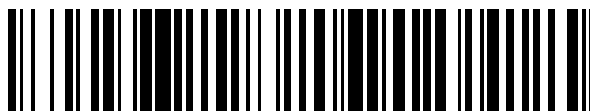


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 181**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.06.2015 PCT/GB2015/051757**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15193652**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2015 E 15732881 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3158192**

54 Título: **Disposición de palas de turbina**

30 Prioridad:

18.06.2014 GB 201410862

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

16.06.2020

73 Titular/es:

**ABU AL-RUBB, KHALIL (100.0%)
Salwa Road KBAS Co. P. O. Box 22599
Doha, QA**

72 Inventor/es:

ABU AL-RUBB, KHALIL

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 767 181 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

Disposición de palas de turbina

5 **SECTOR TÉCNICO DE LAS REALIZACIONES DE LA INVENCION**

Las realizaciones de la invención hacen referencia a disposiciones de palas para su utilización con turbinas, y a turbinas que incorporan dichas disposiciones de palas.

10 **ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

A medida que los peligros y el impacto ambiental de la generación tradicional de energía de carbón, de petróleo, de gas y nuclear se comprenden y aprecian mejor, existe un deseo creciente de formas alternativas de generación de energía. En los últimos años, uno de los métodos alternativos de generación de energía con más éxito ha sido la energía eólica. Existen muchas disposiciones conocidas diferentes de generación de energía eólica, pero la mayoría se basan en el principio de proporcionar una turbina que tenga palas dispuestas para girar como resultado de la fuerza del viento y, de ese modo, generar energía.

La eficiencia con la que se produce dicha generación de electricidad basada en el viento depende de la eficiencia con la que la energía cinética del viento puede ser convertida en energía eléctrica que, a su vez, depende de la eficiencia con la que las palas pueden girar alrededor de su eje de rotación.

Debido a la manera en la que funcionan las turbinas eólicas, las palas que giran bajo la influencia del viento a menudo están orientadas para girar verticalmente con respecto al suelo. Por lo tanto, para cada carrera ascendente es necesario elevar la pala contra la fuerza de gravedad.

Además, uno de los problemas conocidos experimentados durante la generación eólica es que la disposición de las palas (o la porción que experimenta rotación debido al viento) está sometida a fuerzas significativamente diferentes a medida que cambia la velocidad del viento. Por lo tanto, se conoce variar el momento de inercia de la disposición de palas variando una disposición del peso alrededor de un eje de rotación. Dicha disposición se describe, por ejemplo, en el documento de Patente WO 2004/011801. No obstante, dichas disposiciones conocidas varían el momento de inercia de manera simétrica alrededor del eje de rotación. Además, los medios propuestos para variar el momento de inercia están basados en disposiciones relativamente caras e inductoras de fricción.

Las turbinas actuales requieren una velocidad mínima del viento para funcionar, proporcionan un aumento casi lineal en la potencia de salida con un aumento en la velocidad del viento, y tienen una potencia de salida nominal máxima que, cuando se consigue, no aumenta con la velocidad del viento. Las turbinas producen la máxima potencia de salida a medida que la velocidad del viento aumenta más hasta el momento en que, a una velocidad del viento predeterminada, se interrumpe el funcionamiento de la turbina para protegerla frente a daños. Un problema de las turbinas actuales es que el rango de velocidades del viento a las que la turbina puede producir energía es limitado.

Un sistema que muestra una turbina eólica con las características del preámbulo de la reivindicación 1 puede verse en el documento de Patente SU1048158A.

45 **CARACTERÍSTICAS**

La invención da a conocer una disposición de turbina eólica que comprende una primera disposición de palas giratorias; y una segunda disposición de palas giratorias que puede funcionar para accionar la rotación de la primera disposición de palas, en la que la primera disposición de palas giratorias comprende:

50 una pluralidad de palas dispuestas para girar alrededor de un primer eje, y un medio para variar el momento de inercia de la primera disposición de palas giratorias alejándolo del primer eje; en la que el medio para variar el momento de inercia de la primera disposición de palas giratorias comprende un cubo en el primer eje, el cubo está acoplado a las palas de la primera disposición de palas giratorias y puede funcionar para girar con las palas, y el cubo comprende medios para desplazar el momento de inercia del cubo respecto del primer eje.

Preferentemente, la segunda disposición de palas giratorias es giratoria a una velocidad del viento menor que la primera disposición de palas giratorias.

60 Preferentemente, la pluralidad de palas de la primera disposición de palas giratorias tiene un diámetro mayor que una pluralidad de palas de la segunda disposición de palas giratorias.

65 Preferentemente, la primera disposición de palas giratorias está acoplada a la segunda disposición de palas giratorias por un medio eléctrico y puede funcionar para ser accionada por la segunda disposición de palas giratorias.

- 5 Preferentemente, la primera disposición de palas giratorias está acoplada a la segunda disposición de palas giratorias por un medio neumático y puede funcionar para ser accionada por la segunda disposición de palas giratorias.
- 10 Preferentemente, el medio neumático comprende una bomba que puede funcionar para accionar la segunda disposición de palas giratorias; y un impulsor que puede funcionar para accionar la primera disposición de palas giratorias; en la que la bomba puede funcionar para bombear un fluido al impulsor.
- 15 Preferentemente, la primera disposición de palas giratorias está acoplada a la segunda disposición de palas giratorias por un medio mecánico.
- 20 Preferentemente, la segunda disposición de palas giratorias está alojada, como mínimo parcialmente, en el interior de una góndola de la primera disposición de palas giratorias.
- 25 Preferentemente, la primera y la segunda disposiciones de palas giratorias están soportadas por una única estructura.
- 30 Preferentemente, la primera disposición de palas giratorias y la segunda disposición de palas giratorias son coaxiales.
- 35 Preferentemente, la segunda disposición de palas giratorias gira alrededor de un segundo eje, y el primer eje está por encima del segundo eje.
- 40 Preferentemente, la primera disposición de palas giratorias está soportada por una primera estructura; y la segunda disposición de palas giratorias está soportada por una segunda estructura.
- 45 Preferentemente, la disposición de turbina eólica comprende, además, un detector de rotación, para detectar el grado de rotación de la primera disposición de palas giratorias, y un controlador adaptado para variar el momento de inercia dependiendo de la posición detectada, en la que el momento de inercia de la primera disposición de palas giratorias depende del grado de rotación de la primera disposición de palas giratorias alrededor del primer eje.
- 50 Cada pala de la primera disposición de palas giratorias puede comprender un medio para variar el momento de inercia de una pala independientemente del momento de inercia de las otras palas.
- 55 Preferentemente, el momento de inercia de la pala disminuye cuando el movimiento de la pala contrarresta la fuerza de gravedad, y donde el momento de inercia de la pala aumenta cuando el movimiento de la pala coincide con la fuerza de gravedad.
- 60 Preferentemente, la disposición de turbina eólica está dispuesta de tal manera que un eje longitudinal de las palas de la primera disposición de palas giratorias es sustancialmente perpendicular al nivel del suelo, donde el momento de inercia aumenta cuando la pala gira entre aproximadamente 7 y 180 grados con respecto a la vertical, medidos desde la posición de las 12 en punto.
- 65 El medio para variar el momento de inercia de una pala puede funcionar para variar simultáneamente el momento de inercia de todas las palas de la primera disposición de palas giratorias.
- El medio para variar el momento de inercia de una pala puede funcionar para variar simultáneamente el momento de inercia de todas las palas de la primera disposición de palas giratorias, como reacción a un cambio en la velocidad del viento.
- El medio para variar el momento de inercia de una pala puede comprender un espacio vacío dispuesto en la pala y una bomba dispuesta para bombear un primer fluido entrando y saliendo del espacio vacío, para variar el momento de inercia de la pala correspondiente.
- Preferentemente, el primer fluido es más denso que el aire. Alternativamente, el primer fluido puede ser menos denso que el aire.
- 60 Preferentemente, la disposición de turbina eólica comprende, además, un primer depósito para el primer fluido, en la que la bomba bombea el primer fluido entre el primer depósito y el espacio vacío, y en la que la ubicación del primer depósito está más cerca del primer eje que la ubicación del espacio vacío.
- 65 El medio para variar el momento de inercia de una pala de la primera disposición de palas giratorias puede comprender un medio para variar la distancia entre la pala y el primer eje.

Preferentemente, el medio para variar la distancia entre la pala y el primer eje comprende un cilindro hidráulico.

Preferentemente, el momento de inercia del cubo está desplazado con respecto al primer eje en una dirección ortogonal al primer eje.

5 Preferentemente, el momento de inercia desplazado del cubo proporciona una fuerza de rotación para rotar la primera disposición de palas giratorias alrededor del primer eje.

10 Preferentemente, el cubo comprende una pluralidad de cámaras desplazadas, como mínimo parcialmente, con respecto al primer eje, y la inercia de cada cámara puede ser alterada bombeando un segundo fluido entrando y saliendo de cada cámara.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 A continuación, se describen realizaciones de la invención a modo de ejemplo, haciendo referencia a los diagramas adjuntos, que no están a escala, y en los que:

la figura 1 es una ilustración esquemática de una disposición de palas;

la figura 2 es una ilustración esquemática de una disposición para controlar el momento de inercia de una pala;

20 la figura 3 es una ilustración esquemática de una disposición de palas según una primera realización;

la figura 4 es una vista lateral de una disposición de palas y cubo;

la figura 5a es una vista esquemática, en sección, de la disposición de palas y cubo;

la figura 5b es una vista esquemática, en sección, de una disposición de cubo adicional;

la figura 6 es una vista esquemática, en sección, de un impulsor;

25 la figura 7 es una ilustración esquemática de una segunda realización; y

la figura 8 es una ilustración gráfica de una salida de potencia de turbinas eólicas.

DESCRIPCIÓN DE EJEMPLOS DE REALIZACIÓN

30 La figura 1 muestra una disposición 80 de palas. La disposición 80 de palas comprende las palas 82, 84 y 86 dispuestas para girar alrededor del eje 88 en el sentido de la flecha 90. La pala 82 comprende un anclaje 82a situado en un extremo axial de la pala 82. El anclaje 82a está conectado a un cilindro hidráulico 82b que, a su vez, está conectado al anclaje 82c. El anclaje 82c está conectado al eje 88 alrededor del cual gira la pala 82. De manera similar, la pala 84 comprende el anclaje 84a unido al cilindro hidráulico 84b, unido al anclaje 84c; y la pala 86 comprende el anclaje 86a unido al cilindro hidráulico 86b unido, a su vez, al anclaje 86c. Ambos anclajes 84c y 86c están unidos al eje 88.

40 Los cilindros hidráulicos 82b, 84b y 86b funcionan para variar la distancia entre los respectivos anclajes (82a, 84a, 86a y 82c, 84c, 86c). De esta manera, los cilindros hidráulicos 82b, 84b y 86b funcionan para variar la distancia de los extremos de las palas 82, 84 y 86 con respecto al eje 88. El momento de inercia de cada una de las palas 82, 84 y 86 puede ser variado, por lo tanto, dependiendo de la ubicación de la pala, a medida que esta gira en el círculo descrito, en parte, por la flecha 90.

45 La manera precisa en la que los cilindros hidráulicos 82b, 84b y 86b interactúan con sus correspondientes anclajes 82a, 82c; 84a, 84c; y 86a, 86c no se muestra en la figura 1. No obstante, una persona experta en la materia comprendería que una disposición adecuada de bomba hidráulica sería una manera adecuada de disponer esto, tal como lo harían muchas otras disposiciones conocidas.

50 Es importante destacar que los cilindros hidráulicos 82b, 84b y 86b varían el desplazamiento radial de las palas 82, 84 y 86 correspondientes a medida que estas giran alrededor del eje 88. Por lo tanto, tal como se muestra en la figura 1, la pala 82 está situada más alejada del eje 88, mientras que la pala 84 está más cerca del eje 88. La pala 86 ocupa una posición intermedia entre la de la pala 82 y la de la pala 84.

55 Las palas 82, 84 y 86 giran en el sentido de la flecha 90. Por lo tanto, la carrera ascendente (la carrera que contrarresta la gravedad) para cualquiera de las palas se produce sustancialmente entre la posición de la pala 84 y la posición de la pala 82 mostrada en la figura 1. La distancia entre una pala y el eje 88 se reduce durante esta carrera ascendente para reducir el momento de inercia de la pala.

60 La figura 2 muestra una disposición 200 para controlar el momento de inercia de las palas mostradas en la figura 1, por ejemplo. La disposición 200 comprende un sensor 202 para detectar el ángulo de rotación de la disposición giratoria [posición de una pala concreta en su círculo de rotación]. Dicho sensor podría comprender, por ejemplo, una resistencia rotacionalmente variable, pero muchos otros sensores de este tipo son conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán con más detalle en el presente documento.

65 La disposición 200 comprende, además, un controlador 204, que está unido a las palas de la disposición 206 de palas. El sensor de posición 202 detecta la posición de una pala a medida que gira alrededor de su eje de rotación.

Esta posición es comunicada al controlador que, a continuación, utiliza esta información para variar el momento de inercia de cada una de las palas de la disposición 206 de palas para reducir ese momento en la carrera ascendente de la pala y reducirlo en la carrera descendente. De esta manera, se utiliza menos energía para rotar las disposiciones de palas según estas disposiciones en comparación con las disposiciones conocidas.

5 Ventajosamente, las disposiciones descritas anteriormente para cambiar los momentos de inercia de una pala individual dentro de una disposición de palas pueden funcionar de manera coordinada. De esta manera, los momentos de inercia de todas las palas en una disposición de palas se pueden modificar simultáneamente. Esto es especialmente ventajoso en una turbina eólica en la que la eficiencia de la turbina eólica puede ser ajustada
10 ajustando los momentos de inercia según la velocidad del viento predominante. Se debe comprender que los dos aspectos pueden funcionar juntos (es decir, el momento de inercia de todas las palas se puede variar y los momentos de inercia de cada pala pueden variar en un rango determinado por la cantidad que se han modificado los de todas las palas). La figura 3 es una ilustración lateral, esquemática, de detalles de una realización de la invención.

15 La figura 3 muestra una disposición 120 de palas para la que se muestra una única pala truncada 124. La pala 124 está conectada a una carcasa 123 que gira alrededor de un eje 122. La pala 124 y la carcasa 123 están unidas al árbol 132, y la rotación de la pala 124 debido a su interacción con el viento hace que la carcasa y el árbol giren. El árbol 132 está conectado a un generador de electricidad (no mostrado) para que la disposición 120 genere
20 electricidad como lo hacen los generadores eólicos conocidos. Unida a la carcasa 123 está dispuesta una góndola 140. En esta realización, la góndola 140 comprende una primera pala 142 de góndola y una segunda pala 144 de góndola. Las palas 142 y 144 de góndola giran alrededor de la góndola 140 y están unidas a un generador 150, de tal manera que el movimiento de las palas 142 y 144 de la góndola provoca la generación de electricidad por parte del generador 150 de una manera conocida. La pequeña turbina eólica auxiliar que comprende las palas 142, 144 de
25 la góndola y el generador 150 tiene una velocidad de corte mucho menor, por lo tanto, funcionará a una velocidad del viento mucho menor que la requerida por la pala 124 principal.

En una realización, la turbina eólica auxiliar pequeña es una turbina eólica WindTronics (RTM) comercializada por Honeywell (RTM), que tiene una velocidad de corte de 0,5 m/s o menor. Esta pequeña turbina auxiliar puede estar
30 instalada en cualquier lugar de la turbina principal y no necesariamente forma parte de la góndola. Preferentemente, la turbina auxiliar está instalada lo más alta posible para exponerla a velocidades del viento tan altas como sea posible.

Se debe comprender que el generador 150, que genera electricidad por la acción de las palas 142 y 144, es distinto de la generación de electricidad generada por la disposición 120 de palas. En cambio, el generador 150 está
35 conectado a un controlador 126 que está, a su vez, conectado a una bomba 128.

La bomba 128 está conectada a un conducto 130 que está conectado a un depósito 134. La bomba 128 está conectada, además, a un depósito 137 situado en el interior de la pala 124, por medio del conducto 136. La bomba 128 y el depósito hidráulico 134 están situados fuera de la carcasa 123 y no giran junto con la pala 124. La bomba 128 está acoplada al conducto 136 mediante una unión giratoria (no mostrada).
40

El controlador 126 incluye un sensor (no mostrado) para detectar la ubicación de rotación de la pala 124 alrededor del eje de rotación 122. Además, el controlador 126 hace funcionar la bomba 128 para bombear líquido (en este caso agua) entre el depósito 134 y el depósito 137 a través de los conductos 130 y 136.
45

La disposición 120 de la figura 3 utiliza el viento para generar energía para controlar la disposición para variar la inercia de la pala 124. En esta realización, las palas 142 y 144 de la góndola utilizan el viento predominante para generar la energía necesaria para hacer funcionar la disposición que cambia el momento de inercia de las palas. Ventajosamente, esto genera la potencia requerida solo cuando se requiere la potencia (es decir, cuando hay suficiente viento predominante para que la turbina eólica esté funcionando).
50

En las realizaciones mencionadas anteriormente, los momentos de inercia de una o más palas varían según la ubicación de rotación de la pala. Preferentemente, el momento de inercia aumenta cuando la pala gira entre aproximadamente 7 y 180 grados medidos con respecto a la vertical. Alternativamente, el momento de inercia varía cuando la pala gira entre 25 y 135 grados medidos con respecto a la vertical. En realizaciones adicionales, el momento de inercia varía continuamente de manera sinusoidal a medida que la pala gira.
55

La figura 4 muestra una disposición de palas y cubo. Una góndola 41 está dispuesta acoplada a una pluralidad de palas principales 42 (mostradas parcialmente). Las palas principales 42 pueden funcionar para girar con la góndola 41 alrededor de un eje central 44. Un cubo 40 está situado en la parte posterior de las palas principales 42 y de la disposición de góndola 41. El cubo 40 está acoplado a las palas principales 42, por lo que el movimiento de rotación de las palas principales 42 se transfiere al cubo 40, y viceversa. El cubo 40 y la disposición de palas principales están acoplados a una turbina convencional para la generación de energía eléctrica a partir del movimiento rotacional. El cubo 40 forma parte de un circuito de fluido y puede recibir 43a y suministrar 43b un fluido. El fluido es recibido 43a por el cubo 40 en un punto por encima del eje central 44, y suministrado 43b por el cubo en un punto
60
65

por debajo del eje central 44. Hay una pluralidad de palas auxiliares, no mostradas, que giran independientemente de las palas principales 42 y pueden funcionar a velocidades del viento más bajas que las palas principales 42, es decir, las palas auxiliares tienen una velocidad de corte más baja. Las palas auxiliares están acopladas a una turbina auxiliar que funciona para generar energía eléctrica utilizada para bombear fluido en 43a el cubo 40. En la
 5 utilización, las palas auxiliares son giradas a una velocidad del viento baja. Esta baja velocidad del viento es insuficiente para girar las palas principales 42. La energía eléctrica generada por la turbina auxiliar se utiliza para bombear fluido dentro / fuera del cubo 40.

La figura 5a muestra una vista esquemática, en sección, de la disposición de palas y cubo a través de la línea A-A' de la figura 4. La figura 5a muestra el cubo 40 que comprende ocho cámaras dispuestas alrededor del eje central 44. Cuatro cámaras están a la izquierda del eje central 44 y cuatro cámaras 40a, 40b, 40c, 40d están a la derecha. El cubo 40 está dispuesto para girar con las palas en el sentido indicado por la flecha 45a. En esta realización, hay ocho cámaras. En otras realizaciones, el número de cámaras puede variar, pero debe ser igual a tres o más.
 10

En la utilización, la energía eléctrica de la turbina auxiliar se utiliza para bombear un fluido a una primera cámara 40d, que sería una cámara superior a la derecha del eje central 44. El cubo 40 gira 45a y una segunda cámara 40c adopta el lugar de la primera cámara 40d. La segunda cámara 40c es posicionada, a continuación, para recibir fluido como la cámara más alta a la derecha del eje central 44. Se bombea fluido a la segunda cámara 40c mientras el cubo 40 gira 45a y una tercera cámara 40b del cubo adopta el lugar en la cámara superior a la derecha del eje central 44 y se llena de fluido. Esto continúa hasta que la primera cámara 40d es la cámara más baja a la derecha del eje central 44 y una cuarta cámara 40a es la cámara más alta a la derecha del eje central 44. La totalidad de las cuatro cámaras 40a, 40b, 40c, 40d contienen fluido bombeado a las mismas en un punto superior del cubo 40, y esto se muestra en la figura 5a. Las cuatro cámaras a la derecha 40a, 40b, 40c, 40d están sombreadas para representarlas conteniendo fluido. A continuación, se bombea fluido fuera de cada cámara (mostrado por la flecha 43b en la figura 4) cuando la cámara pasa a ser la cámara más baja a la derecha del eje central 44. El bombeo del fluido entrando y saliendo del cubo se realiza de tal manera que la entrada y la salida del fluido ayuda a la rotación del cubo.
 15
 20
 25

En una disposición alternativa, la energía eléctrica generada por la turbina auxiliar se utiliza para accionar una primera bomba para bombear fluido desde 43b el cubo 40, y/o una segunda bomba para bombear fluido hacia 43a en el cubo 40. El llenado y vaciado continuos de las cámaras, descrito anteriormente, en un lado del eje central 44 aumenta la masa de las cámaras de ese lado del cubo 40, para hacerla mayor que las cámaras del lado no lleno de fluido. El centro de inercia del cubo 40 de la figura 5a está a la derecha del eje central 44 debido a la desigual distribución de la masa de fluido en el interior de las cámaras del cubo 40. El centro de inercia desplazado proporciona una fuerza de momento alrededor del eje central 44. A medida que las cámaras a la derecha del eje central 44 se llenan de manera continua con el fluido, continuará habiendo un momento que actúa sobre el cubo 40 desplazado con respecto al eje central 44. Este momento desplazado proporciona una fuerza constante para girar el cubo 40 alrededor del eje central 44. Una rotación del cubo 40 provoca una rotación correspondiente de las palas principales 42. La rotación inicial de las palas principales, que requiere una gran cantidad de energía para superar las fuerzas de fricción en el interior de la disposición de palas principales, se facilita utilizando la energía generada por el movimiento de las palas auxiliares.
 30
 35
 40

Anteriormente, se ha descrito el bombeo para añadir fluido a las cámaras del cubo; no obstante, la gravedad también se puede utilizar para proporcionar la fuerza para inyectar el fluido. Además, la invención no se debe limitar al llenado de un cubo desde la parte posterior. El fluido puede entrar en el cubo a través de una superficie más alta del cubo y salir a través de una superficie más baja. El número de cámaras debe ser, como mínimo, de dos, pero un cubo puede comprender, asimismo, cualquier número mayor de cámaras.
 45

La figura 5b muestra otro cubo giratorio en el sentido de la flecha 45b. En la figura 4, el cubo 40 forma parte de un circuito de fluido y puede recibir 43a y suministrar fluido 43b a través de la parte posterior del cubo 40. En la realización mostrada en la figura 5b, el fluido es recibido en un punto superior 50a del cubo y eliminado en un punto inferior 50b del cubo. El punto superior 50a es un punto superior o un punto próximo al punto superior de una cámara superior. El punto inferior 50b es el punto más bajo o un punto próximo al punto más bajo de una cámara inferior. En el punto superior 50a, el fluido es bombeado en un ángulo agudo con respecto a la horizontal y en el sentido de rotación 45b. Esto es para que el fluido proporcione un impulso al cubo con una componente del impulso en la dirección del movimiento 45a. En el punto inferior 50b, el fluido es bombeado en un ángulo agudo con respecto a la horizontal y en el sentido de rotación 45b. Esto es para que, como mínimo, una componente de una fuerza de fricción entre el cubo y el fluido que sale del cubo tenga la dirección del movimiento 45a.
 50
 55

La figura 6 muestra un impulsor 60, para acoplar de forma rotatoria una turbina auxiliar a una turbina principal. El impulsor 60 tiene un ojo central 60b que actúa como una entrada abierta para aceptar el fluido entrante y una pluralidad de paletas 60a para empujar radicalmente el fluido desde el ojo central 60b a un borde exterior. El impulsor 60 es giratorio alrededor de un eje 64 en el sentido de la flecha 65. La figura 7 muestra un tanque 71 de fluido que proporciona un depósito de fluido neumático para transferir energía alrededor de un sistema neumático 70, que incorpora el impulsor de la figura 6. Una bomba 72 puede funcionar para bombear fluido desde el tanque 71 de fluido a través de un impulsor 73 antes de que el fluido regrese al tanque 71 de fluido, lo que completa un circuito
 60
 65

neumático. La bomba 72 es accionada por una turbina auxiliar 74 y está acoplada a la turbina auxiliar 74 mediante un acoplamiento 75 de bomba. En una realización, el acoplamiento 75 de bomba comprende un conductor eléctrico y un motor mediante el cual se transfiere energía desde la turbina auxiliar 74 a la bomba 72 utilizando electricidad. En otra realización, el acoplamiento 75 de la bomba comprende otra bomba de fluido acoplada a otro impulsor, y una rotación de la turbina auxiliar 74 bombea fluido para hacer girar el impulsor adicional, accionando de este modo la bomba 72; y en otra realización adicional, el acoplamiento 75 de la bomba comprende una conexión física entre la bomba 72 y la turbina auxiliar 74.

La turbina principal 76 está acoplada al impulsor 73 mediante un árbol 77 de la turbina principal. El árbol 77 de la turbina principal conecta mecánicamente el impulsor 73 a la turbina principal 76. El fluido neumático que pasa a través del impulsor 73, conducido por la bomba 72, gira el impulsor 73, que, a su vez, gira el árbol 77 de la turbina principal y acciona a la turbina principal 76.

En la utilización, la energía producida por la turbina auxiliar 74 a partir de la rotación accionada de un conjunto de palas auxiliares (no mostradas) acciona la bomba 72. La bomba 72 bombea fluido neumático alrededor del circuito neumático y a través del impulsor 73, accionando la turbina principal 76 y accionando, asimismo, la rotación de un conjunto de palas de la turbina principal (no mostradas) acoplado a la turbina principal 76. Según otras realizaciones, el conjunto de palas auxiliares acoplado a la turbina auxiliar 74 es giratorio a una velocidad del viento inferior a la requerida para girar las palas de la turbina principal acopladas a la turbina principal 76.

La figura 8 muestra un diagrama en el que la potencia de salida de una turbina eólica se representa en el eje vertical frente a la velocidad constante del viento a la que está sometida la turbina en el eje horizontal. La línea continua trazada en el diagrama representa una turbina eólica convencional, por lo que se requiere una velocidad del viento mínima para girar una turbina y generar energía. Esta velocidad del viento mínima, o velocidad de corte, corresponde al punto C en el diagrama. A medida que aumenta la velocidad del viento, la potencia generada por la turbina aumenta hasta que alcanza una potencia de salida nominal máxima A, lo que ocurre a una velocidad del viento de salida nominal E. A medida que la velocidad del viento aumenta más, la potencia de salida de la turbina no aumenta y permanece en la potencia de salida nominal máxima A. Cuando la velocidad del viento alcanza una velocidad de corte, se interrumpe el funcionamiento de la turbina, para protegerla de daños, y la potencia generada es cero. De este modo, la distribución de las velocidades del viento que proporcionan un rango de generación de energía de C a F del diagrama, y la potencia de salida nominal A se consigue entre el rango de velocidad del viento de E a F.

Una turbina eólica según una realización descrita anteriormente proporciona un aparato para aumentar los rangos de velocidades del viento mencionados anteriormente. Una turbina auxiliar, que puede funcionar a velocidades del viento bajas, se utiliza para desplazar el momento de inercia de un grupo de palas de la turbina principal o de un cubo acoplado a las palas de la turbina principal. Una fuerza de rotación adicional es proporcionada por la gravedad que actúa sobre el momento desplazado, proporcionando de este modo una fuerza para girar las palas de la turbina principal a una velocidad del viento inferior a la requerida previamente para girar las palas de la turbina principal. La fuerza adicional reduce la velocidad de corte de la turbina principal, y la velocidad de corte del viento requerida para comenzar a generar energía desde la turbina principal se reduce a una velocidad (punto B de la figura 8) por debajo de la requerida previamente para girar las palas de la turbina principal. La potencia de salida de la turbina alcanza la potencia de salida nominal A a una velocidad del viento D menor que una turbina sin una fuerza adicional, pero los mecanismos de desplazamiento de inercia de las realizaciones de la invención son configurables, por lo que la turbina puede ser utilizada hasta alcanzar la velocidad de corte F del viento. Por lo tanto, una turbina eólica equipada con una realización de la invención puede funcionar en un mayor rango de velocidades del viento (B a F), para alcanzar la potencia de salida nominal en un mayor rango de velocidades del viento (D a F).

Una turbina eólica puede comprender cualquier combinación de las realizaciones anteriores.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Disposición de turbina eólica, que comprende una primera disposición de palas giratorias y una segunda disposición de palas giratorias que puede funcionar para accionar la rotación de la primera disposición de palas,
- en la que la primera disposición de palas giratorias comprende:
 una pluralidad de palas (42), dispuestas para girar alrededor de un primer eje, **caracterizada por**
 un medio para variar el momento de inercia de la primera disposición de palas giratorias alejándolo del primer eje
 (44);
- 10 en la que el medio para variar el momento de inercia de la primera disposición de palas giratorias comprende un cubo (40) en el primer eje (44),
 el cubo (40) está acoplado a las palas (42) de la primera disposición de palas giratorias y puede funcionar para girar
 con las palas (42), y
- 15 el cubo (40) comprende un medio para desplazar el momento de inercia del cubo con respecto al primer eje (44).
2. Disposición de turbina eólica, según la reivindicación 1, en la que el momento de inercia del cubo (40) está
 desplazado con respecto al primer eje (44) en una dirección ortogonal al primer eje (44).
- 20 3. Disposición de turbina eólica, según la reivindicación 2, en la que el momento de inercia desplazado del cubo (40)
 proporciona una fuerza de rotación para girar la primera disposición de palas giratorias alrededor del primer eje (44).
4. Disposición de turbina eólica, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, en la que el cubo (40) comprende
 una pluralidad de cámaras (40a, 40b, 40c, 40d) desplazadas, como mínimo parcialmente, con respecto al primer eje
 (44), y la inercia de cada cámara (40a, 40b, 40c, 40d) se puede alterar bombeando un segundo fluido entrando y
 saliendo de cada cámara (40a, 40b, 40c, 40d).
- 25 5. Disposición de turbina eólica, según la reivindicación 4, en la que una primera cámara es una de la pluralidad de
 cámaras (40a, 40b, 40c, 40d), el segundo fluido es bombeado a la primera cámara del cubo (40) en un primer punto
 de rotación y bombeado fuera de la primera cámara en un segundo punto de rotación, y el primer punto tiene un
 potencial gravitacional mayor que el segundo.
- 30 6. Disposición de turbina eólica, según la reivindicación 5, en la que una segunda cámara es una de la pluralidad de
 cámaras (40a, 40b, 40c, 40d), y el segundo fluido es bombeado a la segunda cámara del cubo en el primer punto de
 rotación, y bombeado fuera de la segunda cámara en el segundo punto de rotación.
- 35 7. Disposición de turbina eólica, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en la que la pluralidad de cámaras
 (40a, 40b, 40c, 40d) están separadas uniformemente alrededor del primer eje (44).
- 40 8. Disposición de turbina eólica, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en la que la cantidad de fluido
 bombeado en cada una de la pluralidad de cámaras (40a, 40b, 40c, 40d) está regulada para controlar el
 desplazamiento del momento de inercia del cubo con respecto al primer eje (44).
- 45 9. Disposición de turbina eólica, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en la que el segundo fluido es más
 denso que el aire.

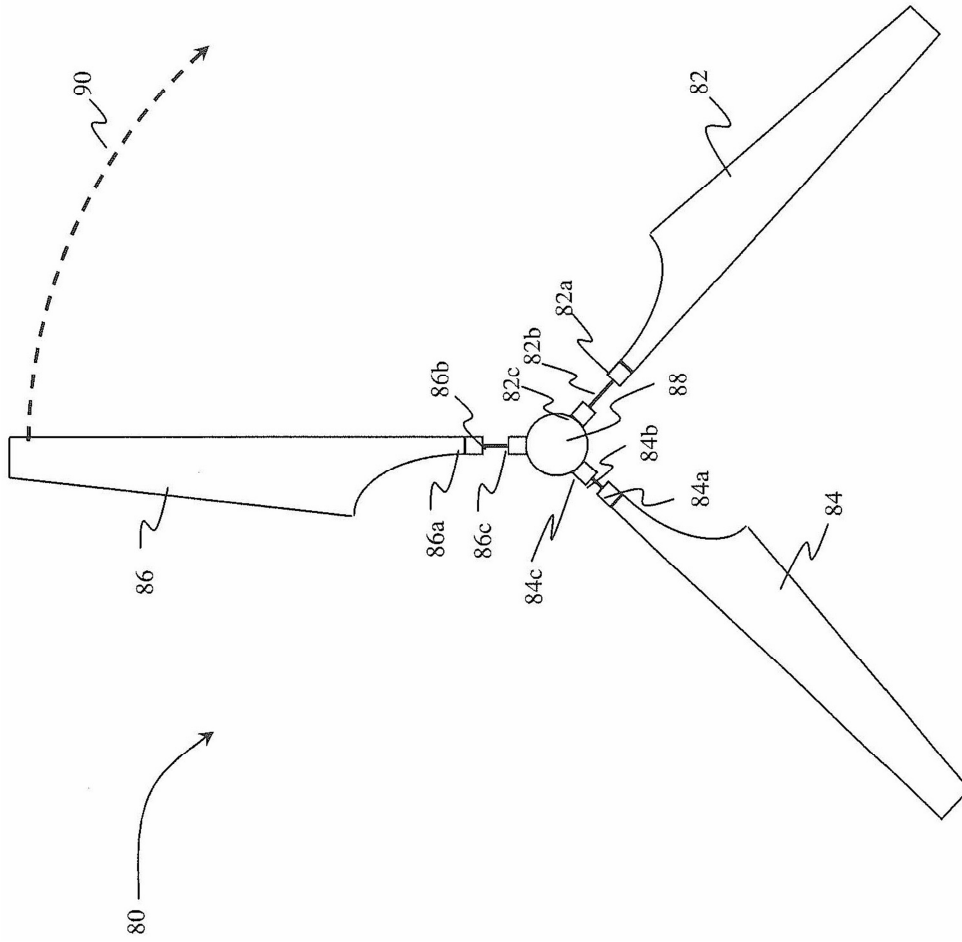


Fig. 1

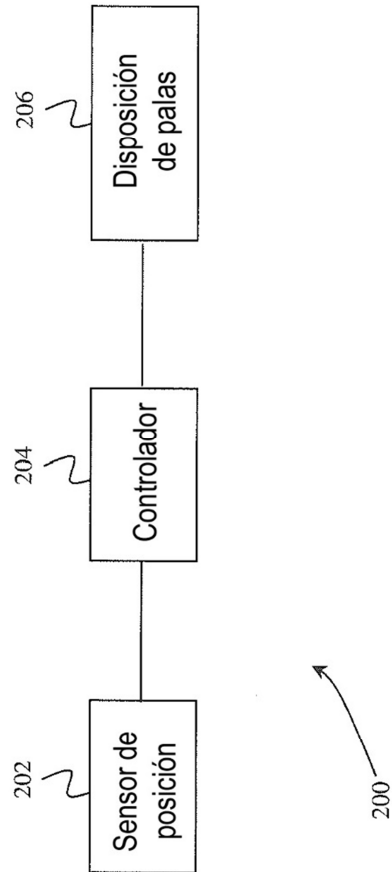


Fig. 2

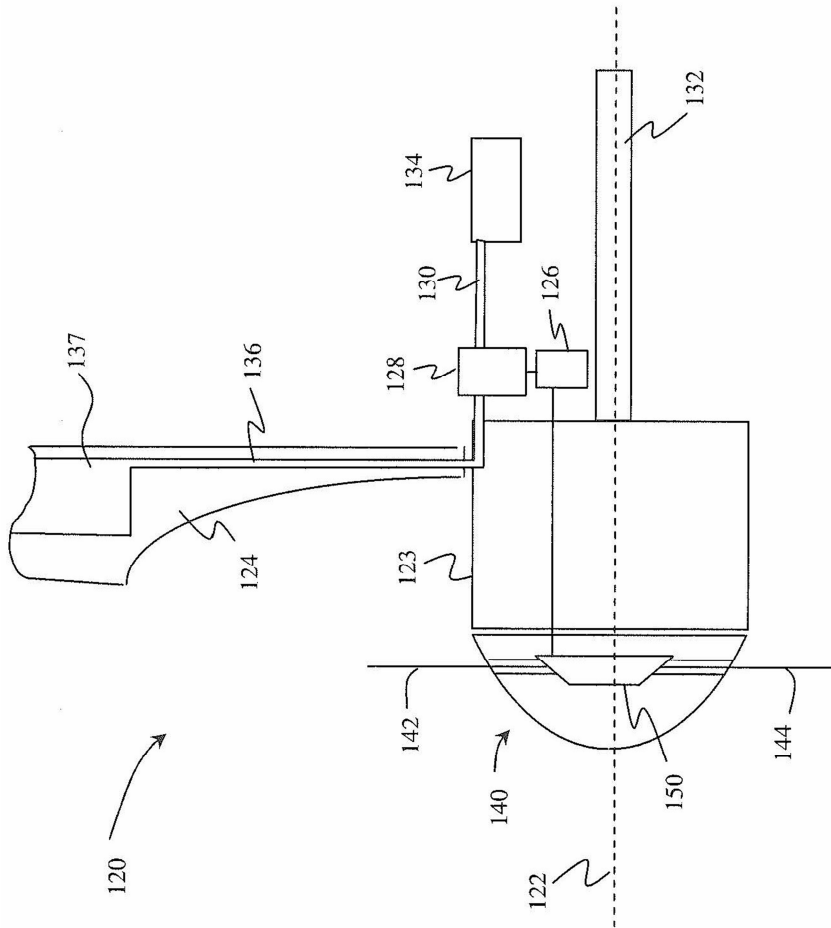


Fig. 3

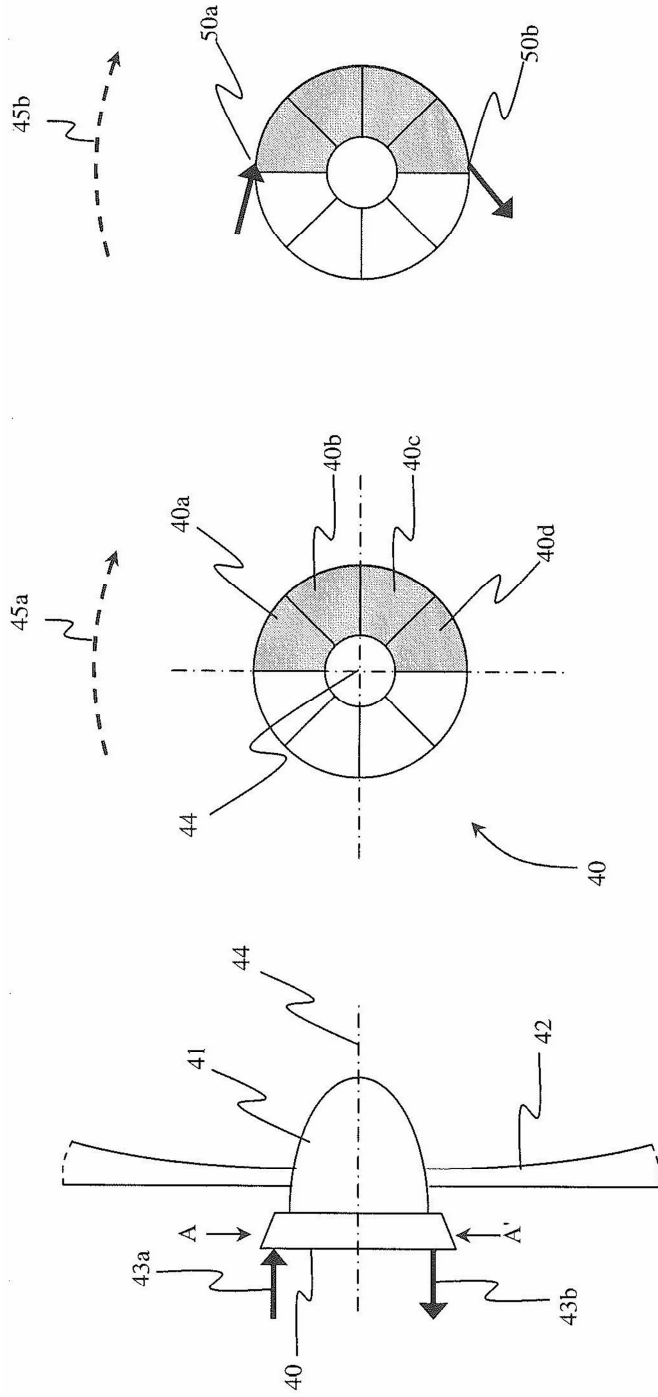


Fig. 4

Fig. 5a

Fig. 5b

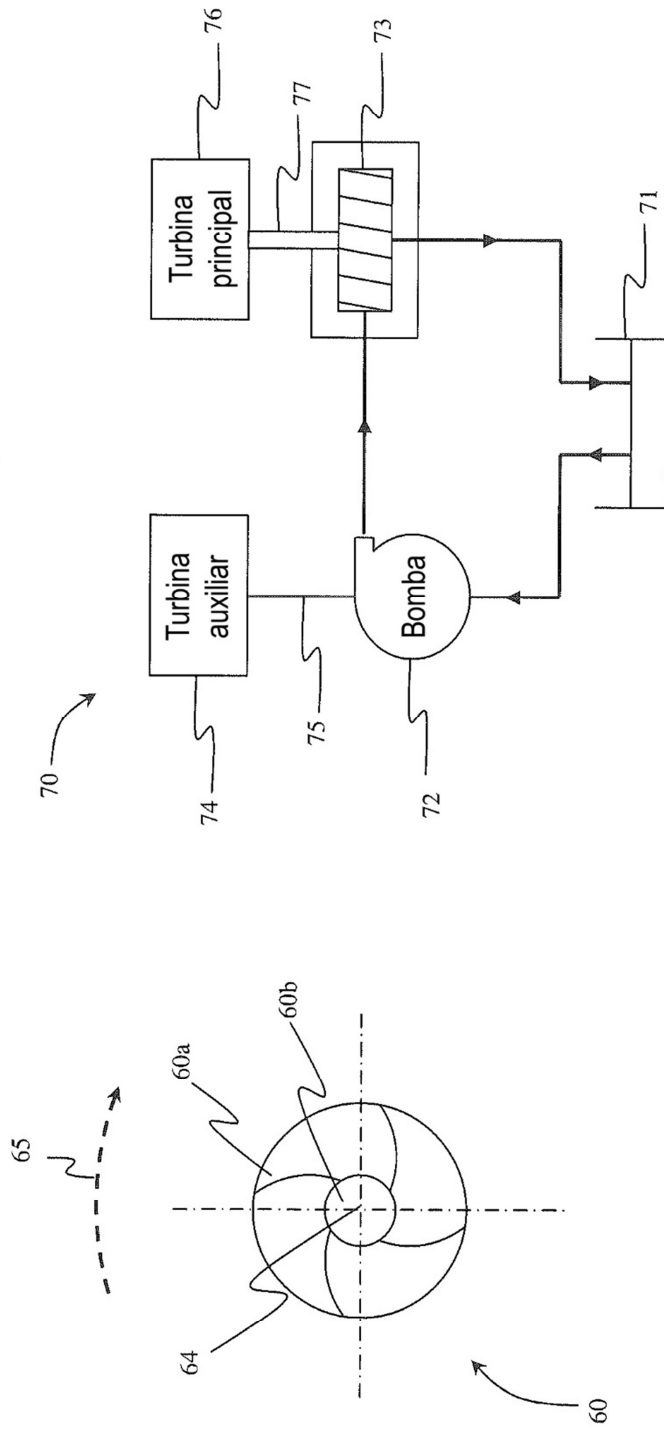


Fig. 6

Fig. 7

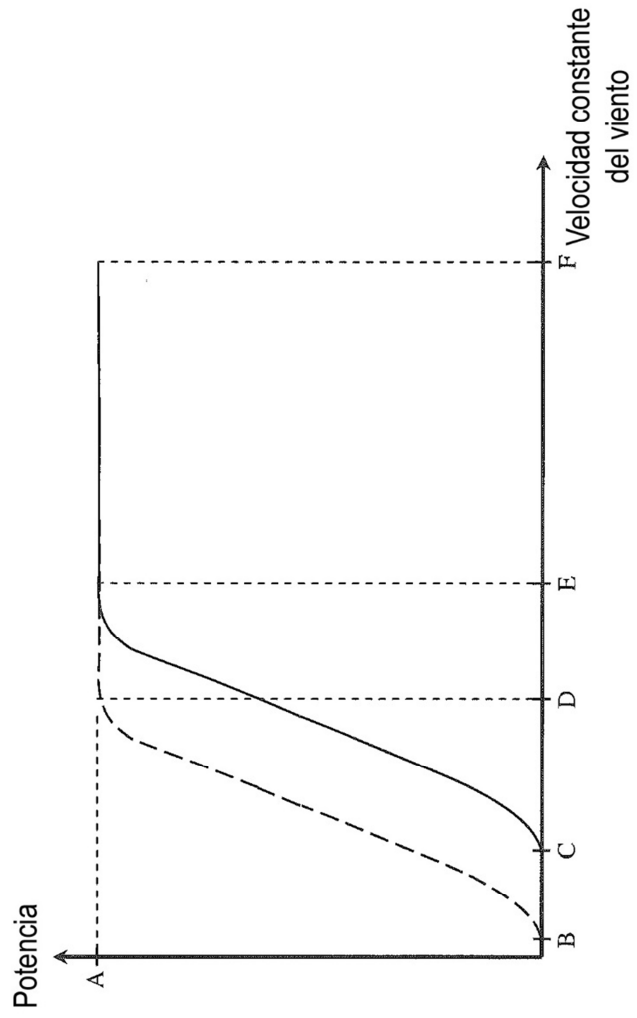


Fig. 8

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10 • WO 2004011801 A

• SU 1048158 A