

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 805**

51 Int. Cl.:

G05D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.08.2018** **PCT/IL2018/050896**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.02.2019** **WO19035123**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2018** **E 18846359 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.12.2021** **EP 3665538**

54 Título: **Despegue y aterrizaje automático para aeronave**

30 Prioridad:

13.08.2017 IL 25397017

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

20.04.2022

73 Titular/es:

ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES LTD. (100.0%)
Ben Gurion International Airport
7010000 Lod, IL

72 Inventor/es:

REFAEL, YACOV y
ZAAROUR, IDO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 906 805 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

Despegue y aterrizaje automático para aeronave

Campo de la materia objeto actualmente divulgada

La materia objeto divulgada actualmente se refiere al campo del control de aeronaves y, específicamente, al control de aeronaves durante el despegue y el aterrizaje.

Antecedentes

Los vehículos aéreos no tripulados (UAV, también conocidos como aeronaves pilotadas a distancia (RPA) o sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)), que se utilizan predominantemente para aplicaciones militares y de operaciones especiales, son hoy en día cada vez más populares en el uso civil. Los UAV se utilizan en una gran variedad de aplicaciones como, por ejemplo, la vigilancia del tráfico, la teledetección y el reconocimiento, el transporte, la búsqueda y el rescate, la policía nacional y la retransmisión de comunicaciones, entre otras.

Un UAV es controlado y monitoreado desde el despegue, a través del vuelo y el desempeño de la misión, y hasta el aterrizaje. El funcionamiento de un UAV a lo largo de su misión es controlado por una estación de control de la aeronave que es atendida por un operador de la estación de control de la aeronave.

El documento WO2017/065486 divulga un sistema de comunicación para un vehículo aéreo no tripulado que comprende un aparato de comunicación montado, montado en un vehículo aéreo no tripulado, para comunicarse por medio de una banda de frecuencia previamente configurada; y un aparato de comunicación en tierra para comunicarse con el aparato de comunicación montado por medio de la banda de frecuencia previamente configurada.

Un artículo de Keiser B E, titulado: "Unified Control Systems" (IEEE Transactions on aerospace and electronic systems, IEEE Service Center, Piscataway, Nj, US, Vol. AES-10, no. 5, 1 de septiembre de 1971, páginas 809-829, XP011167813, ISSN: 0018-9251), divulga un estudio sobre el tema de los sistemas de control unificados para el guiado de vehículos no tripulados, como aviones sin piloto y satélites. El término "unificado" se refiere al hecho de que las funciones de seguimiento, telemetría y mando se realizan utilizando un único canal de RF y, al menos idealmente, un único equipo.

El documento EP1586969 divulga un aparato de despegue automático para una aeronave.

El documento US5600329 divulga una pluralidad de receptores DGPS que se emplean para determinar los valores de corrección diferencial específicos del receptor-satélite. A su vez, los valores de corrección diferencial específicos del satélite se determinan como una media de los valores de corrección diferencial específicos del receptor-satélite individuales para cada uno de los satélites rastreados. Se emplea un discriminador para determinar un discriminante específico del receptor-satélite que puede ser muestreado y la posterior determinación de un valor estadístico específico del receptor-satélite del mismo. Los valores estadísticos específicos del receptor-satélite pueden emplearse entonces para determinar un valor de Umbral de Detección y otra información de integridad asociada a cada uno de los valores de corrección diferencial específicos del satélite. Una estación de tierra incluye además un medio para comunicar los valores de corrección diferencial específicos del satélite y la información de integridad asociada a ellos a un receptor aerotransportado DGPS. Un sistema aerotransportado DGPS está configurado para incluir una mecanización para recibir los valores de corrección diferencial específicos del satélite y la información de integridad asociada a ellos. Se utiliza un sistema de monitorización de la integridad en el aire para derivar valores límite de integridad particulares asociados con la posición derivada del DGPS para que el piloto sepa si debe o no confiar en la solución DGPS para un aterrizaje de precisión.

El documento WO9410582 divulga un sistema de aterrizaje de aeronaves en el que se emplea un sistema de posicionamiento global GPS diferencial. Una estación de tierra, situada en las proximidades de una o más pistas de aterrizaje, incluye un receptor GPS y un transmisor de enlace de datos para transmitir datos de corrección GPS y también la posición global de dos puntos que definen una trayectoria de planeo deseada de la aeronave asociada a una pista de aterrizaje concreta.

Descripción general

Durante el despegue o el aterrizaje (TOL) de una aeronave se requieren datos de posición precisos para permitir un TOL seguro. Convencionalmente, una aeronave es controlada durante el TOL por un piloto, o en el caso de un UAV por un operador capacitado de una estación de control de la aeronave, donde la aeronave y la estación de control mantienen una línea de visión (LOS) para permitir al operador guiarla a través del proceso de TOL.

Un sistema UAV normalmente comprende una estación de control de la aeronave (a veces conocida como unidad de control en tierra (GCU)) en una ubicación y un UAV, que normalmente lleva algún tipo de carga útil (por ejemplo, una unidad de detección como una cámara y/o un RADAR), que está en el aire en otra ubicación. La estación de control de la aeronave está configurada para permitir que un operador de la estación de control de la aeronave

supervise y controle el funcionamiento de un UAV respectivo. El control del UAV puede incluir tanto el control del funcionamiento del vuelo del UAV, como el control del funcionamiento de diversas cargas útiles que pueden instalarse en el vehículo aéreo no tripulado. La estación de control de la aeronave puede comunicarse con el UAV a través de un enlace de comunicación LOS y/o un enlace de comunicación por satélite (también conocido como más allá de la línea de visión (BLOS)).

En aquellos casos en los que el UAV es operado en una ubicación remota a la estación de control de la aeronave, se realiza un proceso de traspaso antes del TOL. Durante el proceso de traspaso, el control del UAV se transfiere entre un primer puesto de control de la aeronave que se comunica a través de un enlace de comunicación BLOS y un segundo puesto de control de la aeronave, situado en la zona del lugar de aterrizaje/despegue y capaz de comunicarse con el UAV a través de un enlace de comunicación LOS. El proceso de traspaso asegura que la comunicación LOS, que permite un control más preciso sobre el UAV, esté disponible durante el TOL. Esto requiere, por supuesto, mantener una estación de control de la aeronave totalmente funcional, atendida por operadores capacitados, en las proximidades de la zona TOL del UAV, además de la estación de control de la aeronave, que se encuentra a distancia de la zona de despliegue del UAV y se utiliza para controlar el UAV mientras está en el aire.

La materia objeto actualmente divulgada incluye un sistema de control de aeronaves y un procedimiento de operación de aeronaves que permiten controlar una aeronave (por ejemplo, un UAV) mediante una estación de control de aeronaves remota que se comunica a través de un enlace de comunicación BLOS con la aeronave, sin necesidad de desplegar una estación de control de aeronaves en el sitio TOL ubicado remotamente de la estación de control de aeronaves.

Como la estación de control de la aeronave está situada a distancia del UAV y del TOL, según el enfoque sugerido en el presente documento se implementa el despegue o aterrizaje automático (ATOL). El ATOL es necesario para poder aterrizar con seguridad la aeronave. Los datos de posicionamiento precisos, necesarios para la ejecución del ATOL, pueden ser obtenidos por un sistema de posicionamiento que se encuentre dentro del rango de comunicación LOS del UAV. Por ejemplo, el sistema de posicionamiento global diferencial (DGPS) proporciona datos de posicionamiento suficientemente precisos para el TOL. De acuerdo con la materia objeto divulgada actualmente, se despliega una unidad de apoyo al despegue y al aterrizaje (TLS) a distancia en el sitio TOL. La unidad TLS comprende un DGPS que proporciona a la aeronave los datos de posicionamiento precisos necesarios para permitir la ejecución de ATOL.

De acuerdo con un aspecto de la materia objeto actualmente divulgada, se proporciona un sistema de control de aeronaves que permite el despegue o aterrizaje automático (denotado por "ATOL") de una aeronave, que comprende:

un puesto de control de la aeronave configurado para comunicarse a través de un enlace de comunicación más allá de la línea de visión (denotado por "BLOS") con la aeronave;

una unidad de apoyo al despegue y al aterrizaje (denotada por "TLS"), separada físicamente del puesto de control de la aeronave y configurada para comunicarse a través de un enlace de comunicación en línea visual (denotada por "LOS") con la aeronave;

un subsistema ATOL montable en una aeronave y configurado para ejecutar el despegue o el aterrizaje automáticos (denotado por "TOL");

en el que durante el despegue o el aterrizaje:

el puesto de control de la aeronave está configurado para proporcionar, a través del enlace de comunicación BLOS, instrucciones de navegación que permitan al subsistema ATOL a bordo de la aeronave controlar la aeronave durante el TOL;

la unidad TLS está configurada para proporcionar al subsistema ATOL a bordo de la aeronave, a través del enlace de comunicación LOS, datos de posicionamiento DGPS;

el subsistema ATOL está configurado para integrar los datos de posicionamiento DGPS con los datos de posicionamiento nativos adquiridos por un dispositivo GPS de a bordo para generar así datos de posicionamiento aumentados; y generar instrucciones para controlar la aeronave durante el TOL, basándose en los datos de posicionamiento aumentados y en las instrucciones de navegación.

Además de las características anteriores, el sistema de acuerdo con este aspecto de la materia objeto divulgada actualmente puede comprender opcionalmente una o más de las características (i) a (iii) siguientes, mutatis mutandis, en cualquier combinación o permutación técnicamente posible.

i) El sistema de control de la aeronave, en el que la unidad TLS comprende un dispositivo de control de interrupción y está configurado, en respuesta a una orden de interrupción generada en respuesta a la interacción con el dispositivo de control de interrupción, para transmitir una orden de interrupción a través del

enlace de comunicación LOS a la aeronave; el subsistema ATOL está configurado, en respuesta a una orden de interrupción recibida de la unidad TLS, para interrumpir la TOL.

ii) El sistema de control de la aeronave, en el que la aeronave está en el aire en una ubicación remota con respecto a la ubicación de la estación de control de la aeronave, de tal manera que el rango entre la aeronave y la estación de control de la aeronave puede comunicarse sólo por comunicación BLOS.

iii) El sistema de control de la aeronave, en el que la aeronave es un vehículo aéreo no tripulado (UAV).

De acuerdo con otro aspecto de la materia objeto actualmente divulgada se proporciona un procedimiento de control de una aeronave durante el despegue o el aterrizaje (denotado por "TOL"), el procedimiento comprende: en un subsistema de despegue o aterrizaje automático (denotado por "ATOL") montado en una aeronave, utilizando uno o más procesadores informáticos para:

recibir a través de un enlace de comunicación más allá de la tierra de la vista (denotado por "BLOS") instrucciones que permitan al subsistema ATOL a bordo de la aeronave ejecutar un proceso ATOL; las instrucciones se generan en una estación de control de la aeronave situada a distancia de la aeronave;

la recepción de datos de posicionamiento DGPS desde una unidad de apoyo al despegue y al aterrizaje (denotada por "TLS"), separada físicamente del puesto de control de la aeronave y situada muy cerca de ésta, a través de un enlace de comunicación de visión directa (denotada por "LOS");

integrar los datos de posicionamiento DGPS con los datos de posicionamiento nativos para generar así datos de posicionamiento aumentados; y

generar instrucciones de TOL para controlar la aeronave durante el TOL, basándose en los datos de posicionamiento aumentados y en las instrucciones generadas en el puesto de control de la aeronave.

Además de las características anteriores, el procedimiento de acuerdo con este aspecto de la materia objeto actualmente divulgada puede comprender opcionalmente una o más de las características (i) a (iv) siguientes, mutatis mutandis, en cualquier combinación o permutación técnicamente posible.

i) El procedimiento comprende además, operar uno o más dispositivos de control de vuelo de acuerdo con las instrucciones para ejecutar TOL.

ii) El procedimiento comprende además: en la unidad TLS, utilizar uno o más procesadores informáticos para:

generar una orden de abortar en respuesta a la interacción del usuario con un dispositivo de control de abortar en la unidad TLS;

generar instrucciones para abortar el TOL en respuesta a la orden de abortar recibida;

transmitir la instrucción al subsistema ATOL; y

en el subsistema ATOL: abortar el TOL de acuerdo con la orden de abortar.

iii) El procedimiento, en el que la aeronave es un UAV.

iv) El procedimiento comprende además: recibir en la aeronave, a través del enlace de comunicación BLOS, instrucciones de vuelo recibidas de la estación de control de la aeronave, situada a distancia de la aeronave y dirigidas a controlar la aeronave durante el vuelo.

De acuerdo con otro aspecto de la materia objeto actualmente divulgada, se proporciona un dispositivo de almacenamiento de programas no transitorio legible por un ordenador, que encarna tangiblemente unas instrucciones legibles por ordenador ejecutables por el ordenador para realizar un procedimiento de control de una aeronave durante el despegue o el aterrizaje (TOL), el procedimiento comprende: operar un subsistema ATOL montado en una aeronave que comprende:

recibir a través de un enlace de comunicación BLOS instrucciones que permitan al subsistema ATOL a bordo de la aeronave ejecutar un proceso ATOL; las instrucciones se generan en un puesto de control de la aeronave situado a distancia de la misma;

recibir de una unidad de apoyo al despegue y al aterrizaje (TLS), separada físicamente del puesto de control de la aeronave y situada muy cerca de ésta, a través de un enlace de comunicación LOS, datos de posicionamiento DGPS;

integrar los datos de posicionamiento DGPS con los datos de posicionamiento nativos para generar así datos de posicionamiento aumentados; y

generar instrucciones de TOL para controlar la aeronave durante el TOL, basándose en los datos de posicionamiento aumentados y en las instrucciones generadas en el puesto de control de la aeronave.

El dispositivo de almacenamiento informático divulgado de acuerdo con la materia objeto de la presente divulgación puede comprender opcionalmente una o más de las características (i) a (iv) enumeradas anteriormente, mutatis mutandis, en cualquier combinación o permutación técnicamente posible.

Breve descripción de los dibujos

5 Con el fin de comprender la materia objeto divulgada actualmente y explicar cómo puede llevarse a cabo en la práctica, la materia objeto se describirá ahora, a modo de ejemplos no limitantes únicamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La **Fig. 1** es una ilustración esquemática de un sistema de control de una aeronave, de acuerdo con algunos ejemplos de la materia objeto de la presente divulgación;

10 La **Fig. 2** es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática un sistema de control de aeronaves, de acuerdo con algunos ejemplos de la materia objeto de la presente divulgación;

La **Fig. 3** es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de operaciones llevadas a cabo como parte de un proceso de aterrizaje automático, de acuerdo con algunos ejemplos de la materia objeto divulgada;

15 La **Fig. 4** es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de operaciones llevadas a cabo como parte de un proceso de despegue automático, de acuerdo con algunos ejemplos de la materia objeto divulgada actualmente

Descripción detallada

20 Los elementos de los dibujos no están necesariamente dibujados a escala. A menos que se indique específicamente lo contrario, como se desprende de las siguientes explicaciones, se apreciará que a lo largo de la memoria las explicaciones que utilizan términos como "recibir", "transmitir", "generar", "integrar", "ejecutar" o similares, incluyen acciones y/o procesos de un ordenador que manipulan y/o transforman datos en otros datos, dichos datos representados como cantidades físicas, por ejemplo, como cantidades electrónicas, y/o dichos datos que representan los objetos físicos.

25 Las unidades **101**, **103** y el subsistema ATOL de a bordo descrito a continuación, comprenden o están conectados operativamente a uno o más dispositivos informáticos. Los términos "ordenador", "dispositivo informático", "dispositivo computarizado", "sistema informático", o una variación de los mismos, deben interpretarse de forma amplia para incluir cualquier tipo de dispositivo electrónico con un circuito de procesamiento capaz de procesar datos y que incluya uno o más procesadores informáticos conectados de forma operativa a una memoria informática (que opcionalmente incluya una memoria informática no transitoria) que operen conjuntamente para ejecutar y/o generar instrucciones. Entre los ejemplos de dicho dispositivo se incluyen: un procesador de señales digitales (DSP), un microcontrolador, una matriz de puertas programables en campo (FPGA), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un ordenador personal, un dispositivo informático de servidor, un dispositivo de procesamiento dedicado, etc.

35 Como se utiliza en el presente documento, la expresión "por ejemplo", "como", "por ejemplo" y sus variantes describen realizaciones no limitantes de la materia actualmente divulgada. La referencia en la memoria a "un caso", "algunos casos", "otros casos" o variantes de los mismos significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en relación con la(s) realización(es) está incluida en al menos una realización de la materia actualmente divulgada. Por lo tanto, la aparición de la frase "un caso", "algunos casos", "otros casos" o variantes de los mismos no se refiere necesariamente a la(s) misma(s) realización(es).

40 Se apreciará que ciertas características de la materia objeto actualmente divulgada, que se describen, para mayor claridad, en el contexto de realizaciones separadas, también pueden proporcionarse en combinación en una sola realización. Por el contrario, varias características de la materia objeto actualmente divulgada, que son, por brevedad, descritas en el contexto de una sola realización, también pueden ser proporcionadas por separado o en cualquier sub-combinación adecuada.

En las realizaciones de la materia objeto divulgada actualmente, menos, más y/o diferentes etapas que las mostradas en las Figs. **3** y **4** pueden ser ejecutados. Asimismo, el orden de ejecución de las operaciones descritas no debe limitarse al orden que se presenta en las figuras.

50 Las Figs. **2** es una ilustración esquemática de un sistema de acuerdo con algunos ejemplos de la materia objeto actualmente divulgada. Los componentes de la Fig. **2** pueden estar centralizados en un lugar o dispersos en más de un lugar. En otras realizaciones de la materia objeto divulgada actualmente, el sistema puede comprender menos, más y/o diferentes módulos que los mostrados en la Fig. **2**.

55 Teniendo en cuenta lo anterior, la atención se dirige ahora a la Fig. **1**, que muestra una ilustración esquemática de un sistema operativo de control de aeronaves **100**, de acuerdo con algunos ejemplos de la materia objeto actualmente divulgada. La Fig. **1** muestra un sistema de control de aeronaves desplegado que comprende un puesto de control de aeronaves **101**, una unidad de apoyo al despegue y al aterrizaje **103** y una aeronave **105** (por ejemplo, un vehículo aéreo no tripulado). La aeronave **105** está operando en una zona alejada del lugar de despliegue del

puesto de control de la aeronave **101**. Más concretamente, una pista de despegue y aterrizaje (TLR) **107** está situada a distancia del puesto de control de la aeronave **101** y, por lo tanto, la comunicación entre la aeronave **105** y el puesto de control de la aeronave **101** es posible únicamente mediante comunicación BLOS.

El término "remoto" o cualquier variación del mismo se utiliza en la presente memoria para describir la posición relativa de dos sistemas de comunicación adecuados sólo para la comunicación más allá de la línea de visión (BLOS). Esto puede deberse a la distancia entre los dos elementos o a objetos, cobertura del terreno o topografía que obstruyen la comunicación en la línea de visión. Así, dos dispositivos de comunicación que se encuentran en lugares remotos, uno con respecto al otro, sólo pueden comunicarse mediante un enlace de comunicación BLOS. La Fig. **1** muestra que para la comunicación entre el puesto de control de la aeronave **101** y la aeronave **105** se utiliza la comunicación por satélite (SATCOM), vía satélite **109**.

El término "proximidad" se utiliza en la presente memoria para describir una posición relativa de dos sistemas de comunicación adecuados para la comunicación LOS. En la Fig. **1**, a diferencia del puesto de control de la aeronave **101**, la unidad TLS **103** está situada muy cerca del TLR **107** y, por lo tanto, puede comunicarse con la aeronave a través de un enlace de comunicación de línea de visión (LOS) (utilizando, por ejemplo, comunicación por radio de ultra alta frecuencia (UHF)) durante el despegue o el aterrizaje de la aeronave.

La Fig. **2** es un diagrama de bloques que ilustra de forma esquemática el sistema de control de una aeronave, de acuerdo con algunos ejemplos no limitantes de la materia objeto de la presente divulgación. Como se ha mencionado anteriormente, el sistema de control de la aeronave **100** comprende el puesto de control de la aeronave **101**, la unidad TLS **103** y un subsistema de despegue y aterrizaje automático, que se puede montar en una aeronave **105**. Como se desprende de la Fig. **1**, la unidad TLS **103** está físicamente separada de la estación de control **101**, ya que la TLS está situada en las proximidades del TLR **107** y la estación de control **101** está situada a distancia del TLR **107**.

Según algunos ejemplos, la estación de control de la aeronave **101** comprende una caja de piloto (PBX) que comprende una consola de operador y está configurada para permitir la interacción con una estación de control de la aeronave en tierra (GCS) y controlar una aeronave (por ejemplo, un UAV). El GCS puede comprender, por ejemplo, un sistema de control ATOL configurado para ejecutar y supervisar el despegue o el aterrizaje automáticos, y un DGPS configurado para calcular y proporcionar errores de datos de posicionamiento precisos, como se conoce en la técnica.

El GCS está conectado además al terminal de datos de tierra (GDT) y al equipo de satélite de tierra (GSAT). El GDT está configurado para comunicarse (por ejemplo, con una aeronave) a través de un enlace de comunicación de línea visual (por ejemplo, transmisor y controlador UHF (UTC)) y el GSAT está configurado para comunicarse con la aeronave a través de un enlace de comunicación basado en satélites (BLOS).

En particular, según algunos ejemplos, la arquitectura de la estación de control de la aeronave **101** puede diseñarse de conformidad con los requisitos de la norma STANAG 4586, que es la especificación de la OTAN de un sistema de control de vehículos aéreos no tripulados (CUCS), aunque esto no siempre es necesario.

La unidad TLS **103** comprende sólo una parte seleccionada de las funcionalidades del puesto de control de la aeronave **101** y, en consecuencia, sus dimensiones y peso son significativamente menores que los del puesto de control de la aeronave **101**. Por ejemplo, la unidad TLS **103** puede no comprender GSAT y, en consecuencia, es incapaz de establecer una comunicación BLOS con la aeronave. A diferencia de la estación de control de la aeronave **101**, la unidad TLS **103** puede estar diseñada para no tener un control total sobre el vuelo de la aeronave (y posiblemente tampoco para tener control sobre varias cargas útiles a bordo de la aeronave). En algunos ejemplos, la unidad TLS **103** está configurada para tener un control limitado sobre operaciones específicas de la aeronave durante la TOL. Así, a diferencia de un puesto de control de aeronaves **101**, el funcionamiento de una unidad TLS **103** no requiere una amplia formación de los operadores.

La unidad TLS **103** comprende un dispositivo informático conectado operativamente a un DGPS y a una unidad de comunicación LOS (por ejemplo, UTC). Esto permite a la TLS **103** calcular y transmitir a una aeronave, a través de un enlace de comunicación LOS, los datos de posicionamiento DGPS para permitir así un posicionamiento preciso de la aeronave, durante el TOL. El dispositivo computarizado puede además comprender o estar conectado operativamente a una PBX para permitir la interacción del usuario con la unidad TLS.

Según algunos ejemplos, la unidad TLS **103** comprende además un dispositivo de control de interrupción (que puede ser, por ejemplo, cualquiera de los siguientes: un botón de interfaz gráfica de usuario que se muestra en la pantalla del ordenador de la unidad TLS, un botón físico de interrupción, una llave o una palanca, etc.) configurado para permitir a un operador emitir una orden de interrupción para abortar el TOL. Dado que el TOL tiene lugar en una zona remota, se proporciona un dispositivo de entrada de abortar en la unidad TLS para permitir la cancelación del proceso de TOL por parte de un técnico o supervisor de vuelo que opere la unidad TLS y que esté situado cerca del lugar del TOL y tenga una línea de visión con la aeronave, y para aumentar así la seguridad del TOL. Por ejemplo, si el supervisor de vuelo identifica que hay otra aeronave en la pista, se puede emitir un comando de abortar que cancele el proceso de aterrizaje o despegue para evitar consecuencias nefastas.

La aeronave **105** comprende un subsistema de control de vuelo, el subsistema de control de vuelo está configurado para controlar la aeronave durante el ATOL y mientras está en el aire. El subsistema de control de vuelo puede configurarse, en respuesta a las instrucciones de vuelo recibidas a través de un enlace de comunicación BLOS desde el puesto de control de la aeronave **101**, para controlar la aeronave. El subsistema de control de vuelo puede estar conectado operativamente a varios subsistemas de control de vuelo de a bordo (incluyendo, por ejemplo, la unidad de control del timón, la unidad de control de los alerones, la unidad de control de los flaps, la unidad de control del acelerador, etc.) y generar comandos para controlar estos subsistemas de acuerdo con las instrucciones recibidas.

El subsistema ATOL se puede montar en la aeronave **105** y está configurado para ejecutar el despegue o el aterrizaje automáticos. En algunos ejemplos, el subsistema ATOL de a bordo puede estar conectado operativamente al subsistema de control de vuelo para facilitar el control de la aeronave durante el TOL. La activación de ATOL puede ser en respuesta a la orden de activación de ATOL recibida, transmitida por ejemplo a través de un enlace de comunicación BLOS desde la estación de control de la aeronave **101**. Como se explica más adelante, el subsistema ATOL de a bordo está configurado para ejecutar un proceso ATOL en el que los datos DGPS se reciben por un enlace de comunicación LOS desde la unidad TLS **103** y las instrucciones de navegación se reciben por un enlace de comunicación BLOS desde el puesto de control de la aeronave **101**. Los datos DGPS recibidos se integran con los datos de posicionamiento nativos, determinados por un subsistema GPS de a bordo para obtener así datos de posicionamiento con una precisión aumentada. El control autónomo de la aeronave durante la ejecución del ATOL se realiza según las instrucciones de navegación y los datos de posicionamiento aumentados. Esto permite realizar el TOL de la aeronave desde una pista situada a distancia del puesto de control de la aeronave **101**.

En particular, un retraso inherente a la comunicación BLOS crea un intervalo de tiempo entre el momento en que la aeronave obtiene los datos de detección (por ejemplo, imágenes) en el lugar de aterrizaje y el momento en que los datos de detección se reciben en la estación de control de la aeronave, y otro momento en que se recibe y ejecuta en la aeronave una orden para controlar la aeronave en respuesta a los datos de detección, generada en la estación de control de la aeronave. Debido a este retardo inherente a la comunicación BLOS y a la necesidad de un control preciso sobre la aeronave durante el TOL, el TOL no puede ser controlada desde una estación de control de aeronaves a distancia, incluso si los datos de posicionamiento proporcionados por la estación son lo suficientemente precisos. En su lugar, tal y como se describe en el presente documento, se implementa el ATOL.

Ejemplos de técnicas para implementar ATOL se suministran, por ejemplo, en la publicación titulada "Advanced flight control technologies for UAVs" por Moshe Attar, Elias Wahonon y Doron Chaimovitz; Israeli Aircraft Industries - Engineering Division 2º AIAA "Unmanned Unlimited" Systems, Technologies, and Operations -Aerospac. 15-18 Septiembre 2003, San Diego, California.

La Fig. **3** es un diagrama de flujo que muestra una secuencia de operaciones llevadas a cabo como parte del proceso de aterrizaje automático, de acuerdo con un ejemplo de la materia objeto de la presente divulgación. Las operaciones descritas con referencia a la Fig. **3** (así como a la Fig. **4**) pueden ser ejecutadas por los componentes del sistema de control de la aeronave **100** descritos anteriormente. No obstante, cabe señalar que la referencia a los componentes específicos ilustrados en la Fig. **1** se hace únicamente a modo de ejemplo y no debe interpretarse como una limitación.

En el bloque **301** una aeronave **105** es controlada por una estación de control de aeronaves a distancia **101**. Como se ha mencionado anteriormente, debido a la lejanía entre la aeronave y el puesto de control de la aeronave, la comunicación entre ambos se facilita mediante un enlace de comunicación BLOS. En algunos ejemplos, el despegue inicial de la aeronave puede ser ejecutado por el puesto de control de la aeronave **101** desde una pista situada en las proximidades del puesto de control de la aeronave **101**. Una vez en el aire, la aeronave puede dirigirse a una zona en la que la comunicación entre la aeronave y la estación de control de la aeronave sólo es posible mediante un enlace de comunicación BLOS.

En el bloque **303**, se despliega una unidad TLS en la vecindad (proximidad) del lugar de aterrizaje previsto, por ejemplo, una pista de despegue y aterrizaje (TLR **107**) situada a distancia del puesto de control de la aeronave **101**. La unidad TLS puede ser desplegada, por ejemplo, por un pequeño equipo de técnicos (por ejemplo, entre 1 y 3 técnicos). En algunos ejemplos, la unidad TLS se activa una vez que la aeronave llega a una zona cercana a la pista de aterrizaje, por ejemplo, una vez que la aeronave está dentro del rango de comunicación LOS. En algunos ejemplos, el funcionamiento de la unidad TLS y/o la comunicación entre la aeronave y la unidad TLS se inicia en respuesta a un comando transmitido desde la estación de control de la aeronave **101**.

La aeronave puede ser controlada desde el puesto de control de la aeronave **101** hasta que llegue a la pista remota. Antes de que se active el subsistema ATOL a bordo (bloque **305**). La activación del subsistema ATOL puede producirse, por ejemplo, en respuesta a una orden de activación recibida a través de la comunicación BLOS desde el puesto de control de la aeronave **101**.

En el bloque **307**, los datos de posicionamiento DGPS son calculados por un DGPS conectado operativamente al TLS y transmitidos a la aeronave utilizando el enlace de comunicación LOS. Los datos de posicionamiento DGPS transmitidos se reciben, por ejemplo, en el subsistema ATOL de a bordo.

En el bloque **309** las instrucciones de control TOL se transmiten desde la estación de control de la aeronave **101** (a través de la comunicación BLOS) a la aeronave. Las instrucciones de control de TOL pueden incluir, por ejemplo, instrucciones de navegación. Las instrucciones de navegación incluyen, por ejemplo, las coordenadas del punto de aterrizaje en la pista y de los puntos de referencia de la trayectoria de aproximación de aterrizaje predeterminada, entre otros. Las instrucciones de control de TOL también pueden incluir un comando de activación de TOL.

El subsistema ATOL inicia el proceso de aterrizaje, en el que los datos de navegación se utilizan para controlar la aeronave a lo largo de la trayectoria de aproximación para el aterrizaje. Durante la navegación autónoma de la aeronave para el aterrizaje, los datos DGPS se integran con los datos GPS nativos (por ejemplo, los datos determinados por un subsistema GPS a bordo de la aeronave) y se generan datos GPS con precisión aumentada basados en los datos DGPS (bloque **311**). Los datos GPS aumentados se utilizan para controlar la aeronave a lo largo de la trayectoria de aproximación al aterrizaje y durante el aterrizaje real de la aeronave en la pista (bloque **313**).

Según algunos ejemplos, si se desea abortar el aterrizaje de la aeronave, un operador de la unidad TLS puede interactuar con el dispositivo de control de abortar (por ejemplo, pulsar un botón de abortar o traccionar de una palanca de abortar) para emitir una orden de abortar el aterrizaje que se transmite automáticamente a la aeronave. En respuesta a la orden de abortar el aterrizaje, la aeronave cesa el proceso de aterrizaje, por ejemplo, puede elevarse para dar vueltas alrededor del lugar de aterrizaje. Algunos ejemplos de situaciones de aborto son una pista no despejada, una trayectoria de aproximación de aterrizaje no despejada, condiciones de aterrizaje peligrosas, por ejemplo, mal tiempo, etc.

La Fig. **4** es un diagrama de flujo que muestra una secuencia de operaciones llevadas a cabo como parte del proceso de despegue automático, de acuerdo con un ejemplo de la materia objeto de la presente divulgación.

En el bloque **401** una aeronave **105** se prepara para despegar de una pista. Los preparativos incluyen, por ejemplo, la colocación de la aeronave en la pista en posición de despegue y la realización de diversas comprobaciones previas al vuelo. En el bloque **403**, el control sobre la aeronave se otorga a una estación de control de la aeronave **101** situada a distancia de la pista, que puede comunicarse con la aeronave a través de un enlace de comunicación BLOS. En el bloque **405**, la estación de control de la aeronave **101** proporciona instrucciones de control de TOL a la aeronave desde la estación de control de la aeronave **101** a través del enlace de comunicación BLOS. Las instrucciones de control de TOL pueden incluir, por ejemplo, el comando de activación de ATOL para activar el subsistema ATOL de a bordo, el comando de iniciación de TOL para iniciar TOL e instrucciones de navegación. Las instrucciones de navegación incluyen, por ejemplo, las coordenadas de los puntos de paso de la ruta de despegue y de la ruta de vuelo tras el despegue.

En el bloque **407** se calculan los datos de posicionamiento DGPS en la unidad TLS y se transmiten a la aeronave. Los datos de posicionamiento DGPS transmitidos pueden ser recibidos, por ejemplo, por el subsistema ATOL de a bordo.

Tras la activación, el subsistema ATOL inicia un proceso de despegue, en el que los datos de navegación se utilizan para controlar la aeronave durante el despegue. Durante la navegación autónoma de la aeronave, los datos DGPS se integran con los datos GPS nativos (por ejemplo, determinados por un subsistema GPS a bordo de la aeronave) y se generan datos GPS con precisión aumentada basados en los datos DGPS (bloque **409**). Los datos GPS aumentados se utilizan para controlar la aeronave a lo largo del proceso de despegue y también posteriormente a lo largo de las etapas iniciales de la ruta de vuelo de la aeronave (bloque **411**).

Según algunos ejemplos, si se desea abortar el despegue de la aeronave, el operador de la unidad TLS puede interactuar con el dispositivo de control de abortar (por ejemplo, pulsando un botón de abortar) para emitir una orden de abortar el despegue que se transmite automáticamente a la aeronave. En respuesta a la orden de abortar el despegue, la aeronave cesa el proceso de despegue, por ejemplo, puede detenerse en la pista antes del despegue.

La materia objeto divulgada actualmente permite ejecutar un despegue o aterrizaje seguro de una aeronave en un sitio TOL ubicado remotamente desde una estación de control de la aeronave. Este enfoque ayuda a reducir los costes y a simplificar el funcionamiento de la estación de control de aeronaves **100**, ya que no requiere el despliegue de una estación de control de aeronaves totalmente funcional en el emplazamiento de la TOL y tampoco requiere el alojamiento de operadores de estaciones de control de aeronaves formados en el emplazamiento del TOL. Por ejemplo, una estación de control de aeronaves UAV puede estar situada a miles de kilómetros de la zona de operaciones del UAV y utilizarse para controlar el UAV mientras está en el aire. Durante el TOL, el subsistema ATOL de a bordo se activa y controla el UAV mientras se comunica con la unidad TLS para obtener los datos DGPS necesarios para calcular datos de posición precisos. Otras aplicaciones del sistema y el procedimiento divulgados incluyen, por ejemplo, el traslado de aeronaves en vuelo, en lugar de como carga, a cualquier destino que carezca de una estación de control de aeronaves y/o de operadores capacitados de una estación de control de aeronaves; la capacitación de operadores de estaciones de control de aeronaves, cuando las estaciones de control de aeronaves están ubicadas a distancia del sitio TOL de las aeronaves.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control de aeronave (100) que permite el despegue o aterrizaje automático, denotado por "ATOL", de una aeronave, el sistema se **caracteriza por:**

un puesto de control de la aeronave (101) configurado para comunicarse a través de un enlace de comunicación más allá de la línea de visión, denotado por "BLOS", con la aeronave;
una unidad (103) de apoyo al despegue y al aterrizaje, denotada por "TLS", que está separada físicamente del puesto de control de la aeronave y que está configurada para comunicarse con la aeronave a través de un enlace de comunicación en línea visual (denotada por "LOS");
un subsistema ATOL montable en una aeronave (105) y configurado para ejecutar el despegue o el aterrizaje automático, denotado por "TOL",
en el que durante el despegue o el aterrizaje:

el puesto de control de la aeronave (101) está configurado para proporcionar, a través del enlace de comunicación BLOS, instrucciones de navegación que permitan al subsistema ATOL a bordo de la aeronave (105) controlar la aeronave (105) durante el TOL;
la unidad TLS (103) está configurada para proporcionar al subsistema ATOL a bordo de la aeronave (105), a través del enlace de comunicación LOS, datos de posicionamiento DGPS;
el subsistema ATOL está configurado para integrar los datos de posicionamiento DGPS con los datos de posicionamiento nativos adquiridos por un dispositivo GPS a bordo para generar así datos de posicionamiento aumentados; y generar instrucciones para controlar la aeronave (105) durante el TOL, basándose en los datos de posicionamiento aumentados y las instrucciones de navegación.

2. El sistema de control de aeronave (100) de la reivindicación 1, en el que la unidad TLS comprende un dispositivo de control de interrupción y está configurado, en respuesta a una orden de interrupción generada en respuesta a la interacción con el dispositivo de control de interrupción, para transmitir una orden de interrupción a través del enlace de comunicación LOS a la aeronave; el subsistema ATOL está configurado, en respuesta a una orden de interrupción recibida de la unidad TLS, para interrumpir el TOL.

3. El sistema de control de aeronave (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la aeronave está en el aire en una ubicación remota con respecto a la ubicación de la estación de control de la aeronave, de manera que el rango entre la aeronave y la estación de control de la aeronave puede comunicarse sólo por comunicación BLOS.

4. El sistema de control de aeronave (100) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la aeronave es un vehículo aéreo no tripulado (denotado por "UAV").

5. El sistema de control de aeronave (100) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el puesto de control de la aeronave está configurado para transmitir al subsistema ATOL instrucciones de iniciación de TOL.

6. Un procedimiento de control de una aeronave durante el despegue o el aterrizaje, denotado por "TOL", el procedimiento comprende:

en un subsistema de despegue o aterrizaje automático, denotado por "ATOL", montado en una aeronave, utilizar uno o más procesadores informáticos para:
recibir a través de un enlace de comunicación más allá de la visión de tierra, denotado por "BLOS", instrucciones que permitan al subsistema ATOL a bordo de la aeronave ejecutar un proceso ATOL; las instrucciones se generan en una estación de control de la aeronave situada a distancia de la aeronave;
recibir de una unidad de apoyo al despegue y al aterrizaje, denotada por "TLS", que está separada físicamente del puesto de control de la aeronave y situada muy cerca de la aeronave, a través de un enlace de comunicación de línea visual, denotado por "LOS", los datos de posicionamiento DGPS;
integrar los datos de posicionamiento DGPS con los datos de posicionamiento nativos para generar así datos de posicionamiento aumentados; y
generar instrucciones de TOL para controlar la aeronave durante el TOL, basándose en los datos de posicionamiento aumentados y en las instrucciones generadas en el puesto de control de la aeronave.

7. El procedimiento de la reivindicación 6 que comprende además, operar uno o más dispositivos de control de vuelo de acuerdo con las instrucciones TOL.

8. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7, que comprende además: en la unidad TLS, utilizar uno o más procesadores informáticos para:

generar una orden de abortar en respuesta a la interacción del usuario con un dispositivo de control de abortar en la unidad TLS;
generar instrucciones para abortar el TOL en respuesta a la orden de abortar;
transmitir la instrucción al subsistema ATOL; y
en el subsistema ATOL: abortar el TOL de acuerdo con la orden de abortar.

9. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 6 y 8, en el que la aeronave es un UAV
10. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 6 y 9, en el que la instrucción incluye instrucciones de navegación para controlar la aeronave durante el TOL; las instrucciones de TOL se generan también en base a las instrucciones de navegación.
- 5 11. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que la comunicación entre la aeronave y el puesto de control de la aeronave sólo es posible mediante un enlace de comunicación BLOS.
12. Un dispositivo de almacenamiento de programas no transitorio legible por ordenador de un ATOL según la reivindicación 1 que incorpora de forma tangible unas instrucciones legibles por ordenador ejecutables por el ordenador para llevar a cabo un procedimiento de control de la aeronave durante el despegue o el aterrizaje (TOL),
- 10 el procedimiento comprende: operar el subsistema ATOL montado en una aeronave que comprende:
- recibir a través del enlace de comunicación BLOS instrucciones que permitan al subsistema ATOL a bordo de la aeronave ejecutar un proceso ATOL; las instrucciones se generan en el puesto de control de la aeronave situado a distancia de la misma;
- 15 recibir de la unidad de apoyo al despegue y al aterrizaje (TLS), separada físicamente del puesto de control de la aeronave y situada muy cerca de ésta, a través del enlace de comunicación LOS, datos de posicionamiento DGPS;
- integrar los datos de posicionamiento DGPS con los datos de posicionamiento nativos para generar así datos de posicionamiento aumentados; y
- 20 generar instrucciones de TOL para controlar la aeronave durante el TOL, basándose en los datos de posicionamiento aumentados y en las instrucciones generadas en el puesto de control de la aeronave.

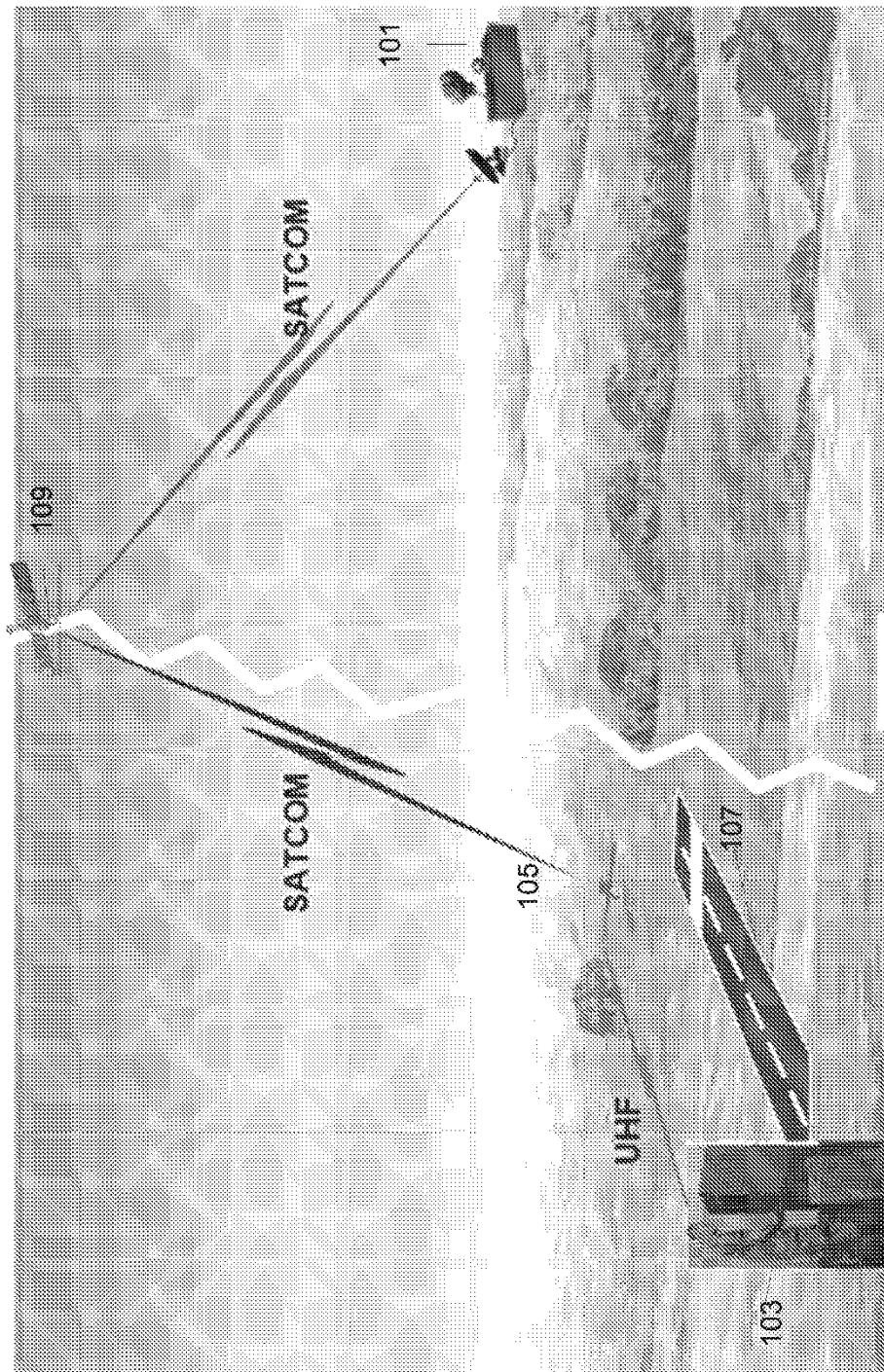


Fig. 1

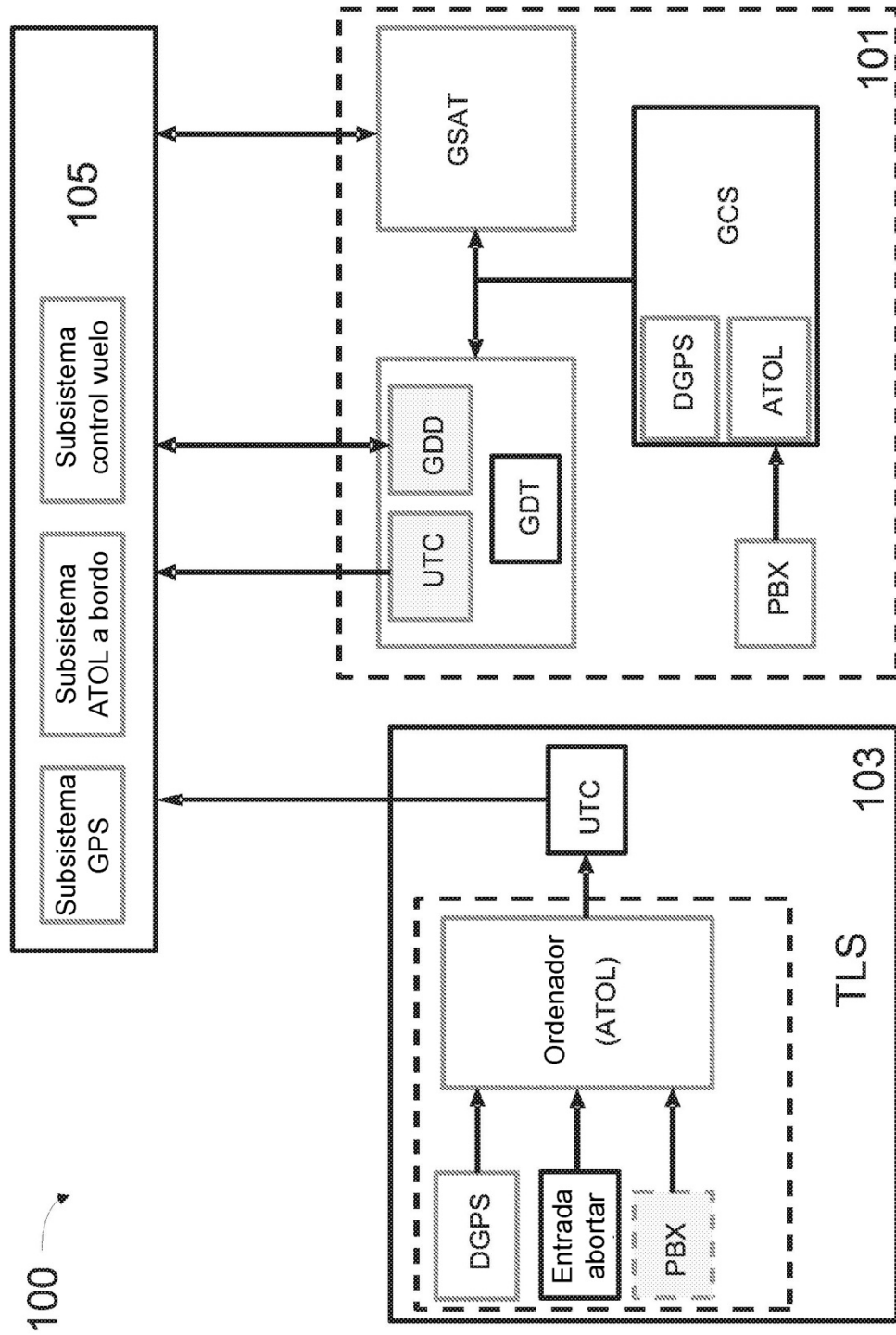


Fig. 2

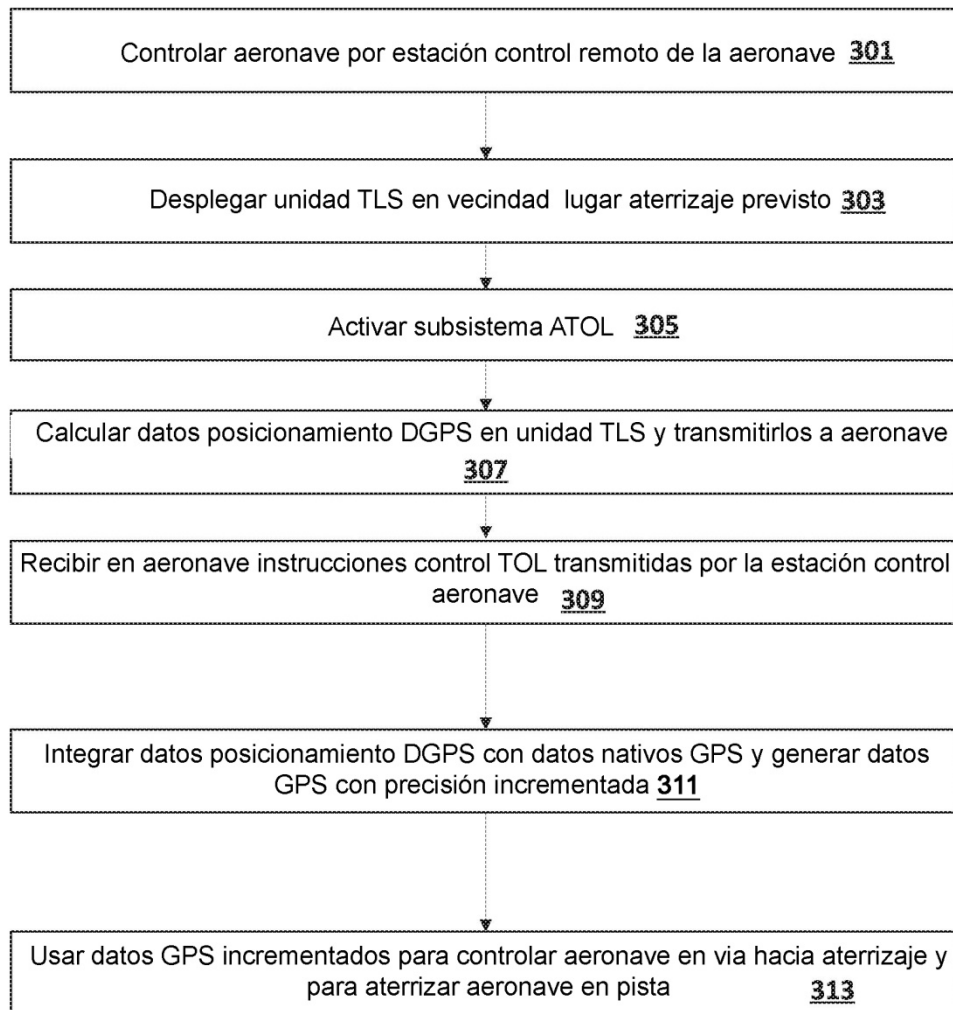


Fig. 3

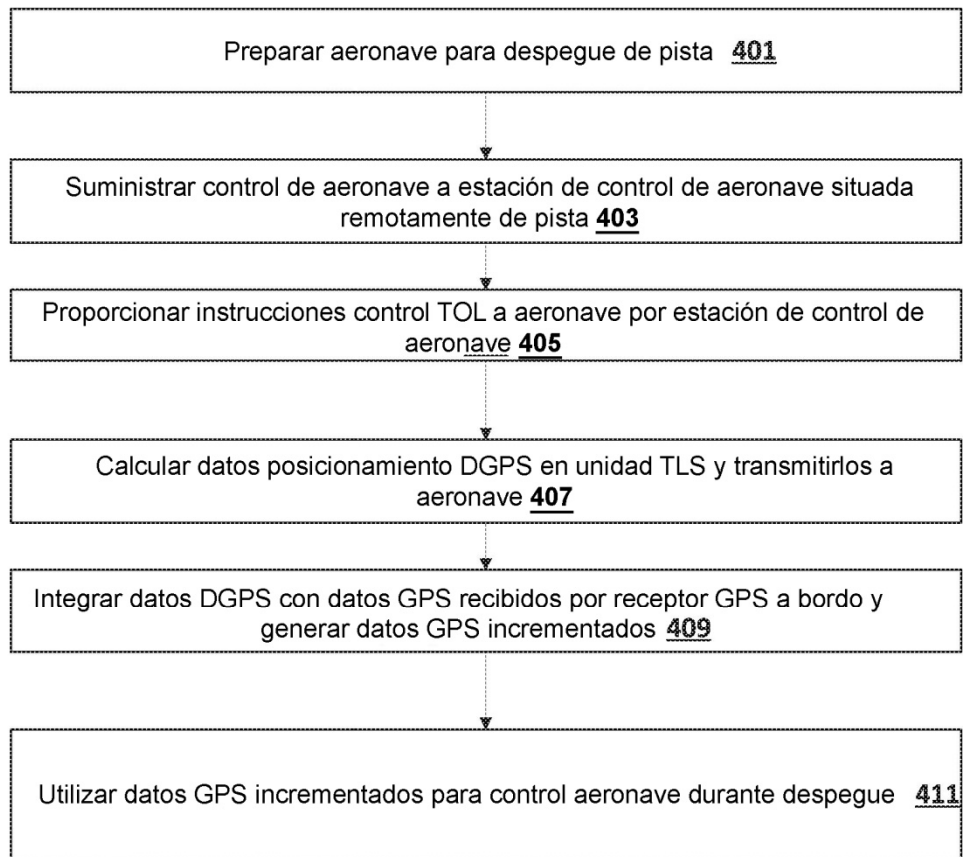


Fig. 4