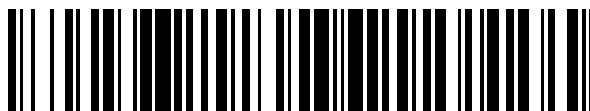


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 473 606**

51 Int. Cl.:

B64C 31/036 (2006.01)

B64C 39/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2009 E 09760232 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014 EP 2521670**

54 Título: **Procedimiento de despegue automático de una aeronave de velamen flexible, vela y aeronave**

30 Prioridad:

30.10.2008 FR 0857404

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

07.07.2014

73 Titular/es:

**SWISSAVIA (100.0%)
Rue Sigismund-Thalberg 2
1201 Genève, CH**

72 Inventor/es:

BERTHIER, BERNARD

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 473 606 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

Procedimiento de despegue automático de una aeronave de velamen flexible, vela y aeronave

5 La invención concierne a un procedimiento de gestión de despegue automático de un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible que comprende al menos una vela, el cual comprende al menos un carro o arnés suspendido por tirantes de al menos la citada vela.

La invención concierne además a una vela para la puesta en práctica de este procedimiento.

10 La invención concierne también a un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible, el cual comprende al menos un carro o arnés suspendido por tirantes de al menos una vela de este tipo, comprendiendo el citado carro o arnés un autopiloto concebido apto para dar órdenes a accionadores que comprende el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave para actuar sobre los citados tirantes, o/y para actuar sobre los medios motores o/y para actuar sobre los timones.

15 La invención concierne al ámbito de las aeronaves de velamen flexible, que comprenden un arnés o un carro denominado en lo que sigue carro, para el transporte de cargas o/y personas, cuyo carro está suspendido debajo de un velamen flexible sustentador, análogo a una vela de parapente, denominado en lo que sigue vela, y que comprende preferentemente medios motores. Un velamen flexible proporciona entonces una gran seguridad en caso de fallo de los medios motores.

Una aeronave de este tipo es conocida por el documento WO93/01087.

20 Un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible, sobre todo motorizado, es apto para desarrollar misiones de diferentes naturalezas, como transporte de personas, de material, de socorro en el mar, de observación y vigilancia del suelo, de incendios, de fronteras, de tráfico, de fotografía aérea, de recogida de muestras, de mediciones de magnitudes físicas, de meteorología, de intervención en zonas polutas o contaminadas, de trabajo aéreo, de paracaidismo, de lanzamiento, de aplicaciones militares, o similares. Una aeronave de este tipo, utilizable con o sin piloto, es muy ventajosa, de una gran autonomía, de un coste por kilo transportado muy pequeño, y de una gran capacidad de transporte.

25 Una utilización sin piloto permite aumentar la carga útil. La aeronave presenta entonces ventajas muy particulares, y en particular es apta para el transporte de materiales peligrosos, especialmente carburantes, para el abastecimiento de puestos de socorro avanzados o similares. Del mismo modo, éste puede ser utilizado en zona contaminada o radiada, por ejemplo para la recogida de muestras, la toma de fotografías, las mediciones de magnitudes físicas, o similar

30 La ergonomía de pilotaje continúa siendo sin embargo una preocupación importante para las aeronaves de velamen flexible, en la medida en que ciertas fases de vuelo necesitan una cierta habilidad por parte del piloto, o del telepiloto si por ejemplo la aeronave es mandada por radio. En efecto, al menos un telepiloto es habitualmente indispensable para el despegue del aparato, que es una maniobra delicada que necesita mucha precisión y experiencia. Su presencia es deseable, para el despegue, en el terreno en el cual despegue la aeronave.

35 El despegue, y forzosamente el despegue automático es particularmente delicado. En efecto, la vela está concebida apta para ser inflada por el viento relativo que crea la sustentación necesaria para el transporte de una carga, constituida por el carro, suspendido debajo de esta vela gracias a tirantes. Este carro es móvil en el suelo por rodadura o deslizamiento o similar, está concebido apto para transportar una carga útil, y dispone de medios de tracción o de propulsión, especialmente de un motor, que permite crear la energía necesaria para el mantenimiento del vuelo o/y para el despegue. El inflado de la vela puede ser realizado por medios anejos tales como un ventilador, o también una pendiente. Sin embargo, la verdadera autonomía de un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de este tipo impone que éste comprenda medios de motorización.

40 Habitualmente, para hacer despegar un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible, se dispone la vela en el suelo detrás del carro, se pone en marcha el motor, y se acelera El viento relativo así creado infla la vela, que se sitúa por encima del carro. Tras algunos metros de rodaje, el conjunto puede despegar. En una variante, el carro es arrastrado por medios de tracción o de propulsión, tales como un torno o similar, lo que permite desplegar la vela e izarla por encima del carro.

45 En realidad, mientras que el carro acelera, una vela no controlada se comporta de un modo anárquico, y es sometida a balanceos que se amplifican, a cierres, a cambios de dirección, entre otros disfuncionamientos, con el riesgo de provocar el vuelco del carro, o todavía un movimiento de balancín que puede conducir a la destrucción del aparato. Asimismo, en caso de fuerte viento lateral, el inflado de la vela se ve perturbado, lo que se traduce en el desplazamiento de la vela con respecto al carro. Fenómenos de balanceo y de cabeceo hacen a la aeronave difícilmente controlable y pueden hacer fracasar el despegue. Si la maniobra de despegue se hace por telemando, el retardo asociado así como una mala anticipación del telepiloto pueden amplificar el fenómeno de balanceo.

En las versiones de aparatos más evolucionadas (véanse por ejemplo los documentos WO 02/070343 A2 y US 6.808.144 B1) para permitir un funcionamiento automatizado, el carro está provisto de uno o varios captadores de posición y de sensores tales como magnetómetros, telémetros, captadores de medición dinámica y estática de la presión, « GPS », o similares. Estos captadores y sensores informan a un piloto automático denominado autopiloto, el cual está concebido apto para dar órdenes a accionadores que dirigen los mandos de vuelo, especialmente, por una parte, mandos de los medios motores de propulsión o de tracción y, por otra, mandos que actúan sobre los tirantes, tales como gatos, enrolladores, frenos de velamen o similares. En lo que sigue de la descripción, se denominará captador de posición de carro un captador de posición embarcado en el carro, que comprende captadores tales como inclinómetros o similares, para medir los ángulos o/y las velocidades de desplazamiento entre los ejes del carro y un sistema de referencia de suelo absoluto.

Las aeronaves de velamen flexible conocidas no pueden utilizar el captador de posición de carro del carro para intervenir sobre los parámetros de despegue. En efecto, la dificultad en este tipo de aeronave es que, durante toda la fase de inflado, de subida de la vela por encima del carro, de posicionamiento de la vela en la vertical del carro, y de rodaje o deslizamiento, el carro que contiene los captadores de posición no vuela, mientras que la vela a su vez está ya en vuelo. Así pues, los captadores de posición de carro no pueden describir el funcionamiento de la vela.

La invención se propone resolver este problema haciendo posible un despegue automático, con toda fiabilidad, y sin necesitar la competencia de un piloto a bordo o en el sitio de despegue. La invención se limita a desarrollar un procedimiento de gestión de despegue síncrono, o al menos con una reacción muy rápida, con respecto a los movimientos de la vela en relación con un sistema de referencia de suelo.

La invención se propone también facilitar el empleo de aeronaves de velamen flexible, permitiendo despegues completamente automáticos.

A tal efecto, la invención concierne a un procedimiento de gestión de despegue automático de un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible que comprenda al menos una vela, el cual comprende al menos un carro o arnés suspendido por tirantes de al menos la citada vela, estando el procedimiento caracterizado por que:

- se equipa al citado carro o arnés con al menos un autopiloto concebido apto para dar órdenes de movimiento a accionadores de los que está equipado el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave para actuar al menos sobre los citados tirantes;
- se equipa a la citada vela con al menos con un captador de posición de velamen, que comprende al menos un acelerómetro en al menos dos ejes y al menos un girómetro en al menos dos ejes, concebido apto para definir la posición de un sistema de referencia denominado de vela con respecto a un sistema de referencia de suelo, así como con medios de comunicación con el citado autopiloto;
- al menos durante el despegue del citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave, se recuperan informaciones que provienen del citado captador de posición de velamen para comunicarlas al citado autopiloto para dar órdenes a los citados accionadores.

La invención concierne también a una vela para la puesta en práctica de este procedimiento, caracterizada porque comprende al menos un captador de posición de velamen que a su vez comprende una central inercial embarcada equipada con al menos un acelerómetro en al menos dos ejes y con al menos un girómetro en al menos dos ejes, y por que comprende también medios de comunicación con un autopiloto.

La invención concierne también a un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible, el cual comprende al menos un carro o arnés suspendido por tirantes de al menos una vela de acuerdo con la reivindicación precedente, comprendiendo el citado carro o arnés el citado autopiloto concebido apto para dar órdenes a accionadores que comprende el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave para actuar sobre los citados tirantes, o/y para actuar sobre medios motores o/y para actuar sobre los timones, caracterizado por que los citados medios de comunicación están concebidos aptos para transmitir informaciones que provienen del citado captador de posición de velamen para comunicarlas al citado autopiloto para dar órdenes a los citados accionadores.

La invención comprende un software de gestión de los parámetros de despegue para asegurar un despegue seguro y estable, gracias a la utilización de una central inercial. Este control de los parámetros facilita una valiosa asistencia al piloto. Éste permite también prescindir de piloto.

Otras ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la lectura de la descripción que sigue, que expone un modo de realización no limitativo de la invención.

La invención concierne a la automatización del despegue de un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible, que se designará en lo que sigue como aeronave. Éste comprende al menos un carro o arnés, designado en lo que sigue como carro, suspendido por tirantes de al menos una vela. Este carro comprende un autopiloto concebido apto para dar órdenes a diferentes accionadores.

5 El autopiloto es un calculador equipado con un software que está concebido apto para tratar señales de captadores, en particular de acelerómetros, magnetómetros, y de giróscopos que provienen de al menos una central inercial, señales de posicionamiento procedentes de un « GPS », así como señales que emanan de otros captadores tales como altímetro, variómetro, galga de carburante, taquímetro, u otros instrumentos de a bordo aeronáuticos clásicos, especialmente datos de los motores, o también señales que emanan de elemento de visión, o radar, o similar. Así pues, el software es puesto en práctica para tratar magnitudes físicas que son señales y mediciones, compararlas con consignas, y generar señales para el mando de accionadores tales como servomandos, gatos, y otros. Estos accionadores están concebidos aptos para actuar sobre los tirantes, así como sobre los medios motores si la aeronave los comprende, y sobre otros medios tales como medios de dirección, de frenado de velamen, de mando de vuelo, de timones o similares.

10 El procedimiento de gestión de despegue de acuerdo con la invención pone en práctica un autopiloto de este tipo, cuyo objeto es gestionar estos accionadores, para actuar de modo adaptado sobre los mandos de vuelo al menos en la fase de despegue, incluso en otras fases de vuelo.

15 De acuerdo con la invención, el procedimiento de gestión de despegue automático de un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible que comprende al menos una vela, el cual comprende al menos un carro o arnés suspendido por tirantes de al menos esta vela, consiste en realizar las operaciones siguientes:

- se equipa al citado carro o arnés con al menos un autopiloto concebido apto para dar órdenes de movimiento a accionadores de los que está equipado el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave para actuar al menos sobre los citados tirantes;
- 20 - se equipa a la citada vela con al menos con un captador de posición de velamen, que comprende al menos un acelerómetro en al menos dos ejes y al menos un girómetro en al menos dos ejes, concebido apto para definir la posición de un sistema de referencia denominado de vela con respecto a un sistema de referencia de suelo, así como con medios de comunicación con el citado autopiloto;
- 25 - al menos durante el despegue del citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave, se recuperan informaciones que provienen del citado captador de posición de velamen para comunicarlás al citado autopiloto para dar órdenes a los citados accionadores.

30 De acuerdo con la invención, la vela concebida para la puesta en práctica de este procedimiento comprende al menos un captador de posición de velamen que a su vez comprende una central inercial embarcada equipada con al menos un acelerómetro en al menos dos ejes y con al menos un girómetro en al menos dos ejes, y ésta comprende además, medios de comunicación con un autopiloto

35 El sistema de ejes comprende un primer eje, preferentemente según la dirección de la gravedad, y otros dos ejes preferentemente horizontales, no confundidos entre sí. De modo preferido, para la simplificación de los cálculos, pero en modo alguno obligatorio, los tres ejes del sistema de ejes se eligen ortogonales entre sí. Se comprende que, de modo preferido pero en modo alguno obligatorio, los dos ejes según los cuales se recogen las señales del acelerómetro y las del girómetro son los mismos. La central inercial está equipada entonces con al menos un acelerómetro en al menos dos ejes y con al menos un girómetro en al menos los citados mismos dos ejes.

40 En un modo de realización particular, se equipa a la vela con al menos un captador de posición de velamen que comprende al menos un acelerómetro en tres ejes y al menos un girómetro en tres ejes, concebido apto para definir la posición de un sistema de referencia de vela con respecto a un sistema de referencia de suelo, así como con medios de comunicación con el autopiloto.

45 El captador de posición de velamen está preferentemente instalado en el núcleo mismo de la vela, y por tanto concebido a la vez ligero y resistente, y está dotado de al menos un acelerómetro según al menos dos ejes, y de al menos un girómetro según al menos dos ejes, preferentemente los mismos que los del acelerómetro. El captador de posición de velamen envía, por medios de comunicación tales como un emisor « Blue Tooth », o por otra frecuencia de radio, o por cable, informaciones en datos brutos sobre la posición de la vela durante las fases de inflado de esta última, de posicionamiento de la vela por encima del carro, y de rodaje hasta el despegue. Naturalmente, éste puede enviar informaciones del mismo tipo durante cualquier fase de vuelo, si esto se desea.

50 Para permitir la puesta en práctica del procedimiento de acuerdo con la invención, los medios de comunicación están concebidos aptos para transmitir informaciones que provienen del captador de posición de velamen para comunicarlás al autopiloto para dar órdenes a los accionadores.

De acuerdo con la invención, se transmiten, desde el captador de posición de velamen, mediciones inerciales brutas al autopiloto que las trata estimando de modo óptimo la posición y las velocidades angulares de la vela, por intermedio de las velocidades angulares facilitadas por el o los girómetros y determinación de la dirección de la gravedad según las mediciones del o de los acelerómetros.

Estos datos brutos son filtrados a fin de modelar los errores y las incertidumbres de los captadores. Los valores después del filtrado son enviados al autopiloto que los interpreta y da las órdenes adecuadas a los accionadores, que actúan sobre los mandos de vuelo.

5 El autopiloto está también concebido apto para mandar accionadores que comprende el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave para actuar sobre medios motores internos cuando la aeronave los comprende, o/y para actuar sobre los timones cuando la aeronave los comprende.

10 Según el caso, la aeronave comprende medios motores internos concebidos aptos para permitir su despegue, o/y medios de conexión a medios motores externos concebidos aptos para permitir su despegue tales como un torno o similar. Los accionadores están concebidos entonces aptos para mandar los medios motores, según el caso internos o/y externos.

En un modo de realización particular, la aeronave comprende además medios de dirección, o/y de frenado de velamen, o/y de mando de vuelo, o/y de timones, que los accionadores están concebidos aptos para mandar. El autopiloto está concebido entonces apto para mandar medios de dirección, o/y de frenado de velamen, o/y de mando de vuelo, o/y de timones, cuando la aeronave los comprende.

15 La gestión de los medios de tracción o de propulsión, especialmente de los gases de un motor térmico, o todavía del régimen de un motor eléctrico, o similar, es entonces también automática. Debido a esto, basta al piloto, al operario, o un telepiloto, accionar un disparador tal como un botón de mando o análogo, que constituye los medios de transmisión, para poner a la aeronave en el aire.

20 El captador de posición de velamen comprende al menos una central inercial « IMU », o Inertial Measurement Unit, basada preferentemente en la tecnología « MEMS » que utiliza acelerómetros 3 ejes y girómetros 3 ejes. Esta central inercial está asociada a un módulo de comunicación. La comunicación puede ser realizada tanto inalámbrica como alámbrica. La central inercial transmite así mediciones inerciales brutas al autopiloto, que, a partir de éstas, estima de modo óptimo la posición de la vela y sus velocidades angulares.

25 La tecnología « MEMS » es preferida, porque ésta permite la miniaturización, tanto en tamaño como en peso, del captador de posición de velamen, lo que es deseable a fin de no modificar el perfil de la vela ni perturbar a ésta en vuelo.

30 El autopiloto pone en práctica un software específico, que estima la posición de la vela por integración de las velocidades angulares facilitadas por el o los girómetros en al menos dos ejes, o también en los 3 ejes del sistema de ejes elegido. El o los acelerómetros permiten la determinación de la dirección de la gravedad, facilitando así una referencia estable. El software procede al filtrado de estos datos, a fin de determinar una estimación óptima de la posición y de las velocidades de rotación. Éste realiza igualmente una calibración de las mediciones inerciales, estimando las desviaciones y los factores de escala para cada uno de los sensores.

35 A tal efecto, el autopiloto está gobernado por un programa de integración por elementos finitos para calcular los valores de las órdenes dadas a los accionadores, estando el citado procedimiento basado en la teoría de los ángulos de Euler, o la teoría de los cuaterniones, o la teoría de los cosenos directores.

40 A partir de estas mediciones, el autopiloto determina los mandos adecuados que conviene enviar a los accionadores, especialmente a los gatos de los frenos de velamen de la vela, a fin de ajustar la vela en una posición angular que pueda permitir un despegue. El cálculo de los mandos de los gatos tiene en cuenta ventajosamente la velocidad de desplazamiento del carro. En efecto, cuanto más elevada sea la velocidad del carro, más finamente conviene gobernar la vela.

A fin de salvar las inevitables singularidades matemáticas ligadas a la definición de la posición en dimensión tres, el filtro desarrollado se apoya preferentemente en el grupo de los cuaterniones. Esta herramienta matemática es elegida porque permite tener una mejor estabilidad en los cálculos numéricos.

45 La integración de una central inercial en la vela permite determinar con precisión su posición, y su velocidad angular en cabeceo y en balanceo.

50 El autopiloto puede entonces mandar tanto las maniobras que hay que efectuar sobre los elevadores y la vela, como las maniobras que hay que efectuar sobre los medios de motorización, así como sobre los medios de conducción del carro, tal como medios de dirección. El autopiloto puede también visualizar las maniobras o correcciones que hay que efectuar para un piloto presente a bordo. Pero, preferentemente, conviene evitar cualquier control humano, generador de perturbación. La puesta en práctica de la invención permite efectuar permanentemente el recentrado de la vela con respecto al suelo, y así permite un despegue óptimo.

Los principios de mando son los siguientes:

- si la vela está descentrada, se envía una orden de frenado de velamen al freno de velamen situado en el lado opuesto;

- si la vela tiende a separarse de su posición ideal, se envía a los mandos una orden adecuada de corrección. Esto vale tanto para las fases de vuelo como para la fase de despegue;
- en caso de balanceo, una acción combinada sobre los frenos de velamen permite controlar la posición;
- si la vela y el carro no están centrados uno debajo de la otra, se dirige una orden de rotación a la rueda directriz.

5 Llegado el caso, el autopiloto es en particular apto para actuar sobre los timones que pueda comprender la aeronave, por ejemplo a nivel de estabilizadores añadidos al carro, o similar.

Se comprende que la combinación de todas estas acciones tiende a reproducir las acciones que haría un piloto humano.

10 En una variante particular, el carro comprende al menos un captador de posición de carro concebido apto para definir la posición de un sistema de referencia de carro con respecto a un sistema de referencia de suelo, y que comprende también un autopiloto concebido apto para dar órdenes a accionadores que comprenda esta aeronave para actuar sobre estos tirantes. En esta variante, el autopiloto está concebido para cortar, bajo el efecto de una acción sobre medios de transmisión, las informaciones dadas por el captador de posición de carro, y para reemplazarlas por las dadas por un captador de posición de velamen insertado en la propia vela, para facilitar órdenes a los accionadores.

15 A tal efecto, la aeronave comprende también un medio de conmutación concebido apto para dar al captador de posición de velamen la prioridad sobre el captador de posición de carro para informar al autopiloto y generar los mandos enviados por este último a los accionadores.

El procedimiento de gestión de despegue automático queda entonces completado por las etapas siguientes:

- 20
- se equipa al citado carro o arnés con al menos un captador de posición de carro concebido apto para definir la posición del sistema de referencia denominado de carro con respecto a un sistema de referencia de suelo;
 - al menos durante el despegue del citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave, se utiliza un medio de conmutación para dar prelación al captador de posición de velamen sobre el captador de posición de carro para comunicar con el autopiloto para dar órdenes a los accionadores.

25 Se comprende que, en el caso en que la vela esté equipada con varios captadores de posición de velamen, especialmente por seguridad, o/y en que el carro esté equipado con varios autopilotos, se definen reglas de prioridad para dar prioridad a un captador de posición de velamen sobre los otros, o/y a un autopiloto sobre los otros, estando la aeronave equipada entonces con medios de gestión y de transmisión para aplicar la puesta en práctica de estas prioridades.

30 La puesta en práctica de la invención, en sus diferentes formas, permite mantener la vela y el carro uno debajo de la otra, en las fases en el suelo como en las fases en vuelo. El autopiloto está especialmente en condiciones de verificar la posición relativa del centro de inercia del carro con respecto al centro de empuje de la vela.

35 El procedimiento de despegue automático de acuerdo con la invención permite también, en la medida en que éste permite prescindir de la presencia de un piloto, una utilización en los casos tenidos como peligrosos, especialmente las pruebas de vela de parapente o de paramotor. En efecto, están disponibles grandes ventajas con respecto al pilotaje humano: repetibilidad de las acciones sobre los mandos, registro posible de los parámetros de vuelo y de las acciones asociadas y por tanto facultad de análisis a posteriori, masa de la aeronave fácilmente ajustable, supresión del riesgo de accidente corporal, ensayos en vuelo en cualquier terreno.

40 En resumen, la invención permite un despegue completamente automático de una aeronave de velamen flexible equipada para esto, en excelentes condiciones de seguridad, y a un coste módico.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de gestión de despegue automático de un vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible que comprende al menos una vela, el cual comprende al menos un carro o arnés suspendido por tirantes de al menos la citada vela, estando caracterizado el procedimiento por que:
- 5 - se equipa al citado carro o arnés con al menos un autopiloto concebido apto para dar órdenes de movimiento a accionadores de los que está equipado el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave para actuar al menos sobre los citados tirantes;
- se equipa a la citada vela con al menos un captador de posición de velamen, que comprende al menos un acelerómetro en al menos dos ejes y al menos un girómetro en al menos dos ejes, concebido apto para definir la posición de un sistema de referencia denominado de vela con respecto a un sistema de referencia de suelo, así como con medios de comunicación con el citado autopiloto;
- 10 - al menos durante el despegue del citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave, se recuperan informaciones que provienen del citado captador de posición de velamen para comunicarlás al citado autopiloto para dar órdenes a los citados accionadores.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que, desde el citado captador de posición de velamen, se transmiten mediciones inerciales brutas al citado autopiloto que las trata estimando de modo óptimo la posición y las velocidades angulares de la citada vela, por integración de las velocidades angulares facilitadas por el citado o los citados girómetros y determinación de la dirección de la gravedad según las mediciones del citado o de los citados acelerómetros.
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el citado autopiloto es gobernado por un programa de integración por elementos finitos para calcular los valores de las órdenes dadas a los citados accionadores, estando el citado programa basado en la teoría de los ángulos de Euler, o en la teoría de los cuaterniones, o en la teoría de los cosenos directores.
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que se manda, por el citado autopiloto de los accionadores que comprende el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave, actuar sobre medios motores internos cuando el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave los comprende, o/y actuar sobre los timones cuando el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave los comprende.
- 30 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que comprende además, por el citado autopiloto, medios de dirección, o/y de frenado de velamen, o/y de mando de vuelo, o/y de los timones, cuando el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave los comprende.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que:
- se equipa al citado carro o arnés con al menos un captador de posición de carro concebido apto para definir la posición de un sistema de referencia denominado de carro con respecto a un sistema de referencia de suelo;
- al menos durante el despegue del citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave, se utiliza un medio de conmutación para dar prelación al captador de posición de velamen sobre el captador de posición de carro para comunicar con el autopiloto para dar órdenes a los citados accionadores.
- 35 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que:
- se equipa a la citada vela con al menos un captador de posición de velamen que comprende al menos un acelerómetro en tres ejes y al menos un girómetro en tres ejes, concebido apto para definir la posición de un sistema de referencia denominado de velamen con respecto a un referencia de suelo, así como medios de comunicación con el citado autopiloto.
- 40 8. vela para la puesta en práctica de este procedimiento, caracterizada por que comprende al menos un captador de posición de velamen que a su vez comprende una central inercial embarcada equipada con al menos un acelerómetro en al menos dos ejes y por al menos un girómetro en al menos dos ejes, y por que comprende también medios de comunicación con un autopiloto.
- 45 9. Vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible, el cual comprende al menos un carro o arnés suspendido por tirantes de al menos una vela de acuerdo con la reivindicación precedente, comprendiendo el citado carro o arnés el citado autopiloto concebido apto para dar órdenes a accionadores que comprende el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave para actuar sobre los citados tirantes, o/y para actuar sobre medios motores o/y para actuar sobre los timones, caracterizado por que los citados medios de comunicación están concebidos aptos para transmitir informaciones que provienen del citado captador de posición de velamen para comunicarlás al citado autopiloto para dar órdenes a los citados accionadores.
- 50

- 5 10. Vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible, de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que comprende también medios motores internos concebidos aptos para permitir su despegue, o/y medios de conexión a medios motores externos concebidos aptos para permitir su despegue tales como un torno o similar, y por que los citados accionadores están concebidos aptos para mandar los citados medios motores, según el caso internos o/y externos.
11. Vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible, de acuerdo con las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado por que comprende también timones, o/y medios de dirección, o/y de frenado de velamen, o/y de mando de vuelo, que los citados accionadores están concebidos aptos para mandar.
- 10 12. Vehículo aéreo no tripulado o aeronave de velamen flexible, de acuerdo con las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que el citado carro o arnés comprende un captador de posición de carro concebido apto para definir la posición de un sistema de referencia de carro con respecto a un sistema de referencia de suelo, caracterizado por que el citado vehículo aéreo no tripulado o aeronave comprende también un medio de comunicación concebido para dar al citado captador de posición de velamen prioridad sobre el citado captador de posición de carro para informar al citado autopiloto y generar los mandos enviados por este último a los citados accionadores.
- 15