

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 400**

51 Int. Cl.:

F03D 3/00 (2006.01)

F03D 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.02.2017** **PCT/EP2017/052219**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.08.2017** **WO17134145**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2017** **E 17705039 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019** **EP 3411593**

54 Título: **Turbina eólica, su uso y una paleta para usar en la turbina**

30 Prioridad:

03.02.2016 EP 16153987

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.05.2020

73 Titular/es:

JOOSTEN, WILHELMUS HELENA HENDRIKUS
(100.0%)
Brandemolen 59
5944 ND Arcen, NL

72 Inventor/es:

JOOSTEN, WILHELMUS HELENA HENDRIKUS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 763 400 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, su uso y una paleta para usar en la turbina

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una turbina eólica para convertir el viento en energía mecánica, que comprende un soporte y una paleta conectada rotativamente a dicho soporte, comprendiendo la paleta un cuerpo alargado y un receptáculo de viento que en esencia se forma como una tapa que puede articularse con respecto al cuerpo de modo que el receptáculo pueda adoptar una configuración abierta en la que la tapa está articulada lejos del cuerpo, y una configuración cerrada en la que la tapa está articulada hacia el cuerpo, teniendo la tapa una superficie externa que es la superficie que se dirige lejos del viento cuando el receptáculo toma la configuración abierta, y una superficie interna opuesta, en particular la invención, pertenece a una turbina eólica en la que la superficie interna de la tapa está provista de uno o más perfiles que sobresalen de la superficie interna y se extienden en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la paleta. La invención también se refiere al uso de la turbina eólica para convertir el viento en trabajo, y a una paleta para su uso en la turbina eólica.

Antecedentes de la invención

Las turbinas eólicas se usan comúnmente desde hace siglos para convertir el viento en trabajo. Una turbina eólica generalmente es una turbina de impulso. La turbina cambia la dirección del flujo del viento y el impulso resultante hace girar la turbina y deja al viento con energía cinética disminuida. Si la energía mecánica se utiliza para producir electricidad, el dispositivo puede llamarse generador de viento o cargador de viento. Si la energía mecánica se usa para conducir maquinaria, como para moler granos o bombear agua, el dispositivo generalmente se llama molino de viento o bomba de viento. Desarrolladas durante más de un milenio, las turbinas eólicas actuales se fabrican en una gama de tipos de eje vertical y horizontal. Las más comunes y antiguas son las turbinas de eje horizontal, en las que los ejes se posicionan en línea con la dirección del viento (es decir, la dirección en la que sopla el viento). Las turbinas más pequeñas se utilizan para aplicaciones como la carga de baterías o la energía auxiliar en barcos de vela, mientras que las grandes matrices de turbinas conectadas a la red se están convirtiendo en una fuente cada vez más grande de energía eléctrica comercial.

Uno de los desarrollos de las últimas décadas consiste en idear turbinas eólicas que sean adecuadas para bajas velocidades del viento (generalmente por debajo de 10 m/s, aproximadamente 5 Beaufort). En particular, a alturas más bajas, sobre la tierra y en presencia de edificios, la velocidad del viento es a menudo demasiado baja para extraer económicamente la energía de las turbinas eólicas comunes. Los desarrollos recientes incluyen las turbinas eólicas Darrieus (que incluyen giromill y cyclo turbine) y Savonius que pueden generar energía mecánica incluso a una velocidad del viento inferior a 5 m/s (aproximadamente 3 Beaufort). A diferencia de la turbina eólica Savonius, la Darrieus es una turbina de elevación. En lugar de recoger el viento en copas que arrastran la turbina, la Darrieus utiliza las fuerzas de elevación generadas por el viento que golpea las superficies aerodinámicas para crear rotación. Con estas turbinas, los ejes se posicionan transversalmente al viento (en oposición a "en línea" con el viento), lo que tiene la ventaja adicional de que las paletas no necesitan apuntar al viento. En la mayoría de los casos, los ejes se posicionan verticalmente (lo que explica el acrónimo comúnmente utilizado VAWT: turbina eólica de eje vertical), pero también se pueden posicionar horizontalmente siempre que el eje sea transversal al viento (TAWT, turbina eólica de eje transversal, sería por tanto un acrónimo más correcto), normalmente sustancialmente perpendicular a la dirección en que sopla el viento. Sin embargo, estas turbinas eólicas tienen varias desventajas. En primer lugar, la tasa global de conversión de energía cinética en energía mecánica de estas turbinas podría mejorarse. En segundo lugar, en particular las turbinas eólicas Darrieus no son de arranque automático. Por lo tanto, se requiere un pequeño motor accionado eléctricamente para iniciar la rotación, y luego, cuando tiene suficiente velocidad, el viento que pasa a través de los perfiles aerodinámicos comienza a generar torque y el viento impulsa el rotor. Una constitución alternativa consiste en el uso de uno o dos pequeños rotores Savonius que están montados en el árbol de la turbina Darrieus para comenzar la rotación. Sin embargo, estos rotores Savonius ralentizan la turbina Darrieus cuando se pone en marcha.

A partir del documento WO2009/153772 (Kirpitznikoff, presentado en 2008) se conoce una turbina eólica como se describe en el preámbulo (Sección del campo de la invención, aquí arriba).

A partir del documento WO2014/006075 se conoce una turbina eólica como se describe en el preámbulo, aparte del uno o más perfiles en la superficie interna de la tapa. Las paletas de esta turbina están provistas de múltiples receptáculos de viento separados y medios operables para forzar a los receptáculos a adoptar ya sea una configuración abierta o cerrada independientemente de la dirección del viento. Las ventajas de esta turbina eólica conocida consisten en que la conversión de energía es considerablemente mayor que con las turbinas eólicas más convencionales, en particular a bajas velocidades del viento. Además, debido al hecho de que los receptáculos pueden verse obligados a adoptar activamente una configuración contra las fuerzas de gravedad y/o viento, hace que la turbina requiera solo una velocidad muy baja del viento para comenzar a girar. Además de esto, al ser independiente de la dirección del viento para adoptar cualquiera de las dos configuraciones, la turbina permite lograr una conversión máxima muy alta de la fuerza del viento en movimiento.

A partir del documento CN 101737252A también se conoce una turbina eólica según el preámbulo. Esta turbina eólica se usa para encender una turbina tipo Darrieus. Sin embargo, una desventaja consiste en que, como otros VAWT, la tasa general de conversión de energía es relativamente baja.

- 5 El documento US 5,570,997 divulga una turbina eólica que tiene una paleta provista de un receptáculo de viento que se abre cuando la paleta se está desplazando en la dirección del viento y se cierra cuando la paleta se está desplazando contra la dirección del viento. De esta forma, la capacidad máxima del receptáculo de viento se usa cuando la fuerza del viento tiene que convertirse en movimiento de la paleta, mientras que el receptáculo apenas contrarresta esta conversión cuando la paleta se desplaza contra la dirección del viento. El receptáculo se abre por la acción del viento que sopla sobre la paleta y se cierra bajo la gravedad cuando esta acción del viento disminuye.

Objetivo de la invención

- 15 Un objetivo de la invención consiste en diseñar una turbina eólica que pueda tener una conversión de energía mejorada en comparación con las turbinas eólicas existentes.

Sumario de la invención

- 20 Para lograr el objetivo de la invención, se ha diseñado una turbina eólica según el preámbulo en la que la turbina de la superficie interna de la tapa está provista de uno o más perfiles que sobresalen de la superficie interna y se extienden (exclusivamente) en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la paleta, en la que la turbina se mejora aún más por el uno o más perfiles que divergen (en altura y/o ancho) hacia el sitio donde la tapa está articulada al cuerpo.

- 25 Cuando se usa este tipo de turbina, el viento puede fluir libremente sobre la superficie interna de la tapa a lo largo de uno o más perfiles sin verse obstaculizado en la dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la paleta, pero el viento está impedido en su flujo libre sobre la superficie interna de la tapa en la dirección paralela a la dirección longitudinal de la paleta. El solicitante descubrió que al proporcionar la superficie interna de la tapa con tales perfiles, es decir, al tener perfiles que se extienden a través de la superficie de la tapa, y que se extienden en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la paleta (en otras palabras, ninguno de los perfiles presentes a través de la superficie interna de la paleta se extienden en la dirección longitudinal de la paleta), la conversión de energía de la turbina como se conoce en particular a partir del documento WO2014/006075 se puede mejorar con aproximadamente 10-25 % o más. La razón de esto no está 100 % clara, pero sin limitarse a la teoría, se espera que un perfil según la invención tenga un doble efecto positivo. Al principio se cree que puede servir para ayudar a articular la tapa lejos del cuerpo de la paleta cuando la paleta se acerca a la posición en la que se desplaza completamente en la dirección del viento, es decir, la posición cuando se extiende perpendicular a la dirección del viento. Al hacer que el viento sople lateralmente contra el perfil cuando la paleta todavía se extiende por la mayor parte en la dirección del viento, esto puede ayudar a forzar la tapa para que se articule lejos del cuerpo de la paleta. De esta manera, la adición positiva a la conversión de energía al tener la tapa en la posición articulada lejos (el receptáculo está en la posición abierta, atrapa viento), se llega antes en el tiempo. Esto es positivo para la conversión de energía general. En segundo lugar, se cree que al obstaculizar el viento en su flujo libre sobre el ancho de la tapa (es decir, la dimensión de la tapa que se extiende en la dirección longitudinal de la paleta), hay un mayor arrastre y/o elevación que proporciona una conversión de energía adicional. Este podría ser un efecto comparable con el efecto que tienen los difusores de viento en la parte superior o contra la parte inferior de los autos deportivos. Con la forma divergente del uno o más perfiles, se espera que el efecto sobre la apertura de la tapa por el viento que sopla lateralmente contra el perfil se incremente aún más. Además, un perfil divergente significa que el viento se ve ligeramente obstaculizado al desplazarse sobre la superficie interna de la tapa, lo que podría conducir a un mayor arrastre y/o elevación, lo que aumenta aún más la eficacia de la turbina.

- 50 Se observa que a partir del documento EP0931933 se conoce una turbina eólica que usa tapas con perfiles. Sin embargo, esta turbina eólica conocida es del tipo de arrastre, lo que significa que los perfiles en todas y cada una de las situaciones están dirigidos a extenderse en la dirección del viento. Este principio no puede adoptarse con un molino de viento giratorio. También se observa que el documento WO2012/041961 muestra una turbina eólica que tiene tapas articuladas unidas a una paleta, teniendo las tapas en sus bordes laterales paredes verticales para crear un verdadero receptáculo de viento en forma de cubo. Esto se opone a los perfiles a través de la superficie interna como es el caso con la presente invención. Las paredes laterales en los bordes causan una gran turbulencia alrededor de los bordes y contrarrestarán la apertura automática de la tapa por el viento. El documento US 2008217925, como el documento WO2012/041961, también muestra verdaderos receptáculos de viento en forma de cubo. El cubo causa tanta turbulencia que la conversión de energía se ve influenciada negativamente. Para evitar esto, y para proporcionar un efecto positivo en la conversión de energía, es importante que los perfiles se extiendan desde la superficie interna, es decir, corran a través de esta superficie, en lugar de cerrarla lateralmente formando paredes en los bordes.

- 65 La ventaja de la presente invención consiste en que la conversión de energía podría mejorarse significativamente, incluso a bajas velocidades del viento, mediante el uso de perfiles simples. Tales perfiles tienen la ventaja de que son dispositivos pasivos, como un turbulador o elemento de rugosidad, que son estables y no requieren energía por

definición. Los elementos de control activos, como las válvulas, requieren accionadores y, por lo tanto, energía.

La presente invención también se refiere al uso de una turbina eólica como se define aquí anteriormente para convertir el viento en trabajo. Como se conoce a partir del documento WO2014/006075, la turbina actualmente mejorada podría combinarse ventajosamente con un molino de viento Darrieus. La presente invención también se refiere a una paleta provista de un receptáculo como se define aquí anteriormente.

Se observa que una turbina eólica, según la presente invención, se puede conectar operativamente a un plano de tierra, que normalmente tiene un soporte (tal como un eje giratorio o estacionario) que se extiende en una dirección vertical, pero también se puede colocar con su soporte extendiéndose en una dirección horizontal (siempre que el eje de rotación de la paleta se extienda transversal al viento), por ejemplo montando el soporte contra una pared que se extiende verticalmente. Además, la turbina se puede colocar, por ejemplo, en una balsa flotante o se puede colocar en un poste que se extiende por encima del nivel del agua.

Definiciones

Una superficie que se aleja del viento es una superficie que se enfrenta a la dirección en la que sopla el viento, en oposición a una superficie que se dirige hacia los vientos, que es una superficie que se enfrenta a la dirección de donde sopla el viento.

Un elemento que se extiende en una dirección significa que el elemento en esencia corre paralelo a dicha dirección, desviándose como máximo bajo un ángulo de 30° a esa dirección en toda su longitud, preferentemente desviando menos de 29, 28, 27, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11 o incluso menos de 10° en dicha dirección.

Un perfil que sobresale de una superficie en el sentido de la presente invención tiene una altura macroscópica de al menos 2 milímetros.

Una paleta es, generalmente, un elemento relativamente delgado, rígido y plano que, cuando se monta a lo largo de un eje, es girado por un gas o fluido que fluye a través de la paleta. Ejemplos típicos son una pala en una turbina o una vela en un molino de viento.

La configuración de un objeto es la forma determinada de la disposición de las partes del objeto en relación entre sí y en el espacio.

La dirección del viento es la dirección principal en la que sopla el viento.

Un receptáculo de viento es un elemento que puede extenderse en una dirección perpendicular a la dirección del viento para convertir la fuerza del viento en un movimiento en la dirección del viento.

Una paleta que se desplaza esencialmente en la dirección del viento significa que la paleta está convirtiendo positivamente la fuerza del viento en movimiento (desplazamiento hacia delante).

Una paleta que se desplaza esencialmente contra la dirección del viento significa que se necesita energía para forzar a la paleta a retroceder a través del viento (desplazamiento hacia atrás).

Realizaciones de la invención

En una primera realización de la turbina eólica según la invención, el uno o más perfiles tienen forma de cono, divergiendo hacia el sitio donde la tapa está articulada al cuerpo.

En otra realización de la turbina eólica según la invención, el uno o más perfiles tienen una altura máxima con respecto a la superficie interna de la tapa que es igual a al menos 1 % de la longitud de la tapa en la dirección longitudinal de la paleta. Parece que al menos la altura máxima debería alcanzar un valor mínimo para llegar a una mejora en la conversión de energía que supere los costos adicionales de producción de la turbina al agregar los perfiles. La altura máxima generalmente no es la altura que se adapta sobre la longitud completa del perfil. Cerca de la punta (extremo aguas arriba) de la tapa, es decir, el sitio más alejado del sitio en el que la tapa se articula con el cuerpo de la paleta, la altura podría incluso ser cercana o igual a cero para asegurarse de que la tapa pueda articularse completamente hacia el cuerpo de la paleta. Normalmente, cerca del sitio en el que la tapa se articula con el cuerpo de la paleta, la altura del perfil puede ser máxima sin interferir con el cierre de la tapa. En realizaciones, la altura relativa a la superficie interna de la tapa que es igual a al menos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o incluso 9 % de la longitud de la tapa en la dirección longitudinal de la paleta. En otra realización, el uno o más perfiles tienen una altura máxima con respecto a la superficie interna de la tapa que es igual al menos al 10 % de la longitud de la tapa en la dirección longitudinal de la paleta.

En otra realización más de la turbina eólica según la invención, la paleta es un cuerpo en forma de perfil

aerodinámico, estando la tapa articulada al cuerpo en una posición adyacente a un extremo aguas abajo de dicho cuerpo.

En otra realización, la paleta comprende múltiples receptáculos. Se reconoció que cuando se usan múltiples receptáculos, la libertad de operar la turbina para aumentar la conversión de energía se puede mejorar aún más. Sin embargo, lo que es más importante, se reconoció que tener múltiples receptáculos permite el uso de paletas de una longitud significativamente mayor que cuando se usa un receptáculo (grande) que se extiende sobre una longitud correspondiente de la paleta. A altas velocidades de rotación, es decir, las fuerzas generadas en la paleta cerca de la punta de la paleta son significativamente mayores que las fuerzas generadas en la paleta cerca del soporte. Al tener múltiples receptáculos independientes, se puede permitir, por ejemplo, que los receptáculos "externos" adopten una configuración que tenga una menor capacidad para convertir la fuerza del viento en movimiento, a fin de reducir el impacto mecánico en la paleta. Esto, a su vez, permite el uso de paletas más grandes, sin necesidad de construcciones mecánicas muy robustas. En una realización adicional, la paleta comprende un primer receptáculo en un sitio superior de la paleta y un segundo receptáculo en el lado inferior de la paleta. En esta realización, se puede hacer un uso casi óptimo de los receptáculos y su capacidad para convertir la energía eólica en movimiento.

En una realización alternativa, la paleta comprende múltiples receptáculos separados posicionados a lo largo de la paleta. Se reconoció que la hidrodinámica (el flujo del aire) a lo largo de la longitud de la paleta cambia considerablemente cuando se desplaza desde una posición cercana al soporte (adyacente al corazón de la turbina) hasta la punta de la paleta. Mediante el uso de receptáculos separados a lo largo de la paleta, los receptáculos pueden tener diferentes configuraciones a lo largo de la longitud de la paleta acomodados a las diferencias en hidrodinámica. En una realización adicional, un receptáculo posicionado cerca del soporte tiene una sección transversal más grande que un receptáculo posicionado más lejos del soporte. De esta manera, se puede acomodar el cambio en la velocidad absoluta de desplazamiento de las diferentes porciones a lo largo de la longitud de la paleta. Normalmente adyacente a la punta, la velocidad es tan alta que puede ser necesaria una pequeña sección transversal del receptáculo para evitar que la construcción sea muy pesada para mantener la rigidez de la paleta. Este concepto se puede aplicar para una turbina que tiene un medio diferente o incluso no tiene medios para forzar a un receptáculo a adoptar al menos una de dichas configuraciones independientemente de la dirección del viento. En particular, incluso cuando los receptáculos se abren y cierran simplemente por fuerzas del viento y la gravedad, la característica de tener múltiples receptáculos que tienen una capacidad máxima decreciente para convertir la fuerza del viento en movimiento a lo largo de la paleta se puede usar ventajosamente en una turbina eólica para permitir paletas de mayor longitud. En una realización adicional, cada uno de los múltiples receptáculos separados comprende uno o más perfiles como se define en el presente documento anteriormente.

Además, la invención se realiza en una turbina eólica que está provista de un medio operable para forzar al receptáculo a adoptar la configuración cerrada cuando la paleta se desplaza contra la dirección del viento. Al usar la presente invención, no es necesario que existan medios para forzar al receptáculo a tomar la configuración abierta cuando la paleta se desplaza en la dirección del viento. Debido a la presencia de los perfiles, la tasa de conversión de energía se mejora significativamente de todos modos, posible por la apertura más fácil y más temprana del receptáculo. Aun así, es ventajoso tener un cierre forzado del receptáculo para minimizar la pérdida de conversión de energía. Los medios que son operables para forzar al receptáculo a adoptar la configuración, pueden tener diversas realizaciones, como apreciará cualquier persona que tenga habilidad en el arte de la mecánica. Los medios se podrían constituir utilizando meras partes mecánicas, tales como palancas, barras y ruedas dentadas, árboles de levas, rieles y seguidores, opcionalmente utilizando sistemas hidráulicos, o se podrían constituir utilizando partes electromecánicas como (electro-) imanes, inductores, bobinas, etc. Desde luego se pueden usar diversas otras constituciones, en algún lugar del espectro (o incluso fuera) entre mecánica pura y electricidad pura.

Finalmente, la invención se materializa en una turbina eólica que está provista de un medio operable para forzar al receptáculo a adoptar la configuración cerrada cuando la paleta se desplaza en la dirección del viento. En esta realización, la paleta puede cerrarse, por ejemplo, cuando el viento sopla a una velocidad demasiado alta, para evitar que la turbina gire demasiado rápido.

Ejemplos

La invención se explicará ahora adicionalmente usando las siguientes figuras y ejemplos.

La figura 1 muestra una turbina eólica tal como se conoce en la técnica.

La figura 2 muestra esquemáticamente una tapa con perfiles según la presente invención.

La figura 3 es una vista lateral de la tapa de la figura 2.

La figura 4 muestra esquemáticamente una paleta de perfil aerodinámico que incorpora dos tapas según la invención.

La figura 5 muestra una configuración de múltiples tapas separadas en una paleta.

El ejemplo 1 proporciona datos con respecto a la conversión de energía usando una turbina eólica según la invención.

Figura 1

La figura 1 muestra una turbina eólica como se conoce a partir del documento WO2014/006075. La turbina comprende dos paletas 6 y 16 que forman parte de un rotor 166. La figura 1 representa medios (200, 200') operables para forzar los receptáculos 7 (que comprenden las tapas 10-14, 10'-14', 110-114 y 110'-114' respectivamente) para adoptar una configuración cerrada, incluso cuando la paleta se desplaza contra la dirección del viento V (como se muestra para la paleta izquierda 16). En esta figura, se representa una turbina eólica 1 que comprende dos paletas 6 y 16 que son sustancialmente de la misma constitución que la paleta 6 representada en la figura 2 del documento WO2014/006075. Cada paleta comprende 10 receptáculos (paleta 6: receptáculos 7 formados por las tapas 10-14 y las partes inferiores correspondientes de la paleta, así como los receptáculos formados por las tapas 10'-14' y las partes correspondientes del lado superior de la paleta 6; paleta 16: receptáculos formados por tapas 110-114 y las partes inferiores correspondientes de la paleta, así como los receptáculos formados por tapas 110'-114' y las partes correspondientes del lado superior de la paleta 16). La turbina 1 está compuesta por un primer medio 200 operable de tal manera que los receptáculos que comprenden las tapas 110-114 adopten la configuración cerrada en esencia mediante el funcionamiento de dichos medios. Estos medios 200 comprenden una primera palanca 201, que es empujada hacia abajo por una fuerza de empuje de la tapa inferior 120 que se ha movido hacia abajo debido a la gravedad y al viento que fuerza la tapa 10 hacia abajo. La fuerza hacia abajo sobre la palanca 201 se usa para empujar la palanca 202 hacia arriba. De esta manera, la tapa 110 (detrás de la paleta 16; como tal no mostrada), en virtud de la palanca 202 que actúa sobre su tapa inferior 1120 correspondiente (no mostrada), se empuja hacia arriba de modo que el receptáculo que comprende la tapa 110 toma la configuración (virtualmente) cerrada. Para convertir correctamente el movimiento de la palanca 201 a la palanca 202, los medios 200 comprenden un convertidor 204. Los medios 200 pueden girar alrededor del soporte 5 usando el cojinete 203 para moverse junto con las paletas. El convertidor 204 actúa sobre las palancas para asegurarse de que los receptáculos adopten la configuración abierta cuando una paleta se mueve en la dirección del viento V (véase, la paleta 6 en la figura 1), y la configuración cerrada cuando la paleta se mueve contra el viento V (véase, la paleta 16 en la figura 1). Para esto, el convertidor se alinea electrónicamente a la dirección del viento (no se muestra la electrónica). En una realización alternativa, el convertidor se alinea con el viento usando una paleta comúnmente conocida que se alinea automáticamente con el viento, cuya paleta a su vez está operativamente conectada al convertidor.

De la misma manera que se describe aquí anteriormente junto con los medios 200, los medios 200' correspondientes, que comprenden palancas 201' y 202', así como el convertidor 204' y el cojinete 203', se proporcionan para forzar los receptáculos en la parte superior de las paletas, que comprende las tapas 10'-14' y las tapas 110'-114' (en los que las tapas 10' y 110' están provistas de tapas inferiores 120' y 1120' respectivamente), para adoptar la configuración abierta cuando la paleta se desplaza en la dirección del viento. En consecuencia, la energía que se libera cuando las tapas 110' a 114' se cierran al actuar por la gravedad y el viento, se transfiere a través del convertidor 204' para que la palanca 201' actúe para forzar a las tapas 10'-14' a moverse hacia arriba de manera que los receptáculos correspondientes tomen la primera configuración.

Figura 2

La figura 2 muestra, esquemáticamente, una tapa 10 con perfiles 500 y 501 según la presente invención. La tapa 10 tiene un borde aguas abajo 401 adyacente al sitio 405 en el que la tapa está articulada al cuerpo de una paleta (no mostrada). La tapa tiene bordes laterales 402 y 403. La superficie interior de la tapa se indica con el número 400. A partir de esta superficie sobresalen dos perfiles divergentes 500 y 501. Estos perfiles se extienden únicamente en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la paleta, es decir, la dirección paralela al borde aguas abajo 401 de la tapa 10, así como sobresaliendo de la superficie de la tapa. Los perfiles en este caso tienen forma de cono y tienen una superficie superior redondeada. En otra realización (no mostrada), los conos tienen forma triangular y tienen dos superficies laterales planas en ángulo.

Figura 3

La figura 3 es una vista lateral de la tapa 10 de la figura 2. En esta vista se puede ver que el perfil del cono tiene su altura máxima adyacente al borde aguas abajo 401 de la tapa. La altura en este caso es del 16 % del ancho de la tapa (medida a lo largo del borde 401). En el extremo aguas arriba de la tapa, la altura del perfil es cero, como se muestra en la figura 3.

Figura 4

La figura 4 muestra, esquemáticamente, una paleta de perfil aerodinámico que incorpora dos tapas según la invención. La paleta 6 tiene una forma de perfil aerodinámico como se conoce por el documento WO2014/006075. Las tapas 10 y 10' están articuladas en la parte delantera (punta aguas abajo) del cuerpo de la paleta. Las tapas se muestran en una configuración en la que están articuladas lejos del cuerpo de la paleta, formando así un receptáculo 7 en su configuración abierta.

Figura 5

La figura 5 muestra una configuración de múltiples tapas separadas que forman una paleta. Las tapas 10 a 12 y 10' a 12' están dispuestas de la misma manera que se indica en la figura 1. Están configuradas en dos filas de tapas consecutivas, una en la parte superior de la paleta 6 y la otra en la parte inferior. Cada tapa está provista de un perfil 500 (501, 502, 500', 501', 502') que corresponde en forma al perfil de las figuras 2 y 3, que tiene una sección transversal de forma triangular. Con tal constitución, dependiendo de la velocidad del viento, se puede obtener una conversión de energía mejorada de hasta un 25 % o más con respecto a la turbina eólica como se conoce a partir del documento WO2014/006075.

Ejemplo 1

El ejemplo 1 proporciona datos con respecto a la conversión de energía usando modelos de una turbina eólica según la invención. En este ejemplo, se utilizan tres modelos diferentes de una turbina. Cada modelo comprende un soporte y está conectado al mismo una paleta que tiene un cuerpo aerodinámico con una longitud de 920 cm. Al cuerpo se conectan una fila de 5 tapas superiores contiguas separadas y 5 tapas inferiores contiguas separadas, teniendo la tapa longitudes de aproximadamente 20 cm. Esta configuración corresponde a la configuración de una paleta como se muestra en la figura 4.

El primer modelo (Modelo "0") no tiene perfiles que sobresalgan de las superficies internas de las diez tapas articuladas. El segundo modelo (modelo "1") tiene seis perfiles, distribuidos uniformemente sobre las superficies internas de las tapas (tres en la fila superior y tres en las posiciones correspondientes en la fila inferior). Los perfiles son triangulares en sección transversal, no son divergentes (tienen una sección transversal uniforme en toda su longitud) y tienen una altura uniforme de aproximadamente 3 cm. Los perfiles se extienden desde el extremo aguas arriba de las tapas hasta el extremo aguas abajo adyacente al sitio donde las tapas se articulan con respecto al cuerpo, y corren exactamente en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la paleta. El tercer modelo (modelo "2") tiene diez perfiles de la misma configuración que los del modelo "1" y también se distribuyen uniformemente sobre las superficies internas de las 10 tapas (cada tapa tiene un perfil).

En el experimento comparativo, el modelo está posicionado estáticamente y el viento a diversas velocidades de 3, 4, 5, 6 y 7 m/s se sopla contra la paleta con la tapa en posición abierta. En cada velocidad del viento, el par que proporciona la paleta (en Nm) se mide en el soporte. El par es promedio para las 5 velocidades de viento diferentes. Este número corresponde a la capacidad de conversión de energía de la paleta cuando se aplica en una turbina real. Este par promedio se mide para cada modelo estando la paleta posicionada en diferentes ángulos con respecto al viento. Un ángulo de 0° significa que la paleta es exactamente paralela al viento, un ángulo de 90° significa que la paleta es perpendicular a la dirección del viento). Los resultados se dan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1 Par promedio para paletas en diferentes ángulos con respecto al viento

Ángulo [°]	Par, Modelo 0 [Nm]	Par, Modelo 1 [Nm]	Par, Modelo 2 [Nm]
30	5,4	5,9	6,0
60	8,6	9,3	9,3
90	7,3	8,3	8,6
120	4,3	5,1	5,3
promediado	6,4	7,1	7,3

Parece que con los perfiles a través de las superficies internas de las tapas en promedio se podría obtener un aumento del 14 % en el par. El mayor aumento (23 %) se pudo obtener con la tapa que tiene 10 perfiles, cuando el ángulo con el viento era de 120°.

REIVINDICACIONES

1. Turbina eólica para convertir el viento en energía mecánica, que comprende un soporte (5) y una paleta (6, 16) conectada rotativamente a dicho soporte, comprendiendo la paleta un cuerpo alargado y un receptáculo de viento (7) que en esencia se forma como una tapa (10-14) que puede articularse con respecto al cuerpo alargado de manera que el receptáculo pueda adoptar una configuración abierta en la que la tapa está articulada lejos del cuerpo alargado, y una configuración cerrada en la que la tapa está articulada hacia el cuerpo, teniendo la tapa una superficie externa que es la superficie que se aleja del viento cuando el receptáculo toma la configuración abierta, y una superficie interna opuesta, en la que la superficie interna de la tapa está provista de uno o más más perfiles (500, 501) que sobresalen de la superficie interna y se extienden en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la paleta, **caracterizada por que** el uno o más perfiles divergen hacia el sitio donde la tapa está articulada al cuerpo.
2. Turbina eólica según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el uno o más perfiles tienen forma de cono, divergiendo hacia el sitio donde la tapa está articulada al cuerpo.
3. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el uno o más perfiles tienen una altura máxima con respecto a la superficie interna de la tapa que es igual al menos al 10 % de la longitud de la tapa en la dirección longitudinal de la paleta.
4. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el uno o más perfiles tienen una altura máxima con respecto a la superficie interna de la tapa que es igual al menos al 1 % de la longitud de la tapa en la dirección longitudinal de la paleta.
5. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la paleta es un cuerpo en forma de perfil aerodinámico, estando la tapa articulada al cuerpo en una posición adyacente a un extremo aguas abajo de dicho cuerpo.
6. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la paleta comprende múltiples receptáculos.
7. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la paleta comprende un primer receptáculo en un sitio superior de la paleta y un segundo receptáculo en el lado inferior de la paleta.
8. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la paleta comprende múltiples receptáculos separados posicionados a lo largo de la longitud de la paleta.
9. Turbina eólica según la reivindicación 8, **caracterizada por que** cada uno de los múltiples receptáculos separados comprende uno o más perfiles como se definen en la reivindicación 1.
10. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la turbina está provista de un medio que es operable para forzar al receptáculo a adoptar la configuración cerrada cuando la paleta se desplaza contra la dirección del viento.
11. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la turbina está provista de un medio que es operable para forzar al receptáculo a adoptar la configuración cerrada cuando la paleta se desplaza en la dirección del viento.
12. Uso de una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para convertir el viento en trabajo.
13. Una paleta (6, 16) que comprende un cuerpo alargado y un receptáculo de viento, paleta que está formada esencialmente como una tapa (10, 14) que puede articularse con respecto al cuerpo alargado de tal manera que el receptáculo (7) pueda adoptar una configuración abierta en la que la tapa está articulada lejos del cuerpo alargado, y una configuración cerrada en la que la tapa está articulada hacia el cuerpo, teniendo la tapa una superficie externa que es la superficie que se aleja del viento cuando el receptáculo toma la configuración abierta y una superficie interna opuesta, en donde la superficie interna de la tapa está provista de uno o más perfiles (500, 501) que sobresalen de la superficie interna y se extienden en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la paleta, **caracterizada por que** uno o más perfiles divergen hacia el sitio donde la tapa está articulada al cuerpo.

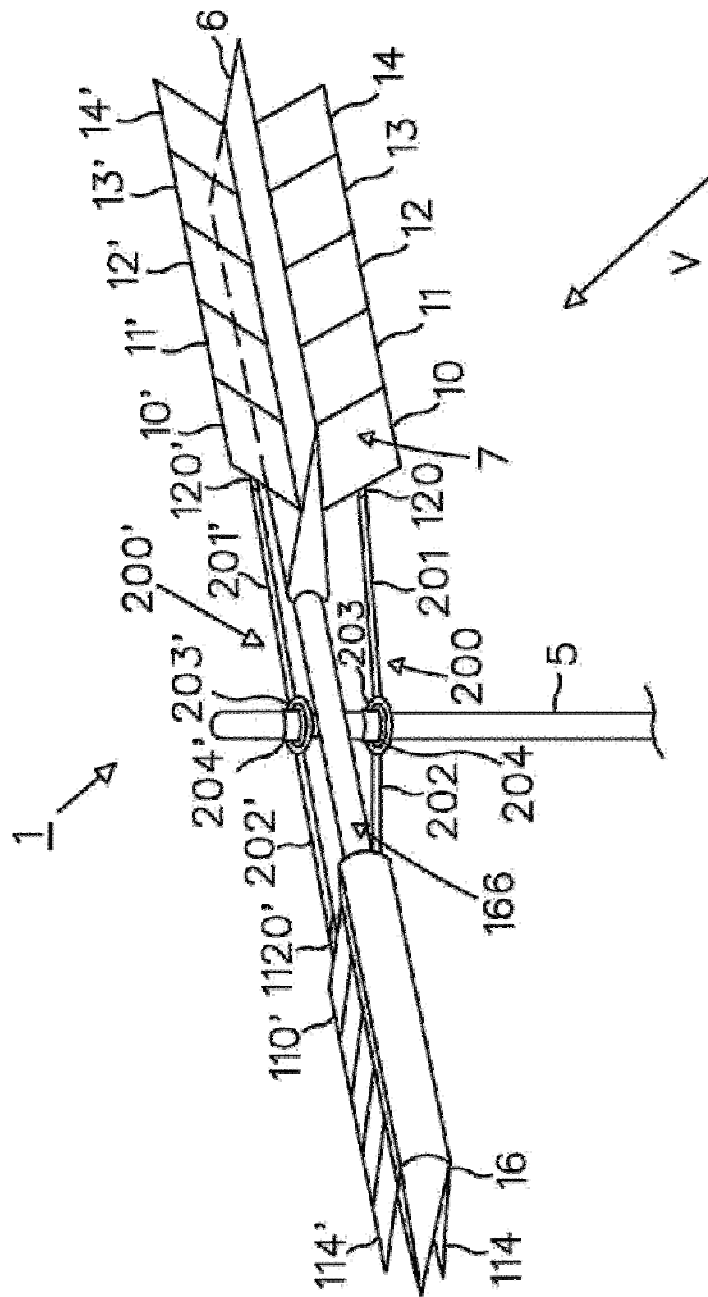


FIG. 1

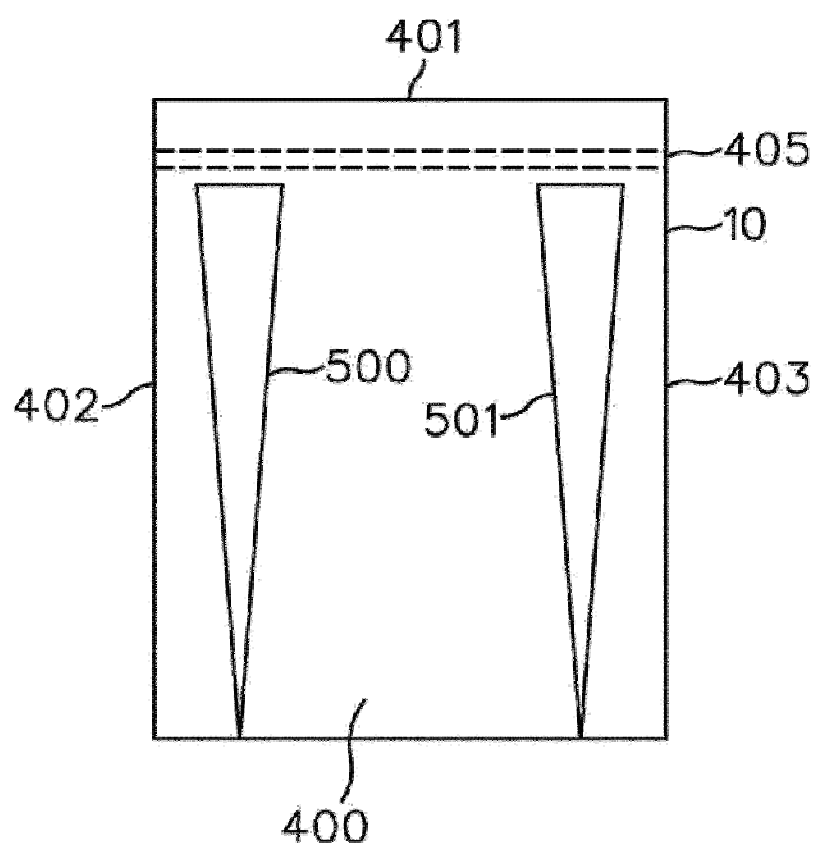


FIG. 2

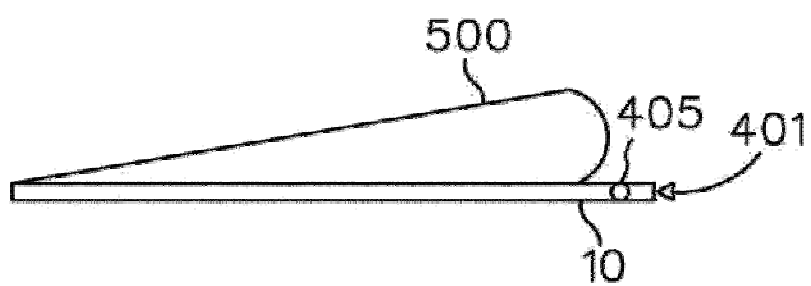


FIG. 3

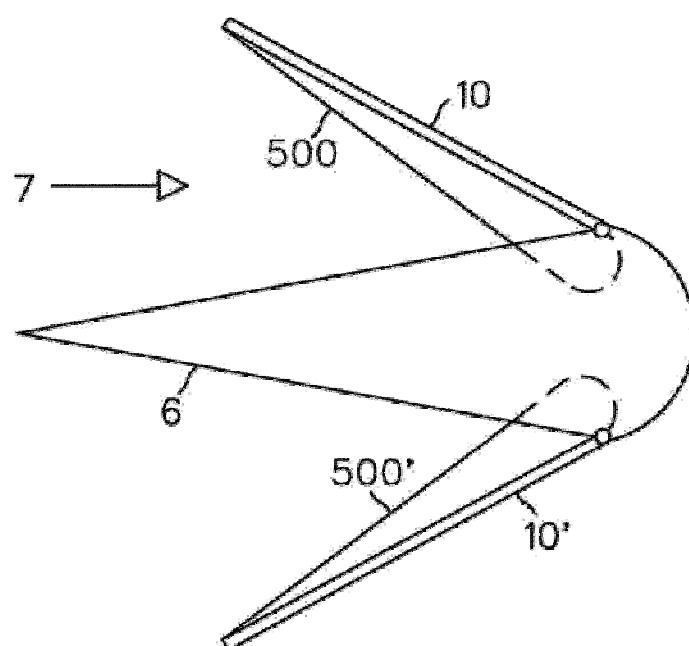


FIG. 4

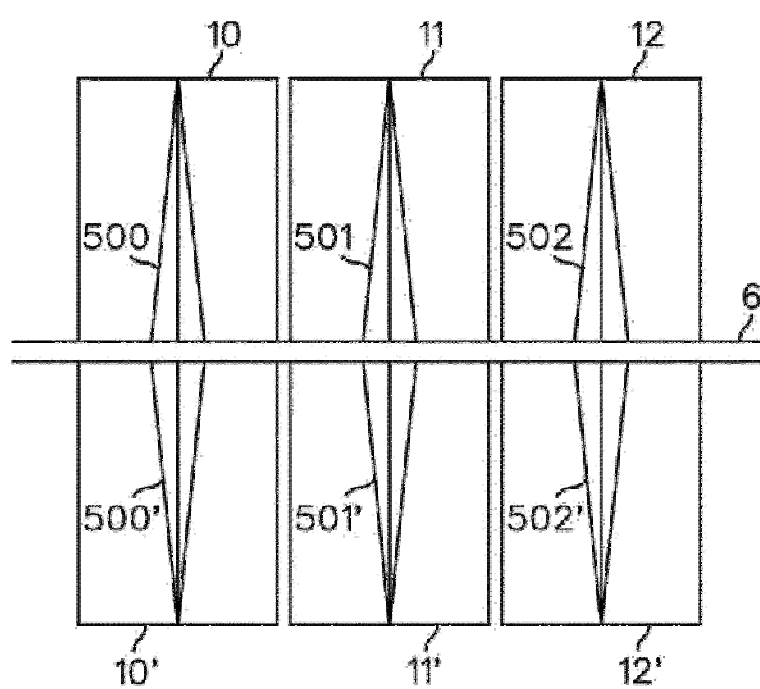


FIG. 5