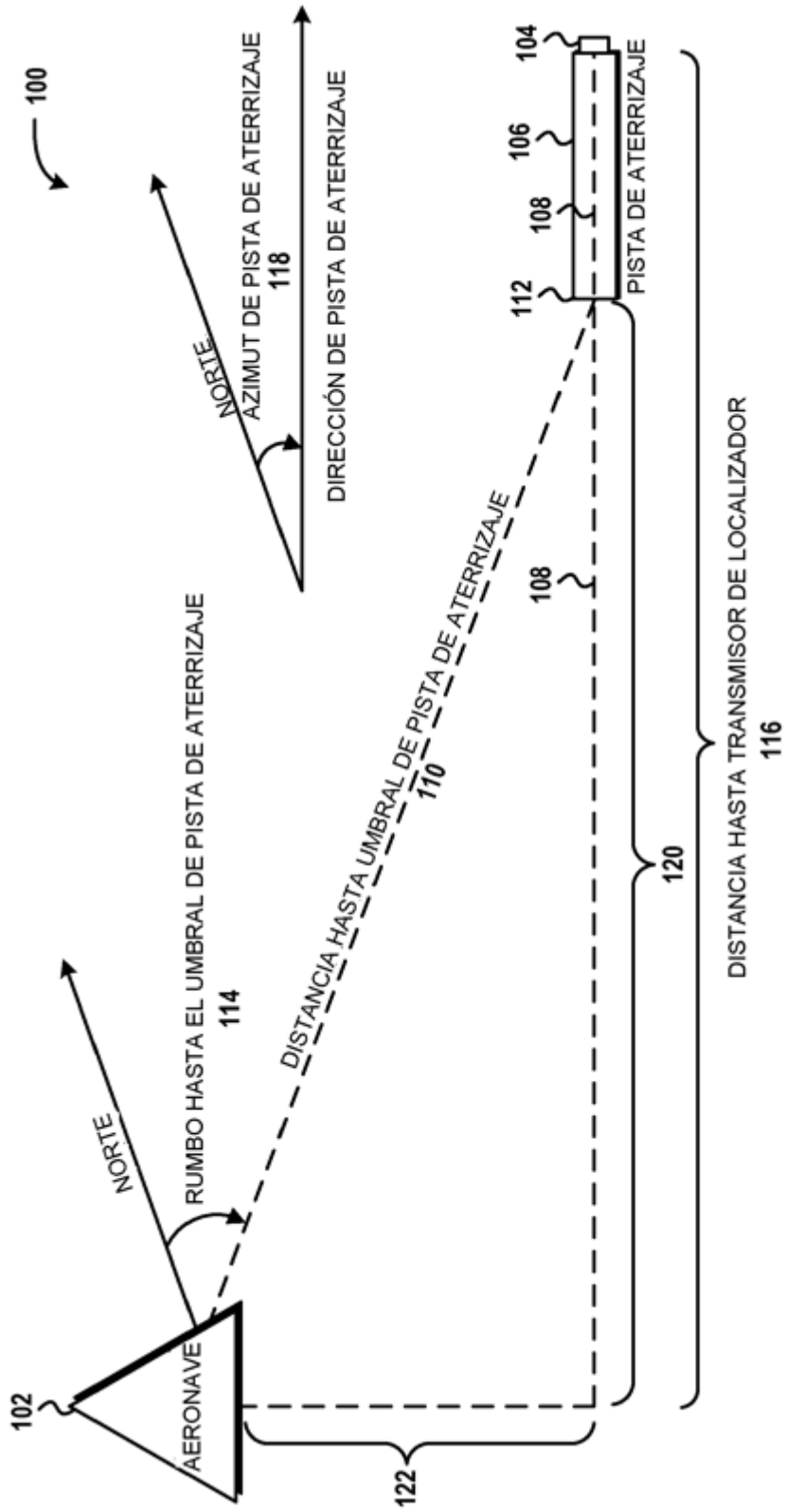
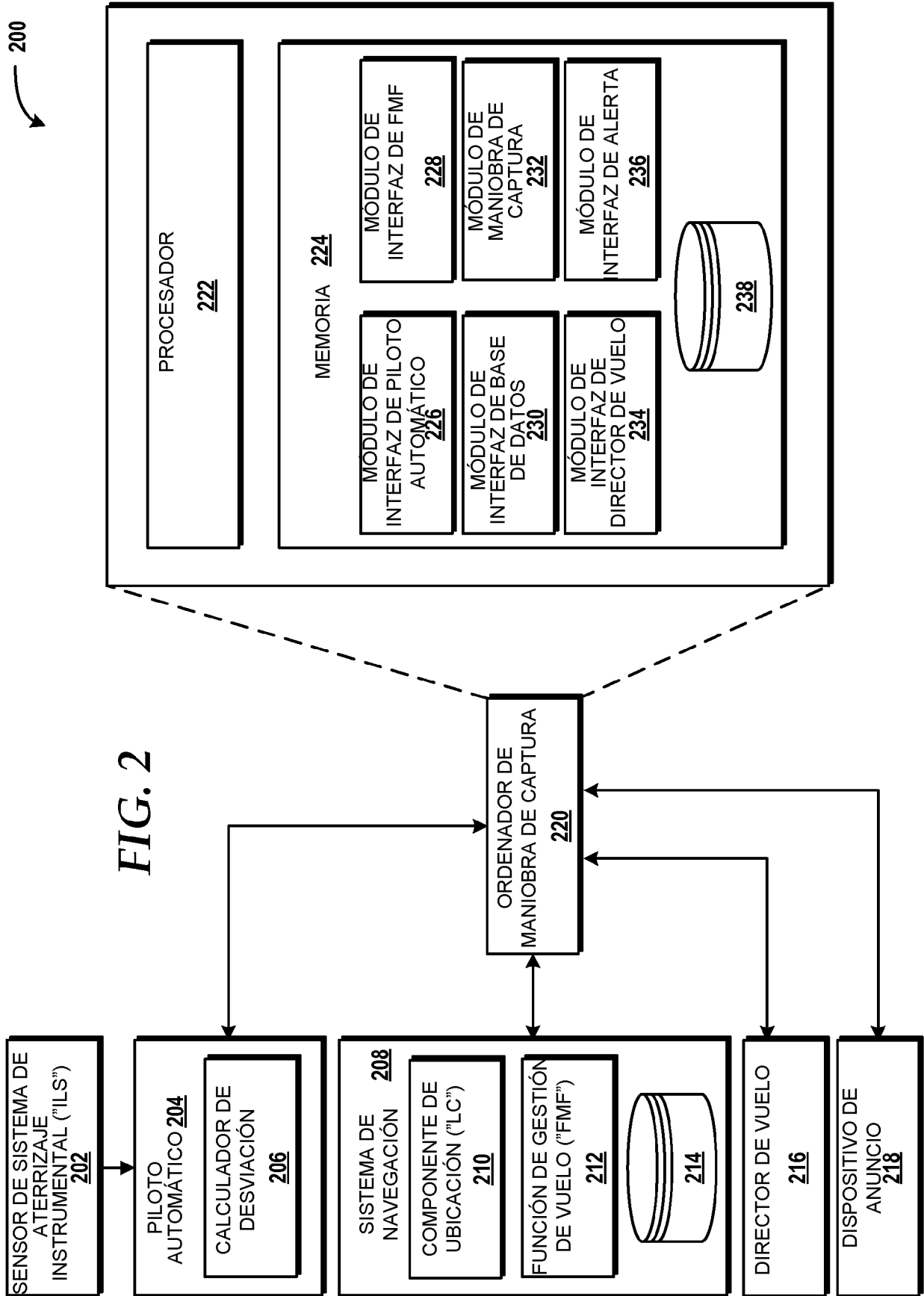


FIG. 1



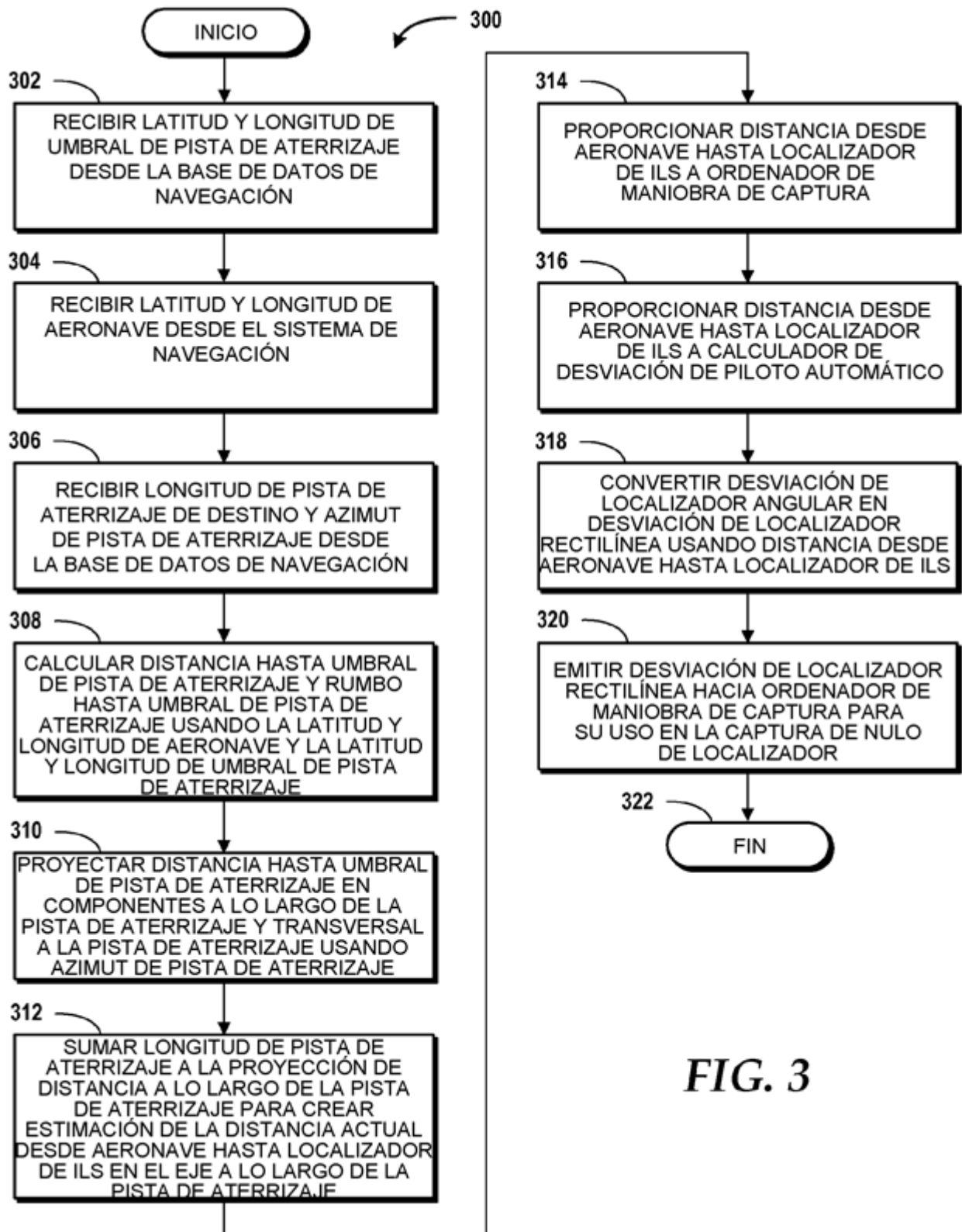


FIG. 3