

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 202**

51 Int. Cl.:

**A63H 27/08** (2006.01)

**A63H 27/04** (2006.01)

**A63H 27/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2011 PCT/US2011/029855**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2011 WO2011119876**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2011 E 11760250 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2550076**

54 Título: **Configuración de forma plana para la estabilidad de una cometa motorizada y un sistema y un procedimiento de utilización de la misma**

30 Prioridad:

**23.03.2011 US 201113070157**

**24.03.2010 US 341029 P**

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

**23.05.2017**

73 Titular/es:

**X DEVELOPMENT LLC (100.0%)  
1600 Amphitheatre Parkway  
Mountain View, CA 94043, US**

72 Inventor/es:

**VANDER LIND, DAMON**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 613 202 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**

Configuración de forma plana para la estabilidad de una cometa motorizada y un sistema y un procedimiento de utilización de la misma

5

**Antecedentes**

El documento US 2010/0032948 A1 describe una cometa configurada para generar energía eólica, y un empenaje para una estabilidad añadida.

10

**Campo de la invención**

Esta invención se refiere a sistemas de vuelo aéreo portado y generación de energía y más específicamente a un vehículo aéreo portado configurado para mantener el control del cabeceo durante el despegue y el aterrizaje atado.

15

**Breve descripción de los dibujos**

Diversas formas de realización de la invención se divulgan en la siguiente descripción detallada y en los dibujos adjuntos.

20

La figura 1 es un diagrama que ilustra una forma de realización de un sistema de cometa atada según algunas formas de realización de la presente invención.

25

La figura 2 es un diagrama que ilustra un sistema de cometa motorizada en modo en suspensión según algunas formas de realización de la presente invención.

30

La figura 3A es un boceto de una cometa motorizada según algunas formas de realización de la presente invención.

35

La figura 3B es un boceto de una cometa motorizada según algunas formas de realización de la presente invención.

40

La figura 4 es un diagrama que ilustra una cometa motorizada en un vuelo con viento de costado y un sistema de coordenadas asociado y un vector del viento aparente, según algunas formas de realización de la presente invención.

45

La figura 5A es un diagrama de una cometa motorizada que muestra una primera orientación del ala de cola según algunas formas de realización de la presente invención.

50

La figura 5B es un diagrama de una cometa motorizada que muestra una segunda orientación del ala de cola según algunas formas de realización de la presente invención.

55

La figura 5C es un diagrama de una geometría del ala de cola y de la cometa según algunas formas de realización de la presente invención.

60

La figura 5D es un diagrama de diversas posiciones de la cometa y del ala de cola según algunas formas de realización de la presente invención.

65

La figura 5E es un diagrama de una cometa en modo en suspensión con una orientación de cabeceo según algunas formas de realización de la presente invención.

70

La figura 6 es un dibujo de una cometa según algunas formas de realización de la presente invención.

La figura 7 es un boceto de una cometa montada en una estructura de despegue según algunas formas de realización de la presente invención.

75

**Descripción detallada**

La invención puede ser implementada de diversos modos, incluyendo como un proceso, un aparato y un sistema. En esta memoria, estas implementaciones, o cualquier otra forma que pueda adoptar la invención, pueden ser referidas como técnicas. En general, el orden de las etapas de los procesos divulgados se puede alterar dentro del ámbito de la invención. A menos que se indique de otro modo, un componente tal como un procesador o una memoria, descritos que están configurados para realizar una tarea pueden ser implementados como un componente general que esté temporalmente configurado para realizar la tarea en un momento determinado o un componente específico que está fabricado para realizar la tarea. Como se utiliza en la presente memoria, el término "procesador" se refiere a uno o más dispositivos, circuitos y/o núcleos de procesamiento configurados para procesar datos, tales como instrucciones de programas de ordenador.

80

85

Una descripción detallada de una o más formas de realización de la invención se proporciona más adelante junto con las figuras adjuntas que ilustran los principios de la invención.

5 Se divulga una configuración de las superficies y los accionamientos aerodinámicos útiles en el lanzamiento, modo en suspensión, transición y aterrizaje de una cometa motorizada. En algunas formas de realización, la cometa motorizada comprende un ala principal, un ala de cola y puede comprender una serie de otras alas. La cometa está conectada a un amarre el cual está conectado al suelo o a algún otro objeto. La cometa comprende un número de rotores, los cuales son utilizados para generar un empuje con la entrada de energía o generar energía a expensas del arrastre. El ala de cola de la cometa motorizada está colocada detrás y por encima del centro de masa y la ubicación de amarre del amarre en la cometa motorizada en el marco aerodinámico de los modos de vuelo de viento de costado o estático. El ala de cola es parcial o completamente accionada de tal modo que el ala de cola se mantiene principalmente ligada al flujo aerodinámico y aumenta la estabilidad de la cometa cuando la cometa está transitando hacia y desde el modo de vuelo en suspensión y mientras el ala está en el modo de vuelo en suspensión. La colocación y el accionamiento de la aleta de cola de la manera descrita mejora la estabilidad aerodinámica y aumenta la autoridad del control aerodinámico en algunos modos de vuelo sobre una gama de condiciones medioambientales que incluyen condiciones asociadas con una gama de magnitudes del viento, una gama de direcciones del viento y una gama de otras cualidades del viento.

20 Una cometa motorizada la cual está volando a la manera de una aeronave atada y a la manera de un helicóptero atado pueden estar diseñada para incorporar superficies aerodinámicas que mejoren la estabilidad aerodinámica del eje de cabeceo de la nave en ambos modos de vuelo mientras tiene unos efectos perjudiciales no significativos en la estabilidad en los otros ejes. Cuando vuela a la manera de una aeronave en un cordón, la cometa debe principalmente controlar o atenuar pasivamente la tensión en el amarre a través del eje de cabeceo de la cometa a fin de aumentar la longevidad a la fatiga o disminuir el tamaño estructural y la masa del amarre y del ala. Cuando está en modo en suspensión a la manera de un helicóptero, la cometa debe tener una autoridad adecuada del control en el eje de cabeceo para evitar una excitación incontrolable del amarre por las ráfagas del viento. El control del eje de cabeceo en ambos modos de vuelo puede ser mejorado mediante una cola que se mueva en todas direcciones alta por encima y por detrás del ala principal. Cuando vuela como un aeroplano atado, el ala de cola actúa a la manera de una cola normal. Adicionalmente, en algunas formas de realización, la cola puede añadir un efecto estabilizante a través de la adaptación del coeficiente de frenado aerodinámico del ala de cola de tal modo que produce un arrastre más elevado en ángulos negativos de ataque y un arrastre inferior en ángulos de ataque positivos, de una manera en la cual aumenta la estabilidad de la cometa motorizada. Cuando está en modo en suspensión, el viento aparente en la cometa es aproximadamente perpendicular al ala principal de la cometa. Cuando gira 90 grados con respecto al ala principal de tal modo que se encara al viento mientras está en suspensión, el ala de cola proporciona un momento restablecedor. Mientras es posible construir una cometa motorizada sin esta configuración particular de las superficies aerodinámicas, una cometa de este tipo necesariamente requiere señales de control más rápidas y más precisas y por lo tanto es menos resistente contra el ruido de los sensores y el fallo de los componentes. Mientras una cola en una aeronave puede estar colocada en una ubicación similar con relación al ala principal para los propósitos de mantener la cola horizontal fuera de la estela del ala principal, no sirve para el mismo propósito de cancelar el momento aerodinámico alrededor en cada uno o en ambos, el centro de masa y el punto de amarre del amarre, cuando el ala principal de la cometa está tanto aproximadamente paralela como aproximadamente perpendicular al viento percibido. Adicionalmente no sirve para el propósito de reducir la excitación del amarre a partir del viento mientras está en modo en suspensión.

45 En algunas formas de realización de la presente invención, como se ve en la figura 1 una cometa motorizada 101 está adaptada para volar mientras está atada. En algunas formas de realización, la cometa 101 comprende uno o más elementos aerodinámicos con generadores accionados por turbina montados en la misma. La cometa 101 está sujeta mediante un amarre 102 a un objeto 103, el cual puede ser una unidad de suelo. En algunas formas de realización, la unidad de suelo puede incluir elementos de arrollamiento y/o de cabrestante adaptados para alargar o desenrollar el amarre. En algunas formas de realización, el amarre 102 comprende ambos aspectos estructurales y eléctricamente conductores. La unidad de suelo puede estar adaptada para recibir la energía eléctrica encaminada desde la cometa 101 a través del amarre 102. En algunas formas de realización, la cometa 101 puede funcionar en un modo de vuelo de viento de costado. La cometa 101 también puede volar en otros modos de vuelo, incluyendo el modo de vuelo estacionario y el modo de vuelo en suspensión. La cometa 101 puede estar adaptada para transitar entre los modos de vuelo anteriormente mencionados.

60 En algunas formas de realización, la cometa 101 despegas desde el suelo en el modo de vuelo en suspensión y transita al modo de vuelo de viento de costado, con el propósito de la generación de energía eléctrica. En algunas formas de realización, la unidad de suelo puede incluir aspectos adaptados para sostener la cometa mientras está en el suelo. En algunas formas de realización, la cometa está colocada en una configuración vertical de tal modo que "la parte delantera" de la cometa está encarada hacia arriba mientras está constreñida a la unidad de suelo. En algunas formas de realización, el sistema está adaptado para empezar un modo de generación de energía con la cometa constreñida a la unidad de suelo de esta manera. Los generadores accionados por turbina pueden estar adaptados para funcionar también como propulsores accionados por motor. La cometa puede utilizar los propulsores accionados por motor para proporcionar un empuje verticalmente hacia abajo a fin de despegar del suelo y elevarse hasta una altitud deseada. A medida que la cometa aumenta su altitud, la unidad de suelo puede extender el amarre.

En algunas formas de realización, la tensión del amarre está supervisada durante la parte de despegue del vuelo de la cometa. A una altitud deseada, la cometa puede empezar una transición desde el modo de despegue sustancialmente vertical hasta el modo de vuelo regular, como se describe más adelante. Al final de un vuelo, la cometa 101 puede transitar desde un modo de vuelo regular al modo de vuelo en suspensión para aterrizar.

5 En algunas formas de realización, después de la transición desde el modo en suspensión la cometa 101 puede volar en un modo de vuelo regular, estacionario en el extremo del amarre 102. En algunas formas de realización, la cometa 101 puede volar en modelos de vuelo de viento de costado. En algunas formas de realización, el modelo de  
10 vuelo de viento de costado puede ser sustancialmente circular. En algunas formas de realización, puede volar en otros modelos de vuelo. En el modo de vuelo de viento de costado, la cometa 101 vuela en una trayectoria de vuelo 104 a una velocidad inercial de un orden de magnitud igual o mayor a la velocidad del viento 105. En diversas formas de realización, la trayectoria del vuelo 104 comprende una trayectoria a través de un espacio, una trayectoria a través de un espacio con un parámetro que incluye objetivos prescritos a través de la trayectoria para la generación de energía, tensión del amarre, o bien otra variable que se pueda medir, o cualquier otra trayectoria apropiada. En diversas formas de realización, los parámetros comprenden uno o más de los siguientes: tensión en el  
15 amarre 102, carga en la cometa 101, velocidad de giro angular de la cometa 101, o cualquier otro parámetro apropiado.

20 En el modo de vuelo estacionario, la cometa 101 vuela a una velocidad inercial pequeña comparada con la velocidad del viento 105. En este modo de vuelo, la mayoría de la sustentación que mantiene la cometa 101 en alto proviene del flujo del viento 105 sobre las alas de la cometa 101.

25 Cuando transita entre los modos de vuelo, la cometa 101 cambia de un modo de vuelo a otro modo de vuelo. En diversas formas de realización, los modos de transición de vuelo comprenden maniobras altamente dinámicas, maniobras lentas en un equilibrio aproximadamente estático o cualquier otra maniobra apropiada.

30 La figura 2 es un diagrama que ilustra una forma de realización de una cometa motorizada en el modo de vuelo en suspensión. En algunas formas de realización de la presente invención, el modo de vuelo en suspensión de la cometa 201 utiliza rotores o algún otro medio de energía de a bordo para crear un empuje para oponerse a la fuerza de la gravedad y mantener la posición o moverse hacia una posición objetivo. En algunas formas de realización, los generadores accionados por turbina utilizados para generar energía eléctrica mientras está en modo de vuelo con viento de costado también pueden funcionar como propulsores accionados por motor mientras está en el modo en suspensión. Alguna fuerza para oponerse a la gravedad todavía se puede derivar de las alas de la cometa 201. En este modo de vuelo, el viento aparente 214 es aproximadamente perpendicular a la orientación de la cometa 201. El objeto 203 puede ser una estación de suelo la cual suministra energía a los rotores en la cometa 201 para generar un empuje de a bordo. En algunas formas de realización, la energía a los rotores se proporciona mediante una fuente de energía en la cometa 201.

40 En diversas formas de realización, el objeto 203 comprende una estación base fijada al suelo, un barco, un carro, una carga no fijada al suelo o cualquier otro objeto apropiado al que el amarre 202 esté sujeto. En algunas formas de realización, el objeto 203 suministra energía a la cometa 201 cuando un empuje está siendo producido por los rotores en la cometa 201 y recibe energía a partir de la cometa 201 cuando los rotores están generando energía a expensas del arrastre. En algunas formas de realización, la cometa 201 utiliza energía de a bordo tal como baterías o un motor de gas para proporcionar energía a los rotores cuando se necesite.

45 El amarre 202 comprende un material de alta resistencia para transportar la fuerza mecánica desde la cometa 201 hasta el objeto 203. El amarre 202 incluye un elemento eléctrico para transportar la energía eléctrica a la cometa 201 desde el objeto 203 o desde el objeto 203 hasta la cometa 201. En algunas formas de realización, los elementos eléctricos y mecánicos del amarre 202 son los mismos elementos. En algunas formas de realización, el amarre 202 comprende elementos para transportar otras formas de energía. En diversas formas de realización, el amarre 202 comprende un amarre de longitud fija, un amarre de longitud variable o tiene cualesquiera otras características o propiedades apropiadas para un amarre. En algunas formas de realización, el amarre 202 es capaz de ser enrollado en una bobina asociada con el objeto 203 o en una bobina asociada con la cometa 201.

50 El amarre 202 comprende un material de alta resistencia para transportar la fuerza mecánica desde la cometa 201 hasta el objeto 203. El amarre 202 incluye un elemento eléctrico para transportar la energía eléctrica a la cometa 201 desde el objeto 203 o desde el objeto 203 hasta la cometa 201. En algunas formas de realización, los elementos eléctricos y mecánicos del amarre 202 son los mismos elementos. En algunas formas de realización, el amarre 202 comprende elementos para transportar otras formas de energía. En diversas formas de realización, el amarre 202 comprende un amarre de longitud fija, un amarre de longitud variable o tiene cualesquiera otras características o propiedades apropiadas para un amarre. En algunas formas de realización, el amarre 202 es capaz de ser enrollado en una bobina asociada con el objeto 203 o en una bobina asociada con la cometa 201.

55 En algunas formas de realización de la presente invención, como se ve en la figura 3A una cometa está adaptada para volar en los diversos modos de vuelo expuestos anteriormente. En algunas formas de realización, la cometa 301 de la figura 3A se utiliza para implementar una cometa 101 en el sistema de la figura 1 o para implementar una cometa 201 en el sistema de la figura 2. En el ejemplo representado, la cometa 301 comprende una pluralidad de turbinas/propulsores, en lo que sigue rotores 310. Los rotores 310 comprenden superficies aerodinámicas conectadas a medios de accionamiento los cuales son utilizados para generar energía a la manera de una turbina eólica, a expensas del arrastre aumentado, o se utilizan para crear un empuje mediante la entrada de energía eléctrica o mecánica. En algunas formas de realización, los rotores 310 comprenden un motor/generador eléctrico conectado a un propulsor de cabeceo fijo o variable. En diversas formas de realización, un motor asociado con un rotor de los rotores 310 comprende un motor de gas, la superficie aerodinámica comprende un ala de batimiento, o el rotor comprende cualquier otra superficie aerodinámica accionada capaz de convertir un flujo de aire en energía mecánica o energía mecánica en un flujo de aire. En algunas formas de realización, los rotores 310 son utilizados

para extraer energía o aplicar un empuje mientras la cometa 301 está volando en el modo de vuelo con viento de costado a lo largo de una trayectoria de vuelo, o en el modo de vuelo estático, o se utiliza para aplicar un empuje cuando la cometa 301 está en suspensión (por ejemplo, como se describe en la figura 5B). En algunas formas de realización, los rotores 310 son capaces únicamente de producir un empuje. En diversas formas de realización, los rotores 310 comprenden cuatro rotores individuales, un rotor individual o cualquier otro número apropiado de rotores individuales o bien otros accionamientos aerodinámicos.

En el ejemplo representado, la cometa 301 comprende una pluralidad de alas, por ejemplo dos alas 311 y 312. El ala principal 311 comprende la superficie del ala principal de la cometa 301 y proporciona la mayor parte de la fuerza aerodinámica en algunos modos de vuelo. En algunas formas de realización, el ala principal 311 comprende múltiples secciones del ala. El ala de cola 312 comprende la superficie del ala trasera de la cometa 301 y proporciona una fuerza aerodinámica más pequeña principalmente utilizada para conseguir la estabilidad y mantener un equilibrio de fuerzas y de momentos para la cometa 301. En algunas formas de realización, el ala de cola 312 comprende muchas secciones del ala. En diversas formas de realización, la cometa 301 comprende otras alas, tales como un ala 313, las cuales son utilizadas para la generación de una sustentación adicional, para un aumento adicional de la estabilidad de la cometa 301, para reducir el arrastre de algunos elementos estructurales de la cometa 301, o para algún otro propósito apropiado. En algunos aspectos, las alas 311, 312 y 313, y cualquier otro ala que comprenda la cometa 301, y los rotores 310 están conectados por soportes estructurales (por ejemplo, largueros).

En diversas formas de realización, el ala principal 311, el ala de cola 312, las alas 313 y otras superficies de alas de la cometa 301 comprenden planos aerodinámicos de elementos individuales rígidos, planos aerodinámicos de elementos individuales flexibles, planos aerodinámicos con superficies de control, múltiples planos aerodinámicos de elementos o cualquier otra combinación de tipos de planos aerodinámicos. En algunas formas de realización, las superficies de control en algunas alas en la cometa 301 son desviadas en el modo de vuelo en suspensión a fin de modificar las propiedades aerodinámicas o cambiar las propiedades de estabilidad de la cometa 301. En diversas formas de realización, la desviación del elemento de cola o del elemento delantero de un plano aerodinámico de múltiples elementos en un ala se utiliza para inducir una pérdida de sustentación para la parte deseada de las transiciones entre los modos de vuelo, para cambiar el centro de la presión aerodinámica en aquella ala en el modo de vuelo en suspensión, o para estabilizar el flujo aerodinámico alrededor del ala de una manera que reduzca la variabilidad de la carga en el ala en el modo de vuelo en suspensión.

La figura 3B es un ejemplo ilustrativo de una cometa 350 según algunas formas de realización de la presente invención. En este ejemplo ilustrativo, un ala principal 352 proporciona la sustentación primaria para la cometa 350. El ala principal 352 tiene una envergadura de 8 metros. El área del ala principal 352 es de 4 metros cuadrados y el ala principal 352 tiene una relación de aspecto de 15. Cuatro generadores accionados por turbina 351 están montados en el ala principal 352 utilizando mástiles 356. La separación vertical entre las turbinas es de 0,9 m, separadas uniformemente por encima y por debajo del ala principal 352. Los generadores accionados por turbina están adaptados para funcionar también como propulsores accionados por motor en un modo de vuelo motorizado, o en modo en suspensión. El radio del propulsor es de 36 cm. Un larguero de cola 354 se utiliza para sujetar las superficies de control traseras al ala principal 352, y por extensión, al amarre. La longitud del larguero de cola es de 2 metros. Un estabilizador vertical 355 está sujeto a la parte trasera del larguero de cola 354. Encima del estabilizador vertical 355 está el ala de cola 353. El ala de cola 353 está a 1 metro por encima del centro de masa de la cometa 350. El área de la superficie del ala de cola es de 0,45 metros cuadrados. La cometa 350 puede estar volando en un amarre de 140 metros en algunas formas de realización.

Aunque en la presente memoria se ilustra con un plano aerodinámico de elemento individual, en algunas formas de realización el plano aerodinámico puede comprender una pluralidad de elementos. En algunas formas de realización, pueden existir planos aerodinámicos superpuestos, o bien otras configuraciones de planos aerodinámicos.

La figura 4 es un diagrama que ilustra una forma de realización de una cometa. En el ejemplo representado, la cometa 401 está volando en cualquiera de los modos de vuelo con viento de costado o estático. La cometa 401 vuela en un viento aparente 414 igual al vector suma de la velocidad inercial de la cometa y de la velocidad inicial del viento. Las ubicaciones de los diversos elementos que comprenden la cometa 401 se indican en el sistema de coordenadas 418. En el sistema de coordenadas 418, el eje 416 en la cometa, antiparalelo al viento aparente de 414, está indicado como "x". El eje "Z" 415 apunta en la dirección opuesta de sustentación cuando la cometa 401 está volando en el modo de vuelo con viento de costado. El eje "Y" 417 es perpendicular a ambos el eje "x" 416 y el eje "z" 415 de una manera que proporciona un sistema de coordenadas del lado derecho cuando las coordenadas están relacionadas en el orden ["x", "y", "z"].

En diversas formas de realización, el amarre 402 está sujeto a la cometa 401 en una ubicación, en dos ubicaciones (por ejemplo, a un lado del ala y al otro lado del ala o hacia la parte delantera de la cometa y hacia la parte trasera de la cometa), en una serie de puntos en la cometa (por ejemplo, cuatro) y en donde el amarre está ligado a una serie de otras bridas que lo sujetan a una serie de puntos, o bien cualquier otro número de ubicaciones apropiadas tanto directa como indirectamente utilizando bridas y/o cualquier otro conector apropiado. En diversas formas de

realización, el amarre 402 está ligado rígidamente en un único punto en la cometa 401, a través de todos los modos de vuelo, está sujeto de una manera que el centro de giro cambia dependiendo de la dirección de la fuerza desde el amarre o debido a alguna otra variable, o de cualquier otra manera de sujeción apropiada. En diversas formas de realización, el centro de giro del amarre 402 en la cometa 401 está controlado por una articulación, una configuración de cuerdas o amarres o cualquier otro mecanismo apropiado. En algunas formas de realización, el amarre 402 está fijado directamente a la cometa 401. En algunas formas de realización, el amarre 402 está sujeto a la cometa 401 de una manera tal que el centro de giro del amarre 402 es diferente en diferentes ejes. En diversas formas de realización, el amarre 402 está sujeto de modo que puede ser liberado de la cometa 401, está permanentemente fijo, o está sujeto de cualquier otra manera apropiada.

En algunas formas de realización, el aspecto elevado del ala de cola con relación al ala principal, como se ve con la cometa en una configuración horizontal, permite un procedimiento adicional de control del cabeceo de la cometa mientras la cometa está en el modo en suspensión. Con la cometa encarada verticalmente hacia arriba, el centro de sustentación del ala de cola reside en la parte trasera de la cometa de una manera que permite cambios en la sustentación del ala de cola para utilizar el brazo de palanca de la distancia hacia atrás (la cantidad que el ala de cola estaba por encima del ala principal en una configuración horizontal) para poner un momento alrededor del centro de gravedad de la cometa en suspensión. Esta fuerza generada con el cambio de sustentación, apalancada alrededor de la distancia por detrás del centro de masa de la cometa, presenta un momento de torsión en el sistema de tal tipo que se pueden controlar los cambios en el cabeceo de la cometa. Puesto que la cometa puede oscilar en el cabeceo durante las maniobras y la suspensión, una posición adicionalmente hacia atrás ("posición elevada" en el modo de vuelo horizontal) del ala de la cola durante el modo en suspensión permite algún cabeceo de la cometa mientras todavía mantiene el aspecto hacia atrás con relación a la vertical desde el suelo. En algunas formas de realización, se puede esperar que la cometa cabecee hacia atrás 10 grados debido a los cambios dinámicos en el viento, las ráfagas de viento y por otras razones. En casos más extremos, se puede contemplar 20 grados de variación del cabeceo. Con un margen del diseño de 10 grados de más, puede ser deseable un diseño de tal modo que el centro de sustentación del ala de cola este en un punto más alto que una línea de 30 grados que se eleva desde atrás a través del centro de gravedad de la cometa, como se ve en una configuración horizontal. Aunque la cometa girará alrededor del centro de giro que incluye el amarre en su determinación en la mayoría de los aspectos del vuelo atado, en el modo en suspensión la tensión del amarre puede variar y por lo tanto el centro de giro en el cabeceo también varía entre el centro de masa de la cometa y una ubicación hacia el amarre.

Las figuras 5A y 5B son diagramas que ilustran formas de realización de una cometa. En los ejemplos representados, el ala de cola 512 está representada en dos orientaciones con relación a la cometa 501. El sistema de coordenadas 518 se supone que está fijado a la cometa 501. El ala de cola 512 está colocada en una ubicación negativa significativa en el eje x 516 con relación al punto de sujeción del amarre 502 a la cometa 501, o el centro de masa 520 de la cometa 501. El ala principal 511 está colocada en una ubicación negativa significativa en el eje z 515 con relación al punto de sujeción del amarre 502 a la cometa 501 y al centro de masa 520 de la cometa 501. El eje 517 es perpendicular al eje x 516 y al eje z 515. El ala de cola 512 es adicionalmente capaz de ser girada parcial o completamente por medio del accionamiento mecánico o aerodinámico. La figura 5A ilustra el ala de cola 512 colocada aproximadamente paralela al ala principal 511 de tal modo que el ala de cola 512 se mantendrá principalmente ligada al flujo aerodinámico en alguna o en todas las gamas de condiciones para las cuales el ala principal 511 se mantiene principalmente ligada al flujo aerodinámico. En esta orientación el ala de cola 512 aumenta la estabilidad de la cometa 501 proporcionando una fuerza de restablecimiento aerodinámica además de una fuerza de amortiguación aerodinámica. La orientación como se ve en la figura 5A puede ser utilizada en el vuelo estacionario o con viento de costado en algunos aspectos.

La figura 5B ilustra el ala de cola 512 colocada aproximadamente perpendicular al ala principal 511 de tal modo que para el viento aparente antiparalelo al eje z 515, el ala de cola 512 se mantendrá ligada al flujo aerodinámico y proporcionará una fuerza de restablecimiento aerodinámica y una fuerza de amortiguación aerodinámica. La configuración como se ve en la figura 5B puede ser ilustrativa del modo en suspensión. El ala de cola 512 puede ser accionada para proporcionar fuerzas de control deseadas o se puede mantener fija en cada modo de vuelo. En diversas formas de realización, el ala de cola 512 es girada por medio de un accionamiento mecánico o por medio del movimiento de una superficie de control aerodinámica. En algunas formas de realización, el ala de cola 512 gira alrededor de un punto fijo ubicado en el interior del plano aerodinámico. En diversas formas de realización, el ala de cola 512 gira alrededor de algún otro punto o de un centro virtual o la estructura que sostiene el ala de cola 512, gira con el ala 512, o cualquier otro modo apropiado de giro. En algunas formas de realización, múltiples alas giran para proporcionar la función del ala de cola 512. En algunas formas de realización, otras alas o superficies de control giran o se desvían para modificar las características aerodinámicas de la cometa 501.

En algunas formas de realización, el sistema está diseñado de tal modo que mantiene el equilibrio aerodinámico estático en todos los momentos de transición entre los modos de vuelo con viento de costado o estático y el modo de vuelo en suspensión. Por ejemplo, una cometa que es capaz de transitar entre modos de vuelo a una velocidad arbitrariamente baja a vientos fuertes. La cometa incluye superficies que acoplan el viento con una autoridad de control suficiente (por ejemplo, un área suficiente en una superficie de control de la cola que tiene un brazo del momento para cambiar la inclinación de la cometa) para compensar las fuerzas que varían con el tiempo de sacudida del ala principal (por ejemplo, ráfagas de viento en el ala).

En algunas formas de realización, el sistema está diseñado de tal modo que la cometa puede sufrir maniobras dinámicas para la transición entre los modos de vuelo. Por ejemplo, la cometa ejecuta una maniobra, en donde la maniobra una vez empezada se tiene que acabar. En otras palabras, no existe modo de controlar la cometa en la mitad de las maniobras para detener la maniobra (o volver a arrancar después del paro). Por lo tanto, una cometa entra en el modo en suspensión inclinándose de modo que avanza recto hacia arriba disminuyendo el ritmo y cuando está cerca de detenerse en una posición vertical, la cometa entra en su modo en suspensión.

La figura 5C ilustra algunos de los parámetros geométricos que se ven con la cometa 501 cuando el ala de cola 512 es accionada a una posición como la que puede ser utilizada en el modo en suspensión. En este ejemplo ilustrativo, la cometa puede estar encarada directamente hacia arriba y el viento puede estar incidiendo en la cometa directamente perpendicular a la parte inferior del ala principal. En esta situación, la sustentación del ala de cola se puede alterar para impartir un momento alrededor del centro de masa, o el centro de giro, de la cometa. La alteración de la sustentación del ala de cola resultará en un cambio en la inclinación de la cometa, ya que el cambio en sustentación se apalanca alrededor de la distancia 550 de modo que el centro de sustentación del ala de cola está hacia atrás (en esta configuración) del centro de masa de la cometa. El ángulo 552 de una línea dibujada a través del centro de masa de la cometa hasta el centro de sustentación del ala de cola representa la gama funcional de modo que pueden ser utilizados cambios en la sustentación para correlacionar los cambios en la sustentación del ala de cola con una fuerza en la misma que corresponde a la dirección alrededor del centro de masa de la cometa. Una vez la cometa se ha inclinado hacia atrás hasta el grado 552 de esta línea, un incremento en la sustentación del ala de cola resultará en una inclinación hacia arriba, mientras que hasta ese grado un incremento en la sustentación del ala de cola resultará en una inclinación hacia abajo. La distancia 550 que el centro de sustentación del ala de cola reside hacia atrás del centro de masa de la cometa en esta configuración determina cuántos grados fuera de la vertical puede ser controlada la cometa (utilizando el mismo sentido de la fuerza) en el modo en suspensión.

La figura 5D ilustra una variedad de condiciones de cabeceo de la cometa 553 durante el modo en suspensión. Como se ve, el aspecto hacia atrás del ala de cola en esta configuración (que representa un aspecto elevado durante el vuelo horizontal) permite un control del cabeceo que utiliza cambios en la sustentación del ala de cola durante una variedad de posiciones posibles. El aspecto hacia atrás del ala de cola permite un control suficiente durante una variedad de condiciones posibles, tales como ráfagas de viento o bien otras desviaciones a partir del vuelo vertical durante el modo en suspensión.

La figura 5E ilustra la cometa 501 en un aspecto inclinado parcialmente hacia atrás durante un modo de funcionamiento en suspensión. A pesar del cabeceo hacia atrás de la vertical, existe todavía un ángulo suficiente 551 para permitir un buen control y una estabilidad de cabeceo contra las ráfagas de viento del sistema. En algunas formas de realización, los propulsores accionados por motor de la cometa se combinarán con el viento para distribuir un viento aparente al ala de cola de tal modo que incluso puede estar disponible más control.

En algunas formas de realización de la presente invención, como se ve en la figura 6, la cometa 350 se ve en el modo en suspensión ligada a las bridas 362, los cuales la unen al amarre 360. El ala de cola 353 está en una posición horizontal aproximadamente perpendicular al ala principal en esta configuración. La dirección del viento 361 se ve sustancialmente perpendicular al ala principal. Las bridas 362 crean un momento de torsión en la cometa 350 cuando el amarre 360 ejerce una fuerza la cual no es simétrica en el balanceo de la cometa. En formas de realización de este tipo, las bridas 362 restablecen el ángulo de balanceo de la cometa después de las perturbaciones, siempre y cuando esté presente algo de tensión en el amarre. Por este medio, se puede hacer que la cometa 350 esté en suspensión sin una entrada de control suficiente para mantener activamente el balanceo deseado, o sin un algoritmo de control o mecanismo de control del balanceo activo. En algunas formas de realización de la presente invención, las bridas 362 no están presentes, y el amarre 360 se sujeta directamente a la cometa 350. En algunas formas de realización de este tipo, el punto de amarre está colocado para emular el efecto de las bridas 362. En otras formas de realización, la cometa 350 puede mantener algún otro medio de control del balanceo en la suspensión.

En algunas formas de realización de la presente invención, el viento aparente de por encima del ala de cola es un resultante del viento real y de la estela de hélice sobre el ala de cola durante el vuelo en el modo en suspensión. El ala de cola puede ser utilizada como un ala de sustentación en el viento aparente y un efecto de control de cabeceo como ha sido descrito antes en este documento.

En algunas formas de realización de la presente invención, como se ve en la figura 7, la cometa 501 se ve montada en una estructura de soporte 701 adaptada para recibir la cometa 501 durante un aterrizaje y para sostener la cometa 501 antes del despegue. En algunas formas de realización, un cabrestante 702 puede estar adaptado para enrollar el amarre 502 durante el aterrizaje de la cometa 501. La estructura de soporte 701 puede residir en el suelo 703 en algunos aspectos, o bien en otras ubicaciones.

Aunque las formas de realización anteriores han sido descritas con algo de detalle con el propósito de claridad de comprensión, la invención no está limitada a los detalles proporcionados. Existen muchos modos alternativos de implementar la invención. Las formas de realización divulgadas son ilustrativas y no limitativas.

**REIVINDICACIONES**

1. Cometa (350) que comprende:

5 un ala principal (352);  
un ala de cola (353); y

10 un larguero de cola (354), dicho larguero de cola (354) sujeto a dicha ala principal (354) en un primer extremo, dicho larguero de cola (354) acoplado a dicha ala de cola (353) en un segundo extremo, en la que dicha ala de cola (353) está montada detrás y por encima de dicha ala principal (353),

15 caracterizada por que dicha ala de cola (353) está adaptada para girar a fin de controlar un cabeceo de dicha cometa (350) sobre la base de un ángulo entre (i) una línea a través de un centro de masa de dicha cometa (350) y un centro de sustentación de dicha ala de cola (353), y (ii) un eje vertical a través de dicho centro de masa de dicha cometa (350) cuando dicha ala principal (352) está en una posición vertical.

20 2. Cometa (350) según la reivindicación 1, en la que dicha ala de cola (353) comprende un ala completamente giratoria adaptada para girar con relación a dicha ala principal.

3. Cometa (350) según la reivindicación 2, en la que dicha ala de cola (353) está adaptada para girar desde una primera posición paralela a dicha ala principal (352) hasta una segunda posición perpendicular a dicha ala principal (352).

25 4. Cometa (350) según la reivindicación 2, en la que dicha ala de cola (353) está adaptada para girar desde una primera posición paralela a dicha ala principal (352) hasta una segunda posición 20 grados más allá de la perpendicular a dicha ala principal (352).

30 5. Cometa (350) según la reivindicación 3, en la que dicha cometa (350) adicionalmente comprende una pluralidad de generadores accionados por turbina (351).

6. Cometa (350) según la reivindicación 5, en la que dicha pluralidad de generadores accionados por turbina (351) están adaptados para funcionar como propulsores accionados por motor.

35 7. Cometa (350) según la reivindicación 2, en la que dicha ala de cola (353) está adaptada para girar por encima de un punto en una línea que está en un ángulo de 20 grados con respecto a dicho eje vertical a través de dicho centro de masa.

40 8. Cometa (350) según la reivindicación 2, en la que dicha ala de cola (353) está adaptada para girar por encima de un punto en una línea que está en un ángulo de 30 grados con respecto a dicho eje vertical a través de dicho centro de masa.

9. Procedimiento que comprende las etapas de:

45 causar que una cometa (350) despegue del suelo en un modo de vuelo en suspensión, comprendiendo dicha cometa (350) un ala principal (352) y un ala de cola (353) hacia atrás y por encima de dicha ala principal (350), dicha cometa (350) orientada verticalmente en dicho modo de vuelo en suspensión,

50 caracterizado por el control de un cabeceo de dicha cometa (350) durante dicho modo de vuelo en suspensión por lo menos en parte mediante el giro de dicha ala de cola (353), en el que dicha ala de cola (353) está adaptada para girar por lo menos noventa grados desde la vertical y en el que dicha ala de cola (353) está adaptada para controlar el cabeceo de dicha cometa (350) sobre la base de un ángulo entre (i) una línea a través de un centro de masa de dicha cometa (350) y un centro de sustentación de dicha ala de cola (353) y (ii) un eje vertical a través de dicho centro de masa de dicha cometa (350) cuando dicha ala principal (352) está en una  
55 posición vertical.

60 10. Procedimiento según la reivindicación 9, que comprende adicionalmente la etapa de desenrollar un amarre (202) después de que dicha cometa (350) despegue de una percha del suelo (203), en el que dicho amarre (202) está sujeto a dicha cometa (350) en un primer extremo y a una estación de suelo (203) en un segundo extremo.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, que comprende adicionalmente la etapa de la transición desde dicho modo de vuelo en suspensión hasta un modo de vuelo de avance, en el que dicha cometa (350) se orienta horizontalmente en dicho modo de vuelo de avance.

65 12. Procedimiento según la reivindicación 11, que comprende adicionalmente la etapa de la transición desde dicho modo de vuelo de avance hasta dicho modo de vuelo en suspensión.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, que comprende adicionalmente la etapa del aterrizaje de dicha cometa (350) en dicho modo de vuelo en suspensión, en el que el aterrizaje comprende el control de dicho cabeceo de dicha cometa (350) por lo menos en parte mediante el giro de dicha ala de cola (353).

5 14. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que dicha cometa (350) está montada en una sujeción de recepción de suelo (203), y en el que dicha etapa de causar que la cometa (350) despegue del suelo en un modo de vuelo en suspensión comprende causar que dicha cometa (350) despegue desde dicha sujeción de recepción de suelo (203).

10 15. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que dicha etapa de aterrizaje de dicha cometa (350) comprende el aterrizaje de dicha cometa (350) en una sujeción de recepción de suelo (203).

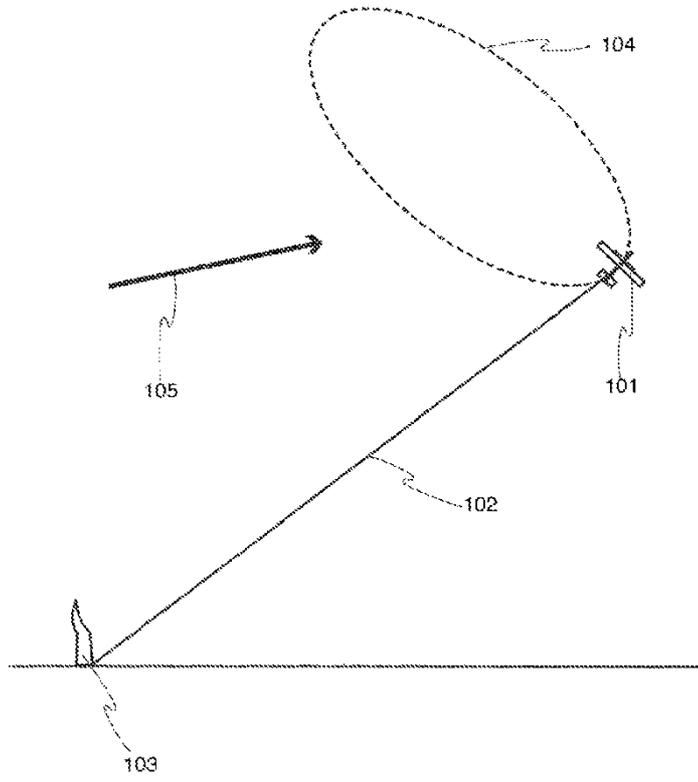
15 16. Procedimiento según la reivindicación 9, que comprende adicionalmente la etapa de controlar un balanceo de dicha cometa (350) durante dicho modo de vuelo en suspensión con la utilización de por lo menos una brida (362) entre dicha cometa y un amarre (202), en el que dicha por lo menos una brida (362) está adaptada para proporcionar por lo menos una fuerza que causa un cambio en dicho balanceo de dicha cometa (350).

20 17. Sistema que comprende:

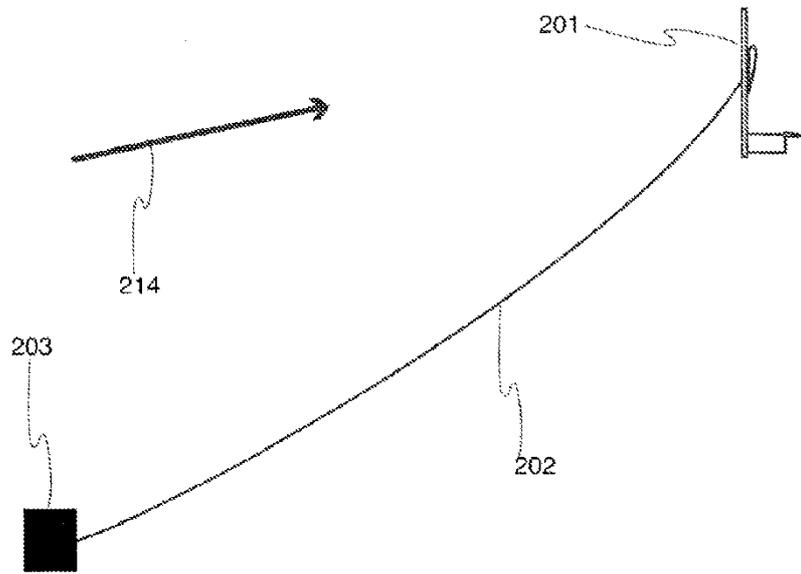
una estación de suelo (203);

un amarre (202), dicho amarre (202) sujeto a dicha estación de suelo (203) en un primer extremo y a una cometa (350) en un segundo extremo; y

25 una cometa (350) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.



**FIG. 1**



**FIG. 2**

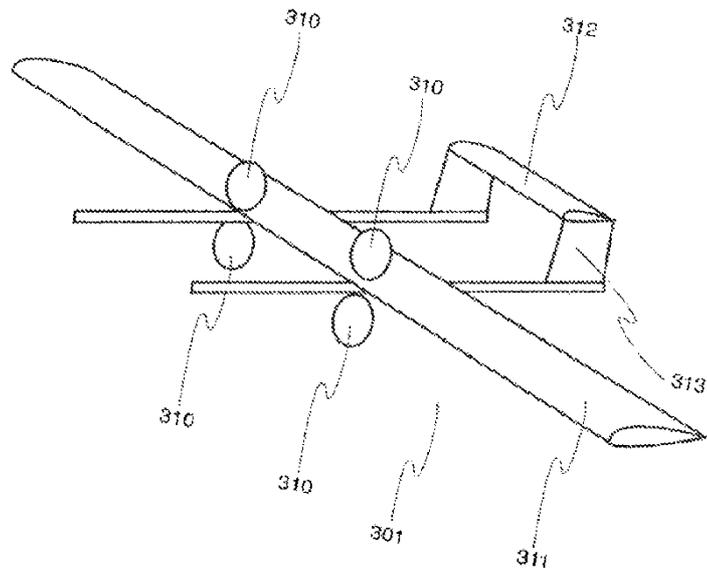
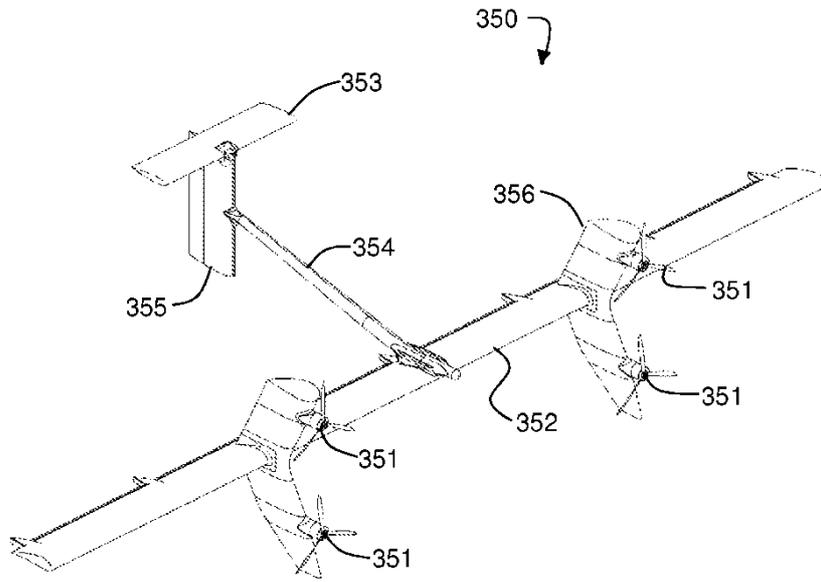


FIG. 3A



**FIG. 3B**

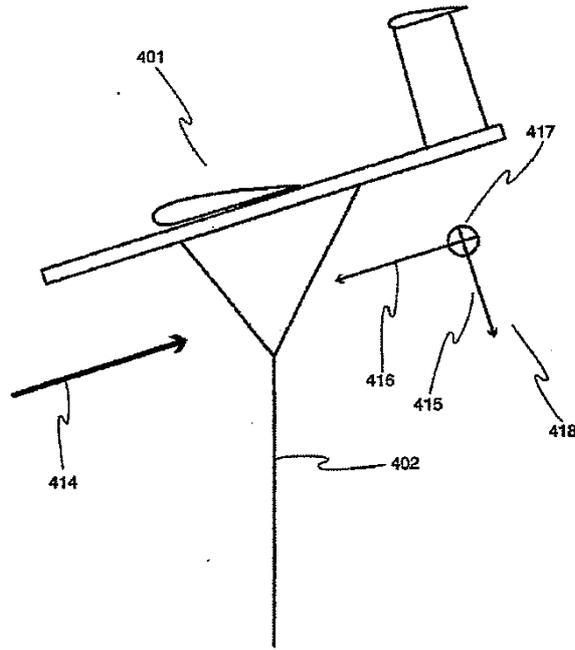


FIG. 4

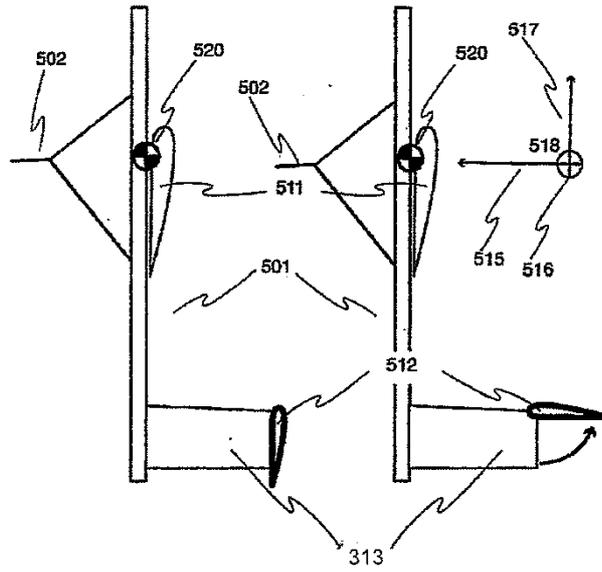


FIG. 5A

FIG. 5B

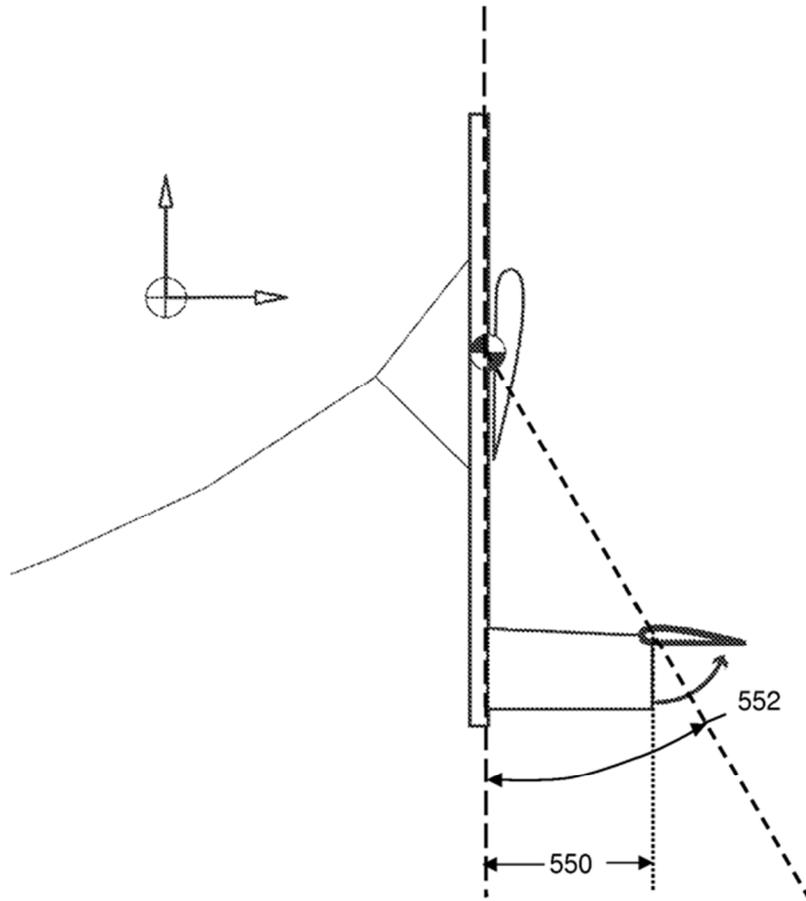
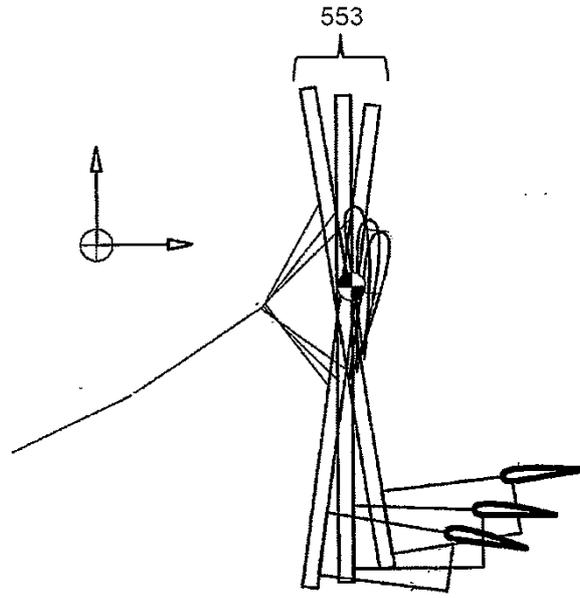
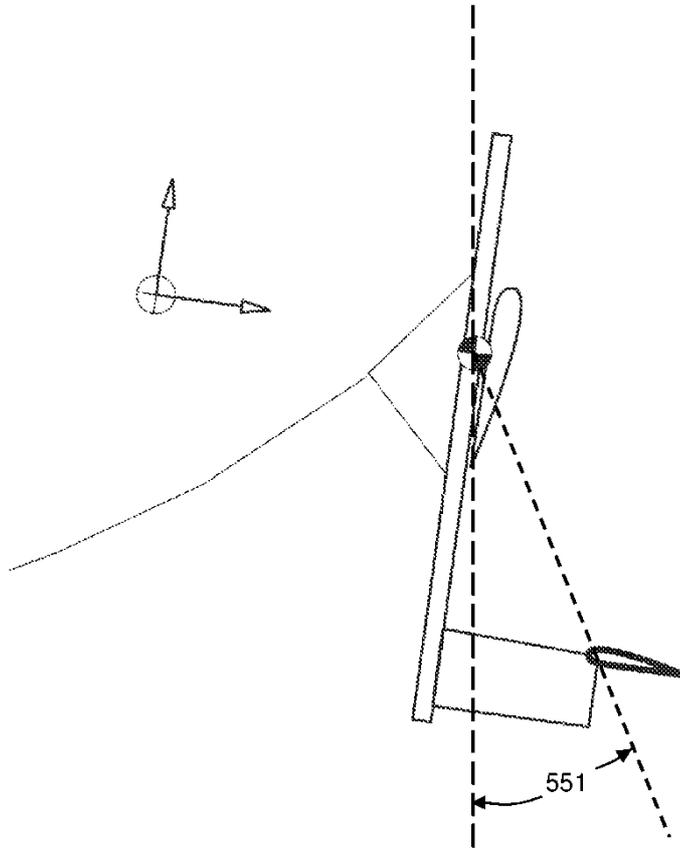


FIG. 5C



**FIG. 5D**



**FIG. 5E**

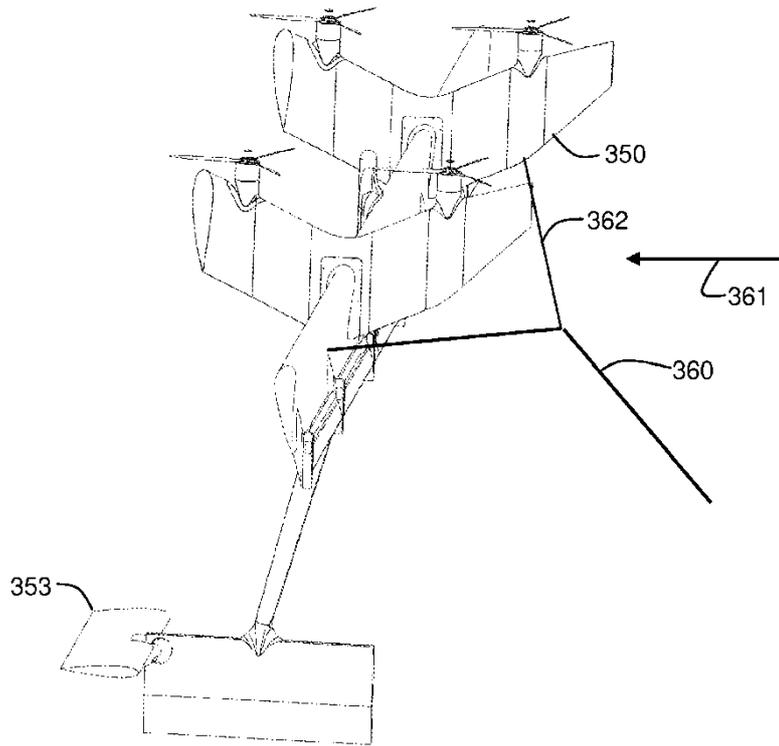


FIG. 6

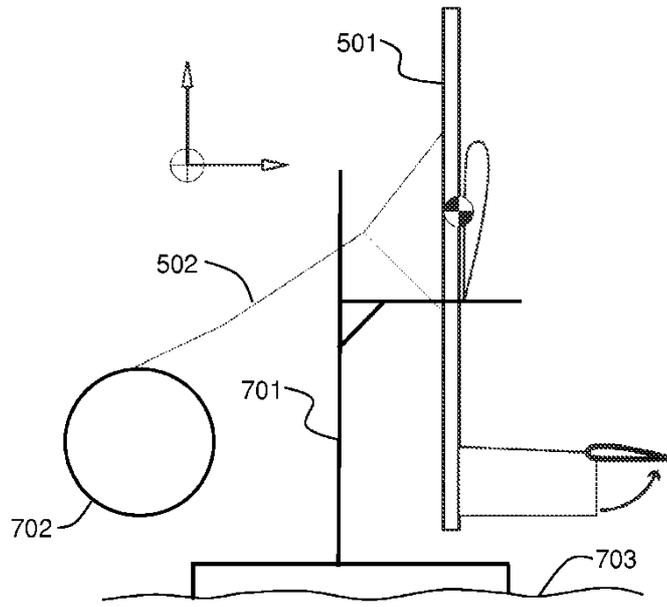


FIG. 7