

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 978**

51 Int. Cl.:

G08G 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2008** **E 08799750 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013** **EP 2140439**

54 Título: **Método y aparato para planificar el reabastecimiento en vuelo para aeronaves**

30 Prioridad:

04.04.2007 US 922278 P
02.08.2007 US 833009

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.06.2013

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US

72 Inventor/es:

BUSH, LARRY, W;
ASPEN, SVEN, D;
BOORN, LUTHER, S y
THIEME, RANDALL, E

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 407 978 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 aparato para planificar el reabastecimiento en vuelo para aeronaves

5 **Información de antecedentes****1. Campo:**

- 10 La presente divulgación se refiere a un método para planificar el reabastecimiento en vuelo y a un producto de programa informático que comprende un soporte usable por ordenador que tiene un código de programa usable por ordenador para planificar el reabastecimiento en vuelo para aeronaves.

2. Antecedentes:

- 15 El reabastecimiento de combustible en vuelo es un proceso de transferencia de combustible de una aeronave a otra aeronave durante el vuelo. Se hace referencia a la aeronave que proporciona el combustible como una aeronave cisterna, mientras que se hace referencia a la aeronave que recibe el combustible como una aeronave receptora. Este proceso de reabastecimiento de combustible en vuelo permite que las aeronaves receptoras permanezcan en el aire por más tiempo. En otras palabras, las aeronaves receptoras pueden extender su alcance o radio de despliegue. Una serie de reabastecimientos de combustible en vuelo puede aumentar el alcance de forma casi indefinida, estando el alcance limitado por la fatiga de la tripulación y por factores técnicos, tal como el consumo de aceite de motor.

- 25 Adicionalmente, una aeronave receptora puede despegar con menos combustible para permitir una carga útil más grande de armas, carga o personal. Este equilibrado de la mayor carga útil con menos combustible mantiene el máximo peso de despegue para una aeronave. Por lo tanto, al reabastecer el combustible en el aire, las aeronaves receptoras pueden extender su alcance y aumentar la carga útil que puede portarse.

- 30 Habitualmente, una aeronave cisterna que proporciona combustible se diseña especialmente para la tarea. La aeronave cisterna está provista habitualmente con una pértiga o manguera flexible, que va a estela de la aeronave cisterna. Esta pértiga o manguera se usa para realizar una conexión física con la aeronave receptora que va a reabastecerse de combustible. En la actualidad, el coste del combustible se está volviendo un factor importante en el reabastecimiento de combustible en vuelo. Es deseable minimizar el uso de combustible por las aeronaves receptoras. Además, en algunos casos, la cantidad de combustible disponible para una aeronave receptora puede limitarse. Por ejemplo, un número limitado de aeronaves cisterna puede encontrarse presente para reabastecer de combustible una o más aeronaves receptoras. Como resultado, es deseable maximizar el uso eficiente del combustible por la aeronave receptora. En otros casos, pueden ser deseables unos límites al combustible total usado por todas las aeronaves, las aeronaves receptoras y las aeronaves cisterna. Varios factores, tal como la velocidad de las aeronaves, el instante en el que el reabastecimientos de combustible tiene lugar, y otros, son importantes para aumentar la eficiencia de combustible.

Por lo tanto, sería ventajoso tener un método, aparato y producto de programa usable por ordenador mejorados para planificar el reabastecimiento en vuelo.

- 45 El documento US2004/182966 A1 da a conocer el reabastecimientos de combustible en vuelo de una escuadrilla de aeronaves, siendo unas aeronaves de características similares, por un avión cisterna. Se calcula la secuencia de reabastecimiento de combustible óptima de reabastecimiento de combustible que minimiza el número de pases de cada aeronave en la escuadrilla a la manguera del avión cisterna y garantiza que la capacidad operativa de la escuadrilla se encuentra al nivel más alto posible a través de la totalidad de las operaciones de reabastecimiento de combustible.

El documento WO 00/65373A da a conocer un sistema de evitación de colisión para aeronaves y su uso para atracar un aeroplano receptor a un avión cisterna.

- 55 El documento XP002498992, que es una cita de Internet del sitio de Internet www.air-refueling.com, da a conocer un programa de soporte lógico que permite calcular un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo a la vista de los aviones cisterna disponibles, la aeronave a reabastecer de combustible y la frecuencia y la cantidad de reabastecimiento de combustible.

60 **Sumario**

Un método para planificar el reabastecimiento en vuelo de acuerdo con la presente invención se dispone en la reivindicación 1, y un producto de programa informático de acuerdo con la presente invención se da a conocer en la reivindicación 14.

65

Las características, funciones, y ventajas pueden conseguirse de forma independiente en varias realizaciones de la presente divulgación o pueden combinarse en otras realizaciones más, en las que detalles adicionales pueden verse con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

5 Breve descripción de los dibujos

Las características novedosas que se consideran características de la invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas. La invención en sí misma, no obstante, así como un modo preferido de uso y objetivos y ventajas adicionales de la misma, se entenderán de la mejor forma por referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ventajosa de la presente divulgación cuando se lee en conjunción con los dibujos adjuntos, donde:

la figura 1 es una representación pictórica de una red de sistemas de procesamiento de datos en la que pueden implementarse las realizaciones ventajosas de la presente invención;

la figura 2 es un diagrama de un sistema de procesamiento de datos útil para entender la presente invención;

la figura 3 es un diagrama que ilustra unos componentes aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo útiles para entender la presente invención;

la figura 4 es un diagrama que ilustra unos componentes de flujo de datos que se usan para crear un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo útil para entender la presente invención;

la figura 5 es un diagrama que ilustra el flujo de mensajes entre un complemento y una estructura para obtener unos servicios a partir de la estructura útil para entender la presente invención;

la figura 6 es un diagrama que ilustra la presentación de una información de reabastecimiento de combustible en vuelo útil para entender la presente invención;

la figura 7 es un diagrama de flujo de un proceso para generar un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo en estela útil para entender la presente invención;

la figura 8 es un diagrama de flujo de un proceso para generar un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo de encuentro útil para entender la presente invención;

la figura 9 es un diagrama de flujo de un proceso para generar los puntos de reabastecimiento de combustible en vuelo para un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo de encuentro útil para entender la presente invención;

la figura 10 es un diagrama de flujo de un proceso para generar un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo útil para entender la presente invención;

la figura 11 es un diagrama de flujo de un proceso para convertir el objeto de ruta de formación de nuevo en rutas individuales útil para entender la presente invención; y

la figura 12 es un diagrama de flujo de un proceso para optimizar la altitud útil para entender la presente invención.

Descripción detallada

A continuación, con referencia a las figuras, y en particular con referencia a las figuras 1–2, se proporcionan unos diagramas ejemplares de entornos de procesamiento de datos en los que pueden implementarse las realizaciones ventajosas de la presente invención. Debería apreciarse que las figuras 1–2 son solo ejemplares y no se pretende que impongan o impliquen limitación alguna con respecto a los entornos en los que pueden implementarse diferentes realizaciones. Pueden realizarse muchas modificaciones a los entornos que se muestran.

A continuación, con referencia a las figuras, la figura 1 muestra una representación pictórica de una red de sistemas de procesamiento de datos en los que pueden implementarse las realizaciones ventajosas de la presente invención. El sistema de procesamiento de datos de red 100 es una red de ordenadores en los que pueden implementarse las realizaciones. El sistema de procesamiento de datos de red 100 contiene la red 102, que es el soporte usado para proporcionar enlaces de comunicaciones entre varios dispositivos y ordenadores conectados entre sí dentro del sistema de procesamiento de datos de red 100. La red 102 puede incluir unas conexiones, tal como cable, enlaces de comunicaciones inalámbricos, o cables de fibra óptica. En el ejemplo que se muestra, el servidor 104 y el servidor 106 se conectan con la red 102 junto con la unidad de almacenamiento 108. Además, los clientes 110, 112, y 114 se conectan con la red 102. Estos clientes 110, 112, y 114 puede ser, por ejemplo, ordenadores personales u ordenadores de red. En el ejemplo que se muestra, el servidor 104 proporciona datos, tal como archivos de arranque, imágenes de sistema operativo y aplicaciones a los clientes 110, 112, y 114. Los clientes 110, 112, y 114 son clientes para el servidor 104 en el presente ejemplo. Las aeronaves 116, 118, y 120 también son unos clientes que pueden intercambiar información con los clientes 110, 112, y 114.

Las aeronaves 116, 118, y 120 son unos ejemplos adicionales de clientes que también pueden intercambiar información con los servidores 104 y 106. Estas aeronaves pueden ser parte de una formación y pueden incluir una aeronave cisterna así como una aeronave receptora en los presentes ejemplos. Las aeronaves 116, 118, y 120 pueden intercambiar datos con diferentes ordenadores a través de un enlace de comunicaciones inalámbrico mientras que se encuentran en vuelo o cualquier otro enlace de comunicaciones mientras que se encuentran en tierra.

En los presentes ejemplos, el servidor 104, el servidor 106, el cliente 110, el cliente 112 y el cliente 114 pueden ser ordenadores que proporcionan unos procesos para optimizar el reabastecimiento de combustible en vuelo para las aeronaves 116, 118, y 120. En los presentes ejemplos, las aeronaves forman una formación para la que se planifica el reabastecimiento de combustible en vuelo, teniendo en cuenta cada aeronave en la formación. El sistema de procesamiento de datos de red 100 puede incluir unos servidores, clientes, aeronaves, formaciones de aeronaves y otros dispositivos adicionales, que no se muestran.

En el ejemplo que se muestra, el sistema de procesamiento de datos de red 100 es Internet, representando la red 102 una colección mundial de redes y pasarelas que usan el conjunto de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP) de protocolos para comunicarse entre sí. Por supuesto, el sistema de procesamiento de datos de red 100 también puede implementarse como un número de diferentes tipos de redes tal como, por ejemplo, una intranet, una red de área local (LAN), o una red de área amplia (WAN). La figura 1 se proporciona como un ejemplo, y no como una limitación en la arquitectura para diferentes realizaciones ventajosas.

Pasando a continuación a la figura 2, se muestra un diagrama de un sistema de procesamiento de datos. El sistema de procesamiento de datos 200 es un ejemplo de un sistema de procesamiento de datos que puede usarse para implementar servidores y clientes, tal como el servidor 104 y el cliente 110 en la figura 1. Además, el sistema de procesamiento de datos 200 es un ejemplo de un sistema de procesamiento de datos que puede encontrarse en la aeronave 116 en la figura 1.

En el presente ejemplo ilustrativo, el sistema de procesamiento de datos 200 incluye un tejido de comunicaciones 202, que proporciona comunicaciones entre la unidad de procesador 204, la memoria 206, el almacenamiento persistente 208, la unidad de comunicaciones 210, la unidad de entrada/salida (E/S) 212, y el visualizador 214.

La unidad de procesador 204 sirve para ejecutar instrucciones para soporte lógico que pueden cargarse en la memoria 206. La unidad de procesador 204 puede ser un conjunto de uno o más procesadores o puede ser un núcleo de múltiples procesadores, dependiendo de la implementación particular. Además, la unidad de procesador 204 puede implementarse usando uno o más sistemas de procesador heterogéneos en los que un procesador principal se encuentra presente con unos procesadores secundarios en una única microplaca. Como otro ejemplo ilustrativo, la unidad de procesador 204 puede ser un sistema de múltiples procesadores simétrico que contiene múltiples procesadores del mismo tipo.

La memoria **206**, en los presentes ejemplos, puede ser, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio. El almacenamiento persistente **208** puede adoptar varias formas dependiendo de la implementación particular. Por ejemplo, el almacenamiento persistente **208** puede contener uno o más componentes o dispositivos. Por ejemplo, el almacenamiento persistente **208** puede ser un disco duro, una memoria flash, un disco óptico regrabable, una cinta magnética regrabable, o alguna combinación de lo anterior. Los soportes usados por el almacenamiento persistente **208** también pueden ser extraíbles. Por ejemplo, un disco duro extraíble puede usarse para el almacenamiento persistente **208**.

La unidad de comunicaciones **210**, en los presentes ejemplos, prevé comunicaciones con otros dispositivos o sistemas de procesamiento de datos. En los presentes ejemplos, la unidad de comunicaciones **210** es una tarjeta de interfaz de red. La unidad de comunicaciones **210** puede proporcionar comunicaciones a través del uso de unos enlaces de comunicaciones tanto físicos como inalámbricos, o uno cualquiera de los mismos.

La unidad de entrada/salida **212** prevé la entrada y la salida de datos con otros dispositivos que pueden conectarse con el sistema de procesamiento de datos **200**. Por ejemplo, la unidad de entrada/salida **212** puede proporcionar una conexión para las entradas de usuario a través de un teclado y un ratón. Además, la unidad de entrada/salida **212** puede enviar salidas a una impresora. El visualizador **214** proporciona un mecanismo para visualizar información a un usuario.

Las instrucciones para el sistema operativo y las aplicaciones o programas se encuentran en el almacenamiento persistente **208**. Estas instrucciones pueden cargarse en la memoria **206** para su ejecución por la unidad de procesador **204**. Los procesos de las diferentes realizaciones pueden realizarse por la unidad de procesador **204** usando unas instrucciones implementadas en ordenador, las cuales pueden encontrarse en una memoria, tal como la memoria 206. Se hace referencia a estas instrucciones como un código de programa usable por ordenador o un código de programa legible por ordenador que puede leerse y ejecutarse por un procesador en la unidad de procesador **204**.

El código de programa legible por ordenador puede incorporarse en diferentes soportes legibles por ordenador físicos o tangibles, tal como la memoria **206** o el almacenamiento persistente **208**.

El código de programa usable por ordenador **216** se encuentra en una forma funcional en los soportes legibles por ordenador **218** y puede cargarse en o transferirse al sistema de procesamiento de datos 200. El código de programa usable por ordenador **216** y los soportes legibles por ordenador **218** forman el producto de programa informático **220** en los presentes ejemplos. En un ejemplo, los soportes legibles por ordenador **218** pueden ser, por ejemplo, un

disco magnético u óptico que se inserta o se coloca en una unidad u otro dispositivo que es parte del almacenamiento persistente **208** para su transferencia a un dispositivo de almacenamiento, tal como un disco duro que es parte del almacenamiento persistente **208**. Los soportes legibles por ordenador **218** también pueden adoptar la forma de un almacenamiento persistente, tal como un disco duro o una memoria flash que se conecta con el sistema de procesamiento de datos **200**.

Como alternativa, el código de programa usable por ordenador **216** puede transferirse al sistema de procesamiento de datos **200** desde los soportes legibles por ordenador **218** a través de un enlace de comunicaciones hasta la unidad de comunicaciones 210 y/o a través de una conexión hasta la unidad de entrada/salida 212. El enlace de comunicaciones y/o la conexión pueden ser físicos o inalámbricos en los ejemplos ilustrativos. Los soportes legibles por ordenador también pueden adoptar la forma de soportes no tangibles, tal como enlaces de comunicaciones o transmisión inalámbrica, que contienen el código de programa legible por ordenador.

No se pretende que los diferentes componentes que se ilustran para el sistema de procesamiento de datos 200 limiten la arquitectura. Los diferentes ejemplos ilustrativos pueden implementarse en un sistema de procesamiento de datos, incluyendo unos componentes además de, o en lugar de, los que se ilustran para el sistema de procesamiento de datos 200.

El soporte físico en las figuras 1–2 puede variar dependiendo de la implementación. Otro soporte físico interno o dispositivos periféricos, tal como una memoria flash, memoria no volátil equivalente o unidades de disco óptico y similares, pueden usarse además de, o en lugar de, el soporte físico que se muestra en las figuras 1–2. Asimismo, los procesos pueden aplicarse a un sistema de procesamiento de datos de múltiples procesadores.

No se pretende que los ejemplos que se muestran en las figuras 1–2 y los ejemplos que se describen anteriormente impliquen limitaciones en la arquitectura.

Las diferentes realizaciones ventajosas reconocen que, en la planificación del reabastecimiento de combustible para una aeronave, más de una aeronave ha de tenerse en cuenta cuando una formación de aeronaves está implicada en un vuelo o misión particular. Por lo tanto, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y un producto de programa informático para optimizar el reabastecimiento de combustible en vuelo para una formación de aeronaves.

En alguno de los diferentes ejemplos ventajosos, un aparato se encuentra presente para planificar el reabastecimiento de combustible de las aeronaves. El aparato incluye una aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo. Esta aplicación es capaz de calcular las rutas de reabastecimiento de combustible en vuelo para una formación de aeronaves. En los presentes ejemplos, una formación de aeronaves son dos o más aeronaves. En las diferentes realizaciones ventajosas, una formación es un grupo de aeronaves que es parte de un plan de reabastecimiento de combustible. El plan de reabastecimiento de combustible incluye todas las rutas y sus tramos y todas las aeronaves que se están planificando de forma colectiva. Esta formación también incluye unos tramos en los que las aeronaves se encuentran en inmediata proximidad una a otra así como unos tramos en los que las aeronaves están volando unos tramos separados. El aparato también incluye otras aplicaciones de complemento. En el aparato se encuentra presente una estructura que es capaz de proporcionar unos servicios a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo y las otras aplicaciones de complemento.

En los presentes ejemplos, un servicio es un resultado de unos datos, u otra información, que se proporcionan en respuesta a una solicitud que se realiza por una aplicación de complemento. Además, el aparato incluye una primera interfaz usada por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo y las otras aplicaciones de complemento. Esta interfaz se usa para recibir unos servicios de estructura a partir de la estructura. Además, una segunda interfaz se encuentra presente para la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo y la extracción de las aplicaciones de complemento para proporcionar unos servicios de una aplicación de complemento a otra aplicación de complemento.

Por ejemplo, la estructura puede proporcionar una información o servicios a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo u otras aplicaciones de complemento. Como otro ejemplo, una aplicación de complemento particular en la pluralidad de aplicaciones de complemento puede proporcionar unos servicios a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo.

En otra realización ventajosa, se encuentra presente un método para planificar el reabastecimiento en vuelo en el que se reciben unos datos para las aeronaves receptoras para formar unos datos de receptor recibidos. También se reciben datos para un conjunto de aeronaves cisterna para formar unos datos de avión cisterna recibidos. El conjunto de aeronaves cisterna es un conjunto de una o más aeronaves cisterna en los presentes ejemplos. Los primeros y los segundos datos se usan para generar un plan de reabastecimiento de combustible para el uso entre el punto de partida y un punto de destino para la pluralidad de las aeronaves receptoras.

Este plan de reabastecimiento de combustible se genera de una forma que optimiza un parámetro, tal como la eficiencia de combustible para las aeronaves receptoras y cisterna como un grupo. En otras palabras, la eficiencia de combustible se optimiza para el uso de combustible para un conjunto de aeronaves como un grupo en la pluralidad de las aeronaves receptoras y el conjunto de aeronaves cisterna en lugar de de manera individual. El conjunto de aeronaves es un conjunto de una o más aeronaves que se seleccionan de las aeronaves receptoras y cisterna. El conjunto de aeronaves puede ser, por ejemplo, la totalidad de las aeronaves receptoras y cisterna. El conjunto de aeronaves también puede ser una o más aeronaves receptoras. Como otro ejemplo, el conjunto de aeronaves puede ser una aeronave receptora particular y una aeronave cisterna seleccionada. Como resultado, una aeronave receptora puede tener una eficiencia de combustible más baja que otras, de tal modo que el uso de combustible para las aeronaves receptoras y cisterna como un grupo se optimiza para ser un uso tan bajo como sea posible.

Pueden usarse otros tipos de optimizaciones además de, o en lugar de, un uso de combustible más bajo, dependiendo de la implementación. Por ejemplo, la velocidad o la llegada en un instante particular pueden ser otros ejemplos de optimizaciones que pueden tenerse en cuenta.

En la optimización del uso de combustible en los presentes ejemplos, también pueden tenerse en cuenta otros factores. Por ejemplo, en la generación del plan de reabastecimiento de combustible, un cierto tiempo de llegada o tiempo en ruta puede requerirse para la formación como un grupo. Por lo tanto, el uso de combustible se optimiza de tal modo que la cantidad más baja de combustible se usa en el cumplimiento del tiempo de llegada o el tiempo en vuelo que se requiere. Como resultado, el uso de combustible puede no ser tan bajo en comparación con un plan de reabastecimiento de combustible que no tiene en cuenta o da prioridad o peso alguno a otros factores que no sean minimizar el uso de combustible para el grupo de aeronaves. De esta forma, el método, aparato, y producto de programa usable por ordenador en las diferentes realizaciones pueden usarse para gestionar el reabastecimiento de combustible de las aeronaves.

Pasando a continuación a la **figura 3**, un diagrama que ilustra unos componentes aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo se muestra de acuerdo con una realización ventajosa. En el presente ejemplo, la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300** incluye unos componentes de estructura **302** y las aplicaciones de complemento **304**. Los diferentes componentes dentro de los componentes de estructura **302** constituyen una estructura para la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300**. Los diferentes componentes que se ilustran representan un proceso o programa ejecutable para una librería.

En los presentes ejemplos, los componentes de estructura **302** incluyen la aeronave **306**, el mapa en ruta **308**, los objetos **310**, los objetos de interfaz de usuario **312**, los objetos de misión **314**, la utilidad **316** y la estructura **318**. Las aplicaciones de complemento **304** incluyen, en los presentes ejemplos, la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320**, la aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **322**, la aplicación de complemento de operaciones matemáticas **324**, la aplicación de complemento de ensayo **326**, la aplicación de complemento de trayectos de reabastecimiento de combustible en vuelo **328**, la aplicación de complemento de kit de viaje **330**, la aplicación de complemento de comunicación de aeronave **332**, la aplicación de complemento de sistema de posicionamiento global (GPS) **334**, la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **336**, la aplicación de complemento de trayecto de controversia **338**, la aplicación de complemento de aeropuertos **340** y la aplicación de complemento de perfil **342**.

En el presente ejemplo, la estructura **318** controla la visualización y la funcionalidad para la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300**. La estructura **318** proporciona interfaces con unos servicios que pueden proporcionarse por otros componentes dentro de los componentes de estructura **302** o en las aplicaciones de complemento **304**. Una aplicación de complemento es un proceso o programa informático que interactúa con otro proceso o programa informático. Una aplicación de complemento puede proporcionar o añadir funcionalidad a una aplicación global. Una aplicación de complemento habitualmente proporciona una función determinada o específica bajo demanda.

Por ejemplo, los complementos pueden proporcionar acceso a una información de condiciones meteorológicas, cálculos, o tipos específicos de datos, tal como los modelos de aeronave. Las aplicaciones de complemento pueden realizar la interconexión con otras aplicaciones de complemento a través de un conjunto de interfaces, tal como una interfaz de programación de aplicaciones. Por supuesto, puede usarse cualquier tipo de interfaz en la que la aplicación de complemento y las otras aplicaciones usan un protocolo para intercambiar datos entre las aplicaciones de complemento y la aplicación.

La estructura **318** puede proporcionar características, tal como la creación y la edición de puntos de paso de usuario en un mapa en ruta, la búsqueda de objetos de datos de navegación y devolver unas propiedades acerca de esos objetos y proporcionar características para construir una ruta usando un encaminamiento en lenguaje sencillo. Además, la estructura **318** también puede prever una capacidad para configurar el aspecto y sensación particulares de una aplicación. En los presentes ejemplos, la estructura **318** prevé diferentes aplicaciones de complemento para manipular las barras de herramientas, cambiar de vistas, y crear sus propias vistas. La estructura **318** también permite la visualización, la creación y la edición de archivos de rutas. La funcionalidad para establecer unos puntos

de anclaje y obtener la distancia en rumbos entre puntos se proporciona a través de la estructura **318**.

Además, la visualización de información de vuelo en respuesta a la recepción de la señal de posicionamiento global es un ejemplo de otra característica que puede proporcionarse por la estructura **318**. Asimismo, la información de vuelo puede ser personalizable y visualizarse como una caja transparente sobre un mapa en ruta a través de la estructura **318**. Adicionalmente, interfaces para obtener datos, tal como la posición de la aeronave, y las características de orientación de mapa con rumbo arriba, o de norte arriba, pueden proporcionarse a través de la estructura **318**.

La aeronave **306** es un componente en los componentes de estructura **302** que gestiona y establece las propiedades de la aeronave para el uso en la generación de una ruta para el reabastecimiento de combustible en vuelo. El mapa en ruta **308** controla la interacción con una representación de mapas y motor de dibujos (que no se muestra). Esta representación de mapas y motor de dibujos se usa para proporcionar los procesos necesarios para generar un mapa en ruta para visualizar las rutas para una o más aeronaves, así como la ubicación de estas aeronaves en el mapa. Además, el mapa en ruta **308** controla el acceso a los datos en ruta. En los presentes ejemplos, los datos en ruta incluyen unos datos tales como la posición de las aeronaves y la velocidad de las aeronaves, así como otra información.

Los objetos **310** son un componente que contiene objetos comunes en la aplicación. Ejemplos de objetos son objeto de mapa, LatlonAlt y RangeBearing.

Los objetos de interfaz de usuario **312** contienen unos objetos de interfaz de usuario comunes que pueden usarse para proporcionar una interfaz de usuario para la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300**. Los objetos de interfaz de usuario pueden incluir, por ejemplo, diferentes objetos para ventanas, controles e imágenes. Los objetos de misión **314** contienen unos objetos que se usan para el encaminamiento en la generación de superposiciones de objetos en un mapa en ruta. La utilidad **316** contiene unas clases de utilidad general. En los presentes ejemplos, estas clases incluyen, por ejemplo, conversión de unidades, funciones matemáticas simples, y clases de interconexión con menú.

La aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320** controla, gestiona, calcula, y visualiza los datos de reabastecimiento de combustible en vuelo en los presentes ejemplos. Además, la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320** también contiene unos procesos algorítmicos de reabastecimiento de combustible en vuelo. Los procesos de reabastecimiento de combustible en vuelo se usan para planificar la ruta de formación con los puntos de reabastecimiento de combustible en vuelo asociados. Los procesos dentro de la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320** realizan cálculos con unos datos que se proporcionan por otras aplicaciones de complemento y la estructura **318**. Estos datos incluyen, por ejemplo, las propiedades de la aeronave, las reglas de reabastecimiento de combustible, las rutas, las bases de desvío, el comportamiento y otra información de datos.

Los procesos en este componente particular permiten que las rutas para múltiples aeronaves de diferentes tipos en una formación se optimicen por varios parámetros, tal como el combustible, el tiempo y la trayectoria de vuelo en una única formación.

Además, la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320** realiza la interconexión con la estructura **318** para generar unas visualizaciones para los datos de reabastecimiento de combustible en vuelo. Estas visualizaciones incluyen, por ejemplo, presentaciones de las propiedades de la aeronave, rutas, generación de una formación, visualización de información de aeronave y visualización de sucesos de reabastecimiento de combustible en vuelo.

La aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **322** proporciona interfaces con los métodos de acceso de datos y proveedores de condiciones meteorológicas. Este componente puede implementarse o usarse por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320** para obtener una información de condiciones meteorológicas, tal como el viento, la temperatura y la presión para una ubicación y altitud específicas. Además, este componente también puede permitir el acceso a datos de condiciones meteorológicas actuales o "en tiempo real" a partir de diferentes proveedores o fuentes. En los presentes ejemplos, esta aplicación de complemento no almacena datos sino que proporciona un mecanismo o interfaz de acceso a los datos de condiciones meteorológicas a partir de otras fuentes.

La aplicación de complemento de operaciones matemáticas **324** contiene unas funciones que se usan para realizar diferentes tipos de cálculos. Por ejemplo, la aplicación de complemento de operaciones matemáticas **324** incluye unas funciones para realizar cálculos atmosféricos que se usan por un algoritmo de reabastecimiento de combustible en vuelo presente dentro de la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320**. A continuación, la aplicación de complemento de ensayo **326** permite recorrer una formación planificada para ver los estados de combustible, descargas, y otros sucesos de combustible a medida que estos puedan tener lugar. Este componente particular permite que un usuario manipule un plan a través de las tablas y un mapa en ruta para forzar nuevos cálculos y situaciones hipotéticas. En otras palabras, esta aplicación de complemento particular puede

usarse para simular diferentes sucesos para el plan de reabastecimiento de combustible en vuelo.

La aplicación de complemento de trayectos de reabastecimiento de combustible en vuelo **328** es un componente que permite la visualización de los trayectos de reabastecimiento de combustible en vuelo a partir de diferentes tipos de datos, tal como datos del archivo de información de vuelo aeronáutico digital (DAFIF, *digital aeronautical flight information file*), para su representación en un mapa en ruta. Este tipo de información son unos datos aeronáuticos actualizados, incluyendo, por ejemplo, información acerca de aeropuertos, aerovías, espacios aéreos, datos de navegación y otra información relevante para el vuelo. La aplicación de complemento de kit de viaje 330 proporciona una funcionalidad de impresión para emitir datos, tal como rutas, condiciones meteorológicas, y mapas.

La aplicación de complemento de comunicación de aeronave **332** proporciona interfaces para recuperar y almacenar datos a partir de varias fuentes de comunicación. Estas fuentes incluyen, por ejemplo, un ordenador o sistema de vuelo de aeronave y radios seguras. Los mensajes procedentes de estos sistemas se analizan sintácticamente para dar un tren de datos y se almacenan en el sistema para generar unas actualizaciones en tiempo real para un plan de reabastecimiento de combustible generado por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320**. En otras palabras, la comunicación de aeronave **332** proporciona una fuente de datos actuales o dinámicos que puede usarse para cambiar de forma dinámica un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo. Este componente particular prevé unos datos de tipo actual o en tiempo real que prevé que se realicen cambios en un plan de reabastecimiento de combustible de forma dinámica a medida que se reciben nuevos datos.

La aplicación de complemento de sistema de posicionamiento global (GPS) **334** es un componente que proporciona una información de posicionamiento global. En otras palabras, este componente proporciona una información de ubicación para una aeronave. Además, este componente también puede proporcionar información de velocidad y de dirección. Por supuesto, otros tipos de aplicaciones de complemento pueden usarse para proporcionar una información de ubicación que no sea la aplicación de complemento de sistema de posicionamiento global **334**, dependiendo de la implementación particular. Por ejemplo, información puede obtenerse a partir de un sistema de navegación inercial, que puede usar acelerómetros angulares, acelerómetros lineales o giróscopos.

La aplicación de complemento de modelo de comportamiento **336** proporciona interfaces con modelos para diferentes aeronaves. Además, esta aplicación de complemento particular proporciona funciones para calcular e interpretar diferentes tablas de comportamiento para diferentes modelos de aeronave. Además, la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **336** proporciona unos datos de comportamiento para un proceso de reabastecimiento de combustible dentro de la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320** para optimizar un conjunto de uno o más parámetros para múltiples aeronaves. Este conjunto de parámetros puede ser un conjunto de uno o más parámetros. Los parámetros pueden incluir, por ejemplo, el uso de combustible, el tiempo o la trayectoria de vuelo. Uno o más de estos parámetros y otros parámetros pueden optimizarse, dependiendo de la implementación particular.

A continuación, la aplicación de complemento de trayecto de controversia **338** prevé el seguimiento de múltiples aeronaves a partir de una variedad de diferentes trenes de datos. Este complemento se usa para representar datos en un mapa en ruta tal como los que se proporcionan el mapa en ruta 308. La aplicación de complemento de aeropuertos **340** contiene una lista de aeropuertos y proporciona datos a otros componentes acerca de mapas y selecciones de aeropuerto disponibles. La aplicación de complemento de perfil **342** proporciona una vista de perfil para la interfaz y permite la consulta de información en esta vista particular. En los presentes ejemplos, una vista de perfil es una gráfica de las altitudes de tierra y la ruta a lo largo de la trayectoria de la ruta.

Los diferentes componentes dentro de los componentes de estructura **302** y las aplicaciones de complemento **304** se describen como un ejemplo de los componentes que pueden usarse para generar unas rutas para el reabastecimiento de combustible en vuelo con las aplicaciones de complemento **304** en la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300**. No se pretende que la representación de estos componentes y sus funciones en la figura 3 limite la forma en la que diferentes aplicaciones de complemento pueden implementarse.

Por ejemplo, un complemento particular puede incluir múltiples funciones, dependiendo de la implementación particular. En un ejemplo, el acceso a datos, tal como los datos a partir de aeronaves y los datos que se usan para realizar el seguimiento de las aeronaves pueden proporcionarse en una única aplicación de complemento, en lugar de a través de la aplicación de complemento de comunicación de aeronave **332** y la aplicación de complemento de trayecto de controversia **338**.

Adicionalmente, dependiendo de la implementación particular y de los datos necesarios para un tipo particular de proceso de reabastecimiento de combustible en vuelo para calcular las rutas de reabastecimiento de combustible en vuelo, pueden usarse otras aplicaciones de complemento además de, o en lugar de, las que se ilustran en las aplicaciones de complemento **304**. Además, los componentes de estructura **302** pueden incluir unos componentes además de, o en lugar de, los que se ilustran en los componentes de estructura **302**.

Los diferentes componentes que se ilustran en los componentes de estructura **302** en la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300** se proporcionan como un ejemplo de una estructura en la que una

interfaz se proporciona a diferentes aplicaciones de complemento para obtener unos servicios a partir de la estructura. Además, las aplicaciones de complemento pueden usar una segunda interfaz en la estructura **318** para proporcionar unos servicios a otros complementos que se usan con la estructura.

5 Las interfaces en la estructura **318** pueden implementarse usando un número de diferentes mecanismos. Por ejemplo, un complemento puede comunicarse con otros complementos y con la estructura usando una interfaz de programación de aplicaciones. Cualquier tipo de interfaz en la que un formato convencional o esperado para unas solicitudes y las respuestas a esas solicitudes pueda implementarse para proporcionar los servicios en los presentes ejemplos.

10 Con la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300**, puede crearse o formarse un plan de reabastecimiento de combustible para una formación de aeronaves en la que se optimizan diferentes parámetros. Estos parámetros incluyen el uso de combustible, el tiempo de llegada o la distancia. Estos parámetros pueden optimizarse para la formación como un todo, en lugar de las aeronaves individuales. Además, con la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300**, pueden realizarse simulaciones de las misiones usando unos datos simulados o datos históricos. Además, la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300** puede emplearse de una forma dinámica en la que se reciben unos datos a partir de las diferentes aeronaves en la formación a medida que prosigue la misión o el vuelo.

20 Adicionalmente, pueden recibirse unas actualizaciones para otros tipos de datos, tal como la información de condiciones meteorológicas también sobre la base del tiempo real o donde haya la mayor cantidad de datos actuales disponibles para estos y otros factores en los planes de reabastecimiento de combustible en vuelo. Sobre la base de la recepción de nuevos datos a medida que tiene lugar el vuelo, la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300** puede modificar o cambiar el plan de reabastecimiento de combustible en vuelo generado para la formación para tener en cuenta los cambios.

A continuación, con referencia a **la figura 4**, un diagrama que ilustra unos componentes de flujo de datos que se usan para crear un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo se muestra de acuerdo con una realización ventajosa. Las diferentes aplicaciones de complemento en los componentes de estructura que se describen en **la figura 4** son ejemplos de los componentes de estructura **302** y las aplicaciones de complemento **304** en la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300** en **la figura 3**. **La figura 4** es un ejemplo específico del flujo de datos que puede tener lugar dentro de un sistema de reabastecimiento de combustible en vuelo, tal como la aplicación de reabastecimiento de combustible en vuelo **300** en **la figura 3**. En los presentes ejemplos se muestran unos ejemplos de los cálculos de reabastecimiento de combustible en vuelo, las fuentes de los datos y los proveedores de los datos.

En el presente ejemplo, la estructura **400** es un ejemplo de una estructura que contiene unos componentes, tal como los componentes de estructura **302** en **la figura 3**. La estructura **400** proporciona una interfaz para las aplicaciones de complemento, tal como la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402**, la aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **404**, la aplicación de complemento de comunicación de aeronave **406**, la aplicación de complemento de sistema de posicionamiento global **408** y la aplicación de complemento de rendimiento **410**.

La aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** envía una solicitud a la estructura **400** para uno o más servicios. En los presentes ejemplos, múltiples servicios pueden solicitarse por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402**. En los presentes ejemplos se proporcionan unos datos, tal como datos de condiciones meteorológicas, datos de aeronave, datos de sistema de posicionamiento global y datos de comportamiento, a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** a través de la estructura **400**. De forma más específica, otras aplicaciones de complemento proporcionan esta información a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** a través de una interfaz en la estructura **400**. Además, la estructura **400** también proporciona otros servicios, tal como los datos de ruta **420**, los datos en ruta **422** y los datos de desvío **424**.

En los presentes ejemplos, los datos de condiciones meteorológicas **412** se proporcionan por la aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **404**. Esta aplicación de complemento solicita los datos de condiciones meteorológicas a partir de una fuente, tal como el controlador de condiciones meteorológicas **426**. El controlador de condiciones meteorológicas **426** puede proporcionar los datos de condiciones meteorológicas **412** a partir de unas fuentes, tal como la alimentación de condiciones meteorológicas **428**. El controlador de condiciones meteorológicas **426** es una fuente que puede recopilar los datos en varios formatos y analizar sintácticamente los datos y poner los mismos en un formato común para el almacenamiento en un depósito de datos de condiciones meteorológicas. Los datos de condiciones meteorológicas **412** se usan por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** para diferentes cálculos de consumo de combustible y para generar una ruta de reabastecimiento de combustible en vuelo. Los datos que se usan incluyen, por ejemplo, datos de viento, presión y temperatura a diferentes altitudes.

Los datos de condiciones meteorológicas **412** pueden obtenerse a partir de una única fuente o múltiples fuentes, dependiendo de la implementación particular. Estos datos pueden ser unos datos estáticos o dinámicos. Los datos estáticos son históricos o unos datos que se han recopilado en instantes pasados. Los datos dinámicos, en los presentes ejemplos, son datos actuales, datos en tiempo real o datos de predicción. Un ejemplo son unos datos que se obtienen a partir de una alimentación por satélite en tiempo real. La aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **404** puede solicitar los datos de condiciones meteorológicas **412** a partir del controlador de condiciones meteorológicas **426** y devolver esta información a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** a través de una interfaz en la estructura **400**.

La aplicación de complemento de comunicación de aeronave **406** recibe los datos de aeronave y puede almacenar los datos en un almacén de datos o transmitir en secuencias los datos a un complemento, tal como la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** a través de una interfaz en la estructura **400**. Los datos de aeronave **414** contienen datos acerca de una aeronave. Estos datos pueden obtenerse mediante la aplicación de complemento de comunicación de aeronave **406** a partir de la alimentación de datos interna **431** que se encuentra en la aeronave, en la que una aplicación se ejecuta, o a partir de la alimentación de datos externa **430**. La alimentación de datos externa **430** puede proporcionar datos acerca de otras aeronaves en la formación. Los datos en los datos de aeronave **414** incluyen, por ejemplo, la velocidad, el rumbo, el estado de combustible, el uso de combustible, el número de identificación, la nacionalidad, la velocidad de transferencia, los deterioros de transferencia, la latitud y la longitud.

Los datos de posicionamiento global **416** pueden obtenerse a partir del agente de escucha de sistema de posicionamiento global **432**. El agente de escucha de sistema de posicionamiento global **432** puede obtener una información de ubicación a partir de la alimentación de datos externa **434** o la alimentación de datos interna **436**. El agente de escucha de sistema de posicionamiento global **432** puede recuperar y buscar los datos de sistema de posicionamiento global **416** en un formato especificado o solicitado por la aplicación de complemento de sistema de posicionamiento global **408**. Los datos de sistema de posicionamiento global **416** pueden almacenarse o transmitirse en secuencias a la aplicación de complemento de sistema de posicionamiento global **408** para el uso por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402**. Como con otros complementos, la aplicación de complemento de sistema de posicionamiento global **408** envía datos a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** a través de una interfaz en la estructura **400**.

La aplicación de complemento de rendimiento **410** obtiene los datos de comportamiento **418** para unas aeronaves especificadas. Los datos de comportamiento **418**, en los presentes ejemplos, contienen datos acerca de los modelos de aeronave y cómo las aeronaves se comportan en ciertas condiciones. Los datos de comportamiento **418** pueden almacenarse en un almacenamiento remoto o un almacenamiento local dependiendo de la implementación particular. Estos datos se envían a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** a través de una interfaz en la estructura **400**.

En los presentes ejemplos, los datos de ruta **420**, los datos en ruta **422** y los datos de desvío **424** pueden proporcionarse a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** a través de otra interfaz en la estructura **400**. Los datos de ruta **420** contienen unas rutas asociadas con unos puntos usados por la formación para la aeronave en la que la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** está generando un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo. Los datos en ruta **422** contienen unos puntos de vectores de navegación en una base de datos de navegación en ruta. Esta información se usa por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** para realizar cálculos de planificación en vuelo. Los datos de desvío **424** contienen información acerca de aeródromos que se usan para bases de desvío en una formación de aeronaves.

En los presentes ejemplos, este tipo de datos puede obtenerse a partir de cualquier fuente externa. Las bases de desvío que se encuentran en los datos de desvío **424** se usan por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** para el uso en los cálculos de reabastecimiento de combustible en vuelo. Esta información puede incluir un número de diferentes parámetros, tal como, por ejemplo, instalaciones de mantenimiento, longitud de pista, tipo de combustible, ubicación, autorizaciones, aproximaciones y otra información. Los datos de desvío **424** se proporcionan a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** a través de una interfaz en la estructura **400** en los presentes ejemplos. En los presentes ejemplos, la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** también puede recibir datos a partir de otras fuentes, tal como a partir de entradas de usuario.

Los datos de invalidación de comportamiento **438** pueden introducirse a través de una interfaz para invalidar unas características que pueden encontrarse en un modelo de comportamiento de una aeronave en los datos de comportamiento **418** que se obtienen a través de la aplicación de complemento de rendimiento **410**. Esta interfaz para introducir los datos de invalidación de comportamiento **438** se encuentra, en los presentes ejemplos, en la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402**.

Además, la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** puede usar los datos de formación **440**. Los datos de formación **440** son unos datos únicos para una formación especificada. Estos datos son

específicos de cada aeronave particular seleccionada para una formación. Los datos de formación **440** pueden incluir, por ejemplo, una ruta compilada que contiene los puntos de reabastecimiento de combustible en vuelo calculados en la ruta.

5 También se incluyen en los datos de formación **440**, por ejemplo, los sucesos de carga y de descarga calculados para una formación. Otros tipos de datos que se encuentran en los datos de formación **440** incluyen, por ejemplo, sucesos para el tiempo, ubicación, mapas, mensajes y sucesos de combustible. Los datos de formación **440** también pueden incluir una formación de información, tal como el nombre de la misión, la frecuencia de comunicación y cualquier otra nota.

10 En los presentes ejemplos, los datos de formación **440** pueden almacenarse en un archivo que se introduce y se recibe para el uso por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402**. Otra información en los datos de comportamiento **440** puede incluir unas propiedades acerca de cómo la formación se representa en un mapa. Esta información se recibe directamente por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** a través de unas interfaces que se proporcionan por este
15 componente en los presentes ejemplos.

Tal como puede verse en la **figura 4**, los datos actuales o en tiempo real pueden recibirse por las diferentes aplicaciones de complemento para el uso por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402**. Esta transmisión en secuencias de información mientras que el vuelo o la misión tiene lugar permite que
20 la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **402** cree unas modificaciones a un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo para una formación de aeronaves. Además, este tipo de datos también puede usarse para ejecutar simulaciones para diferentes aeronaves en diferentes condiciones.

Pasando a continuación a la **figura 5**, un diagrama que ilustra el flujo de mensajes entre un complemento y una estructura para obtener unos servicios a partir de la estructura se muestra de acuerdo con una realización ventajosa. Esta serie de flujos de mensajes se muestra para los cálculos de reabastecimiento de combustible en vuelo que se realizan por la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **500**. En el presente ejemplo, la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **500** es la misma que la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320** en la **figura 3**.
25

Tal como se ilustra, la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **500** puede obtener unos servicios a partir de otros complementos a través de la estructura **502**. En el ejemplo que se muestra, los otros complementos a partir de los cuales pueden obtenerse unos servicios son la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **504** y la aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **506**. La estructura **502** es la misma que la estructura **318** en la **figura 3**. La aplicación de complemento de modelo de comportamiento **504** y la aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **506** son las mismas que la aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **322** y la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **336** en la **figura 3** en los presentes ejemplos.
30

El flujo de mensajes comienza al enviar la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **500** una solicitud a la estructura **502** para un modelo de comportamiento (el mensaje **M1**). En respuesta, la estructura **502** devuelve una interfaz para la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **504** a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **500** (el mensaje **M2**). La interfaz se devuelve a una aplicación de complemento en los presentes ejemplos mediante la devolución de un puntero o dirección a la interfaz. En respuesta a la recepción de la interfaz para la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **504**, la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **500** envía una solicitud a la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **504** para calcular las necesidades de combustible (el mensaje **M3**).
35

En el presente ejemplo, en la identificación de las necesidades de combustible, la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **504** requiere los datos de condiciones meteorológicas y solicita un servicio para obtener una información de condiciones meteorológicas a partir de la estructura **502** (el mensaje **M4**). En respuesta a la recepción de la solicitud, la estructura **502** devuelve una interfaz para la aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **506** a la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **504** (el mensaje **M5**). Después de la recepción de la interfaz para la aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **506**, la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **504** solicita información del viento a partir de la aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **506** (el mensaje **M6**). La aplicación de complemento de condiciones meteorológicas **506** devuelve un resultado que contiene la información del viento (el mensaje **M7**). Con esta información, la aplicación de complemento de modelo de comportamiento **504** calcula las necesidades de combustible y devuelve el resultado a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **500** (el mensaje **M8**).
40
45
50
55
60

Pasando a continuación a la **figura 6**, un diagrama que ilustra la presentación de una información de reabastecimiento de combustible en vuelo se muestra de acuerdo con una realización ventajosa. En el presente ejemplo, el visualizador **600** es un ejemplo de la información de reabastecimiento de combustible en vuelo que puede presentarse en las diferentes realizaciones ventajosas. El visualizador **600** presenta varios tipos de
65

información de reabastecimiento de combustible en vuelo que se generan usando los diferentes procesos en la realización ventajosa.

La sección **602** en el visualizador **600** proporciona una lista de aviones cisterna en la columna **604** y una lista de aeronaves receptoras en la columna **606**. Esta información en la sección **602** también incluye la cantidad de carga en la columna **608** así como el tiempo estimado de llegada para los puntos inicial y final en el reabastecimiento de combustible en las columnas **610** y **612**. Además, la altitud para estos puntos particulares también se encuentra en la columna **614**.

Además, el visualizador **600** también presenta una información actual con respecto a las diferentes aeronaves cisterna y aeronaves receptoras en la sección **616**. La columna **618** proporciona los números de identificación para las aeronaves. La columna **620** presenta el tipo de aeronave. El porcentaje de combustible para cada aeronave se visualiza en la columna **622**. El combustible descargable, el combustible que puede usarse para reabastecer de combustible otra aeronave, se presenta en la columna **624**. La información de desvío se muestra en las columnas **626**, **628** y **630**. Información tal como la altitud y la velocidad con respecto al aire, se muestra en las columnas **632** y **634**. Otra información de reabastecimiento de combustible en vuelo, tal como el máximo tiempo de desvío, el siguiente suceso de combustible y la próxima carga, se muestra en las columnas **636**, **638** y **640**. El porcentaje de combustible en la columna **622** se muestra como una barra gráfica para identificar con más facilidad las situaciones críticas con respecto al consumo de combustible.

La sección **642** ilustra los diferentes puntos de desvío y rutas para una porción de una ruta para la que se ha generado un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo. La sección **644** presenta una información de mapas. De esta forma, el visualizador **600** dota a un usuario de una capacidad para ver la información de reabastecimiento de combustible en vuelo de una forma que permite la identificación de un estatus de múltiples aeronaves en una formación.

Pasando a continuación a la **figura 7**, un diagrama de flujo de un proceso para generar un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo en estela se muestra de acuerdo con una realización ventajosa. Un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo en estela es uno en el que la aeronave receptora y la aeronave cisterna permanecen juntas durante la totalidad del vuelo. El proceso que se ilustra en la **figura 7** puede implementarse en una aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo, tal como la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo **320** en la **figura 3**.

El proceso comienza mediante la realización de una formación (la operación **700**). En el presente ejemplo, la formación se realiza mediante la selección de aeronaves para la formación. En particular, se seleccionan dos o más aeronaves para formar una formación de aeronaves en los presentes ejemplos.

Después de lo anterior, se realiza un objeto de ruta de formación a partir de las rutas individuales para cada aeronave en la formación (la operación **702**). En los presentes ejemplos, un objeto de ruta de formación mantiene y realiza operaciones en una gráfica formada por nodos y tramos. El objeto es una parte de una clase que tiene una lista de punteros a todos los nodos de partida en la gráfica para una formación. Las funciones pueden incluir, por ejemplo, el reabastecimiento de combustible en vuelo planificado, el cálculo de desvíos o el cálculo de combustible. El objeto de ruta de formación contiene la totalidad de los nodos y los tramos para las diferentes aeronaves en la formación tal como se crean en la operación **702**.

El proceso inicializa a continuación el objeto de ruta de formación y el gestor de mangueras (la operación **704**). Esta operación establece una lista de aviones cisterna y de aeronaves receptoras para el objeto de ruta de formación. El gestor de mangueras, inicializado por esta operación, se usa para determinar la totalidad de las mangueras que están disponibles y a qué aeronave cisterna pertenecen las diferentes mangueras. Además, esta operación se usa para establecer el tipo de reabastecimiento de combustible en vuelo que va a realizarse. El reabastecimiento de combustible en vuelo puede ser, por ejemplo, en estela o de encuentro.

Después de lo anterior, el proceso optimiza el objeto de ruta de formación (la operación **706**). En esta operación, el proceso corrige cualesquiera ascensos o descensos que sean demasiado pronunciados. Esta operación se usa para identificar una velocidad óptima en la totalidad de los diferentes tramos. Estos tramos incluyen los tramos para una única aeronave así como los tramos para múltiples aeronaves en la formación. Esta operación se usa para establecer una tasa conjunta de ascenso y descenso que sean compatibles con la totalidad de las aeronaves que se encuentran presentes en un tramo particular.

Después de lo anterior, los puntos de reabastecimiento de combustible en vuelo antiguos se eliminan (la operación **708**). Esta operación borra todos los puntos de paso en el objeto de ruta de formación que sean de cualquier tipo de puntos de paso de reabastecimiento de combustible en vuelo. En otras palabras, cualesquiera puntos de paso de reabastecimiento de combustible en vuelo que se encontraran presentes en las rutas originales que se combinaron para dar el objeto de ruta de formación se eliminan o se borran. A continuación, el proceso calcula unos puntos de cambio de desvío (la operación **710**). Esta operación se usa para identificar ubicaciones y añadir los puntos de cambio de desvío a la ruta de formación. Un punto de cambio de desvío es un punto de paso que especifica que el

aeropuerto de desvío actual está cambiando.

Después del cálculo de los puntos de cambio de desvío, una aeronave receptora sin procesar se selecciona de la formación (la operación **712**). Después de lo anterior, se calcula un primer punto de aborto de receptor (la operación **714**). El punto de aborto de receptor es un punto de paso en el que una aeronave receptora ha de finalizar su intento de acoplarse con una manguera y proseguir hacia el aeropuerto de desvío actual. Este punto de aborto requiere que la aeronave receptora aborte incluso si la aeronave receptora se ha acoplado, pero por alguna razón no se ha establecido aún flujo de combustible alguno. En otras palabras, la operación **714** determina el punto en la ruta a partir del cual la aeronave receptora puede llegar al aeropuerto de desvío actual y todavía cumplir los requisitos de reserva para el combustible. Este punto de paso se añade al objeto de ruta de formación en la ubicación apropiada.

Una ruta de desvío también se calcula y se construye desde el punto de aborto de receptor hasta el aeropuerto de desvío actual. El combustible se calcula a lo largo de esta ruta y las reservas en el aeropuerto de desvío se verifican. De esta forma, la ubicación exacta del punto de aborto de receptor puede identificarse mediante una combinación de estimación e iteración de los cálculos.

El proceso solicita entonces una asignación de manguera (la operación **716**). En la operación **716**, el proceso llama a un gestor de mangueras para solicitar una asignación de manguera asociada con un punto de aborto de receptor. El gestor de mangueras determina si una manguera está disponible y realiza un nuevo objeto de asignación sobre la manguera y devuelve un puntero a la manguera si una está disponible. Si una manguera no está disponible, el gestor de mangueras puede tratar de asignar una manguera por adelantado a ese instante o puede devolver una respuesta nula si no puede asignarse manguera alguna. Además, la asignación de manguera tiene en cuenta las asignaciones de manguera previas. La duración de una asignación de manguera puede determinarse sobre la base del estado de combustible de una aeronave para transferir una cantidad específica de combustible. Además, la proximidad del destino también se tiene en cuenta por el gestor de mangueras.

El proceso coloca entonces un punto de partida y detención (la operación **718**). Esta operación crea unos puntos de paso inicial y final e inserta estos puntos de paso en la ruta de formación en el lugar apropiado sobre la base del tiempo de asignación de manguera. Un punto de paso inicial es un punto en el que se inicia la transferencia de combustible. Este punto de paso es la ubicación y el instante en los que un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo solicita que comience la transferencia de combustible. Un punto de paso final es un punto de paso en el que la transferencia de combustible se detiene. En este punto, la aeronave receptora debería desconectarse. El punto de paso final puede cambiar si el punto de paso inicial es temprano o tardío.

El proceso optimiza entonces las altitudes y velocidades con respecto al aire aguas abajo (la operación **720**). Esta operación vuelve a optimizar la ruta de formación aguas abajo con respecto a los puntos de paso iniciales recién insertados para la asignación de manguera. El peso de la aeronave receptora y la aeronave cisterna puede cambiar, dando como resultado una velocidad óptima diferente y, posiblemente, una altitud diferente.

El proceso determina entonces si deberían calcularse unos puntos de aborto de receptor adicionales (la operación **722**), entonces desciende de forma gradual por la ruta restante para calcular un punto de aborto de receptor adicional. Puede ser que no se necesiten puntos de aborto adicionales o puede determinarse que se necesita otro. Si se necesita un punto de aborto de receptor adicional, el punto de aborto de receptor adicional se calcula y se añade a la ruta de formación (la operación **724**). El proceso vuelve entonces a la operación **716** para solicitar una asignación de manguera. Si no se necesita un punto de aborto de receptor adicional, el proceso determina entonces si se encuentran presentes más aeronaves receptoras sin procesar (la operación **726**). Si se encuentran presentes aeronaves receptoras adicionales, el proceso vuelve a la operación **712**.

Se realiza una determinación en lo que concierne a si se encuentran presentes aeronaves receptoras sin procesar adicionales en el objeto de ruta de formación (la operación **716**). Si se encuentran presentes aeronaves receptoras sin procesar adicionales, el proceso vuelve a la operación **712** para seleccionar otra aeronave receptora sin procesar para su procesamiento. Si no se encuentran presentes aeronaves receptoras sin procesar adicionales, el proceso continúa en la operación **718**.

En caso contrario, el proceso calcula de nuevo el combustible necesario (la operación **728**). Esta operación vuelve a calcular las cantidades de consumo de combustible a través de la totalidad de la ruta de formación. La operación no vuelve a optimizar las altitudes o velocidades. El proceso comprueba entonces todas las reservas (la operación **730**). En esta operación, el proceso comprueba la totalidad de las cantidades de combustible especificadas para determinar si estas se cumplieron para todos los tramos de la ruta para la formación. Esta comprobación incluye todos los tramos de ruta de desvío y los tramos de ruta de desvío de punto de aborto de receptor.

El proceso convierte entonces la ruta de formación de nuevo en rutas individuales (la operación **732**), terminando el proceso después de lo anterior. Esta operación es una opcional, en la que el proceso puede extraer cada ruta individual de aeronave de la ruta de formación. Las rutas individuales pueden enviarse entonces al sistema de gestión de vuelo para cada aeronave.

A continuación, con referencia a la figura 8, se muestra un diagrama de flujo de un proceso para generar un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo de encuentro de acuerdo con un ejemplo útil para entender la presente invención. Un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo de encuentro es uno en el que las aeronaves cisterna tienen base en otro aeropuerto y se encontrarán o se reunirán con las aeronaves receptoras en algún punto durante la misión. En los presentes ejemplos, la aeronave cisterna vuela menos distancia que las aeronaves receptoras en la formación. El proceso que se ilustra en la figura 8 se implementa en el componente de soporte lógico; la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo 320 en la figura 3.

El proceso comienza mediante la realización de una formación (la operación 800). La operación 800 se usa para identificar las aeronaves que se encontrarán en la formación. Después de lo anterior, se realiza un objeto de ruta de formación (la operación 802). En esta operación, las rutas existentes para las diferentes aeronaves en la formación se combinan para dar un objeto de ruta de formación. Este objeto de ruta de formación contiene la información para la ruta que se usa para los cálculos de reabastecimiento de combustible en vuelo en los presentes ejemplos.

A continuación, el proceso inicializa el objeto de ruta de formación y un gestor de mangueras (la operación 804). Esta operación se usa para establecer la lista de aeronaves cisterna y las aeronaves receptoras en el objeto de ruta de formación. El gestor de mangueras se usa para determinar la totalidad de las mangueras que están disponibles y a qué aeronaves cisterna pertenecen las mismas. Esta porción del proceso también se usa para establecer el tipo de planificación de reabastecimiento de combustible en vuelo que ha de tener lugar.

Después de lo anterior, el proceso optimiza el objeto de ruta de formación para altitudes y la velocidad con respecto al aire (la operación 806). A continuación, los puntos de reabastecimiento de combustible en vuelo antiguos se eliminan de la ruta de formación (la operación 808). Esta operación se usa para eliminar cualesquiera puntos de paso que sean para el reabastecimiento de combustible en vuelo. Esta operación elimina los puntos de paso de reabastecimiento de combustible en vuelo anteriores generados para las rutas individuales antes de la realización de la ruta de formación.

El proceso calcula entonces unos puntos de cambio de desvío (la operación 810). Esta operación se usa para determinar las ubicaciones de cambio de desvío y añadir estos puntos de cambio de desvío identificados al objeto de ruta de formación. Se crea el plan de reabastecimiento de combustible en vuelo de encuentro (la operación 812). Después de lo anterior, el proceso calcula de nuevo su combustible y tiempo estimado en ruta (la operación 814).

El proceso comprueba entonces las reservas (la operación 816). Esta operación efectúa comprobaciones para asegurarse de que la totalidad de las cantidades de combustible de reserva especificadas se cumplieron en todos los tramos de la ruta en el objeto de ruta de formación. Esto incluye todos los tramos de ruta de desvío y los tramos de ruta de desvío de punto de aborto de receptor. A continuación, el proceso convierte de nuevo el objeto de ruta de formación en las rutas individuales para cada una de las aeronaves en la formación (la operación 818), terminando el proceso después de lo anterior.

Pasando a continuación a la figura 9, se muestra un diagrama de flujo de un proceso para generar los puntos de reabastecimiento de combustible en vuelo para un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo de encuentro de acuerdo con un ejemplo útil para entender la presente invención. El proceso que se ilustra en la figura 9 es una descripción más detallada de la operación 812 en la figura 8. El proceso comienza mediante la realización de un objeto de soporte lógico de división del tiempo $T = O$ (la operación 900). El objeto de división contiene el valor de cuando las operaciones de reabastecimiento de combustible en vuelo conmutan de usar un avión cisterna al segundo avión cisterna. Como resultado, todas las solicitudes de reabastecimiento de combustible en vuelo por los receptores antes del tiempo de división se atenderán por el primer avión cisterna, y todas las solicitudes después del tiempo de división se procesarán por el segundo avión cisterna. Finalmente, el combustible usado por todas las aeronaves se comparará entre la totalidad de los objetos de división y se seleccionará el objeto de división con el menor consumo de combustible total.

Después de lo anterior, se genera un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo con el primer avión cisterna que se usa antes del tiempo de división y el segundo avión cisterna que se usa después del tiempo de división (la operación 902). Esta operación particular se describe con más detalle en lo sucesivo con referencia a la figura 10.

A continuación, el proceso crea una lista de divisiones colocando una división entre un segmento de reabastecimiento de combustible en vuelo y cambiando el orden de las aeronaves cisterna en cada división (la operación 904). Cada división en la lista se coloca en, o adopta la forma de, un objeto de división en los presentes ejemplos. En la operación 904, se genera una lista de todos los tiempos de división posibles que van a intentarse mediante la elección de unos tiempos de división entre los segmentos de reabastecimiento de combustible en vuelo. El orden de los aviones cisterna se cambia mediante la inversión del orden en esta operación particular. Cada objeto de división generado tiene una información necesaria para definir un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo en los presentes ejemplos.

El proceso limpia entonces el objeto de ruta de formación (la operación 906). En esta operación particular, los puntos de reabastecimiento de combustible en vuelo se borran de la ruta de formación de tal modo que puede llamarse a

una función para planificar el reabastecimiento de combustible en vuelo. En los presentes ejemplos, esta función de reabastecimiento de combustible en vuelo se describe con más detalle en lo sucesivo con referencia a la figura 10.

A continuación, un objeto de división sin procesar se selecciona de los objetos de división creados en la operación 904 (la operación 908). Después de lo anterior, el proceso llama a una función de reabastecimiento de combustible en vuelo (la operación 910). Esta función de reabastecimiento de combustible en vuelo se describe con más detalle en lo sucesivo con respecto a la figura 10. Después de que se devuelvan los resultados de la llamada, se registra el combustible total que se usa en el objeto de división (la operación 912). El objeto de división contiene la información generada a partir de la llamada a la función de reabastecimiento de combustible en vuelo.

A continuación, se realiza una determinación en lo que concierne a si un objeto de división sin procesar adicional se encuentra presente (la operación 914). Si un objeto de división sin procesar se encuentra presente, el proceso vuelve a la operación 908 para seleccionar otro objeto de división sin procesar para su procesamiento.

En caso contrario, el proceso selecciona un objeto de división con el consumo de combustible mínimo (la operación 916). Después de lo anterior, se llama a la función de reabastecimiento de combustible en vuelo (la operación 918). Se llama a esta función de nuevo para volver a generar la solución asociada con el mejor objeto de división identificado. El proceso finaliza entonces.

Pasando a continuación a la figura 10, un diagrama de flujo de un proceso para generar un plan de reabastecimiento de combustible en vuelo se muestra de acuerdo con un ejemplo útil para entender la presente invención. El proceso que se ilustra en la figura 10 es una descripción más detallada de una función de reabastecimiento de combustible en vuelo que se llama mediante las operaciones 902, 910, y 918 en la figura 9.

El proceso comienza mediante el establecimiento de un tiempo de división (la operación 1000). El tiempo de división se establece mediante la extracción de un tiempo de división, la aeronave cisterna que va a usarse antes del tiempo de división, y la aeronave cisterna que va a usarse después del tiempo de división a partir del objeto de división.

Después de lo anterior, todos los puntos de reabastecimiento de combustible antiguos se eliminan (la operación 1002). Una aeronave receptora sin procesar se selecciona de las aeronaves receptoras en la formación (la operación 1004).

Después de la selección de una aeronave receptora, el proceso calcula un punto de aborto de receptor para la aeronave seleccionada (la operación 1006). A continuación, el proceso solicita una manguera de una aeronave cisterna sobre la base del tiempo estimado en ruta y el tiempo de división (la operación 1008). A continuación, unos puntos de paso inicial y final se colocan en el objeto de ruta de formación para la aeronave receptora (la operación 1010). En la operación 1010, los puntos de paso inicial y final se crean y se insertan en la ruta de formación en la ubicación sobre la base del tiempo de asignación de manguera que se identifica en la operación 1008).

El proceso optimiza entonces la altitud y velocidades con respecto al aire aguas abajo (la operación 1012). En esta operación, estos parámetros vuelven a optimizarse para la ruta de formación aguas abajo con respecto a los puntos de paso inicial y final colocados en la ruta de formación en la operación 1010. Después de lo anterior, se realiza una determinación en lo que concierne a si otro punto de aborto de receptor debería calcularse (la operación 1014). La determinación en la operación 1014 se realiza mediante la identificación de si el extremo de la ruta se ha alcanzado. Si debieran calcularse unos puntos de aborto de receptor adicionales, el proceso vuelve a la operación 1006 tal como se describe anteriormente.

En la determinación de una ubicación de punto de aborto de receptor y una ruta, el proceso determina el punto en la ruta en la formación para el que el receptor puede llegar a un aeropuerto actual y todavía cumplir los requisitos de reserva. Este punto se identifica como el punto de aborto de receptor. Este punto se añade a la ruta de formación en la ubicación apropiada. A continuación, una ruta de desvío se construye desde este punto de aborto de receptor hasta el aeropuerto de desvío actual. El combustible se calcula a lo largo de esta ruta y las reservas en el aeropuerto de desvío se verifican.

Con referencia de nuevo a la operación 1014, si no ha de calcularse otro punto de aborto de receptor, esto quiere decir que la totalidad de los puntos de reabastecimiento de combustible en vuelo se han identificado para la aeronave receptora particular. A continuación, se realiza una determinación en lo que concierne a si se encuentran presentes cualesquiera aeronaves receptoras sin procesar adicionales (la operación 1016).

Si una aeronave receptora sin procesar adicional se encuentra presente en la formación, el proceso vuelve a la operación 1004. En caso contrario, el proceso comprueba las reservas (la operación 1018). Esta operación comprueba que la totalidad de las cantidades de combustible especificadas se cumplen en todos los tramos de la ruta, incluyendo todos los tramos de ruta de desvío y los tramos de ruta de desvío de punto de aborto de receptor.

A continuación, el proceso calcula el combustible total que se usa y guarda el valor en el objeto de división (la operación 1020). Si el plan no funciona con los cálculos ejecutados en el presente proceso, puede registrarse un valor nulo o valor alto seleccionado para indicar un fallo en la generación de un plan de reabastecimiento de

combustible en vuelo. La solución para el objeto de división actual se marca entonces como un fallo y esta no se considera cuando se elige el objeto de división que es el mejor; es decir, el menor combustible total consumido. En los presentes ejemplos, el plan generado por el proceso no funciona si los desvíos o el destino no cumplen las reservas de combustible. Por ejemplo, puede encontrarse presente un combustible insuficiente para alcanzar el destino o para cumplir los requisitos de desvío durante el vuelo.

Pasando a continuación a la figura 11, se muestra un diagrama de flujo de un proceso para convertir el objeto de ruta de formación de nuevo en rutas individuales de acuerdo con un ejemplo útil para entender la presente invención. El proceso que se ilustra en la figura 11 puede implementarse en un componente de soporte lógico, tal como la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo 320 en la figura 3.

El proceso comienza mediante la selección de una aeronave sin procesar a partir del objeto de ruta de formación para su procesamiento (la operación 1100). Después de lo anterior, se encuentra un nodo de partida para la aeronave seleccionada (la operación 1102). Un tramo primario de la aeronave que no se ha procesado se encuentra a partir del nodo (la operación 1114). Si el destino no se ha alcanzado, el proceso vuelve a lo largo de la aeronave desde el aeropuerto de salida hasta el destino. Específicamente, el tramo primario no es una ruta de desvío o una ruta alternativa, o la ruta de otra aeronave fuera del nodo.

Después de lo anterior, el tramo se copia en un segmento de ruta y se conecta con el extremo de la ruta de aeronave única (la operación 1106). A continuación, se avanza el nodo hasta el nodo final para el tramo (la operación 1108). A continuación, se realiza una determinación en lo que concierne a si el destino se ha alcanzado para la aeronave (la operación 1110). Si el destino no se ha alcanzado, el proceso vuelve a la operación 1104. De esta forma, el proceso desciende la ruta hasta el nodo de destino; copiando cada tramo a lo largo del trayecto en la ruta individual. Se ignoran las rutas de desvío y alternativas, de tal modo que la ruta individual es una trayectoria lineal simple desde el aeropuerto de salida hasta el aeropuerto de destino.

Si el destino se ha alcanzado para la aeronave, el procesamiento de la aeronave actual se ha completado. Después de lo anterior, se realiza una determinación en lo que concierne a si se encuentran presentes aeronaves sin procesar adicionales en el objeto de ruta de formación (la operación 1112). Si se encuentran presentes aeronaves sin procesar adicionales, el proceso vuelve a la operación 1100. En caso contrario, la totalidad de las aeronaves se ha procesado y colocado en rutas individuales y el proceso finaliza.

Pasando a continuación a la figura 12, se muestra un diagrama de flujo de un proceso para optimizar la altitud de acuerdo con un ejemplo útil para entender la presente invención. En los presentes ejemplos, la optimización de la altitud puede realizarse usando un componente de soporte lógico, tal como la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo 320 en la figura 3. Las optimizaciones realizadas en el diagrama de flujo en la figura 12 son ejemplos de optimizaciones que pueden realizarse en las operaciones 720 en la figura 7, 806 en la figura 8, y la operación 1012 en la figura 10.

El proceso comienza mediante la selección de un tramo sin procesar en el objeto de ruta de formación (la operación 1200). Después de lo anterior, la altitud se establece igual a cero para el tramo seleccionado (la operación 1202). Una evaluación del consumo o el uso de combustible se realiza y se registra en una lista para esta altitud (la operación 1204). La altitud se incrementa (la operación 1206). La altitud puede incrementarse usando diferentes valores. Por ejemplo, la altitud puede incrementarse en un pie, diez pies o cincuenta pies (0,305 m, 3,048 m o 15, 240 m) por vez. El valor real usado depende de la implementación particular. Después de lo anterior, se realiza una determinación en lo que concierne a si el techo en vuelo de la aeronave se ha alcanzado para la aeronave (la operación 1208). Si el techo en vuelo de la aeronave no se ha alcanzado, el proceso vuelve a la operación 1204.

Con referencia de nuevo a la operación 1208, si el techo en vuelo de la aeronave se ha alcanzado, la mejor altitud se selecciona de la lista (la operación 1210). En los presentes ejemplos, la mejor altitud es la altitud que tiene el mejor consumo o tasa de uso de combustible.

A continuación, el tramo se establece usando la altitud seleccionada (la operación 1212). A continuación, se realiza una determinación en lo que concierne a si se encuentran presentes unos tramos sin procesar adicionales (la operación 1214). Si se encuentran presentes unos tramos sin procesar adicionales, el proceso vuelve a la operación 1200 para seleccionar otro tramo sin procesar a partir del objeto de ruta de formación. En caso contrario, el proceso finaliza. Los diagramas de flujo que se ilustran anteriormente para crear unos planes de reabastecimiento de combustible en vuelo para una formación implican un número de diferentes operaciones para el cálculo del uso de combustible para las aeronaves individuales en la formación. Otras operaciones también se realizan con respecto a las aeronaves individuales tal como la identificación de un punto de desvío o las reservas de combustible. Las operaciones dirigidas a aeronaves individuales pueden realizarse usando cualquier proceso o cálculo deseado para identificar el uso de combustible y la asignación de manguera. Estas diferentes funciones pueden implementarse de diferentes formas dependiendo de la implementación particular.

Los diferentes ejemplos combinan los cálculos que se realizan normalmente para las aeronaves individuales para dar una formación en la que los parámetros, tal como el uso de combustible, se tienen en cuenta para la totalidad de

la formación en lugar de las aeronaves individuales en la formación. Los diagramas de flujo y los diagramas de bloques en los diferentes ejemplos representados ilustran la arquitectura, la funcionalidad y el funcionamiento de algunas implementaciones posibles de aparatos, métodos y productos de programa informático. A este respecto, cada bloque en el diagrama de flujo o los diagramas de bloques puede representar un módulo, segmento o porción de código, que comprende una o más instrucciones ejecutables para implementar la función o funciones especificadas. En algunas implementaciones alternativas, la función o funciones indicadas en el bloque pueden tener lugar fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques que se muestran en sucesión pueden ejecutarse de forma sustancialmente concurrente, o los bloques pueden ejecutarse a veces en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada.

Por lo tanto, las diferentes realizaciones ventajosas proporcionan un método y un producto de programa informático para planificar el reabastecimiento de combustible de las aeronaves. Diferentes realizaciones incluyen una aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo que es capaz de calcular rutas de rechazo de aire para la formación de las aeronaves. Además, una estructura es capaz de proporcionar unos servicios de estructura a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo. Además, esta estructura prevé otras aplicaciones de complemento para interactuar con la estructura y proporcionan unos servicios a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo. El aparato puede incluir una primera interfaz para la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo y las otras aplicaciones de complemento para recibir unos servicios de estructura a partir de la estructura. Una segunda interfaz también puede encontrarse presente para la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo y otras aplicaciones de complemento para proporcionar unos servicios entre las diferentes aplicaciones de complemento.

Además, en diferentes realizaciones ventajosas, la planificación de reabastecimiento de combustible en vuelo puede realizarse usando unos primeros datos para las aeronaves receptoras y unos segundos datos para las aeronaves cisterna. Un plan de reabastecimiento de combustible se genera para el uso entre el punto de partida y un punto de destino para las aeronaves receptoras usando los primeros y los segundos datos. El método optimizado es la eficiencia de combustible para las aeronaves receptoras y cisterna como un grupo. Por supuesto, otros parámetros pueden optimizarse en lugar de, o además de, la eficiencia de combustible en los presentes ejemplos.

De esta forma, el método, aparato y producto de programa usable por ordenador en las diferentes realizaciones y ejemplos pueden usarse para gestionar el reabastecimiento de combustible de las aeronaves. Los planes de vuelo generados en las diferentes realizaciones pueden usarse para planificar las operaciones de reabastecimiento de combustible para aeronaves. Además, las diferentes realizaciones pueden usarse para gestionar de forma dinámica el reabastecimiento de combustible de las aeronaves durante un vuelo o misión. Asimismo, pueden ejecutarse simulaciones de las operaciones de reabastecimiento de combustible para planificar las operaciones de reabastecimiento de combustible futuras.

Las diferentes realizaciones y ejemplos pueden adoptar la forma de una realización completamente en soporte físico, una realización completamente en soporte lógico o una realización que contiene elementos tanto de soporte físico como de soporte lógico. Una realización puede implementarse en soporte lógico, que incluye pero no se limita a soporte lógico inalterable, soporte lógico residente, microcódigo u otras formas.

Además, las diferentes realizaciones pueden adoptar la forma de un producto de programa informático accesible a partir de un soporte usable por ordenador o legible por ordenador que proporciona código de programa para el uso por, o en conexión con, un ordenador o cualquier sistema de ejecución de instrucciones. Para los fines de la presente descripción, un soporte usable por ordenador o legible por ordenador puede ser cualquier aparato tangible que pueda contener, almacenar, comunicar, propagar o transportar el programa para el uso por, o en conexión con, el sistema de ejecución de instrucciones, aparato o dispositivo.

El soporte puede ser un sistema electrónico, magnético, óptico, electromagnético, por infrarrojos o semiconductor, o un medio de propagación. El soporte también puede ser un soporte físico o un soporte tangible en el que puede almacenarse un código de programa legible por ordenador. Ejemplos de un soporte legible por ordenador incluyen una memoria de estado sólido o de semiconductor, una cinta magnética, un disquete de ordenador extraíble, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), un disco magnético rígido, un disco óptico o algún otro dispositivo de almacenamiento físico configurado para contener el código de programa legible por ordenador. Los ejemplos actuales de discos ópticos incluyen el disco compacto – memoria de solo lectura (CD-ROM), el disco compacto – de lectura/escritura (CD-R/W) y el DVD.

Además, un soporte de almacenamiento por ordenador puede contener o almacenar un código de programa legible por ordenador de tal modo que, cuando el código de programa legible por ordenador se ejecuta en un ordenador, la ejecución de este código de programa legible por ordenador da lugar a que el ordenador transmita otro código de programa legible por ordenador a lo largo de un enlace de comunicaciones. Este enlace de comunicaciones puede usar un soporte que por ejemplo es, sin limitación, físico o inalámbrico.

Un sistema de procesamiento de datos adecuado para almacenar y/o ejecutar código de programa incluirá por lo menos un procesador acoplado directamente o indirectamente con los elementos de memoria a través de un bus de

sistema. Los elementos de memoria pueden incluir una memoria local que se emplea durante la ejecución real del código de programa, almacenamiento masivo y memorias caché que proporcionan un almacenamiento temporal de por lo menos algún código de programa con el fin de reducir el número de veces que ha de recuperarse el código del almacenamiento masivo durante la ejecución.

5 Unos dispositivos de E/S o de entrada/salida (incluyendo pero sin limitarse a teclados, visualizadores, dispositivos señaladores, etc.) pueden acoplarse con el sistema o bien directamente o bien a través de unos controladores de E/S intermedios. Unos adaptadores de red también pueden acoplarse con el sistema de procesamiento de datos para posibilitar que el sistema de procesamiento de datos quede acoplado con otros sistemas de procesamiento de
10 datos o impresoras remotas o dispositivos de almacenamiento a través de unas redes públicas o privadas intermedias. Los módem, módem por cable y tarjetas de Ethernet son solo unos pocos de los tipos de adaptadores de red disponibles en la actualidad.

15 La descripción de las diferentes realizaciones ventajosas se ha presentado para fines de ilustración y de descripción, y no se pretende que sea exhaustiva o que se limite a la invención en la forma que se da a conocer. Muchas modificaciones y variantes serán evidentes para los expertos en la materia. Además, diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones ventajosas. La realización o realizaciones seleccionadas se eligen y se describen con el fin de explicar del mejor modo los principios de la invención, la aplicación práctica, y para posibilitar que otros expertos en la materia entiendan la
20 invención para varias realizaciones con varias modificaciones según sean adecuadas para el uso particular que se contemple.

REIVINDICACIONES

1. Un método para planificar el reabastecimiento en vuelo, para una pluralidad de aeronaves receptoras, teniendo por lo menos una de las cuales una eficiencia de combustible más baja que las restantes, y un conjunto de aeronaves cisterna, comprendiendo el método:
5 recibir unos primeros datos para una pluralidad de aeronaves receptoras para formar unos datos de receptor recibidos;
recibir unos segundos datos para un conjunto de aeronaves cisterna para formar unos datos de avión cisterna recibidos; y
10 generar un plan de reabastecimiento de combustible para el uso entre un punto de partida y un punto de destino para la pluralidad de aeronaves receptoras usando los datos de receptor recibidos y los datos de avión cisterna recibidos
donde la eficiencia de combustible del plan de reabastecimiento de combustible se optimiza para una pluralidad
15 de parámetros, siendo uno de los cuales el uso de combustible, para un conjunto de aeronaves como un grupo dentro de la pluralidad de las aeronaves receptoras y el conjunto de aeronaves cisterna.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la eficiencia de combustible se optimiza de tal modo que el uso de combustible para el grupo se optimiza para ser un uso tan bajo como sea posible.
20
3. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, donde la eficiencia de combustible se optimiza de tal modo que la cantidad más baja de combustible se usa en el cumplimiento de un tiempo de llegada o un tiempo en vuelo o una velocidad del grupo.
- 25 4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde los datos de receptor recibidos comprenden una ubicación de cada una de las aeronaves receptoras, una ruta para cada una de las aeronaves receptoras, un estatus de combustible para cada una de las aeronaves receptoras y una formación de la pluralidad de aeronaves receptoras.
- 30 5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, donde los datos de receptor recibidos comprenden además por lo menos uno de modelos de comportamiento de aeronaves, condiciones meteorológicas, ubicación de segmentos de reabastecimiento de combustible, puntos de aborto de receptor, capacidades de aeropuerto, puntos de desvío más cercanos a lo largo de una ruta, deterioros en una aeronave receptora y preferencias de usuario en los puntos de desvío.
35
6. El método de acuerdo con la reivindicación cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el plan de reabastecimiento de combustible comprende una ruta y una base de desvío para cada una de las aeronaves receptoras en una formación y una ruta para cada aeronave cisterna en el conjunto de aeronaves cisterna.
- 40 7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, donde el plan de reabastecimiento de combustible comprende además por lo menos uno de la velocidad de aeronave, los segmentos de reabastecimiento de combustible en vuelo, qué manguera usar, la altitud para el reabastecimiento de combustible y los puntos de desvío.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 6, donde la formación es una formación de encuentro o una formación en estela.
45
9. El método de acuerdo con la reivindicación cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la etapa de recibir unos primeros datos para la pluralidad de aeronaves receptoras comprende:
50 recibir de forma dinámica unos primeros datos para una pluralidad de aeronaves receptoras mientras que la pluralidad de aeronaves se encuentra en vuelo para formar los datos de receptor recibidos.
10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, donde la etapa de recibir unos primeros datos comprende:
55 recibir de forma dinámica unos segundos datos para el conjunto de aeronaves cisterna mientras que el conjunto de aeronaves cisterna se encuentra en vuelo para formar los datos de avión cisterna recibidos.
11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, donde la etapa de generación comprende además:
60 generar de forma dinámica unas modificaciones al plan de reabastecimiento de combustible para el uso entre el punto de partida y el punto de destino para la pluralidad de aeronaves receptoras a medida que los primeros datos se reciben a partir de la pluralidad de aeronaves receptoras y los segundos datos se reciben a partir del conjunto de aeronaves cisterna.
- 65 12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, que además comprende:

enviar instrucciones acerca del reabastecimientos de combustible a la pluralidad de aeronaves receptoras y el conjunto de aeronaves cisterna sobre la base de las modificaciones al plan de reabastecimiento de combustible.

- 5 13. El método de acuerdo con la reivindicación cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde los primeros datos y los segundos datos son unos datos para la simulación de una misión desde el punto de partida hasta el punto de destino.

14. Un producto de programa informático (220) que comprende:

10 un soporte usable por ordenador (218) que tiene un código de programa usable por ordenador (216) que planifica el reabastecimiento de combustible en vuelo para una pluralidad de aeronaves receptoras, teniendo por lo menos una de las cuales una eficiencia de combustible más baja que las restantes, y un conjunto de aeronaves cisterna, siguiendo un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, comprendiendo el producto de programa informático:

15 un código de programa usable por ordenador para una aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo (320) capaz de calcular las rutas de reabastecimiento de combustible en vuelo para una formación de aeronaves;

20 un código de programa usable por ordenador para una pluralidad de aplicaciones de complemento (304);
un código de programa usable por ordenador para una estructura (302) capaz de proporcionar unos servicios de estructura a la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo y a la pluralidad de aplicaciones de complemento;

25 un código de programa usable por ordenador para una primera interfaz para la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo y la pluralidad de aplicaciones de complemento para recibir los servicios de estructura a partir de la estructura; y

30 un código de programa usable por ordenador para una segunda interfaz para la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo y la pluralidad de aplicaciones de complemento para proporcionar unos servicios de una aplicación de complemento a otra aplicación de complemento, donde la primera interfaz y la segunda interfaz son independientes de la aplicación de complemento de reabastecimiento de combustible en vuelo y de la pluralidad de aplicaciones de complemento.

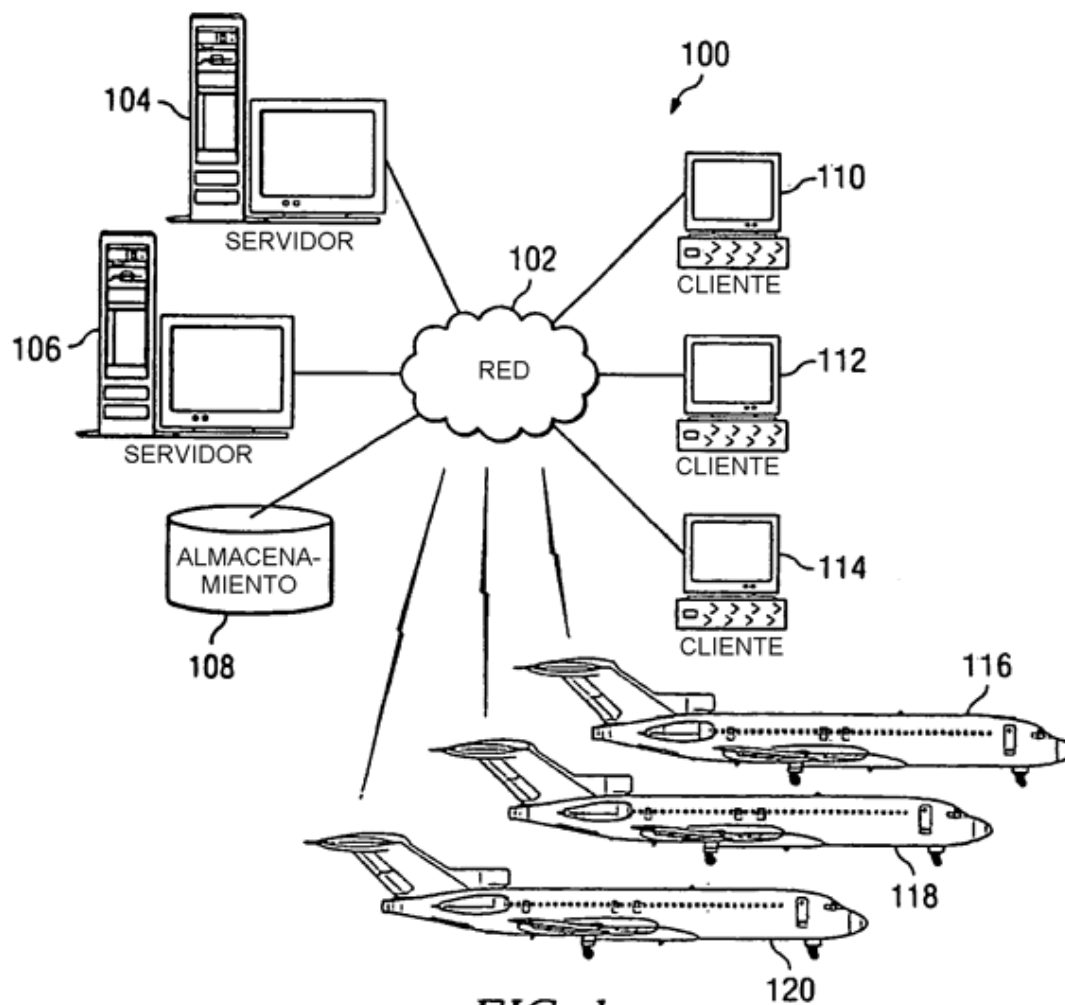


FIG. 1

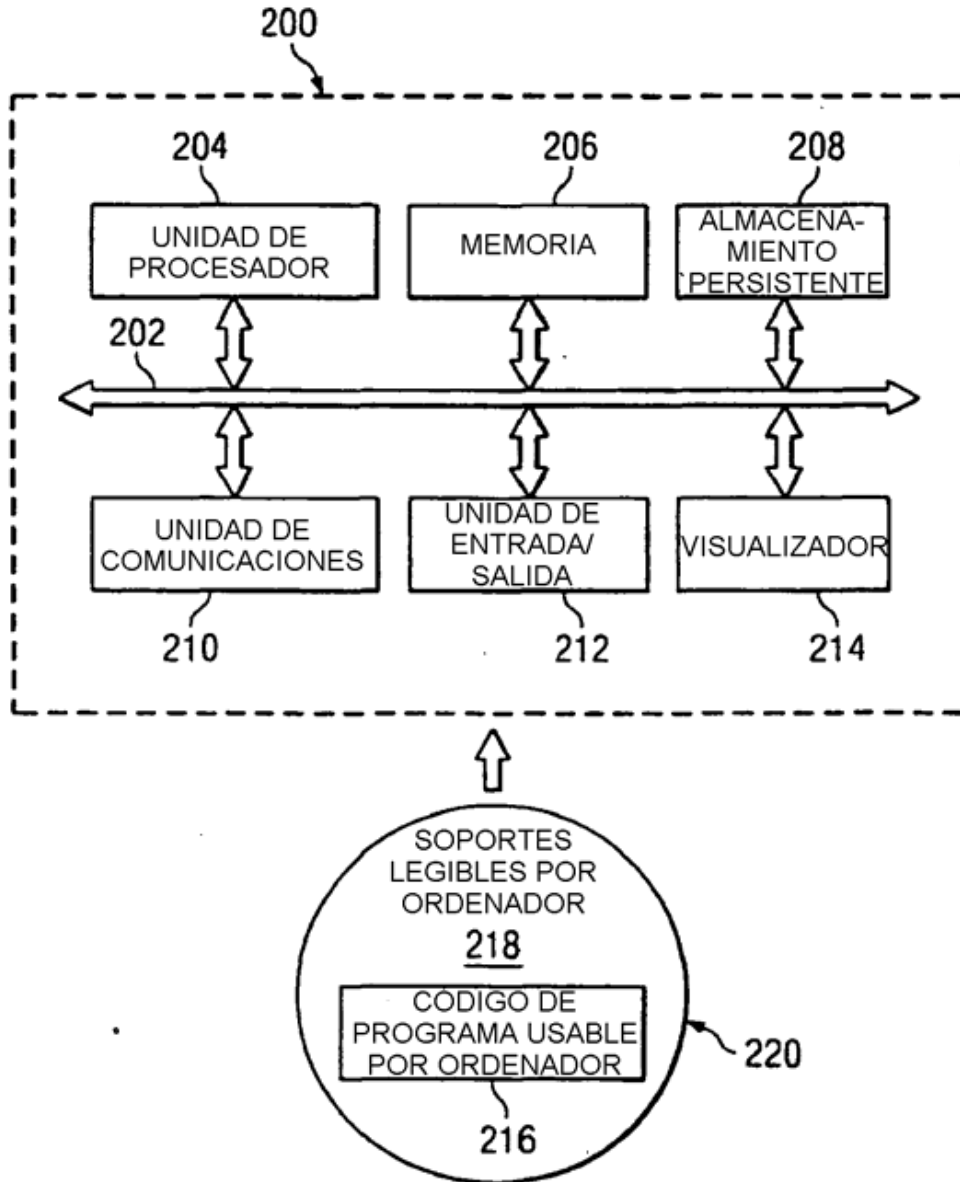


FIG. 2

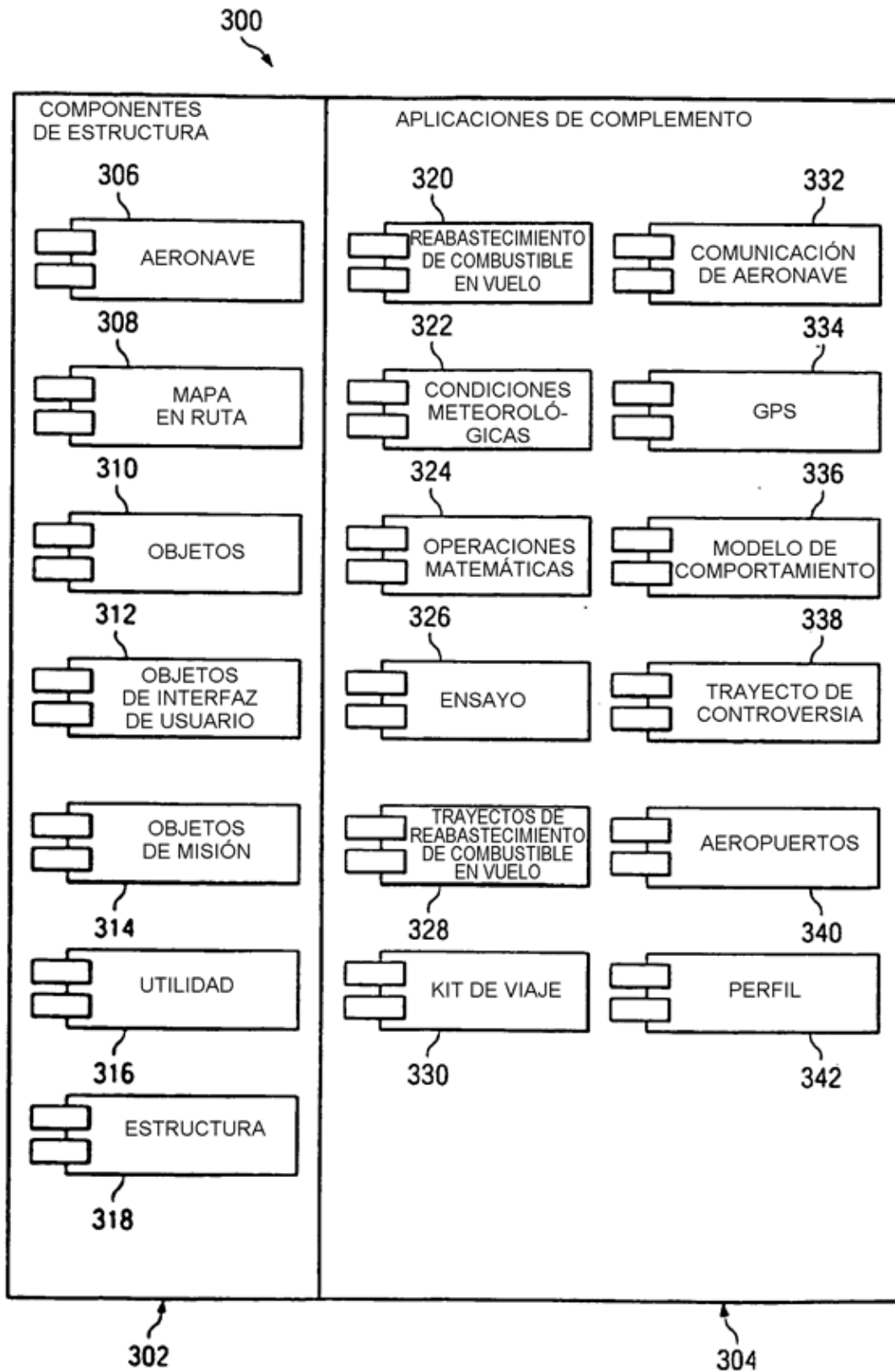


FIG. 3

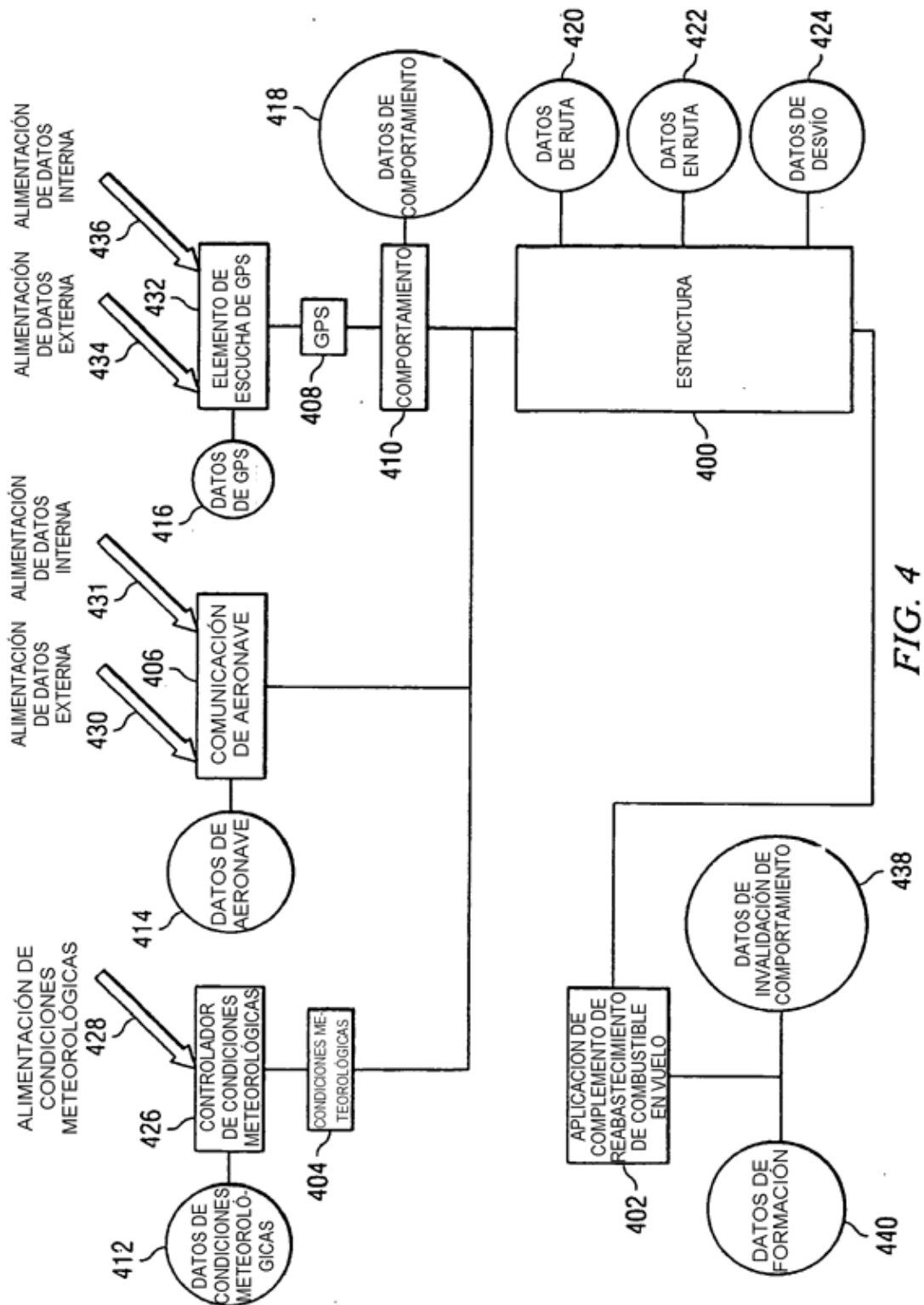


FIG. 4

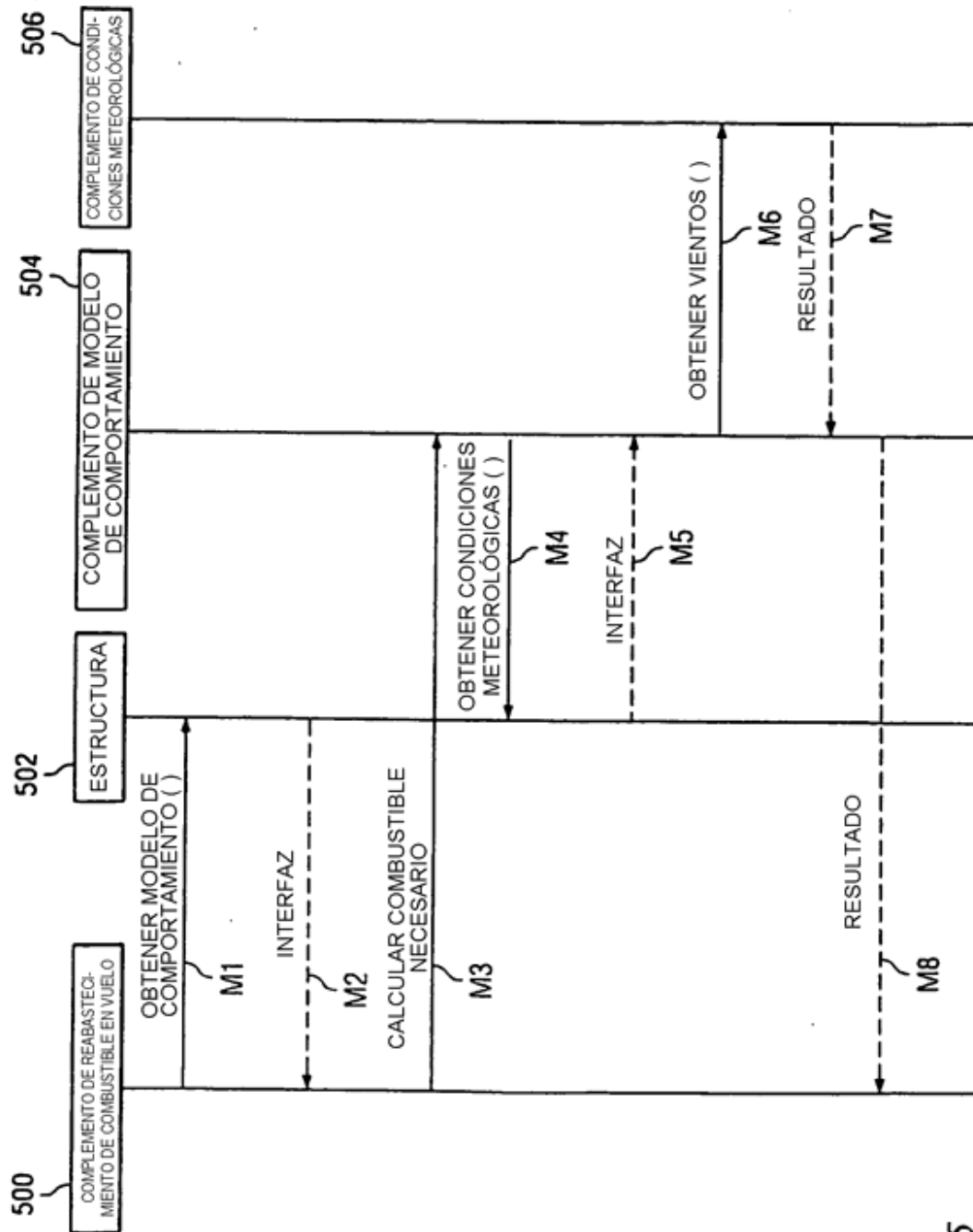
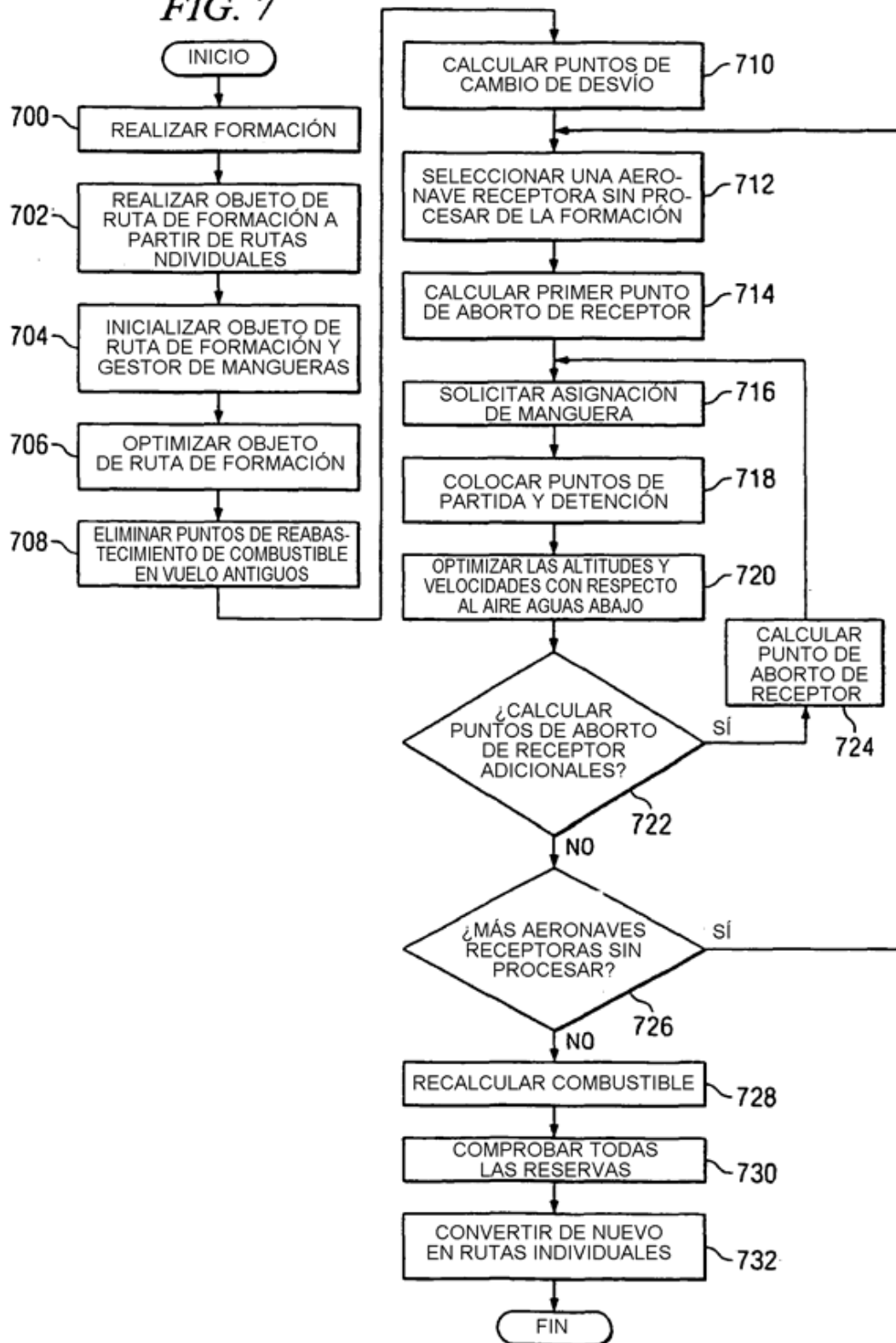


FIG. 5



FIG. 7



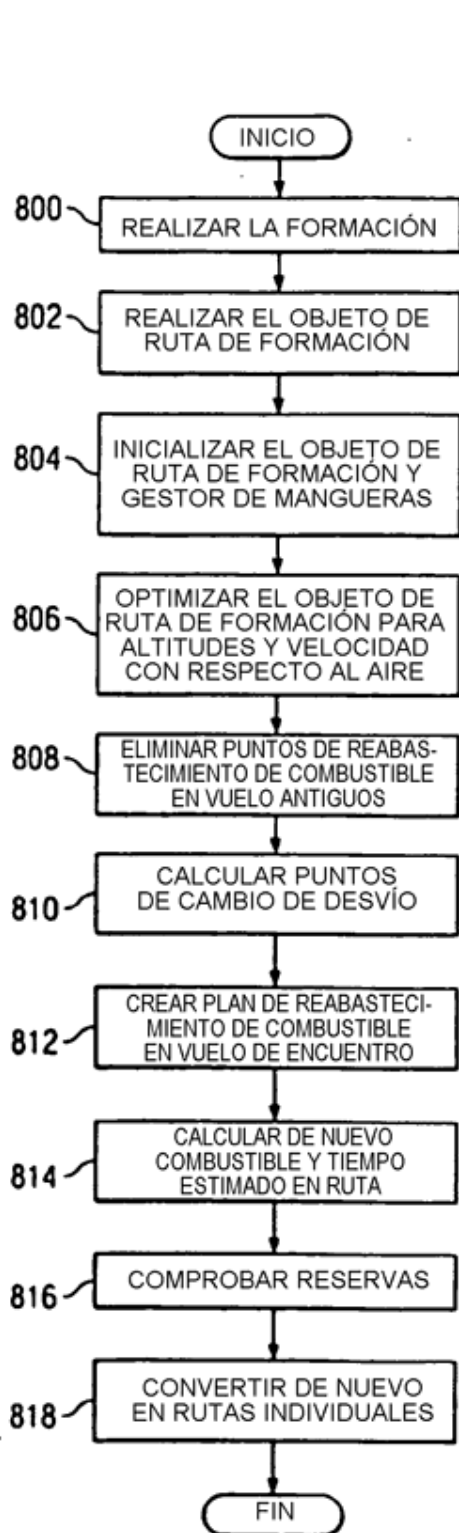


FIG. 8

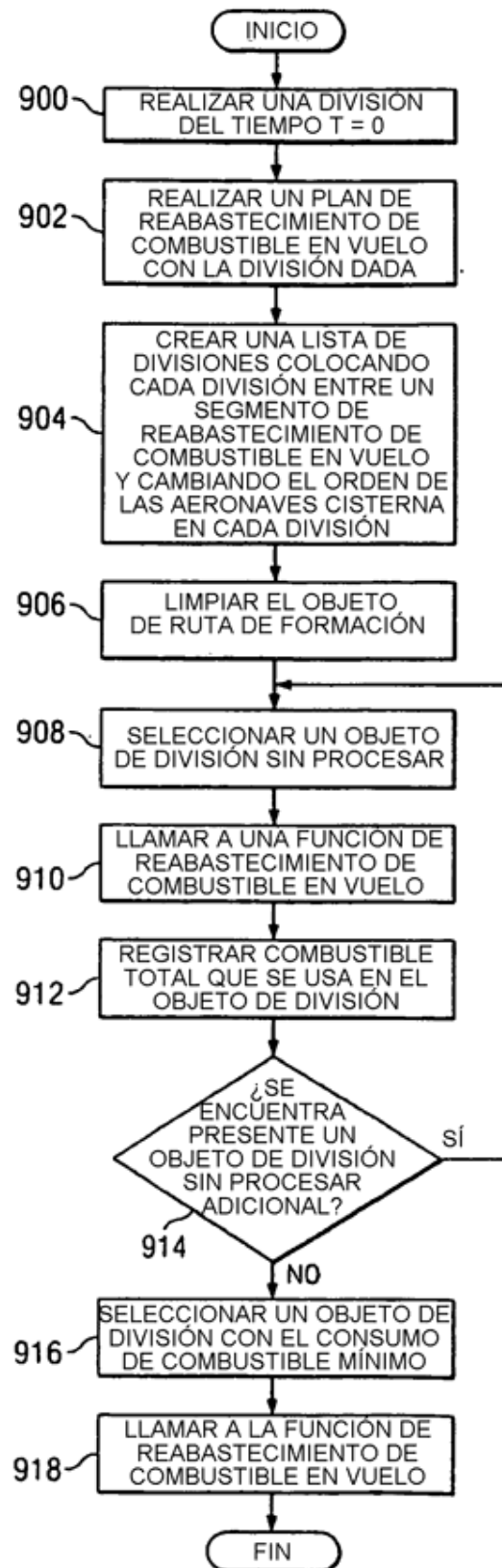
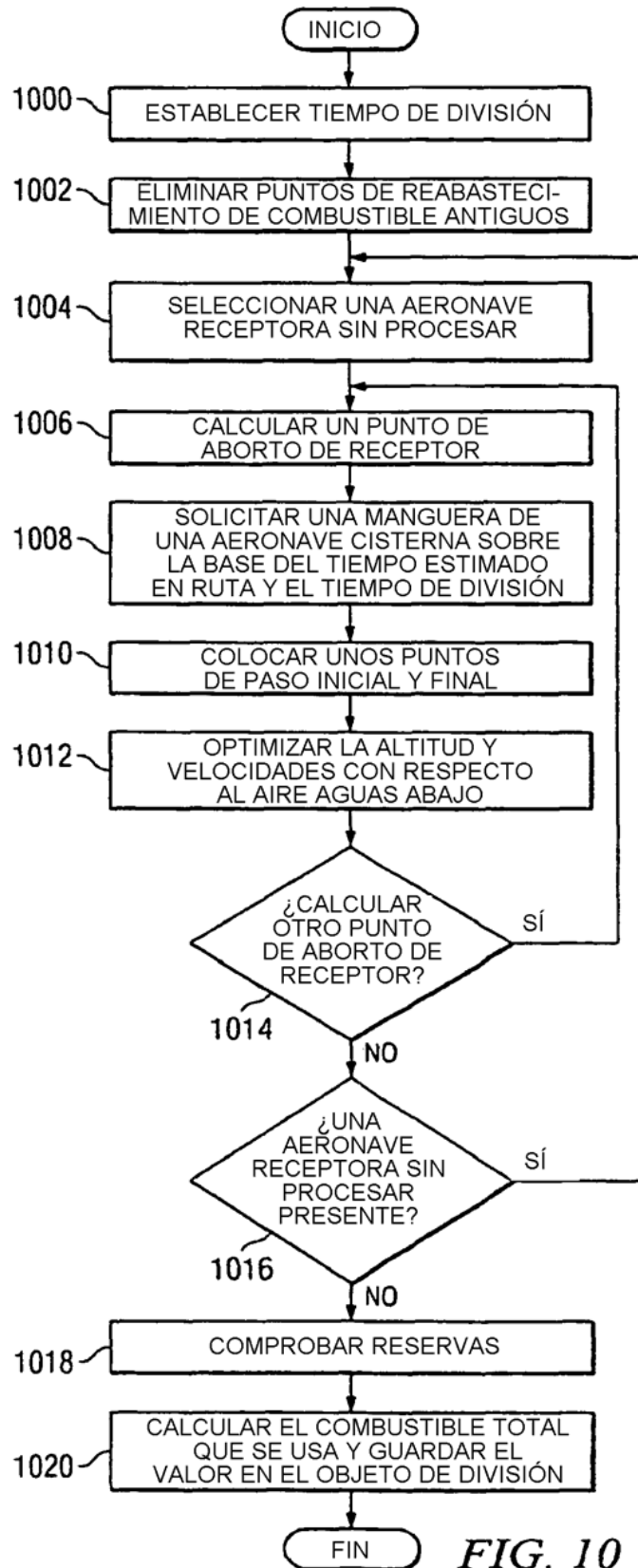


FIG. 9



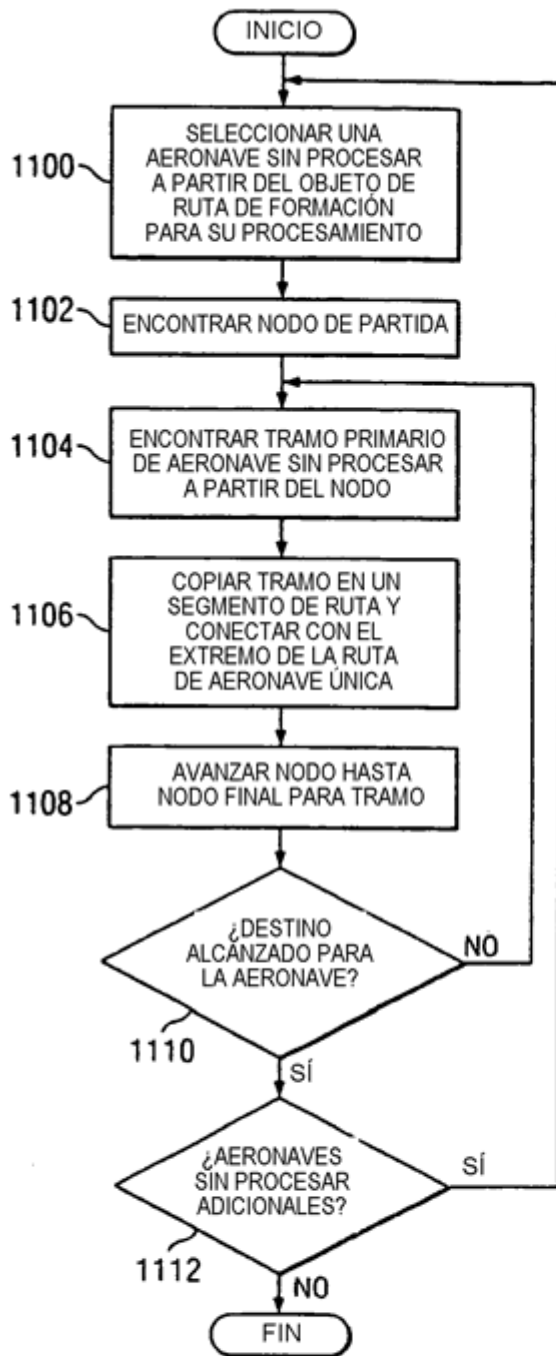


FIG. 11

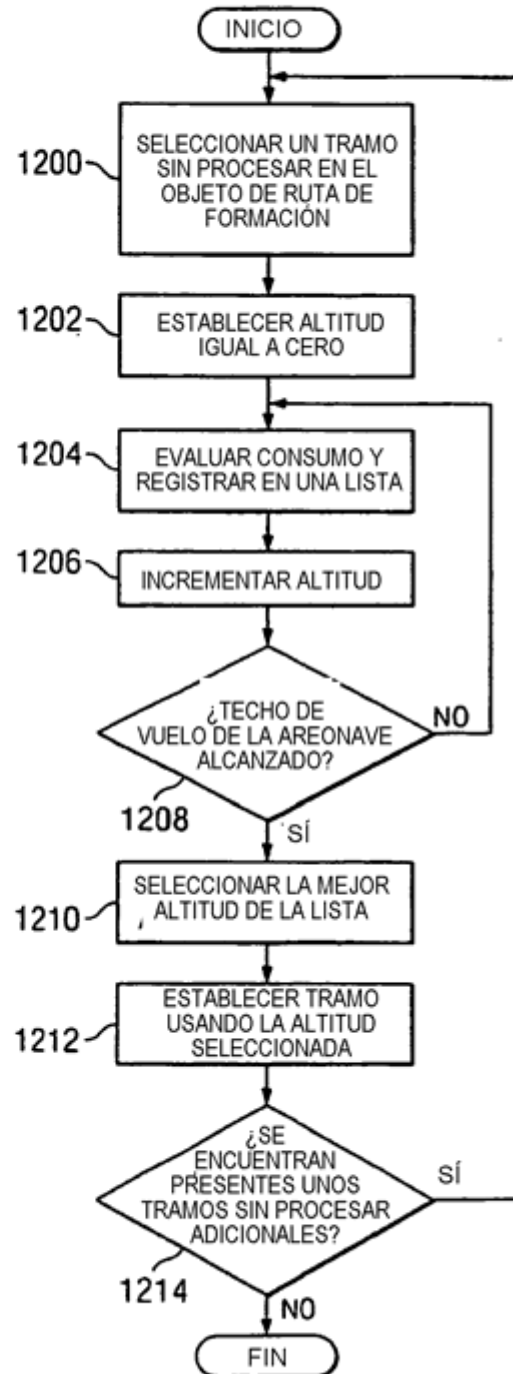


FIG. 12