

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 756 534**

51 Int. Cl.:

F03D 1/02 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2014 PCT/FR2014/052638**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2015 WO15055958**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2014 E 14800111 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3058218**

54 Título: **Turbina eólica con eje de rotación horizontal que comprende familias de palas**

30 Prioridad:

18.10.2013 FR 1360206

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

27.04.2020

73 Titular/es:

**MANCEAU, SÉBASTIEN (100.0%)
30 Chemin Parc Cabris Grand Bois
97410 Saint Pierre, FR**

72 Inventor/es:

MANCEAU, SÉBASTIEN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 756 534 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

Turbina eólica con eje de rotación horizontal que comprende familias de palas

5 1. Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de la producción de energía eléctrica. En particular, se trata de una turbina eólica con eje de rotación horizontal, sustancialmente paralelo a la dirección del viento, que sirve para transformar la energía cinética del viento en energía mecánica, que, a su vez, se convertirá en energía eléctrica.

10 2. Técnica anterior

Hoy en día, para conseguir un mayor rendimiento técnico y energético, los profesionales ofrecen turbinas eólicas equipadas con palas cada vez más largas. La envergadura de estas turbinas eólicas no encaja muy bien en el paisaje debido a su estética insatisfactoria y a su gran tamaño. Estas turbinas eólicas también requieren una logística y una infraestructura excepcionales para el transporte de piezas y sus ensamblajes, especialmente en el caso de turbinas eólicas instaladas en el mar.

Los más grandes (envergadura comprendida entre 70 metros y 130 metros (m)) pueden alcanzar potencias nominales comprendidas entre 2 y 7 megavatios con una velocidad del viento comprendida entre un intervalo de 9 y 15 metros por segundo (viento medio). Por debajo de este intervalo y más allá del mismo, las turbinas eólicas no producen más energía. Sin embargo, con el fin de aumentar su eficacia, las turbinas eólicas destinadas a producir una potencia de 10 megavatios (MW) están siendo estudiadas para que tengan envergaduras previstas de 140 metros, lo que equivale a 2 aviones A380® uno junto al otro.

Con vientos fuertes, es decir, por encima de 15 m/s, el desafío es la resistencia de la turbina eólica (fiabilidad, solidez, limitaciones) más que su eficiencia energética. Aunque el par motor puede mejorarse, existen reglas físicas sobre el coeficiente de potencia (C_p) (relación entre la energía suministrada por la turbina eólica con respecto a la energía del viento que entra en la superficie barrida por las palas), que es limitada. El nivel máximo de producción (potencia nominal máxima) se alcanza generalmente entre 12 y 15 m/s (45 a 55 km/h), maximizando así la capacidad del viento captado en el extremo de la pala y en toda la superficie barrida. A ello se añade el hecho de que más allá de sus intervalos nominales de funcionamiento, su coeficiente de potencia (C_p) comienza a caer drásticamente; las turbinas se ralentizan para mantener la potencia nominal máxima ya alcanzada.

A partir de 25 m/s (tormentas, huracanes), las tensiones mecánicas ejercidas por el viento sobre las turbinas eólicas, y en particular sobre las palas, son muy elevadas y la mayoría de ellas son detenidas automáticamente para protegerlas. Por encima de 25 m/s, existe el riesgo de comprometer la resistencia de las turbinas eólicas, y hay un gran riesgo de daño. En el mercado terrestre, el ruido y los episodios tormentosos son elementos que justifican una desconexión de la red, mucho antes de la llegada de los fuertes vientos.

En el documento DE 10 2009 038 076 A1 se describe una propuesta conocida que implica varios grupos de palas en el buje de una turbina eólica, y en el documento US 3.032.119 se describe otra.

45 3. Objetivos de la invención

La invención tiene, en concreto, como objetivo superar la totalidad o parte de las desventajas de la técnica anterior.

Un objetivo de la invención es proporcionar una turbina eólica capaz de funcionar con cualquier tipo de viento, más precisamente proporcionando una mejor eficacia, entre otras cosas, en condiciones de viento ligero y viento fuerte.

En particular, un objetivo de la invención es proporcionar una turbina eólica que produzca más potencia mecánica en comparación con una turbina eólica convencional con una envergadura equivalente o una turbina eólica que produzca una potencia mecánica equivalente con una envergadura menor en comparación con una turbina eólica convencional.

Otro objeto de la invención es reducir el efecto de cizallamiento y turbulencias de estela en la parte trasera de la turbina eólica, forzando a las turbinas de viento circundantes a alejarse de un parque. En otras palabras, permitir aumentar la densidad de los parques eólicos.

60 4. Resumen de la invención

Estos objetivos se logran a través de una turbina eólica que comprende:

- un rotor que gira alrededor de un eje horizontal de rotación sustancialmente paralelo a la dirección del viento, presentando el rotor una cara frontal dirigida hacia el viento y siendo dicha cara sustancialmente perpendicular a la dirección del viento, y una cara posterior situada hacia un soporte del rotor; y
- al menos dos familias distintas de palas distribuidas, en el rotor, constando cada familia de palas de al menos tres

5 palas que presentan un extremo libre y un extremo de encastre de pala unido a dicho rotor, comprendiendo cada familia de palas una pala de recepción que guía el viento hacia una pala guía que guía el viento hacia una pala de fuerza con una superficie dispuesta de manera sustancialmente perpendicular a la dirección del viento, estando los extremos de encastre de las palas de cada familia de palas desplazados sucesivamente en una superficie exterior del rotor a lo largo de su eje de rotación y la pala de recepción presenta una longitud reducida con respecto a la pala de guía, que, a su vez, presenta una longitud reducida con respecto a la pala de fuerza.

10 Así, esta configuración de familias de palas permite dotar a una turbina eólica de una superficie de palas sustancialmente idéntica a la de una turbina eólica convencional que consta de palas muy largas, aumentando el número de palas de una familia. La misma superficie mecánica de cara a la dirección desde la que sopla el viento está representada por las dimensiones físicas de las palas en una familia. La superficie de las palas es barrida por el viento durante un periodo más largo que las palas convencionales. El viento así guiado ejerce una fuerza de empuje máxima sin interrupción, independientemente de la velocidad del viento. Las palas tienen la capacidad de acelerar con viento débil y especialmente con viento fuerte. La disposición de estas palas permite, por tanto, aumentar la eficiencia, que deberá compensar parte de la pérdida del momento (longitud de las palas*fuerza del viento) en el extremo de la pala (el brazo de la palanca en el extremo de la pala es menor cuando la longitud de las palas se reduce con respecto a una turbina eólica convencional). Tal disposición también permite reducir la envergadura de las palas, lo que permite una densificación del parque eólico. Por ejemplo, dividiendo la envergadura por dos para obtener una eficacia equivalente a la de una turbina eólica convencional, se podría duplicar el número de turbinas eólicas en la misma superficie, que generalmente es limitada, y así aumentar por dos la eficacia de un parque eólico con respecto a una superficie utilizable.

25 Según una característica particular de la invención, la pala de recepción puede ser colocada delante de la pala de fuerza a lo largo del eje de rotación del rotor para crear una conexión con vientos diferentes. Las palas dispuestas de esta manera se comportan un poco como una sucesión de velas de un barco. Ventajosamente, la pala de recepción puede ser más pequeña en tamaño pero puede presentar una anchura superior a la de la pala de fuerza. La pala de recepción se encuentra con el viento en la dirección del flujo del viento y tratará de guiar los primeros vientos hacia la siguiente pala, que es más larga y por lo tanto tendrá más brazos de palanca; la disposición de estas familias permite, por tanto, la creación de microzonas de baja presión que favorecen la aceleración de las palas siguientes, para reducir la resistencia aerodinámica a la única consecuencia de la longitud de la pala siguiente y proporcionar coherencia entre la velocidad del viento y la aceleración del conjunto del rotor y de las familias de palas (en condiciones de fuertes vientos, el conjunto del rotor y de las familias de palas todavía tiene la capacidad de acelerar con respecto a una turbina eólica convencional). Por lo tanto, hay menos frenado por el viento y esto contribuye a la reducción de los efectos de estela en la parte trasera de la turbina eólica.

35 Según un modo de realización, cada extremo de encastre de pala puede colocarse en la superficie del rotor en un ángulo predeterminado formado entre el eje de rotación del rotor y la dirección del extremo de encastre de pala para guiar mejor el viento en las siguientes palas de cada familia.

40 En particular, las palas se montan en el rotor en una dirección longitudinal que forma un ángulo β predeterminado con la superficie del rotor. De esta manera, la posición de las palas en el rotor, combinada con su orientación (palas inclinadas), permite concentrar el viento hacia el interior de las palas. Además, tal configuración permite reducir los efectos de las turbulencias, que ya no actúan sobre una pala como en una turbina eólica convencional, sino sobre toda la familia de palas.

45 Ventajosamente, el ángulo predeterminado α o β es superior a 0° e inferior o igual a 90° .

50 Según otro modo de realización, la turbina eólica comprende medios de desplazamiento que desplazan las familias de palas entre: Una posición inicial en la que las familias de palas están cerca del eje horizontal del rotor; y una posición desarrollada en la que las familias de palas están situadas a una distancia del eje horizontal del rotor. De esta manera, la turbina eólica es capaz de funcionar en caso de vientos ligeros y fuertes y de su puesta en seguridad al mismo tiempo, especialmente en caso de vientos fuertes.

55 Siempre con la misma finalidad, los medios de desplazamiento varían la disposición de las familias de palas en función de un movimiento:

- radial con respecto al eje de rotación del rotor; y/o
- de traslación sustancialmente paralela a la superficie del rotor en una dirección orientada desde la cara posterior a la cara frontal o viceversa.

60 Los medios de desplazamiento pueden instalarse en el rotor o en el exterior del mismo.

Según este modo de realización, cada familia de palas está montada sobre un único soporte ligado a los medios de desplazamiento, lo que permite que toda la familia de palas se pueda desplazar fácilmente al mismo tiempo.

65 Según una variante de este modo de realización y otro modo de realización, cada familia de palas se monta sobre

un soporte que comprende un asiento que se desliza sobre carriles de guía, siendo estos carriles de guía dispuestos sobre un perfil de una estructura dispuesta en el rotor, estando el perfil conectado a los medios de desplazamiento.

5 Según otro modo de realización, la estructura consta de al menos el perfil provisto de un primer extremo y de un segundo extremo libre, estando el perfil dispuesto entre una primera plataforma con una superficie interna y una segunda plataforma a la que se articula el primer extremo, de modo que el perfil sea móvil entre una primera posición de funcionamiento en la que el segundo extremo libre quede a ras de la superficie y una posición de bandera en la que el segundo extremo libre está situado a una distancia de la superficie por medio de los medios de desplazamiento.

10 De manera ventajosa, el soporte consta de medios de rotación del soporte con respecto a la superficie del rotor alrededor de un eje de rotación que pasa a través de un encastre de soporte y en un ángulo comprendido entre 0° y 360°.

15 Según otro modo de realización de la invención, la turbina eólica puede comprender medios de guiado que desplazan cada pala de una familia sustancialmente en rotación alrededor del eje de rotación del rotor entre una posición inicial en la cual las palas están cerca del eje de rotación, y una posición retraída en la cual las palas están cerca del eje de rotación y colocadas unas detrás de las otras. Esta configuración permite aumentar el escape de aire entre las familias de palas y reducir la resistencia al viento en las palas en caso de vientos fuertes, por ejemplo en relación con la superficie barrida de la pala de fuerza (en rotación).

20 Según otra característica particular de estos modos de realización mencionados anteriormente, el rotor puede comprender una pared que consta de aberturas pasantes que se extienden longitudinalmente desde la cara frontal a la cara posterior del rotor o que se extienden a lo largo de una curva que comprende una primera porción que se extiende de manera sustancial longitudinalmente desde la cara frontal a la cara posterior y una segunda porción que se extiende en una dirección sustancialmente paralela a la dirección del extremo de encastre de pala de la pala de fuerza.

25 De manera ventajosa, cada abertura pasante está adaptada para recibir al menos un elemento ligado a los medios de desplazamiento o medios de guía que pasan a través de la abertura pasante entre la posición inicial y la posición desplegada o retraída.

30 Ventajosamente, los medios de desplazamiento o los medios de guía pueden comprender al menos un gato hidráulico o tornillo sinfín que puede ser accionado por un motor eléctrico.

35 Según otro modo de realización, el rotor puede presentar una sección cilíndrica o troncocónica. Un rotor cilíndrico permite que las palas se distribuyan correctamente sobre el mismo. En el caso de un rotor con sección troncocónica, esta configuración tiene por objeto forzar al viento a recorrer una distancia superior a la de un rotor convencional. Además, la fuerza de empuje del viento se distribuye mejor desde el extremo de encastre de pala hasta el extremo libre de las palas, lo que mejora la eficacia y proporciona una mejor estabilidad de la turbina eólica.

40

5. Listado de figuras

Otras características y ventajas innovadoras serán evidentes a partir de la siguiente descripción, proporcionada con fines informativos únicamente y sin limitación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 45
- la figura 1 es una vista frontal de una turbina eólica según la invención;
 - la figura 2 es una vista en perspectiva del rotor de la turbina eólica en el que las palas están montadas según la invención;
 - las figuras 3, 4 y 5 representan esquemáticamente un modo de realización de una turbina eólica que comprende las

50

 - llamadas palas estáticas, estando las palas dispuestas en el rotor en una orientación particular, la figura 3 es una vista superior de las palas en el rotor, la figura 4 es una vista frontal de las palas en el rotor y la figura 5 es una vista lateral del rotor;
 - las figuras 6a, 6b y 6d ilustran esquemáticamente otro modo de realización la turbina eólica que comprende las llamadas palas dinámicas, encontrándose la turbina eólica en una situación de viento ligero;

55

 - las figuras 7a y 7b ilustran, según el modo de realización anterior, la turbina eólica en una situación de viento medio;
 - las figuras 8a y 8b ilustran, según el modo de realización anterior, la turbina eólica en una situación de viento fuerte;
 - las figuras 6c, 7c y 8c representan una variante del modo de realización ilustrado en las figuras 6a, 6b, 6d, 7a, 7b, 8a y 8b;
 - las figuras 9a, 9b, 9c ilustran otro modo de realización de una turbina eólica que comprende palas "dinámicas" y en

60

 - posición de bandera;
 - las figuras 10a y 10b representan esquemáticamente otro modo de realización de una turbina eólica que comprende palas "dinámicas";
 - las figuras 11 y 12 representan esquemáticamente otro modo de realización de una turbina eólica que comprende palas "dinámicas"; la figura 11 ilustra esquemáticamente una parte de la superficie del rotor aplanado y en la que se

65

 - presentan aberturas pasantes; la figura 12 es una vista frontal de las palas en el rotor;
 - las figuras 13, 14, 15, 16, 17, 22 y 23 representan una estructura y sus variantes que cooperan con los medios de

desplazamiento y/o de guía;

- las figuras 18 y 19 siguen siendo una variante del modo de realización ilustrado en las figuras 6 a 8;
- las figuras 20 y 21 siguen siendo ejemplos de realización de una turbina eólica;
- las figuras 24a y 24b representan vistas detalladas de la parte interior del rotor, en particular, de los medios que permiten desplazar y amortiguar el desplazamiento;
- las figuras 25 y 26 ilustran vistas laterales de otro modo de realización de una turbina eólica "dinámica" en la que las turbinas eólicas están en una posición de seguridad;
- la figura 27 representa un ejemplo de una turbina eólica estática en una posición de seguridad;
- las figuras 28 a 33 ilustran otro modo de realización de una turbina eólica "dinámica" en una posición de bandera y en la que gira un soporte que transporta las palas; y
- las figuras 34 y 35 son vistas detalladas de los medios de desplazamiento ilustrados en las figuras 28 a 33.

6. Descripción detallada

La presente invención se refiere a una turbina eólica 1 adaptada para funcionar con cualquier tipo de viento, es decir, en condiciones de viento ligero, de viento medio y de viento fuerte. En la siguiente descripción, se entiende por:

- viento ligero: viento cuya velocidad está comprendida entre 0 y 5 a 7 m/s metros por segundo (m/s);
- viento medio: viento cuya velocidad está comprendida entre 5 a 7 m/s y 10 a 15 m/s;
- viento fuerte: viento cuya velocidad es superior a 15 m/s; y,
- viento particularmente violento: (tormenta, huracán), viento cuya velocidad es superior a 25 m/s.

En la figura 1, la turbina eólica 1 comprende un mástil 2 vertical destinado a fijarse al suelo (turbina eólica terrestre (onshore)) o al fondo marino (turbina eólica offshore) por medio de una cimentación 3. Se pueden proporcionar cables de sujeción o sistemas de anclaje para una fijación sólida al suelo o para las cimentaciones 3 flotantes. La parte superior del mástil 2 está equipada con una góndola 4 que contiene los elementos necesarios para la producción de electricidad (no representados), como un generador eléctrico y una multiplicadora. La góndola 4 se coloca sobre un bastidor 39 (figura 5) que se puede mover en relación con el mástil 2 mediante rodamientos (no representados). La turbina eólica 1 comprende igualmente un rotor 5 acoplado a la góndola 4 y permite accionar el generador eléctrico. El rotor 5 gira alrededor de un eje 15 horizontal de rotación con respecto al mástil 2. El eje 15 de rotación es sustancialmente paralelo a la dirección 16 del viento. La expresión sustancialmente paralelo significa paralelo o sustancialmente paralelo. El rotor 5 comprende un material polimérico, copolimérico, metálico o un material compuesto. El material compuesto puede ser una resina y una fibra sintética o natural, o puede comprender un metal o una aleación que contenga metal.

Para facilitar aún más la comprensión de la invención, se considera que el mástil 2 se extiende en una dirección longitudinal vertical Z. También se representa la dirección transversal horizontal Y a lo largo de la cual se extiende el eje de rotación 15 del rotor 5, que es perpendicular a la dirección longitudinal vertical Z y a una dirección longitudinal X, de modo que estas tres direcciones X, Y, Z forman un punto de referencia ortogonal directo como se representa en la figura 1.

Los términos "inferior", "superior", "alto", "bajo" y "lateral" se definen en relación con la dirección vertical Z y los términos "frontal" y "posterior" se definen en relación con la dirección Y.

El rotor 5 presenta una cara frontal 6 dirigida al viento y sustancialmente perpendicular a la dirección del viento, una cara posterior 7 situada hacia un soporte del rotor 5 y una superficie externa 12. En realidad, la cara posterior 7 está dirigida hacia la góndola 4. La expresión sustancialmente perpendicular significa perpendicular o sustancialmente perpendicular. La cara frontal 6 puede presentar una nariz 111 de forma oblonga para la aerodinámica del rotor 5.

Según el modo de realización ilustrado en las figuras 1 y 2, el rotor 5 presenta una sección cilíndrica. Según los diferentes modos de realización ilustrados en las figuras 3 a 33, el rotor 5 presenta una sección troncocónica. El rotor 5 lleva al menos dos familias 8 distintas de palas 9 distribuidas uniformemente sobre la superficie externa 12 del rotor 5. Se comprende por la expresión "familia de palas" a un grupo que reúne un número predeterminado de palas. Las familias 8 de palas 9 son idénticas en cuanto al número de palas y la posición de las palas en el rotor 5. Cada familia 8 de palas 9 comprende al menos dos palas 9 alzadas en el rotor 5 en una dirección principal 14; siendo estas palas una pala de recepción 9a y una pala de fuerza 9c.

En los diferentes modos de realización ilustrados, se representa un rotor 5 que transporta tres familias 8 de palas 9 distribuidas sobre el rotor 5 en un ángulo de 120°. Cada familia 8 consta de tres palas 9. Cada pala 9 presenta un extremo libre 10 y un extremo de encastramiento de pala 11 conectado al rotor 5. Cada pala 9 de una familia presenta dimensiones, una implantación, una orientación y/o una función diferentes a las de las otras palas. Cada familia comprende: una pala de recepción 9a, una pala de guía 9b y una pala de fuerza 9c. El viento es recibido primero por la pala de recepción 9a. Esta última capta el viento y lo guía hacia la pala de guía 9b. La pala de guía 9b también guía el viento hacia la pala de fuerza 9c en la que se acumula el viento. Con esta disposición, el viento queda atrapado y sólo puede ser liberado ejerciendo una fuerza de empuje F sucesivamente en las palas 9a, 9b, 9c. Se comprende entonces que la pala de guía 9b está dispuesta delante de la pala de fuerza 9c a lo largo del eje 15 de rotación del

rotor 5. La pala de recepción 9a está dispuesta delante de la pala de guía 9b a lo largo del eje 15 de rotación del rotor 5. De esta manera, el tiempo de paso del viento se incrementa forzándolo tres veces (o n veces, donde n es el número de palas de una familia) a transmitir su energía cinética. Si existen n palas en una familia 8 con n superior a tres, entonces todas las palas 9 situadas entre la pala de recepción 9a y la pala de fuerza 9c son palas de guía 9b. Entre cada familia 8 de palas 9 adyacente, hay un espacio correspondiente a una zona de escape 34 a través de la cual una parte del aire (viento) escapa de la turbina eólica 1. Más específicamente, la zona de escape 34 se forma entre el extremo 11 de encastre de pala al extremo 10 libre de la pala de recepción 9a de una familia 8 y el extremo 11 de encastre de la pala al extremo 10 libre de la pala de fuerza 9c de una familia 8 de palas adyacente.

La pala de recepción 9a presenta una longitud reducida con respecto a la pala de guía 9b, que, a su vez, presenta una longitud reducida con respecto a la pala de fuerza 9c. En otras palabras, las palas 9a, 9b, 9c de cada familia 8 tienen dimensiones crecientes a lo largo del eje 15 de rotación del rotor 5 desde la cara frontal 6 a la cara posterior 7 del rotor 5. Por el contrario, el extremo 11 de la pala de la pala de recepción 9a presenta (en su base) una anchura superior a las de las palas de guía 9b y de fuerza 9c. La pala de fuerza 9c presenta un extremo 11 de pala cuya anchura (en su base) es inferior a la de las palas de recepción 9a y de guía 9b. El extremo 11 de encastre de pala de cada pala 9 presenta una longitud inferior al extremo 10 libre. Esta disposición también contribuye a converger el viento de la pala de recepción 9a a la pala de fuerza 9c para que esta última pueda almacenar la mayor cantidad de energía posible. Más concretamente, la pala de recepción 9a (pala pequeña) dispuesta aguas arriba de las otras palas de una familia permite recuperar lo antes posible una nueva masa de aire no perturbada por la depresión creada tras el paso del aire (viento) sobre la pala de fuerza 9c (última pala) de la familia 8 de palas adyacente (aguas arriba). Acto seguido, esta pala de recepción 9a transmite la energía a las siguientes palas de su familia mientras que tras el paso ya ha almacenado un primer empuje.

Cada pala 9 también presenta una superficie 13 plana como se representa en las figuras 1 a 5 o una superficie 13' sustancialmente curvada como se representa en las figuras 6b, 7b, 8b, 9b, 10b, 12, 18, 20 y 25. Preferentemente, todas las palas pueden ser planas (sin ser curvas). Las palas 9 también pueden presentar una curvatura en su dirección longitudinal 14 principal.

Como se mencionó anteriormente, cada pala 9a, 9b, 9c de cada familia 8 de palas 9 presenta una implantación y orientación particular en el rotor 5, se describen según un modo de realización representado en las figuras 3, 4 y 5. En este modo de realización, el rotor 5 presenta una sección troncocónica. Las palas 9 de las familias 8 de palas se denominan "estáticas", es decir, las palas 9 están fijadas con respecto al rotor 5.

En la figura 3 se representa, en una vista superior, el rotor 5 que lleva las palas 9 en un plano Y, X horizontal formado por las direcciones Y y X. Una sola familia 8 de palas 9 está representada aquí. Los extremos 11 de encastre de pala 9 de cada pala miembro de una familia 8 de palas 9 se desplazan sucesivamente en la superficie exterior 12 del rotor 5 a lo largo de su eje de rotación 15. En otras palabras, las palas 9 están dispuestas en la superficie externa 12 a una altura diferente, siendo la altura h del rotor en dirección Y (cilíndrica o troncocónica) atravesada por el eje de rotación 15. Los extremos 11 de encastre de pala 9 se extienden sobre la superficie externa 12 en una dirección 17 en el plano Y, X y sustancialmente transversal al eje de rotación 15 del rotor 5. Cada extremo 11 de encastre de pala 9 es aquí recto. Las direcciones 17 de los encastres de palas adyacentes forman sustancialmente una curva orientada desde la cara posterior 7 hacia la cara frontal 6 del rotor 5. Cada extremo 11 de encastre de pala está dispuesto en la superficie externa 12 del rotor 5 en un ángulo predeterminado formado entre el eje de rotación del rotor 15 y la dirección 17 del extremo de encastre de pala 11 en el plano Y, X. Más precisamente, trazando una línea Δ paralela al eje 15 de rotación 15 que intersecciona la línea que determina la dirección 17 de cada extremo 11 de palas, se obtiene así pues el ángulo predeterminado en el plano Y, X. Este ángulo α es superior a 0° e inferior o igual a 90° . La pala de fuerza 9c puede formar un ángulo α_3 que es sustancialmente igual a 90° . El ángulo α_1 puede estar comprendido entre 35° y 50° . El ángulo α_2 puede estar comprendido entre 45° y 75° . El ángulo α_2 está preferentemente comprendido entre α_3 y α_1 ; se entiende que cuanto más larga es la pala, mayor es el ángulo α .

En la figura 4, el rotor 5 lleva las familias 8 de palas 9 en un plano X, Z vertical formado por las direcciones X y Z. El plano X, Z es perpendicular al plano Y, X. Los extremos 11 de encastre de pala 9 están dispuestos en el perímetro del rotor 5 (cilíndrico o troncocónico). Ya se ha visto anteriormente que los extremos 11 de encastre de pala están desplazados con respecto a la altura (eje de rotación 15) del rotor 5 y presentan un ángulo α con el eje de rotación 15 en el plano Y, X. Para facilitar la comprensión de la descripción de la figura 4, se supone que los extremos 11 de encastre de pala 9 están situados a la misma altura. También se supone que la dirección Y define el centro O de un círculo trigonométrico 18 en el punto de referencia O, X, Z, de abscisas l y de sentido directo (en sentido contrario a las agujas del reloj), estando los extremos 11 de las palas 9 dispuestos en el perímetro del círculo trigonométrico 18. El centro de la longitud del extremo 11 de encastre de pala de la pala de recepción 9a define un punto A perteneciente al círculo. Por consiguiente, el ángulo IOA forma, por ejemplo, un ángulo de aproximadamente $5\pi/12$ radianes que corresponden a aproximadamente 75° en el plano Z, X. El centro B de la longitud del extremo 11 de encastre de pala de la pala de guía 9b perteneciente al círculo, forma un ángulo IOB de aproximadamente $\pi/2$ radianes que corresponden a 90° en el plano Z, X. El centro C de la longitud del extremo 11 de encastre de pala de la pala de fuerza 9c que pertenece al círculo, forma un ángulo IOC de aproximadamente $7\pi/12$ radianes que corresponden a aproximadamente 105° en el plano Z, X. En otras palabras, las palas 9a, 9b y 9c están desplazadas entre sí en la superficie externa 12 del rotor 5 con respecto al eje Z en el plano Z, X. Por supuesto, la posición de las palas 9 en el

perímetro del rotor 5 depende del número de palas 9 en una familia 8 de palas 9 y de la envergadura de la turbina eólica 1. Se entiende que esta configuración (orientación e implantación) de las palas respecto a la superficie del rotor 5) contribuye a la capacidad de aceleración del rotor 5. De hecho, una primera zona de depresión creada después de que el viento haya pasado sobre la pala de recepción 9a permite la aceleración de la siguiente pala de guía 9b. Esta última todavía puede recibir viento/energía ya que es más grande que la pala de recepción 9a y así sucesivamente. Así, la pala de guía 9b acelera y almacena energía mientras transmite una parte del viento/energía a la siguiente pala, y así sucesivamente. Además, las zonas de depresión están canalizadas, lo que reduce las perturbaciones de aire a la salida del rotor. La figura 5 es una vista lateral de las palas 9 del rotor 5 que lleva las palas en un plano Z, Y vertical formado por las direcciones Z e Y. El plano Z, Y es perpendicular al plano Y, X. Sólo una familia de palas está representada aquí. Las palas 9a, 9b, 9c de cada familia 9 presentan una inclinación con respecto a la superficie externa 12 del rotor 5 que está orientada hacia la cara frontal 6 del rotor 5. La dirección del viento 16 está orientada hacia la cara frontal 6 del rotor 5. La dirección longitudinal 14 según la cual se elevan las palas 9a, 9b, 9c en el rotor 5 forma un ángulo β predeterminado con la superficie externa 12 del rotor 5 en el plano Z, Y.

El ángulo β predeterminado es superior a 0° e inferior o igual a 90° en el plano Z, Y. Más concretamente, la dirección longitudinal 14 principal de la pala de recepción 9a forma un ángulo β_1 con la superficie externa 12 del rotor 5. La dirección longitudinal 14 principal de la pala de guía 9b forma un ángulo β_2 con la superficie externa 12 del rotor 5. La dirección longitudinal 14 principal de la pala de fuerza 9c forma un ángulo β_3 con la superficie externa 12 del rotor 5. El ángulo β_1 es inferior al ángulo β_2 . Este último es también inferior al ángulo β_3 . El ángulo β_3 puede ser sustancialmente igual a 90° en el plano Z, Y. El ángulo β_2 puede estar comprendido entre 45° y 75° en el plano Z, Y. Preferentemente, el ángulo β_2 está comprendido entre β_1 y β_3 . El ángulo β_1 puede estar comprendido entre 35° y 50° en el plano Z, Y. También se comprende que cuanto más grande es la pala 9, mayor es el ángulo β .

Se proporcionan pequeñas turbinas eólicas 1 de tamaño pequeño y compacto y turbinas eólicas 1 de tamaño mediano o con las dimensiones de una turbina eólica convencional. Para las turbinas eólicas pequeñas, el rotor 5 y las palas 9 se forman en una sola pieza como se ilustra en la figura 20 o se forman como un conjunto de piezas moldeadas. El rotor 5 se obtiene ventajosamente por moldeo. Pequeñas turbinas eólicas estáticas pueden ser proporcionadas para cada tipo de viento. Para turbinas eólicas estáticas medianas y grandes, véase por ejemplo la figura 21, cada pala 9a, 9b, 9c de una familia 8 de palas 9 está montada en una base con la misma implantación y orientación descritas anteriormente. La base 72 se monta en el rotor 5 mediante un manguito 73 a través de un orificio 74 que comprende el rotor 5. El manguito 73 se encaja en una cavidad 75 de un conjunto 76 solidario con el árbol 44.

Según otros modos de realización representados en las figuras 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 25, 26, 28 (turbinas eólicas dinámicas), la turbina eólica 1 comprende las familias 8 de palas dinámicas, cada familia 8 de palas 9 se desplaza en relación con el rotor 5, en este caso, de sección troncocónica para adaptarse a vientos ligeros, medios o fuertes. En las versiones denominadas "dinámicas", se emplean exactamente las mismas situaciones de posicionamiento (dimensiones, implantaciones, orientaciones) de las palas 9 en una familia 8 en el rotor 5, como se ha visto anteriormente en las familias "estáticas". Sin embargo, aquí cada familia 8 de palas 9 se considera como un bloque o un conjunto fijo en relación con un soporte 24 pero que puede moverse o cambiar en el espacio en relación con el rotor 5. En otras palabras, las familias 8 de palas mantienen la configuración y disposición de las palas estáticas (orientación, inclinación en la superficie externa 12 del rotor) pero cambian por bloques y de forma sincronizada para optimizar el rendimiento de la turbina eólica en función de las diferentes fuerzas del viento.

Se proporcionan medios de desplazamiento 23 para desplazar las familias 8 de palas 9 entre una posición inicial en la que las familias 8 de palas están cerca del eje horizontal 15 de rotación del rotor 5 (cerca de la cara frontal 6) y una posición desarrollada en la que las familias 8 de palas 9 están situadas a una distancia del eje de rotación 15 del rotor 5 (cerca de la cara posterior 7). En la posición inicial, los medios de desplazamiento 23 comprenden al menos un gato 32 o un tornillo sinfín. Preferentemente, se trata de gatos 32, cada uno de los cuales comprende un cilindro 25 en el que se desliza un conjunto de pistón 26 y varilla 27.

La turbina eólica 1, conocido como dinámica, comprende una estructura 19, como se representa en las figuras 6 a 9 y 13, por ejemplo, y en particular en la figura 17. La estructura 19 presenta también una sección troncocónica para adaptarse a la forma del rotor 5. La estructura 19 consta de una primera 20 y una segunda 21 plataformas montadas en una conexión de encastre sobre un árbol 44 de rotación del rotor 5. La estructura 19 comprende perfiles 22 montados fijos, por ejemplo, en las figuras 6 a 8 y 17, 28 a 33 en dos travesaños 115a y 115b que están dispuestos entre las primera 20 y segunda 21 plataformas. Los perfiles 22 también se fijan en relación con las primera 20 y segunda 21 plataformas (por ejemplo, en la figura 17). Los perfiles 22 también se pueden montar de forma móvil en relación con los travesaños 115a y 115b (por ejemplo en las figuras 13 a 16) y con las primera 20 y segunda 21 plataformas. En el caso de los perfiles 22 móviles, cada perfil 22 tiene un primer extremo 35 conectado a la periferia 52 de la segunda 21 plataforma siguiendo una conexión pivotante 53 y un segundo extremo 36 libre. Una placa 37 está montada de forma fija en el árbol 44 y se sitúa entre las primera 20 y segunda 21 plataformas. La placa 37 presenta recortes 54 o aberturas que reciben los travesaños 115a, 115b y cada uno de ellos permite el paso de un perfil 22 a medida que gira alrededor de la conexión pivotante 53. Entre los recortes 54, la placa 37 forma unos separadores 55 entre los perfiles 22 para mantener una separación entre sí y endurecer la estructura 19. Esta última comprende aquí un perfil 22 para cada familia 8 de palas 9. La diferencia de diámetros de las primera 20 y segunda 21 plataformas implica que la dirección en la que se extiende cada perfil 22 forma una pendiente en comparación con

las primera 20 y segunda 21 plataformas.

Las familias 8 de palas se montan cada una sobre el soporte 24 unido al menos a los medios de desplazamiento 23. De esta manera, durante un desplazamiento, es el soporte 24 el que se desplaza, lo que conlleva al desplazamiento simultáneo de las familias 8 de palas 9. El soporte 24 está dispuesto en la superficie externa 12 del rotor 5 y es móvil en relación con la misma. El soporte 24 consta de un encastre 58 que sostiene una placa 57 en uno de sus extremos 59.

La placa 57 (por ejemplo en las figuras 15, 16) puede presentar cualquier tipo de forma cuadrangular, multiangular o circular. La placa 57 presenta una longitud principal sustancialmente igual a la suma de las longitudes de los extremos 11 de encastre de pala de las palas 9 en una familia 8. La anchura principal de la placa 57 corresponde sustancialmente a una porción de la altura del rotor 5 que corresponde a la distancia entre uno de los extremos (el más cercano a la cara frontal 6) del extremo 11 de encastre de pala de la pala de recepción 9a y uno de los extremos (el más cercano a la cara posterior 7) del extremo 11 de encastre de pala de la pala de fuerza 9c. La placa 57 puede sobresalir la nariz 111 de la turbina eólica. El soporte 24 se puede encontrar delante de la cara frontal 6 de la turbina eólica 1 para permitir a las familias de palas cerrar como máximo la zona de escape 34 del aire en una configuración de viento ligero.

La pared 33 del rotor 5 consta de aberturas pasantes 28 y 28" a cada lado de la pared 33.

Según los modos de realización de las figuras 6a, 6b, 6d, 7a, 7b, 8a y 8b, se coloca un gato 32 en cada perfil 22. El cilindro 25 del gato 32 está fijado respecto al perfil 22 y se monta paralelo a la superficie externa 12 del rotor 5. La abertura pasante 28 se extiende longitudinalmente a lo largo del eje de rotación 15 del rotor 5. La abertura pasante 28 permite el paso de un brazo 29 que comprende un primer 30 extremo solidarizado con el extremo libre del encastre 58 del soporte 24 y un segundo 31 extremo solidarizado con un extremo distal 40 de la varilla 27 del pistón del gato 32. Ventajosamente, el brazo 29 se fija a la varilla 27 en una dirección paralela al eje Z. Cada abertura pasante 28 presenta una longitud sustancialmente igual a la altura del rotor 5. Al menos un sensor 50 de esfuerzo (representado esquemáticamente en las figuras 6d y 24a) se fija por todos los medios adecuados a los medios de desplazamiento 23. En este caso, el sensor 50 de esfuerzo se fija en el extremo distal 40 de la varilla 27 del gato 32. El sensor 50 de esfuerzo está conectado eléctricamente a un circuito electrónico (no representado) que se dispone en el rotor 5 o en una carcasa (no representada) instalada hacia la cara posterior 7 del rotor 5. El sensor 50 de esfuerzo mide la fuerza del viento ejercida sobre la familia de palas, que se conecta a la varilla 27 del gato 32 a través del soporte 24. El circuito electrónico comprende un microcontrolador con parámetros de viento. El gato 32 presenta, entre otras cosas, medios de conexión eléctrica a un motor eléctrico 42 situado en la cara posterior 7 del rotor 5, estando el motor eléctrico 42 conectado al microcontrolador. Un anemómetro 61 (representado esquemáticamente) también puede ser proporcionado en la góndola 4, las palas 9, o en el parque eólico para determinar la velocidad o presión del viento.

Cuando la fuerza ejercida por el viento es superior a una fuerza predeterminada, un microcontrolador controla el motor eléctrico 42 que acciona los gatos 32 para desplazar las familias de palas. Cuando el pistón 26 se desplaza en el cilindro 25, la varilla 27 acciona el brazo 29 en un movimiento de traslación a través de la abertura pasante 28 longitudinal.

En las figuras 6a (vista frontal), 6b y 6d (vistas en sección transversal según el plano I-I), la turbina eólica 1 se enfrenta a un viento ligero que ejerce una fuerza de empuje F_1 sobre las familias de palas, que a continuación se sitúan cerca de la cara frontal 6 del rotor 5. En esta situación, la varilla 27 del pistón 26 está completamente extendida. La denominada zona de escape 34 inicial en este caso se reduce y la envergadura (diámetro de la pala de fuerza) se reduce. En las figuras 7a (vista frontal) y 7b (vista en sección transversal según el plano II-II), las palas 9 de la turbina eólica 1 están sometidas a una fuerza de empuje F_2 de un viento medio. La fuerza de empuje F_2 es superior a la fuerza de empuje F_1 . Así, el pistón 26 se desplaza en traslación en el cilindro 25 en una dirección paralela a la superficie externa 12 del rotor (aquí de la cara frontal 6 a la cara posterior 7 del rotor 5). Las familias 8 de palas se desplazan al mismo tiempo en una traslación paralela a la superficie externa 12 del rotor orientada de la cara frontal 6 a la cara posterior 7 y viceversa. Las familias 8 de las palas 9 se encuentran a mitad de camino a lo largo de la abertura 28 pasante. Se entiende que después del desplazamiento de las palas 9a, 9b, 9c, éstas todavía están de cara al viento. Al desplazar las familias 8 de palas, la superficie de la zona de escape 34 puede variar. En esta configuración, la superficie de la zona de escape 34' es superior a la superficie de la zona de escape 34 inicial cuando las palas 9 están cerca de la cara frontal 6, lo que aumenta la capacidad de la zona de escape 34', permitiendo que fluya más aire. Esto aumenta la envergadura de la turbina eólica. En otras palabras, cuanto más fuerte sea el viento, mayor será el espacio correspondiente a la zona de escape 34, 34', 34" para evacuar cualquier exceso de aire que pudiera ralentizar la rotación del rotor 5.

En las figuras 8a (vista frontal) y 8b (vistas en sección transversal según el plano III-III), la turbina eólica 1 se enfrenta a un fuerte viento que ejerce una fuerza de empuje F_3 sobre las familias 8 de palas, siendo la fuerza de empuje F_3 superior a la fuerza de empuje F_2 . El pistón efectúa una traslación en dirección a la cara posterior 7 del rotor para realizar una carrera completa. Las familias 8 de palas se desplazan de forma similar a las figuras 7a y 7b y se encuentran cerca de la cara posterior 7 del rotor 5. De este modo, como anteriormente, se entiende que después del desplazamiento de las palas 9a, 9b, 9c, éstas todavía están de cara al viento. La superficie de la zona de escape 34" es entonces superior a la superficie de la zona de escape 34', de modo que se aumenta aún más el flujo de aire a

través de esta zona y se disminuye (la resistencia al viento en las palas 9) la proporción de la resistencia al viento de las palas con respecto a la superficie barrida (superficie barrida por la pala de fuerza en rotación).

Las figuras 6c, 7c, 8c, 17 y 24a representan una variante del modo de realización ilustrado en las figuras 6a, 6b, 6d, 7a, 7b, 8a y 8b, en la que el gato 32 comprende dos conexiones pivotantes que le permiten desplazarse desde el eje de desplazamiento del soporte 24 (véanse los detalles en la figura 24a). El extremo 41 proximal del gato 32 se monta de forma pivotante en la segunda 21 plataforma de la estructura 19 mediante una articulación 62. Esta conexión pivotante 62 está situada más cerca del eje de rotación 15 de la plataforma 21 y así libera espacio para el deslizamiento del soporte 24 hacia la periferia de la estructura 21. El encastre 58 del soporte 24 comprende un asiento 60 en su otro extremo 59' que presenta una forma en U. Este asiento 60 está destinado a cooperar con un carril 63 longitudinal con una sección en forma de U que se fija en cada perfil 22 de la estructura 19. El asiento 60 también está conectado mediante un pivote 64 al extremo distal 40 de la varilla 27 del pistón 26 del gato 32. La figura 17 representa en perspectiva la estructura 19 con los perfiles 22 fijados respecto a la primera 20 y segunda 21 plataforma 21. Como en el modo de realización anterior, el soporte 24 puede desplazarse de abajo hacia arriba y viceversa según la pendiente definida por el rotor 5. Gracias a la nueva disposición del gato 32, el asiento 60 puede deslizarse más alto y, por lo tanto, permite una mayor posición desarrollada de la turbina eólica 1 que antes.

En una variante preferida de este modo de realización, los gatos 32 son aptos para ser móviles por el solo empuje del viento (sin la acción del motor 42) para desplazar las familias 8 de palas 9 mediante el soporte 24. Las familias 8 de palas 9 se desplazan de esta manera de la posición inicial a la posición desarrollada por la presión del viento ejercida sobre las palas 9. Las familias 8 de palas 9 vuelven a su posición inicial debido a su peso. La resistencia del gato 32 se calibrará de antemano en función de la opción deseada (sin intervención exterior, como electrónica, eléctrica o hidráulica, a partir de vientos ligeros y hasta intervalos de funcionamiento aceptable con vientos fuertes y no violentos): cuanto más fuerte sea el viento (fuerza centrífuga), mayor será la resistencia del gato 32 y, de forma natural, las palas 9 volverán a la posición inferior (posición inicial) cuando el viento se debilite. Los tres gatos 32 funcionan de forma independiente, ya que no requieren control. Sólo la presión del viento será motriz. La velocidad de rotación hará que los esfuerzos sufridos por los gatos 32 sean casi idénticos y reaccionen de la misma manera y al mismo tiempo. Como se ha mencionado anteriormente en los modos de realización anteriores, las palas 9 de cada familia 8 mantienen sus posiciones iniciales relativas entre sí (en el soporte 24) según la misma configuración de las turbinas eólicas estáticas descritas anteriormente.

Según otro modo de realización, como se muestra en las figuras 9b, 9c y 15, la turbina eólica 1 dinámica se encuentra en una posición de bandera "basculante". La posición de bandera sigue la posición de seguridad que la turbina eólica 1 dinámica puede adoptar, como se ilustra, por ejemplo, en las figuras 9, 13, 14 y 16. Este modo de realización de la turbina eólica dinámica "basculante" está más reservado para las zonas en las que pueden producirse vientos particularmente violentos.

El movimiento dinámico de las palas 9 sigue siendo el mismo que el de las palas de las turbinas eólicas ilustradas en las figuras 6 a 8. En este modo de realización, y más particularmente cuando se encuentra a en bandera o cuando se vuelve a la posición de funcionamiento (retomando el movimiento dinámico de las palas a lo largo del rotor en función de la fuerza del viento), los medios de desplazamiento 23 comprenden el gato 32 y también al menos una biela 66, cuyo extremo 67 está articulado sobre un conjunto deslizante 43 que se desliza sobre el árbol 44. El otro extremo 67' opuesto también está articulado con una base 68 solidaria con los perfiles 22. La base 68 es solidaria con el perfil 22 hacia el extremo 36 libre. En este caso, dos bielas 66 soportan (especialmente las bases 68) un perfil 22. El conjunto deslizante 43 comprende un gato 100 central que amortigua la basculación del soporte 24. En nuestro caso actual, el gato 32, al estar conectado al asiento 60, sigue el movimiento de basculación de los perfiles 22. Sin embargo, el gato 32 sólo amortigua en menor medida la basculación de los perfiles 22, función que se reserva para el gato central 100. Este último está montado en el árbol 44 del rotor 5 y se desplaza entre las primera 20 y segunda 21 plataformas. El conjunto deslizante 43 se conecta mediante medios de conexión mecánicos y eléctricos al motor eléctrico 42 situado hacia la cara posterior 7.

En este modo de realización (véanse las figuras 15 y 22), el medio de desplazamiento 23 que comprende el conjunto deslizante 43 es activado manualmente por un operador, o es controlado por el microcontrolador que recibe información del sensor 50 o es controlado a distancia por el operador a través de un ordenador a bordo que recibe información del anemómetro 61 u otros índices meteorológicos. Se ejecuta cuando los vientos son violentos y el operador considera necesario poner en bandera la turbina eólica 1 dinámica basculante. Para ello, la turbina eólica 1 se habrá colocado previamente de forma opuesta al viento, en una posición de baja seguridad (figura 15 por ejemplo). Durante la acción de la puesta en bandera, los perfiles 22 son móviles con respecto a las primera 20 y segunda 21 plataformas. El conjunto deslizante 43 garantiza la basculación del perfil 22 entre una posición de funcionamiento en la que el extremo 36 libre queda a ras con la superficie 69 de la primera plataforma y una posición de bandera en la que el extremo 36 libre no queda a ras con la superficie 69 y en el interior del rotor 5. La parte motriz del conjunto deslizante 43 es generada por el gato 100 y/o el peso de las palas 9. El gato 100 comprende una varilla 107 que está conectada por una brida 106 a una corredera 102. Esta última se desplaza a lo largo del eje de rotación del árbol 44. El desplazamiento del conjunto deslizante 43 y del perfil 22 se lleva a cabo mediante al menos la biela 66 y dos uniones pivotantes 67a y 67b en las articulaciones de los extremos 67, 67'. Más concretamente, en la posición de funcionamiento, las familias 8 de palas 9 están situadas cerca de la cara frontal 6 (aquí la primera plataforma 20). La

5 corredera 102 está situada cerca de la cara frontal 6. El pistón 107 del gato 100 está retraído y el gato 100 también está cerca de la primera plataforma 20. Cada asiento 60 se bloquea en posición mediante medios de bloqueo situados en la parte inferior 134 del asiento 60. La estructura 19 comprende los medios de cierre 71 (véase la figura 23) que bloquean los perfiles 22 en los travesaños 115a, 115b. Para pasar de la posición de funcionamiento a la posición de bandera, el operador acciona los medios de cierre 71 a para liberar los perfiles 22 de los travesaños 115a, 115b. A continuación, cada perfil 22 realiza entonces una rotación (basculación) hacia el centro del rotor 5 a través de la unión pivotante 53. El conjunto deslizante 43 que soporta las bielas 66 lleva a cabo por lo tanto simultáneamente una traslación según la flecha 70, que baja (en el plano Z, Y de la figura 15) el extremo 36 libre. Este último ya no es adyacente con una superficie 69 de la primera plataforma 20. En la posición de bandera, la corredera 102 se encuentra después de la rotación cerca de la segunda plataforma 21. La rotación de los perfiles 22 es amortiguada por el gato 100 central. Una parte del encastre 58 o todo el encastre está dentro del rotor 5. El soporte 24 queda a ras con la superficie de 12 del rotor 5 en la posición de bandera. A continuación, cada perfil 22 se bloquea en esta posición de bandera mediante los medios de cierre 71b en los travesaños 115a, 115b. Las familias 8 de 9 palas en la posición de bandera, presentan una circunferencia menor, reduciendo así la superficie de resistencia al viento.

15 Una vez pasado el huracán y realizadas las fases de control antes de la puesta en marcha, el operador interviene física o remotamente en la turbina eólica 1 para desbloquear los perfiles 22 de su posición de bandera, desbloqueando los medios de cierre 71b. La varilla 127 del gato 100 se desplaza en la dirección opuesta (inversa de 70) para volver a colocar el conjunto deslizante 43 en una posición cercana a la primera plataforma 20. Esto permite que las familias 8 de palas 9 vuelvan a estar en posición de funcionamiento.

20 El extremo libre 36 queda a ras con la primera plataforma 20 (periferia). A partir de ese momento, los perfiles 22 son cerrados por los medios de cierre 71a. El asiento 60 se desbloquea mediante los medios de bloqueo 134 para permitir el deslizamiento a lo largo de los carriles 63.

25 Según otra variante de este modo de realización ilustrada en las figuras 18 y 19, los medios de desplazamiento 23 también comprenden al menos un gato 32 dispuesto en el rotor 5 en una dirección paralela a las caras frontales 6 y/o posteriores 7. En el ejemplo de un gato (véase la figura 18), el extremo distal 40 de la varilla 27 se fija al extremo 59' del encastre 58 del soporte 24 y el extremo proximal 41 del cilindro 25 se fija al conjunto deslizante 43. En otra variante de este modo de realización, el extremo distal de la varilla 27 del pistón 26 puede solidarizarse con la placa 57 (el soporte 24 no consta entonces de encastre 58). Los medios de desplazamiento 23 también pueden estar situados en el exterior del rotor 5, hacia la cara posterior 7 del rotor 5, lo que libera la parte central interna del rotor 5.

30 Las figuras 25, 26 y 27 ilustran otro modo de realización de turbina eólica 1 en un ejemplo de una situación en la que los vientos son violentos (vientos muy fuertes, ciclones, tormentas) y requieren la seguridad de la turbina eólica 1 estática o dinámica. Para colocar la turbina eólica 1 en posición de seguridad, es necesario colocar el rotor 5 "de espaldas" al viento. Esto se hace normalmente pivotando el bastidor 39 en relación con el eje del mástil 2 de la turbina eólica 1. Las familias 8 de palas 9 están entonces de espaldas a la dirección 16 del viento. En el caso de una turbina eólica 1 dinámica, es preferible que esté en una posición inicial que corresponda aquí a la posición inicial (viento ligero), es decir, las familias 8 de palas 9 estén situadas cerca de la cara frontal 6 (véanse las figuras 6b y 25). La posición de seguridad también puede comenzar con una posición inicial correspondiente a la posición desarrollada (viento fuerte) (véanse las figuras 8b y 26).

35 En el caso de una turbina eólica estática que deba colocarse en una posición de seguridad (por ejemplo, en la figura 27), basta con girar el bastidor 39 para que las palas queden orientadas de espaldas hacia el viento.

40 Las figuras 28 a 35 ilustran otro modo de realización de la puesta en bandera preferido de turbina eólica 1 a partir de la posición de seguridad en la que las familias de palas están en la posición superior (posición desarrollada ilustrada en la figura 26, por ejemplo) o preferentemente en la que las familias de palas 9 están en la posición inferior (posición inicial (véase, por ejemplo, la figura 25)). En esta posición de bandera, el soporte 24 presenta medios de rotación que le permiten efectuar una rotación a lo largo de un eje 133 a través del encastre 58 del soporte 24. Esta puesta en bandera denominada por rotación tiene como objetivo reducir considerablemente la resistencia al viento que sopla al presentar una envergadura inferior o al menos idéntica a la de la configuración de bandera basculante como se ha visto anteriormente, para vientos violentos. Esta configuración permite acercar las familias 8 de palas 9, acercando los extremos 10 de las palas 9 lo más posible al eje de rotación 15 del rotor 5. El encastre 58 del soporte 24 de la familia 8 de palas 9 presenta un árbol 130 que pivota sobre el eje de rotación 133 utilizando rodamientos 125. Este árbol 130 presenta un extremo inferior unido a una pieza hembra 129 destinada a cooperar con una parte de un árbol 128 dentado del tipo toma de fuerza. Este árbol 128 está conectado a un motor 121 eléctrico deslizándose entre los travesaños 115a, 115b mediante carriles de guía 122 instalados entre los travesaños 115a, 115b. El motor se desliza en los carriles de guía 122 bajo la acción de un gato 126 a través de una varilla 127, al menos una biela 124 y uniones pivotantes 123 y 123'. El motor 121 es móvil entre una primera posición de accionamiento de la rotación del soporte 24 en la que el árbol 128 está conectado a la pieza hembra 129 y una segunda posición neutra en la que el árbol 128 está desconectado de la pieza hembra 129. Se proporciona un motor 121 por familia de palas. El gato 126 está montado en el árbol 44 y la varilla 127 del gato 126 se desplaza a lo largo del eje de rotación 15.

65 En una primera variante de este modo de realización, el asiento 60 está montado sobre una placa pivotante provista

en su parte inferior de la pieza hembra 129 destinada a ser conectada directamente al árbol 128 (no hay árbol 130 en esta variante). Para permitir la rotación de la placa pivotante y del asiento 60, el carril 63 comprende una ranura (no representada) que permite el paso de la parte inferior del asiento 60.

5 En una segunda variante preferida de este modo de realización, la parte superior del árbol 130 está unida al asiento 60. En esta variante, los perfiles 22 se fijan en relación con los travesaños 115a, 115b y las primera y segunda plataformas (figuras 34 y 35). Los medios de cierre 71 d (figura 35) bloquean o liberan la rotación del árbol 130. El asiento 60 está previamente cerrado por el medio de bloqueo situado en la parte inferior 134 del asiento 60, evitando el deslizamiento del asiento 60 a lo largo de los carriles 63. Cuando la varilla 127 del gato 126 está retraída (figura 35), el motor 121 está en posición neutra y no es posible el accionamiento. Cuando la varilla 127 del gato 126 está extendida (figura 34), el motor 121 se encuentra entonces en la posición de accionamiento, accionando el árbol 128 entonces el árbol 130 que permite la rotación del soporte 24 sobre el que se encuentran las palas 9. Para permitir la rotación del soporte 24 después de la conexión del árbol 128 y de la pieza hembra 129, el árbol 130 del asiento 60 se desbloquea utilizando los medios de cierre 71d. El motor 121, los medios de cierre 71 d, el gato 126 y los medios de bloqueo pueden ser accionados a distancia. El soporte 24 puede pivotar con un ángulo de rotación comprendido entre 0 y 360°. Preferentemente, el soporte 24 pivota entre 0° y 180°. Después del paso del huracán y las comprobaciones, el motor 121 se acciona para devolver a las familias 8 de palas 9 a su posición inicial de funcionamiento (ya sea por rotación inversa o en la misma dirección haciendo una rotación de 360°). Las figuras 30 y 31 ilustran un pivote intermedio de un ángulo de 90°. Un sensor de posición 131 situado, por ejemplo, entre el árbol 130 y el asiento 60 permite detener la rotación del motor 121 cuando se finaliza la posición de bandera, es decir, cuando el encastre 58 ha pivotado 180° (figuras 32 y 33) en sentido a las agujas del reloj (flecha 135). Cuando el soporte 24 alcanza un ángulo de 180°, la cara frontal 213 que presenta cada pala 9a, 9b, 9c de las familias 8 de palas se encuentra de cara al viento, contrariamente a la posición de seguridad en la que la cara frontal 213 de las palas se encuentra de espaldas al viento. La envergadura e1, e2, e3 de la pala de fuerza 9c disminuye de e1 a e3 con $e1 > e2 > e3$, dependiendo del ángulo ocupado por el soporte.

En las figuras 10a y 10b se ilustra otro modo de realización de turbina eólica 1 que comprende familias 8 de palas dinámicas. En la figura 10a, las familias 8 de palas se encuentran en la posición inicial cerca del eje de rotación 15 del rotor 5. Para hacer frente a fuertes vientos, las familias 8 de palas se desplazan simultáneamente a la posición desarrollada en la que las familias 8 de palas están situadas a una distancia del eje horizontal 15 del rotor por medio de medios de desplazamiento 23. Las familias 8 de palas también están montadas cada una en un soporte 24. Los últimos 24 se encuentran dispuestos en la superficie externa 12 del rotor 5. Cada soporte 24 se fija aquí al extremo distal de la varilla 27 de pistón que se desplaza en traslación en el cilindro 25 en la dirección radial del rotor 5. La pared 33 también consta de aberturas 28' pasantes que permiten el paso de la varilla 27 de pistón 26 que se desplaza entre la posición inicial y la posición desarrollada. Durante el desplazamiento del conjunto pistón-gato que actúa sobre el soporte 24, éste desplaza las familias 8 de palas en un movimiento radial, empujando la varilla 27 el soporte 24 respecto al eje de rotación 15 del rotor 5. Así, en la figura 10b, el soporte 24 y las palas 9a, 9b, 9c están a una distancia de la superficie del rotor 5, sin embargo, las palas mantienen la configuración de la posición inicial. Se entiende que en este modo de realización, después del desplazamiento de las palas 9a, 9b, 9c, éstas todavía están de cara al viento. Al desplazar las familias 8 de palas, la superficie de la zona de escape 34 también puede variar. En la figura 10b, la superficie de la zona de escape 34' es superior a la superficie de la zona de escape 34 inicial cuando las palas 9 están cerca de la superficie del rotor 5.

Las figuras 11 y 12 representan otro modo de realización de turbina eólica que comprende familias 8 de palas dinámicas. Según este modo de realización, la pared 33 del rotor 5 comprende aberturas 28" pasantes (véase la figura 14) que permiten el desplazamiento de las palas 9. Las aberturas pasantes 28" se extienden a lo largo de una curva 46. En particular, la curva 46 que forma las aberturas pasantes 28" presenta una primera porción 47 que se extiende sustancialmente de manera longitudinal desde la cara frontal 6 a la cara posterior 7 y una segunda porción 48 que se extiende en una dirección sustancialmente paralela a la dirección 17 del extremo 11 de encastre de pala de la pala de fuerza 9c. Medios de guía 45 instalados en el rotor 5 desplazan cada pala de una familia 8 sustancialmente en rotación, aquí en el sentido de la flecha 38, alrededor del eje de rotación del rotor 5 entre una posición inicial en la que las palas 9 están cerca del eje de rotación; y una posición retraída en la que las palas están siempre cerca del eje de rotación y colocadas una detrás de la otra. Del mismo modo, en este modo de realización, se entiende que después del desplazamiento de las palas 9a, 9b, 9c, éstas todavía están de cara al viento. Los medios de guía 45 comprenden, por ejemplo, al menos una biela (no representada) con un extremo montado en rotación en el árbol 44 y otro extremo fijado al extremo 11 de encastre de pala de una de las palas de la familia 8. Se proporciona una biela para cada pala. Se puede proporcionar un disco en lugar de una biela. Los medios de guía 45 comprenden también elementos de cierre (no representados) que bloquean las palas en la posición inicial o en la posición retraída. El microcontrolador controla el bloqueo o desbloqueo de los medios de cierre a través de la información recibida del sensor 50 o del anemómetro 61 o de un comando remoto de un operador. Las palas 9 dispuestas una detrás de la otra permiten la ampliación de la zona de escape 34 para evacuar una gran cantidad de aire.

La presente turbina eólica 1 es perfectamente adecuada para su uso en tierra (uso particular, urbanizaciones residenciales, zonas comerciales o zonas de negocios) o un uso en alta mar.

La invención está descrita en lo que antecede a modo de ejemplo. Se entiende que el experto en la materia es capaz

de realizar diferentes variantes de la realización de la invención, por ejemplo, combinando las diferentes características antes mencionadas tomadas por separado o en combinación, sin apartarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Turbina eólica (1) que comprende:

- 5 - un rotor (5) que gira alrededor de un eje horizontal (15) de rotación sustancialmente paralela a la dirección del viento, presentando el rotor (5) una cara frontal (6) dirigida hacia el viento y sustancialmente perpendicular a la dirección del viento, y una cara posterior (7) situada hacia un soporte del rotor; y,
 - al menos dos familias (8) distintas de palas (9, 9a, 9b, 9c) distribuidas por el rotor (5), cada familia (8) de palas consta de al menos tres palas (9, 9a, 9b, 9c) con un extremo libre (10) y un extremo de encastre de pala (11) vinculado a dicho rotor;

15 **caracterizada porque** cada familia de palas (9, 9a, 9b, 9c) comprende una pala de recepción (9a) que guía el viento hacia una pala de guía (9b) que guía el viento hacia una pala de fuerza (9c) que presenta una superficie (13) dispuesta de manera sustancialmente perpendicular a la dirección del viento, estando los extremos de encastre de pala (11) de las palas (9, 9a, 9b, 9c) de cada familia (8) de palas (9, 9a, 9b, 9c) desplazados sucesivamente sobre una superficie (12) exterior del rotor (5) a lo largo de su eje de rotación (15) y la pala de recepción (9a) presenta una longitud reducida con respecto a la pala de guía (9b) que, a su vez, presenta una longitud reducida con respecto a la pala de fuerza (9c), y cada extremo de encastre de pala (11) está dispuesto en la superficie (12) del rotor en un ángulo (α) predeterminado formado entre el eje de rotación del rotor y la dirección del extremo de encastre de pala, y las palas (9, 9a, 9b, 9c) están elevadas en el rotor (5) en una dirección longitudinal que forma un ángulo (β) predeterminado con la superficie (12) del rotor (5), y el ángulo predeterminado (α , β) es superior a 0 e inferior o igual a 90°.

2. Turbina eólica (1) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la pala de recepción (9a) está dispuesta delante de la pala de fuerza (9c) a lo largo del eje de rotación (15) del rotor (5).

25 3. Turbina eólica (1) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** cada familia de palas (8) comprende una pala de guía (9b) que guía el viento hacia la pala de fuerza (9c).

30 4. Turbina eólica (1) según la reivindicación 3, la pala de recepción (9a) presenta una longitud reducida con respecto a la pala de guía (9b), que, a su vez, presenta una longitud reducida con respecto a la pala de fuerza (9c).

5. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** comprende medios de desplazamiento (23) que desplazan las familias (8) de palas (9, 9a, 9b, 9c) entre:

- 35 - una posición inicial en la que las familias (8) de palas están cerca del eje de rotación (15) del rotor y desplegadas; y,
 - una posición desarrollada en la que las familias de palas están situadas a una distancia del eje de rotación (15) del rotor.

40 6. Turbina eólica (1) según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** los medios de desplazamiento (23) varían la disposición de las familias (8) de palas según un movimiento:

- 45 - radial con respecto al eje de rotación (15) del rotor; y/o
 - de traslación sustancialmente paralela a la superficie (12) del rotor (5) en una dirección orientada desde la cara posterior (7) a la cara frontal (6) o viceversa.

7. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** cada familia (8) de palas (9) está montada sobre un soporte (24) vinculado a los medios de desplazamiento (23).

50 8. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** cada familia (8) de palas (8) se monta sobre un soporte (24) que comprende un asiento (60) que se desliza sobre carriles (63) de guía, siendo estos carriles de guía dispuestos sobre un perfil (22) de una estructura (19) dispuesta en el rotor (5), estando el perfil (22) conectado a los medios de desplazamiento (23).

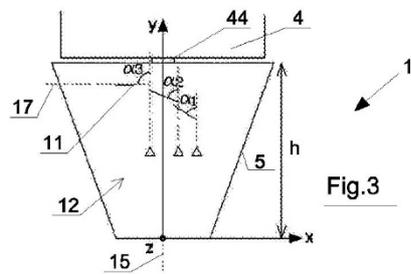
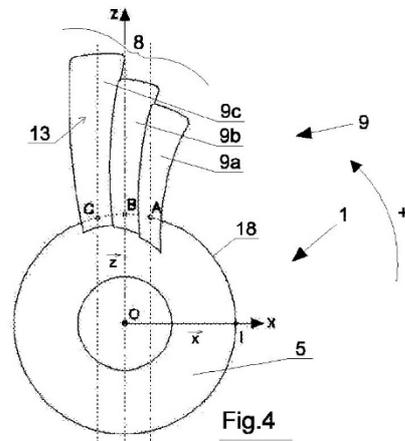
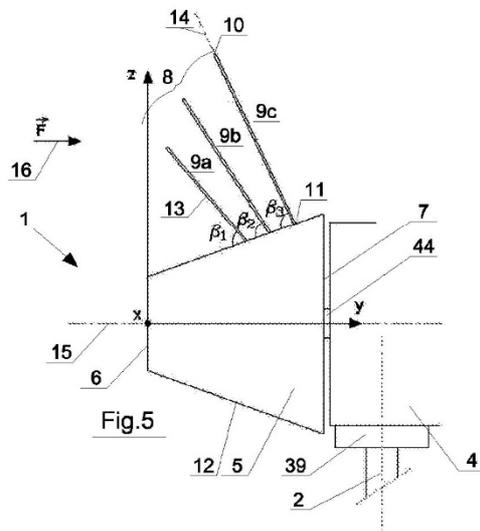
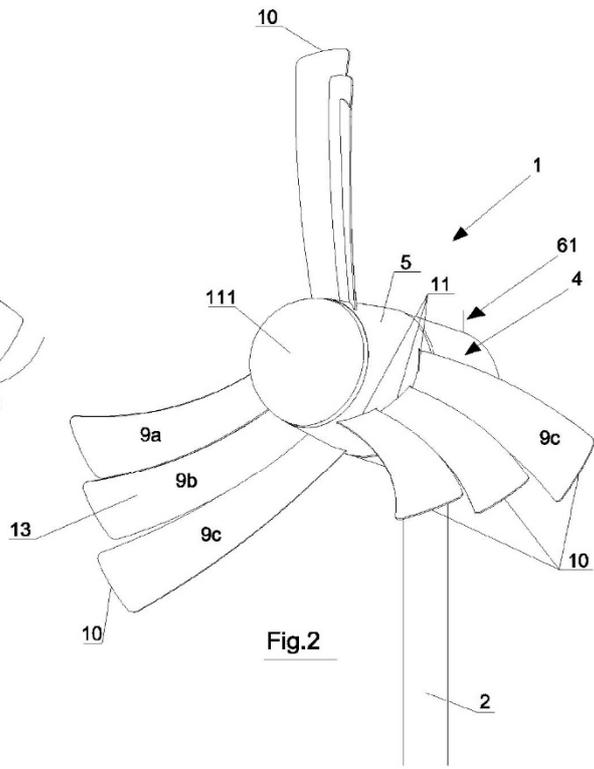
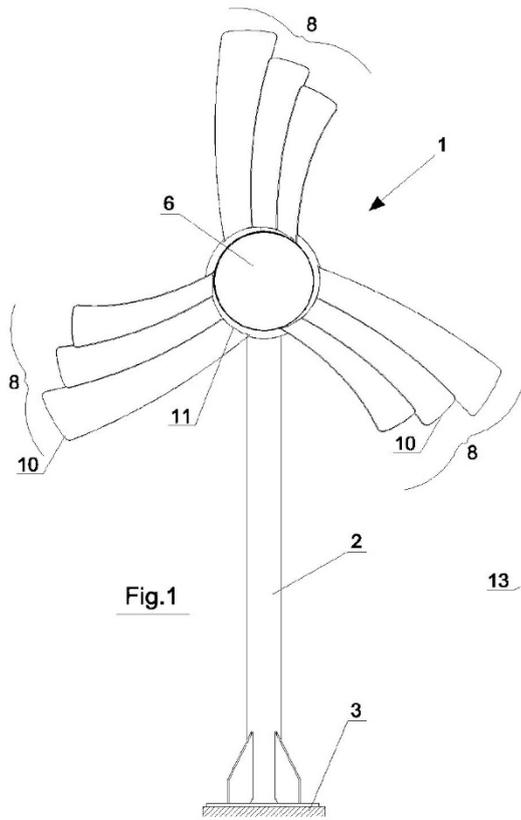
55 9. Turbina eólica (1) según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** la estructura (19) consta de al menos el perfil (22) provisto de un primer extremo (35) y de un segundo extremo (36) libre, estando el perfil (22) dispuesto entre una primera (21) plataforma con una superficie (69) interna y una segunda (22) plataforma a la que se articula el primer extremo (35), de modo que el perfil (22) es móvil entre una primera posición de funcionamiento en la que el segundo extremo (36) libre queda a ras de la superficie (69) y una posición de bandera en la que el segundo extremo (36) libre está situado a una distancia de la superficie (69) por medio de los medios de desplazamiento (23).

60 10. Turbina eólica (1) según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizada porque** el soporte (24) consta de medios para la puesta en rotación del soporte (24) con respecto a la superficie (12) del rotor (5) alrededor de un eje (133) de rotación que pasa a través de un encastre (58) del soporte (24) y en un ángulo comprendido entre 0° y 360°.

65 11. Turbina eólica (1) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** comprende medios de guía que desplazan

en cada familia (8) cada pala (9, 9a, 9b, 9c) de dicha familia (8) sustancialmente en una rotación alrededor del eje de rotación (15) del rotor entre:

- 5 - la posición inicial en la que las palas (9, 9a, 9b, 9c) están cerca del eje de rotación (15) y desplegadas; y
 - una posición retraída en la que las palas (9, 9a, 9b, 9c) están cerca del eje de rotación (15) y colocadas unas
 detrás de las otras.
- 10 12. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el rotor (5)
comprende una pared (33) que consta de aberturas pasantes (28, 28') que se extienden longitudinalmente desde la
cara frontal (6) a la cara posterior (7) del rotor (5) o que se extienden a lo largo de una curva (46) que comprende una
primera porción (49) que se extiende de manera sustancial longitudinalmente desde la cara frontal (6) a la cara
posterior (7) y una segunda porción (49) que se extiende en una dirección sustancialmente paralela a la dirección (17)
del extremo de encastre de pala (11) de la pala de fuerza (9c).
- 15 13. Turbina eólica (1) según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** cada abertura pasante (28, 28')
está adaptada para recibir al menos un elemento (27, 29) unido a los medios de desplazamiento (23) o medios de guía
(45) que pasan a través de la abertura pasante (28, 28') entre la posición inicial y la posición desplegada o retraída.
- 20 14. Turbina eólica (1) según la reivindicación 12 o 13, **caracterizada** porque los medios de desplazamiento (23)
o los medios de guía (45) comprenden al menos un gato hidráulico o un tornillo sinfín.
15. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada porque** el rotor (5) presenta
una sección troncocónica.
- 25 16. Turbina eólica (1) según las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada porque** el rotor (5) presenta una sección
cilíndrica.



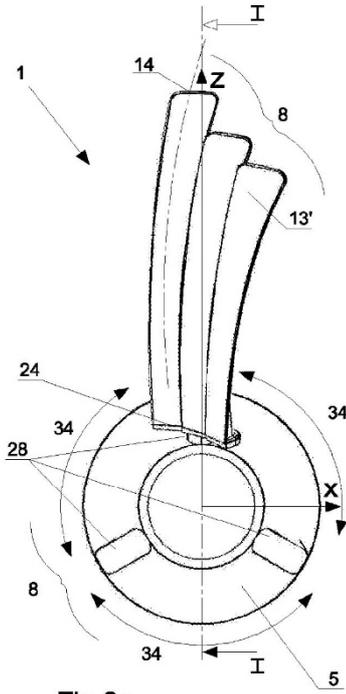


Fig. 6a

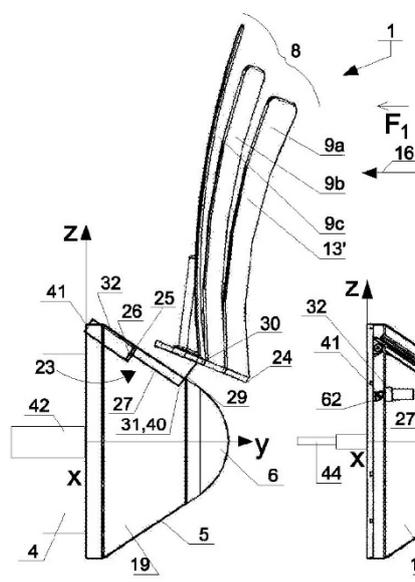


Fig. 6b

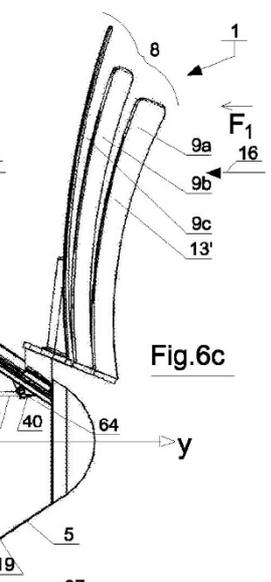


Fig. 6c

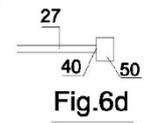


Fig. 6d

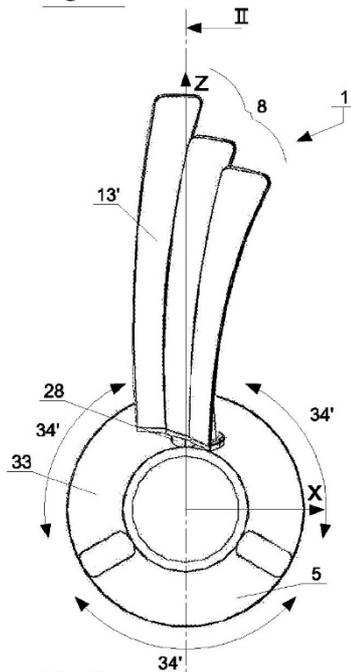


Fig. 7a

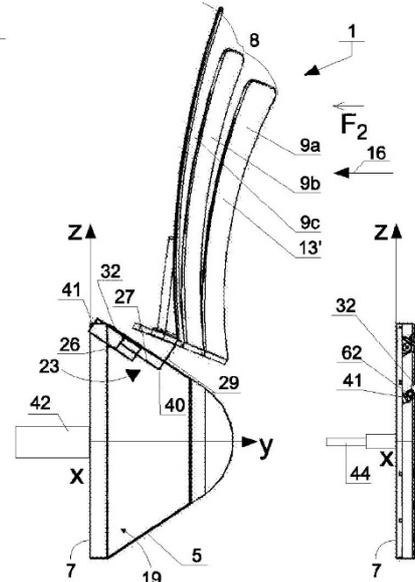


Fig. 7b

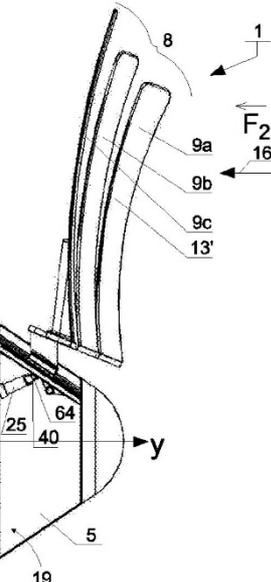


Fig. 7c

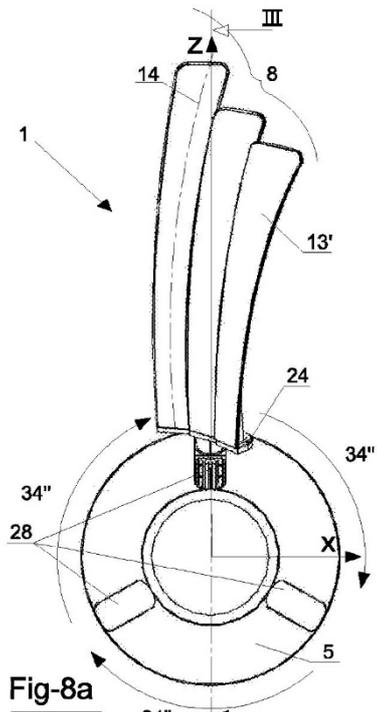


Fig-8a

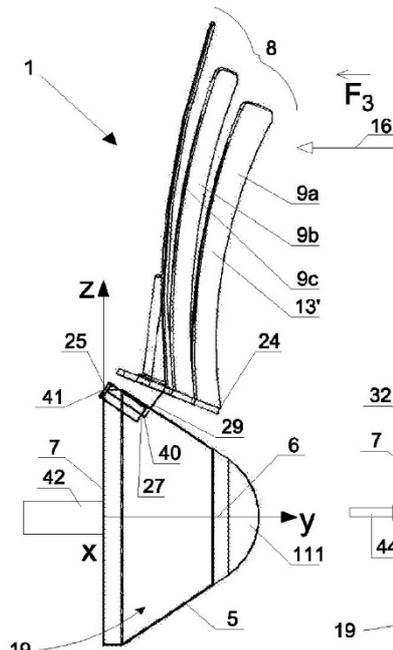


Fig-8b

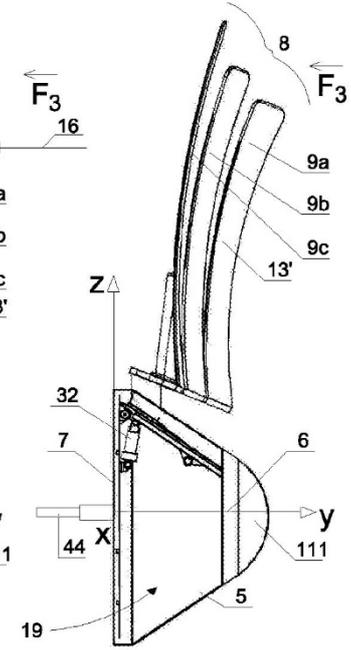


Fig-8c

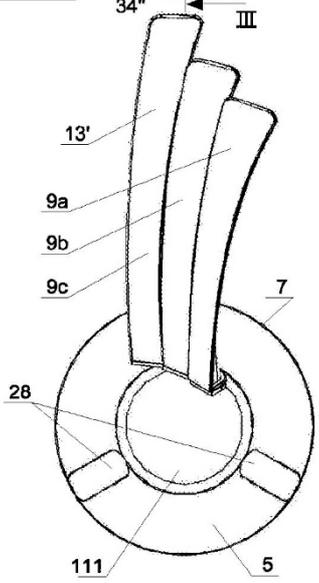


Fig-9a

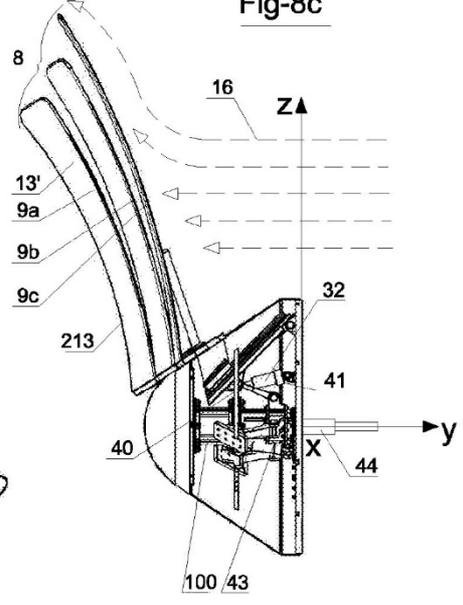


Fig-9b

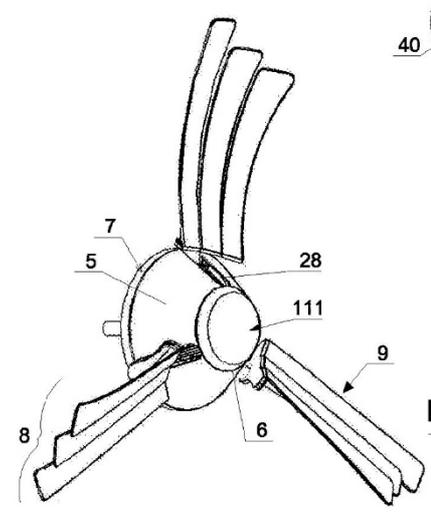


Fig-9c

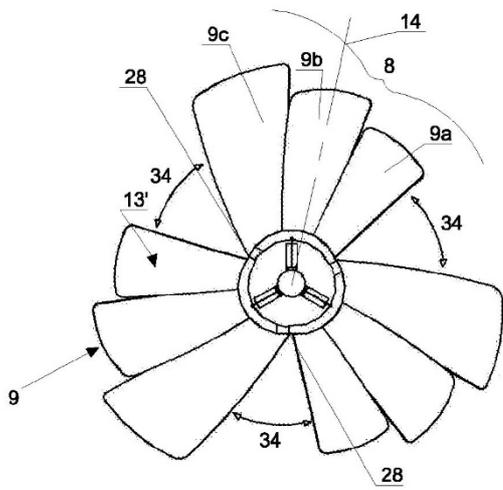


Fig. 10a

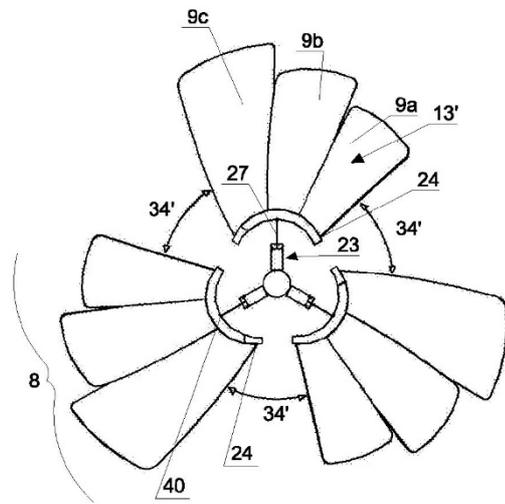


Fig. 10b

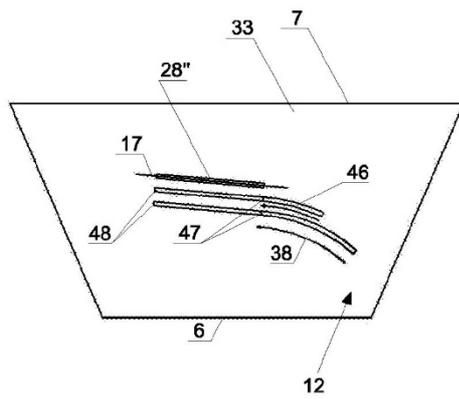


Fig. 11

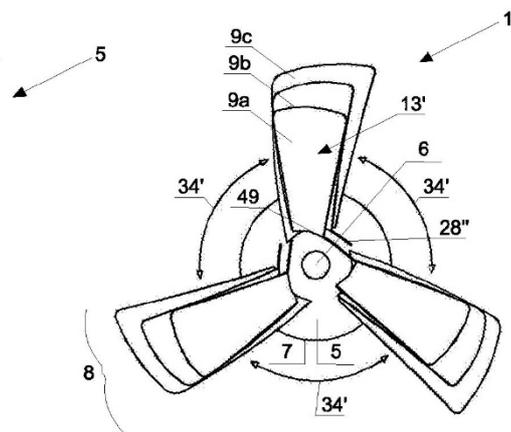


Fig. 12

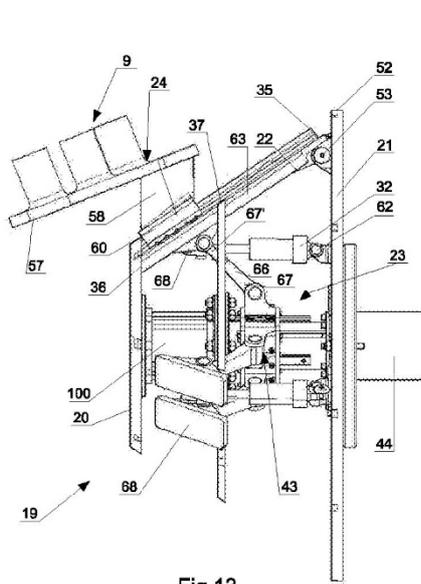


Fig.13

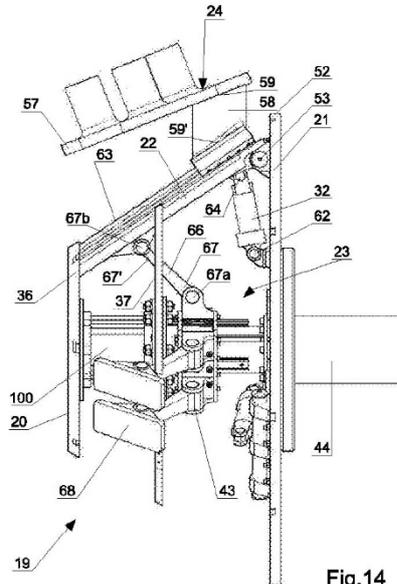


Fig.14

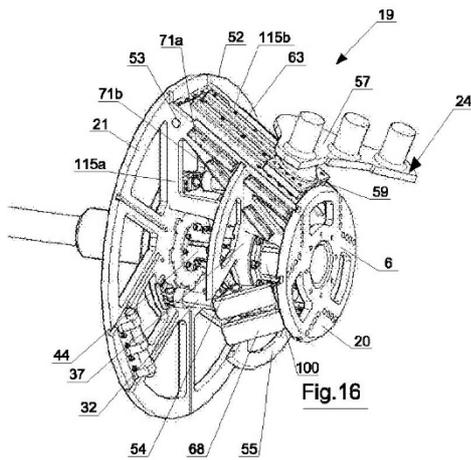


Fig.16

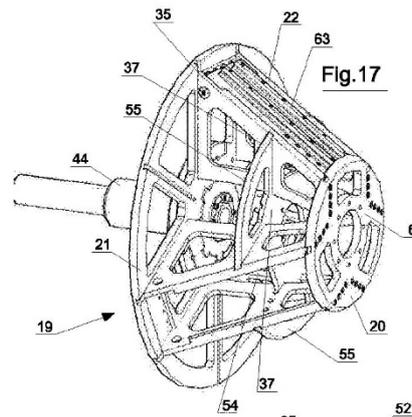


Fig.17

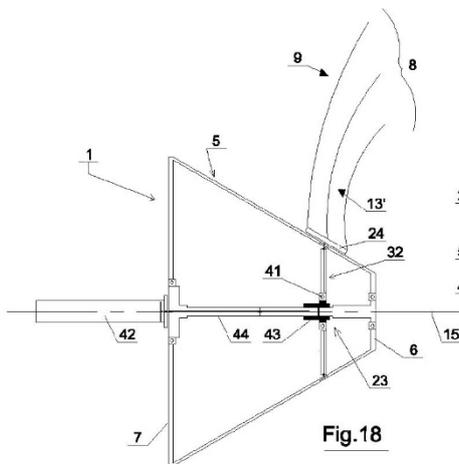


Fig.18

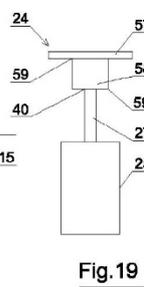


Fig.19

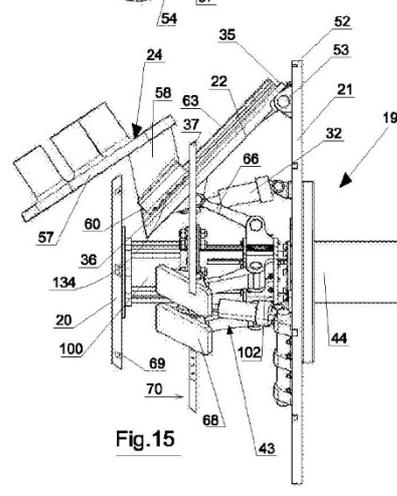


Fig.15

