

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 643**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/14** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2007 PCT/US2007/001017**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.07.2007 WO07084447**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2007 E 07717965 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 1994279**

54 Título: **Turbina eólica**

30 Prioridad:

**17.01.2006 US 333488**

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

**14.09.2017**

73 Titular/es:

**WILLIAMS, HERBERT LEHMAN (100.0%)  
109 RIVERS EDGE DR.  
EAST PALATKA, FL 32131, US**

72 Inventor/es:

**WILLIAMS, HERBERT LEHMAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 632 643 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

**Antecedentes de la invención**

5 La invención se refiere en general al campo de las turbinas impulsadas por fluido, tales como turbinas eólicas o turbinas hidráulicas, en donde se genera energía eléctrica a partir del flujo de aire o el flujo de agua a través de palas de rotor. Más particularmente, la invención se refiere a turbinas de este tipo en donde las palas se extienden desde un miembro de cubo o de árbol giratorio central hasta un miembro de anillo o de borde giratorio anular.

10 Las turbinas eólicas, también conocidas como molinos de viento, generadores eólicos, máquinas eólicas o similares, son dispositivos bien conocidos para producir energía, típicamente energía eléctrica, aprovechando la energía del viento. Las turbinas eólicas que se utilizan para generar grandes cantidades de energía son estructuras muy grandes, que se alcanzan decenas de metros y tienen palas de rotor que miden decenas de metros, estando las palas de rotor montadas en un cubo o árbol central. Se requieren grandes palas alargadas, ya que el área de barrido de la pala es proporcional a la potencia que puede producir una determinada turbina de viento. Este tamaño acarrea el problema de que cada pala debe actuar como un voladizo capaz de soportar la pala alargada, y las palas deben ser progresivamente más macizas a medida que disminuye la distancia al cubo central, para evitar que la pala se quiebre durante el uso. Aun utilizando materiales compuestos de alta tecnología, fibras de carbono y similares, se ha alcanzado un límite práctico. Por ejemplo, la mayoría de las grandes turbinas eólicas tienen tres palas, ya que se ha encontrado que ese es el diseño más eficaz. El deseo de aumentar la longitud de la pala, con el fin de capturar más viento, se ve compensado por la reducción concomitante de las revoluciones por minuto (r.p.m.) del árbol. Las menores r.p.m. requieren cajas de cambio reductoras más grandes, lo cual es indeseable. La disminución del paso de la pala para aumentar las r.p.m. reduce el par, lo cual es indeseable. Por lo tanto, los diseños de turbinas eólicas conocidos siempre tienen que hacer sacrificios para equilibrar estos factores contrapuestos.

25 Un tipo alternativo de turbina eólica incorpora un anillo o borde anular externo que está unido a las palas, de forma que las puntas de las palas ya no son autoportantes, y por lo tanto permite que las palas sean más largas. Las palas se extienden desde el cubo o árbol giratorio central hasta el borde anular y, por lo tanto, están soportadas en los dos extremos. En esta realización, también es conocido utilizar la energía de rotación del borde anular giratorio en lugar de la del cubo central, ya que el borde anular se desplaza a una velocidad mucho mayor. Se utilizan rodillos, ruedas, engranajes, imanes o similares para transferir la energía de rotación del borde a uno o más mecanismos generadores o similares. Se muestran ejemplos de tales turbinas en la patente de EE.UU. n.º 4.319.865 de Richard, la patente de EE.UU. n.º 4.330.714 de Smith, la patente de EE.UU. n.º 4.350.895 de Cook, la patente de EE.UU. n.º 4.545.729 de Storm, la patente de EE.UU. n.º 4.729.716 de Schmidt y la patente de EE.UU. n.º 6.664.655 de Vann. A menudo, las turbinas eólicas de este tipo son más pequeñas y utilizan velas en lugar de palas para aumentar el número de elementos captadores de viento, ya que el peso del borde anular añade problemas estructurales al diseño.

35 El documento EP 0016602 describe un rotor para generadores eléctricos accionados por el viento, donde las palas del rotor tienen pasos de pala fijos. La patente EP 0016602 no describe miembros de pala que tengan paso ajustable. El documento EP 0016602 tampoco describe ninguna forma de medios de montaje ajustables para miembros de cable de la pala.

40 El documento US 4204796 describe un aparato accionado por viento que tiene un rotor que, durante su uso, gira alrededor de un eje vertical. El documento US 2855179 describe una turbina de cerámica de alta temperatura que tiene álabes espaciados circunferencialmente.

45 El documento US 4276033 se refiere a un sistema de navegación a vela que comprende un bastidor de montaje unido a una vela convexa circular; el documento US 4319865 describe un molino de viento que comprende una rueda de viento autorreguladora; y el documento US 243169 se refiere a un molino de viento construido con velas. El sistema de navegación a vela y los molinos de viento de los documentos US 4276033, US 4319865 y US 243169 comprenden todos ellos velas en lugar de palas.

50 Es un objeto de esta invención proporcionar una turbina eólica o turbina hidráulica de alta eficacia que permita maximizar características estructurales deseables, tales como longitud de pala incrementada, número de palas incrementado, peso de pala reducido, coste de materiales rebajado, r.p.m. incrementadas, par incrementado, ruido reducido y control variable del paso de pala, entre otros. Es un objeto adicional proporcionar una turbina de este tipo en la que se reduzca el peso de las palas por el hecho de estructurar cada pala como un material de cubierta o laminar relativamente ligero, dispuesto sobre una pluralidad de miembros de cable que se extienden desde un cubo o árbol giratorio central hasta un borde anular externo, donde los miembros de cable realizan la función de soportar la cubierta de la pala y el borde anular externo. Es un objeto adicional proporcionar una turbina de este tipo donde, opcionalmente, se pueda ajustar el paso de las palas en función de las condiciones de flujo del viento.

55

**Compendio de la invención**

La invención consiste, en general, en una turbina accionada por fluido, tal como una turbina eólica o una turbina hidráulica, donde el flujo de aire o el flujo de agua hacen girar un elemento de rotor en torno a un miembro de árbol o de cubo central, con lo cual la energía de rotación genera energía eléctrica o similar, y donde el elemento de rotor comprende una pluralidad de miembros de pala que se extienden desde el miembro de cubo central giratorio hasta un miembro de borde anular giratorio. Los miembros de pala comprenden cada uno una pluralidad de miembros de cable o de riostra similares que se extienden desde el miembro de cubo hasta el miembro de borde y un miembro de lámina o cubierta relativamente ligero dispuesto sobre los miembros de cable, con lo cual el miembro de lámina soportado por los miembros de cable define un área de superficie deflectante relativamente grande, de forma que cuando el viento o el agua en movimiento golpean los miembros de cubierta, las palas y los miembros de borde y de cubo giran. Los miembros de cubierta realizan la función de desviar el fluido, y los miembros de cable en tensión realizan la función de soportar los miembros de cubierta y los miembros de borde.

La energía de rotación creada por el elemento de rotor puede ser transferida desde el miembro de cubo central, pero preferiblemente es transferida desde el miembro de borde anular, ya que el miembro de borde gira a mayor velocidad que el miembro de cubo. La transferencia de energía de rotación desde el miembro de borde a medios generadores eléctricos se puede efectuar de diversas maneras conocidas, por ejemplo con rodillos, ruedas, engranajes, imanes o similares.

Los miembros de cable pueden estar montados en el miembro de cubo y el miembro de borde con diversas configuraciones y en distinto número, de forma que los cables pueden estar unidos con un diseño lineal, curvo o tridimensional al miembro de cubo y al miembro de borde, de forma que se puedan escoger la configuración superficial y el paso del miembro de pala al objeto de maximizar la eficacia. En una realización, los puntos de unión para los miembros de cable pueden ser móviles, de forma que se puedan escoger configuraciones y pasos alternativos, ya sea individualmente o como un conjunto, en respuesta a condiciones de viento cambiantes.

La invención consiste en una turbina de fluido accionada por viento o por agua que comprende un conjunto de rotor que comprende un miembro de cubo central giratorio y un miembro de borde anular giratorio, estando dicho miembro de borde unido a dicho cubo por una pluralidad de miembros de pala; comprendiendo cada uno de dichos miembros de pala más de dos miembros de cable y un miembro de cubierta dispuesto sobre el mismo y que engloba dichos miembros de cable, donde dichos miembros de cable están unidos a dicho miembro de borde y a dicho miembro de cubo, y donde dicho miembro de cubierta y dichos miembros de cable, combinadamente, definen una configuración tridimensional con ocupación de volumen, predeterminada, para dicho miembro de pala, de forma que una fuerza de fluido en movimiento desvía dichos miembros de cubierta, provocando la rotación de dicho conjunto de rotor.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista lateral de la invención, con una de las palas mostrada parcialmente expuesta, para descubrir los miembros de cable que se extienden desde el cubo hasta el borde.

La figura 2 es una vista frontal parcial del miembro de rotor, también con una de las palas mostrada parcialmente expuesta.

La figura 3 muestra miembros de cable unidos al cubo en una configuración lineal.

La figura 4 muestra miembros de cable unidos al cubo en una configuración curva.

La figura 5 muestra miembros de cable unidos al cubo en una configuración tridimensional.

La figura 6 muestra miembros de cable unidos a un medio de montaje de cable ajustable que está conectado al cubo de forma que permite modificar la posición de los miembros de cable, y por lo tanto el paso de los miembros de pala, con respecto a las condiciones de viento.

La figura 7 muestra miembros de cable unidos a un medio de montaje de cable ajustable que está conectado al borde anular de forma que permite modificar la posición de los miembros de cable, y por lo tanto el paso de los miembros de pala, con respecto a las condiciones de viento.

La figura 8 es una vista en sección transversal de la forma fija de la pala de la figura 3.

La figura 9 es una vista en sección transversal de la forma fija de la pala de la figura 4.

La figura 10 es una vista en sección transversal de la forma fija de la pala de la figura 5.

**Descripción detallada de la invención**

Haciendo referencia a los dibujos, se describirá ahora en detalle la invención con respecto al mejor modo y la realización preferida. En un sentido amplio, la invención consiste en una turbina accionada por fluido, tal como una

turbina eólica o una turbina hidráulica, donde el flujo de aire o el flujo de agua hacen girar un elemento de rotor en torno a un miembro de árbol o de cubo central, con lo cual la energía de rotación genera energía eléctrica o similar, y donde el elemento de rotor comprende una pluralidad de miembros de pala que se extienden desde el miembro de cubo central giratorio hasta un miembro de borde anular giratorio. Para simplificar, en la presente memoria se describirá la invención empleando el viento como medio fluido, pero debe entenderse que la invención funciona asimismo con un líquido, tal como el agua, en movimiento.

Como se muestra en las figuras 1 y 2, la invención consiste en una turbina 10 que comprende un conjunto 20 de rotor montado sobre un medio de soporte fijo, que se muestra de manera que comprende un miembro 11 de base y un miembro 12 de torre, con lo cual el conjunto 20 de rotor está dispuesto para que tenga un eje de rotación generalmente horizontal con el fin de capturar viento que pase a través de la superficie de suelo. La turbina 10 puede tener cualquier tamaño, y la estructura descrita en la presente memoria es adecuada para turbinas muy grandes, donde el diámetro del conjunto 20 de rotor puede medir decenas de metros.

El conjunto 20 de rotor comprende un miembro 21 de cubo o de árbol giratorio central montado en el miembro 12 de torre de forma que el conjunto 20 de rotor puede girar con relación a los medios de soporte fijos. El conjunto 20 de rotor comprende además un miembro 22 de anillo o de borde externo o periférico, estando el miembro 22 de borde unido al miembro 21 de cubo central por una pluralidad de miembros 23 de pala o, más específicamente, miembros 24 de cable internos que comprenden los miembros 23 de pala, siendo los miembros 23 de pala los medios para capturar la energía del viento y traducir esa energía a movimiento de rotación.

Los miembros 23 de pala comprenden cada uno agrupaciones de más de dos miembros 24 de cable o de riostra similares tensados, que se extienden desde el miembro 21 de cubo hasta el miembro 22 de borde, y un miembro 25 de lámina o de cubierta, relativamente ligero, dispuesto sobre, y encerrando o englobando, los miembros 24 de cable, con lo cual el miembro 25 de cubierta, soportado por los miembros 24 de cable, define la curva compleja predeterminada del miembro 23 de pala tridimensional que ocupa un volumen en el espacio y que tiene un área de superficie deflectante relativamente grande, de forma que cuando el viento o el agua que fluye golpean los miembros 25 de cubierta, los miembros 23 de pala, el miembro 22 de borde y el miembro 21 de cubo giran. La configuración del miembro 23 de pala está fijada y controlada, y no es libre de ondularse o relajarse a la manera de una vela. Los miembros 23 de cable pueden estar compuestos de diversos materiales que tengan propiedades de resistencia y no elásticas adecuadas, tales como metal, materiales sintéticos, Kevlar, etc. El miembro 25 de cubierta puede estar compuesto de distintos materiales ligeros tales como, por ejemplo, tela, láminas de material sintético, materiales compuestos epoxídicos, etc., ya que al miembro 25 de cubierta no se le exige que proporcione ningún soporte estructural al conjunto 20 de rotor, y actúa solamente como superficie deflectante frente al viento.

Los miembros 24 de cable que se extienden desde el miembro 21 de cubo hasta el miembro 22 de borde pueden estar alineados u orientados con diversas configuraciones, definiendo la alineación de unión de los miembros 24 de cable la forma general de los miembros 23 de pala. Los miembros 24 de cable pueden estar alineados sobre el miembro 21 de cubo en una configuración lineal, como se muestra en las figuras 3 y 8, en una configuración curva, como se muestra en las figuras 4 y 9, o en una configuración tridimensional, como se muestra en las figuras 5 y 10. De manera análoga, los miembros 24 de cable están unidos al interior del miembro 22 de borde. La alineación de unión de los miembros 24 de cable al miembro 21 de cubo y al miembro 22 de borde puede ser la misma o distinta con respecto al paso, la distancia de separación, la configuración, etc. De esta manera, se pueden obtener un número infinito de configuraciones de curvas complejas de sección transversal para el miembro 23 de pala, variando la configuración de unión de los miembros 24 de cable, de forma que se pueda conseguir una forma óptima para la eficacia del miembro 23 de pala con respecto al tamaño del conjunto 20 de rotor, las condiciones de viento esperadas, etc.

En una realización alternativa, los miembros 23 de cable pueden estar montados en un medio 26 de montaje de cable ajustable que está montado de forma móvil en el miembro 21 de cubo, como se muestra en la figura 6, y/o en el miembro 22 de borde, como se muestra en la figura 7. Los medios 26 de montaje de cable ajustables pueden ser un miembro pivotante relativamente simple como se muestra, o bien pueden implicar mecanismos más complicados para mover los miembros 24 de cable, ya sea individualmente o como un conjunto. Utilizando un medio 26 de montaje de cable ajustable, se pueden ajustar el paso y la forma de los miembros 23 de pala para conseguir una eficacia óptima dependiendo de las condiciones de viento.

En una realización, la energía de rotación del conjunto 20 de rotor puede transferirse a medios generadores 30 a través del miembro 21 de cubo central giratorio. Tales sistemas son bien conocidos. Sin embargo, se prefiere que la energía de rotación del conjunto de rotor se transfiera a los medios generadores 30 a través de miembros 31 de rueda que están dispuestos en contacto con el miembro 22 de borde anular giratorio, como se muestra en las figuras 1 y 2. Los miembros 31 de rueda pueden comprender ruedas, engranajes de rodillos, etc. En una realización alternativa, la energía de rotación del conjunto de rotor se transfiere a través de una combinación de imanes y bobinas. Se prefiere transferir la energía desde el miembro 22 de borde, ya que la velocidad de desplazamiento del miembro 22 de borde es mucho mayor que la velocidad de desplazamiento del miembro 21 de cubo central, puesto que un punto del miembro 22 de borde recorre en cada revolución una distancia mucho mayor que un punto del miembro 21 de cubo. Esto, junto con la ligereza inherente del miembro 23 de pala, permite utilizar un número mayor de miembros 23 de pala, aumentando con ello la cantidad de aire capturado. Además, se puede aumentar

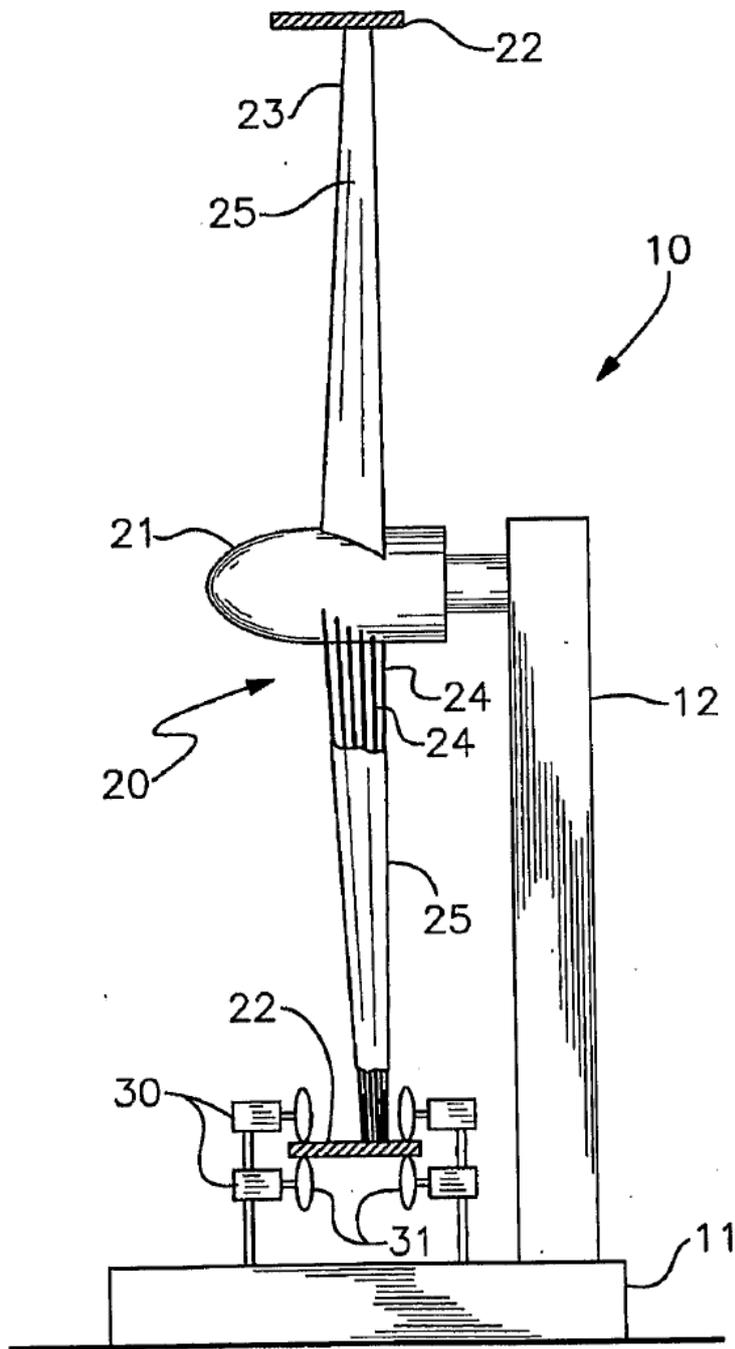
(hacer más pronunciado) o disminuir (hacer más plano) el paso de los miembros 23 de pala, para obtener la velocidad de pala deseada.

Se entiende que pueden ser obvios para los expertos en la técnica equivalentes y sustituciones de ciertos elementos expuestos en lo que antecede y, por lo tanto, el verdadero alcance y definición de la invención debe ser como se establece en las reivindicaciones siguientes.

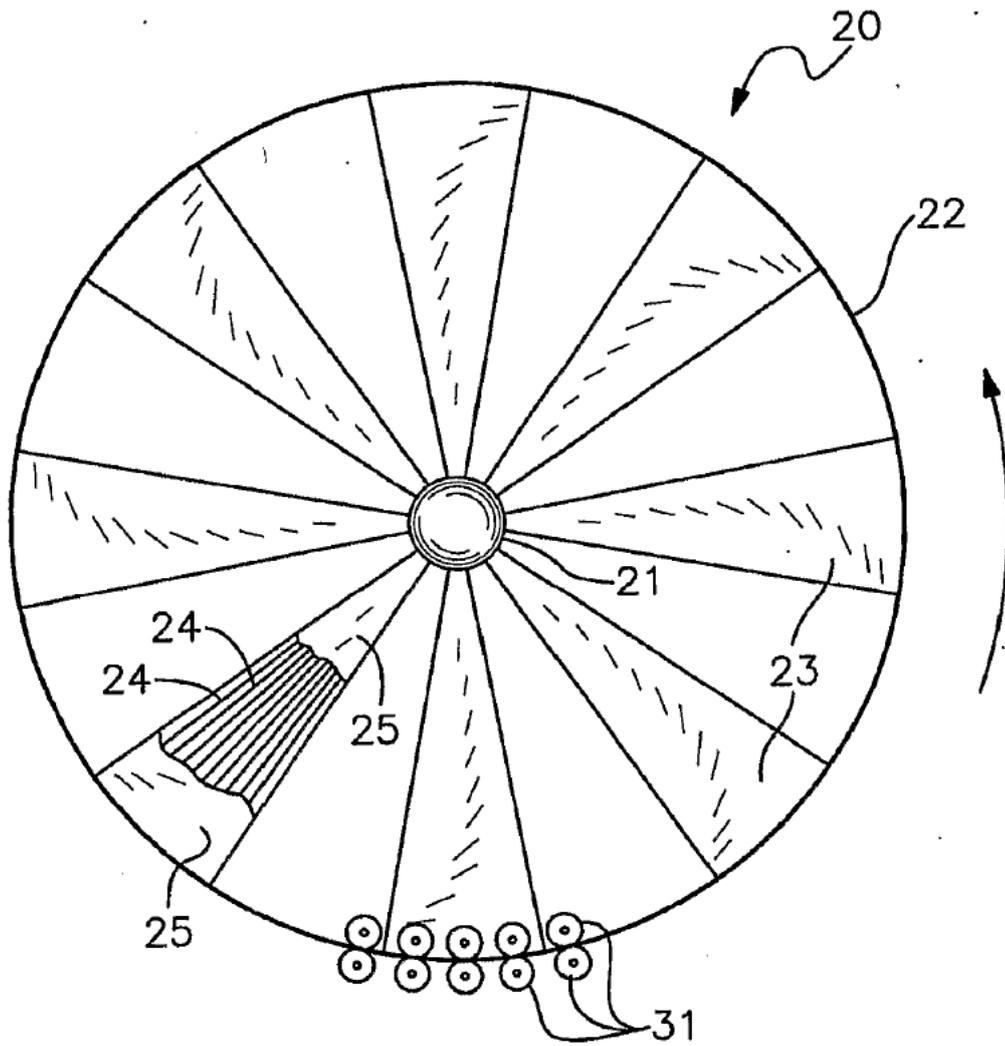
5

**REIVINDICACIONES**

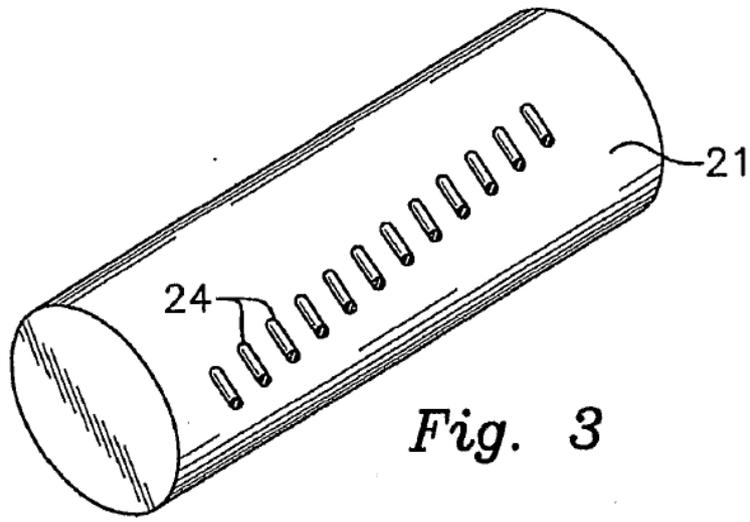
1. Una turbina (10) de fluido accionada por el viento o el agua, que comprende:
- 5 un conjunto (20) de rotor que comprende un miembro (21) de cubo central giratorio y un miembro (22) de borde anular giratorio, estando dicho miembro (22) de borde unido a dicho miembro (21) de cubo y soportado por una pluralidad de miembros (23) de pala;
- 10 comprendiendo cada uno de dichos miembros (23) de pala más de dos miembros (24) de cable y un miembro (25) de cubierta dispuesto sobre los mismos y que engloba dichos miembros (24) de cable, donde dichos miembros (24) de cable están unidos a dicho miembro (22) de borde y dicho miembro (21) de cubo, y donde dicho miembro (25) de cubierta y dichos miembros (24) de cable, combinadamente, definen una configuración tridimensional con ocupación de volumen, predeterminada, para dicho miembro (23) de pala, de forma que la fuerza de un fluido en movimiento desvía dichos miembros (25) de cubierta provocando la rotación de dicho conjunto (20) de rotor;
- caracterizado por que la turbina (10) comprende además medios ajustables (26) de montaje de cables, sirviendo los medios ajustables (26) de montaje de cables para:
- 15 unir dichos miembros (24) de cable a dicho miembro (21) de cubo de forma que sean ajustables la posición de dichos miembros (24) de cable con respecto a dicho miembro (21) de cubo y el paso de dichos miembros (23) de pala; y/o
- unir dichos miembros (24) de cable a dicho miembro (22) de borde de forma que sean ajustables la posición de dichos miembros (24) de cable con respecto a dicho miembro (22) de borde y el paso de dichos miembros (23) de pala.
- 20 2. La turbina (10) según la reivindicación 1, que comprende además medios generadores (30), y donde se transfiere fuerza de rotación desde dicho miembro (21) de cubo a dichos medios generadores (30).
3. La turbina (10) según la reivindicación 1, que comprende además medios generadores (30), y donde se transfiere fuerza de rotación desde dicho miembro (22) de borde a dichos medios generadores (30).
- 25 4. La turbina (10) según la reivindicación 3, que comprende además miembros (31) de rueda en contacto con dicho miembro (22) de borde, y donde se transfiere fuerza de rotación desde dicho miembro (22) de borde, a través de dichos miembros (31) de rueda, a dichos medios generadores (30).
5. La turbina (10) según la reivindicación 1, donde dichos miembros (24) de cable están alineados en una configuración lineal sobre dicho miembro (21) de cubo.
- 30 6. La turbina (10) según la reivindicación 1, donde dichos miembros (24) de cable están alineados en una configuración lineal sobre dicho miembro (22) de borde.
7. La turbina (10) según la reivindicación 1, donde dichos miembros (24) de cable están alineados en una configuración curva sobre dicho miembro (21) de cubo.
8. La turbina (10) según la reivindicación 1, donde dichos miembros (24) de cable están alineados en una configuración curva sobre dicho miembro (22) de borde.
- 35 9. La turbina (10) según la reivindicación 1, donde dichos miembros (24) de cable están alineados en una configuración tridimensional sobre dicho miembro (21) de cubo.
10. La turbina (10) según la reivindicación 1, donde dichos miembros (24) de cable están alineados en una configuración tridimensional sobre dicho miembro (22) de borde.



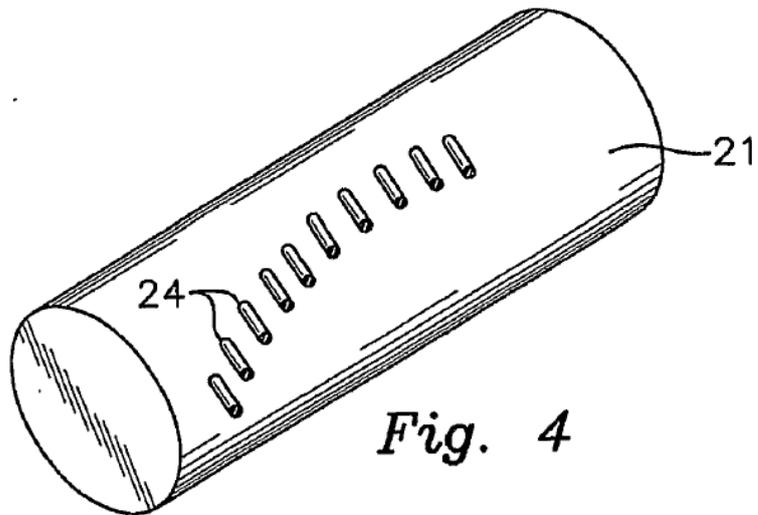
*Fig. 1*



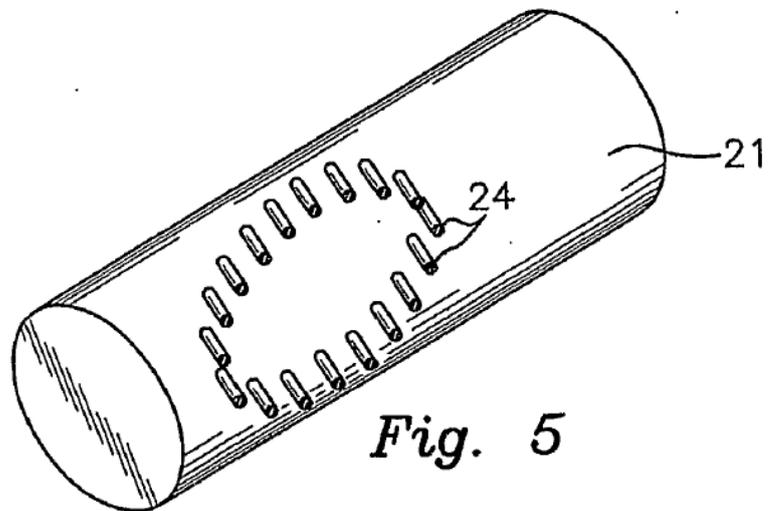
*Fig. 2*



*Fig. 3*



*Fig. 4*



*Fig. 5*

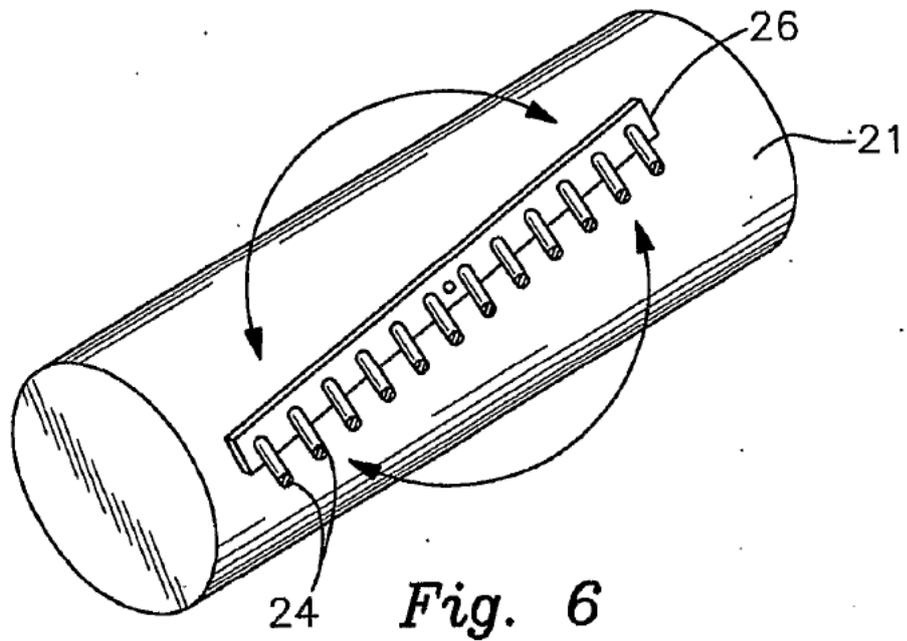
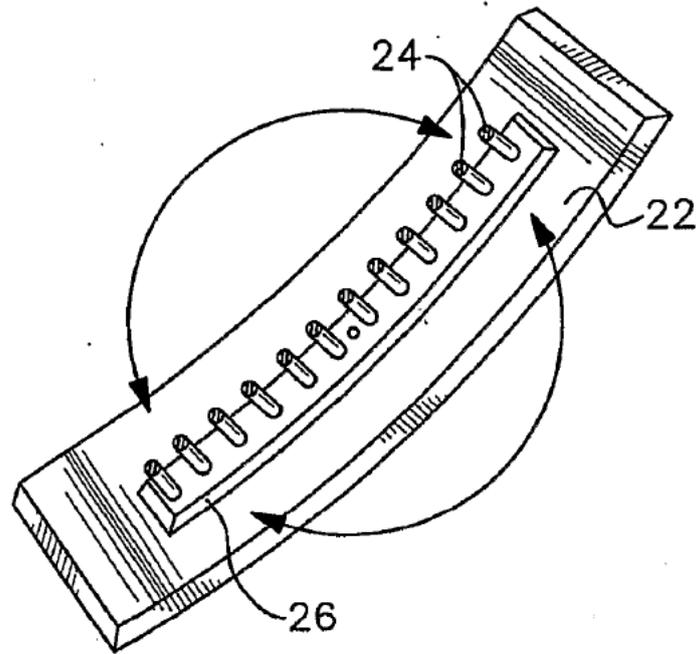
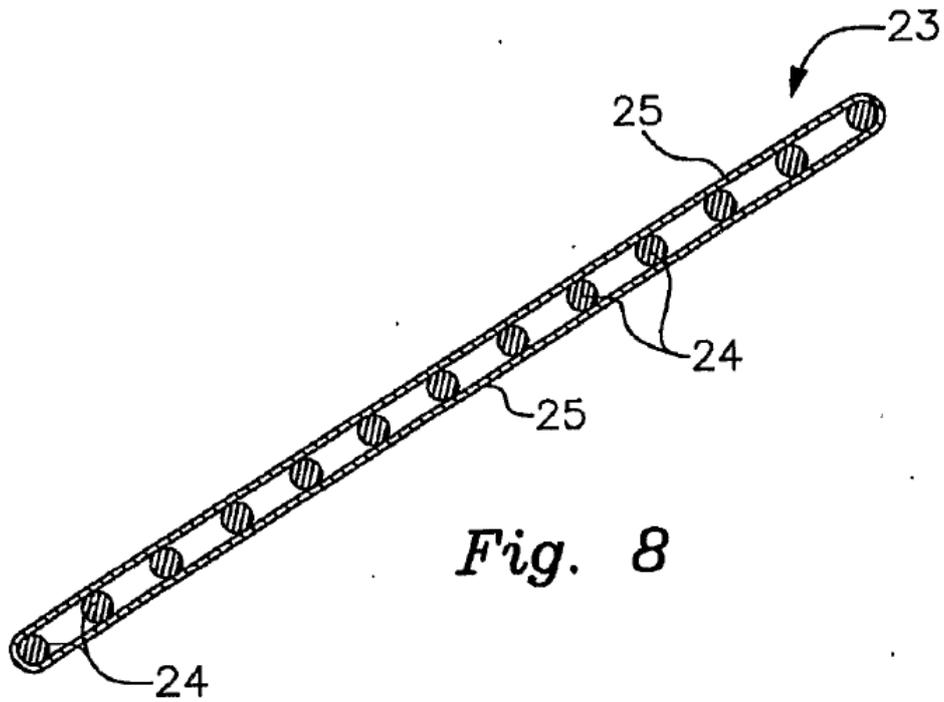
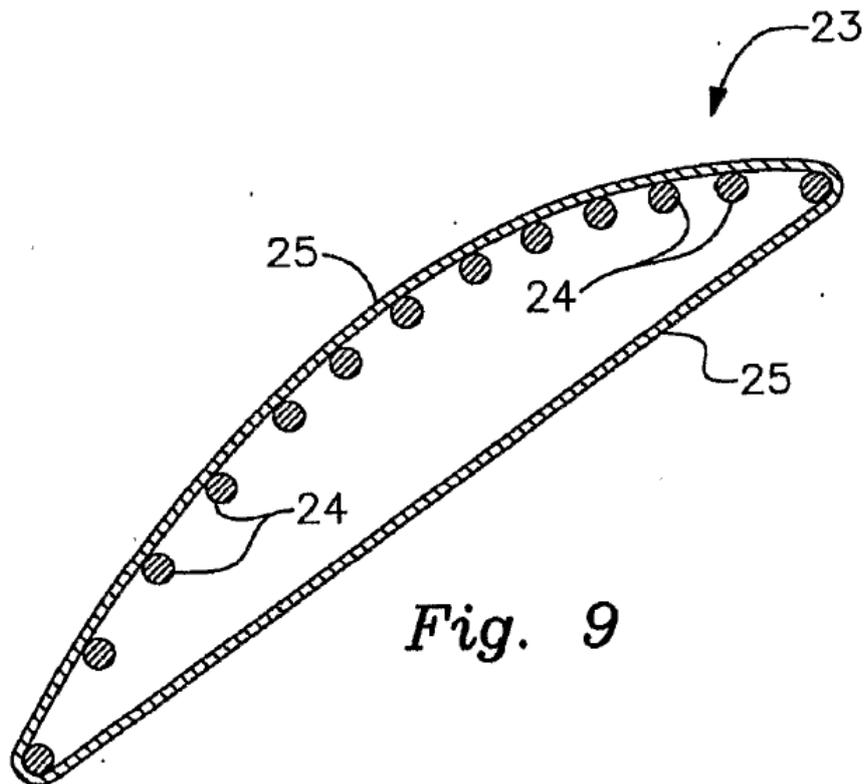


Fig. 7

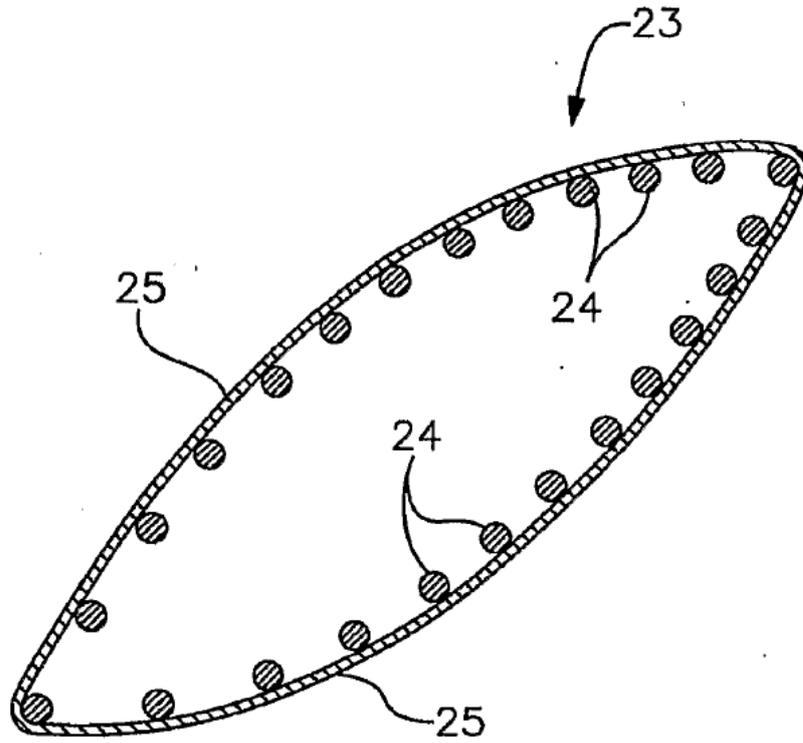




*Fig. 8*



*Fig. 9*



*Fig. 10*