

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 738**

51 Int. Cl.:

**B64C 19/00** (2006.01)

**G08G 5/00** (2006.01)

**G05D 1/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2013** **E 13382183 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019** **EP 2804066**

54 Título: **Método y sistema para guía de aeronave**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.05.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GARRIDO-LOPEZ, DAVID y**  
**DE PRINS, JOHAN L.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 758 738 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**

Método y sistema para guía de aeronave

Campo de la invención

5 Esta invención se relaciona con un método y sistema para guía de aeronave y, en particular, con una estrategia mejorada de guía de aeronave del Tiempo de Llegada Requerido (RTA).

Antecedentes de la invención

La guía sobre el Tiempo de Llegada Requerido (RTA) es una tecnología ampliamente disponible empleada en aeronaves comerciales. La Figura 1 ilustra esquemáticamente el circuito de retroalimentación que se utiliza para controlar la velocidad de la aeronave durante el crucero y el descenso.

10 La guía de aeronave implica la especificación de un Tiempo de Llegada Requerido en un punto de referencia objetivo del plan de vuelo (etapa 100 de la Figura 1). El sistema de gestión de vuelo de la aeronave predice periódicamente un Tiempo Estimado de Llegada (ETA) en el punto de referencia objetivo específico, con base en diversas variables medidas y predichas, tales como la velocidad del viento/velocidad absoluta actual, el pronóstico del tiempo, etc. (también la etapa 100 de la Figura 1).

15 En la etapa 110 de la Figura 1, se determina una desviación entre el RTA y el ETA y, si está por debajo de un umbral DT elegido, entonces no se toman medidas. Sin embargo, si la desviación entre RTA y ETA excede el umbral DT elegido, entonces, en la etapa 120, la guía de aeronave modifica las velocidades de crucero/descenso con el fin de cumplir con el RTA. En la etapa 130, se ejecuta el plan de vuelo con las velocidades modificadas. Dichas modificaciones de las velocidades del plan de vuelo tienen lugar varias veces durante el crucero y el descenso antes de llegar al punto de referencia objetivo.

20 El umbral DT es variable en el sentido de que es intencionalmente más grande, cuanto más lejos del punto de referencia esté la aeronave. Por ejemplo, el umbral de diferencia de tiempo entre el RTA y ETA (por debajo del cual no se requieren ajustes) puede ser de 1 minuto cuando la aeronave está a 200 millas náuticas (NM) del punto de referencia. Esto se debe a que el grado de incertidumbre en el ETA aumenta con la distancia a partir del punto de referencia. Es un uso ineficiente de los motores ajustar continuamente la velocidad de vuelo para tratar de reducir la "banda muerta" de 1 minuto. A medida que la aeronave se acerca al punto de referencia objetivo, se vuelve más importante rastrear el RTA más de cerca, e igualmente aumenta el grado de previsibilidad. Por lo tanto, se puede reducir el valor de DT. Por ejemplo, DT puede ser de 5 segundos cuando la aeronave está a 10NM del punto de referencia. Véase, por ejemplo, el documento de los Estados Unidos US-A-5,121,325, Figura 9.

25 Algunos ejemplos adicionales de técnicas de guía de RTA de la técnica anterior de acuerdo con el esquema general de la Figura 1 se exponen en el documento US-B-6,507,782 y "Airborne Required Time of Arrival control and Integration with ATM", AIAA Aviation Technology Integration and Operations Conference (ATIO\_, 2007 (Documento AIAA 2007 - 7835), por Jackson et al. El último documento sugiere el uso de una pluralidad de puntos de referencia en ruta hacia el aeropuerto de destino, con el RTA y el ETA determinados y su diferencia comparada con un umbral, para cada punto de referencia intermedio.

30 El problema con dichas estrategias de la técnica anterior es que todas ellas resultan en imprevisibilidad durante el vuelo. Los vuelos impredecibles son una prueba de intervenciones tácticas para corregir las posiciones de las aeronaves cuando no están de acuerdo con una trayectoria acordada. Dichas intervenciones tácticas reducen la eficiencia del vuelo.

35 El documento de los Estados Unidos US 2012/053760 se relaciona con métodos y aparatos para controlar la trayectoria de vuelo de una aeronave para seguir lo más cerca posible una trayectoria de vuelo de cuatro dimensiones predeterminada.

El documento de los Estados Unidos US 2009/088972 se relaciona con sistemas y métodos para proporcionar evitación de colisión centrada en el vehículo.

40 Resumen de la invención

En este contexto, la presente invención proporciona un método y un sistema de guía de aeronaves mejorados.

De acuerdo con la presente invención, se define un método para guiar una aeronave en la reivindicación 1. Por lo tanto, se define un sistema en la reivindicación 5. Se define un programa informático en la reivindicación 7.

- Los métodos de guía de la técnica anterior se basan en la premisa de que solo el tiempo de llegada final (o, en el documento de Jackson identificado anteriormente), es importante solo un conjunto discreto de tiempos de llegada en un conjunto de puntos de referencia intermedios). La presente invención, por el contrario, elige el enfoque novedoso de seguir una trayectoria 4D predicha inicial. Una trayectoria 4D es una trayectoria de aeronave predicha con precisión como una función del tiempo. En otras palabras, de acuerdo con la presente invención, en lugar de controlar la velocidad de la aeronave con el objetivo de llegar exclusivamente a tiempo a uno, o un número discreto de puntos de referencia, la velocidad de la aeronave también se controla con el objetivo de seguir la trayectoria 4D a lo largo del vuelo.
- Seguir una trayectoria 4D en lugar de simplemente apuntar a llegar a un punto de referencia en un momento dado proporciona diversas ventajas. En primer lugar, como se explica en la sección de antecedentes, los grandes errores entre el RTA y el ETA en los métodos de guía de la técnica anterior son tolerados y, de hecho, inevitables, durante aquellas partes del vuelo distantes del punto de referencia, sobre todo debido a la magnitud de las incertidumbres allí. Por el contrario, seguir la trayectoria 4D da como resultado una reducción significativa en la diferencia entre el RTA y el tiempo real de llegada al punto de referencia.
- Como consecuencia de cumplir con una trayectoria 4D acordada entre tierra y aire, la aeronave tiene mayores posibilidades de completar el vuelo sin intervenciones tácticas del control de tierra. Este hecho implica diversas ventajas: menos posibilidades de que el vuelo se desvíe por control terrestre de su trayectoria lateral opcional (vectorización) o se coloque en un patrón de espera, y menos posibilidades de que el control terrestre exija un cambio de velocidad de la aeronave. Esto a su vez resulta en ahorro de combustible y tiempo (menos demoras) con los consecuentes beneficios operativos y de costes.
- Las realizaciones de la presente invención emplean el nuevo sistema de guía explicado anteriormente de una manera complementaria a los métodos de guía con base en RTA de última generación. En otras palabras, con preferencia, se mantienen los comandos de velocidad RTA originales (con base en el control de  $|RTA - ETA|$  por debajo de DT) pero, adicionalmente, el control de la velocidad y el plan de vuelo se lleva a cabo de manera complementaria para rastrear una trayectoria 4D dada con precisión. Por lo tanto, el método permite que se comparta una trayectoria entre el suelo y la aeronave, y brinde la capacidad de que la aeronave siga esa trayectoria con precisión. Una ventaja adicional del método definido en este documento es que solo requiere una modificación mínima del Sistema de Gestión de Vuelo de la aeronave. Un pequeño algoritmo agregado al software RTA existente es suficiente. En particular, no son necesarias modificaciones de hardware, cubierta de vuelo, pantallas o acelerador automático. Esto contrasta notablemente con las modificaciones necesarias para implementar la técnica de RTA múltiple del mencionado documento de Jackson, el cual requiere modificaciones importantes tanto en la interfaz humana como en el software RTA, para permitir que el piloto ingrese múltiples RTA en múltiples puntos de referencia.
- Finalmente, se observará que los sistemas actuales de Gestión del Tráfico Aéreo están evolucionando de la Gestión con base en la Vigilancia (control con base en saber dónde están las aeronaves) a Gestión con base en la Trayectoria (control con base en saber dónde estará la aeronave). La trayectoria/navegación 4D forma parte de las propuestas del "Concepto de Operaciones para el Sistema de Transporte Aéreo de Próxima Generación, versión 2.0, junio de 2007", de acuerdo con lo definido por la Oficina Conjunta de Planificación y Desarrollo. El método de la presente invención se alinea así con los futuros procedimientos de Gestión del Tráfico Aéreo con base en la trayectoria.
- Breve descripción de los dibujos
- La invención se puede poner en práctica de diversas maneras, una de las cuales se describirá ahora con referencia a los dibujos en los cuales:
- La Figura 1 muestra un diagrama de flujo de un método de guía de aeronave de la técnica anterior;
- La Figura 2 muestra un diagrama de flujo de un método de guía de aeronave que incorpora la presente invención e incluye un controlador de velocidad de la aeronave;
- La Figura 3 muestra un diagrama esquemático del controlador de velocidad de la aeronave de la Figura 2;
- La Figura 4 muestra un gráfico de la desviación de tiempo a partir de un tiempo de llegada requerido a un punto de referencia, como una función de la distancia a partir de ese punto de referencia, para los métodos de las Figuras 1 y 2 respectivamente; y
- La Figura 5 muestra rutas de vuelo simuladas para aeronaves que llegan a un punto de referencia próximo al aeropuerto de Palma de Mallorca en España.
- Descripción detallada de una realización preferida

La Figura 2 muestra un diagrama de flujo simplificado de un método de guía de aeronave que incorpora la presente invención. El diagrama de flujo puede dividirse lógicamente en dos partes: una primera parte (al lado izquierdo de la Figura 2) que actúa para reducir las diferencias excesivas entre un ETA y un RTA predefinido para un punto de referencia elegido, y una segunda parte complementaria, a la derecha de la Figura 2, la cual comprende un flujo de cálculos que buscan mantener la aeronave en una trayectoria 4D de vuelo seleccionada, es decir, la gráfica de la posición, velocidad y dirección de la aeronave como una función del tiempo.

La segunda parte del diagrama de flujo, es decir, el bucle de control a la derecha de la Figura 2 se habilita periódicamente, preferiblemente cuando la primera parte del diagrama de flujo no especifica ningún ajuste de velocidad. Específicamente, es deseable que cualquiera de las decisiones de ajustar la velocidad de la aeronave como resultado de discrepancias entre la ruta de vuelo seleccionada y la trayectoria de vuelo medida, sean complementarias a cualquier decisión de ajustar la velocidad de la aeronave como resultado de que RTA-ETA exceda DT. Por lo tanto, los cálculos en la primera parte del diagrama de flujo no sustituyen ni compiten contra la segunda parte del diagrama de flujo.

El proceso comienza en la etapa 200. Aquí, se identifica o selecciona el RTA en un punto de referencia predeterminado. También se selecciona una trayectoria 4D de vuelo inicial al punto de referencia. Esta trayectoria 4D inicial puede ser predicha por el sistema de gestión de vuelo de la aeronave, o puede ser predicha en otra parte y proporcionada a la aeronave. En la etapa 210, se determina una diferencia entre el RTA y un ETA actual (con base en parámetros estimados y medidos, como con la técnica anterior). Si la diferencia excede un umbral DT, entonces en la etapa 220 se calculan nuevas predicciones modificando las velocidades planeadas, con el objetivo de reducir la diferencia entre el RTA y el ETA. Una vez que se han calculado las nuevas predicciones, en la etapa 230 se ejecuta el plan de vuelo actualizado con las nuevas velocidades enviando una señal de ajuste del acelerador con el fin de ajustar la velocidad de la aeronave. Al igual que con los métodos de guía de la técnica anterior, el parámetro DT puede elegirse para que sea más grande más lejos del punto de referencia. Sin embargo, como se explicará a continuación, al incluir el control de trayectoria 4D de vuelo de acuerdo con las realizaciones preferidas de la invención, las desviaciones del RTA tienden a ser más pequeñas que en los métodos de la técnica anterior, particularmente a medida que se acerca el punto de referencia.

Con referencia aún a la Figura 2, en la etapa 210, si la diferencia entre el RTA y el ETA está por debajo del umbral DT, de modo que no se exigirá un ajuste de velocidad, el diagrama de flujo se mueve a la etapa 240.

Aquí, se calculan las desviaciones de tiempo y velocidad absoluta con respecto a la trayectoria 4D inicialmente predicha. Es importante tener en cuenta que estas desviaciones NO son desviaciones de la predicción del tiempo de llegada al punto de referencia de destino. En cambio, se trata de desviaciones del tiempo actual y la velocidad absoluta con respecto a la trayectoria 4D prevista. Por ejemplo, la aeronave alcanza un punto de referencia X. En esa posición, se suponía que la aeronave llegaría a las 12:05:10 Z y con una velocidad absoluta (velocidad con respecto al suelo) de 450 nudos. Sin embargo, la aeronave de hecho alcanza el punto de referencia a las 12:05:14 Z y con 445 nudos de velocidad. Eso significa que la aeronave llega tarde 4 segundos ( $\Delta t = 4$  segundos) y más lento de lo previsto por 5 nudos ( $\Delta v = -5$  nudos).

En la etapa 250 de la Figura 2, se genera un nuevo comando de velocidad con el fin minimizar las desviaciones de navegación 4D. Los algoritmos para calcular el nuevo comando de velocidad son los siguientes: si la aeronave llega tarde, se agrega un aumento de velocidad proporcional a la desviación de tiempo a la velocidad actual. Si la aeronave llega temprano, por el contrario, se toma una disminución de velocidad proporcional a la desviación de tiempo de la velocidad actual. Además, si la aeronave vuela más lento con respecto a la trayectoria prevista y con respecto al suelo, se agrega un incremento de velocidad proporcional a la desviación de la velocidad absoluta a la velocidad actual. Del mismo modo, si la aeronave vuela más rápido con respecto a la trayectoria prevista y con respecto al suelo, se toma una reducción de velocidad proporcional a la desviación de la velocidad absoluta respecto de la velocidad actual.

Estos algoritmos simples de comando de velocidad han sido probados anteriormente como parte de otra tecnología de guía 4D desarrollada con resultados excepcionales. Garrido-Lopez, D. y Gomez Ledesma, R., Four Dimensional Guidance of an Aircraft, solicitud de patente de los Estados Unidos número 20100282916 (abril de 2010) y Garrido-López, D., D'Alto, L. y Gomez Ledesma, R., A Novel Four-Dimensional Guidance For Continuous Descent Approaches, Proceedings of the 28th Digital Avionics Systems Conference, Orlando (Florida), Documento 6.E.1, 2009, pp. 1-11, doi: <http://dx.doi.org/10.1109/DASC.2009.5347433>.

En la etapa 260, las predicciones del vuelo planificado se modifican de forma que sean consistentes con el nuevo comando de velocidad. El nuevo tiempo estimado de llegada al punto de referencia objetivo puede diferir en general del Tiempo de Llegada Requerido. Sin embargo, este ETA debería estar en general en desacuerdo con el RTA por una pequeña magnitud en comparación con el umbral DT. Este es particularmente el caso cuando la aeronave está lejos del punto de referencia, ya que el umbral DT, como se explicó anteriormente, se define muy grande para impedir comandos de velocidad RTA demasiado frecuentes. El beneficio de los nuevos comandos de velocidad es

particularmente significativo cuando la aeronave está lejos del punto de referencia objetivo: estos nuevos comandos permiten que la aeronave siga la trayectoria 4D con precisión precisamente cuando los comandos de velocidad RTA originales son menos efectivos.

5 Finalmente, en la etapa 230, se ejecuta el plan de vuelo con la nueva velocidad y se ordena inmediatamente la nueva velocidad.

La Figura 3 muestra un esquema más detallado de la caja de control que calcula los comandos de velocidad con base en el tiempo y las desviaciones de velocidad absoluta con respecto a la trayectoria 4D. Los algoritmos son como se explicaron anteriormente en relación con la Figura 2, y han demostrado ser estables, robustos y efectivos en la literatura.

10 La Figura 4 muestra resultados estadísticos de simulaciones de llegada de aeronaves de tiempo rápido con la tecnología RTA de la técnica anterior y la tecnología RTA modificada que incorpora la presente invención. La gráfica muestra el percentil 95 de la distribución de errores de tiempo como una función de la distancia al punto de medición (punto de referencia objetivo RTA) para todos las aeronaves simuladas. Se utilizaron dos días de llegadas reales en dirección sur hacia el Aeropuerto Internacional de Palma de Mallorca (España) (más de 230 vuelos de diferentes tipos de aeronaves). Los vientos y la temperatura reales y pronosticados se tomaron del Sistema de Pronóstico Global (GFS) para los mismos días. El punto de medición es MUROS. Los tiempos de llegada requeridos fueron impuestos por un secuenciador de tráfico en MUROS, el cual se convierte así en el punto de referencia objetivo de RTA. La herramienta de simulación de tráfico toma modelos precisos de rendimiento de aeronaves y asimila las condiciones climáticas y de temperatura de diferentes fuentes (GFS más notablemente). La herramienta también calcula el plan de vuelo preciso y la predicción de trayectoria para cada aeronave, y simula sistemas de vuelo automático y acelerador automático, accionamientos de freno de velocidad del piloto, navegación vertical, navegación lateral y guía RTA (previamente existente y nueva).

Las simulaciones muestran que:

25 - Bajo la guía RTA existente, las desviaciones de tiempo con respecto a las trayectorias 4D establecidas se limitan a 25 segundos para el 95% de los vuelos. Esto se debe a que el método RTA existente impide cambios en la velocidad de la aeronave lejos del punto de medición.

- La desviación de tiempo utilizando la nueva guía RTA se mejora en gran medida lejos del punto de medición, y se mantiene por debajo de 6 segundos. Esto se debe a que los nuevos comandos de velocidad complementarios con base en navegación 4D guían a la aeronave con mayor precisión siguiendo la trayectoria 4D.

30 - Aproximadamente 50 o 60 NM antes del punto de medición, se llevan a cabo comandos de velocidad RTA originales y se reducen las desviaciones de tiempo. Sin embargo, para el método que incorpora la presente invención, se requieren menos comandos de velocidad, ya que los vuelos alcanzan esta distancia de rango medio, bajo un buen acuerdo con la trayectoria 4D, y por lo tanto, se requieren menos correcciones de velocidad.

35 - En el último tramo de 10 NM a 20NM, las velocidades de la aeronave ya no se modifican, ya que existen restricciones operativas adicionales, y también porque los métodos RTA impiden cambios de velocidad demasiado cerca del punto de medición (de lo contrario, pueden ocurrir cambios de velocidad muy grandes). Por lo tanto, las desviaciones de tiempo crecen hasta 8 segundos para el método RTA de la técnica anterior. Se observa una mejora en los resultados utilizando el método de la invención (7 segundos de error final para el 95% de las aeronaves).

La Figura 5 muestra las rutas laterales de las llegadas simuladas al aeropuerto de Palma de Mallorca en España.

40 Aunque se ha descrito un ejemplo específico de una realización preferida, el lector experto reconocerá que se contemplan diversas modificaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para guiar una aeronave que comprende las etapas de:
- (a) seleccionar una trayectoria de vuelo prevista inicial como una función del tiempo;
  - (b) identificar un Tiempo de Llegada Requerido inicial (RTA) en un punto de referencia seleccionado;
- 5 (c) determinar, durante el vuelo, un Tiempo Estimado de Llegada (ETA) con base en uno o más parámetros medidos o previstos; y
- (d) calcular una diferencia entre el RTA y el ETA;
  - (e) determinar si  $|RTA-ETA|$  es mayor o menor que un umbral de tiempo DT;
- el método comprende además, cuando se determina que  $|RTA-ETA| < DT$ , las etapas de:
- 10 (f)(i) determinar durante el vuelo, una desviación entre la trayectoria de vuelo prevista inicial y una trayectoria actual medida;
- (f)(ii) generar un comando de velocidad revisado para minimizar la desviación determinada;
  - (f)(iii) calcular modificaciones a las velocidades de vuelo planeadas, con base en el comando de velocidad revisado generado;
- 15 (g) ejecutar el comando de velocidad revisado con el fin de que la aeronave busque reducir el tiempo y las desviaciones de la velocidad absoluta con respecto a la trayectoria de vuelo prevista inicial;
- el método también comprende, cuando se determina que  $|RTA-ETA| > DT$ , las etapas de
- (f) generar un comando de velocidad revisado adicional con el fin de reducir la diferencia entre el RTA y el ETA; y
  - (g) ejecutar el comando de velocidad revisado adicional para que la aeronave busque reducir la diferencia entre el
- 20 RTA y el ETA.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además, después de completar la etapa (g) de ejecutar el comando de velocidad revisado, las etapas de
- (h) repetir las etapas (f)(i), (f)(ii), (f)(iii) y (g) para generar más comandos de velocidad revisados para hacer que la aeronave busque seguir la trayectoria de vuelo prevista inicial.
- 25 3. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la etapa (f)(i) de determinar la desviación comprende determinar:
- (i) la diferencia de tiempo entre un tiempo previsto de llegada a un lugar dentro de la trayectoria de vuelo prevista inicial, y un tiempo medido de llegada a ese punto, y
  - (ii) la diferencia de velocidad entre una velocidad prevista en esa ubicación dentro de la trayectoria de vuelo prevista inicial, y una velocidad medida en esa ubicación dentro de la trayectoria de vuelo prevista inicial.
- 30 4. El método de la reivindicación 3, en donde un cambio de velocidad definido por el comando de velocidad revisado es proporcional a la magnitud del tiempo y/o las diferencias de velocidad.
5. Un sistema para guiar una aeronave que comprende:
- (a) medios para identificar un Tiempo de Llegada Requerido inicial (RTA) en un punto de referencia seleccionado;
- 35 (b) medios para seleccionar una trayectoria de vuelo prevista inicial como una función del tiempo;
- (c) medios para determinar, durante el vuelo, un Tiempo Estimado de Llegada (ETA) con base en uno o más parámetros medidos o previstos;
  - (d) medios para calcular una diferencia entre el RTA y el ETA;
  - (e) medios para determinar si  $|RTA-ETA|$  es mayor o menor que un umbral de tiempo DT;
- 40 el sistema comprende además:

(f) medios para determinar durante el vuelo, una desviación entre la trayectoria de vuelo inicial prevista y una trayectoria de corriente medida, determinándose la desviación cuando  $|RTA-ETA| < DT$ ;

(g) medios para generar un comando de velocidad revisado con el fin de minimizar la desviación determinada, generando el comando de velocidad revisado cuando  $|RTA-ETA| < DT$ ;

- 5 (h) medios para calcular modificaciones a las velocidades de vuelo planeadas, con base en el comando de velocidad revisado generado;

el sistema también comprende:

(i) medios para generar un comando de velocidad revisado adicional para reducir la diferencia entre el RTA y el ETA, generando el comando de velocidad revisado adicional cuando  $|RTA-ETA| > DT$ ;

- 10 y

(j) medios para ejecutar el comando de velocidad revisado cuando  $|RTA-ETA| < DT$ , y el comando de velocidad revisado adicional cuando  $|RTA-ETA| > DT$ , de forma que, cuando  $|RTA-ETA| < DT$ , la aeronave busque reducir el tiempo y las desviaciones de velocidad absoluta con respecto a la trayectoria de vuelo prevista inicial y, cuando  $|RTA-ETA| > DT$ , la aeronave busca reducir la diferencia entre el RTA y el ETA.

- 15 6. El sistema de la reivindicación 5, en donde los medios para determinar la desviación comprenden medios para determinar:

(i) la diferencia de tiempo entre un tiempo de llegada previsto en un lugar dentro de la trayectoria de vuelo prevista inicial, y un tiempo de llegada medido en ese punto, y

- 20 (ii) la diferencia de velocidad entre una velocidad prevista en esa ubicación dentro de la trayectoria de vuelo prevista inicial, y una velocidad medida en esa ubicación dentro de la trayectoria de vuelo prevista inicial.

7. Un programa informático que comprende un código de programa el cual, cuando se ejecuta, lleva a cabo las etapas del método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

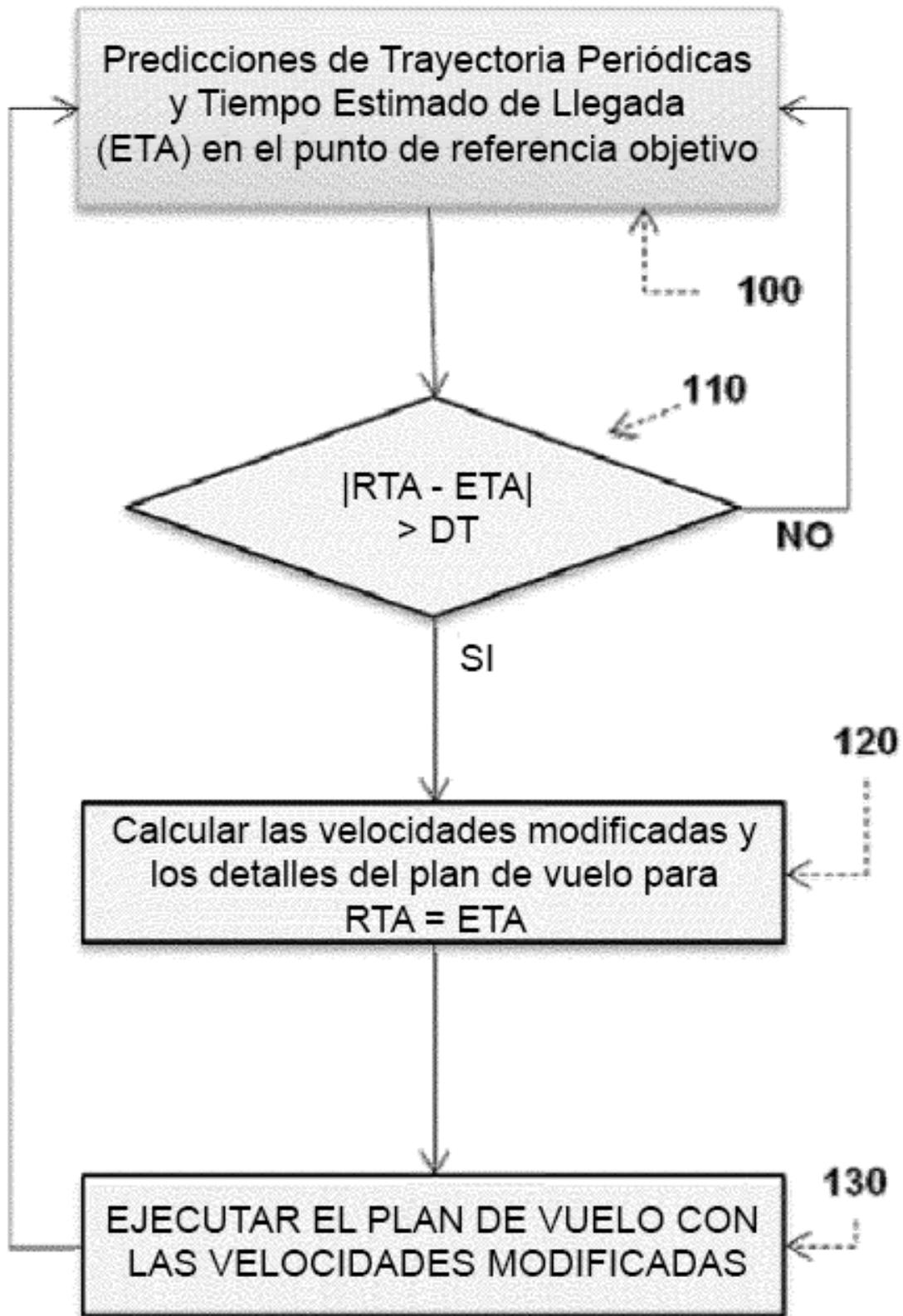


FIGURA 1

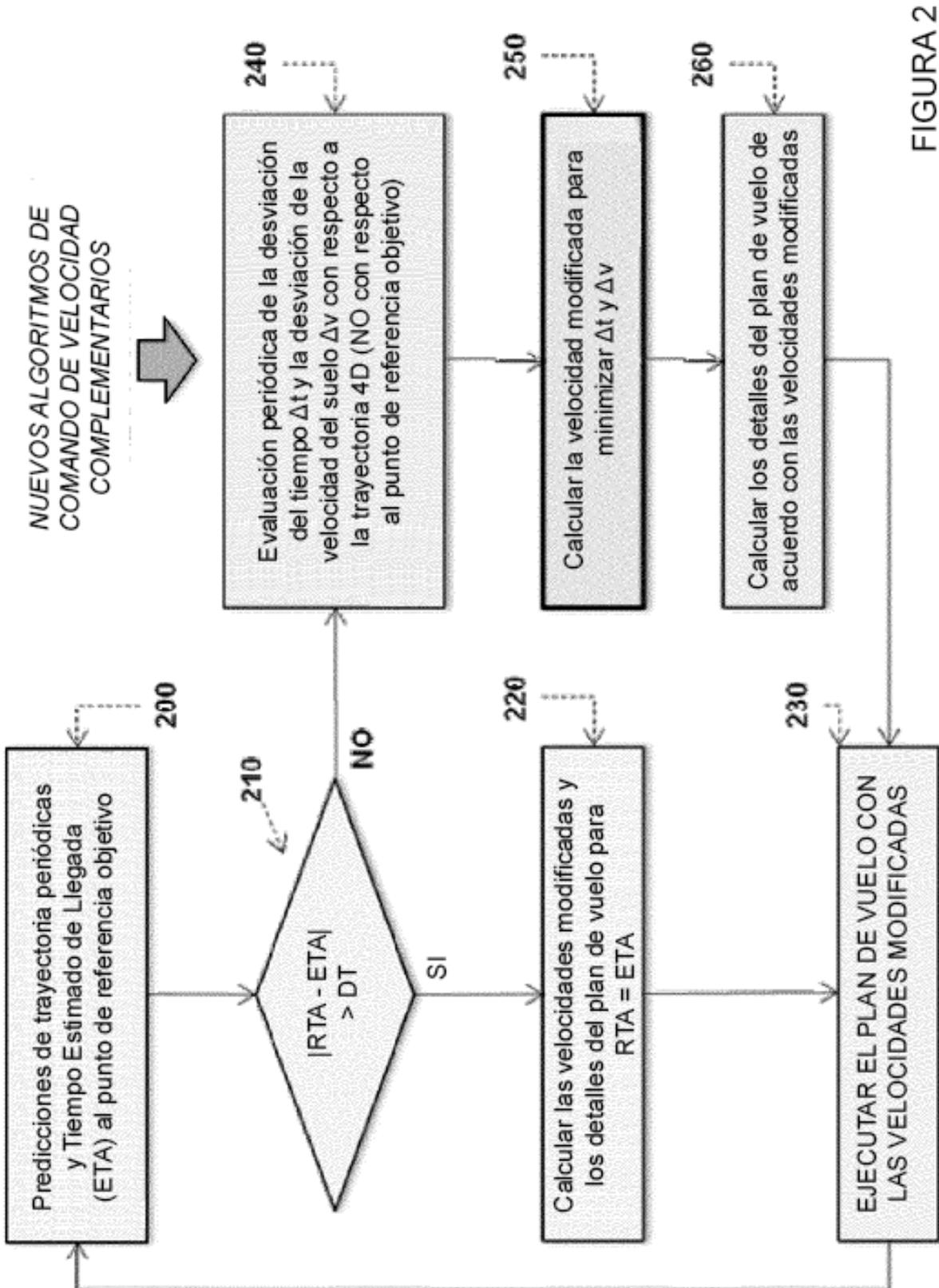


FIGURA 2

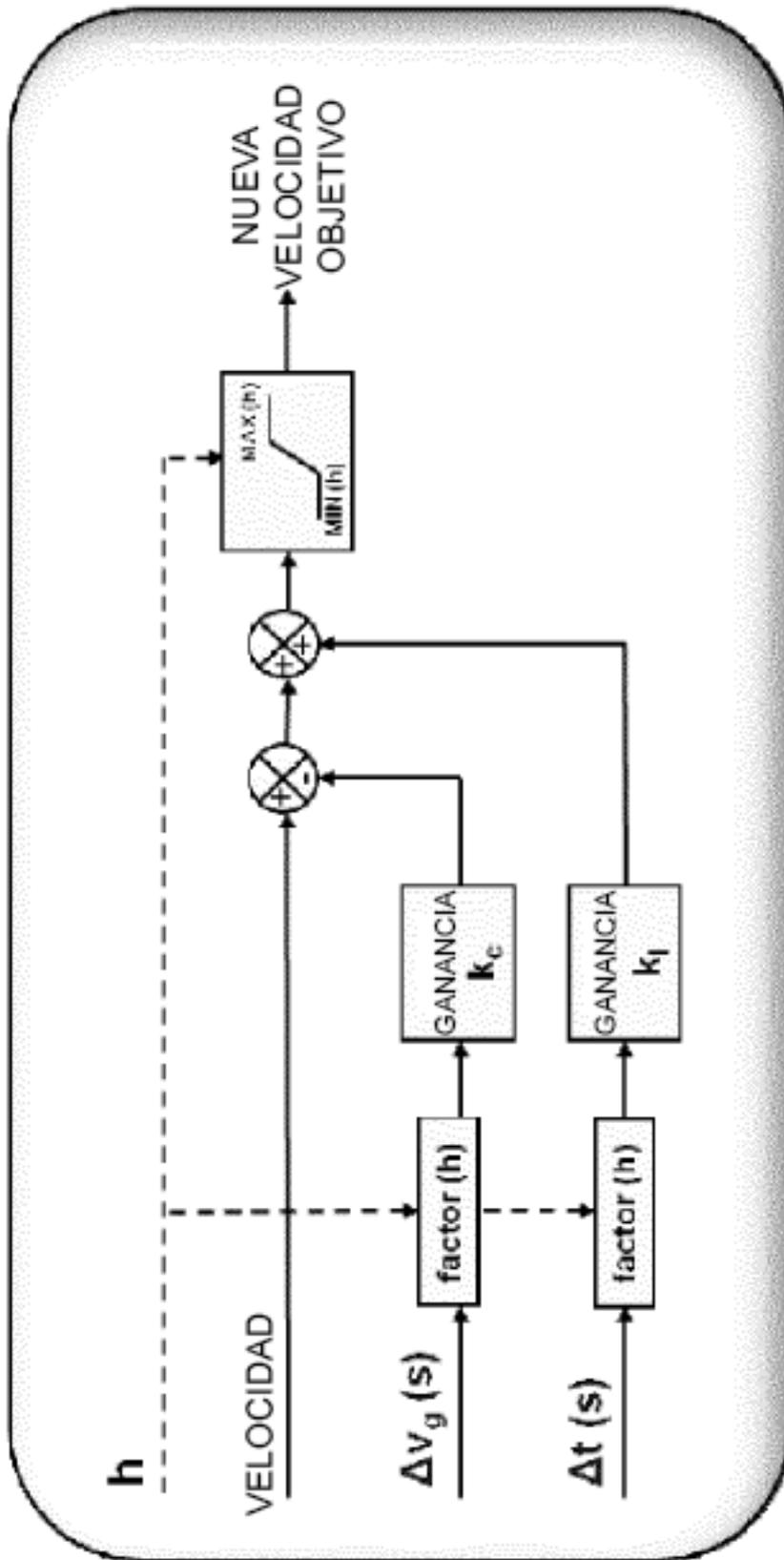


FIGURA 3

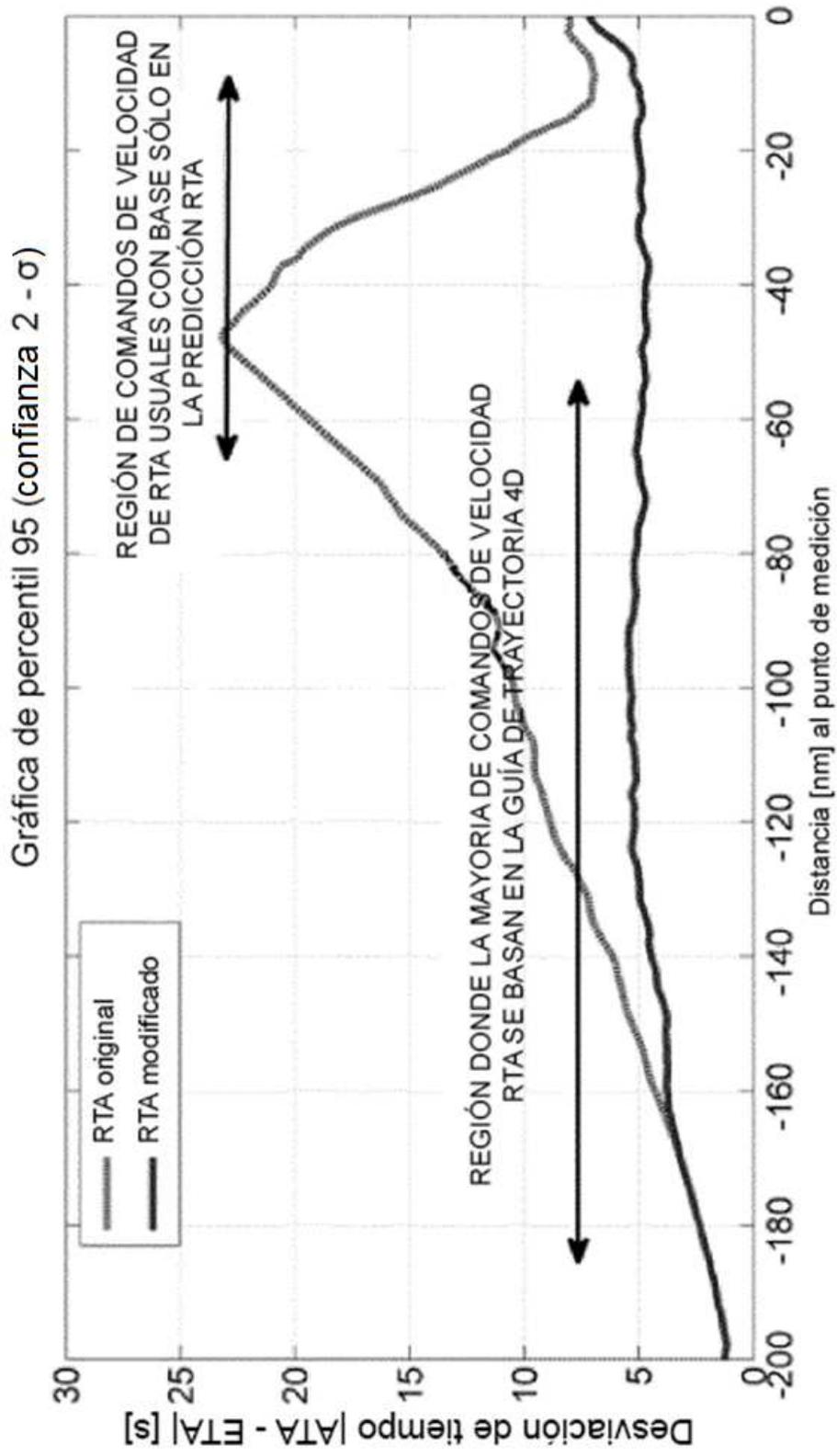


FIGURA 4

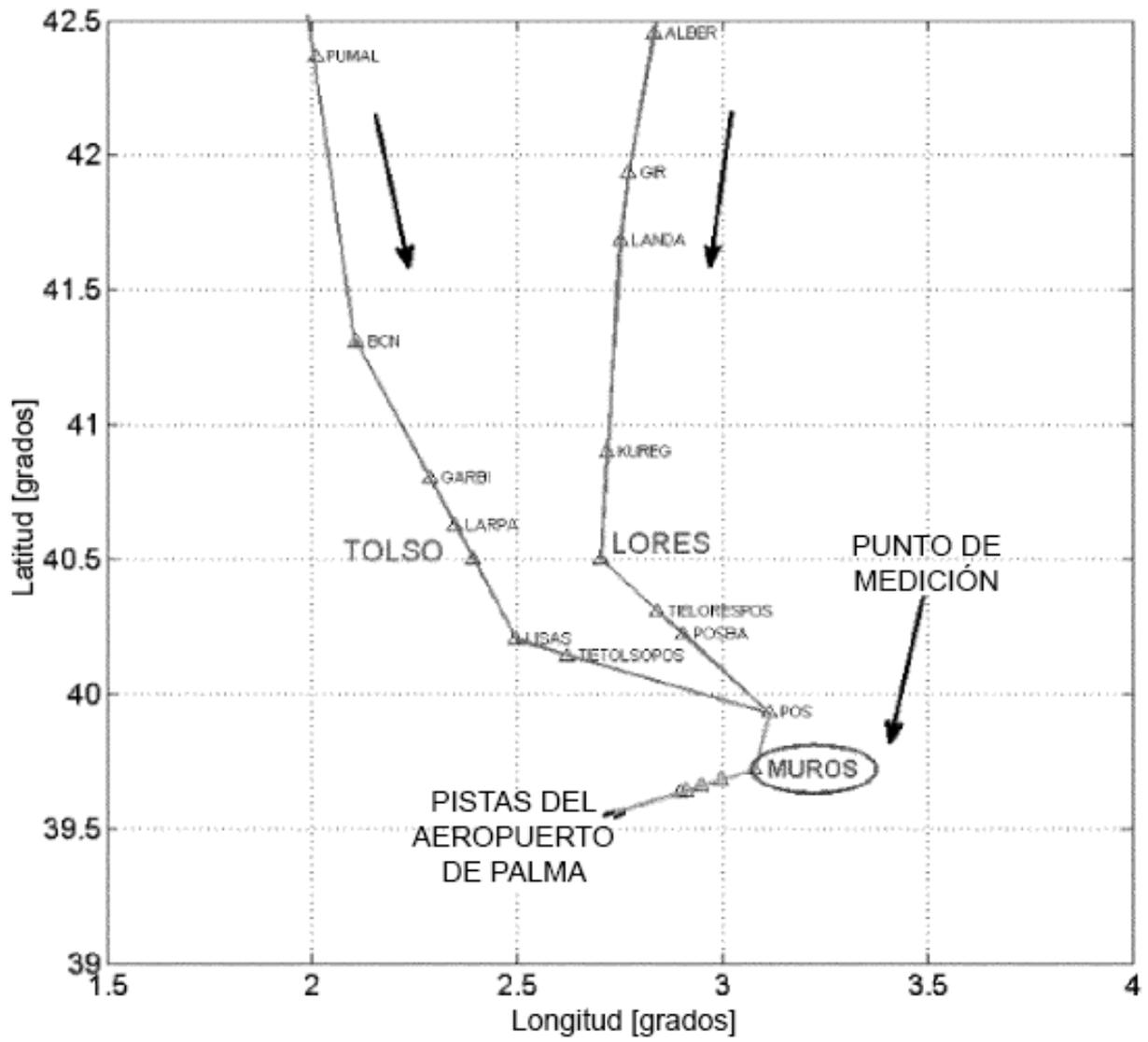


FIGURA 5