

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 495 692**

51 Int. Cl.:

F03D 5/00 (2006.01)

B63H 9/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2006 E 06745301 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014 EP 2010783**

54 Título: **Sistema eólico que comprende perfiles de ala de energía y proceso para producir energía eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.09.2014

73 Titular/es:

**KITE GEN RESEARCH S.R.L. (100.0%)
VIA B. TELESIO 2
20145 MILANO, IT**

72 Inventor/es:

**IPPOLITO, MASSIMO y
TADDEI, FRANCO**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 495 692 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

5 Sistema eólico que comprende perfiles de ala de energía y proceso para producir energía eléctrica

La presente invención se refiere a un sistema eólico para convertir energía mediante al menos un perfil de ala de energía. La presente invención se refiere además a un proceso para producir energía mediante tal sistema.

10 Como se sabe, en el pasado se ha tratado el problema para producir electricidad a bajo costo mediante la explotación de fuentes de energía renovables; particularmente, en algunas patentes anteriores descritas a continuación, se han propuesto procesos para convertir la energía eólica y los diferentes dispositivos que extraen energía eólica al viento a través de perfiles de ala de energía (generalmente designados con el término "cometa").

15 Particularmente, la patente de los Estados Unidos US 4,124,182 describe un dispositivo equipado con "paracometa" (o "paracaídas modificado") para capturar la energía eólica y convertirla en un movimiento giratorio de un eje que acciona un generador. Este dispositivo se caracteriza por un par de "trenes de paracometas" en el que los perfiles de alas se colocan en serie. Cada tren se equipa con una cuerda de potencia. Tales cables son lo suficientemente largos para permitir que los trenes de paracometas alcancen alturas en las cuales soplan vientos más fuertes y más uniformes con respecto a los que soplan a nivel de la superficie terrestre. Cada tren se limita a través de su cuerda de potencia correspondiente a un tambor o un cabrestante cuya dirección de rotación puede alternarse a fin de enrollar nuevamente las cuerdas o permitir que se desenrollen las cuerdas debido a la tracción de las corrientes eólicas. Cada tren de paracometa se equipa con una segunda cuerda, llamada "cuerda de tapa", conectada a cada perfil de ala del tren y a través de la cual es posible hacer colapsar opcionalmente el paracometa para hacer más fácil el procedimiento de enrollar nuevamente. Mediante un reductor, el movimiento giratorio de cada cabrestante se transfiere a un generador que, cuando se acciona, produce electricidad. Hay un sistema sencillo de poleas que, a través de embragues y ruedas, permite que, mientras un tren de paracometa asciende, el otro se recupere. La energía eólica capturada se convierte por ello en energía mecánica que en parte se gasta inmediatamente para recuperar el tren de paracometas cuya tapa se ha cerrado, y en parte se convierte en energía eléctrica. A través de un globo aerostático limitado a cada tren y que se infla y desinfla en cada ciclo de funcionamiento, las paracometas se mantienen a una altura deseada y la tapa con una orientación fija.

20 La patente china CN 1,052,723 describe un generador eólico de corriente equipado con un par de cometas mediante las cuales la tracción ejercida por las corrientes del viento se convierte, mediante cuerdas de alta resistencia, en la rotación de un tambor colocado a nivel del suelo. El cabrestante acciona un motor hidráulico mediante el cual tiene lugar la producción de corriente.

25 La patente británica GB 2,317,422 describe un dispositivo equipado con múltiples perfiles de ala que, debido al efecto de la acción del viento, hacen girar un vástago vertical conectado a un generador para producir corriente. Los perfiles de alas se empujan por el viento llevando a cabo una trayectoria circular en el plano horizontal. Cada perfil se equipa con un dispositivo que es capaz de modificar el ángulo de impacto del viento a fin de garantizar la continuidad de la trayectoria.

30 La patente de los Estados Unidos US 6,072,245 describe un dispositivo para la explotación de la energía eólica compuesto de múltiples cometas conectados a las cuerdas que forman un anillo. Los cometas se dirigen con el objetivo de alternar un trayecto ascendente con uno descendente que determina un movimiento giratorio del anillo siempre a lo largo de la misma dirección. Cada cometa se conecta a una cuerda de potencia para transmitir la energía mecánica y a un sistema de cuerdas de dirección para ajustar el ángulo de impacto del viento de cada cometa. La cuerda de potencia determina la rotación de las poleas mediante las cuales tiene lugar la producción de electricidad. Las cuerdas de dirección se usan para hacer que cada cometa asuma una posición que, en el trayecto ascendente, permite que el perfil de ala se arrastre hacia arriba por el viento, y una segunda posición en el trayecto descendente de manera que el perfil de ala se somete a un empuje eólico de una entidad inferior.

35 La patente de los Estados Unidos US 6,254,034 describe un dispositivo equipado con un perfil de ala ("avión atado") empujado por las corrientes eólicas a una velocidad controlada, a fin de explotar la energía eólica del viento. El perfil de ala se conecta mediante una cuerda a un cabrestante que acciona un generador para producir energía eléctrica. A bordo del perfil se ensambla un sistema de dirección, que detecta y modifica el ángulo de impacto del viento y modifica el área frontal interceptada por el viento. Tal sistema se controla desde el suelo por un operador, que lee en una pantalla los datos transmitidos por los sensores adecuados o automáticamente mediante un sistema de control remoto. El cometa se dirige con el fin de ascender a favor del viento con un alto ángulo de impacto. Después que ha terminado su ascenso, se reduce el

ángulo de impacto y el perfil se desliza a fin de de ir contra el viento. Se recupera el perfil, se desliza de nuevo a favor del viento y se repite el ciclo.

5 La patente holandesa NL 1017171C describe un dispositivo similar al descrito anteriormente en el cual sin embargo no se proporciona el modo de dirección manual, y en el cual la recuperación del perfil de ala tiene lugar al inclinar el cometa como una bandera, con el objetivo de minimizar el empuje del viento cuando se enrollan nuevamente las cuerdas.

10 La patente de los Estados Unidos US 6,523,781 describe un dispositivo compuesto de un perfil de ala ("cometa de plano aerodinámico") a través del cual se captura la energía eólica, que tiene un borde de entrada, un borde de salida y dos bordes laterales. Este perfil se acciona mediante un mecanismo que se soporta por la propia cometa. Este dispositivo se equipa con cuerdas conectadas a los bordes del perfil y el cometa se dirige por la modificación, mediante estas cuerdas, del ángulo de inclinación. El mecanismo de dirección se suministra por los cables eléctricos colocados dentro de una cuerda de potencia que conecta el cometa a un cabrestante que acciona un generador para producir electricidad. El perfil asciende empujado por el viento mediante el uso de la fuerza de sustentación y describe una trayectoria casi perpendicular a la dirección de la velocidad del viento. Después que se ha terminado su ascenso, el cometa se recupera y luego se dirige con el objetivo de capturar de nuevo el viento.

15 La solicitud de Estados Unidos US2005046197 describe un dispositivo equipado con un perfil de ala ("cometa") para la explotación de la energía eólica que genera electricidad al accionar, por medio de cuerdas, un cabrestante conectado a un generador. El cometa se dirige por medio de cuerdas adicionales mediante las cuales se modifica el ángulo de impacto del viento. El perfil asciende con un alto ángulo de impacto. Después que se ha terminado su ascenso, el ángulo de impacto se minimiza y el perfil se recupera con el objetivo de iniciar el ciclo de nuevo.

20 DE-A-32 09 368, US-B2_6 523 781 (ya citada anteriormente) y IPPOLITO: "The KiWiGen Project" INTERNET CITATION, [Online] XP002343508 Obtenida Internet: URL: http://europa.eu.int/comm/research/energy/pdf/other_res_02ippo_lito.pdf, describe un sistema eólico de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

25 Como puede notarse mediante el análisis de la técnica anterior existente, en los sistemas conocidos los componentes de dirección de cometas mecánicos son diferentes de los componentes de generación de energía y los perfiles de alas se accionan a través de mecanismos que se instalan directamente en el cometa o a través de al menos cuatro cuerdas auxiliares cuyo desenrollado y enrollado nuevamente tiene lugar por medio de diferentes cabrestantes a los usados para generar electricidad y se controla por sistemas colocados a nivel del suelo o suspendidos desde el suelo, soportados por lo tanto por la propia cometa.

30 Además, en muchos sistemas existentes, el perfil de ala se acciona a fin de generar electricidad mediante la explotación en su mayoría de la fuerza de arrastre (concretamente el componente del empuje eólico que es paralelo a la velocidad del viento). En otros sistemas, el ciclo de funcionamiento del cometa se caracteriza por la alternancia continua de un ascenso que tiene lugar mediante la explotación de la fuerza de sustentación (concretamente el componente del empuje eólico que es perpendicular a la velocidad del viento) y una caída que tiene lugar al minimizar tal fuerza.

35 Además, en los sistemas existentes, la atención se ha enfocado exclusivamente en la posibilidad de producir electricidad con continuidad a través de un proceso cíclico, desatendiendo la realización de posibles sistemas que permiten maximizar la energía que puede explotarse a partir del viento.

40 Además, actualmente la producción de corriente a partir de la energía eólica tiene lugar dentro de las plantas por medio de dispositivos inamovibles. En lo que respecta a la explotación de esta energía renovable, por lo tanto, no hay dispositivos que puedan transportarse a través de lo cual es posible producir corriente en cualquier lugar en el que haya viento. Una potencialidad similar sería en su lugar ofrecer enormes ventajas en contextos en los que la producción de corriente hoy en día tiene lugar exclusivamente a través de grupos de continuidad (motogeneradores de combustible), tales como por ejemplo en los hospitales de campaña.

45 Actualmente, sin embargo, los problemas relacionados con el sistema de control de un perfil de ala de energía se resuelven en detalle en un número extremadamente limitado de proyectos e investigaciones, enfocados principalmente en el aumento de la productividad en los sistemas ya existentes en lugar del desarrollo de nuevos sistemas de producción energéticos.

50 En el pasado, se han propuesto diferentes arreglos, relacionados con los botes que se arrastran por medio de dispositivos que capturan las corrientes eólicas a través de los perfiles de ala de energía.

- 5 Particularmente, la patente británica GB 2,098,951 describe un dispositivo para arrastrar los botes a través de un tren de perfiles de ala de energía. El lanzamiento de los perfiles tiene lugar a partir del lanzamiento de un perfil piloto que sustenta un par de cuerdas, que funcionan como guías para el lanzamiento de los otros perfiles. Las cuerdas de guía se desenrollan hasta que todos los perfiles de energía han alcanzado una altura adecuada. A fin de evitar que los perfiles comiencen a balancearse durante el ascenso, algunos de ellos se bajan o se arrizan antes de desplegarse para capturar las corrientes eólicas. Después que todos los perfiles de energía han alcanzado la altura adecuada, se termina su ascenso y el perfil piloto se recupera o se recoge en una tubería de almacenamiento colocada a la cabeza del tren de perfiles de ala de energía.
- 10 La patente de los Estados Unidos US 5,056,447 describe un dispositivo para convertir energía eólica en energía mecánica a través de un sistema compuesto por velas colocadas a diferentes alturas y cuya concavidad se orienta hacia abajo. Tal dispositivo se comporta como un perfil de ala de energía arrastrado por las corrientes eólicas en ascenso. Este dispositivo puede usarse para transportes terrestre, acuático o aéreo, en los rieles o para producir energía eléctrica mediante paletas giratorias que accionan un generador.
- 15 La patente de los Estados Unidos US 5,435,259 describe un dispositivo para la explotación de corrientes eólicas a gran altura, para generar energía eléctrica o para arrastrar vehículos en el suelo o en el agua. El pasajero a bordo del vehículo acciona un sistema compuesto de perfiles de ala de energía que se comporta como un planeador común. El vehículo, que funciona como un anclaje móvil, se equipa con un sistema de control que evita que se vuelque caracterizado por una cuerda de control enrollada alrededor de la sección central del vehículo y una barra que se extiende sobre ambos lados del vehículo. Tal barra aparece como una sección de riel que empuja el extremo de cuerda inferior, que ancla los perfiles de energía al vehículo, lejos de los lados a favor del viento, evitando de esta manera su vuelco. El sistema de perfiles de energía se equipa en su extremo superior con globos aerostáticos cilíndricos para soportar la carga si hay escaso viento. Tales globos tienen además turbinas eólicas en sus extremos, a través de las que tiene lugar la energía eléctrica.
- 20 La solicitud internacional WO03097448 describe un dispositivo para arrastrar los botes a través de un perfil de ala de energía. Tal dispositivo se equipa con al menos una "cuerda de verificación" a través de la cual el perfil de ala se conecta al cuerpo del bote. El punto de aplicación de la fuerza transmitida por la(s) cuerda(s) de verificación al cuerpo del bote es variable dependiendo del viento a lo largo de la dirección de avance del bote. Tal punto de aplicación de hecho se desliza dentro de una guía perimetral ensamblada en el casco del bote a fin de reducir la escoriación.
- 25 La solicitud de Estados Unidos US2004035345 describe un dispositivo para accionar un perfil de ala de energía anclado a un bote a través de al menos un par de "cuerdas de suspensión". El instrumento de control del perfil de ala comprende un riel que se extiende horizontalmente por debajo de la superficie del agua y en el que se ensambla un dispositivo para desviar las cuerdas de suspensión que es capaz de deslizarse a lo largo del riel. Tal guía se limita al cuerpo del bote entre el perfil de ala de energía y el sistema a través del cual se acciona el perfil, de manera que la tracción ejercida por el perfil de ala genera un movimiento alrededor del eje longitudinal y/o transversal del bote en el agua, por medio del cual el bote se empuja hacia arriba a favor del viento.
- 30 La solicitud de Estados Unidos US2004200396 describe tres métodos a través de los cuales es posible generar un empuje al lado del casco de un bote para garantizar su avance sobre la superficie del agua. El primer método consiste en colocar las velas en la popa e inclinarlas hacia el viento (fuera del bote), a fin de crear un empuje. El segundo método consiste en usar un perfil de ala de energía anclado a la proa y accionarlo a fin de que vuele alto y en frente del bote, generando de esta manera una tracción que hace avanzar el bote. El tercer método consiste en una quilla equipada con una placa bien plana, inclinada hacia arriba a fin de hacerlo avanzar a través del agua generando un empuje que tiende a levantar el casco. Esta patente describe además velas revolucionarias hechas de bandas de tela que se extienden a través de una estructura que aparece como una rejilla. Estas velas se hacen con el fin de oponerse a las corrientes eólicas cuando se empujan contra la rejilla y permitir el paso del viento cuando estas últimas soplan a lo largo de una dirección opuesta, haciendo que las bandas de tela se alejen de la estructura.
- 35 La solicitud internacional WO2005100147 describe un dispositivo para arrastrar los botes a través de un perfil de ala de energía anclado al casco por medio de una cuerda. Tal dispositivo se usa como unidad de guía exclusiva, auxiliar o de emergencia. El sistema se equipa con un cabrestante que comprende medios a través de los cuales la cuerda se enrolla nuevamente y se desenrolla. El enrollado nuevamente tiene lugar cuando la tracción de la cuerda es suficiente, o disminuye de repente la velocidad del viento. El desenrollado de la cuerda tiene lugar cuando la carga de la cuerda y/o la velocidad del viento son excesivas.
- 40 La solicitud internacional WO2005100148 describe un dispositivo para arrastrar los botes a través de un perfil de ala de

- energía anclado al casco por medio de una cuerda. Tal dispositivo se usa como unidad de guía exclusiva, auxiliar o de emergencia. El perfil de ala se acciona por un aparato de control que guía el perfil lo que hace que se lleven a cabo las trayectorias helicoidales o sinusoidales que se extienden a lo largo de una dirección vertical con respecto a las corrientes eólicas, con un vector de velocidad perpendicular a la velocidad del viento. Las diferentes trayectorias o la condición de vuelo estática se seleccionan a través del sistema de control, teniendo en cuenta el rumbo, dirección y velocidad del viento y el movimiento del mar.
- La solicitud internacional WO2005100149 describe un dispositivo para arrastrar los botes a través de un perfil de ala de energía. Tal dispositivo se usa como unidad de guía exclusiva, auxiliar o de emergencia. El perfil de ala se conecta al bote por medio de una cuerda que se abre como un ventilador en una serie de cables que están al lado del perfil de ala. Un sistema de dirección soportado por el perfil de ala y conectado al mismo modifica el ángulo de impacto del viento a fin de ajustar la posición del perfil de ala con respecto al bote.
- La solicitud de patente alemana DE102004018814 describe un dispositivo para arrastrar los botes a través de un perfil de ala de energía anclado al casco por medio de una cuerda. Tal perfil puede accionarse a través de un aparato que puede ensamblarse en el acimut, soportado por el propio perfil, y a través del cual el perfil se guía por el bote. El dispositivo se equipa también con un sistema de recepción que soporta el perfil de ala cuando el sistema no está en funcionamiento, y con dispositivos disparados de forma automática a través de los cuales se baja el perfil.
- Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es resolver los problemas de la técnica anterior proporcionando un sistema eólico para convertir energía mediante al menos un perfil de ala de energía en el que los componentes de dirección mecánicos del perfil de ala no son diferentes a los componentes de generación de energía.
- Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema eólico para convertir energía mediante al menos un perfil de ala de energía en el que tal perfil se acciona por un sistema de control inteligente que, después de cada ciclo de funcionamiento, hace que el perfil de ala lleve a cabo un trayecto óptimo a fin de optimizar la energía eólica que puede sustraerse a partir del viento.
- Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sistema eólico para convertir energía mediante al menos un perfil de ala de energía en el que la carga de sus componentes colocada en el suelo se limite de manera que su transporte se hace posible también con un vehículo de motor común.
- Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un proceso para producir energía eléctrica mediante un sistema eólico de acuerdo con la presente invención que puede accionarse de manera más eficiente con respecto a lo que se ha propuesto por la industria anterior.
- Los objetos y ventajas anteriores y otros de la invención, como se verá a partir de la siguiente descripción, se obtienen con un sistema eólico para convertir energía a través de un perfil de ala de energía como se reivindica en la reivindicación 1.
- Además, los objetivos y ventajas anteriores y otros de la invención se obtienen con un proceso para producir energía eléctrica mediante un sistema eólico de acuerdo con la presente invención como se reivindica en la reivindicación 24.
- Las modalidades preferidas y las variaciones no triviales de la presente invención son la materia de las reivindicaciones dependientes.
- La presente invención se describirá mejor mediante algunas modalidades preferidas de la misma, proporcionadas como un ejemplo no limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:
- La Fig. 1 muestra una vista en perspectiva de una modalidad preferida de un componente del sistema eólico de acuerdo con la presente invención;
 - La Fig. 2 muestra otra vista en perspectiva del componente de la Fig. 1;
 - La Fig. 3a muestra una vista en perspectiva de una modalidad preferida de otro componente del sistema de acuerdo con la presente invención en una de sus posiciones de funcionamiento;
 - La Fig. 3b muestra una vista en perspectiva del componente de la Fig. 3a en la otra de sus posiciones de funcionamiento;
 - La Fig. 4 muestra una vista esquemática del sistema de acuerdo con la presente invención en algunas de sus etapas de funcionamiento;

- La Fig. 5 muestra una vista esquemática de una superficie aerodinámica estacionaria sumergida en una corriente eólica y las fuerzas relacionadas que se generan;
- La Fig. 6 muestra una vista esquemática de una superficie aerodinámica que es libre de moverse a lo largo de la dirección perpendicular a la velocidad del viento y las fuerzas relacionadas que se generan; y
- 5 - La Fig. 7 muestra una vista en perspectiva esquemática de una posible aplicación del sistema de acuerdo con la presente invención.

Con referencia a las figuras, es posible notar que el sistema eólico para convertir energía de acuerdo con la presente invención comprende:

- 10 - al menos un perfil de ala de energía 30 que puede accionarse desde el suelo (a continuación en la presente, para concisión, se designa también con el término "cometa") inmerso en las corrientes eólicas que se capturan. Tal perfil de ala se hace tejiendo las fibras que se usan comúnmente para fabricaciones de velas específicas para ciertas actividades deportivas, tales como por ejemplo surf y karting. Una especificación importante que caracteriza el cometa es el área de superficie. Debido a recientes estudios de aerodinámica, en el mercado hay perfiles de ala disponibles que son capaces de satisfacer ciertas necesidades en términos de control y manejabilidad. Mediante el accionamiento adecuado de un perfil de ala, es posible modular la transferencia energética a partir del viento. Particularmente, es posible guiar el cometa 30 a lo largo de una trayectoria de vuelo tomándola desde una posición en la que la tracción ejercida por las corrientes eólicas en la cual está inmerso el perfil de ala 30 es máxima a una posición crítica aproximada (que puede estar en el acimut o lateral), en la que tal tracción es mínima. Es al alternar cíclicamente una etapa de tracción máxima a una etapa de una posición crítica aproximada y después la recuperación que tiene lugar la generación de energía eléctrica, como se describirá a continuación en más detalle;
- 15 - una plataforma base 1, adaptada para accionar el perfil de ala 30 y para convertir la energía eólica de la corriente eólica en energía mecánica o eléctrica, colocada a nivel del suelo y conectada a través de dos cuerdas 2 al perfil de ala de energía 30, tales dos cuerdas 2 se adaptan para transmitir las fuerzas desde y hacia el perfil de ala 30 y se usan tanto para controlar la trayectoria de vuelo del perfil de ala 30 como para transmitir energía, en los modos que siguen. Es posible proporcionar energía a muchos perfiles de ala de energía 30 conectados mutuamente en serie, a fin de adicionar la tracción sobre las cuerdas 2. Los perfiles de alas 30 se conectan de hecho a la plataforma base 1 a través de un sistema sencillo de cuerdas 2. Para facilidad, a continuación en la presente se hará referencia al caso en el que el sistema eólico de acuerdo con la presente invención se equipa con un único perfil de ala 30. El principio de funcionamiento del sistema eólico de acuerdo con la presente invención de hecho no depende del número de perfil de alas 30 que se usan. La ventaja que se deriva del uso de muchos perfiles de ala de energía 30 consiste en el aumento de la superficie de la parte delantera del viento interceptado por tales perfiles y en consecuencia en el aumento de la tracción en los cabrestantes 3 y la energía eléctrica que puede generarse después de cada ciclo de funcionamiento, como se describirá a continuación en más detalle.
- 20
- 25
- 30
- 35

Además, el sistema de acuerdo con la presente invención comprende un sistema de control inteligente que funciona en la plataforma base 1 a través del cual el vuelo del perfil de ala 30 se dirige automáticamente y un sistema de suministro 12 que coopera con tal sistema de control inteligente para gestionar la entrega y acumulación de energía eléctrica.

40 El sistema de control inteligente coopera con un conjunto de sensores con alimentación autónoma colocada en el perfil de ala 30 que envía información, preferentemente en un modo inalámbrico, a los componentes en tierra del sistema de control inteligente. El sistema de control inteligente integra estas piezas de información con otra información que llega desde un conjunto de sensores en tierra (por ejemplo el valor de la cuerda de carga determinado por la lectura del torque del motor) y lleva a cabo los procesamientos para accionar automáticamente el perfil de ala 30 durante todo su ciclo de funcionamiento.

45 Con particular referencia a la Fig. 1 y 2, es posible notar que la plataforma base 1 comprende al menos dos cabrestantes 3 en cada uno de los cuales se enrolla o se desenrolla una cuerda respectiva 2, cada uno de tales cabrestantes 3 que se conectan, interponiendo posiblemente al menos un reductor 4, a un generador/motor eléctrico 5. Al lado de cada cabrestante 3 hay un módulo de guía 6 que obliga a cada cuerda 2 a enrollarse ordenadamente en su cabrestante respectivo 3 y un sistema de transmisión que guía cada cuerda 2 hacia el perfil de ala 30. El perfil de ala 30 se acciona por lo tanto al desenrollar y enrollar nuevamente las cuerdas 2 en sus cabrestantes respectivos 3. Las cuerdas 2 son por lo tanto el miembro de conexión entre el cometa 30 y la plataforma base 1 y permiten transferir la fuerza entre el cometa 30 y los cabrestantes 3. Cuando el cometa 30 se levanta por el viento, las cuerdas 2 determinan la rotación de los cabrestantes 3 y, en consecuencia, la conversión de energía por medio de los generadores 5. En lugar de ello, durante la recuperación del cometa 30, las cuerdas 2 transmiten al perfil de ala 30 la tensión generada por la rotación de los cabrestantes 3 por medio

de los motores. Obviamente, la longitud y el diámetro de cada cuerda 2 dependen de las condiciones del viento y la seguridad bajo las cuales se desea operar.

El sistema de transmisión comprende los bloques que acompañan las cuerdas 2 a través de las poleas. En la modalidad preferida se muestra en las figuras, el sistema de transmisión se compone particularmente de:

- un primer par de bloques 7a ensamblados en bloques deslizantes 6a de los módulos de guía 6 de las cuerdas 2;
- un segundo par de bloques 7b colocados aguas abajo de los módulos de guía 6 de las cuerdas 2 y adaptados para mantener horizontal las longitudes de la cuerda 2 incluida entre estos mismos bloques 7b y los ensamblados en los bloques deslizantes 6a de los módulos de guía 6;
- un tercer par de bloques 7d adaptados para enviar las cuerdas 2 hacia el perfil de ala 30;
- al menos un par de mecanismos para atenuar las variaciones de carga repentinas, incluidas entre el segundo 7b y el tercer 7d par de bloques; cada uno de tales mecanismos se compone de al menos un miembro elástico 17, tal como por ejemplo un cable elástico o un resorte, que, al lado de uno de sus extremos 17a, se ancla a la plataforma base 1 y en el otro extremo se hace cooperar con una longitud de la cuerda 2 aguas abajo del módulo de guía 6, tal miembro elástico 17 que se envía posiblemente entre tales dos extremos de este a un quinto bloque 7e. La cooperación entre los miembros elásticos 17 y las cuerdas 2 tiene lugar interponiendo un cuarto bloque 7c. Cuando tiene lugar un golpe de viento, los miembros elásticos 17 se estiran, atenuando la variación de carga repentina. A la inversa, si la carga disminuye de repente, los miembros elásticos 17 se encogen, compensando en parte el retardo con el que el sistema de control inteligente, descrito a continuación, interviene, a fin de acomodar la disminución de la tensión. El sistema de transmisión mostrado en las figuras se equipa preferentemente con dos mecanismos para atenuar las variaciones de carga repentina, uno al lado de cada cabrestante 3.

El sistema de transmisión comprende además un par de dispositivos de tensión 18, uno para cada cuerda 2, colocadas entre los mecanismos para atenuar las variaciones de carga repentinas y el tercer par de bloques 7d que acompaña las cuerdas 2 hacia el perfil de ala 30.

Con referencia a la Fig. 3a y 3b es posible notar que tal dispositivo 18 se compone de una primera 19a y una segunda 19b polea que están mutuamente de frente, que tienen ejes de rotación coplanares. Las poleas 19a, 19b giran alrededor de un primer 20a y segundo 20b pasador de rotación respectivo y se insertan entre dos sujetadores 21. Particularmente, el primer pasador de rotación 20a se desliza dentro de un par de ranuras 22 obtenidas en los sujetadores 21 de manera que su distancia desde el segundo pasador de rotación 20b no es constante, sino que puede cambiar. El primer 20a y el segundo 20b pasador pueden conectarse además mutuamente a través de los miembros elásticos, tales como por ejemplo un par de resortes 23, cada uno de los cuales está al lado de cada sujetador 21. El dispositivo de tensión 18 se asegura entonces a la plataforma base 1, por ejemplo por medio de un palo (no se muestra) que pasa dentro de un agujero 26 de los sujetadores 21. Los tamaños de las poleas 19a, 19b y la constante de elasticidad de los resortes 23 son de manera que, cuando no hay carga en la cuerda 2, las dos poleas 19a, 19b están en una primera posición, como la que se muestra particularmente en la Fig. 3, en la que se ponen en contacto con la cuerda 2, estrangulándola y deteniéndola. De esta manera, debería cesar el viento mientras el perfil de ala 30 está volando, los dispositivos de tensión 18 evitarían que las cuerdas 2 se deslicen, manteniéndolas bajo tensión debido al efecto de la tracción de los cables elásticos 17 de los mecanismos para atenuar las variaciones de carga repentinas. En lugar de ello, al desenrollar y enrollar nuevamente las cuerdas 2, la carga es de manera que los resortes 23 que permiten el movimiento automático relativo de las poleas 19a, 19b, garantizan el rodamiento normal de la cuerda 2 en la primera polea 19a. El sistema de transmisión mostrado en las figuras se equipa preferentemente con dos dispositivos de tensión 18, uno al lado de cada cabrestante 3.

Los bloques 7a ensamblados en los bloques deslizantes 6a de los módulos de guía 6 de las cuerdas 2, los bloques 7b colocados aguas abajo de tales módulos 6 y el par de bloques 7c de los mecanismos para atenuar las variaciones de carga repentinas tienen su cabeza fija, mientras en los otros bloques la cabeza puede girar libremente. Particularmente, en los bloques 7d que acompañan las cuerdas hacia el perfil de ala 30, es posible realizar una conexión giratoria a la plataforma base 1 llevada a cabo a través de al menos un resorte 25. Esto permite una gran libertad de rotación y este requisito es fundamental con el fin de ser capaz de acompañar las cuerdas 2 hacia el perfil de ala 30 cuando funciona el sistema de acuerdo con la presente invención.

Los módulos de guía 6 son los componentes de la plataforma base 1 que obligan a las cuerdas 2 a enrollarse ordenadamente en los cabrestantes 3 y evitar el deslizamiento entre las cuerdas 2 y los sujetadores de los cabrestantes 3 y entre las cuerdas 2 en sí mismas. Cada módulo de guía 6 se equipa con el bloque de deslizamiento 6a que se desliza a lo largo de un riel 6b colocado en paralelo con el eje de rotación del cabrestante respectivo 3. El bloque de deslizamiento 6a es

capaz de trasladarse a lo largo de las dos direcciones a lo largo de tal riel 6b y el primer bloque 7a se ensambla en el mismo. Particularmente, el deslizamiento de tal bloque de deslizamiento 6a se controla por un mecanismo de deslizamiento (no se muestra) que hace que se mueva junto con la rotación del cabrestante 3. Preferentemente, el mecanismo de deslizamiento puede accionarse por tornillo o por correa. En el mecanismo de deslizamiento accionado por tornillo, la traslación del bloque de deslizamiento 6a a lo largo del riel 6b se controla mediante la rotación de un tornillo de precisión de recirculación de bolas. En el mecanismo de deslizamiento accionado por correa, el bloque de deslizamiento 6a se ensambla sobre una correa de distribución.

En los módulos de guía 6 de las cuerdas 2, la traslación del bloque de deslizamiento se controla por al menos un motor eléctrico (no se muestra) que funciona en el mecanismo de deslizamiento cuyo funcionamiento se dirige por el sistema de control inteligente que controla el perfil de ala 30.

El sistema de acuerdo con la presente invención se equipa preferentemente con dos módulos de guía 6 de las cuerdas 2, uno al lado de cada cabrestante 3.

Los cabrestantes 3 son componentes equipados con cabrestantes alrededor del cual las cuerdas 2 se enrollan. Los cabrestantes 3 se conectan, interponiendo los reductores 4, preferentemente de un tipo epicíclico, a los generadores/motores eléctricos 5. La rotación de cada cabrestante 3 se vincula por lo tanto a la rotación de un eje de accionamiento correspondiente. Durante la etapa de generación de energía eléctrica, es el desenrollado de las cuerdas 2 de los cabrestantes el que impone la rotación de los cabrestantes 3. Durante la recuperación del perfil de ala 30 en lugar de ello, los motores accionan los cabrestantes 3. El dispositivo contiene dos cabrestantes 3, uno para cada cuerda 2.

Los generadores 5 son los componentes a través de los cuales tiene lugar la producción de electricidad. Su accionamiento tiene lugar debido a los cabrestantes 3 al desenrollar las cuerdas 2. En el sistema de acuerdo con la presente invención, los generadores 5 también funcionan como motores, teniendo cuidado de enrollar nuevamente las cuerdas 2 en el cabrestante 3 cuando sea necesario recuperar el perfil de ala 30. Los generadores/motores eléctricos 5 se controlan por el sistema de control inteligente en los modos que se describirán a continuación, y el sistema de acuerdo con la presente invención se equipa preferentemente con dos generadores/motores eléctricos 5.

El sistema de control inteligente es el sistema a través del cual el perfil de ala 30 se acciona automáticamente. La tarea principal de tal sistema consiste en controlar el funcionamiento de los generadores/motores 5 y en consecuencia la rotación de los cabrestantes 3. El accionamiento del perfil de ala 30 de hecho tiene lugar mediante el ajuste del desenrollado y enrollado nuevamente de las cuerdas 2 en los mismos cabrestantes 3 a través de los cuales se produce la energía. Las cuerdas 2 que conectan el perfil de ala 2 a la plataforma base 2 son por lo tanto cuerdas de potencia y cuerdas de accionamiento. La generación de energía depende exclusivamente de la dirección de rotación de los cabrestantes 3: hay una producción de electricidad cuando se determina la rotación de los cabrestantes por la tracción de las cuerdas 2 y se accionan los generadores 5. En lugar de ello, hay un consumo de energía cuando se determina la rotación de los cabrestantes 3 por los motores y permite el enrollado nuevamente de las cuerdas 2. El accionamiento del perfil de ala depende tanto de la dirección de rotación como de la velocidad de rotación de los cabrestantes 3. El perfil de ala 30 de hecho se acciona modificando adecuadamente el ángulo de impacto del viento. Tal ángulo depende de la posición relativa del perfil de ala 30 con respecto a la velocidad del viento y por lo tanto de la longitud de cada una de las dos longitudes de la cuerda desenrollada 2. Si, por ejemplo, a fin de hacer que el perfil de ala 30 asuma una cierta inclinación, es necesario acortar una longitud de la cuerda desenrollada 2 con respecto a la otra, para obtener tal resultado, será necesario acelerar o ralentizar la rotación de un cabrestante 3 con respecto al otro. Por lo tanto sin afectar la generación de energía o la recuperación del perfil de ala 30, el accionamiento del perfil de ala 30 tiene lugar mediante la diferenciación de la velocidad de rotación de los dos cabrestantes 3. La verificación automática del vuelo del perfil de ala 30 se lleva a cabo por medio de los algoritmos de control predictivos a través de los cuales el perfil de ala 30 se dirige a fin de evitar las oscilaciones, la inestabilidad del accionamiento y la máxima tracción local. El trayecto o trayectoria de vuelo llevado a cabo por el perfil de ala 30 se prevé a fin de optimizar la energía producida durante el ciclo de funcionamiento bajo la máxima seguridad, cumpliendo al máximo con las especificaciones dinámicas y minimizando el tiempo necesario para ir desde la posición actual a la posición prevista. El accionamiento automático del perfil de ala 30 tiene lugar por medio de un proceso de tiempo real que recibe y procesa la información que llega desde el conjunto de sensores en tierra y en el perfil de ala 30, a bordo que puede ser necesario para preprocesar los datos, con el fin de no sobrecargar la comunicación a los componentes en tierra del sistema de control inteligente, sobre todo si tal comunicación tiene lugar de manera inalámbrica. La información de entrada se relaciona con la posición del perfil de ala 30, con las aceleraciones, con las fuerzas (por ejemplo, la carga de la cuerda determinada por la lectura del torque del motor 5) y con las cantidades definidas geométricamente. El sistema de control inteligente procesa tales entradas a través de los algoritmos predictivos y produce una salida que acciona los generadores/motores 5 conectados a los cabrestantes 3.

- 5 El procesamiento de la información de entrada requiere un intervalo de tiempo que es proporcional a la longitud del análisis de los datos. Al minimizar la longitud de tal intervalo, se reduce el retardo, con que se acciona el perfil de ala 30. Por esta razón, un análisis a corto plazo tiende a ser privilegiado. Un análisis a corto plazo no permitiría sin embargo prever un trayecto con la profundidad de tiempo ideal. Por lo tanto es importante dar prioridad a una solución de compensación óptima, de manera que tenga lugar el procesamiento de datos en un corto plazo pero suficiente para permitir que se proporcione una longitud de trayectoria óptima. Sin embargo es razonable suponer que es inútil proporcionar un trayecto que es más largo que el descrito durante un ciclo de funcionamiento.
- 10 El algoritmo predictivo implementado por el sistema de control inteligente determina a cada instante la posición óptima que el perfil de ala 30 debería ocupar en los siguientes instantes a través de los parámetros de control y vuelo adecuados (altura del vuelo, dinámica de contrapeso, datos de la tracción, cálculos de seguridad en las áreas prohibidas, en las áreas prohibidas, situaciones del esfuerzo de estructura, inestabilidad o fuerzas excesivas, instantes en el que debe llevarse a cabo el accionamiento,...). Cada parámetro, para cada instante de tiempo, se corresponde con las coordenadas de la posición óptima (con referencia al parámetro) que el perfil de ala debería ocupar en tal cierto instante. A cada parámetro también se le asigna un peso relativo cuyo ajuste tiene lugar en cada momento por medio de un sistema retroactivo que corrige los pesos de los parámetros más críticos a fin de tomar las decisiones más importantes sobre tales parámetros. Una vez que se han recogido las mejores coordenadas para cada parámetro, se lleva a cabo una suma de vectores para cada instante de tiempo considerado cuando se prevé. Por último, siguiendo la introducción de los pesos de tiempo que privilegian estrategias a corto plazo, se calculan las coordenadas óptimas para cada instante de tiempo. Después de haber proporcionado las coordenadas de las posiciones ideales que el perfil de ala 30 debería ocupar en los siguientes instantes de tiempo, el proceso de tiempo real determina la mejor trayectoria para ser seguida por el perfil de ala 30 para alcanzar estas posiciones. El algoritmo usado para tal propósito usa las ecuaciones de vuelo, las inercias del perfil de ala 30 y el porcentaje de reacción que puede tener dependiendo del diferencial de la tracción en los cables 2, para determinar la ley de accionamiento del perfil de ala 30. A través de las técnicas de control adecuadas, el accionamiento se calibra con el fin de gestionar la oscilación, los riesgos y la ganancia excesiva debido a causas de inercia, elasticidad de la cadena cinemática y el retardo de medida.
- 15
- 20
- 25
- 30 La verificación de rotación de los cabrestantes 3 no es la única función llevada a cabo por el sistema de control inteligente. Como se ha dicho anteriormente, el sistema también se encarga de accionar los módulos de guía 6 de las cuerdas 2. Los motores que accionan tales módulos mediante el funcionamiento de su mecanismo de deslizamiento, se controlan a fin de acoplar adecuadamente la rotación de los cabrestantes 3 con la traslación de los bloques deslizantes 6a de los módulos de guía 6. Es por lo tanto por medio del sistema de control inteligente que la velocidad y la dirección de traslación de los bloques deslizantes 6a se ajustan a fin de obligar a las cuerdas 2 a enrollarse ordenadamente en los cabrestantes 3 y evitar el deslizamiento entre las cuerdas 2 y los sujetadores de los cabrestantes 3 y entre las cuerdas en sí mismas.
- 35
- 40 El sistema de control inteligente por último debe reconocer y acomodar de forma oportuna los eventos repentinos tales como golpes de viento y caídas de la carga. En el caso de los golpes de viento, el sistema de control inteligente interviene mediante la reducción de la tensión de las cuerdas 2 para evitar que la carga excesiva dañe el sistema. Esto tiene lugar al accionar los cabrestantes 3 a fin de permitir un desenrollado rápido de las cuerdas 2.
- 45 Las disminuciones de la carga repentina se evitan ya que una escasa tensión en las cuerdas 2 precipitaría el perfil de ala 30 sin ninguna posibilidad de accionamiento. Si tiene lugar una caída de la carga, el sistema de control inteligente interviene mediante la aceleración de la rotación de los cabrestantes 3 (en el caso en que el evento tiene lugar cuando se enrolla nuevamente) o invirtiendo su dirección de rotación (si la caída de la carga tiene lugar cuando se desenrolla). De tal manera, se recupera el control de perfil de ala 30.
- 50 El sistema de alimentación comprende todos los componentes necesarios para acumular y suministrar la energía eléctrica. Particularmente, el sistema de suministro se equipa con fuentes de alimentación, transformadores y acumuladores a través de los cuales se almacena la electricidad producida al desenrollar las cuerdas 2, se suministra corriente al motor 5 cuando se recupera el perfil de ala 30, se suministran los componentes electrónicos del sistema de acuerdo con la presente invención y se suministra energía eléctrica a los posibles usuarios externos.
- 55 El funcionamiento de todos los componentes electrónicos del sistema de acuerdo con la presente invención se controla por el sistema de control inteligente en colaboración con el sistema de suministro.
- A partir de lo que se ha expresado anteriormente es evidente que, con respecto a lo que se ha propuesto por la técnica actual, el sistema de acuerdo con la presente invención proporciona un modo de control innovador del perfil de ala 30 ya

que no hay distinción entre las cuerdas de accionamiento y las cuerdas de potencia, ambas de tales funcionalidades se ejercen solamente por las dos cuerdas 2. Por lo tanto, hay un solo par de cabrestantes 3 que acciona los generadores 5 que también funcionan como motores. Mientras que en los proyectos existentes, la recuperación del cometa tiene lugar a través de los mismos cabrestantes a través de los cuales tiene lugar la producción de electricidad, en el sistema de acuerdo con la presente invención es a través de los mismos cabrestantes 3 que el perfil de ala 30 también se acciona, no solamente se recupera. El ángulo de impacto del viento y el área frontal del viento interceptada por el cometa 30 entonces se controlan mediante el ajuste de la longitud de la sección de cuerdas desenrolladas 2 a fin de obtener la entrega de potencia máxima cuando el perfil de ala 30 asciende y el consumo de energía mínimo durante la fase de recuperación.

La presente invención se refiere además a un proceso para producir energía eléctrica a través de un sistema eólico como el descrito anteriormente. Sustancialmente, el proceso de acuerdo con la presente invención que integra el proceso de conversión de energía a partir de la energía eólica en energía eléctrica accionado a través del sistema eólico de acuerdo con la presente invención es del tipo intermitente. Con referencia particularmente a la Fig. 4, es posible notar que el proceso de acuerdo con la presente invención comprende las etapas siguientes:

- a) gobernar F1 la trayectoria de vuelo del perfil de ala 30, preferentemente automáticamente a través del sistema de control inteligente, de tal manera que es máxima la energía eólica que es posible eliminarse del viento o la corriente eólica W . Particularmente, el sistema de control inteligente acciona el perfil de ala 30 a fin de explotar la "fuerza de sustentación", concretamente el componente de la fuerza perpendicular a la velocidad del viento W . De tal manera, el perfil de ala 30 asciende pasando a explorar la superficie frontal del viento. En consecuencia, el viento hace que el perfil de ala 30 ascienda, tensando las cuerdas 2 conectadas a la plataforma base 1: esta tracción se convierte en rotación a nivel de los cabrestantes 3 y se transmite, por medio del reductor 4, al generador 5 donde, al ganar el par de fuerzas opuestas de esta manera, tiene lugar la producción de energía eléctrica;
- b) accionar F2 el perfil de ala 30, preferentemente automáticamente a través del sistema de control inteligente, para alcanzar una posición crítica aproximada al lado de la cual es escaso el empuje eólico;
- c) enrollar nuevamente F3 las cuerdas 2 en los cabrestantes 3 por medio de los motores 5 que también funcionan como generadores. Las cuerdas 2 se enrollan nuevamente con un consumo mínimo de energía y, después de haber terminado la recuperación de las cuerdas 2, el perfil de ala 30 se coloca con el fin de regresar a una condición de tracción máxima;
- d) en ese momento, se repite el proceso.

La energía generada al desenrollar las cuerdas 2 es mayor que la que se usa para su enrollado nuevamente. La compensación de la energía por lo tanto es positiva.

Al usar el proceso de acuerdo con la presente invención, y debido al sistema de control inteligente que, mediante el procesamiento en tiempo real de la información que llega desde el conjunto de sensores ensamblado en el perfil de ala 30 y el conjunto de sensores en tierra, es posible accionar el perfil de ala 30 a fin de hacer que ascienda principalmente mediante la explotación de la fuerza de sustentación. De esta manera, el trayecto seguido por el perfil de ala 30 durante cada ciclo del proceso es óptimo en términos de energía eólica que puede sustraerse a partir del viento al seguir las trayectorias (por ejemplo una serie de ocho) a fin de interceptar el volumen máximo de aire. El proceso de acuerdo con la presente invención por lo tanto no solamente garantiza la continuidad en la producción de electricidad, sino también la optimización de la energía que puede obtenerse en cada ciclo con el mismo tamaño del perfil de ala con respecto a los sistemas conocidos.

Como una prueba de la alta eficiencia demostrada por el sistema eólico y el proceso de acuerdo con la presente invención, y solamente como un ejemplo, vamos a suponer que la velocidad del viento V_w que el perfil de ala 30 debe ser capaz de soportar (concretamente sin sus componentes están dañados) es 6 m/s. Se asume además que la velocidad máxima V_s en la que el desenrollado de las cuerdas tiene lugar es 4 m/s. El perfil de ala 30 es libre de oscilar mediante la "exploración" de la superficie frontal del viento y el accionamiento del perfil de ala 30 de esta manera se obtiene una velocidad que es mucho mayor que la velocidad del viento. Particularmente vamos a suponer que el valor de la relación entre la velocidad V_k del perfil de ala 30 y velocidad del viento V_w es mayor que 10. Si la velocidad máxima del viento V_w es 6 m/s, la velocidad máxima V_k del perfil de ala 30 será 60 m/s. No debe sorprender que la velocidad máxima de desenrollado V_s de las cuerdas 2 se asume igual a 4 m/s mientras que la velocidad máxima del perfil de ala 30 es 60 m/s. El perfil de ala 30 de hecho, como una cometa común, puede cambiar continuamente su dirección de movimiento sin que esto corresponda a un desenrollado rápido de las cuerdas 2.

Vamos a suponer además que la longitud de cada cuerda 2, en el instante en que, después de haber terminado su enrollado nuevamente, y se captura el perfil por el viento, es de 80 metros y que la tracción ejercida por las corrientes eólicas implica que las cuerdas se desenrollan por aproximadamente 200 metros.

Al asumir que la velocidad de desenrollado es 4 m/s, la producción de energía tendría lugar durante 50 segundos por ciclo (200/4 m/(m/s)). Vamos a suponer que otros 4 segundos son necesarios para llevar el perfil de ala 30 a una posición crítica aproximada (en el acimut o lateral). Particularmente, durante el primer segundo, todavía habría un desenrollado de las cuerdas 2 a una velocidad promedio de 2 m/s. Durante los tres segundos restantes, el enrollado nuevamente comenzaría a una velocidad promedio de 4 m/s. Globalmente, durante la etapa de de pasar a la condición crítica aproximada, tendría lugar un desenrollado de las cuerdas de 2 metros ($2 \cdot 1$ (m/s)*s) y un enrollado nuevamente de 12 metros ($4 \cdot 3$ (m/s)*s). Al final de tal etapa, la longitud de las cuerdas 2 sería por lo tanto de 270 metros (280+2-12 m). Ahora comienza el enrollado nuevamente, que lleva de vuelta la longitud de las cuerdas a la longitud inicialmente asumida de 80 metros. Debería tener lugar el enrollado nuevamente a una velocidad de 8 m/s, lo que requeriría un tiempo de 23.75 segundos (190/8 m/(m/s)).

El ciclo de funcionamiento descrito ahora corresponde a un ciclo estándar hipotético del proceso de acuerdo con la presente invención durante el cual la longitud de las cuerdas nunca es más corto que 80 metros. Obviamente, también hay un ciclo de partida inicial durante el cual es necesario desenrollar manualmente los supuestos 80 metros de cuerda (que se aleja de la plataforma base 1) y llegar al cometa capturado por las corrientes eólicas. Este primer ciclo no se usa para producir energía eléctrica, sino para llevar el sistema eólico a su estado de funcionamiento.

Siempre con referencia al ejemplo anterior, para la seguridad, la longitud máxima de cada cuerda 2 no debe ser más corta que 318 metros. De hecho, suponiendo que podrían haber golpes de viento igual a 12 m/s para una longitud de 4 segundos: para evitar que el sistema eólico se dañe, puede asumirse que, en tal caso, la velocidad de desenrollado de las cuerdas 2 es 8 m/s. El golpe de viento implicaría entonces un desenrollado de las cuerdas 2 igual a 36 metros ($8 \cdot 4$ (m/s)*s).

Teniendo en cuenta tanto el enrollado nuevamente de las cuerdas 2 cuando se recupera la posición de cualquier emplazamiento como el desenrollado de seguridad que tiene lugar cuando hay golpes de viento, con referencia al ejemplo descrito, la velocidad máxima de rotación que los cabrestantes 3 deben ser capaces de soportar sería (con referencia a las cuerdas 2) igual a 8 m/s.

Ahora también es posible hacer algunas consideraciones relativas a la energía que el perfil de ala 30 es capaz de sustraer al viento. Para tal propósito, y con referencia a la Fig. 5, es adecuado en primer lugar ocuparse de la aerodinámica del sistema. Se conoce que, cuando una corriente eólica encuentra una superficie aerodinámica estacionaria AS ("plano aerodinámico"), tal corriente genera dos fuerzas: la fuerza de arrastre D paralela a la dirección W a lo largo de la cual sopla el viento y la fuerza de sustentación L perpendicular a tal dirección W. En el caso del flujo laminar del viento, las corrientes eólicas AF_1 que pasan por encima de la superficie aerodinámica AS son más rápidas que las AF_2 que pasan por debajo de ella, ya que debe viajar una distancia más larga. Esto determina una disminución de la presión en la parte superior del perfil y por lo tanto un gradiente de presión que genera la fuerza de sustentación L.

En lugar de ello, con referencia a la Fig. 6, se asume que el perfil AM puede moverse a lo largo de la dirección DT de la fuerza de sustentación. Debido a tal movimiento, la superficie inferior del perfil aerodinámico AM se inclina con respecto a la velocidad del viento. En tal caso, la fuerza de sustentación y la fuerza de arrastre son respectivamente perpendiculares y paralelas a la velocidad relativa del viento con respecto al perfil.

Si se designa con S_1 la fuerza paralela a la dirección del movimiento y con S_2 la fuerza perpendicular a tal dirección, la componente de la fuerza de sustentación L paralela a la dirección de movimiento tiene el mismo sentido de la traslación de la sección del perfil aerodinámico AM mientras que la componente paralela de la fuerza de arrastre D tiene un sentido opuesto.

Por esta razón, a fin de mantener el movimiento a lo largo de una dirección perpendicular a las corrientes eólicas, es adecuado inclinar el perfil AM a fin de obtener una alta relación entre el componente de la fuerza de sustentación L a lo largo de la dirección del movimiento DT del perfil AM con respecto al componente de la fuerza de arrastre D.

Estas consideraciones también son válidas para el perfil de ala 30 del sistema eólico de acuerdo con la presente invención. El sistema de control inteligente de hecho acciona el perfil de ala 30 a fin de mantener la relación entre fuerza de sustentación y la gran fuerza de arrastre durante la etapa de ascenso del perfil de ala 30. De tal manera, el perfil de ala 30 oscila al explorar la parte delantera del viento y generando energía debido a la tracción de las cuerdas 2. La energía generada cuando el perfil de ala 30 asciende se calcula multiplicando la Potencia Específica del Viento por el área frontal del viento interceptado por el perfil de ala (concretamente el área de la cometa) A y por el factor de potencia del cometa KPF, un coeficiente de rendimiento que depende de la relación de velocidad entre el perfil de ala, y el viento V_k/V_w y en dos coeficientes K_d y K_l (K_d se refiere al arrastre, concretamente cuando el cometa tira de la restricción del suelo con fuerzas y

velocidades a lo largo del viento dirección y K_i se refiere a la elevación, concretamente cuando el cometa tira de la restricción del suelo mediante la oscilación a fin de explorar la superficie frontal del viento). Como se expresó anteriormente, es debido a la elevación que la velocidad del cometa es mucho mayor que la velocidad del viento. Cuanto mayor es la potencia de la cometa, mayor es la elevación con respecto al arrastre.

5 Siempre como un ejemplo, puede asumirse que $V_k/V_w = 10$, $K_i = 1, 2$ y $K_d = 0, 1$.

En tal caso, se obtendría $KPF = 20$.

10 Suponiendo que la densidad del aire ρ es constante e igual a 1.225 kg/m^3 , la Potencia Eólica Específica sería:

$$\text{Potencia Eólica Específica} = \frac{1}{2} \rho V_w^3 = 0,5 * 1,225 * 6^3 = 132,3 \text{ W / m}^2$$

La potencia "PotenciaCometa" que puede generarse por medio del cometa se expresa por la siguiente fórmula:

15
$$\text{PotenciaCometa} = KPF * \text{Potencia Eólica Específica} * A$$

donde A es el área del cometa que intercepta la parte delantera del viento. Si, por ejemplo, se usa un perfil de ala que tiene un área $A = 18 \text{ m}^2$ empujado a la velocidad de 60 m/s a partir de un viento que sopla a 6 m/s , la energía que es posible generar a nivel de las cuerdas sería de 47628 W . Tal energía correspondería por lo tanto a la energía máxima que el cometa es capaz de generar.

20 El valor asumido por KPF depende de todos modos de la eficiencia de los perfiles de ala. Es posible hacer que KPF asuma valores mayores que 20 . Si por ejemplo KPF asume un valor igual a 40 , la máxima potencia que puede obtenerse de una cometa con un área igual a 18 m^2 sería de 95256 W .

Con referencia a la Fig. 8, es posible notar que el sistema eólico de acuerdo con la presente invención encuentra aplicación válida también en el sector náutico, para arrastrar los botes mediante la explotación de la energía eólica.

30 En tal caso, todos los componentes descritos anteriormente del sistema de acuerdo con la presente invención se colocan en un bote de velas o de motor 100 . El sistema de transmisión que acompaña las cuerdas 2 hacia los perfiles de ala 30 se coloca a la proa 101 y los perfiles de ala 30 se dirigen a fin de estar siempre en frente del bote 100 .

35 A diferencia de la solicitud descrita anteriormente, el objetivo principal del sistema eólico no consiste más en la conversión de energía eólica en energía eléctrica sino en la explotación de la fuerza del viento para arrastrar el bote 100 y por lo tanto en la conversión de la energía eólica en energía mecánica.

40 De manera similar a la solicitud anterior, el sistema de control inteligente se programa para maximizar la energía que los perfiles de ala de energía 30 es capaz de sustraer al viento, evitando de todas formas que la carga de la cuerda llegue a ser excesiva y dañe los componentes del sistema eólico. La principal diferencia con respecto a la solicitud anterior consiste en que la explotación de energía eólica no tiene lugar más intermitentemente. De hecho, el cometa no se dirige a fin de alternar una etapa de ascenso y una etapa de recuperación que obtiene un balance de energía positivo, sino a fin de optimizar con la continuidad la explotación de las corrientes eólicas. Durante el funcionamiento en estado estacionario, la recuperación del cometa 30 exclusivamente tiene lugar a fin de acomodar las posibles caídas de viento o posicionar correctamente los perfiles de ala 30 . El desenrollado y enrollado nuevamente de las cuerdas 2 no tiene lugar más con el propósito de producir cíclicamente energía sino solamente para los propósitos de accionamiento. Las cuerdas 2 a través de las cuales los perfiles de ala 30 se conectan al bote pueden considerarse aún tanto como energía y como cuerdas de accionamiento 2 . El accionamiento tiene lugar de acuerdo con el mismo principio descrito para la solicitud anterior. La transmisión de energía no tiene lugar más al accionar un generador mediante la rotación de un cabrestante, sino limitando tanto como sea posible el desenrollado de las cuerdas 2 de manera que el bote 100 a los que se conecta el perfil de ala 30 a través de las cuerdas 2 se mueve con respecto a un sistema de referencia fijo.

55 Es posible notar cómo en ambas aplicaciones la explotación de energía eólica se asocia con un avance de los perfiles de ala 30 en el espacio. La diferencia consiste en que, mientras que en el dispositivo descrito anteriormente el observador es integral con el sistema de referencia fijo (concretamente, el suelo), en el caso de la aplicación a un bote, la plataforma base 1 y el observador siguen el cometa 30 durante su avance.

En fin, es posible proporcionar la producción de electricidad a través del sistema eólico de acuerdo con la presente

invención aplicada al bote 100. De hecho, cuando se necesiten los extremos móviles, de manera similar a lo que se describe en la solicitud anterior, es posible usar los perfiles de ala 30 para producir electricidad. El sistema de control inteligente en tal caso integrará las limitaciones de vuelo adecuadas de los perfiles de ala 30 para evitar que las cuerdas 2 entren en contacto con los otros componentes del bote 100.

5

Adicionalmente a las ventajas mencionadas anteriormente, el sistema eólico y el proceso de acuerdo con la presente invención permiten obtener, con respecto a lo que ya se propuso por la técnica anterior conocida, otros resultados muy importantes; particularmente:

- 10 – el sistema eólico se adapta fácilmente para ser manipulado y en consecuencia es eficiente para suministrar energía eléctrica en situaciones de emergencia, tales como en el caso de suministro difícil o cuando no se puede acceder al lugar de la instalación;
- su bajo coste y características de funcionamiento permiten que el dispositivo se use para usos convencionales (eventos, patios,...);
- 15 – el sistema eólico es una tecnología que permite generadores estacionarios de gran tamaño debido a sus características de escalabilidad;
- el sistema eólico es capaz de explotar también corrientes de gran altura, donde la mayor disponibilidad y velocidad del viento garantizan una mayor densidad de energía con respecto a las corrientes eólicas a nivel del suelo;
- el ciclo de funcionamiento de acuerdo con el proceso de la invención es rápido, lo que permite explotar la energía eólica de un gran volumen de aire con un perfil de ala relativamente pequeño;
- 20 – los componentes más costosos del sistema eólico se colocan a nivel del suelo y se protegen;
- la energía se genera debido a la explotación del componente axial de la fuerza de sustentación, esto garantiza un suministro mayor de energía con respecto a la explotación de la fuerza de arrastre.

REIVINDICACIONES

1. Sistema eólico para convertir energía, que comprende:
- 5 - al menos un perfil de ala de energía (30) que se adapta para accionarse desde la tierra y está inmersa en al menos una corriente eólica (W);
 - una plataforma base (1) colocada a nivel del suelo y conectada a través de dos cuerdas (2) a dicho perfil de ala de energía (30), dicha plataforma base (1) que se adapta para accionar dicho perfil de ala (30) y para convertir energía eólica de dicha corriente eólica en energía mecánica o eléctrica, dichas dos cuerdas (2) que se adaptan para transmitir fuerzas desde y hacia dicho perfil de ala (30) y para usarse tanto para verificar una trayectoria de vuelo de dicho perfil de ala (30) como para la transmisión de energía
- 10 - un sistema de transmisión adaptado para guiar cada una de dichas cuerdas (2) hacia dicho perfil de ala (30), dicho sistema de transmisión que comprende:
- 15 * un primer par de bloques (7a) ensamblados en bloques deslizantes (6a) de dichos módulos de guía (6) de dichas cuerdas (2);
 * un segundo par de bloques (7b) aguas abajo de dichos módulos de guía (6) de dichas cuerdas (2) adaptados para mantener horizontal las longitudes de dichas cuerdas (2) incluidas entre dichos segundos bloques (7b) y dichos primeros bloques (7a); y
 20 * un tercer par de bloques (7d) adaptados para enviar dichas cuerdas (2) hacia dicho perfil de ala (30);
- caracterizado porque** dicho sistema de transmisión comprende además al menos un par de dispositivos de tensión (18) dispuestos entre al menos un par de mecanismos de atenuación de carga (17) y dicho tercer par de bloques (7d);
 25 **y porque** dichos terceros bloques (7d) se equipan con una conexión giratoria a dicha plataforma base (1) llevada a cabo a través de al menos un resorte (25).
2. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho perfil de ala (30) se adapta para accionarse en dicha trayectoria de vuelo mediante dicha plataforma base (1) para ir cíclicamente desde una posición en la que la tracción ejercida por dicha corriente eólica es máxima, a una posición crítica aproximada, en su acimut o lateral, en la que dicha tracción es mínima, para recuperarse a través de dichos cabrestantes (3).
- 30 3. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** este comprende un sistema de control inteligente que opera en dicha plataforma base (1) para controlar automáticamente dicho perfil de ala (30) a lo largo de dicha trayectoria de vuelo.
- 35 4. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** este comprende un sistema de suministro (12) que coopera con dicho sistema de control inteligente para gestionar la entrega y acumulación de energía.
- 40 5. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dicho sistema de control inteligente se equipa con un conjunto de sensores colocado en dicho perfil de ala (30), dicho conjunto de sensores colocado en dicho perfil de ala (30) que se adapta preferentemente para enviar información de manera inalámbrica a dicho sistema de control inteligente.
- 45 6. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha plataforma base (1) comprende al menos dos cabrestantes (3) en cada uno de los cuales una cuerda respectiva de dichas cuerdas (2) se desenrolla o se enrolla nuevamente, cada uno de dichos cabrestantes (3) que se conecta a un generador/motor eléctrico (5).
- 50 7. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicho cabrestante (3) se conecta a dicho generador/motor eléctrico (5) interponiendo al menos un reductor elíptico (4).
8. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicho cabrestante (3) se equipa con un módulo de guía (6) adaptado para forzar dicha cuerda (2) para enrollarse ordenadamente en dicho cabrestante (3).

9. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho sistema de transmisión comprende al menos un par de mecanismos para atenuar las variaciones de carga repentinas incluidas entre dicho segundo (7b) y dicho tercer (7d) par de bloques.
- 5 10. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** dicho mecanismo de atenuación se compone de al menos un miembro elástico (17) anclado en uno de sus extremos (17a) a dicha plataforma base (1) y en otro de sus extremos conectado a una longitud de dicha cuerda (2) aguas abajo de dicho módulo de guía (6) interponiendo un cuarto bloque (7c).
- 10 11. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho dispositivo de tensión (18) se compone de una primera (19a) y una segunda (19b) polea, dichas poleas (19a, 19b) que están mutuamente de frente y que tienen ejes de rotación coplanares, dichas poleas (19a, 19b) que rotan alrededor de un primer (20a) y segundo (20b) pasador de rotación respectivo y que se insertan entre dos sujetadores (21), dicho primer pasador de rotación (20a) que se desliza dentro de un par de ranuras (22) presentes en dichos sujetadores (21), dicho primer (20a) y segundo (20b) pasador que se conectan mutuamente a través de los miembros elásticos (23).
- 15
12. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho bloque de deslizamiento (6a) se adapta para deslizarse a lo largo de un riel (6b) en paralelo con un eje de rotación de dicho cabrestante (3), el deslizamiento de dicho bloque de deslizamiento (6a) a lo largo de dicho riel (6b) que se controla preferentemente por un mecanismo de deslizamiento junto con la rotación de dicho cabrestante (3).
- 20
13. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** dicho mecanismo de deslizamiento se acciona por un motor eléctrico controlado por dicho sistema de control inteligente.
- 25
14. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** dicho mecanismo de deslizamiento es controlado por tornillos o controlado por correas.
- 30
15. El sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dicho sistema de control inteligente se adapta para operar en dichos cabrestantes (3) para guiar dicho perfil de ala (30) a lo largo de dicha trayectoria de vuelo, para implementar un algoritmo predictivo que determina en cada momento la posición óptima que dicho perfil de ala (30) debe ocupar en al menos un instante después dependiendo de los parámetros de control y vuelo, en dicha información de dicho conjunto de sensores colocado en dicho perfil de ala (30) y en dicho conjunto de sensores en tierra, y para dar prioridad a la explotación de una fuerza de sustentación (L) generada por dicha corriente eólica (W).
- 35
16. Proceso para producir energía eléctrica por medio de un sistema eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** este comprende las etapas siguientes:
- 40
- a) gobernar (F1) dicha trayectoria de vuelo de dicho perfil de ala (30) para maximizar la energía eólica que se extrae de la corriente eólica (W), dicho perfil de ala (30), cuando asciende, tensar dichas cuerdas (2) conectadas a dicha plataforma base (1) que hacen rotar dichos cabrestantes (3);
- b) dirigir (F2) dicho perfil de ala (30) para alcanzar una posición crítica aproximada;
- c) enrollar nuevamente (F3) dichas cuerdas (2) a través de dichos cabrestantes (3) por medio de dichos motores (5) y colocar dicho perfil de ala (30) para regresar a una condición de tracción máxima;
- 45
- d) repetir las etapas anteriores.
17. Proceso de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** dichas etapas a) y/o b) y/o c) y/o d) ocurren automáticamente a través de dicho sistema de control inteligente.
- 50
18. Uso del sistema eólico de acuerdo con la reivindicación 1, para arrastrar un bote (100) a través de una conversión de dicha energía eólica en energía mecánica, en donde dicho sistema de transmisión se coloca en la proa (101) de dicho bote (100) y dicho perfil de ala (30) se acciona por dicho sistema de control inteligente para estar siempre en frente de dicho bote (100).

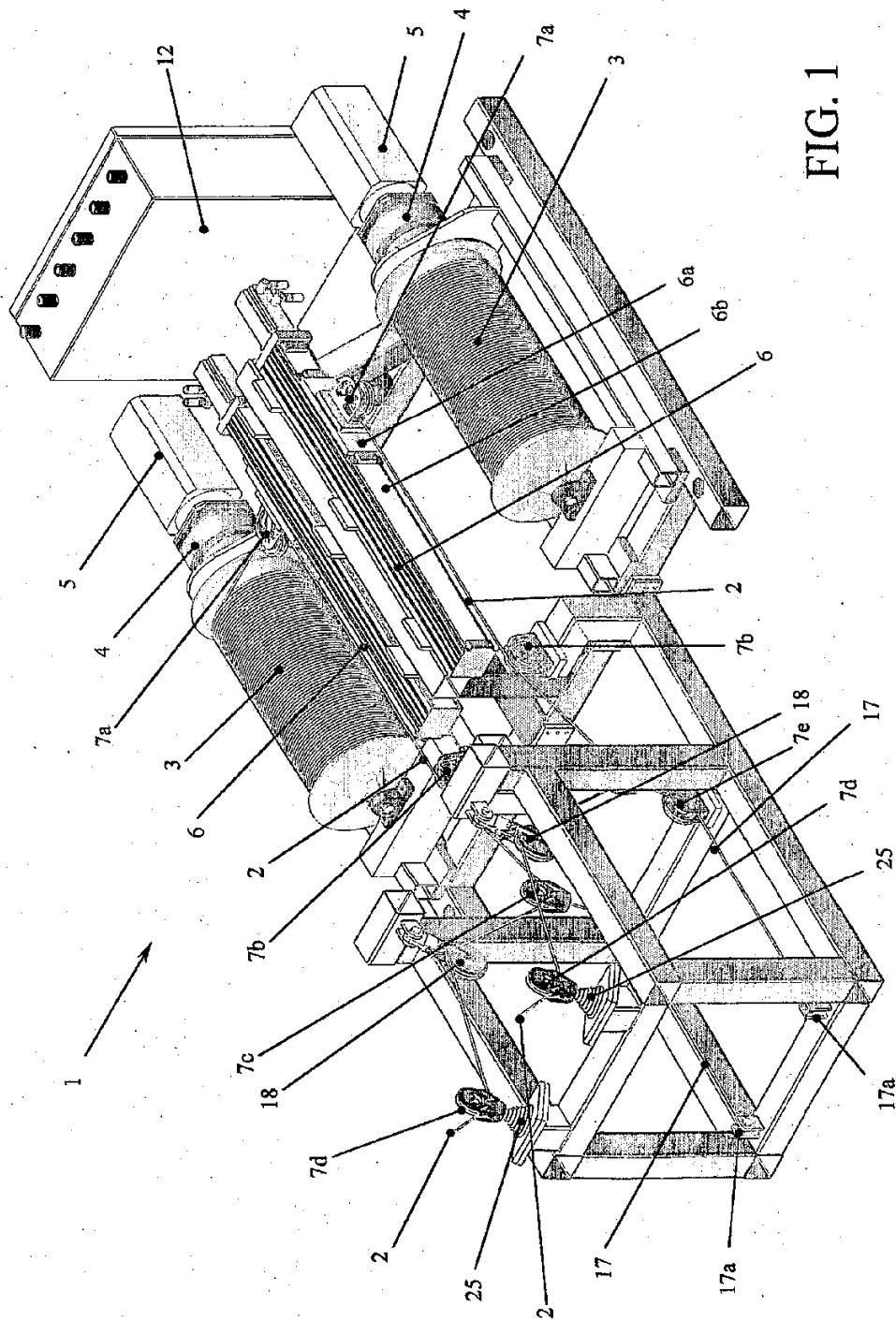


FIG. 1

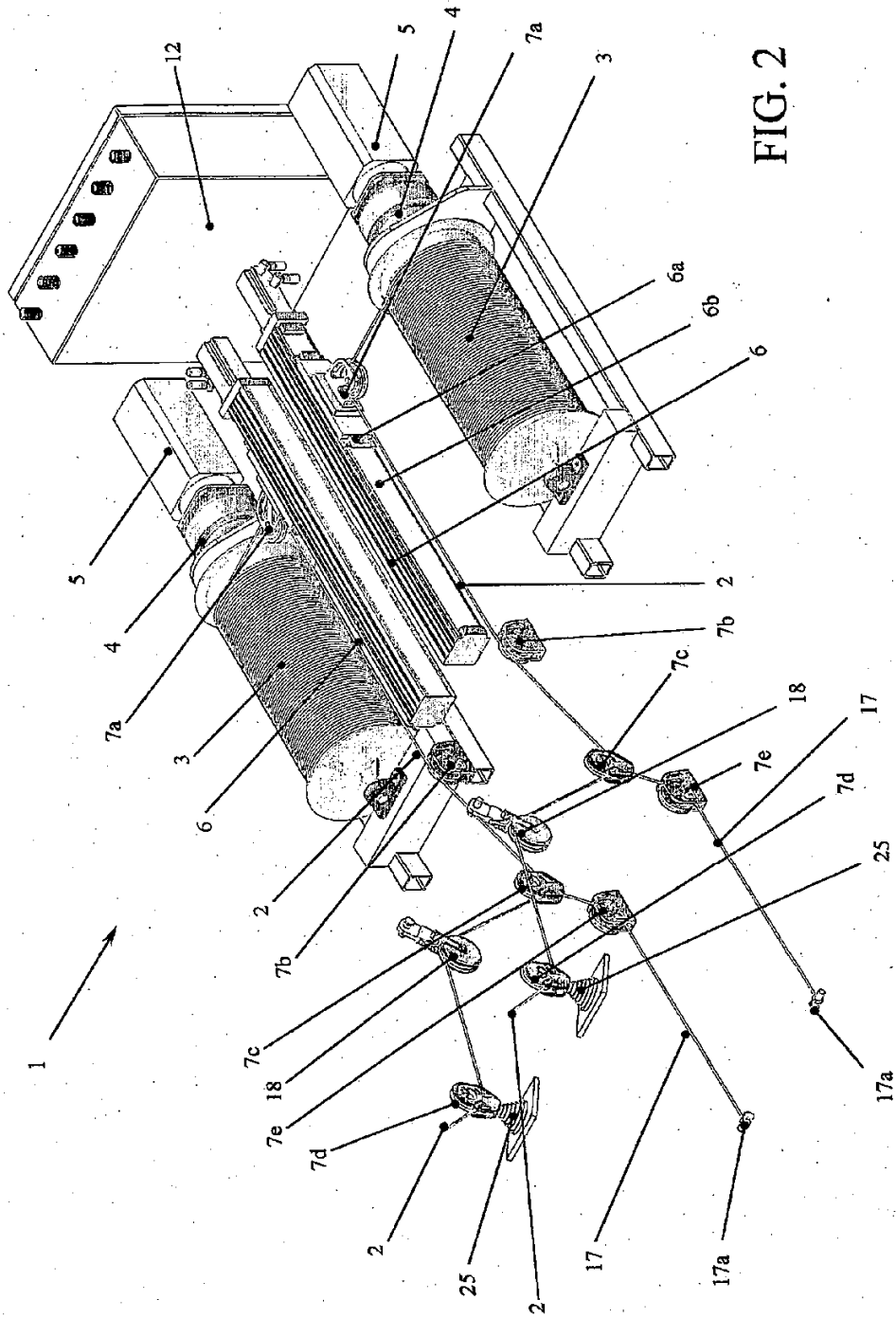


FIG. 2

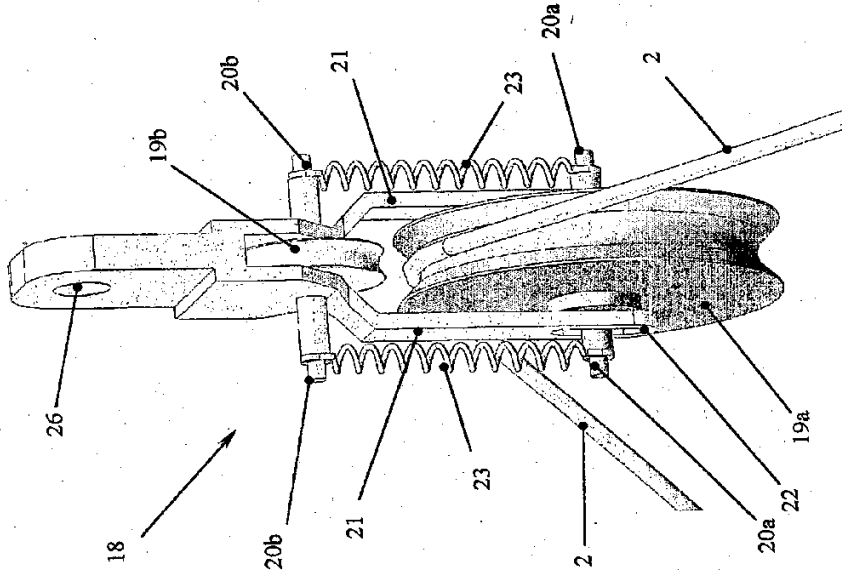


FIG. 3b

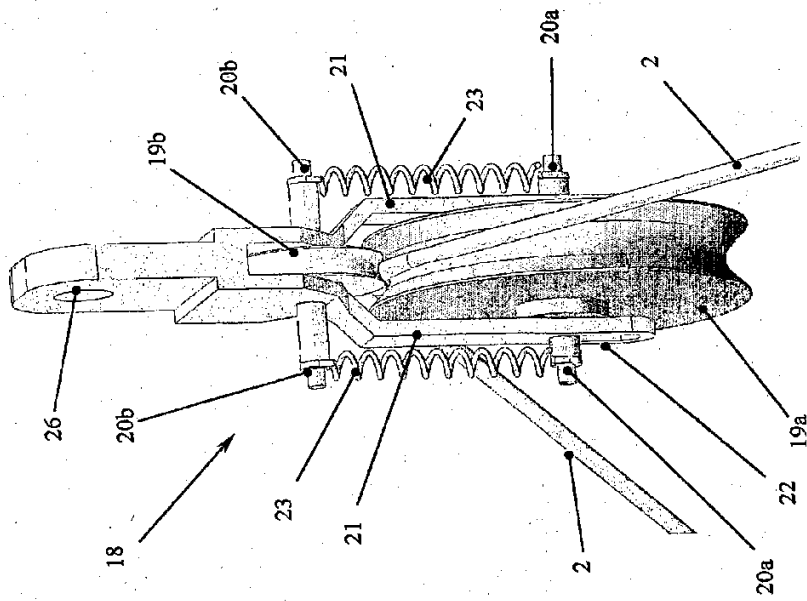


FIG. 3a

