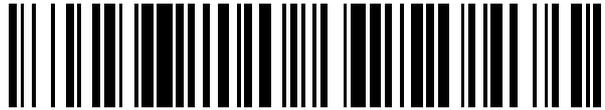


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 654**

51 Int. Cl.:

F03D 3/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2010 E 10856497 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 2609325**

54 Título: **Turbina de eje vertical**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.01.2016

73 Titular/es:

**VAZ, GUY ANDREW (100.0%)
20 Pasir Ris Heights
Singapore 519227, SG**

72 Inventor/es:

VAZ, GUY ANDREW

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 556 654 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 de eje vertical

5 La presente invención se relaciona con un aparato y métodos para la generación de potencia, particularmente pero no limitados a tecnologías de energía verde que extraen energía de fuentes de energía fluidas naturales y/o renovables para conversión en electricidad, torque u otras formas útiles de potencia, tales como turbinas o generadores de viento.

10 La energía eólica ha sido utilizada para alimentar maquinaria desde tiempos antiguos. Desde entonces, la necesidad de generar potencia a partir de fuentes más verdes y renovables como el viento se ha hecho cada vez más urgente, y se han desarrollado turbinas eólicas para la producción de potencia eléctrica. A pesar de esto, esta potencia eólica ha tenido éxito relativo en términos comerciales, obedeciendo a la variabilidad del suministro de viento dependiente del tiempo y la geografía. Típicamente, las turbinas eólicas que operan en áreas con velocidades de viento consistentemente altas tienden a ser las más viables comercialmente, pero tales sitios son raros.

15 Se han desarrollado diferentes diseños de turbinas eólicas para uso en diferentes escenarios y aplicaciones. Por ejemplo, pueden ser clasificadas de acuerdo a si las paletas de la veleta eólica rotan alrededor de un eje de un árbol que está dispuesto horizontal o verticalmente. Las turbinas eólicas de eje horizontal (HAWTs) tienden a ser más comúnmente desplegadas a medida que tienden a ser más eficientes: este es un resultado de la rotación de las paletas en una dirección perpendicular a la dirección del flujo de viento de tal manera que reciben energía a través del ciclo completo durante la rotación. Sin embargo, sufren diversas desventajas, no la menor en cuanto a la altura, tamaño y peso netos de las torres y de las paletas, lo que hace que la instalación, operación y mantenimiento sean extremadamente costosos. También necesitan un posicionamiento cuidadoso con respecto al viento, y probablemente no trabajen bien en condiciones donde el viento es variable en velocidad y dirección. Tales turbinas eólicas también son potencialmente perturbadoras, en el sentido visual así como en lo que tiene que ver con la vida silvestre, y con las transmisiones de señales de radio.

20 Las turbinas eólicas de eje vertical (VAWTs) son inherentemente menos eficientes puesto que las paletas reciben energía del viento para solamente una parte de su ciclo de rotación durante la cual es "soplada" hacia adelante. Para una porción importante de la parte remanente del ciclo, la paleta rota en una dirección sustancialmente contra la dirección del flujo de viento. Esto puede ser contrastado con las HAWTs, en las cuales la energía eólica es capturada por la paleta a través de su ciclo. Esto se describirá en detalle adicionalmente más adelante; baste aquí decir que una gran parte de la energía capturada del viento se pierde típicamente debido al arrastre cuando la paleta del rotor se desplaza hacia dentro del viento a medida que avanza a través de su ciclo. No obstante las VAWTs tienen la ventaja de ser capaces de recolectar potencia de vientos de velocidades más bajas y más variables. Tienden a ser más pequeñas y más livianas, y pueden ser desplegadas a alturas inferiores, dando como resultado costes de instalación y mantenimiento más viables. Esto permite usarlas en una mayor variedad de localizaciones.

25 Con sus características de otra forma ventajosas, se han hecho intentos para mejorar la eficiencia de las VAWTs. A manera de ejemplo, la US 2007/0241567 describe el uso de guías para desviar o canalizar el viento sobre las paletas del rotor, lo cual potencia el uso de la turbina en una variedad de localizaciones independientemente de la dirección del viento. Una VAWT comercialmente disponible vendida bajo el nombre de "StatoEolien" de Gual Industrie de Francia (<http://www.gual-statoeolien.com/English/defaultang.html>) incluye un dispositivo de guía similar. Aunque esto ayuda a incrementar el efecto del viento disponible sobre las paletas del rotor, la eficiencia global de la generación sigue siendo pobre, puesto que la energía eólica capturada por la paleta es "abandonada" más adelante cuando la paleta retroceda contra el viento durante la última etapa de su ciclo. Como puede esperarse, este es un factor que afecta seriamente la eficiencia de la turbina en la generación de potencia eléctrica, especialmente en áreas de velocidad de viento bajas donde se despliegan las VAWTs, cuando cualquier pérdida de tal naturaleza se experimenta de manera especialmente intensa.

35 Se conocen diversas versiones de VAWTs. Por ejemplo, la DE 4122667 A1 describe una planta de energía eólica ciclónica en la cual el viento es dirigido en forma de embudo hacia arriba hacia un espacio entre una torre estatora externa y una torre de rotor interna. La FR 508 815 A, GB 2033019 A y DE 729533 C también describen VAWTs de diversas configuraciones. Sin embargo ninguna de ellas, describe o sugiere cómo superar el problema anotado más arriba, esto es, cuando la energía eólica capturada por la paleta es "abandonada" más adelante cuando la paleta retrocede contra el viento durante la última etapa de su ciclo.

40 Sería deseable mejorar la eficiencia de las turbinas eólicas, especialmente las VAWTs.

45 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se provee un aparato de guía para guiar un flujo de un fluido para uso con un rotor, comprendiendo el rotor un ensamblaje de veletas radial anular que tiene una pluralidad de veletas dispuestas concéntricamente con el aparato de guía alrededor de un eje vertical central, estando
55 dispuesto el rotor para rotar alrededor del eje vertical,

circundando el aparato de guía un espacio central el cual está intercalado entre cubiertas y el cual está encerrado en protección a través del ensamblaje de veletas radial,

caracterizado porque

5 el aparato de guía comprende una pantalla que tiene una pluralidad de listones en persiana que forman un arreglo de guía interno rodeado concéntricamente por el ensamblaje de veletas radial, y un arreglo de guía externo que rodea concéntricamente el ensamblaje de veletas radiales, dispuesta la pantalla para definir dentro del espacio central una pluralidad de zonas que incluye

- una zona de entrada de fluido para la entrada del fluido hacia el espacio central,

- una zona de salida de fluido para la salida del fluido desde el espacio central, y

10 - zonas de retención de fluido para impedir que el fluido salga del espacio central,

estando dispuesta adicionalmente la pantalla en uso de tal manera que los listones en persiana que definen la zona de entrada de fluido y la zona de salida de fluido están abiertos, y los listones en persiana que definen las zona de retención de fluido están cerrados o casi cerrados, para guiar el fluido para que circule sustancialmente alrededor del eje vertical dentro del espacio central en la misma dirección de desplazamiento del rotor.

15 Al controlar no solamente la entrada de flujo de aire dentro de la turbina, sino también su movimiento dentro de la misma, y su salida de la turbina, el nivel de turbulencia y arrastre generado puede ser reducido dentro de una VAWT, especialmente en las zonas fuera del impacto la alta presión inmediato del viento entrante. Haciendo que el flujo de aire circule en la misma dirección que el movimiento del rotor, guiándolo a través de diferentes zonas del espacio central dentro de una disposición de rotor radial, se ayuda a reducir los niveles de arrastre que generan una fuerza de retroceso contra la dirección deseada del rotor. En realizaciones adicionales, el flujo de aire es guiado hacia fuera del rotor y la turbina de una manera que empuja las veletas del rotor, dando como resultado la recolección de la energía del viento dos veces: una vez en el lado de barlovento (a medida que el aire fluye hacia dentro de la turbina), así como cuando el aire sale de la turbina.

20 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención se provee un sistema de turbina eólica que comprende un rotor que comprende un ensamblaje de veleta radial anular que rodea un espacio central, y dispuesto para rotar alrededor de un eje vertical, conectado operativamente para guiar el aparato de la invención.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se provee un arreglo de turbina eólica que comprende una pluralidad de sistemas de turbina eólica apilados de acuerdo con la invención.

30 De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se provee un método para guiar un flujo de un fluido para uso con un rotor, comprendiendo el rotor un ensamblaje de veleta radial anular que rodea un espacio central intercalado entre cubiertas, estando dispuesto el rotor para rotar alrededor un eje vertical, que comprende

- utilizar una pantalla que tiene una pluralidad de listones en persiana que forman un arreglo de guía interno concéntricamente rodeado por el ensamblaje de veletas radial, y un arreglo de guía externa que rodea concéntricamente el ensamblaje de veletas radial, para definir en el espacio central una pluralidad de zonas que incluyen una zona de entrada de fluido para la entrada del fluido hacia el espacio central, una zona de salida de fluido para la salida del fluido desde el espacio central, y zonas de retención de fluido para desfavorecer que el fluido salga del espacio central, y

35 - utilizar la pantalla abriendo los listones de persiana que definen la zona de entrada de fluido y la zona de salida de fluido, y cerrando o casi cerrando los listones de persiana que definen las zonas de retención de fluido cerradas o casi cerradas, para guiar el fluido para que circule sustancialmente alrededor del eje vertical dentro del espacio central en la misma dirección de desplazamiento del rotor.

Se describirán ahora realizaciones preferidas de la invención, a manera de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

La figura 1 es una vista plana esquemática de una realización de una turbina eólica de la invención;

45 La figura 2 es una vista lateral de una turbina eólica;

Las figuras 3A, 3B y 3C son vistas esquemáticas de las veletas de rotor y de los listones de guía usados en la turbina eólica;

La Figura 4 representa la operación de la turbina eólica;

La figura 5 representa en detalle la operación de la turbina eólica en la zona de entrada;

Las figuras 6A y 6B representan en detalle la operación de la turbina eólica en las zonas de contorno;

La figura 7 representa en detalle la operación de la turbina eólica en la zona de salida;

Las figuras 8A y 8B son vistas esquemáticas de implementaciones individuales y dispuestas de la turbina eólica.

5 La figura 1 es una vista superior de una turbina (2) eólica de eje vertical, la cual está dispuesta para rotar alrededor de un eje (4) vertical para uso en la extracción de energía (W) eólica para generar un torque utilizable, incluyendo potencia eléctrica. Como será evidente para la persona experimentada, el término "turbina eólica de eje vertical" (VAWT) sirve primariamente para distinguir este tipo de turbina de una turbina de eje horizontal. El eje alrededor del cual la turbina de la invención rota no necesita ser precisamente vertical, en tanto las paletas o veletas de la turbina se hagan rotar en una dirección sustancialmente horizontal durante el uso. Como se anotó anteriormente, las VAWTs son capaces de operar en vientos de velocidad más bajas, y se anticipa que la turbina de la invención puede producir resultados útiles con velocidades de viento tan bajas como 5 km/h.

10 Como puede verse en los dibujos, la turbina incluye tres arreglos anulares de paletas o veletas que circundan una sección central o espacio (18). Estas disposiciones anulares son sustancialmente concéntricas una con otra y con un eje (4) central.

15 El anillo (10) externo y el anillo (14) interno son ensamblajes de guía de aire en la forma de estatores, los cuales dirigen y controlan el flujo de aire hacia, hacia dentro de, a través de, y hacia fuera del ensamblaje (6) de rotor.

20 El ensamblaje de rotor anular es el punto medio de los tres anillos. Como es bien sabido, el movimiento del rotor causado por la fuerza de empuje de un flujo fluido sobre sus veletas produce un torque el cual puede ser utilizado para impulsar, por ejemplo, un generador (no mostrado), para hacer trabajar bombas, ruedas de molino, o similares. En la realización mostrada, el rotor está constituido de una pluralidad de veletas (8) las cuales se extienden cada una sustancialmente hacia fuera en forma radial desde el eje (4). Las veletas del rotor están posicionadas verticalmente dentro de la turbina, y en vista plana, está cada una angulada de tal manera que esté ligeramente desplazada del radial verdadero del eje. Las veletas pueden comprender alternativamente paletas rectas dispuestas en una configuración radial verdadera, pero preferiblemente son soportes asimétricos, por ejemplo de los tipos mostrados en la figura 3A. Las veletas comprenden una superficie cóncava sobre el lado (26) a barlovento lo cual permite que el viento sea "capturado" inicialmente y luego fluya desde de la superficie curvada, para una eficiencia incrementada en la extracción de la energía del viento disponible. Como es sabido, durante el uso la combinación del efecto de empuje sobre el lado de barlovento de presión más alta con el efecto de succión causado por la presión más baja del lado de sotavento hace que la veleta se mueva y genere sustentación.

25 En una realización de ejemplo, un rotor asimétrico de 18 metros de longitud (o de altura, cuando se pone en posición dentro de la turbina) tiene un cordón de aproximadamente 1,2 m (visto desde arriba), y un espesor máximo de 0.2 m en la sección media, espesor que se reduce gradualmente hacia cada extremo. El perfil óptimo exacto de las veletas depende del tamaño global y configuración de la turbina y del resto de los componentes, lo cual a su vez es determinado para cada turbina con base en las especificaciones de cada lugar y el rendimiento y generación deseados.

30 La figura 2 muestra una vista lateral de la turbina (de la cual solamente es visible el ensamblaje (10) de guía externo) el cual es mantenido dentro de un marco tal como un marco de espacio que comprende un soporte (20) superior, un soporte (22) de base, y columnas (24) opcionales para elevar la unidad hacia el camino del viento cuando sea necesario. Vistas adicionales de la turbina mantenida dentro del marco de espacio pueden verse en las figuras 8A y 8B, en donde puede verse que la sección del marco que acomoda el componente de turbina tiene una estructura similar a un tambor. El marco de espacio puede ser hecho de concreto reforzado y acero, y en la realización de ejemplo apropiada para acomodar rotores del tamaño citado más arriba, el marco de espacio puede tener un diámetro global de aproximadamente 35 m transversal, y una altura de aproximadamente 20 m.

35 Las veletas de rotor se mantienen en posición en cada extremo entre un par de abrazaderas anulares o rieles de guía que están unidos respectivamente a los soportes superior y de base del marco de espacio. Los rieles de guía evitan que las veletas se deslicen fuera de su posición durante el movimiento. Las veletas mismas pueden estar unidas a pistas anulares en cada extremo, las cuales durante el uso se desplazan dentro de las abrazaderas correspondientes, lo cual asegura que todas las veletas roten como una única unidad. En una implementación del tamaño discutida más arriba, sin embargo, sería difícil manufacturar, transportar e instalar los rotores en un ensamblaje sencillo. En tales casos, una o más veletas de rotor pueden ser provistas con una sección de pista las cuales durante la instalación pueden ser aseguradas entre sí. La persona experimentada apreciará que hay disponible una variedad de alternativas para la localización de las veletas de rotor dentro de la turbina. Por ejemplo, las veletas de rotor pueden ser fijadas en cada extremo a placas que rotan alrededor del eje, lo cual obvia la necesidad de rieles de guía o pistas. Para reducir el peso y la inercia del ensamblaje de rotor, las veletas pueden ser

construidas con un núcleo de espuma y una cubierta externa de una matriz compuesta de epoxi, la cual puede ser reforzada con carbono.

5 Las veletas de rotor tienen posiciones en general fijas dentro del ensamblaje de rotor, aunque pueden opcional y preferiblemente estar provistas con un ensamblaje de cubo de balanceo, el cual permitirá asumir un cabeceo reducido en el evento de vientos altamente destructivos para evitar o reducir el daño a la veleta. La posición de cada veleta de rotor se fija una con respecto a la otra, aunque la distancia entre las veletas y las dimensiones de cada veleta pueden variar dependiendo del rendimiento y generación deseados de la turbina.

10 La turbina adicional y preferiblemente incluye un sincronizador para un rendimiento mejorado. Se encontró que las veletas de rotor pueden rotar a diferentes velocidades en cada extremo. Esto es debido al menos en parte al hecho de que la sección inferior de los rotores está acoplada operativamente a rodamientos para impulsar un generador, mientras que las secciones superiores no llevan carga. Como puede ser anticipado, los rotores sufrirán de tensión durante el uso y pueden en un extremo, deformarse o romperse. El sincronizador puede tomar una variedad de formas, pero una solución sería colocar una carga similar en el extremo superior de las veletas, esto es en la forma de un rodamiento idéntico, el cual enfilaría las velocidades rotativas de ambos extremos de las paletas de rotor.

15 Regresando ahora a los arreglos de ensamblaje de guía, las paletas o veletas de los ensamblajes de guía externo (10) e interno (14) son citadas en esta descripción como listones o pantallas (respectivamente, 12 y 16) para facilitar su descripción y para distinguirlas de las veletas (8) del ensamblaje de rotor. En la realización discutida aquí, los listones están en persiana de tal manera que cuando asumen una posición "cerrada", los bordes de los listones casi o realmente se tocan o superponen entre sí de tal manera que evitan o al menos impiden que pase aire a través de
20 ellos. El propósito primario de los ensamblajes de guía es permitir que el rotor maximice la extracción de energía utilizable a partir de un volumen dado de flujo de aire, a la vez que busca reducir significativamente la cantidad de fricción y pérdidas causadas cuando el flujo de aire es ventilado desde el espacio central cerrado y a través de las veletas del rotor. Si bien el efecto deseado se obtiene en parte por cada ensamblaje de guías separadamente, las operaciones de los dos conjuntos de ensamblajes aumentan una con otra de tal manera que una configuración
25 óptima involucraría el uso de ambos ensamblajes trabajando en cooperación uno con otro.

Como puede verse en el dibujo, los listones de los ensamblajes (10 y 14) de guía están dispuestos de tal manera que ciertas partes del ensamblaje de rotor están abiertas a sus alrededores, mientras que otras secciones están cerradas, sustancialmente apantallando las paletas de rotor (y el espacio central dentro de ellas) frente a sus alrededores afuera de la turbina.

30 Durante la operación, el arreglo de los listones para los estatores de guía tanto internos como externos permanece sin cambios para una dirección del viento dada. Para acomodar una dirección de viento diferente, los listones de cada arreglo de guía pueden ser reordenados para asumir la misma configuración que apunta hacia la nueva dirección del viento. Alternativamente, los arreglos de anillo de guía (conservando la configuración de los listones mostrada en los dibujos y que se discute más adelante), pueden hacerse rotar manualmente con respecto al
35 ensamblaje de rotor hacia su nueva posición, o incluso la turbina completa puede girar alrededor, si es factible, por ejemplo, en una turbina más pequeña. Dado el tamaño propuesto de la turbina, sin embargo, el proceso de reconfiguración del ensamblaje de guía puede ser motorizado para obtener la configuración de listones relativa a la nueva dirección del viento, pero los listones de las veletas de rotor más pequeñas podrían ser ajustados a mano. Los cambios en las posiciones de los listones dentro de los ensamblajes pueden hacerse manualmente, o incluso
40 podría utilizarse un sistema sensor para responder automáticamente a cambios en las direcciones, velocidades y similares del viento lo que requeriría una reconfiguración en los ángulos de los listones de guía.

El ensamblaje (10) de guía externo sirve primariamente para configurar el flujo de aire a través de y hacia dentro de la turbina controlando la entrada de aire hacia la turbina, y permitiendo la salida de aire desde la turbina con turbulencia reducida sobre la otra, controlando el escape de aire desde la turbina. En esta realización, los listones de
45 la guía externa pueden comprender un estator recto o curvado como se muestra respectivamente en las figuras 3B y 3C. Es relativamente delgado para causar una obstrucción mínima al viento, y así está hecho preferiblemente de manera que sea una superficie delgada, suave y corta tanto como sea posible. Están dispuestos muy cercanos al borde de arrastre de las veletas del rotor (por ejemplo en el orden de milímetros, cuando sea posible), puesto que esto mejora la eficiencia del rotor. Los listones pueden ser hechos de acero o aluminio. Mientras que los listones no tienden a ser movidos durante la operación de la turbina para una dirección de viento dada, pueden no obstante estar hechos preferiblemente de manera que sean móviles para permitirles ser reconfigurados, por ejemplo para
50 trabajar con una dirección de viento diferente. Esto también permite controlar la cantidad de aire permitida dentro de la turbina, para copar con velocidades más altas o más bajas del viento, y en casos extremos (por ejemplo en un tifón o en una tormenta de arena que dañarían el aparato, requiriendo la desconexión de la turbina), todos los listones pueden ser cerrados completamente alrededor, evitando que cualquier aire sople hacia dentro de la turbina. El uso de paletas del rotor de cubo de balanceo descrito más arriba necesita no obstante ser útil para proteger las costosas veletas de rotor en el evento de un viento muy fuerte, puesto que probablemente responderán a tales condiciones, de otra forma catastróficas, diferente al cierre de las persianas del ensamblaje de guía externa.

En cuanto al aspecto de la entrada de flujo de aire, los listones del ensamblaje de guía externo del lado a barlovento de la turbina están dispuestos de tal manera que buena parte flujo de aire es "capturado" y dirigido hacia la turbina a las paletas del rotor en cuanto sea posible, cambiando la dirección del viento si es necesario, para optimizar el ángulo de flujo de aire de "ataque" sobre las veletas del rotor. Por ejemplo, puede verse en la figura 1 que las veletas en la posición de las siete en punto están en una posición completamente abiertas y posicionadas para "palea" el flujo de aire, el cual de otra manera podría haber viajado alrededor de la turbina, hacia la turbina para "alimentar" el flujo a las veletas del rotor y empujarlas juntas para rotar en un sentido horario según se representa por la flecha "X". De esta manera, la huella efectiva de la superficie de recolección del viento de la turbina se agranda significativamente sobre el lado a barlovento de la turbina, hacia la zona entre las posiciones 7 y 12 en punto.

En el lado de sotavento de la turbina, los listones también están posicionados en una posición abierta. Están angulados de tal manera que el aire que sale de la turbina es guiado de nuevo para viajar en la dirección de movimiento "X" del rotor. Esto asegura que el flujo de aire hacia fuera de la turbina no interrumpe la rotación continuada del ensamblaje de rotor en el sentido horario ni disminuye su progreso. Sobre los dos lados de la turbina ortogonales a la dirección del viento, los listones de guía externos están sustancialmente cerrados o apantallados. En el ejemplo discutido aquí, la pantalla se logra cerrando los listones. Estaría dentro del alcance de la invención proveer otros medios de apantallamiento, por ejemplo en la forma de una pantalla sencilla que se extiende en la longitud de la sección que requiere ser cerrada -esta podría ser desplegada, por ejemplo en una turbina más pequeña, donde los arreglos anulares de guía pueden ser movidos con respecto al ensamblaje del rotor. El efecto y trabajo de la disposición global de listones en la disposición de guía externa durante el uso se discutirá más adelante en relación con la figura 4.

El arreglo de veletas de guía externo está, en la realización de ejemplo, unido a cada extremo de los soportes superior y de base del marco de espacio.

Volviendo ahora al ensamblaje (14) de guía interno, estos listones (16) están dispuestos también para crear secciones o zonas que están abiertas o cerradas a los alrededores de la turbina. La principal función del ensamblaje de guía interno es guiar y controlar el flujo de aire dentro del espacio central después de que entra en la turbina, con el propósito de reducir la cantidad de turbulencia y arrastre y pérdidas por fricción que afectan adversamente el giro del ensamblaje de rotor y su eficiencia global.

Al igual que los listones de la guía externa, los listones del estator interno también toman la forma de láminas delgadas que preferiblemente están combadas a lo largo de su longitud. También podrían tener un cordón pequeño como el borde de guía móvil de un ala, permitiendo que cada una sea móvil independientemente una de otra alrededor de su propio eje. Esta flexibilidad permite que el flujo de aire haga contacto en un ángulo óptimo con el borde de guía de las veletas del rotor durante la operación. Los listones internos pueden ser hechos de metal o de un material compuesto de fibra de vidrio con epoxi. También están dispuestas muy cerca al borde de arrastre de las veletas del rotor para una eficiencia mayor del rotor.

En general, los listones (16) del ensamblaje interno están dispuestos de tal manera que, al igual que los listones del ensamblaje de guía externo, está abierto a los lados de barlovento y sotavento, a la vez que está cerrado sustancialmente en las dos secciones externas sobre los lados ortogonales a la dirección del viento. El ángulo exacto de cada listón de guía interno está posicionado adicionalmente para favorecer la circulación del flujo de aire en el espacio central alrededor del eje de la turbina en la misma dirección del desplazamiento del rotor, como se describirá adicionalmente más adelante en relación con la figura 4.

El espacio (18) central definido por el arreglo anular de guía interno está sustancialmente pero no completamente encerrado por cubiertas (no mostradas, pero que pueden tomar la forma de discos o similares) a lo largo del plano transversal al eje vertical de la turbina. Las cubiertas están dispuestas dentro de las estructuras (20, 22) de soporte superior y de base del marco de espacio de tal manera que "encierran" el espacio central de una manera la cual no obstante permite que las veletas del rotor se muevan libremente. También pueden verse como el techo y el suelo de la turbina. En una implementación muy grande, puede colocarse un pilar o poste a través del eje central de la turbina para ayudar a mantener el techo arriba; esto sin embargo no es necesario para la operación de la invención.

Esta disposición previene o evita que el aire entre hacia o escape del espacio central de una dirección paralela al eje vertical de la turbina, de tal manera que el aire está constreñido para fluir hacia y desde el espacio central cerrado solamente en una dirección sustancialmente horizontal a través de los espacios entre las veletas del rotor y listones (10, 14) del ensamblaje de guía. La persona experimentada entenderá que las cubiertas solo necesitan cubrir el espacio central para alcanzar el efecto de cierre, pero que preferiblemente también podrían cubrir el ensamblaje del rotor así como los arreglos de guía para facilitar el ensamblaje y mantenimiento. Una cobertura más completa también podría ayudar en evitar que el aire se fugue del espacio central. También pueden ser hechas de un material liviano o cualquier otro y tomar cualquier configuración en tanto sean capaces de impedir o prevenir la fuga de aire desde o la entrada hacia, el espacio central.

La Figura 4 es una representación de la operación de la realización de la turbina mostrada en las figuras 1 y 2. En esta figura, el espacio (18) central se muestra dividido en cuatro zonas:

- una "zona de entrada" (zona "A" entre las posiciones 7 y 12 en punto),
- una primera "zona de contorno" (zona "B", entre las posiciones 12 y 2 en punto),
- una "zona de salida" (zona "C", entre las posiciones 2 y 5 en punto), y
- una segunda "zona de contorno" (zona "D", entre las posiciones de 5 y 7 en punto).

5 En los dibujos, el viento (W) es mostrado soplando de izquierda a derecha, y la dirección deseada de rotación de la turbina está en un sentido "X" horario. El lado de barlovento de la turbina es un área de presión más alta que el lado de sotavento.

10 En la zona "A" de entrada, el viento por fuera de la turbina es "reunido" por los listones (16) del ensamblaje (14) de guía externo y canalizado hacia las veletas (8) del rotor (6). Debido a la configuración radial abierta de los listones externos en la zona de entrada (especialmente alrededor de la posición a las 9 en punto), el viento puede fluir directamente hacia las veletas del rotor como se muestra en detalle en las figuras 4 y 5. En VAWTs convencionales sin uso del ensamblaje de guía externo, puede esperarse que el viento impactará de manera útil sobre las veletas del rotor solamente en la región entre las posiciones de 9 y 12 en punto. Con el uso del estator de guía externo sin embargo, el flujo de aire que podría de otra manera haber fluido alrededor de la turbina y perderse, es en cambio de 15 ello capturado y "paleado" (cambiando la dirección del flujo de aire) hacia dentro la turbina para empujar las veletas del rotor en el dirección "X" deseada. Esto contribuye a un incremento en la fuerza de empuje sobre el rotor y a la eficiencia incrementada de la turbina como un todo.

20 Como se anotó anteriormente, la mayor parte de la energía eólica utilizable en VAWTs es extraída del lado de barlovento en donde el aire fluye directamente empujando sobre las veletas. En una configuración de VAWT convencional no hay fuerza que empuje sobre las veletas en cualquier otra región, de tal manera que durante el "viaje de retorno", el ensamblaje del rotor es particularmente susceptible a los efectos de arrastre. Cuando la fuerza del viento es mayor que el arrastre, se obtiene una fuerza positiva que puede ser utilizada para guiar un generador. Cuando la fuerza de guía es igual a o menor que un arrastre, no se puede recolectar ninguna energía. Por lo tanto es importante minimizar el efecto del arrastre sobre en el sistema.

25 Después de que el flujo de aire ha sido guiado sobre la veleta del rotor, fluye hacia el espacio central, como está representado por las flechas "W". En turbinas convencionales, la salida del flujo de aire desde la turbina no está controlada, de tal manera que se forma turbulencia en la forma de remolinos de aire dentro del espacio central y/o alrededor de las veletas del rotor. Esto contribuye a la creación de fricción y arrastre dentro del sistema lo cual afecta 30 adversamente la rotación continuada del rotor en la dirección deseada, especialmente sobre el "viaje de retorno" del ensamblaje del rotor. Cuando el arrastre iguala o excede la fuerza de empuje sobre las veletas del rotor, no se producirá un torque útil para encender un generador o hacer otro trabajo.

35 Las veletas de guía interna de la invención de acuerdo con la implementación de ejemplo abordan este problema controlando los flujos de aire dentro del espacio central. Específicamente, el aire es guiado dentro del espacio central para circular (esto es, para viajar en una manera sustancialmente circular, en todo o en parte, o arqueada o curvada) alrededor del eje central de la turbina en la misma dirección que la dirección de rotación deseada "X" de las veletas del rotor. Al controlar los flujos de aire de esta manera se reducen los niveles de turbulencia formada dentro del espacio central, y tiene el beneficio agregado de hacer que el aire impacte sobre las veletas del rotor en el lado de sotavento de la turbina, en un ángulo que imparte una fuerza de guía en la dirección deseada de desplazamiento del rotor. En general, esto se logra posicionando los listones de la guía interna en ángulos variables alrededor de su 40 circunferencia, en dependencia de la dirección deseada en que los flujos de aire se desplazarán a diversas zonas dentro de la turbina. Así el aire dentro del espacio central puede ser, dependiendo de la zona en la cuál está localizado, guiado selectivamente hacia y a través de las veletas del rotor, o aún más, puede ser apantallado.

45 Todo el aire que entra inicialmente en la zona de entrada dentro del espacio central, es dirigido en un sentido horario hacia la primera zona de contorno como lo indican las flechas "W". Los listones de la guía interna en la zona de entrada "A" están angulados sustancialmente en la misma dirección que los listones de la guía externa, en una posición abierta, como puede verse a partir de la representación detallada de la interacción entre los listones de los dos ensamblajes de guía y las veletas del rotor en la Figura 5. El flujo de aire (W) es guiado desde el exterior de la turbina a través de las brechas entre los listones (12) de guía externos para impactar sobre las veletas (8) del rotor en un ángulo deseado. En vez de permitírsele entrar al espacio central de manera incontrolada para encontrar su propio camino alrededor y eventualmente hacia afuera de la turbina, el flujo de aire que pasa a través del 50 ensamblaje de rotor es dirigido hacia la primera zona B de contorno por los listones del ensamblaje estator interno.

55 Como puede verse en las figuras 4 y 6A, los listones o ambos ensamblajes de guía interno y externo en la primera zona "B" de contorno están cerrados o casi cerrados de tal manera que poco o ningún aire puede fluir hacia afuera del espacio central hacia las veletas del rotor. El apantallamiento de esta sección reduce el impacto de las fuerzas de retroceso sobre las paletas que interrumpen el movimiento suave continuado del rotor. La orientación de los

listones en esta región sirve adicionalmente para favorecer que el flujo cambie de dirección y se mueva hacia la siguiente zona la cual es la zona "C" de salida, localizada en el lado de sotavento de la turbina.

5 En la zona "C" de salida de aire mostrada en las Figuras 4 y 7, los listones de los ensamblajes de guía tanto interno como externo están abiertos y orientados hacia la segunda zona "D" de contorno, lo cual favorece que el aire fluya en la misma dirección que la dirección de desplazamiento de las veletas del rotor. La velocidad de flujo de aire que
10 habría disminuido después de la entrada en la turbina, se eleva de nuevo especialmente en esta zona por los efectos de succión del área de baja presión que yace por fuera de la turbina sobre su lado de sotavento (en aproximadamente la posición de tres en punto) para fluir y para salir de la turbina a través de la zona de salida. Los listones de la guía interna en esta zona están específicamente inclinados en ángulos para favorecer que el aire de salida entre en contacto con el borde de guía de la veleta del rotor en un ángulo deseado de ataque para impartir una fuerza de empuje sobre las veletas en la zona de salida. Esto usa ventajosamente el aire de salida el cual de otra manera habría ejercido una retropresión contra la dirección de desplazamiento del rotor, para un buen efecto como segunda fuente de fuerza de empuje positiva sobre las veletas del rotor en el lado de sotavento de la turbina.

15 Puede anticiparse que una gran parte de flujo de aire que entra en el espacio central saldría de la cámara de la zona "C" de salida. El aire que queda continúa circulando alrededor del eje central de la turbina en la dirección "X" a través de la segunda zona "D" de contorno, donde los listones de ambos ensamblajes de guía están configurados para evitar o desfavorecer que el aire salga del espacio central. La configuración de listones de los ensamblajes de guía es similar a la desplegada en la primera zona de contorno, como se representa en detalle en la figura 6B. La figura 4 muestra una disposición en la cual aquellos listones de guía internos en la región más cerca a la zona de salida están en una posición sustancialmente cerrada. Los listones más cercanos a la zona de entrada están en una posición más abierta en la que están angulados para permitir un flujo de aire fresco que viaja de izquierda a derecha desde el exterior de la turbina para entrar en la zona de entrada, mientras que están angulados contra el flujo de aire que circula dentro del espacio central que está viajando en la dirección opuesta, de derecha a izquierda, o en contra del horario. Esto favorece el flujo de aire dentro del espacio central para cambiar la dirección de tal manera que
20 reingresa a la zona de entrada para ser mezclado con un nuevo flujo de aire lo cual permite ir a través del ciclo dentro del espacio central en la forma descrita más arriba.

En resumen, los ensamblajes (10, 14) de guía están configurados para hacer que o favorecer que un flujo de aire:

- impacte sobre el rotor en un ángulo deseado de ataque en la región de zona de entrada,
- cambia la dirección de la primera zona de contorno de tal manera que reduce el arrastre al no salir de la turbina en esta área,
- impacta sobre el rotor en un ángulo deseado de ataque en la región de la zona de salida, y
- cambia de dirección en la segunda zona de contorno de tal manera que reduce el arrastre no saliendo de la turbina en esta área.

35 Como se anotó anteriormente, la ventaja más grande puede ser obtenida con la operación de los ensamblajes de guía interno y externo en conjunción uno con otro. Sin embargo, es posible obtener algunas de las ventajas, principalmente en la forma de arrastre reducido dentro de la turbina, usando uno de los ensamblajes en un mayor grado que el otro. Por ejemplo, el uso del ensamblaje de guía interno (configurado en la manera descrita más arriba) sólo podría tener tal efecto. Alternativamente, un ensamblaje de guía externo que tiene todas sus persianas anguladas de manera idéntica (esto es, que no tienen secciones apantalladas) usado con un estator interno también podría servir para alcanzar una reducción en el arrastre. Otra alternativa es el despliegue de un ensamblaje de guía interno con listones móviles lo cual ayudaría a mejorar la turbulencia dentro del espacio central.

40 Como se muestra la Figura 2 anterior, la turbina puede ser alojada en un marco tal como un marco de espacio el cual es una unidad independiente individual. La Figura 8A es otra representación de tal unidad, y la Figura 8B muestra una implementación de la turbina que comprende un arreglo de turbinas similares las cuales pueden ser apiladas o dispuestas una encima de la otra. Cuando se pretende desplegar un cierto número de turbinas, sería preferible que el marco (particularmente las columnas) estuviese hecho de acero de tal manera que puedan agregarse unidades adicionales según se requiera de manera modular.

45 Se entendería que la turbina no está restringida al uso solamente con viento o flujos de aire. La descripción presente puede operar con cualquier flujo de fluido (incluyendo líquidos tales como agua de mar o río), con las modificaciones necesarias que permanecen dentro del alcance del concepto de la invención.

50 Podrían hacerse otras modificaciones y adiciones a la unidad de turbina para mejorar su capacidad de uso, tales como el acoplamiento de una malla para proteger los listones y las veletas frente a intrusos (humanos y animales), plataformas para desplazamiento circundante para propósitos de limpieza y mantenimiento, y similares.

La persona experimentada también apreciará que pueden hacerse variaciones al tamaño, orientación, localización y configuración de las partes, y a los materiales utilizados para los componentes y partes que constituyen el aparato, que estarían dentro del alcance del concepto inventivo.

Reivindicaciones

- 5 1. Aparato de guía para guiar un flujo de un fluido (W) para uso con un rotor (6), comprendiendo el rotor un ensamblaje de veletas radiales anulares que tiene una pluralidad de veletas dispuesta concéntricamente con el aparato de guía alrededor de un eje (4) vertical central, estando dispuesto el rotor para rotar alrededor del eje vertical,
- rodeando el aparato de guía un espacio (18) central que está intercalado entre cubiertas y el cual está encerrado por el ensamblaje de veletas radiales,
- caracterizado porque
- 10 el aparato de guía comprende una pantalla que tiene una pluralidad de listones en persiana formando un arreglo (14) de guía interno rodeado concéntricamente por el ensamblaje de veletas radiales, y un arreglo (10) de guía externo que rodea concéntricamente el ensamblaje de veletas radiales, estando dispuesta la pantalla para definir dentro del espacio central una pluralidad de zonas que incluyen
- una zona (A) de entrada de fluido para la entrada de fluido en el espacio central,
 - una zona (C) de salida de fluido para la salida del fluido del espacio central, y
 - 15 - zonas de retención de fluido (B, D) para desfavorecer que el fluido salga del espacio central, estando además la pantalla dispuesta en uso tal de manera que los listones en persiana que definen la zona de entrada de fluido y la zona de salida de fluido estén abiertas, y los listones en persiana que definen las zonas de retención de fluido estén cerradas o casi cerradas, para guiar el fluido con el fin de que circule sustancialmente alrededor del eje vertical dentro del espacio central en la misma dirección que el desplazamiento del rotor.
- 20 2. Aparato de guía de acuerdo con la reivindicación 2 en donde cada uno de la pluralidad de listones en persiana puede ser inclinado de manera selectiva.
3. Aparato de guía de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en donde
- los listones en persiana del arreglo de guía interno que definen la zona de entrada de fluido están angulados hacia el espacio central sustancialmente en la misma dirección que el desplazamiento del rotor para dirigir el fluido que
 - 25 entra en la zona de entrada en la misma dirección que el desplazamiento del rotor durante el uso, y
 - los listones en persiana del arreglo de guía interno que define la zona de salida de fluido del arreglo de guía interno están angulados hacia el espacio central sustancialmente en la dirección opuesta al desplazamiento del rotor para favorecer que el fluido salga del espacio central de la zona de salida del fluido durante el uso.
4. Aparato de guía de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde
- los listones en persiana del arreglo de guía externo que definen la zona de entrada de fluido están angulados hacia el espacio central sustancialmente en la misma dirección que el desplazamiento del rotor para favorecer que el fluido
 - 30 impacte sobre el ensamblaje de veletas radiales antes de la entrada en la zona de entrada de fluido durante el uso, y
 - los listones en persiana del arreglo de guía externo que definen la zona de salida de fluido están angulados hacia el espacio central sustancialmente en la dirección opuesta al desplazamiento del rotor para favorecer que el fluido
 - 35 salga del espacio central desde la zona de salida de fluido durante el uso.
- 5 Aparato de guía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4 en donde el ángulo de cada uno de la pluralidad de listones en persiana es variable.
6. Aparato de guía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes que incluye adicionalmente un sincronizador para asegurar que todas las partes de una veleta del rotor se desplazan a la misma velocidad.
- 40 7. Un sistema (2) de turbina eólica que comprende
- un rotor (6) que tiene un ensamblaje de veletas radiales anulares que rodean un espacio (18) central, y dispuesto para rotar alrededor de un eje vertical (4), y
 - un aparato de guía según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes al cual el rotor está conectado operativamente.
- 45 8. Un sistema de turbina eólica según la reivindicación 7 que incluye adicionalmente un generador.

9. Un ensamblaje de turbina eólica que comprenden una pluralidad de sistemas de turbina eólica apilados según la reivindicación 7 o la reivindicación 8.

5 10. Un método de guía de flujo de un fluido (W) destinado para uso con un rotor (6), comprendiendo el rotor un ensamblaje de veletas radiales anulares que rodean un espacio (18) central intercalado entre cubiertas, estando dispuesto el rotor para rotar alrededor de un eje (4) vertical que comprende

10 -usar una pantalla que tiene una pluralidad de listones en persiana que forman un arreglo (14) de guía interno rodeado concéntricamente por el ensamblaje de veletas radial, y un arreglo (10) de guía externo que rodea concéntricamente el ensamblaje de veleta radial, para definir en el espacio central una pluralidad de zonas que incluye una zona (A) de entrada de fluido para entrada del fluido hacia el espacio central, una zona (C) de salida de fluido para salida del fluido desde el espacio central, y zonas (B, D) de retención de fluido para desfavorecer la salida del fluido del espacio central, y

15 -usar la pantalla abriendo los listones en persiana que definen la zona de entrada de fluido y la zona de salida de fluido, y cerrar o casi cerrar los listones en persiana que definen las zonas de retención de fluido cerradas o casi cerradas, para guiar el fluido para que circule sustancialmente alrededor del eje vertical dentro del espacio central en la misma dirección de desplazamiento del rotor.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10 que incluye adicionalmente la etapa de reangular los listones en persiana.

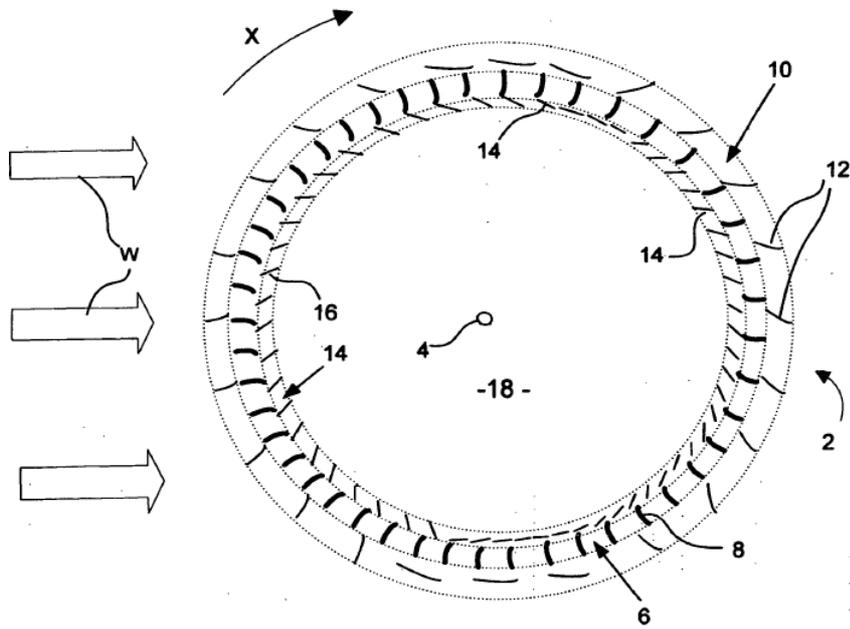


FIGURA 1

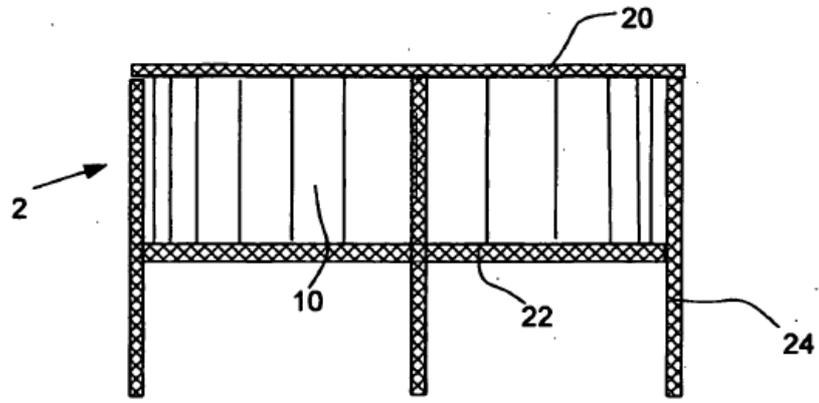


Figura 2

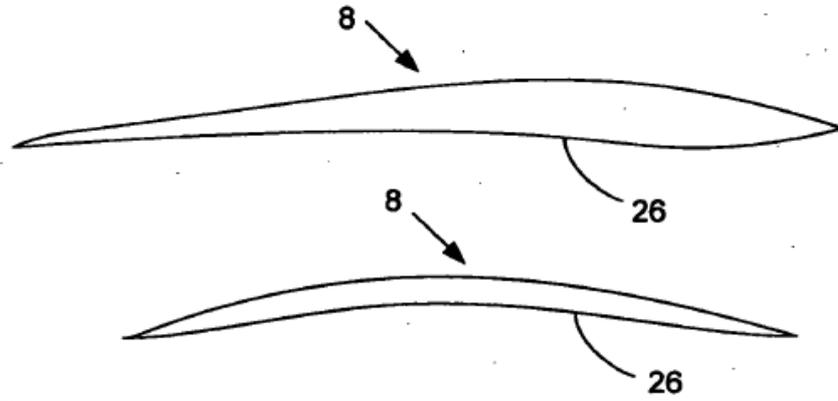


Figura 3A



Figura 3B



Figura 3C

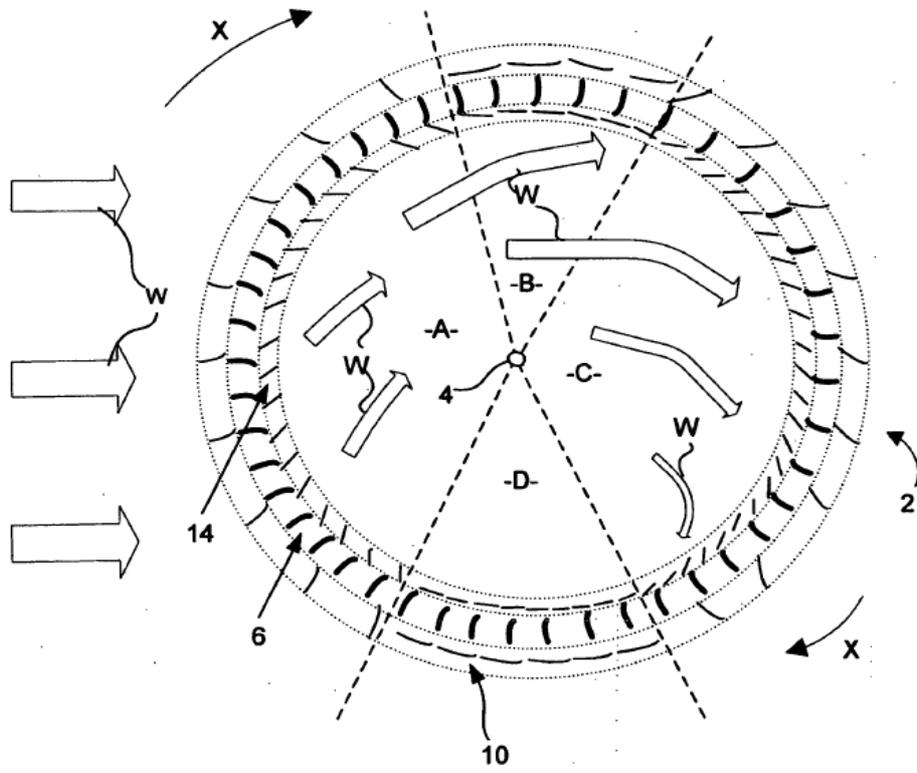


FIGURA 4

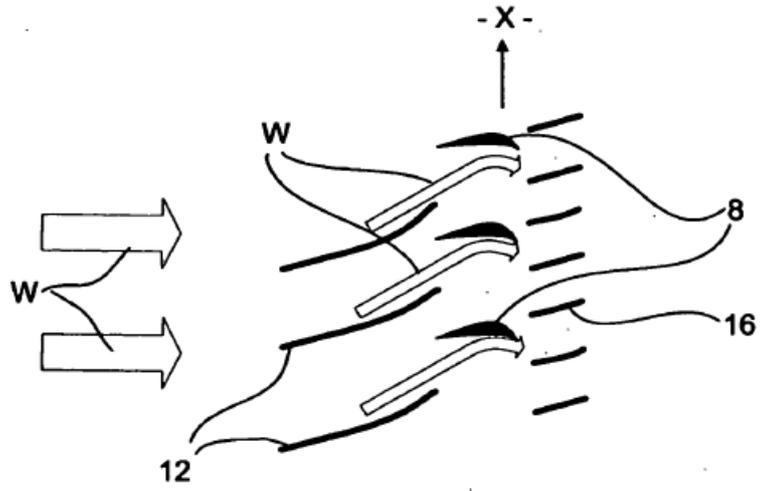


Figura 5

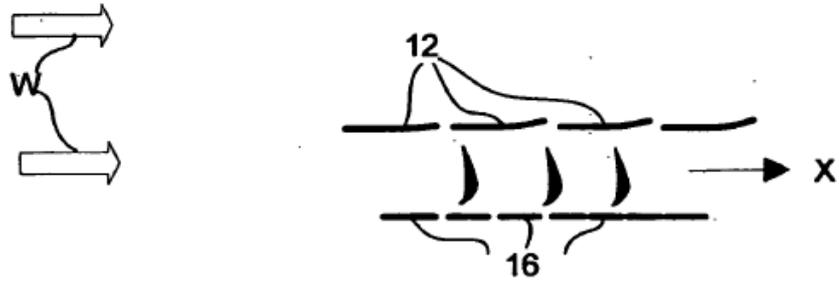


Figura 6A

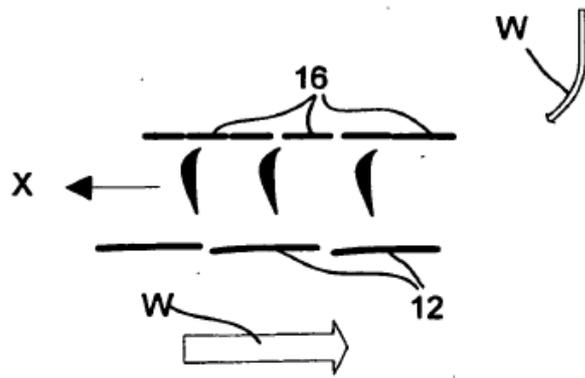


Figura 6B

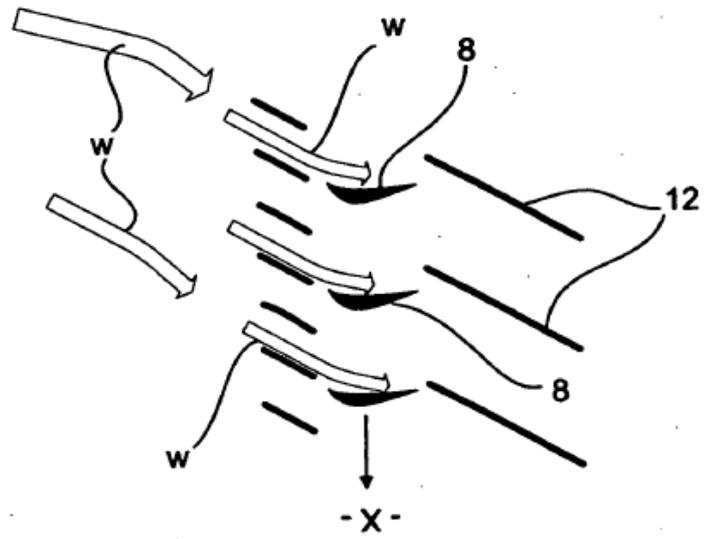


Figura 7

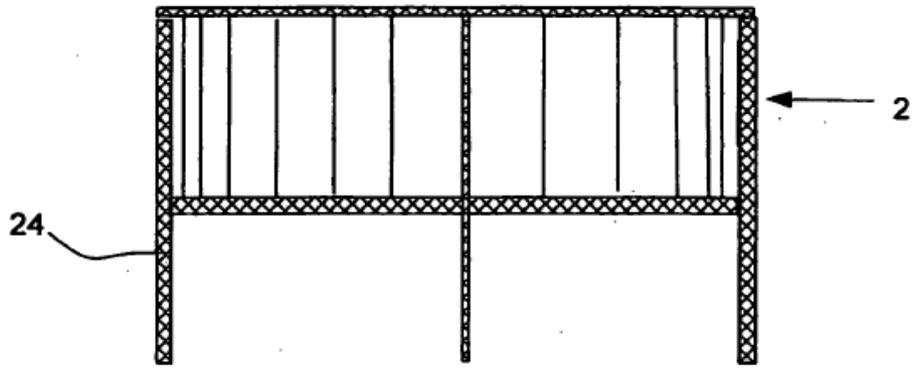


Figura 8A

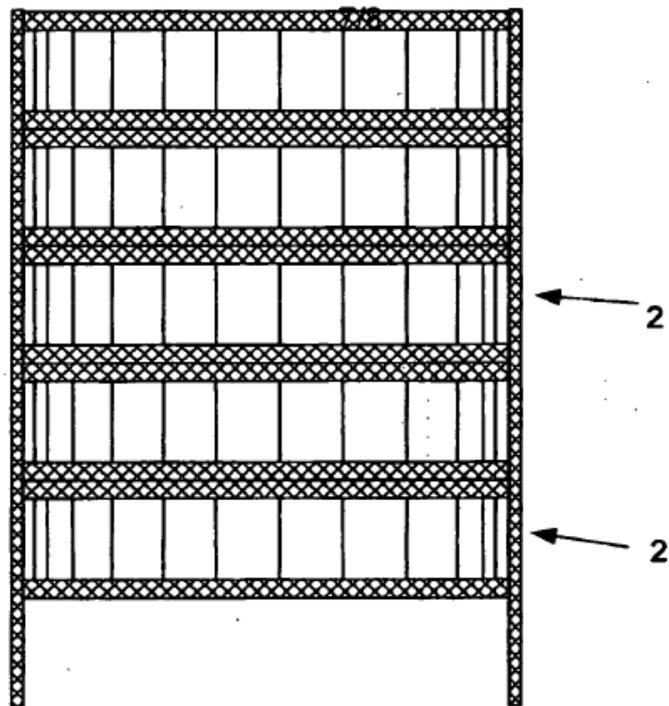


Figura 8B