

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 325**

21 Número de solicitud: 201930904

51 Int. Cl.:

G05D 1/06 (2006.01)

B64D 5/00 (2006.01)

B64C 39/02 (2006.01)

G06T 7/73 (2007.01)

G08G 5/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

14.10.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

15.04.2021

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ (100.0%)
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares (Madrid) ES

72 Inventor/es:

SÁNCHEZ PRIETO, Sebastián;
ARRIBAS NAVARRO, Tomás y
GÓMEZ PLAZA, Mariano

54 Título: **MÉTODO DE APROXIMACIÓN Y TRINCADO ENTRE PLATAFORMAS VTOL Y HTOL, SISTEMA AUTÓNOMO DE APROXIMACIÓN Y TRINCADO Y PLATAFORMA VTOL ASOCIADA**

57 Resumen:

Se propone un nuevo sistema de asistencia al despegue y aterrizaje vertical, "Vertical Take-Off and Landing" (VTOL), para plataformas carentes de dicha capacidad, tales como las plataformas "Horizontal Take-Off and Landing" (HTOL). La idea fundamental es permitir la operación combinada de dos plataformas de vuelo, una VTOL y otra HTOL, en las maniobras de despegue y aterrizaje. Para ello, se ha ideado un doble sistema de acoplamiento y desacoplamiento dinámicos y controlados entre ambas plataformas en las maniobras citadas, que son las más críticas. La ventaja de la técnica propuesta consiste por un lado en liberar la plataforma HTOL de la VTOL, una vez que la primera puede volar con mejor desempeño y de forma independiente tras la operación de despegue, y por otro lado la captura de la plataforma HTOL en el proceso de aterrizaje por parte de la plataforma VTOL, eliminando los riesgos característicos del aterrizaje en pista.



FIG. 4

ES 2 819 325 A1

DESCRIPCIÓN

MÉTODO DE APROXIMACIÓN Y TRINCADO ENTRE PLATAFORMAS VTOL Y HTOL, SISTEMA AUTÓNOMO DE APROXIMACIÓN Y TRINCADO Y PLATAFORMA VTOL ASOCIADA

5

OBJETO DE LA INVENCION

10 Esta invención se enmarca en el sector técnico del control y operación automático coordinado para múltiples aeronaves en tiempo real, permitiendo controlar la operación de vuelo conjunta de forma automática y segura.

En la presente invención se define un nuevo sistema de asistencia al despegue y aterrizaje vertical, "Vertical Take-Off and Landing" (en adelante VTOL), para plataformas
15 carentes de dicha capacidad. Como ejemplo más representativo de estas últimas tenemos las conocidas plataformas HTOL u "Horizontal Take-Off and Landing".

Un objeto de la presente invención es permitir la operación combinada de dos
20 plataformas de vuelo, una VTOL y otra HTOL, en las maniobras de despegue y aterrizaje.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

25 El problema de control que se plantea resuelve un paradigma de navegación aérea relativo al método de despegue y aterrizaje de las aeronaves. Podemos determinar que en este momento las aeronaves HTOL (como son los aeroplanos) convencionalmente utilizan un método de despegue basado en sustentación alar, y por ello requieren alcanzar en tierra cierta velocidad inicial que garantice la sustentación, previo a iniciar
30 la maniobra de ascenso. Para este tipo de aeronaves, la maniobra de aterrizaje también requiere de unas características específicas como una pista de aterrizaje y una maniobra de aproximación y toma de contacto específica con tierra. Cuando no se dispone de las características o requisitos convencionales, se utilizan mecanismos alternativos de despegue y aterrizaje como por ejemplo el despegue mediante catapulta
35 o la recuperación o aterrizaje mediante paracaídas. Una solución alternativa consiste en

la fabricación de una aeronave híbrida que disponga de ambas capacidades por construcción, es decir, que incluya en su estructura de propulsores verticales y horizontales que le permitan disponer de capacidades de sustentación vertical, con independencia de la capacidad de sustentación derivada de la propulsión horizontal. Si bien esta característica resuelve el problema de despegue y aterrizaje vertical, supone un problema de eficiencia y carga, debido a que todo el tiempo de vuelo debe transportar la carga asociada al sistema VTOL y adicionalmente puede penalizar la aerodinámica de la aeronave. En la presente patente se propone dotar de capacidades VTOL a plataformas HTOL mediante el acoplamiento temporal de un subsistema específico VTOL como es el multirrotores o multicóptero para asistir a las maniobras de despegue y aterrizaje.

Si bien el hecho de utilizar aeronaves auxiliares no sería la innovación específica objeto de esta patente, el método presentado sí que supone un avance importante, ya que se elimina la penalización permanente del subsistema VTOL, que se convierte en un elemento de acoplamiento temporal y que únicamente interviene durante las maniobras de despegue y aterrizaje, desacoplándose y recuperándose de forma independiente y autónoma, al finalizar dichas maniobras.

La tecnología CACM-RL [T. Arribas, S. Sánchez and M. Gómez, "Optimal Control of Dynamic Systems using a New Adjoining Cell Mapping Method with Reinforcement Learning," Control and Cybernetics Journal, vol.44, no.3, pp. 369-387, 2015] y [M. Gómez, R.V. González, T. Martínez-Marín, D. Meziat and S. Sánchez, "Optimal Motion Planning by Reinforcement Learning in Autonomous Mobile Vehicles," Robotica, vol. 30, no. 2, pp. 159-170, 2012] permite controlar cualquier sistema dinámico, incluyendo sistemas complejos reales no lineales como aviones, satélites, RPAS y otros vehículos. CACM-RL es una tecnología que integra técnicas de dinámica de sistemas y esquemas inteligentes de aprendizaje.

Las principales ventajas de utilizar CACM-RL son: 1) proporcionar soluciones óptimas; 2) aprender de la experiencia interactuando con el entorno; 3) auto-adaptarse a los posibles cambios (físicos, mecánicos, etc.) en tiempo real; 4) no necesitar un modelo matemático de la plataforma; y 5) reducir los costes de mantenimiento por ser soluciones tecnológicas óptimas.

35

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención propone un doble sistema de acoplamiento y desacoplamiento dinámicos y controlados entre dos plataformas HTOL y VTOL en las maniobras de despegue y aterrizaje, que son las más críticas.

El problema que se resuelve, por tanto, consiste en proporcionar un método de control requerido para realizar primeramente el proceso automático y seguro de acoplamiento y desacoplamiento entre aeronaves en vuelo. Y también dotar al sistema de capacidad de un equipo de control combinado para realizar de forma segura las operaciones de aterrizaje o despegue asistido.

Mediante la presente invención se dispondrá de un nuevo sistema VTOL de acople para plataformas de despegue horizontal que aportará las siguientes capacidades:

- Maniobra automática de alineamiento no invasiva de plataformas VTOL sobre plataformas HTOL mediante técnicas de seguimiento y predicción de trayectorias.
- Acoplamiento y trincado de forma sincronizada y en vuelo, entre las plataformas VTOL y HTOL.
- Transferencia autónoma del control a la plataforma VTOL para llevar a cabo la maniobra de aterrizaje, una vez realizado el trincado.
- Apoyo en vuelo por parte de la plataforma VTOL a la maniobra de liberación de la plataforma HTOL.

Las primeras tres capacidades mencionadas se asocian a la maniobra de aterrizaje de la plataforma HTOL, mientras que la cuarta se refiere a la maniobra de despegue.

Para llevar a cabo cualquiera de los puntos anteriores, tanto la plataforma HTOL como la VTOL, estarán gobernadas por un autopiloto basado en la tecnología CACM-RL. Por tanto, el controlador resultante, al hacer uso de la técnica CACM-RL hereda todas las ventajas de esta, las cuales se citan a continuación:

- Solución no invasiva y adaptativa con las plataformas HTOL existentes.
- Solución capaz de ser aplicada a sistemas dinámicos no-lineales (y por tanto lineales también) e inestables (y por tanto estables también).

- Solución que garantiza reducción de costes de mantenimiento por el hecho de ser un control óptimo.
- Solución diseñada para realizar con seguridad las operaciones, al basarse en técnicas de control óptimo y disponer de los mecanismos de control en lazo cerrado requeridos, que garantizan el éxito de la operación.
- Solución con capacidad de adaptación a cambios dinámicos en las plataformas.

La ventaja de la técnica de la solución propuesta consiste por un lado en liberar la plataforma HTOL de la VTOL, una vez que la primera puede realizar su vuelo con mejor desempeño y de forma independiente tras la operación de despegue, y por otro lado la captura de la plataforma HTOL en el proceso de aterrizaje por parte de la plataforma VTOL, eliminando los riesgos característicos del aterrizaje en pista.

Para alcanzar la ventaja indicada anteriormente, la técnica objeto de la patente comprende la ejecución secuencial de las siguientes fases:

1. Aproximación GPS entre ambas plataformas. Para ello, se prevén marcas ópticas en la superficie alar de la plataforma HTOL con objeto de que las plataformas queden niveladas. Esta fase es crítica ya que hay que compensar las corrientes de aire generadas por ambas plataformas mediante una trayectoria de aproximación óptima. Gracias a la técnica CACM-RL podrá llevarse a cabo esta trayectoria.
2. Acoplamiento de los puntos de contacto magnéticos sobre la superficie alar.
3. Fijación mecánica de la plataforma VTOL a la superficie alar de la HTOL.
4. Fijación de la garra trasera de la plataforma VTOL a la HTOL mediante una maniobra de picado de la HTOL.
5. Parada de motores de la plataforma HTOL y control total de la plataforma VTOL.

La invención, por tanto, se refiere a un método de aproximación y trincado entre plataformas VTOL, vertical take off and landing, y HTOL, horizontal take off and landing, que comprende un primer paso de proveer una plataforma HTOL que tiene unos motores, un fuselaje, dos alas y una cola, y comprende 2 placas ferromagnéticas, a continuación se procede a proveer una plataforma VTOL que tiene un tren de aterrizaje delantero, en cuya base comprende un electroimán, un tren de aterrizaje trasero, en cuya base comprende al menos un detector de presión, y al menos dos patas, en cada una de las cuales comprende un detector de presión.

Entonces, se envía la posición de la plataforma HTOL a la plataforma VTOL y se genera una trayectoria óptima de aproximación, de modo que la plataforma VTOL evite las posibles turbulencias de aire que pueda generar la plataforma HTOL, preferentemente se hace uso de la tecnología CACM-RL, implantada en un sistema de autopilotaje de
5 cada una de las plataformas HTOL y VTOL.

Seguidamente, se realiza con la plataforma VTOL una maniobra de acercamiento siguiendo la trayectoria óptima de aproximación y se procesan en tiempo real, mediante la plataforma VTOL, imágenes de visión artificial para identificar unas marcas visuales
10 fijadas sobre la plataforma HTOL, que son preferentemente pegatinas codificadas o leds de alta intensidad, esto lleva a corregir la posición de la plataforma VTOL con respecto a la plataforma HTOL para situarse y estabilizarse sobre dicha plataforma HTOL, provocando una atracción magnética automática entre ambas plataformas, activándose, en ese momento, los detectores de presión cuando se produce el contacto magnético.

15

A continuación, se procede a accionar dos o más garras mecánicas, situadas en las patas de la plataforma VTOL, para engancharse a la plataforma HTOL, preferiblemente por el borde de cada una de sus alas.

20 Adicionalmente el método de la invención también puede comprender, para realizar la maniobra de aterrizaje, los pasos de enviar un comando a la plataforma HTOL para que ejecute una maniobra de ligero picado, levantando la cola hasta que el fuselaje haga contacto con el tren de aterrizaje trasero de la plataforma VTOL, activando al menos un detector de presión. Seguidamente, se accionan una o más garras, situadas en el tren
25 de aterrizaje trasero de la plataforma VTOL, y se engancha a la cola de la plataforma HTOL. Finalmente, se envía un comando a la plataforma HTOL para detener sus motores.

Adicionalmente el método de la invención también puede comprender, para realizar la
30 maniobra de despegue, los pasos de iniciar una maniobra de despegue vertical hasta alcanzar una altitud determinada, entonces, iniciar en la plataforma VTOL una trayectoria en sentido contrario al viento hasta alcanzar una velocidad mínima y enviar a la plataforma HTOL una orden para encender motores. A continuación, se accionan las garras de la plataforma VTOL para liberar la plataforma HTOL.

35

Preferiblemente, los pasos de enviar comandos son realizados haciendo uso de telemetría.

5 La invención también se refiere a un sistema autónomo de aproximación y trincado, que hace uso de una plataforma VTOL, que tiene un tren de aterrizaje delantero y un tren de aterrizaje trasero, y una plataforma HTOL, que tiene unos motores, un fuselaje, dos alas y una cola.

10 El sistema de la invención comprende al menos dos placas ferromagnéticas, destinadas a adherirse a la plataforma HTOL y una o más marcas visuales, destinadas a adherirse a la plataforma HTOL.

15 Asimismo, el sistema comprende dos patas, destinadas a ser acopladas a la plataforma VTOL y al menos dos módulos de trincado, situados en la base de dichas patas y que comprenden cada uno: un electroimán, al menos un detector de presión y al menos una garra mecánica, que cuenta con un actuador para accionarla, preferiblemente un servomotor.

20 El sistema también comprende un primer módulo de posicionamiento, destinado a ser montado en la plataforma HTOL, para obtener la posición de la plataforma HTOL y un segundo módulo de posicionamiento, destinado a ser montado en la plataforma VTOL, para obtener la posición de la plataforma VTOL, ambos módulos de posicionamiento haciendo uso de tecnología GPS.

25 Asimismo, comprende un primer módulo de comunicación, destinado a ser acoplado a la plataforma VTOL y un segundo módulo de comunicación, destinado a ser acoplado a la plataforma HTOL, de modo que las plataformas HTOL y VTOL pueden enviar y recibir información entre ellas.

30 Por otro lado, el sistema comprende un módulo de procesamiento de imágenes; destinado a ser montado en la plataforma VTOL, y configurado para identificar las marcas visuales de la plataforma HTOL y un módulo de cálculo, destinado a ser montado en la plataforma VTOL, y configurado para generar una trayectoria óptima de aproximación a la plataforma HTOL, en base a la posición de las plataformas HTOL y
35 VTOL, preferentemente haciendo uso de la tecnología CACM-RL.

Preferentemente, al menos dos placas ferromagnéticas y una o más marcas visuales están destinadas a adherirse a las alas de la plataforma HTOL.

El sistema de la invención puede comprender adicionalmente al menos un detector de presión destinado a ser situado en la base del tren de aterrizaje de la plataforma VTOL.

La invención también se refiere a una plataforma VTOL, que tiene un tren de aterrizaje delantero y un tren de aterrizaje trasero y un fuselaje, y además comprende dos patas, acopladas al fuselaje; al menos dos módulos de trincado, situados en la base de las patas y que comprenden cada uno un electroimán, al menos un detector de presión y al menos una garra mecánica, que cuenta con un actuador para accionarla.

La plataforma VTOL también comprende un módulo de posicionamiento para obtener la posición de la plataforma VTOL, un módulo de comunicación para enviar y recibir información, un módulo de procesamiento de imágenes configurado para identificar unas marcas visuales de una plataforma HTOL y un módulo de cálculo que hace uso de la tecnología CACM-RL para generar una trayectoria óptima de aproximación a una plataforma HTOL.

20 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1.- Muestra un esquema general del entorno operativo de la invención, en el que las dos plataformas (VTOL y HTOL) se encuentran en vuelo y han de ser acopladas para el aterrizaje VTOL de la plataforma HTOL.

25

Figura 2.- Muestra un esquema general del entorno operativo de la invención, en el que las dos plataformas (VTOL y HTOL) se encuentran en tierra y han de ser acopladas para el despegue VTOL de la plataforma HTOL.

Figura 3.- Muestra las maniobras de aproximación (con GPS) y apuntamiento preciso (con marcas visuales) en vuelo.

Figura 4.- Muestra el trincado delantero en vuelo (contacto magnético).

Figura 5.- Muestra el trincado delantero en vuelo (fijación mecánica).

Figura 6-. Muestra el trincado trasero en vuelo (fijación mecánica).

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

5 La presente invención permite ejecutar dos maniobras de acople entre plataformas aéreas, durante el despegue y el aterrizaje, cada maniobra con un procedimiento de ejecución particular.

Respecto a la maniobra de despegue y conforme a la Figura 2, en una primera acción,
10 la plataforma VTOL se debe acoplar manualmente a la HTOL de forma mecánica haciendo uso de las garras incluidas en la plataforma VTOL. Al encender y arrancar las aeronaves (la HTOL sólo queda armada), los servomotores que controlan las garras empezarán a ejercer la fuerza necesaria para su sujeción, como se ve en las Figuras 5 y 6. Cuando la VTOL comienza el despegue verticalmente y alcanza determinada altitud,
15 inicia una trayectoria en sentido contrario al viento y alcanzada una velocidad mínima, envía por telecomando a la plataforma HTOL la orden de encender motores para liberarla y que comience a planear según la misión encomendada.

A continuación, se indican los 4 pasos necesarios en vuelo que son necesarios
20 implementar para conseguir un aterrizaje conjunto VTOL óptimo. Para ello, lo primero será que la plataforma HTOL se oriente de cara al viento para conseguir mínima velocidad y nivelación en vuelo.

Primero, maniobra de alineamiento en vuelo de ambas plataformas. De acuerdo a la
25 Figura 1-a, la plataforma HTOL envía por telemetría a la plataforma VTOL su posición para que esta pueda trazar una trayectoria óptima de aproximación por GPS (con precisión decimétrica) que evite las posibles turbulencias de aire que pueda generar la segunda sobre la primera.

30 Para poder llevar a cabo esta maniobra, la técnica CACM-RL implantada en sus autopilotos será un aspecto tecnológico relevante, pues solo con ella será posible seguir dicha trayectoria óptima, como se ve en la Figura 3, independientemente de los tipos de plataformas o de las condiciones meteorológicas.

Segundo, maniobra de aproximación precisa en vuelo. Una vez realizada la maniobra de alineamiento del paso 1, como se ve en la Figura 2, la plataforma VTOL realiza un procesamiento de visión artificial en tiempo real para el reconocimiento e identificación de determinadas marcas visuales (pegatinas codificadas o leds de alta intensidad) fijadas sobre las alas de la plataforma HTOL, como se ve en la Figura 3. De este modo y con una precisión milimétrica, la plataforma VTOL corrige su error de posición relativa para situarse y estabilizarse sobre la plataforma HTOL y poder ejecutar el paso 3.

Tercero, fijación magnética y trincado delantero en vuelo. Para llevar a cabo esta acción, es preciso que la plataforma HTOL disponga de 2 placas metálicas de dimensiones reducidas en cada una de sus alas y que la plataforma VTOL integre en la base de su tren de aterrizaje delantero, un electroimán y un detector de presión en cada una de sus dos patas.

La idea patentada en este paso y según Figura 4, consiste en provocar una atracción magnética automática entre ambas plataformas por el hecho de haberse enfrentado en el paso 2 con una precisión milimétrica.

Cuando se produce el contacto magnético, los detectores de presión son activados para disparar dos servomotores que mueven dos garras mecánicas para atrapar la plataforma HTOL por el borde de cada ala de forma mecánica y a modo de pinza, como se ve en la Figura 5.

Cuarto, trincado trasero en vuelo. Para su ejecución, será necesario que la plataforma VTOL integre en la base de su tren de aterrizaje trasero un detector de presión. Así y tras la ejecución del paso 3, la plataforma VTOL envía un telecomando a la plataforma HTOL para que ejecute una maniobra de ligero picado, y de esta manera, levante su cola hasta que el fuselaje haga contacto con el tren de aterrizaje trasero de la VTOL.

Ese contacto es detectado por la plataforma VTOL a través de los detectores de presión implantados y dispara el/los servomotor/es para mover la/s garra/s correspondientes y para atrapar mecánicamente a la plataforma HTOL por la cola, como se ve en la Figura 6.

Justo en ese instante, la plataforma VTOL envía un telecomando a la HTOL para que esta detenga sus motores.

De forma resumida, la patente engloba las siguientes ventajas:

- 5 • Aproximación de ambas plataformas mediante CACM-RL y visión artificial.
- Coordinación de los autopilotos de ambas plataformas mediante intercambio de telemetría y telecomandos.
- Fijación magnética de precisión.
- Trincado mecánico de precisión.
- 10 • Control de garras mecánicas para fijaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método de aproximación y trincado entre plataformas VTOL, vertical take off and landing, y HTOL, horizontal take off and landing, caracterizado porque
5 comprende los pasos de:
- a) proveer una plataforma HTOL que tiene unos motores, un fuselaje, dos alas y una cola, y comprende 2 placas ferromagnéticas;
 - b) proveer una plataforma VTOL que tiene un tren de aterrizaje delantero, en cuya base comprende un electroimán, un tren de aterrizaje trasero, en cuya
10 base comprende al menos un detector de presión, y al menos dos patas, en cada una de las cuales comprende un detector de presión;
 - c) enviar la posición de la plataforma HTOL a la plataforma VTOL;
 - d) generar una trayectoria óptima de aproximación, de modo que la plataforma VTOL evite las posibles turbulencias de aire que pueda generar la
15 plataforma HTOL;
 - e) realizar con la plataforma VTOL una maniobra de acercamiento siguiendo la trayectoria óptima de aproximación;
 - f) procesar en tiempo real, mediante la plataforma VTOL, imágenes de visión artificial para identificar unas marcas visuales fijadas sobre la plataforma
20 HTOL;
 - g) corregir la posición de la plataforma VTOL con respecto a la plataforma HTOL para situarse y estabilizarse sobre dicha plataforma HTOL, provocando una atracción magnética automática entre ambas plataformas, activándose los detectores de presión cuando se produce el contacto
25 magnético;
 - h) accionar dos o más garras mecánicas, situadas en las patas de la plataforma VTOL, para engancharse a la plataforma HTOL.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende los pasos
30 de:
- enviar un comando a la plataforma HTOL para que ejecute una maniobra de ligero picado, levantando la cola hasta que el fuselaje haga contacto con el tren de aterrizaje trasero de la plataforma VTOL, activando al menos un detector de presión;

- accionar una o más garras, situadas en el tren de aterrizaje trasero de la plataforma VTOL, y engancharse a la cola de la plataforma HTOL;
 - enviar un comando a la plataforma HTOL para detener sus motores.
- 5 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende los pasos de:
- iniciar una maniobra de despegue vertical hasta alcanzar una altitud determinada,
 - iniciar en la plataforma VTOL una trayectoria en sentido contrario al viento
 - 10 hasta alcanzar una velocidad mínima,
 - enviar a la plataforma HTOL una orden para encender motores; y
 - accionar las garras de la plataforma VTOL para liberar la plataforma HTOL.
- 15 4. Método de acuerdo con la reivindicación 1 donde las garras situadas en las patas de la plataforma VTOL se enganchan con la plataforma HTOL por el borde de cada una de sus alas.
- 20 5. Método de acuerdo con la reivindicación 1 donde los pasos de enviar comandos son realizados haciendo uso de telemetría.
- 25 6. Método de acuerdo con la reivindicación 1 donde las marcas visuales fijadas sobre las alas de la plataforma HTOL son pegatinas codificadas o leds de alta intensidad.
- 30 7. Método de acuerdo con la reivindicación 1 donde el paso de generar una trayectoria óptima de aproximación hace uso de la tecnología CACM-RL, implantada en un sistema de autopilotaje de cada una de las plataformas HTOL y VTOL.
- 35 8. Sistema autónomo de aproximación y trincado, que hace uso de una plataforma VTOL, que tiene un tren de aterrizaje delantero y un tren de aterrizaje trasero, y una plataforma HTOL, que tiene unos motores, un fuselaje, dos alas y una cola, caracterizado porque comprende:
- al menos dos placas ferromagnéticas, destinadas a adherirse a la plataforma HTOL;

- una o más marcas visuales, destinadas a adherirse a la plataforma HTOL;
 - dos patas, destinadas a ser acopladas a la plataforma VTOL;
 - al menos dos módulos de trincado, situados en la base de las patas y que comprenden cada uno un electroimán, al menos un detector de presión y al menos una garra mecánica, que cuenta con un actuador para accionarla;
 - 5 - un primer módulo de posicionamiento, destinado a ser montado en la plataforma HTOL, para obtener la posición de la plataforma HTOL;
 - un segundo módulo de posicionamiento, destinado a ser montado en la plataforma VTOL, para obtener la posición de la plataforma VTOL;
 - 10 - un primer módulo de comunicación, destinado a ser acoplado a la plataforma VTOL;
 - un segundo módulo de comunicación, destinado a ser acoplado a la plataforma HTOL, de modo que las plataformas HTOL y VTOL pueden enviar y recibir información entre ellas;
 - 15 - un módulo de procesamiento de imágenes; destinado a ser montado en la plataforma VTOL, y configurado para identificar las marcas visuales de la plataforma HTOL; y
 - un módulo de cálculo, destinado a ser montado en la plataforma VTOL, y configurado para generar una trayectoria óptima de aproximación a la
 - 20 plataforma HTOL, en base a la posición de las plataformas HTOL y VTOL.
9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8, donde al menos dos placas ferromagnéticas están destinadas a adherirse a las alas de la plataforma HTOL.
- 25 10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8, donde una o más marcas visuales están destinadas a adherirse a las alas de la plataforma HTOL.
11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende adicionalmente al menos un detector de presión destinado a ser situado en la base del tren de
- 30 aterrizaje de la plataforma VTOL.
12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8, donde el primer y el segundo módulo de posicionamiento consisten en módulos de posicionamiento GPS.

13. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8, donde los actuadores de las garras son servomotores.
14. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8, donde el módulo de cálculo hace uso de la tecnología CACM-RL.
15. Plataforma VTOL, que tiene un tren de aterrizaje delantero y un tren de aterrizaje trasero y un fuselaje, caracterizada porque comprende:
- dos patas, acopladas a al fuselaje;
 - al menos dos módulos de trincado, situados en la base de las patas y que comprenden cada uno un electroimán, al menos un detector de presión y al menos una garra mecánica, que cuenta con un actuador para accionarla;
 - un módulo de posicionamiento para obtener la posición de la plataforma VTOL;
 - un módulo de comunicación para enviar y recibir información;
 - un módulo de procesamiento de imágenes configurado para identificar unas marcas visuales de una plataforma HTOL; y
 - un módulo de cálculo que hace uso de la tecnología CACM-RL para generar una trayectoria óptima de aproximación a una plataforma HTOL.

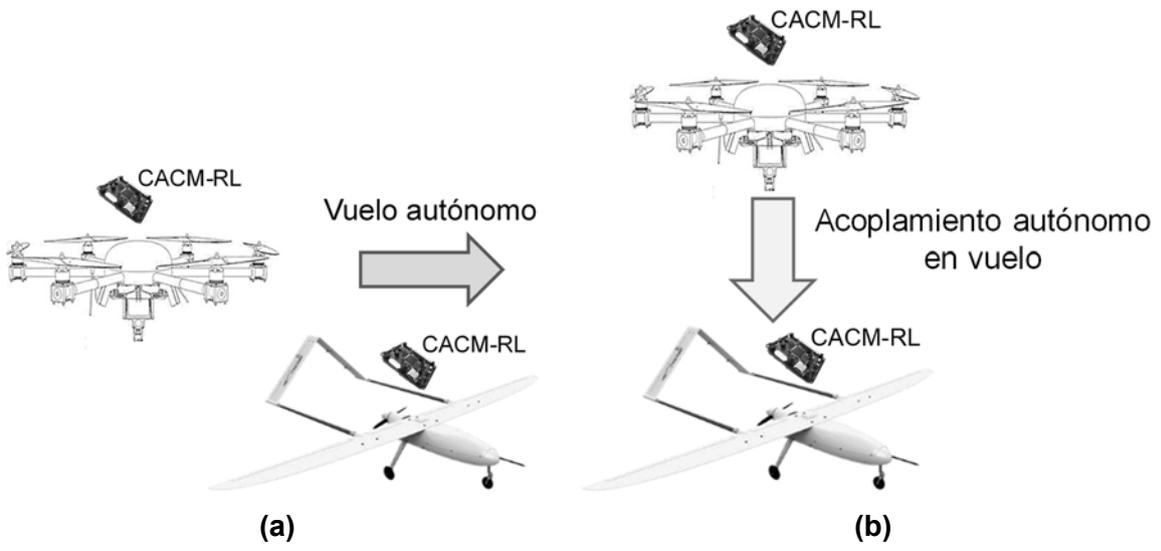


FIG. 1

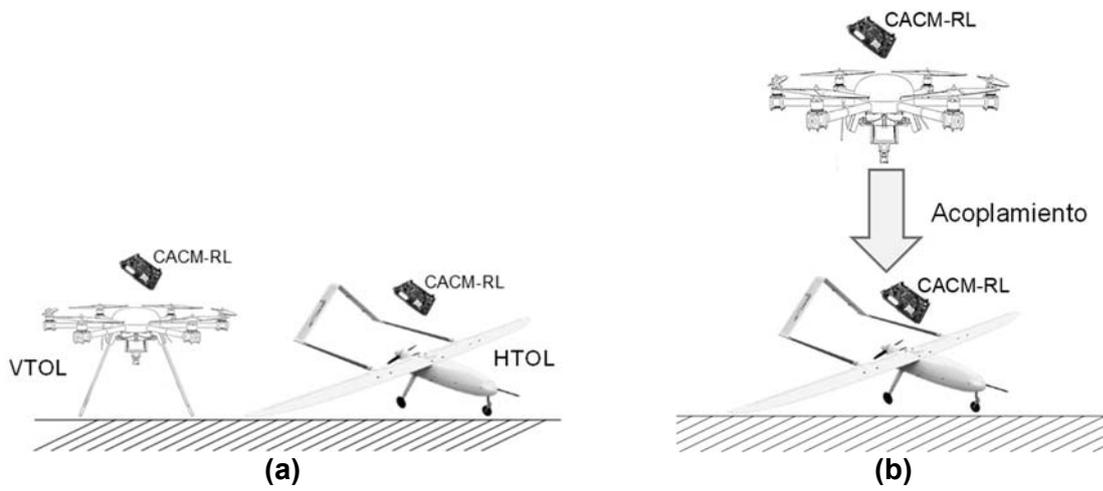


FIG. 2

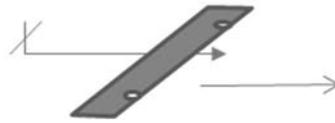
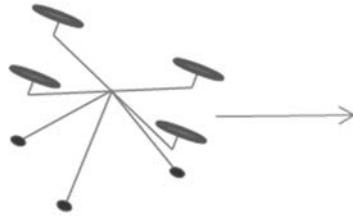


FIG. 3

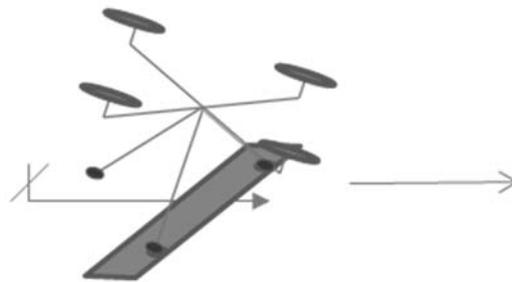


FIG. 4

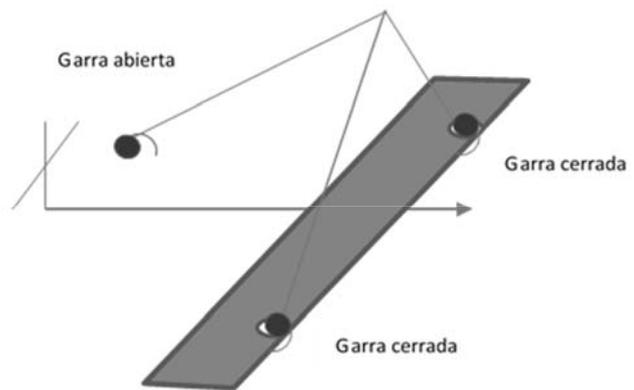


FIG. 5

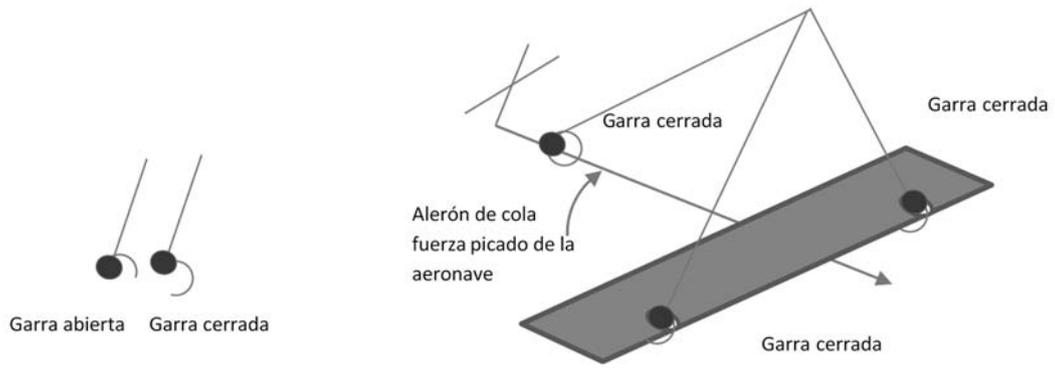


FIG. 6



- ②① N.º solicitud: 201930904
②② Fecha de presentación de la solicitud: 14.10.2019
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Cl. Int: ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 2017/0036762 A1 (GAMBLE et al.) 09/02/2017; Todo el documento.	1, 3, 5-15
Y	US 2018/0101173 A1 (BANERJEE et al.) 12/04/2018; Párrafos [0030]-[0133]; figuras 1-10.	1, 3, 5-15
Y	Gómez et al. Introducing MultiScale technique with CACM-RL. En: International Journal of Advanced Robotic Systems; enero-febrero 2017. DOI: 10.1177/1729881417694289; [en línea] [recuperado el 2020-07-20]. Recuperado de <SAGE journals, https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1729881417694289 >.	7, 14, 15
A	WO 2018/107278 A1 (PINTO) 21/06/2018.	
A	CZ 2017418 A3 (ČESKÉ VISOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE) 30/01/2019.	
A	US 2016/0327945 A1 (DAVIDSON) 10/11/2016.	
A	US 2019/0033889 A1 (VON FLOTOW et al.) 31/01/2019.	
A	US 2018/0327093 A1 (VON FLOTOW et al.) 15/11/2018.	
A	US 2019/0248487 A1 (HOLTZ et al.) 15/08/2019.	
A	US 2017/0274997 A1 (VON FLOTOW et al.) 28/09/2017.	

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
21.07.2020

Examinador
L. J. Dueñas Campo

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G05D1/06 (2006.01)
B64D5/00 (2006.01)
B64C39/02 (2006.01)
G06T7/73 (2017.01)
G08G5/02 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G05D, B64D, B64C, G06T, G08G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC