



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 271 877**

(51) Int. Cl.:
B64C 27/473 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04728082 .1**

(86) Fecha de presentación : **16.04.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1572534**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **14.09.2005**

(54) Título: **Rotor y aeronave pasivamente estable en vuelo estacionario.**

(30) Prioridad: **20.05.2003 NO 20032282**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

(73) Titular/es: **Proxflyer AS.**
Nesveien 9
1394 Nesbru, NO

(72) Inventor/es: **Muren, Petter**

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 271 877 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

Rotor y aeronave pasivamente estable en vuelo estacionario.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a aeronaves con alas giratorias tales como helicópteros y en particular a un sistema de rotor que permite estabilizarla en un vuelo estacionario. También se refiere a un sistema de rotor coaxial especialmente adecuado para aeronaves muy pequeñas y procedimientos para controlarlas.

10 **Antecedentes de la invención**

Típicamente las aeronaves de alas giratorias como los helicópteros están sostenidas mediante un rotor que gira alrededor de un árbol del rotor vertical generando con un empuje de elevación o hacia arriba. La dirección del empuje es perpendicular al plano de giro definido por la trayectoria que siguen las puntas de las palas del rotor cuando giran alrededor del árbol del rotor.

En un helicóptero convencional el empuje total del rotor se puede cambiar cambiando colectivamente el ángulo de paso (o resumidamente, el paso) de todas las palas del rotor. En el campo de la dinámica de la aeropropulsión el paso está definido como el ángulo lateral entre las palas y un plano de referencia perpendicular al eje del árbol del rotor. El ángulo se mide tangencial al giro y por lo tanto no cambiará si el rotor se inclina.

Cambiando colectivamente el paso de las palas del rotor se puede controlar el helicóptero en la dirección vertical. La dirección horizontal de vuelo se puede alterar ajustando cíclicamente el paso de las palas. Ajustar cíclicamente el paso significa que el paso de las palas individuales del rotor se ajusta desde un máximo en una posición particular de giro hasta un mínimo en el lado opuesto. Esto causa que la elevación en una parte del giro sea mayor que en las otras partes, por lo que el plano de giro se inclina respecto al eje del árbol del rotor. Cuando el plano de giro se inclina de ese modo, el empuje inicialmente vertical también se inclina y por lo tanto se tiene una componente horizontal, que empuja al helicóptero en la dirección del plano de giro inclinado hacia abajo.

Normalmente, un helicóptero debe ser controlado activamente tanto por el piloto como por sensores giroscópicos. Los medios necesarios para variar y controlar el ángulo de paso de cada pala son complicados, caros y añaden peso al helicóptero.

Un rotor de paso fijo sin un control individual de la pala permitirá una aeronave o helicóptero más simple y de peso más ligero. Sin embargo, un rotor de paso fijo es inherentemente inestable en un vuelo estacionario (permanezca estacionario en el aire) y requiere otros medios de control. Existen diversos ejemplos de helicópteros con rotores de paso fijo que incluyen rotores de contra giro de paso fijo, controlados mediante alguna clase de desplazamiento del peso.

La patente US nº 06.182.923 describe un helicóptero en el que el conjunto del rotor es capaz de deslizar en la dirección longitudinal del fuselaje y al mismo tiempo es capaz de inclinarse en la dirección transversal. El propósito de esta disposición siendo alterar el centro de gravedad con relación al empuje del rotor, inclinando de ese modo el helicóptero en la dirección deseada de vuelo. Otro helicóptero de rotor coaxial de contra giro de paso fijo se describe en la patente US nº 06.460.802. En este helicóptero el conjunto de rotor que incluye el motor está articuladamente unido al fuselaje y se puede inclinar en cualquier dirección, controlando de ese modo la aeronave.

En diversos helicópteros diseñados y contruidos por Kaman Corporation, la parte interior de las palas del rotor tienen un paso fijo similar a los rotores anteriores, mientras que pueden girar en dirección longitudinal. En los helicópteros de Kaman las palas del rotor están activamente controladas mediante "servo alerones" adaptados para proporcionar un momento de torsión en las palas a fin de cambiar cíclicamente el paso, controlando de ese modo la dirección de vuelo.

El control de una aeronave con un rotor de paso fijo también se puede conseguir mediante aberturas o muescas para alterar el flujo de aire que pasa a través del rotor. Otra alternativa es utilizar 4 propulsores separados, 2 y 2 girando en sentidos opuestos y colocados en diagonal alrededor de un eje vertical central. Cada propulsor produciendo inicialmente una parte igual del empuje vertical necesario para elevar la aeronave. La aeronave se controla mediante la inclinación en la dirección deseada de vuelo incrementando el empuje de un propulsor en uno de los lados de la aeronave y reduciendo el empuje del otro propulsor en el lado opuesto. Esta idea se realizó por primera vez en una aeronave a escala natural en el año 1920. Una aeronave similar pero muy pequeña de juguete, accionada por batería y controlada remotamente fue introducida por Keyence Corporation, Japón en 1997.

Las aeronaves descritas antes son ejemplos de diseños simples, sin embargo, no son pasivamente estables y por lo tanto necesitan ser controladas por un piloto o un operario experto. La mayor parte de ellos están accionados bajo condiciones de un viento ligero o en el interior.

Una aeronave de juguete de alas giratorias pasivamente estable en vuelo estacionario se describe en la patente US nº 05.297.759. Esta aeronave es de hecho un rotor grande que vuela con limitadas posibilidades de control.

Otro helicóptero de juguete estable se expone en la patente US nº 06.659.395. Esta patente utiliza la palabra propulsor o propulsor principal en lugar de rotor, también cuando se refiere a helicópteros. Aquí, un helicóptero utilizar diferentes clases de anillos o arcos de seguridad unidos a la punta de las palas propulsoras y confía en las fuerzas giroscópicas para cambiar el paso del propulsor completo para fijar la estabilidad, en gran medida al igual que los rotores de dos palas ordinarios con grandes barras estabilizadoras. El propósito de los arcos de seguridad, aparte de hacer más seguro el propulsor, se describe que es el siguiente: cuando el propulsor principal gira, si el propulsor principal empieza a cabecear (inclinarse alrededor del eje longitudinal de las palas), los arcos de seguridad empezarán a moverse en el plano horizontal. El peso de los arcos de seguridad, sin embargo, crea un efecto giroscópico que causa que el propulsor principal se nivele articulando las palas alrededor de un pasador de articulación con un eje de articulación paralelo a las palas. Esto asegura que el propulsor permanezca, o vuelva, al nivel horizontal. En este helicóptero, las palas del propulsor se extienden hacia fuera desde el árbol en un plano horizontal sin ninguna conicidad y las palas son libres de girar de modo que cambia el paso a lo largo del propulsor completo sin momento de torsión ni plegado alguno de las palas.

En la forma de realización preferida de este helicóptero de juguete se evita realmente que el propulsor aletee (se incline hacia arriba y hacia abajo). El propósito de esto parece ser mantener eficazmente el nivel del propulsor en todo momento, evitando de ese modo que el helicóptero entre en oscilaciones o se haga inestable. Sin embargo, este sistema de estabilización proporciona posibilidades limitadas de control en la dirección horizontal y no permite unas maniobras precisas. Esto es parcialmente debido al hecho de que el propulsor y el helicóptero actúan como un sistema giroscópico común resistiendo cualquier intento de inclinarlo. Se cree que si una fuerza de oscilación se aplica al helicóptero durante un período de tiempo, empezando un movimiento horizontal, llevará un tiempo igual y sustancialmente largo para poder parar el helicóptero, haciendo difíciles las maniobras precisas.

Otro problema con un rotor (propulsor) como el que se ha descrito antes, provisto de palas que no son capaces de aletear es que si helicóptero realmente se inclina aplicando una fuerza exterior, el rotor, debido a su peso y sus efectos giroscópicos inherentes, se inclinará lateralmente. La inclinación lateral otra vez puede dar lugar a nuevas fuerzas mecánicas y causar que el rotor se incline todavía en otra dirección. El rotor entonces, a pesar de sus medios de estabilización, puede quedar fuera de control y el helicóptero perder su estabilidad.

En particular, el documento US-A-5.639.215 muestra una pala de rotor con un mecanismo de alerones. Sin embargo, esto introduce un aumento tanto en el peso como en la complejidad mecánica.

Por el contrario, un objetivo de la presente invención es proporcionar un rotor de peso reducido que proporciona una aeronave tanto una buena estabilidad pasiva para un vuelo estacionario como una buena maniobrabilidad.

En muchas situaciones y aplicaciones será deseable tener una aeronave que sea estable sin forma alguna de estabilización activa, incluso aunque se sacrifique una elevada velocidad hacia adelante y la capacidad de funcionar bajo condiciones de viento.

Con estos antecedentes se puede apreciar que existe la necesidad de un rotor que permita esta clase de estabilidad. El rotor debe ser capaz también de mantener pasivamente una aeronave en una posición fija con respecto al aire que lo rodea. Finalmente, el rotor debe permitir un control horizontal completo y hacer posible maniobras precisas.

Sumario de la invención

El objetivo de la presente invención es cubrir las necesidades de una aeronave de alas giratorias pasivamente estable mediante la exposición de un rotor de diseño simple que posibilita construir una aeronave de este tipo. Adicionalmente, este rotor puede ser utilizado en un sistema de rotor coaxial de contra giro que sea tanto de peso ligero, como eficaz y fácil de accionar, ideal para pequeñas aeronaves accionadas eléctricamente remotamente controladas.

El rotor expuesto en la presente invención y reivindicado en la reivindicación 1 tiene un plano de giro definido por la trayectoria que sigue la punta de las palas del rotor cuando el rotor gira y un plano de referencia fijo que es perpendicular al árbol del rotor. El rotor es capaz de generar la inclinación requerida para permitir que la aeronave tenga un vuelo sostenido estable que incluye un vuelo estacionario pasivamente estable.

En la forma de realización preferida de la presente invención el rotor consta de 4 palas del rotor dispuestas en dos pares o conjuntos. Las palas del rotor están fijadas a dos piezas centrales; dos palas del rotor que se extienden en sentidos opuestos fijadas a una pieza central superior y las otras dos palas del rotor orientadas 90° con respecto a las primeras, fijadas a una pieza central inferior. En sus puntas están fijadas a un anillo que rodea el rotor completo. Las palas están montadas con un paso previamente definido y están inclinadas hacia arriba para conferir al rotor una forma cónica. Cada pieza central ortogonalmente orientada está independientemente y de forma articulada unida al árbol del rotor vertical con un eje de articulación perpendicular a la dirección longitudinal de las palas del rotor. La unión articulada permite que el momento de torsión del árbol del rotor haga girar el rotor y al mismo tiempo permite que cada conjunto de palas del rotor aletee (se incline hacia arriba y hacia abajo). Sin embargo, el paso de la parte interior de todas las palas del rotor permanece fijo cuando el rotor se inclina. El anillo que rodea al rotor completo, por definición, descansa en el plano de giro y puesto que las puntas de las palas del rotor están fijadas al anillo, su ángulo de paso con respecto al plano de giro es también fijo. Esto implica que las palas del rotor deben ser flexibles y poder estar sometidas a un momento de torsión alrededor de su eje longitudinal cuando el plano de giro se inclina.

La presente invención confía en tres medios diferentes que funcionan juntos para controlar la estabilidad y el comportamiento del rotor.

En primer lugar, la unión articulada entre cada conjunto de palas del rotor y el árbol del rotor, junto con las palas flexibles, permiten que el plano de giro se incline más o menos libremente en cualquier dirección con respecto al plano de referencia.

En segundo lugar, el rotor está estabilizado con respecto al árbol del rotor y la aeronave, permitiendo que una parte de las palas del rotor tengan un paso fijo con relación al plano de referencia. Si el rotor y el plano de giro se inclinan, las palas en efecto seguirán una trayectoria hacia arriba y hacia abajo a medida que giran, resultando en una elevación diferente en partes diferentes del giro, por lo que el rotor se inclina de vuelta a su posición inicial.

En tercer lugar, en un rotor que se desplaza horizontalmente las palas del rotor tendrán diferentes velocidades aerodinámicas relativas dependiendo de la rotación en la que estén. En la parte de giro en la que las palas giran hacia delante en la misma dirección que el movimiento, la velocidad aerodinámica relativa aumenta. La velocidad aumentada proporciona una elevación incrementada, que empieza a inclinar el rotor o más precisamente el plano de giro hacia arriba por delante. Cuando el plano de giro se inclina, el empuje vertical también se inclina y se obtiene una componente horizontal que actúa contra el movimiento, tratando de pararlo. El paso fijo con relación al plano de giro es importante porque se suma en gran medida a la tendencia a la inclinación y asegura que, incluso pequeños movimientos con respecto al aire que lo rodea, inclinarán el plano de giro.

Esta tendencia incrementada a la inclinación es realmente lo opuesto al comportamiento normalmente deseado de un rotor de helicóptero limita la velocidad de avance máxima que se puede conseguir. Cuando se para el movimiento, los segundos medios que estabilizan el rotor con respecto al árbol del rotor, llevan otra vez al rotor a su posición inicial.

En otra forma de realización de la presente invención el mismo efecto de estabilización se consigue con unas palas del rotor que constan de dos piezas flexibles o unidas articuladamente entre sí. Una pieza de la pala tiene un ángulo de paso fijo con respecto al árbol del rotor y la otra pieza sigue el movimiento general (y el plano de giro) del rotor.

La presente invención también describe un procedimiento para la estabilización de una aeronave en un vuelo estacionario, como se reivindica en la reivindicación 7.

La presente invención también describe la utilización de tales rotores en una aeronave que es pasivamente estable en un vuelo estacionario y capaz de volar hacia delante, utilizando un conjunto de rotor de contra giro coaxial. El vuelo horizontal se consigue inclinando la aeronave completa por medio del desplazamiento del peso o mediante un empuje vertical de un propulsor pequeño en la parte posterior de la aeronave. También se exponen medios y procedimientos para controlar la aeronave en el derrape (rotación). Finalmente, se mencionan algunas aeronaves alternativas adecuadas para fines o funcionamientos especiales.

Breve descripción de los dibujos

La siguiente descripción detallada de las formas de realización preferidas se acompaña con dibujos a fin de hacerla más fácilmente comprensible. En los dibujos:

La figura 1 es una vista en perspectiva de un rotor de 4 palas.

Las figuras 2a y 2b son unas vistas laterales del rotor de la figura 1, mostrando el rotor en una posición horizontal y en una posición inclinada.

La figura 3a es una vista desde abajo, la figura 3b es una vista posterior y la figura 3c es una vista lateral de una pala de rotor que puede estar sometida a un momento de torsión a lo largo de su eje longitudinal.

La figura 4a es una vista desde abajo, la figura 4b es una vista posterior y las figura 4c y 4d son vistas laterales de una pala de rotor que comprende dos elementos unidos.

Las figuras 5a y 5b son unas vistas laterales de un rotor de 4 palas en posición horizontal y en posición inclinada.

La figura 6 es una vista en perspectiva de una aeronave con un conjunto de rotor coaxial y un propulsor de empuje vertical para el control.

La figura 7 es una vista en perspectiva de una aeronave que emplea una forma de realización alternativa de la presente invención.

La figura 8 es una vista en perspectiva de una aeronave que emplea otra forma de realización alternativa de la presente invención.

Descripción detallada de la forma de realización preferida

En lo que sigue a continuación se expone la presente invención y se describirá la forma de realización preferida con referencia a los dibujos adjuntos. Se describirán algunas formas de realización alternativas, sin embargo, los expertos en la materia podrán llevar a cabo otras aplicaciones y modificaciones dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas.

En las figuras 1 y 2 se representa la forma de realización preferida de un rotor de acuerdo con la presente invención. Es más adecuada para aeronaves pequeñas, de vuelo libre o accionadas remotamente, en el interior o bajo condiciones ligeras de viento. El rotor tiene un plano de giro definido por la trayectoria que siguen las puntas de las alas del rotor cuando gira el rotor y un plano de referencia fijo que es perpendicular al árbol del rotor.

El rotor (10) consta de 4 palas del rotor dispuestas en dos pares o conjuntos con un perfil de las palas que tiene la forma de una placa curvada delgada. Este perfil de las palas se escoge a fin de obtener palas del rotor que se puedan someter a torsión fácilmente y mantengan todavía la resistencia longitudinal. Una sección transversal abierta de este tipo, se sabe que tiene una rigidez a la torsión muy baja y que permitirá que un extremo de la pala gire o se someta a torsión con respecto al otro extremo, sin que la pala se doble ni se rompa.

Las palas del rotor (11, 11, 12, 12) están fijadas a dos piezas centrales; dos palas del rotor (11, 11) extendiéndose en direcciones opuestas fijadas a una pieza central superior (13) y las otras dos palas del rotor (12, 12) orientadas 90° con respecto a las primeras, fijadas a la pieza central inferior (14). En su punta las palas del rotor están fijadas a un anillo (15) que rodea el rotor completo. Las palas están montadas con un ángulo de paso previamente definido de aproximadamente 20 grados y están inclinadas hacia arriba 6-12 grados (16) para componer un rotor con una forma cónica.

Las piezas centrales ortogonalmente orientadas (13, 14) están unidas independientemente y unidas articuladas a través de pasadores (17, 19) al árbol vertical del rotor (18). El árbol del rotor (18) se extiende a través de orificios en las piezas centrales inicialmente colocadas horizontales y los orificios son lo suficientemente grandes como para permitir que las piezas centrales se inclinen alrededor de sus ejes de articulación. Los ejes de articulación son perpendiculares a las respectivas palas del rotor (11, 12) y la unión articulada permite que el momento de torsión del árbol del rotor (18) gire el rotor (10) y al mismo tiempo permite que cada conjunto de palas del rotor aletee (se incline hacia arriba y hacia abajo en la dirección longitudinal).

Con referencia a la figura 5, se explican detalles relativos a las articulaciones, el eje de articulación y el paso fijo. La figura 5a muestra el rotor en su posición inicial mientras la figura 5b muestra el rotor en una posición inclinada. El plano de giro que se puede inclinar está indicado con (A) y el plano de referencia fijo está indicado con (B).

Las articulaciones (46, 48) pueden ser cualquier tipo de articulación, cada una de ellas constando de pasadores de articulación (17, 19) como en las figuras 1, 2 y 3 o por ejemplo alguna clase de material flexible. La orientación del eje de articulación (47, 49), perpendicular a cada conjunto respectivo de palas del rotor, es esencial, pero a parte de eso, las articulaciones (46, 48) pueden ser cualquier clase de articulación. El rozamiento interno o la rigidez de la articulación, sin embargo, deben ser tan pequeños como sea posible para no introducir fuerzas mecánicas indeseadas entre el rotor (10) y el árbol del rotor (18). A fin de que el rotor se pueda inclinar libremente, también es importante que la posición vertical del eje de articulación (47, 49) esté más o menos en línea con las palas del rotor (11, 12). Si los ejes de articulación (47, 49) están colocados por debajo del rotor, la forma cónica fija del rotor limitará la inclinación libre porque las palas del rotor (11, 12) sólo se pueden someter a torsión y no doblar.

Ambas articulaciones (46, 48) están unidas al árbol del rotor a través de un cubo (45). El cubo (25) puede sostener tanto un conjunto de articulaciones flexibles como un conjunto de pasadores de articulación, dependiendo de la clase de articulación que se vaya a utilizar.

El primer eje de articulación (47) asociado con el primer conjunto de palas del rotor (11) y el segundo eje de articulación (49) asociado con el segundo conjunto de palas del rotor (12), están orientados perpendiculares entre sí. Por lo tanto, en cualquier punto dado del giro, un conjunto de palas será capaz de inclinarse (la punta desplazándose hacia arriba o hacia abajo) en una primera dirección y puesto que todas las puntas están fijadas a un anillo (15), el otro conjunto de palas se verán sometidas a torsión a fin de acomodarse a esta inclinación. En la figura 5b el primer conjunto de palas del rotor (11) está inclinado, mientras que el segundo conjunto (12) está sometido a torsión. Sin embargo, el segundo conjunto de palas del rotor (12) está todavía libre para inclinarse mientras las palas están sometidas a torsión y el primer conjunto de palas (11) se verá sometido a torsión entonces a fin de acomodar esta segunda inclinación. Puesto que cada conjunto de palas del rotor es capaz de inclinarse independientemente y puesto que todas las palas del rotor se pueden someter a torsión, esto en combinación, permite que el rotor (10) y el plano de giro (A) se inclinen en cualquier dirección con respecto al plano de referencia (B). Cualquier orientación inclinada del plano de giro (A) comprenderá por lo tanto una combinación de palas inclinadas y sometidas a torsión, incluyendo las palas que tanto están inclinadas como sometidas a torsión al mismo tiempo.

Puesto que las palas están forzadas a torsión a fin de acomodar las orientaciones inclinadas del plano de giro (A), el paso (41) de la parte interior de una pala y el paso (42) de la parte exterior de la pala variarán entre sí durante el giro. El paso (41) de la parte interior de la pala permanecerá sin cambios con respecto al plano de referencia (B), mientras

el paso (42) de la punta permanecerá sin cambios con respecto al plano de giro ahora inclinado (A). Cuando el plano de giro (A) se inclina de ese modo, cada pala del rotor (11, 12) realmente pasará a través de un ciclo de inclinación y torsión a medida que gira el rotor (giro hacia arriba, torsión en el sentido contrario a las agujas del reloj, inclinación hacia abajo, torsión en el sentido de las agujas del reloj).

La presente invención se basa en tres medios diferentes para controlar la estabilidad y el comportamiento del rotor. El rotor (10) descrito antes obtiene su estabilidad pasiva a partir de la combinación de todos estos medios en el mismo rotor.

En primer lugar, el plano de giro (A) se puede inclinar en cualquier dirección con respecto al plano de referencia (B).

En segundo lugar, una parte de las palas del rotor (11, 12) tiene un ángulo de paso (41) generalmente fijo con relación al plano de referencia (B).

En tercer lugar, una parte de las palas del rotor (11, 12) tiene un ángulo de paso (42) generalmente fijo con relación al plano de giro (A).

Cómo y por qué esto permite que el rotor sea pasivamente estable se explicará a continuación con más detalle:

En primer lugar, el plano de giro (A) se puede inclinar en cualquier dirección con respecto al plano de referencia (B):

Un rotor (10) como se ha descrito antes, debido al peso de las palas del rotor (11, 12) y al anillo (15), está influido por las fuerzas giroscópicas. Debido al efecto de la precesión giroscópica, un objeto giratorio como este rotor cuando está sometido a una fuerza de inclinación se inclinará en una dirección transversal. Si el rotor (10) ha sido unido más rígidamente al árbol del rotor (18) y las fuerzas aerodinámicas intentan inclinarlo con relación al árbol, experimentará fuerzas mecánicas desde la unión, intentando retenerlo. Debido a la precesión giroscópica, el rotor realmente empezará a inclinarse hacia los lados con respecto a la fuerza inicial que lo retiene. Los lados hacia los cuales se inclina darán lugar otra vez a nuevas fuerzas mecánicas y causará que el rotor se incline todavía en otra dirección. El rotor fácilmente puede quedar fuera de control.

A partir de la discusión de las fuerzas giroscópicas, se puede ver que, puesto que el rotor (10) de la presente invención tiene una geometría generalmente fija, una de las características importante y necesaria es que se pueda inclinar más o menos libremente en cualquier dirección con respecto al plano de referencia (B). Esto es así por supuesto para reducir cualquier fuerza mecánicamente introducida entre el rotor (10) y el árbol del rotor (18) y evitar cualquier oscilación.

En segundo lugar, una parte de las palas del rotor (11, 12) tiene un ángulo de paso (41) generalmente fijo con relación al plano de referencia (B):

Puesto que el rotor se puede inclinar en cualquier dirección es esencial estabilizarlo. El rotor (10) se estabiliza con respecto al árbol del rotor (18). Puesto que el rotor se estabiliza con respecto al árbol del rotor (18) será posible controlar con precisión el rotor (10) inclinando el árbol del rotor (18) o la aeronave que utilice un rotor de este tipo. El control de la aeronave será descrito más adelante con mayor detalle.

La estabilidad con respecto al árbol del rotor (18) se explica suponiendo que el rotor (10) no se mueve. Sin embargo, el efecto de estabilización es el mismo en un rotor que se mueve. En un rotor que se mueve también actúan sobre las palas del rotor otros efectos que se describirán más adelante.

Si el rotor (10) se ha inclinado, la parte interior, la parte de las palas con un paso más o menos fijo (41) con relación al plano de referencia (B) tendrá una elevación reducida cuando gira hacia el punto en el que el plano de giro está más alto y de acuerdo con ello una elevación incrementada en el lado opuesto. Esto es así porque se pueden ver que las palas se desplazan hacia arriba y hacia abajo con respecto al plano de referencia (B) a medida que giran a lo largo de la trayectoria inclinada, esto cambiando, en efecto, el ángulo de incidencia y por lo tanto también la elevación. La velocidad hacia arriba más elevada, y por tanto también la elevación menor, ocurre cuando las palas están a un giro de 90 grados frente al punto más elevado. La elevación más alta ocurre en el lado opuesto, 90 grados de giro frente al punto más bajo.

Debido a la precesión giroscópica descrita anteriormente el rotor (10) se inclina de vuelta a su posición inicial por las diferencias en la elevación y no hacia los lados como se podría llegar a pensar de otro modo.

En tercer lugar, una parte de las palas del rotor (11, 12) tiene un ángulo de paso (42) generalmente fijo con relación al plano de giro (A):

Para conseguir la estabilidad pasiva en un vuelo estacionario, el rotor (10) actúa contra cualquier movimiento con relación al aire que lo rodea. En un rotor que se desplaza horizontalmente, las palas del rotor tendrán una velocidad aerodinámica relativa diferente a lo largo del giro. En la parte de giro en la que las palas giran hacia delante en la

misma dirección que el movimiento (la pala de avance), la velocidad aerodinámica relativa es más elevada que en el lado opuesto (la pala de retroceso). Es evidente que la velocidad relativa más elevada y por lo tanto también la elevación más alta, ocurre en el punto en el que las palas de avance están señalando hacia el lado, perpendiculares al movimiento de avance. La elevación incrementada empieza a inclinar el plano de giro (A). Debido a la precesión giroscópica, la elevación incrementada en las palas de avance causa que el plano de giro (A) se incline frente al movimiento y no a los lados.

Una característica importante y esencial del rotor (10) es que esta tendencia a inclinarse de frente como una respuesta al movimiento horizontal, se incrementa adicionalmente. Esto se consigue dejando que las palas del rotor sean capaces de ser sometidas a torsión a fin de que la parte exterior de las palas del rotor (11, 12) tengan un ángulo de paso (42) generalmente fijo con relación al plano de giro (A). Si el rotor (10) se inclina hacia arriba de frente, las palas del rotor que señalan hacia los lados tendrán un paso sin cambios (41) en la parte interior, mientras el paso adicional fuera a lo largo de las palas seguirá la torsión de las palas, hasta que, en la punta, tengan el paso original (42) con relación al plano de giro ahora inclinado (A). Comparado con un rotor de paso fijo convencional, esto permite que el rotor (10) de la presente invención incremente adicionalmente la elevación en las palas de avance y reduzca adicionalmente la elevación en las palas de retroceso, incrementando de ese modo la cantidad de inclinación.

Inicialmente el rotor (10) tiene un empuje, dirigido directamente hacia arriba. Cuando el plano de giro (A) empieza a inclinarse, el empuje también se inclina y por lo tanto aparece una componente horizontal que actúa contra el movimiento, intentando pararlo. La conicidad (16) del rotor (10) también contribuye a la tendencia a la inclinación incrementando la elevación de las palas del rotor (11, 12) cuando están en la parte frontal del giro. El rotor (10) realmente empieza a inclinarse a velocidades horizontales muy pequeñas y en efecto sostiene el rotor en una posición fija con respecto al aire que lo rodea en tanto en cuanto el árbol del rotor (18) se mantenga vertical.

La capacidad incrementada a inclinarse en respuesta a cualquier movimiento horizontal, distingue este rotor (10) de otros rotores. Es realmente el opuesto al comportamiento normalmente deseado de un rotor de helicóptero. Ningún rotor actualmente conocido parece inclinarse y actuar contra los movimientos con relación al aire que lo rodea del mismo modo que lo hace el rotor (10) de la presente invención.

Cuando el rotor (10) se desplaza horizontalmente, los segundos medios que lo estabilizan con respecto al árbol del rotor (18) están todavía activos, intentando llevar al plano de giro (A) en línea con el plano de referencia (B). Sin embargo, la tendencia incrementada a la inclinación es el factor dominante y limitará la velocidad de avance máxima que se puede conseguir. Cuando el movimiento se ralentiza, la estabilidad del rotor (10) con respecto al árbol del rotor (18) gradualmente lleva al rotor y al plano de giro (A) de vuelta al nivel horizontal, paralelo con el plano de referencia (B).

En el rotor (10) representado en la figura 1, la importancia relativa de la estabilidad con respecto al árbol del rotor (18) comparada con la capacidad de inclinarse hacia arriba en respuesta a un movimiento horizontal está influida por: la velocidad de giro del rotor, el grado de conicidad, el peso, la forma y la rigidez de las palas del rotor (11, 12) y sobre el anillo (15) que las rodea, así como la geometría general y el peso de la aeronave que utiliza el rotor. Estos factores se tienen que optimizar entre sí a fin de obtener la estabilidad pasiva en un vuelo estacionario.

La experiencia ha demostrado que: una baja velocidad de giro requiere que las palas del rotor sean generalmente más anchas y 50-80% más anchas en la raíz que en la punta. La velocidad de giro baja también requiere más palas del rotor de punta pesada o un anillo que las rodea. La elevada estabilidad con respecto al aire que lo rodea requiere más conicidad y que las palas del rotor se sometan a torsión fácilmente en la dirección longitudinal. También se puede ver que, si se le da demasiada prioridad a la capacidad a inclinarse hacia arriba en respuesta a un movimiento horizontal, será difícil entrar en un vuelo hacia delante o manejar las condiciones con viento. En un caso de este tipo será necesario alterar algunas partes del diseño o de los parámetros de funcionamiento a fin de mantener el comportamiento deseado.

El anillo (15) que rodea las palas del rotor (11, 12) tiene tres fines diferentes: en primer lugar, sostiene las palas del rotor de forma que el paso (42) de la parte exterior de las palas del rotor (11, 12) esté fijo con relación al plano de giro (A) del rotor (10). El anillo por definición descansa en el plano de giro. En segundo lugar, protege el rotor (10) durante el funcionamiento evitando que cualquier cosa entre en contacto o se interponga entre las palas del rotor (11, 12). En tercer lugar, el anillo (15) que utiliza su peso inherente, asegura una buena estabilidad giroscópica del rotor (10) incluso a una baja velocidad de giro.

Sin embargo, a pesar de los fines diferentes del anillo (15) es importante indicar que la utilización de un anillo de este tipo no limita en modo alguno la presente invención. Es posible diseñar un rotor con palas del rotor de acuerdo con por lo menos una de las reivindicaciones de la presente invención que funcione sin un anillo que lo rodee.

Con referencia a la figura 4, se representa una forma de realización diferente de una pala de rotor. La pala del rotor comprende dos elementos: un primer elemento (21) con un paso fijo con relación al resto del rotor (será descrito más adelante) y un segundo elemento (22) con una unión flexible o articulada (23) al primer elemento. El propósito de la unión es alinear el segundo elemento (22) con el primer elemento (21) y al mismo tiempo permitir que los dos elementos (21, 22) alteren sus ángulos de paso entre sí. La unión debe tener tan poca fricción o rigidez como sea posible.

El primer elemento (21) está fijado a una única pieza central, un cubo (24). El cubo (24) sostiene todas las palas del rotor en el rotor. Inicialmente el rotor se puede considerar un rotor de forma fija con los primeros elementos (21) siendo palas del rotor que se extienden hacia fuera desde el cubo (24), ligeramente inclinadas hacia arriba. En el borde de la cola del primer elemento (21), está unido el segundo elemento (22). El segundo elemento (22) tiene la misma longitud que el primero (21). El cubo (24) está unido mediante una suspensión cardan (25) al árbol del rotor (26), permitiendo de ese modo que el rotor se incline en cualquier dirección (el plano de giro se puede inclinar en cualquier dirección con respecto al plano de referencia). El segundo elemento (22) tiene un paso más o menos fijo con relación al plano de referencia y al árbol del rotor (26). Esto se consigue uniendo el interior, el extremo posterior del segundo elemento (22) mediante una pequeña suspensión cardan (28) a un tirante (27). El tirante (27) es paralelo al árbol del rotor (26) y se extiende hacia abajo desde la pala del rotor, colocado a una distancia horizontal por detrás del eje de articulación entre los dos elementos (21, 22). En el extremo inferior, el tirante (27) está unido otra vez mediante una pequeña articulación cardan (28) a una barra (29) que se extiende horizontalmente fuera del árbol del rotor (26).

La pequeña suspensión cardan superior (28), que une la parte superior del tirante (27) y el segundo elemento (22) de la pala del rotor, está colocada en un eje que pasa a través del árbol del rotor (26), siendo perpendicular a ambos al eje longitudinal de la pala del rotor (21, 22) y al eje del árbol del rotor (26). Esto permite que la pala del rotor se incline hacia arriba y hacia abajo sin ningún movimiento relativo del segundo elemento (22). Si, sin embargo, el rotor se inclina en otra dirección (la dirección, que en el caso de la primera forma de realización descrita antes, sometería a torsión la pala del rotor) el primer elemento (21) se inclina junto con el resto del rotor mientras el segundo elemento (22) en su extremo posterior se evita que se desplace hacia arriba o hacia abajo y, por lo tanto, en cambio mantiene el paso con relación al plano de referencia y al árbol del rotor (26) generalmente sin cambios. La forma del perfil de las palas que consta de los dos elementos (21, 22) cambia realmente como resultado de esta inclinación.

Cuando se examina la pala del rotor en la figura 4 y siguiendo la descripción anterior se puede apreciar que un rotor que comprende estas palas del rotor funcionará de acuerdo con los mismos principios que la primera forma de realización representada en la figura 3, permitiendo de ese modo un vuelo sostenido, pasivamente estable en un vuelo estacionario. También se puede apreciar que este rotor funcionará sin tener en cuenta la presencia de un anillo que lo rodee. Otra característica importante de esta pala del rotor es que funciona igual de bien para rotores con 2, 3, 4 y 5 palas. Los expertos en la materia también realizarán modificaciones y variaciones a esta forma de realización dentro del alcance de la invención.

La presente invención también expone diferentes aeronaves provistas de rotores de contra giro coaxiales. Son pasivamente estables en un vuelo estacionario y capaces de volar hacia delante a velocidades bajas. El vuelo estacionario estable hace que las aeronaves sean mucho más simples de accionar y de controlar. Los rotores de contra giro coaxiales además de ser muy eficaces en cuanto a la potencia también tienen la ventaja de que cualquier efecto giroscópico o aerodinámico tienden a compensarse entre sí, lo que se añade a la simplificación en el control. La geometría fija de los rotores que se pueden inclinar también reduce la necesidad de movimientos de aleteo o conducción/retraso (hacia delante y hacia atrás) de las palas del rotor y además produce pocas vibraciones, o ninguna, en la aeronave.

Con referencia a la figura 6 se representa la forma de realización preferida de una aeronave (50) de acuerdo con la presente invención. Se trata de una de una pequeña aeronave en forma de helicóptero accionada remotamente con energía eléctrica (50) provista de un rotor coaxial de contra giro. El conjunto de rotor coaxial consta de dos rotores (52, 54) similares al expuesto en la primera forma de realización descrita antes. Los dos rotores están colocados uno encima del otro utilizando un árbol interior (51) para el rotor superior (52) y un árbol exterior (53) para el rotor inferior (54). La principal ventaja de este conjunto de rotor es que no necesita contrarrestar el momento de torsión del rotor mediante, por ejemplo, un rotor de cola. Los dos rotores, girando en sentidos opuestos (69, 70) se equilibran entre sí, por lo tanto, toda la potencia se dirigirá a producir la elevación. Puesto que la aeronave transporta sus propias baterías sustancialmente pesadas (55), es importante que el conjunto del rotor sea muy eficaz y que la aeronave completa sea de peso ligero, preferiblemente construida de laminados de fibra de carbono o materiales de peso ligero similares.

La aeronave (50) está controlada remotamente mediante un operario que utiliza un transmisor con palancas de control (no representadas) para enviar señales de control a un receptor (56) en la aeronave. Las señales de control a su vez controlan los reguladores eléctricos de la velocidad (57) eléctricamente conectados a dos motores eléctricos (58) y (59) para accionar el conjunto del rotor y un pequeño motor eléctrico (60) para accionar un propulsor de empuje (61), adoptado para la inclinación de la aeronave. Todos los circuitos electrónicos y los motores están comercialmente disponibles y se consideran que pertenecen a una técnica anterior. Los dos motores principales (58, 59) están colocados adyacentes en la parte frontal de la aeronave (50). El pequeño propulsor de empuje (61) para el control, está colocado entre dos varillas (62) que se extienden horizontalmente hacia atrás desde el cuerpo principal (63) de la aeronave (50). Está horizontalmente orientado a fin de proporcionar un vector de empuje vertical (64) que puede actuar para inclinar la aeronave completa, incluyendo el árbol del rotor y los rotores. La aeronave (50) está sostenida por 4 patas flexibles (65) que se extienden hacia abajo desde el cuerpo principal (63), mientras está en el suelo.

Los motores eléctricos principales (58, 59) están unidos a los árboles de los rotores (51, 53) a través de reducciones, que comprenden ruedas de diámetros grandes (66) sobre los árboles de los rotores y ruedas pequeñas (67) sobre los árboles de los motores, las ruedas pequeñas accionando las grandes a través de bandas de caucho (68) de resistencia suficiente. Las dos ruedas grandes (66) están colocadas juntas, con la rueda superior conectada al árbol exterior (53) y la rueda inferior conectada al árbol interior (51). Los dos motores (58, 59) que accionan los rotores principales,

funcionan en sentidos opuestos pero tienen la misma cantidad de momento de torsión de salida. Cuando se incrementa la velocidad de los motores, y por consiguiente aumenta la velocidad de los rotores, el empuje finalmente elevará la aeronave.

5 El control de esta aeronave es muy fácil:

Verticalmente, la aeronave (50) está controlada por la velocidad (69) y (70) de los dos rotores principales. Para subir, se incrementa la velocidad, por lo tanto se incrementa el empuje del conjunto del rotor. Para descender, se reduce la velocidad. Puesto que el momento de torsión que acciona los rotores en sentidos opuestos se equilibra y
10 puesto que la aeronave es pasivamente estable, no se requieren otras entradas de control.

El control del derrape, que gira la aeronave (50) de lado a lado, se consigue simplemente incrementando la velocidad (69) de un rotor y reduciendo la velocidad (70) del otro rotor en la misma cantidad. La aeronave (50) girará entonces en sentido opuesto a aquél del rotor que ha conseguido la velocidad incrementada.

15 Horizontalmente, la aeronave (50) está sólo controlada en dirección hacia delante y hacia atrás. Para entrar en el vuelo hacia delante se incrementa la velocidad del pequeño propulsor de empuje (61) colocado en la parte posterior de la aeronave (50). El empuje vertical (64) de este propulsor actúa para inclinar la aeronave completa, incluyendo el árbol del rotor y el conjunto del rotor principal. Puesto que los rotores pueden inclinarse más o menos libremente
20 también es fácil inclinar la aeronave con respecto a los rotores. La estabilidad de los rotores con respecto al árbol asegura que los rotores se inclinan junto con la aeronave (50) y proporcionando de ese modo al empuje total de los rotores principales una componente horizontal que propulsa la aeronave (50) hacia delante. La misma acción, pero de sentido opuesto, propulsará la aeronave (50) en dirección hacia atrás. Si el pequeño propulsor de empuje es realmente
25 el mismo un pequeño rotor estable de acuerdo con la presente invención, la aeronave también puede ser pasivamente estable en el derrape. Es decir, la aeronave empieza a girar, el pequeño rotor en la parte posterior se inclinará y el empuje vertical inicial del mismo obtendrá una componente horizontal que actúa contra el giro.

Debido a la resistencia inherente de los rotores contra los movimientos horizontales, esto supone una limitación a la velocidad máxima que se puede conseguir. También se puede ver que a fin de dirigir la aeronave (50) a los lados,
30 primero es necesario girar la aeronave y entrar entonces en el vuelo hacia delante en la dirección deseada.

En total, estas tres direcciones de control: vertical, hacia delante/hacia atrás y derrape (cabeceo), se suman para ser un modo muy fácil e intuitivo de accionamiento de la aeronave (50). Posiblemente siendo la característica más importante de esta aeronave lo siguiente: si el operario en cualquier momento durante el vuelo pierde el control de la
35 aeronave, puede dejar las palancas de control de vuelta a su posición neutra y la aeronave (50) se parará y permanecerá por sí misma en un vuelo estacionario estable.

También se pueden realizar otras formas de realización de la invención. Con referencia a la figura 7 se puede ver una aeronave alternativa (80). Es muy similar a la anterior y sólo se describirán las diferencias. En lugar de tener un
40 pequeño propulsor de empuje colocado fuera en la parte posterior de la aeronave, la aeronave se puede inclinar por medio de un desplazamiento del peso. Una parte pesada separada y sustancial de la aeronave, en este caso las baterías (81), se puede desplazar de forma controlable en dirección horizontal (82) mediante un servo accionamiento (83) eléctricamente conectado al receptor. El desplazamiento de las baterías (81) altera el centro de gravedad con respecto al conjunto del rotor, inclinando de ese modo la aeronave (80) y el conjunto del rotor, para iniciar y sostener el vuelo
45 horizontal. Esta aeronave es también muy simple, pero requiere unas pocas piezas electro-mecánicas más que en el caso de la forma de realización preferida utilizando un propulsor de empuje. Los principios para el accionamiento de la aeronave, por otra parte, son idénticos a aquellos descritos antes.

Todavía otra forma de realización de la invención se presenta en la figura 8. Esta aeronave alternativa (90) es
50 también bastante similar a las anteriores, sin embargo, ahora ambos rotores principales son accionados por un motor eléctrico mayor (91) con una pequeña rueda doble (92). Una de las dos bandas de caucho de accionamiento es sometida a torsión (93) a fin de hacer que los rotores giren en sentidos opuestos. Puesto que los dos rotores no giran siempre a la misma velocidad, el control del derrape se proporciona por otros medios. En la parte posterior de la aeronave (90) el único propulsor de empuje se sustituye por dos propulsores (94) y (95) orientados ortogonalmente a fin de que
55 proporcionen tanto un empuje vertical (96) como horizontal (97). La componente vertical se adopta para inclinar la aeronave (90) del mismo modo como se ha descrito antes y el componente horizontal se adopta para proporcionar el control del derrape.

Se pueden imaginar otras modificaciones a las formas de realización. Todas las aeronaves descritas, además de
60 volar hacia delante pueden conseguir vuelos laterales utilizando medios para inclinar también las aeronaves hacia los lados. Adicionalmente, los medios para la generación del empuje pueden ser pequeños propulsores, chorros o bien cualquier otra disposición capaz de generar un empuje. Para obtener un vuelo horizontal los medios de generación del empuje se pueden colocar cerca del conjunto del rotor, produciendo un vector de empuje horizontal que propulsa la aeronave en la dirección deseada. En otra forma de realización, se pueden utilizar cuatro rotores en lugar de los
65 propulsores en una aeronave similar a aquella descrita anteriormente de Keyence Corporation, proporcionando también un derrape pasivo estable. El rotor de la presente invención se puede realizar en combinación con un control del paso cíclico activo en un helicóptero convencional y, si es necesario, el helicóptero puede permanecer en un vuelo estacionario pasivamente estable o en algún tipo de modo estable libre de fallos.

ES 2 271 877 T3

Aunque las características de la presente invención se describen en relación con aeronaves y helicópteros, la invención puede ser útil en muchas otras aplicaciones. De hecho, la presente invención se puede utilizar ventajosamente en todas las aplicaciones en la que los artículos deban permanecer estables en un vuelo estacionario sin que se requiera control activo alguno, ni electrónico, ni manual. Ejemplos de tales aplicaciones pueden ser: con fines publicitarios en los que la aeronave transporta por ejemplo pegatinas, estandartes, banderas, logotipos o pantallas de visualización. Inspecciones de cualquier tipo en las que la aeronave esté equipada con un conjunto de sensores incluyendo una cámara de vídeo. Producción de películas o de televisión, transportando micrófonos o cámaras. Recogida de cualquier clase de datos medioambientales o meteorológicos utilizando una aeronave equipada con un conjunto de sensores, sólo derivando pasivamente con el viento. Cualquier clase de juguete volador, tanto controlado remotamente como en vuelo libre. En una escala mayor, diferentes clases de operaciones de elevación, o bien operaciones policiales y militares.

Mientras se han descrito formas de realización preferidas de la invención y se han sugerido ciertas alternativas, las personas expertas en la materia reconocerán que se pueden realizar otros cambios a las formas de realización de la invención sin apartarse de los amplios conceptos inventivos de la misma. Por lo tanto se comprenderá que la invención no está limitada a las formas de realización particulares expuestas sino que cubre cualquier modificación que esté dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Rotor (10), que genera elevación, comprendiendo por lo menos dos palas de rotor (11, 12) y un árbol del rotor generalmente vertical (18) provisto de un eje central, extendiéndose cada pala del rotor hacia fuera desde el árbol del rotor, terminando en una punta, estando provisto el rotor de un plano de giro (A) definido por una trayectoria que cada una de las puntas de las palas del rotor sigue cuando gira el rotor, **caracterizado** porque

el plano de giro (A) se puede inclinar en cualquier dirección con respecto a un plano de referencia (B) perpendicular al eje del árbol del rotor;

por lo menos una parte de una o más de las palas del rotor (11, 12) tiene un ángulo de paso (41) generalmente fijo con relación a dicho plano de referencia (B);

por lo menos una parte de una o más de las palas del rotor (11, 12) tiene un ángulo de paso (42) generalmente fijo con relación al plano de giro (A).

2. Rotor según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la parte de las palas del rotor (11, 12) que tienen un ángulo de paso (42) generalmente fijo con relación al plano de giro (A) es la parte de la pala en la zona de la punta y la parte de las palas que tienen un ángulo de paso (41) generalmente fijo con relación a dicho plano de referencia (B) es la parte interior de la pala.

3. Rotor según la reivindicación 2, **caracterizado** porque por lo menos una de las palas del rotor (11, 12) está fabricada a partir de un material flexible que permite que dicha pala del rotor esté sometida a torsión en una dirección longitudinal.

4. Rotor según la reivindicación 3, **caracterizado** porque un primer conjunto de palas del rotor (11) está unido al árbol del rotor (18) mediante una primera articulación flexible o pivotante (46) con un eje de articulación (47) generalmente perpendicular a ambos, las palas del rotor (11) y el árbol del rotor (18), y un segundo conjunto de palas del rotor (12) están dispuestas perpendiculares al primer conjunto (11) y unidas al árbol del rotor mediante una segunda articulación flexible o pivotante (48) con un eje de articulación (49) generalmente perpendicular tanto al segundo conjunto de palas del rotor (12) como al árbol del rotor (18), y por lo menos la parte interior de todas las palas del rotor tienen un ángulo de paso (41) que permanece fijo con relación a dicho plano de referencia (B) cuando el rotor se inclina hacia arriba y hacia abajo o hacia los lados y las palas del rotor (11, 12) en su punta están unidas a un anillo (15) que rodea el rotor.

5. Rotor según la reivindicación 4, **caracterizado** porque las palas del rotor (11, 12) están inclinadas hacia arriba con respecto a dicho plano de referencia (B) proporcionando al rotor (10) una geometría cónica.

6. Rotor según la reivindicación 1, **caracterizado** porque por lo menos una de las palas del rotor (11 ó 12) comprende dos o más elementos (21, 22) flexibles o bien unidos articuladamente (23) entre sí y por lo menos un elemento (22) de dicha pala del rotor con un ángulo de paso generalmente fijo con relación a dicho plano de referencia (B) y por lo menos el otro elemento (21) de dicha pala del rotor con un ángulo de paso generalmente fijo con relación al plano de giro (A).

7. Procedimiento para estabilizar pasivamente una aeronave en vuelo estacionario, empleando la aeronave por lo menos un rotor (10) que genera elevación, comprendiendo dicho rotor por lo menos dos palas del rotor (11, 12) y un árbol del rotor generalmente vertical (18) con un eje central, extendiéndose cada pala del rotor hacia fuera desde el árbol del rotor, terminando en una punta, estando provisto el rotor de un plano de giro (A) definido por una trayectoria que cada punta de dichas palas del rotor sigue cuando gira el rotor, **caracterizado** porque presenta las etapas siguientes:

adaptar el rotor (10) de tal forma que el plano de giro (A) se pueda inclinar en cualquier dirección con respecto a un plano de referencia (B) perpendicular al eje del árbol del rotor, e

incrementar la elevación de la parte exterior de por lo menos una de las palas del rotor (11, 12) en respuesta a la inclinación del plano de giro (A) causada por movimiento horizontal de la aeronave, y

reducir la elevación en la parte interior de por lo menos una de las palas del rotor (11, 12) en respuesta a la inclinación del plano de giro (A) causada por el movimiento horizontal de la aeronave, inclinando de ese modo gradualmente el rotor (10) de vuelta a una posición horizontal cuando la aeronave reduce la velocidad.

8. Utilización de uno o más rotores en una aeronave, **caracterizada** porque por lo menos un rotor está configurado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

9. Utilización de uno o más rotores según la reivindicación 8, **caracterizada** además porque existen unos medios adaptados para permitir la inclinación controlada de la aeronave.

ES 2 271 877 T3

10. Utilización de uno o más rotores según la reivindicación 9, **caracterizada** porque los medios para la inclinación de la aeronave son unos medios (61) para la generación de un vector de empuje vertical controlable unidos a dicha aeronave a una distancia horizontal de dicho rotor.

5 11. Utilización de uno o más rotores según la reivindicación 9, **caracterizada** porque los medios para la inclinación de la aeronave comprenden disponer de un centro de gravedad inicialmente colocado por debajo del rotor en el que un peso (81) es desplazado de forma controlable en una dirección generalmente horizontal, a fin de desplazar el centro de gravedad con respecto al rotor, para permitir la inclinación controlada de la aeronave.

10 12. Utilización de dos rotores según la reivindicación 8, **caracterizada** porque los dos rotores están colocados uno encima del otro, girando dichos dos rotores en sentidos opuestos, creando un conjunto coaxial de rotor de contra giro, en el que las velocidades de giro (69, 70) de dichos dos rotores se puede cambiar de forma controlable relativamente entre sí, para proporcionar control del derrape.

15 13. Utilización de uno o más rotores según la reivindicación 8, **caracterizada** porque existen por lo menos unos medios (94, 95) adaptados para la generación de un vector de empuje, transversalmente unido a dicha aeronave a una distancia horizontal del rotor, para proporcionar control del derrape.

20 14. Utilización de uno o más rotores en una aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que la aeronave es un juguete volante pasivamente estable, ya sea un helicóptero de juguete remotamente controlado, ya sea cualquier otra clase de aeronave de juguete que permanece en vuelo estacionario.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

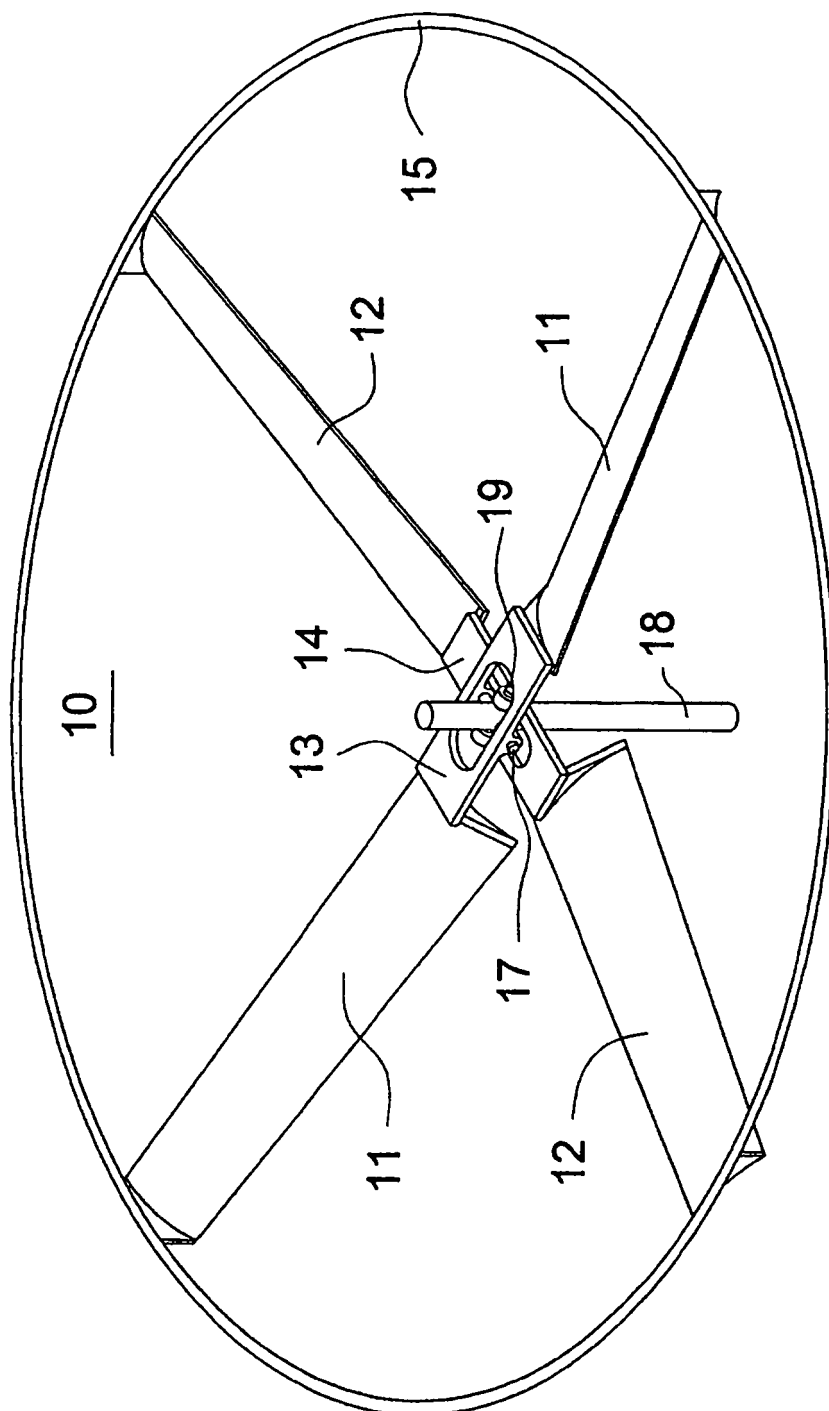


Figura 1

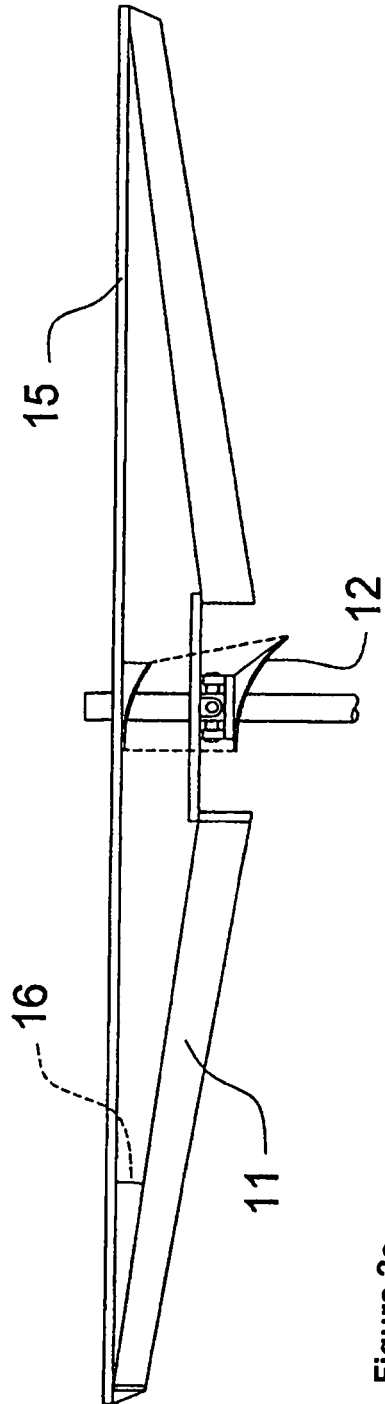


Figure 2a

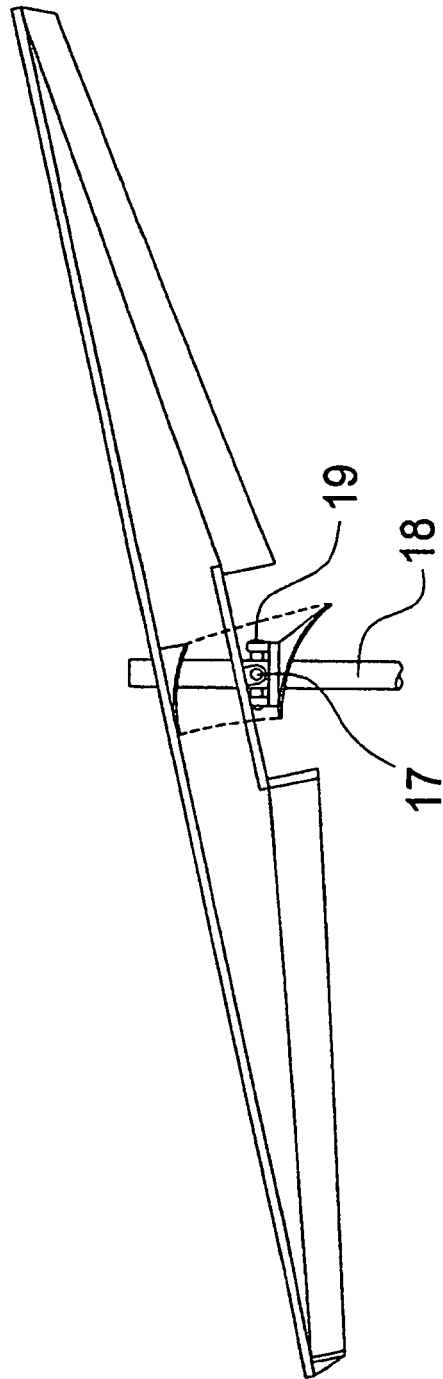


Figure 2b

Figura 3a

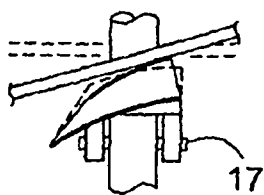
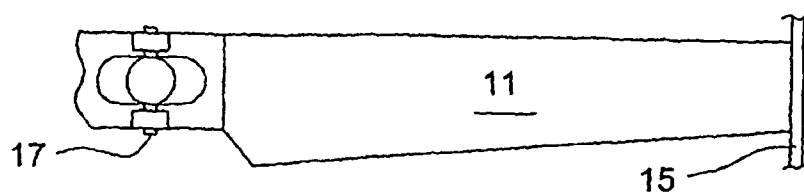


Figura 3c

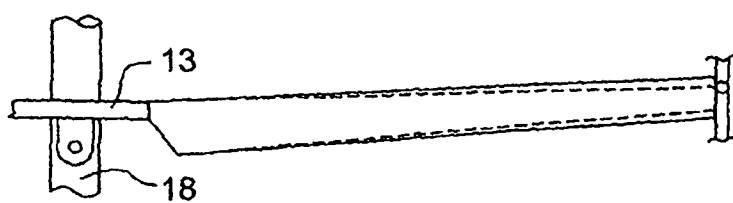


Figura 3b

Figura 4a

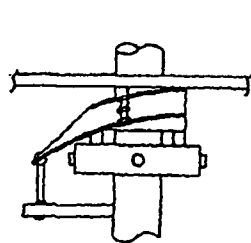
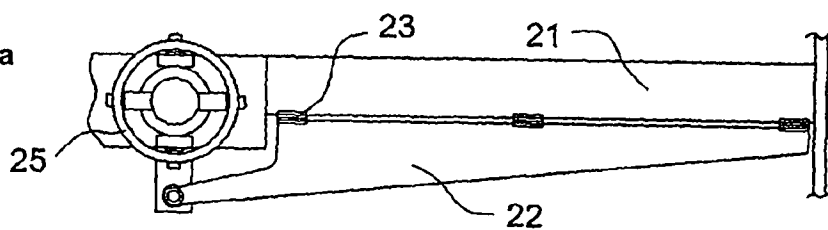


Figura 4c

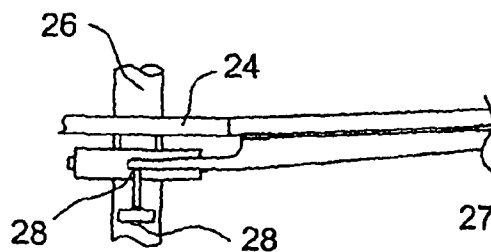


Figura 4b

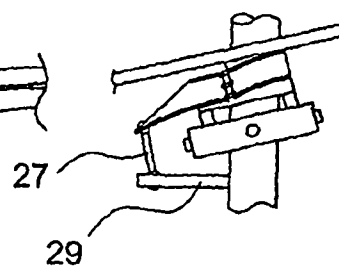
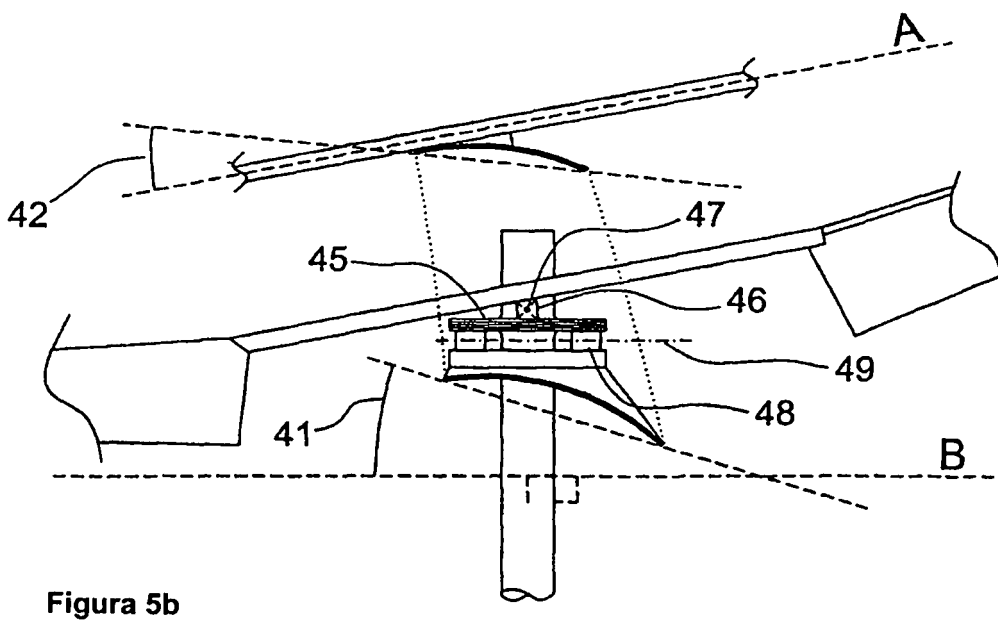
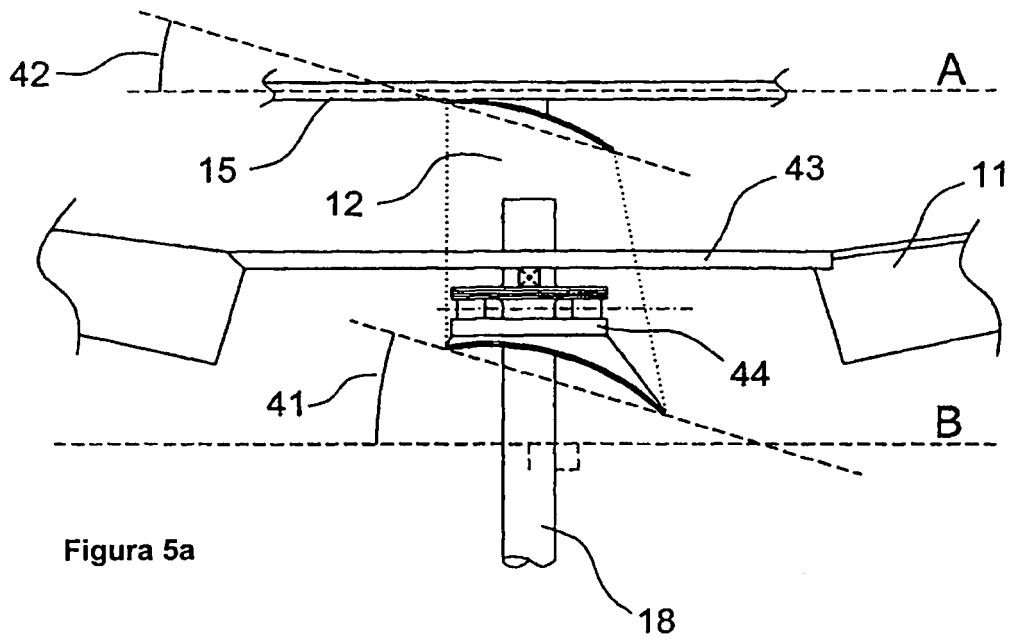


Figura 4d



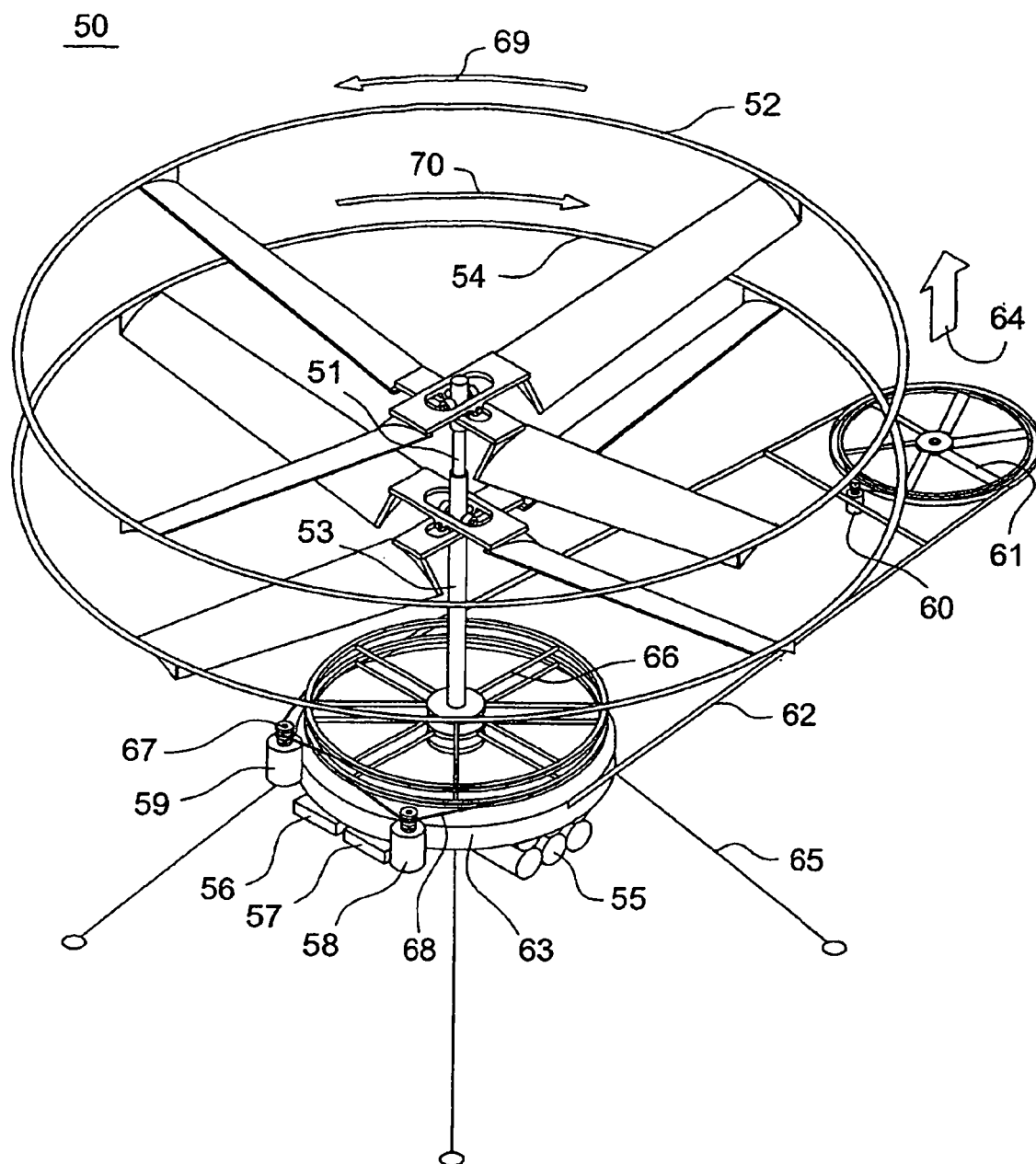


Figura 6

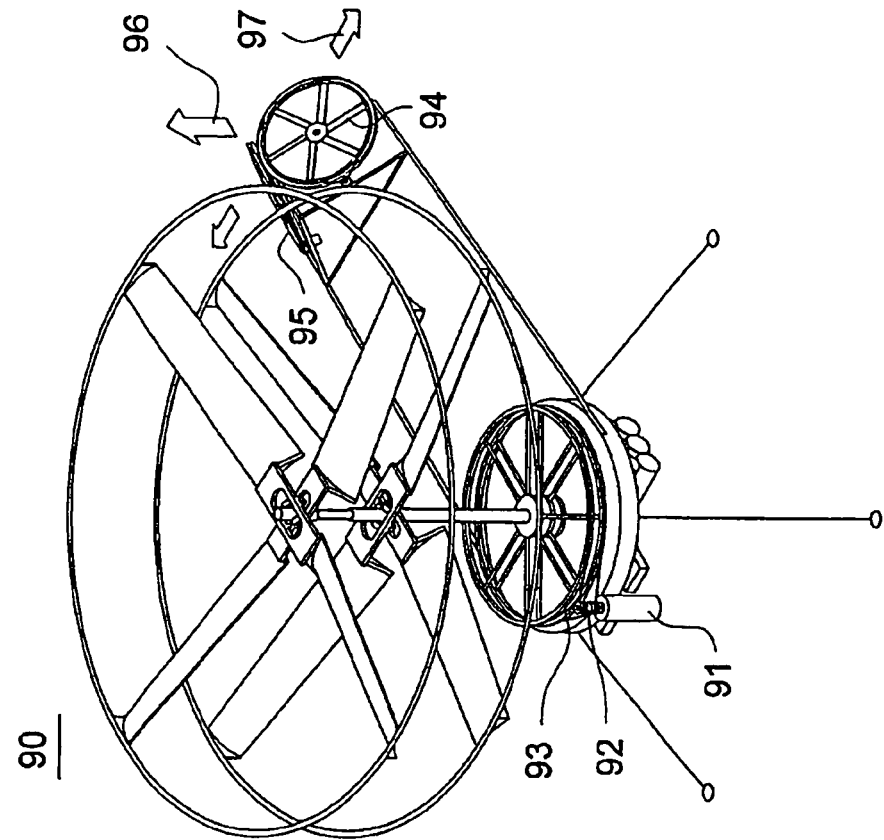


Figura 8

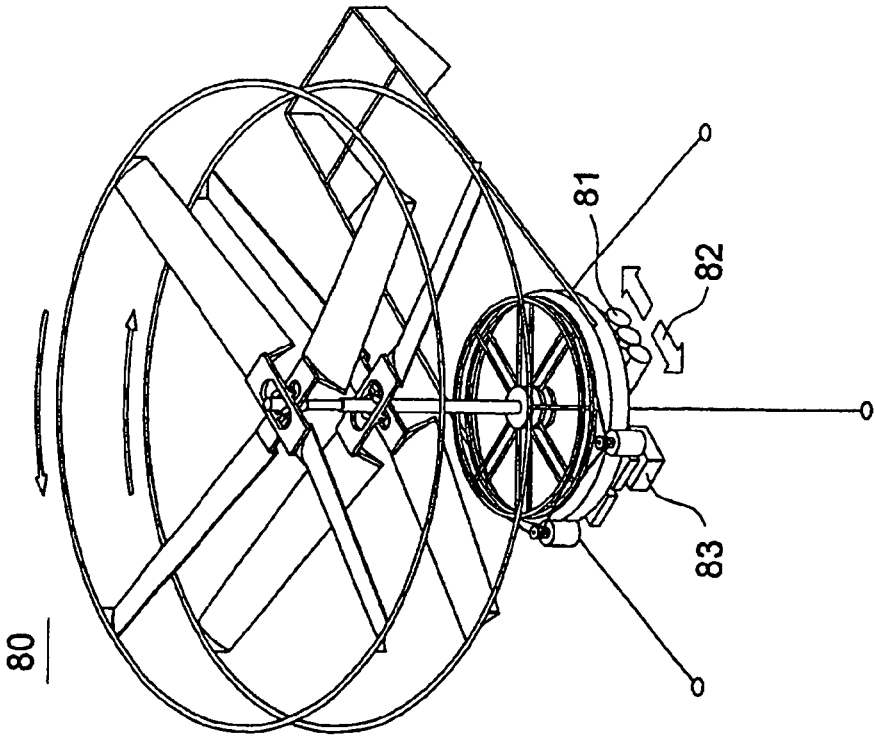


Figura 7