

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 448**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 7/04** (2006.01)

**F03B 3/12** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2012 PCT/GB2012/051812**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.01.2013 WO13014463**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2012 E 12753194 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2783102**

54 Título: **Pala de turbina**

30 Prioridad:

**26.07.2011 GB 201112844**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.02.2017**

73 Titular/es:

**ABU AL-RUBB, KHALIL (100.0%)**  
**Salwa Road c/o KBAS Co. P.O. Box 2599**  
**Doha, QA**

72 Inventor/es:

**ABU AL-RUBB, KHALIL**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Luis Alfonso**

**ES 2 602 448 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**

Pala de turbina

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

Las realizaciones de la invención hacen referencia a una pala para ser utilizada en turbinas y, en concreto, en turbinas eólicas.

10 **ANTECEDENTES**

15 A medida que se entienden y aprecian mejor los peligros y el impacto medioambiental de la generación de energía tradicional mediante carbón, petróleo, gas y energía nuclear, existe un deseo cada vez mayor de formas alternativas de generación de energía. En los últimos años, uno de los procedimientos de generación de energía alternativos de más éxito ha sido la energía eólica. Existen muchas disposiciones conocidas diferentes para generar energía eólica, pero la mayoría se basan en el principio de disponer una turbina con palas dispuestas para girar como resultado de la fuerza del viento y de este modo generar energía.

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

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

30 Además, uno de los problemas conocidos experimentado durante la generación de energía eólica es que el dispositivo de las palas (o la parte sometida a rotación debido al viento) es sometido a fuerzas significativamente variables cuando cambia la velocidad del viento. Por tanto, es conocido, variar de manera simultánea el momento de inercia de todas las palas de un dispositivo de palas variando la disposición del peso alrededor de un eje de rotación. Dicha disposición se da a conocer en el documento WO 2004/011801, por ejemplo.

35 No obstante, dichas disposiciones conocidas varían el momento de inercia simétrica y simultáneamente alrededor del eje de rotación. Además, los medios propuestos para variar el momento de inercia dependen de disposiciones relativamente costosas y que inducen a fricción.

40 Además, las palas utilizadas en las disposiciones conocidas pueden ser pesadas, provocando desgastes en los cojinetes utilizados para soportar la rotación de las palas. El documento KR 2001 0067856 A da a conocer una pala de rotor formada por un tubo de una película delgada antibalas llena de gas helio reforzada mediante un tejido antibalas laminado sobre el tubo. El documento EP 2 138 717 da a conocer un procedimiento por el que las partes inclinadas de las palas se inclinan en base a señales de entrada filtradas.

**CARACTERÍSTICAS**

45 Según un primer aspecto, la invención da a conocer una pala para una turbina que comprende una parte de cuerpo que tiene una punta en la que la punta se puede desplazar con respecto a la parte del cuerpo para variar las propiedades aerodinámicas de la pala.

50 Desplazando la punta de la pala con respecto a la parte del cuerpo, las realizaciones de la invención pueden variar el perfil aerodinámico de la pala. Cuando las palas están montadas verticalmente con respecto al suelo, giran venciendo la fuerza de la gravedad durante la mitad de la rotación. En dichas circunstancias, un pequeño cambio en el perfil aerodinámico de la pala puede contrarrestar la fuerza de la gravedad, reduciendo así de manera significativa la fuerza requerida para elevar la pala contra la gravedad. Esto proporciona una turbina eólica más eficiente al incorporar dichas palas.

55 La pala comprende, además, una bisagra que conecta la punta a la parte del cuerpo. En dichas realizaciones, la punta está articulada alrededor de la bisagra.

60 La pala puede comprender, además, un dispositivo de accionamiento para desplazar la punta con respecto a la parte del cuerpo. En una realización, el dispositivo de accionamiento puede comprender un motor y un sistema de poleas o un engranaje de tornillo sinfín u otro dispositivo de accionamiento mecánico, eléctrico o hidráulico.

65 Según la invención, el dispositivo de palas comprende una serie de palas según se ha descrito dispuestas para girar alrededor de un eje, comprendiendo además el dispositivo de palas un sensor para determinar una posición de rotación de una de las palas seleccionada con respecto al eje y, dependiendo de la posición, desplazar la punta de la pala seleccionada con respecto a la parte del cuerpo de la pala seleccionada.

- 5 El dispositivo de accionamiento puede estar conectado al sensor, en cuyo caso el dispositivo de accionamiento puede desplazar la punta con respecto a la parte del cuerpo para modificar el perfil aerodinámico de la pala seleccionada para ayudar al movimiento de rotación de la pala.
- 10 El dispositivo de accionamiento puede desplazar la punta a una primera posición cuando la pala está sometida a un movimiento descendente y desplazar la punta a una segunda posición cuando la pala está sometida a un movimiento ascendente.
- 15 El perfil aerodinámico de la pala con la punta en la primera posición puede ayudar a la rotación descendente de la pala alrededor del eje.
- El perfil aerodinámico de la pala con la punta en la segunda posición puede ayudar al movimiento ascendente de la pala alrededor del eje.
- 20 Según un aspecto adicional, la invención da a conocer un procedimiento de funcionamiento de una pala para una turbina que tiene una parte de cuerpo y una punta, comprendiendo el procedimiento el desplazamiento de la punta con respecto a la parte del cuerpo para variar las propiedades aerodinámicas de la pala.
- Una bisagra conecta la punta a la parte del cuerpo.
- El procedimiento puede comprender, además, disponer un dispositivo de accionamiento para desplazar la punta con respecto a la parte del cuerpo.
- 25 El dispositivo de accionamiento puede comprender un motor y un sistema de poleas. El dispositivo de accionamiento puede comprender cualquier sistema mecánico, hidráulico o eléctrico que funcione de la manera indicada. En una realización, el dispositivo de accionamiento es un engranaje de tornillo sinfín.
- 30 La invención da a conocer un procedimiento para controlar un dispositivo de palas que comprende una serie de palas, según se han descrito, dispuestas para girar alrededor de un eje, comprendiendo el procedimiento, además, disponer un sensor para determinar la posición de rotación de una pala seleccionada con respecto al eje, comprendiendo el procedimiento, además, el desplazamiento de la punta de la pala seleccionada con respecto a la parte del cuerpo de la pala seleccionada dependiendo de la posición de la pala seleccionada alrededor del eje.
- 35 El dispositivo de accionamiento puede estar conectado al sensor y el procedimiento puede comprender la utilización del dispositivo de accionamiento para desplazar la punta con respecto a la parte del cuerpo para modificar el perfil aerodinámico de la pala seleccionada y así ayudar al movimiento de rotación de la pala.
- 40 El procedimiento comprende, además, la utilización del dispositivo de accionamiento para desplazar la punta a una primera posición cuando la pala está sometida a un movimiento descendente y el desplazamiento de la punta a una segunda posición cuando la pala está sometida a un movimiento ascendente.
- 45 El perfil aerodinámico de la pala con la punta en la primera posición puede ayudar a la rotación en sentido descendente de la pala alrededor del eje.
- El perfil aerodinámico de la pala con la punta en la segunda posición puede ayudar al movimiento ascendente de la pala alrededor del eje.
- 50 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS
- Las realizaciones de ejemplo de la invención se describen a continuación con referencia a los diagramas adjuntos que no están dibujados a escala y en los que:
- 55 la figura 1 es un diagrama esquemático de una pala;
- la figura 2 es una disposición esquemática de una pala;
- la figura 3 es una ilustración esquemática de una pala;
- 60 la figura 4 es una ilustración esquemática de una pala según la invención en una primera configuración;
- la figura 5 es una ilustración esquemática de la pala de la figura 4 en una configuración adicional;
- 65 la figura 6 es una ilustración esquemática de la pala de la figura 4 en una configuración adicional; y
- la figura 7 es una ilustración esquemática de un dispositivo de la pala según la invención.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES DE EJEMPLO

- 5 La figura 1 muestra una pala -10- según una realización que no forma parte de la invención. La pala -10- comprende una estructura -24- fabricada a partir de los puntales -16- y -20- conectados por los travesaños -14-. El puntal -16- está situado a lo largo de un borde de la pala -20- correspondiente al borde delantero (en otras palabras el borde que establece contacto primero con el fluido a través del cual pasa la pala cuando gira). El puntal -20- corresponde al borde posterior de la pala -10- (en otras palabras, el borde posterior del movimiento de la pala -10- cuando gira).
- 10 La pala -10- comprende, además, una vela -12- fijada a la estructura -24- por medio de una serie de cuerdas -18-. En la realización mostrada en la figura 1, la vela -12- está conectada a la estructura -24- mediante las cuerdas -18- acopladas entre los bordes de la vela -12- y el puntal -16- del borde delantero y el puntal -20- del borde posterior, así como un cierto número de cuerdas -18- fijadas entre el borde de la punta -26- de la vela y un puntal -28- de la punta de la estructura -24-. En una realización alternativa, la vela -12- está conectada a la estructura -24- mediante ganchos u otros medios de conexión mecánicos o químicos.
- 15 En cada una de las realizaciones mostradas y descritas, en las que una vela está conectada a una estructura, la vela se muestra estando conectada únicamente a un lado de la estructura (la parte posterior, con referencia a los dibujos). No obstante, se debe entender que las realizaciones de la invención pueden disponer una vela que cubre ambos lados de la estructura, en cuyo caso la estructura no sería normalmente visible. Realizaciones adicionales tienen dos velas conectadas a los lados del anverso de la estructura.
- 20 En la realización mostrada en la figura 1, el puntal -16- es hueco y ha sido llenado con helio. La pala -10- está diseñada para ser desplegada en el aire y girar mediante la acción del viento sobre la vela -12-. El puntal -16- corresponde al borde delantero de la pala y, en la realización mostrada, corresponde al elemento estructural más largo de la estructura -24-. Según esta realización, solamente un único elemento estructural de la estructura -24- se llena con helio. En este caso, disponiendo el elemento estructural más largo lleno de helio, se consigue la mayor flotabilidad con la menor ingeniería implicada en asegurar que el elemento estructural determinado sea hermético.
- 25 Tal como se ha indicado, la pala pretende desplegarse en el aire y, dado que el helio es menos denso que el aire, el puntal -16- contribuirá a la flotabilidad de la pala -10-. En realizaciones adicionales, se pueden utilizar fluidos distintos del helio para llenar el elemento flotante. La eficacia funcional y la rentabilidad del fluido utilizado dependerá del fluido en el que se coloca la pala. En un ejemplo adicional, se pretende colocar la pala en agua, en cuyo caso el elemento flotante se llena de aire, que es más barato que el helio pero que, sin embargo, contribuye a la flotabilidad de la pala en dicho entorno.
- 30 En la realización mostrada en la figura 1, solamente se llena con helio un único elemento estructural de la estructura -24-, el puntal -16-, lo que forma así un elemento flotante. En una realización adicional, se pueden llenar dos o más elementos estructurales de la estructura -24- con helio u otro fluido. Por ejemplo, con referencia a la figura, ambos puntales -16- y -20- pueden ser llenados con helio. Aunque esto proporcionará una mayor flotabilidad, requiere que cada elemento estructural a llenar con helio sea diseñado para ser hermético.
- 35 En una realización adicional, toda la estructura o una parte sustancial de la misma está dispuesta como un elemento continuo, lleno de gas.
- 40 Disponiendo un elemento estructural que añade rigidez (rigidez estructural) y flotabilidad a la pala, la función de soporte así como la función de flotabilidad son asumidas por el mismo elemento. Esto es sustancialmente más rentable y eficiente que las palas conocidas.
- 45 No obstante, se debe observar que la disposición de flotabilidad no es esencial, siempre que el elemento estructural esté dotado de un espacio cerrado bajo presión. La presurización proporciona una rigidez añadida que se añade a la integridad estructural del elemento mientras que no contribuye significativamente al peso. Esto se puede aplicar a cualquiera de los elementos estructurales mostrados en la figura 1.
- 50 Los elementos estructurales pueden ser fabricados a partir de fibra de carbono, fibra de vidrio, aluminio o cualquier otro material ligero e impermeable.
- 55 En ciertas realizaciones, los elementos estructurales están dispuestos de manera que están divididos. Esto facilita el transporte y la construcción in situ.
- 60 La figura 2 muestra una pala -40- según una realización adicional que no forma parte de la invención. La pala -40- comprende una estructura -54- a la que se fija una vela -42- mediante las cuerdas -50-. La estructura -54- comprende un cierto número de travesaños -44- fijados entre sí. En lugar de travesaños, pueden utilizarse cables tensados, alambres o cualquier elemento estructural. De manera alternativa, se puede utilizar una construcción de palas eólicas de fibra de vidrio (o de otro material) conocido. En un extremo inferior de la pala, (medido con referencia a la rotación de la pala, el lado de la pala que se indica con número -54- en la figura 2) se dispone un
- 65

elemento estructural -52- conectado a uno de los travesaños -44-. De manera similar, en la parte de la punta (también medida con respecto a la rotación de la pala -40- durante su funcionamiento) se conecta un elemento estructural -58- fijado a un travesaño -44-.

- 5 El borde delantero de la pala -56- tiene un cable -46- que recorre toda su longitud y está fijado a la estructura -54-. Además, en el borde posterior -59-, la pala -40- comprende un cable -48- también fijado a la estructura -54-.

10 En la realización de la figura 2, los cables -46- y -48- proporcionan cada uno una estructura plegable. Además, cada uno de los cables -46- y -48- proporciona un refuerzo de poco peso a la estructura -54-, reduciendo significativamente el peso de la estructura -54- con respecto a estructuras similares que utilizan estructuras rígidas en los bordes delantero y posterior. Además, las estructuras plegables tal como los cables pueden embalsarse y transportarse fácilmente en comparación con elementos estructurales más largos. Por tanto, las realizaciones de la invención son adecuadas para ser transportados a zonas que son sólo accesibles mediante carreteras de montaña estrechas, terreno escabroso o áreas en las que no se dispone de carreteras.

15 Aunque la realización de la figura 2 incluye dos cables, los cables -46- y -48-, unas realizaciones adicionales de la invención comprenden un único elemento plegable, que puede ser un cable.

20 La figura 3 muestra una pala -60- según una realización adicional que no forma parte de la invención. La realización mostrada en la figura 3 es similar a la pala -40- mostrada en la figura 2 y, cuando corresponda, se han utilizado numerales de referencia similares para hacer referencia a elementos similares. La estructura -54- de la pala -60- tiene una vela -66- montada sobre la misma mediante las cuerdas -50-. La vela -66-, a diferencia de la vela -42- de la pala -40- mostrada en la figura 2, no está fijada a una parte de la punta de la pala. En su lugar, la pala -60- comprende una tapa -64- sobre la punta de la pala. La tapa -64- proporciona un refuerzo adicional a la estructura -54- y protege la punta de la pala -60- contra el efecto del aire que pasa por la pala -60- que, como se comprenderá, pasa a una velocidad mayor en la punta de la pala que en cualquier otra parte a lo largo de la pala. Por tanto, la tapa -64- sirve para proteger la parte de la pala -60- más vulnerable al desgaste durante su uso. La tapa -64- puede ser fabricada de acero o fibra de vidrio. De manera alternativa, la tapa -64- puede ser una zona llena de la pala -60-.

25 Aunque la tapa de acero se muestra en combinación con los cables -46- y -48- se debe tener en cuenta que dichas tapas pueden ser utilizadas en combinación con cualesquiera palas propensas al desgaste por el uso.

30 Se muestra un aspecto adicional mediante la comparación entre la pala -60- de la figura 3 y la pala -10- de la figura 1. La pala -60- comprende una parte de base -68- en la que la vela -66- está fijada mediante las cuerdas -50- a la estructura -54-. En comparación, la pala -10- de la figura 1 incluye una parte de base -29- en la que la vela correspondiente -12- no está conectada a la estructura de soporte. Adicionalmente, el elemento -44- de esta realización puede estar dispuesto como un cable tensado. Esto proporciona una estabilidad adicional a la pala tensando una parte adicional de la pala.

35 Se comprenderá que las partes de base -29- y -68- de las palas -10- y -60- correspondientes proporcionan una contribución relativamente pequeña a la función de la pala correspondiente. La mayor parte de la acción de la pala es llevada a cabo por las partes superiores. Por tanto, se ha entendido que los ahorros tanto en peso como en materiales pueden realizarse disponiendo una pala tal como una pala -10- de la figura 1 en la que una parte de base de la estructura no soporta la vela, y la vela está limitada sustancialmente a la parte funcional de la pala -10-. Se debe entender que no es esencial disponer una vela flexible independiente. La pala puede estar dispuesta como un cuerpo único o con una parte de la pala montada sobre un armazón estructural que tiene una parte o elemento a presión o tensado teniendo todavía las ventajas expuestas en este documento.

40 Las figuras 4, 5 y 6 muestran una pala -80- según la invención. Tal como se muestra en la figura 4, la pala -80- comprende una parte de cuerpo -82- y una punta -84-. La parte de cuerpo -82- comprende una estructura de soporte fabricada con puntales de soporte -86- y una vela -88- conectada a los puntales -86- mediante las cuerdas -83-.

45 De manera similar, la punta -84- comprende una estructura de soporte fabricada con puntales de soporte -92- y una vela -94- conectada a los puntales de soporte -92- mediante las cuerdas -94-.

50 La punta -84- está conectada a la parte de cuerpo -82- por medio de una bisagra -90-. En la realización mostrada, la bisagra -90- comprende dos elementos de bisagra fijados a los puntales de soporte -92- de la parte del cuerpo -82- y a la punta -84- (los medios de fijación no se muestran en la figura 4).

55 La pala -80- comprende, además, una polea motorizada -96- conectada por medio de un cable -98- a la punta -84-. La polea motorizada -96- está montada sobre una parte de cuerpo -82-. La disposición de la polea motorizada -96- y el cable -98- se muestra mejor en la figura 5 que es una vista lateral de la pala -80-. Tal como se muestra en la figura 5, la pala -80- comprende, además, una segunda polea motorizada -102- montada sobre el lado del anverso de la parte del cuerpo -82- a una polea motorizada -96-. La polea motorizada -102- está conectada a la punta -84- mediante un cable -100-.

Las poleas motorizadas -96- y -102- controlan la tensión de los cables -98- y -100- correspondientes. Tensando el cable de la manera adecuada, las poleas motorizadas -96- y -102- pueden hacer que la punta -84- gire con respecto a la parte del cuerpo -82- a la bisagra -90-.

5 La figura 6 muestra la pala -80- cuando se ha activado la polea motorizada -96- para tensar el cable -98- para hacer que la parte de la punta -84- gire alrededor de la bisagra -90- con respecto a la parte del cuerpo -82-. Se debe entender que la articulación de la punta -84- con respecto a la parte del cuerpo -82- en la otra dirección se puede conseguir haciendo que la polea motorizada -102- tense el cable -100- mientras que, al mismo tiempo, se libera la tensión en el cable -98- mediante la activación adecuada de la polea motorizada -96-.

10 Las poleas -96- y -102- están controladas centralmente mediante un controlador, que no se muestra en las figuras 4, 5 y 6, pero el funcionamiento de las cuales se describe a continuación con referencia a la figura 7.

15 La figura 7 muestra un dispositivo de pala -120- que comprende tres palas -122-, -124- y -126-. Cada una de las palas -122-, -124- y -126- es similar a la pala -80- mostrada en las figuras 4, 5 y 6. Por tanto, la pala -122- comprende la parte de cuerpo -122b- y la punta -122a-; la pala -124- comprende la parte de cuerpo -124b- y la punta -124a-; y la pala -126- comprende la parte de cuerpo -126b- y la punta -126a-. Las palas -122-, -124- y -126- están montadas sobre un eje -130- y están dispuestas para girar alrededor del eje -130- en la dirección de la flecha -128- bajo la influencia de un viento predominante. Se debe entender que aunque las realizaciones preferentes hacen referencia a turbinas eólicas, los principios aquí descritos se pueden aplicar igualmente a palas para ser utilizadas en otras turbinas, tales como turbinas sumergidas que funcionan en el mar.

20 Haciendo referencia de nuevo a la figura 7, el dispositivo de pala -120- comprende, además, un controlador -132- que tiene un sensor -134- conectado a un eje -130-. El sensor -134- detecta la posición angular de las palas -122-, -124- y -126- alrededor del eje -130-. El controlador -132- controla la articulación de las puntas -122a-, -124a- y -126a- mediante el uso de las poleas motorizadas y los cables correspondientes de la manera descrita anteriormente con referencia a las figuras 4, 5 y 6.

25 A medida que el dispositivo de la pala -120- gira, el sensor -134- detecta la posición angular de las palas y el controlador controla el giro de las puntas. Cuando las puntas giran, se modifica el perfil aerodinámico de la pala correspondiente. Controlando el giro de las puntas dependiendo de la posición de rotación de las palas, el controlador -132- puede utilizar la fuerza del viento predominante para elevar la pala durante el movimiento ascendente. La punta vuelve a su posición original durante el movimiento descendente para asegurar que la pala mantiene su máxima eficacia.

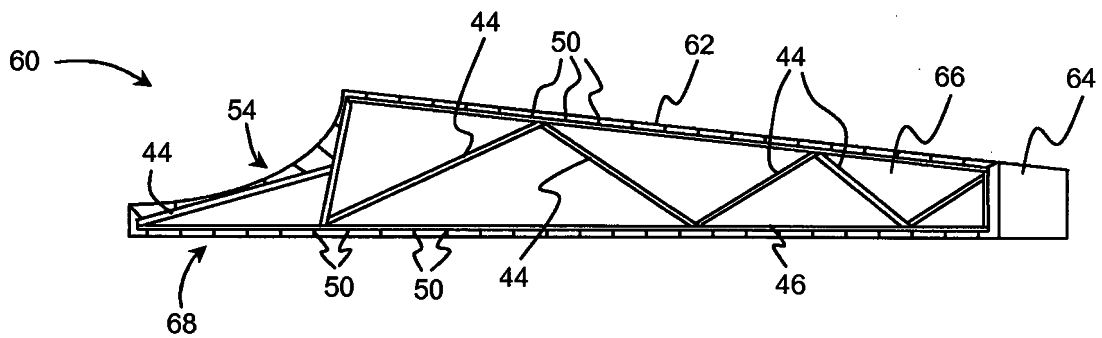
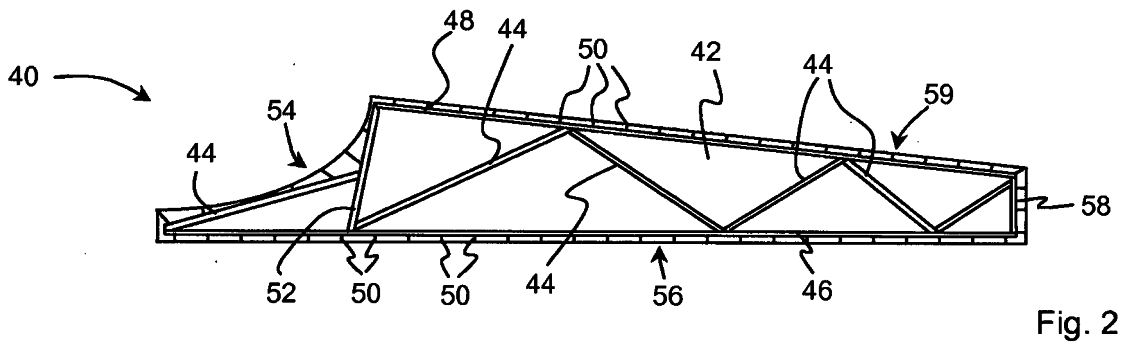
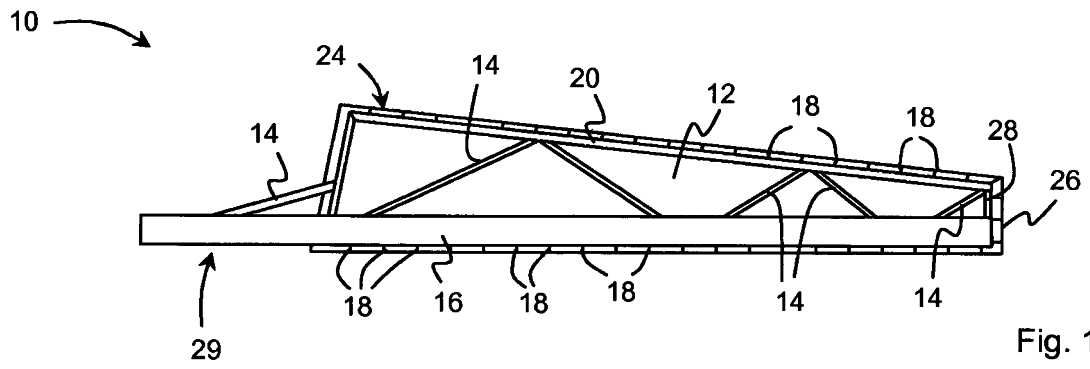
30 De esta manera, el dispositivo de la pala -120- proporciona una disposición por medio de la cual la rotación de las palas -122-, -124- y -126- alrededor del eje -130- es más eficiente que cuando se compara con una disposición similar, montada asimismo verticalmente con respecto al suelo, que no modifica los perfiles aerodinámicos de las palas independientemente de su posición de rotación.

35 En el caso de cada una de las palas -122-, -124- y -126-, cambiando la posición de la punta con respecto a la parte del cuerpo se modificará el perfil aerodinámico de dicha pala. Se debe entender que para hacerlo la punta necesita no ser muy grande en comparación con la parte del cuerpo. En una realización determinada, el área superficial de la punta es menor del 5% del área superficial de toda la pala. En otra realización adicional, el área superficial de la punta es menor del 1% del área superficial de toda la pala. En otra realización adicional más, el área superficial de la punta es menor del 1% del área superficial de toda la pala.

40 Se debe comprender que el diseño concreto de la punta y la elevación creada por la articulación de la misma con respecto a la pala dependerá de un número de factores tales como la velocidad a la que el dispositivo de la pala está diseñado para funcionar, y la viscosidad del fluido en el que se coloca el dispositivo de la pala. En cualquier caso, la forma y tamaños requeridos de la punta con respecto a la parte del cuerpo pueden ser determinados mediante prueba y error.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de pala para una turbina que comprende una serie de palas (80) dispuestas para girar alrededor de un eje;
- 5 comprendiendo las palas partes de cuerpo (82) que tienen unas puntas respectivas (84), en las que las puntas están articuladas (90) con las partes del cuerpo y pueden girar alrededor del eje de la bisagra entre una primera posición y una segunda posición para modificar las propiedades aerodinámicas de las palas, en las que dicho eje de la bisagra se encuentra en el plano de la pala y está inclinado con respecto al eje longitudinal de las palas;
- 10 comprendiendo, además, el dispositivo de la pala:
- un sensor para determinar la posición de rotación de una o varias de dichas palas seleccionadas con respecto al eje,
- 15 y,
- un dispositivo de accionamiento dispuesto para desplazar la punta de una o varias palas seleccionadas entre la primera y la segunda posiciones dependiendo de dicha posición de rotación para modificar el perfil aerodinámico de la pala seleccionada para ayudar al desplazamiento de rotación de la pala.
- 20 2. Dispositivo de pala, según la reivindicación anterior, en el que el dispositivo de accionamiento comprende un motor y un sistema de poleas (96).
3. Dispositivo de pala, según cualquier reivindicación anterior, en el que el dispositivo de accionamiento desplaza la punta a la primera posición mientras la pala es sometida a un movimiento descendente, y desplaza la punta a la segunda posición mientras la pala es sometida a un movimiento ascendente.
- 25 4. Dispositivo de pala, según cualquier reivindicación anterior, en el que el perfil aerodinámico de la pala con la punta en la primera posición ayuda a la rotación descendente de la pala alrededor del eje, y el perfil aerodinámico de la pala con la punta en la segunda posición ayuda al movimiento ascendente de la pala alrededor del eje.
- 30 5. Procedimiento de funcionamiento de un dispositivo de pala para una turbina que comprende una serie de palas (80) dispuestas para girar alrededor de un eje, y teniendo las palas una parte de cuerpo (82) y una punta (84) articuladas a la parte de cuerpo; comprendiendo el procedimiento
- 35 disponer un sensor para determinar la posición de rotación de una de dichas palas seleccionada con respecto al eje, y disponer un dispositivo de accionamiento conectado al sensor, comprendiendo, además, el procedimiento la utilización del dispositivo de accionamiento para hacer girar la punta alrededor de su eje de bisagra entre una primera posición y una segunda posición dependiendo de la posición de rotación de la pala alrededor del eje, para modificar el perfil aerodinámico de la pala y así ayudar al desplazamiento de rotación de la pala, estando dicho eje de la bisagra en el plano de la pala e inclinado con respecto al eje longitudinal de las palas.
- 40 6. Procedimiento, según la reivindicación 5, que comprende, además, la utilización del dispositivo de accionamiento para desplazar la punta a una primera posición mientras la pala es sometida a un desplazamiento descendente y desplazar la punta a una segunda posición mientras la pala es sometida a un movimiento ascendente.
- 45 7. Procedimiento, según la reivindicación 6, en el que el perfil aerodinámico de la pala con la punta en la primera posición ayuda a la rotación descendente de la pala alrededor del eje y el perfil aerodinámico de la pala con la punta en la segunda posición ayuda al movimiento ascendente de la pala alrededor del eje.





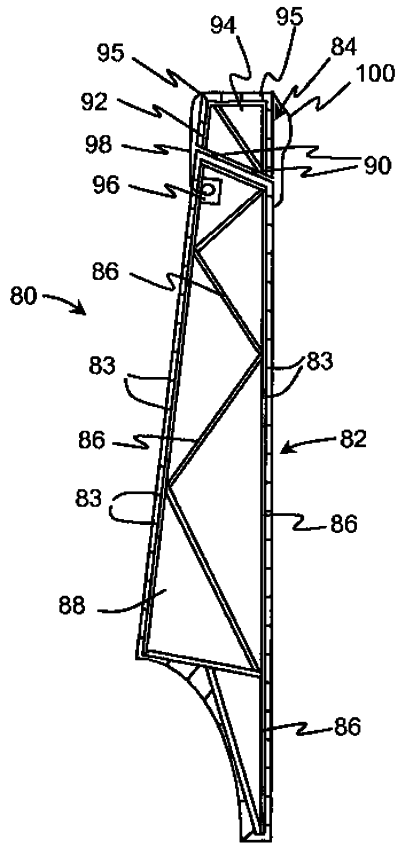


Fig. 4

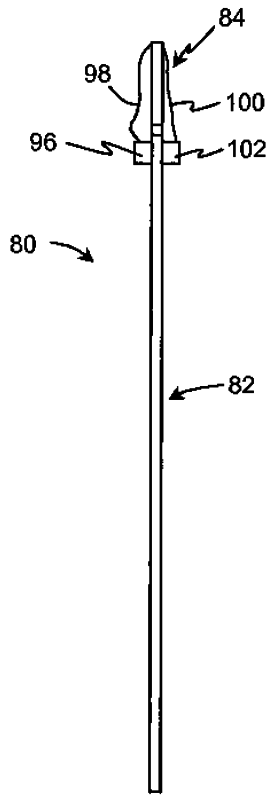


Fig. 5

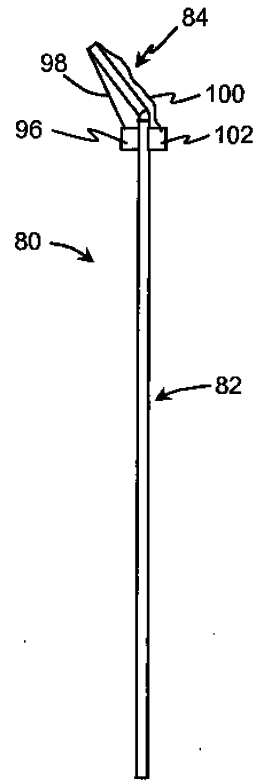


Fig. 6

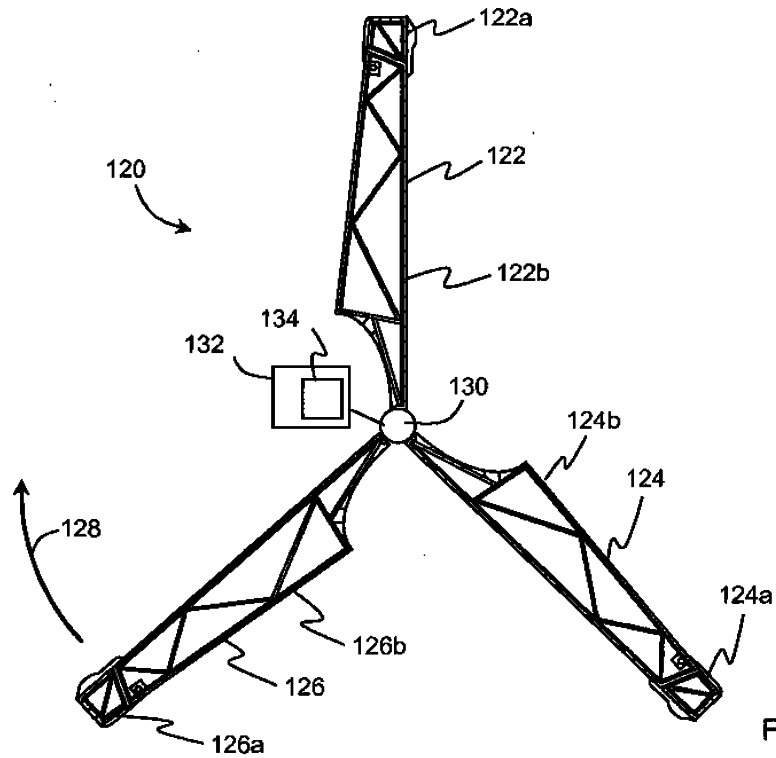


Fig. 7