

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 756**

51 Int. Cl.:

F03D 3/06 (2006.01)

F03D 3/02 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

F03D 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2013 PCT/EP2013/063997**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2014 WO14006075**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2013 E 13737178 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 2870353**

54 Título: **Turbina de viento y su utilización**

30 Prioridad:

06.07.2012 EP 12075082

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2019

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:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 703 756 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 viento y su utilización

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una turbina de viento para la conversión de energía eólica en mecánica, que comprende un soporte y un álabe giratoriamente conectado a dicho soporte, comprendiendo el álabe un receptáculo de viento que puede adoptar una primera configuración cuando el álabe está en condiciones de desplazarse en la dirección del viento, en cuya primera configuración, el receptáculo tiene una primera capacidad de convertir la fuerza del viento en el movimiento del álabe, y una segunda configuración cuando el álabe está en condiciones de desplazarse en contra de la dirección del viento, en cuya segunda configuración el receptáculo tiene una segunda capacidad de convertir la fuerza del viento en el movimiento del álabe, siendo la segunda capacidad menor que la primera capacidad. La invención se refiere también al uso de la turbina de viento para la conversión de viento en trabajo, y a un álabe para su uso en la turbina de viento.

Antecedentes de la invención

15 Las turbinas de viento se utilizan comúnmente desde hace siglos para convertir el viento en trabajo. Una turbina de viento es normalmente una turbina de impulso. La turbina cambia la dirección de flujo del viento y el impulso resultante hace girar la turbina y sale del viento con energía cinética disminuida. Si se utiliza la energía mecánica para producir electricidad, el dispositivo puede denominarse generador eólico o cargador eólico. Si se utiliza la energía mecánica para mover maquinaria, como por ejemplo para moler grano o bombear agua, el dispositivo suele denominarse molino de viento o bomba eólica. Desarrolladas durante más de un milenio, las turbinas de viento actuales se fabrican en una amplia gama de tipos de ejes verticales y horizontales. Las más comunes y más antiguas son las turbinas de eje horizontal, en las que los ejes se sitúan en línea con la dirección del viento (es decir, la dirección en la que sopla el viento).

25 Uno de los desarrollos de las últimas décadas es idear turbinas de vientos que son adecuadas para velocidades de viento bajas (normalmente por debajo de 10 m/s, aproximadamente 5 Beaufort). En particular a alturas inferiores, por encima de la tierra y en presencia de edificios, la velocidad del viento es a menudo demasiado baja para extraer económicamente la energía de las turbinas de vientos comunes. Recientes desarrollos incluyen las turbinas de viento Darrieus (incluyendo giromill y cycloturbine) 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 de viento Savonius, la Darrieus es una turbina de tipo elevación. En lugar de recoger el viento en cuencos (también denominadas "cubos" en la técnica, referidos como receptáculos de viento en esta memoria descriptiva) arrastrando la turbina su alrededor, una Darrieus utiliza las fuerzas de elevación generadas por el viento golpeando los perfiles aerodinámicos para crear el giro. Con estas turbinas, los ejes se sitúan transversal al viento (en contraposición a "en línea" con el viento), lo que tiene la ventaja adicional de que los alabes no tienen que apuntar hacia el viento. En la mayoría de los casos, los ejes se sitúan verticalmente (lo que explica el acrónimo (en inglés) VAWT utilizado comúnmente: turbina de viento de eje vertical), pero también se pueden situar horizontalmente, siempre y cuando el eje sea transversal al viento (TAWT - turbina de viento de eje transversal - sería por tanto un acrónimo (en inglés) más correcto), normalmente sustancialmente perpendicular a la dirección en la que sopla el viento. Estas turbinas de viento tienen, sin embargo, tienen varias desventajas. En primer lugar, la tasa global de conversión de energía cinética en mecánica de estas turbinas podría mejorarse. En segundo lugar, en particular, las turbinas de viento Darrieus no son auto-arrancables. Por lo tanto se requiere un pequeño motor accionado para comenzar el giro, y después cuando tienen suficiente velocidad el viento que pasa a través de los perfiles aerodinámicos comienza a generar el par y el rotor es accionado por el viento. Una constitución alternativa es el uso de uno o dos pequeños rotores Savonius que se montan en el eje de la turbina Darrieus para comenzar el giro. Estos rotores Savonius ralentizan, sin embargo, la turbina Darrieus cuando se pone en marcha.

45 Del documento CN 101737252A se conoce una turbina de viento de acuerdo con el preámbulo. Esta turbina de viento se utiliza también para iniciar un tipo de turbina Darrieus. Una desventaja es, sin embargo, que al igual que otras VAWT, la tasa global de conversión de energía es relativamente baja.

50 Del documento US2012/0045333 se conoce una turbina de viento en la que el receptáculo de viento se forma por un aspa que se sopla contra un bastidor, teniendo el bastidor una configuración ajustable. De esta manera, cuando el viento sopla el aspa contra el bastidor con fuerzas demasiado altas, el receptáculo se puede reconfigura para tener una menor capacidad para convertir la fuerza del viento en el movimiento del álabe simplemente dejando que más viento sople a través de las diversas aspadas adyacentes. Cuando el álabe se desplaza en contra de la dirección del viento, el aspa se sopla lejos del bastidor para proporcionar una contrafuerza mínima contra el movimiento giratorio de la turbina. La reconfiguración del bastidor no se aplica a continuación, simplemente porque no tiene ningún efecto sobre la capacidad del receptáculo de viento (es decir, el aspa).

55 El documento US 5.570.997 divulga una turbina de viento que tiene un álabe provisto de un receptáculo de viento que se abre cuando el álabe se desplaza en la dirección del viento y se cierra cuando el álabe se desplaza en contra de la dirección del viento. De esta manera, la capacidad máxima del receptáculo de viento se utiliza cuando la fuerza

del viento tiene que convertirse en el movimiento del álabe, mientras que el receptáculo apenas contrarresta esta conversión cuando el álabe se desplaza en contra de la dirección del viento. El receptáculo se abre por la acción del viento que sopla sobre el álabe y se cierra por gravedad cuando esta acción del viento disminuye.

Objeto de la invención

5 Un objeto de la invención es idear una turbina de viento que mitigue al menos parte de las desventajas de la técnica anterior.

Sumario de la invención

10 Para cumplir el objeto de la invención, se ha ideado una turbina de viento de acuerdo con el preámbulo en la que la turbina está provista de un medio que se puede operar para obligar al receptáculo a adoptar al menos una de dichas configuraciones independientes de la dirección del viento (es decir, los medios pueden operarse para forzar el receptáculo para adoptar una de estas configuraciones, sin depender de las fuerzas del viento que actúan sobre la turbina). Esto no excluye, sin embargo, que las configuraciones se adapten a la dirección del viento, por ejemplo, para maximizar la conversión de energía o para ralentizar la turbina.

15 En la turbina de la técnica anterior tal como se conoce de la solicitud de Patente china anteriormente referenciada (así como la de la Patente US 5.570.997), la configuración que toma el receptáculo depende, en esencia, de las fuerzas externas tales como las fuerzas de la gravedad y del viento. Como puede verse en la Figura 3a de la solicitud china, el receptáculo que tiene la segunda configuración (es decir, el receptáculo lateral derecho de la Figura), en particular a baja velocidad del viento, tiene todavía una gran huella frontal considerable (es decir, la tapa abatible se extiende todavía sobre una longitud considerable en una dirección perpendicular a la del viento). Esto
 20 significa que este receptáculo convierte negativamente la energía eólica en el movimiento de la turbina. A pesar de que este efecto negativo es considerable menor que la conversión positiva proporcionada por el receptáculo lateral izquierdo, el solicitante actual ha reconocido la existencia de esta desventaja y su efecto en la conversión de energía. A pesar de que a velocidades de viento mayores, tal como se representa en las Figuras 3b y 3c, este inconveniente es menos pronunciado o incluso desaparece por completo, fue reconocido por el solicitante que la
 25 turbina de viento conocida podría mejorarse sustancialmente añadiendo medios que inducen a la segunda configuración en esta instalación (es decir, cuando el receptáculo comprende una tapa que cuelga del álabe), de este modo mediante el uso de fuerzas internas creadas por la constitución de la propia turbina de viento. De esta manera, la segunda configuración se puede forzar para ser tal que la conversión negativa de la energía eólica en movimiento es sustancialmente menor que en la situación en la que la segunda configuración depende únicamente de las fuerzas externas tales como la gravedad y el viento. Cuando se aplica a la turbina tal como se representa en las Figuras 3a a 3c de la solicitud china, mediante el uso de la presente invención, el receptáculo lateral derecho en la Figura 3a, podría tener la configuración del receptáculo lateral derecho como se representa en la Figura 3b o incluso 3c. En caso de que el receptáculo se sitúe en la parte superior del álabe, de modo que, por ejemplo, pueda
 30 adoptar la segunda configuración bajo la influencia de la gravedad y el viento, los medios podrían poder operarse para forzar el receptáculo a abrirse, es decir, tomar la primera configuración, cuando el álabe está en condiciones de desplazarse en la dirección del viento.

Las ventajas de la presente turbina de viento son que la conversión de energía es considerablemente mayor que con las turbinas de vientos conocidas, especialmente a bajas velocidades de viento. Además, debido al hecho de que el
 40 receptáculo puede forzarse a tomar activamente una configuración (en contra de las fuerzas de la gravedad y/o el viento) se hace que la turbina requiera solo una velocidad de viento muy baja para empezar a girar. Junto a esto, al ser independiente de la dirección del viento para adoptar cualquiera de las dos configuraciones, la presente invención permite no solo lograr la máxima conversión de la fuerza del viento en movimiento, sino que también permite adoptar una configuración que ralentiza la turbina si necesario. Para esto, en concreto, el receptáculo tiene que obligarse normalmente a tomar la configuración necesaria en contra de la dirección de las fuerzas del viento y
 45 de la gravedad.

Los medios que se pueden operar para forzar al receptáculo a adoptar una configuración, pueden tener diversas realizaciones tal como se apreciará por cualquier persona que tenga experiencia en la materia de la mecánica. Los
 50 medios podrían constituirse utilizando sendas partes mecánicas tales como palancas, barras y ruedas dentadas, árboles de levas, carriles y seguidores, opcionalmente utilizando la hidráulica, o podrían constituirse utilizando piezas electromecánicas, tales como (electro-) imanes, inductores, bobinas, etc. Diversas otras constituciones en algún lugar del espectro (o incluso fuera) entre solo mecánico y solo eléctrico pueden, por supuesto, utilizarse.

La presente invención se refiere también al uso de una turbina de viento tal como se ha definido aquí anteriormente para la conversión de viento en trabajo. La invención se refiere también a una combinación de la presente turbina con un molino de viento Darrieus, la turbina de viento se conecta operativamente al molino de viento Darrieus, en el
 55 que la conexión operativa utiliza un embrague que permite que la turbina de viento gire a diversas revoluciones por minuto durante un número predeterminado de revoluciones por minuto para el molino de viento Darrieus. En esta combinación, la turbina de viento se puede utilizar para arrancar el molino de Darrieus. Puesto que la presente turbina comenzará a revolucionar a una velocidad de viento muy baja, puede acelerar fácilmente y, por ejemplo cuando se alcanza un cierto par de torsión o revoluciones por minuto, el embrague se puede utilizar para transferir al

5 menos parte de la energía cinética de la turbina para arrancar el molino Darrieus. También, a muy altas revoluciones del molino de Darrieus, forzando la primera configuración cuando el receptáculo de viento se desplaza en contra de la dirección del viento, el molino Darrieus puede frenarse utilizando la presente turbina. La presente invención se refiere también a un álabe provisto de un receptáculo tal como se ha definido aquí anteriormente y medios para su uso en la adopción de la primera y segunda configuraciones.

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

Definiciones

15 *Un álabe:* un elemento generalmente relativamente fino, rígido y plano que cuando se monta a lo largo de un eje se gira hace girar un gas o fluido que fluye a través del álabe. Ejemplos convencionales son un álabe en una turbina o una vela de aspa en un molino de viento.

Capacidad de un receptáculo para convertir la fuerza del viento en movimiento es la conversión que un receptáculo puede proporcionar cuando éste receptáculo está en una posición ideal con respecto a la dirección del viento (es decir, el receptáculo se coloca de tal manera que el viento se "atrapa" máximamente).

20 *Configuración de un objeto:* la forma determinada de la disposición de las partes del objeto una en relación con las otras y en el espacio.

La dirección del viento: la dirección principal en la que sopla el viento

25 *Receptáculo de viento:* un elemento que se extiende en una dirección perpendicular a la dirección del viento para convertir la fuerza del viento en un movimiento en la dirección del viento. Normalmente, un receptáculo de viento tiene la forma de un cuenco o cubo, pero puede ser tan simple como un objeto plano, rectangular, en forma de baldosa.

Un primer elemento que se extiende perpendicular a un segundo: el primer elemento se extiende al menos parcialmente transversal al segundo elemento. Por ejemplo, si dos líneas rectas cruzan en un ángulo de 40°, la primera línea se extiende en una dirección perpendicular a la segunda en el sentido de la presente memoria descriptiva.

30 *Un álabe que se desplaza, en esencia, en la dirección del viento* significa que el álabe está convirtiendo positivamente la fuerza del viento en movimiento (desplazamiento hacia delante).

Un álabe que desplaza en esencia en contra de la dirección del viento significa que se necesita energía para forzar el álabe a desplazarse de regreso a través del viento (desplazamiento hacia atrás)

Realizaciones de la invención

35 En una realización de la turbina de viento de acuerdo con la invención, el receptáculo adopta una de dichas dos configuraciones, en esencia, bajo la influencia de la gravedad y el viento, y la otra configuración, en esencia, por la operación de dichos medios. Esta realización no requiere la operación activa de ningún medio para hacer que el receptáculo tome una de las dos configuraciones lo que hace que la construcción sea relativamente simple. Por ejemplo, si el receptáculo se forma de tal manera que puede tomar la segunda configuración, en esencia, por la gravedad y el viento que actúan sobre (partes de) el receptáculo, no necesita que la operación de los medios tome esa configuración. En tal caso se requiere, por lo general, que la operación de los medios tenga que cambiar a la configuración en la dirección opuesta para proporcionar la primera configuración.

40 En una realización alternativa, los medios se pueden operar de tal manera que el receptáculo adopte la segunda configuración, en esencia, por la operación de dichos medios, en particular, cuando el álabe está en condiciones de desplazarse en contra de la dirección del viento. Esta realización tiene la ventaja de que la configuración estándar del receptáculo es la primera configuración, es decir la configuración en la que el receptáculo tiene la mayor capacidad de convertir la fuerza del viento en movimiento. De esta manera, cuando el viento empieza a soplar la turbina comenzará a girar fácilmente. Preferentemente en esta realización, el álabe se alinea con el viento de forma automática (por ejemplo, con medios comúnmente conocidos en la técnica) de tal manera que el álabe adopta una posición en la que el receptáculo puede atrapar el viento. La ventaja de tomar la segunda configuración cuando el álabe está en la posición de desplazarse en contra de la dirección del viento es que el efecto negativo que el receptáculo tiene en la conversión global de la fuerza del viento en movimiento puede minimizarse activamente, y por lo tanto, no depende (pasivamente) de fuerzas externas como el viento y la gravedad.

En aún otra realización, los medios se pueden operar de tal manera que el receptáculo adopta la primera y segunda

configuración, en esencia, por la operación de dichos medios. Aunque esta realización es más compleja que la mencionada, y también, puede disminuir la tasa de conversión de energía global ligeramente (puesto que abrir y cerrar activamente el receptáculo puede costar energía), esta realización tiene la ventaja de que la configuración del receptáculo puede ajustarse a cualquier configuración en el espectro entre la primera y segunda configuración, independientemente de la posición que el álabe toma con respecto a la dirección del viento. Esto mejora la libertad de operación para el uso de la turbina de viento.

En una realización, el álabe es un cuerpo en forma de perfil aerodinámico, en el que el receptáculo se forma, en esencia, por una tapa y el cuerpo de perfil aerodinámico, estando la tapa abisagrada al cuerpo en una posición adyacente a un extremo corriente abajo de dicho cuerpo (el extremo corriente abajo del cuerpo siendo el extremo del cuerpo que se orienta lejos del viento, el álabe se mueve en la dirección del viento). Esta realización tiene la ventaja de tener una construcción más simple que cuando se utilizan, por ejemplo, cuencos deformables tales como esferoides deformables u otras formas, y más eficaz que, por ejemplo, un álabe en forma de un poste longitudinal que tiene tapas, u otras constituciones.

En una realización, el álabe comprende múltiples receptáculos. Es reconocible por el solicitante que, al utilizar diversos receptáculos, la libertad de operar la turbina para aumentar la conversión de energía puede mejorarse aún más. Sin embargo más importante, fue el reconocimiento del solicitante de que tener múltiples receptáculos permite el uso de álabes de una longitud más larga significativa que cuando se utiliza un receptáculo (grande) que se extiende sobre una longitud correspondiente del álabe. En concreto, a altas velocidades de giro, las fuerzas generadas en el álabe cerca de la punta del álabe son significativamente más grandes que las fuerzas generadas en el álabe cerca del soporte. Al tener diversos receptáculos independientes, se puede por ejemplo permitir que los receptáculos "externos" tomen una configuración que tiene una menor capacidad para convertir la fuerza del viento en movimiento, para reducir el impacto mecánico sobre el álabe. Esto a su vez permite el uso de álabes más grandes, sin necesitar necesariamente construcciones mecánicas muy robustas. En una realización adicional, el álabe comprende un primer receptáculo en un sitio superior del álabe y un segundo receptáculo en un lado inferior del álabe. En esta realización, se puede hacer un uso casi óptimo de los receptáculos y de su capacidad para convertir la energía eólica en movimiento.

En una realización alternativa el álabe comprende múltiples receptáculos separados situados a lo largo de la longitud del álabe. El solicitante ha reconocido que la hidrodinámica (el flujo del aire) a lo largo de la longitud del álabe cambia considerablemente cuando se desplaza desde una posición cerca del soporte (adyacente al corazón de la turbina) hasta la punta del álabe. Mediante el uso de receptáculos separados a lo largo de la longitud del álabe, los receptáculos pueden tener diferentes configuraciones a lo largo de la longitud del álabe adaptado a las diferencias en la hidrodinámica. En una realización adicional, un receptáculo colocado cerca del soporte tiene una sección transversal mayor que un receptáculo colocado más lejos del soporte. De esta manera, el cambio en la velocidad de desplazamiento absoluta de las diferentes porciones a lo largo de la longitud del álabe puede adaptarse. Normalmente adyacente a la punta, la velocidad es tan alta que una pequeña sección transversal del receptáculo puede ser necesaria para evitar que la construcción tenga que ser muy pesada para mantener la rigidez del álabe. Este concepto se puede aplicar a una turbina que tiene medios diferentes o incluso ninguno para forzar un receptáculo a adoptar al menos una de dichas configuraciones independientes de la dirección del viento. En particular, incluso cuando los receptáculos se abren y cierran solamente bajo las fuerzas del viento y de 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 longitud del álabe se puede utilizar ventajosamente en una turbina de viento para permitir longitudes de álabes más grandes. En otras palabras, la invención se materializa también en una turbina eólica en la que dicha primera y segunda configuraciones se inducen por meras fuerzas del viento y/o gravitacionales (en lugar de utilizar los medios para forzar a los receptáculos a tomar la primera y segunda configuraciones), en la que el álabe comprende múltiples receptáculos separados situados a lo largo de la longitud del álabe, y en la que un receptáculo situado cerca del soporte tiene una capacidad máxima más grande de convertir la fuerza del viento en movimiento que un receptáculo colocado más lejos del soporte.

En una realización, los receptáculos se conectan operativamente de manera que cuando un receptáculo adopta la segunda posición, un receptáculo junto al receptáculo que adopta la segunda posición, visto en la dirección hacia fuera del soporte, adopta automáticamente la segunda posición. En esta realización, los receptáculos vecinos se agarran simplemente entre sí de tal manera que cuando un receptáculo se ve forzado a tomar la segunda configuración, el receptáculo al lado del mismo, visto en la dirección hacia la punta del álabe toma también la segunda configuración. En esta realización, los medios se pueden operar para forzar a los receptáculos a tomar la segunda configuración solo teniendo que forzar activamente un solo receptáculo (normalmente el más cercano al centro de la turbina). Los otros receptáculos siguen el movimiento del primero. Esto evita la necesidad de un medio que tenga que construirse de tal forma que actúe directamente sobre todos los receptáculos de un álabe. La desventaja es que para tomar la segunda configuración, los múltiples receptáculos en un álabe no pueden operarse de forma independiente.

En una realización en la que el álabe es parte de un rotor que se conecta giratoriamente al soporte, el rotor comprende múltiples álabes. Al tener múltiples álabes, una distribución muy uniforme de los álabes puede proporcionarse, de manera que hay siempre al menos un álabe presente que toma una posición tal que puede convertir positivamente el viento en movimiento. Cuando se distribuye exactamente de manera uniforme, cada álabe

puede cubrir, por ejemplo, un segmento de entre 30° (12 álabes) y 180° (2 álabes) de giro. Se ha encontrado que de esta manera no solo una buena conversión de energía se puede obtener, sino también que la conversión puede ser relativamente suave, con poco impulso sobre el soporte. En una realización adicional, la turbina comprende múltiples rotores.

5 Se explicará adicionalmente la invención basada en los siguientes ejemplos.

Ejemplos

La Figura 1 muestra una realización ejemplar de una turbina de viento.

La Figura 2 muestra una realización ejemplar de un álabes.

La Figura 3 es una representación esquemática de una turbina de viento ejemplar.

10 La Figura 4 es una representación esquemática de una turbina de acuerdo con la invención.

La Figura 5 representa esquemáticamente diferentes receptáculos para su uso en la presente invención.

La Figura 6 representa esquemáticamente, a modo de ejemplo, una combinación de dos turbinas de viento con un molino de viento Darrieus.

La Figura 7 ilustra la capacidad de un receptáculo para convertir la fuerza del viento en movimiento.

15 La Figura 8 representa esquemáticamente un sistema para proporcionar las configuraciones de los receptáculos de viento.

Figura 1

La Figura 1 es una representación ejemplar de una turbina de viento. Representada hay una turbina 1 que se monta para extenderse desde la superficie 2 del suelo utilizando un poste 5 de soporte. La turbina en esta realización comprende dos álabes (6, 16), comprendiendo cada álabes diversos receptáculos (7, 17) para atrapar el viento y ayudar en la conversión de energía eólica (la dirección del viento se indica como V) en un movimiento de giro de los álabes (en la dirección A indicada). El álabes 6 y sus receptáculos se representan en mayor detalle en la Figura 2.

Figura 2

La Figura 2 es una representación esquemática de un álabes. El álabes 6 en esta realización particular se dirige hacia el viento V de tal manera que su extremo 600 corriente arriba se enfrenta hacia el viento y su extremo 60 corriente abajo se aleja del viento. El álabes 6 en esta realización es un cuerpo en forma de perfil aerodinámico de tal manera que el viento que se desplaza sobre y debajo del álabes proporciona una fuerza de accionamiento sobre el álabes en la dirección del viento. El álabes 6 está en su lado inferior, así como en su lado superior provisto de múltiples receptáculos 7 y 7' respectivamente. Los receptáculos 7 en el lado inferior consisten, en cada caso, en una tapa y el lado inferior del álabes. Cinco tapas 10, 11, 12, 13 y 14 se representan en la Figura 2. La tapa 10 se coloca más próxima al soporte (w = no se muestra en la Figura 2), la tapa 14 se coloca cerca de la punta del álabes 6. Cada tapa, junto con el lado inferior del álabes forma más o menos un cubo para capturar el viento. Las tapas 10, 11, 12, 13 y 14 se articulan alrededor de la línea 21, y están en el interior del álabes provistas de los contrapesos 101 a 115 respectivamente. Estos pesos en esta realización se eligieron de tal manera que las tapas se abren, en esencia, bajo la influencia de la gravedad. Al variar el contrapeso, el movimiento de las tapas con respecto a la gravedad y la velocidad del viento (en relación con el álabes) puede elegirse precisamente para proporcionar un par de torsión óptimo bajo las circunstancias elegidas. Las tapas 10, 11, 12, 13 y 14 se conectan operativamente de manera que cuando un receptáculo adopta la segunda posición, un receptáculo junto al receptáculo que adopta la segunda posición, visto en la dirección hacia fuera del soporte, adopta automáticamente la segunda posición. En este caso, tapa 11 está provista de una sub-tapa 121 que se encuentra a través del espacio de movimiento de la tapa 10. Cuando la tapa 10 se mueve hacia el álabes para adoptar la segunda configuración, se encuentra con la sub-tapa 121 y, por lo tanto, lleva la tapa 11 con la misma en la dirección de la parte inferior del álabes. A vez, la tapa 12 está provista de la sub-tapa 122, que se encuentra a través del espacio de movimiento de la tapa 11. Por tanto, cuando la tapa 11 se mueve en la dirección del álabes, encuentra la sub-tapa 122 y por lo tanto lleva la tapa 12 con la misma hacia la parte inferior del álabes para tomar la segunda configuración. De la misma manera, la tapa 13 está provista de la sub-tapa 123 y la tapa 14 está provista de la sub-tapa 124. Correspondientemente, las tapas 10', 11', 12', 13' y 14' están provistas de las sub-tapas 120', 121', 122', 123' y 124'. Estas tapas se articulan alrededor de la línea 20 y están provistas de contrapesos, en el interior del álabes, 101' a 105'. Estos contrapesos se eligen de manera que las tapas se abren bajo la influencia de la gravedad para tomar la primera configuración.

Figura 3

La Figura 3 es una representación esquemática de una turbina de viento que comprende dos álabes 6 y 16 que forman parte de un rotor 166. La Figura 3 representa un medio (200, 200') que se puede operar para forzar a los receptáculos 7 (que comprenden las tapas 10-14, 10'-14', 110-114 y 110'- 114', respectivamente) a adoptar la segunda configuración. En esta Figura, se representa una turbina 1 de viento que comprende dos álabes 6 y 16 que tienen sustancialmente la misma constitución que el álabes 6 que se representa en la Figura 2. Cada álabes comprende de 10 receptáculos (álabes 6: receptáculos 7 formados por las tapas 10-14 y las partes inferiores correspondientes del álabes, así como los receptáculos formados por las tapas 10'-14' y las partes superiores correspondientes del álabes 6; álabes 16: receptáculos formados por tapas 110-114 y las partes inferiores correspondientes del álabes, así como los receptáculos formados por las tapas 110'-114' y las partes correspondientes del lado superior del álabes 16). La turbina 1 se compone de primeros medios 200 que se pueden operar de tal manera que los receptáculos que comprenden tapas 110-114 adoptan la segunda configuración, en

5 esencia, por la operación de dichos medios. Estos medios 200 comprenden una primera palanca 201, que se empuja hacia abajo por una fuerza de empuje de la sub-tapa 120 (véase también Figura 3) que se ha movido hacia abajo debido a la gravedad y el viento forzando la tapa 10 hacia abajo. La fuerza hacia abajo sobre la palanca 201 se utiliza para empujar la palanca 202 hacia arriba. De esta manera, la tapa 110 (detrás del álabe 16, y como tal no
10 mostrado), en virtud de la palanca 202 que actúa sobre su sub-tapa 1120 correspondiente (no mostrada), se empuja hacia arriba de tal manera que el receptáculo que comprende la tapa 110 lleva la segunda configuración (prácticamente "cerrada" en esta realización). 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 utilizando un cojinete 203 para moverse conjuntamente con los álabes. El convertidor 204 actúa sobre las palancas para asegurarse de que los receptáculos adopten la primera configuración cuando un álabe se mueve en la dirección del viento V, y la segunda configuración cuando el álabe se mueve contra el viento V. Para ello, el convertidor se alinea con la dirección del viento electrónicamente (no se muestra la electrónica). En una realización alternativa, el convertidor se alinea con el viento utilizando un álabe comúnmente conocido que se alinea automáticamente con el viento, álabe que a su vez se conecta operativamente al convertidor. De la misma forma que se ha descrito aquí anteriormente en relación con los medios 200, los medios 200' correspondientes, que comprenden las palancas 201' y 202', así como el convertidor 204' y el cojinete 203', se proporcionan para forzar a los receptáculos en la parte superior de los álabes, que comprenden las tapas 10'-14' y las tapas 110'-114' (en las que las tapas 10' y 110' están provistas de sub-tapas 120' y 1120' respectivamente), que adopten la primera configuración cuando el álabe se desplaza en la dirección del viento. Correspondientemente, la energía que se libera cuando las tapas 110' a 114' se cierran tras la actuación de la gravedad y el viento, se transfiere a través del convertidor 204' para hacer que la palanca 201' se accione para forzar las tapas 10'-14' a moverse hacia arriba de manera que los receptáculos correspondientes tomen la primera configuración.

Figura 4

25 La Figura 4 es una representación esquemática de una turbina de acuerdo con la invención. Como se muestra en la Figura, el álabe 6 está provisto de diversos receptáculos de tal manera que un receptáculo colocado cerca del soporte tiene una sección transversal mayor que un receptáculo colocado más lejos del soporte. En esta realización, cada receptáculo 7 se forma entre una tapa y el lado inferior del álabe (véase Figura 2). Al tener tapas de diferentes tamaños, de manera que una tapa tiene una superficie mayor al estar más cerca al soporte 5, un receptáculo colocado cerca del soporte tiene una sección transversal mayor que un receptáculo colocado más lejos del soporte.

Figura 5

30 La Figura 5 representa esquemáticamente diferentes receptáculos para su uso en la presente invención. La dirección del viento V se representa, y se aplica a las Figuras 5A, 5B y 5C.

35 En la Figura 5A se muestra un receptáculo 7 que corresponde en forma con el receptáculo que se ha representado en las Figuras 2 y 3. En la situación del lado izquierdo de la Figura 5A, el receptáculo, que comprende una tapa 10 y el lado inferior 70 del álabe 6, estando la tapa articulada mediante una bisagra 80 en el extremo corriente abajo del álabe, ha adoptado la primera configuración, es decir, la configuración en la que el viento se va a atrapar por el receptáculo para convertir la energía eólica en el movimiento del álabe. La dirección en la que el álabe se desplaza se indica como P1. En la situación del lado derecho de la Figura 5A, el mismo receptáculo ha adoptado la segunda configuración, en cuya configuración menos viento tiene que atraparse para hacer que el desplazamiento en la dirección P2, en contra de la dirección del viento V no consuma demasiada energía.

40 En la Figura 5B se muestra esquemáticamente una realización alternativa de un receptáculo 7. En este caso el álabe 6, que consiste de un tubo simple, está provisto de dos miembros 7 y 7' que se extienden verticalmente que actúan para atrapar el viento para mover el álabe en la dirección P1. Cada miembro está provisto de un resorte 90 y 90', respectivamente, que se muestra en la configuración extendida en la Figura 5B. Cuando el álabe tiene que desplazarse en contra del viento V, en la dirección indicada con P2, los resortes 90 y 90' se liberan y fuerzan a los miembros 7 y 7' a tomar una configuración más corta (la segunda configuración en el sentido de la presente invención) de tal manera que se captura considerablemente menos viento.

45 En la Figura 5C aún otra realización de un receptáculo en el sentido de la presente invención se representa esquemáticamente. En este caso, el receptáculo 7 es un medio cuenco, montado mediante una bisagra 80 en la parte inferior del álabe 6. Cuando este álabe se desplaza en la dirección del viento, indicada como P1, el cuenco se coloca como se muestra en el lado izquierdo del dibujo de la Figura 5C. La bisagra evita que el cuenco tome otra posición y el cuenco se sitúa perfectamente para atrapar máximamente el viento V. Cuando se supone que el álabe se desplaza contra el viento V en la dirección indicada con P2, el cuenco se fuerza a articularse hacia el lado inferior del álabe y toma la posición como se indica en el dibujo en el lado derecho de la Figura 5C. En esta configuración, el receptáculo ha adoptado una configuración que atrapa mucho menos viento y el álabe se desplaza fácilmente en contra de la dirección del viento.

Figura 6

50 La Figura 6 representa esquemáticamente una combinación de dos turbinas (1, 1') de viento con un molino (400) de viento Darrieus. Este molino (400) de viento Darrieus se corresponde con el molino que se muestra en la solicitud de patente china CN 101737252A anteriormente referencia. La dirección del viento se indica con una V, que corresponde a un giro del molino en la dirección A. Este molino se soporta por el eje 5 y comprende barras 401 y

402 que llevan los álabes 410, 412 y 411, 413 respectivamente. Para el mismo soporte 5, dos turbinas 1 y 1' de viento se conectan operativamente mediante embragues que permiten que cada una de estas turbinas de viento giren a diversas revoluciones por minuto durante un número predeterminado de revoluciones por minuto para el molino 400 de viento Darrieus. Estos embragues se indican en la Figura 6 con los números 300 y 300' de referencia, y en esta realización son embragues hidráulicos.

El molino de viento combinado puede funcionar como sigue. Cuando la velocidad del viento es cero, todos los álabes se mantienen en la posición que se encuentran. Los receptáculos toman todos la segunda configuración, teniendo las tapas, forzados por los contrapesos (véase Figura 2) a tomar una posición cerca de la parte inferior de los álabes en forma de perfil aerodinámico correspondientes. Cuando el viento empieza a soplar en la dirección V, los receptáculos de los álabes 6 y 6' (comprendiendo las tapas 10-14 y 10'-14', respectivamente) se abren (es decir, adoptan la primera configuración en el sentido de la presente invención) bajo la influencia del viento y la gravedad. Como resultado, ambas turbinas 1 y 1' comenzarán a girar alrededor del soporte 5. Tan pronto como los álabes 6 y 6' tomen una posición en la que tengan que desplazarse contra la dirección del viento, los receptáculos, mediante el uso de los medios operables para forzar a los receptáculos a adoptar la segunda configuración (tales medios no se muestran en la Figura 6) se fuerzan para cerrarse. Los receptáculos de los álabes 16 y 16', por otra parte, se abren después para tomar la primera configuración de atrapar el viento y convertir el viento en el movimiento de los álabes. A bajas revoluciones, los embragues 300 y 300' no pasan ningún movimiento al eje 5. Tan pronto como se alcanza un rpm umbral, los embragues se accionan para pasar parte del movimiento de las turbinas 1 y 1' al eje 5, con lo que el molino Darrieus comenzará a girar en la dirección A indicada. De esta manera, el molino de Darrieus no necesita ningún motor auxiliar para arrancar (tal como se conoce de la técnica anterior).

Cuando el molino de Darrieus, a velocidades de viento muy altas corre, por ejemplo, el riesgo de girar demasiado rápido, las turbinas 1 y 1' se pueden utilizar para ralentizar el molino forzando los receptáculos a tomar la primera configuración (o al menos una configuración en la que las tapas se abren al menos parcialmente) normalmente cuando un álabe tiene una posición tal que se desplaza contra la dirección del viento. De esta manera, los álabes de las turbinas se ralentizarán, ralentización que se puede hacer pasar a través de los embragues 300 y 300' al eje 5 para ralentizar el molino 400 Darrieus.

Figura 7

Esta Figura, que consiste en las figuras 7A y 7B, ilustra la capacidad de un receptáculo de convertir la fuerza del viento en movimiento. Como se define *supra*, la capacidad de un receptáculo de convertir la fuerza del viento en movimiento es la conversión que un receptáculo puede proporcionar cuando este receptáculo está en una posición ideal con respecto a la dirección del viento, es decir, el receptáculo se sitúa de tal manera que el viento se "atrapa" máximamente. Como se ilustra en las Figuras 7A y 7B, aunque el viento sopla en ambas sub-figuras en la dirección V indicada, la capacidad de los receptáculos (formados por las tapas 10, 10' y el álabe 6) para convertir la fuerza del viento en movimiento es en ambas figuras igual. Esto es porque los ángulos α en las Figuras 7A y 7B son iguales, así como las dimensiones de los álabes y las tapas. En cada uno de los dos casos mostrados, cuando los receptáculos estarían una posición ideal con respecto a la dirección del viento (que es el caso de la situación 7B en este ejemplo), entonces la capacidad es exactamente la misma para los receptáculos de la Figura 7A y para los receptáculos de la Figura 7B.

Figura 8

La Figura 8 representa esquemáticamente un sistema para proporcionar las configuraciones de los receptáculos de viento. En particular, en una situación en la que un álabe tiene un primer receptáculo lateral superior del álabe, y un receptáculo correspondiente en el lado inferior del álabe, es importante no solo porque las partes que constituyen de los receptáculos tienen las mismas dimensiones, sino también porque estas partes se aseguran de que los receptáculos tengan la misma capacidad de convertir la fuerza del viento en movimiento. Esto es importante para evitar, o al menos minimizar, la torsión del álabe. Cuando el receptáculo superior (formado por la tapa 10' y el álabe 6) se abriría, por ejemplo, más que el receptáculo inferior (formado por la tapa 10 y álabe 6), entonces una torsión surgiría cuando el álabe se desplace en la dirección del viento, e incluso cuando el álabe se desplace en contra de la dirección del viento (aunque el efecto para el receptáculo mostrado sería algo menor). Para proporcionar un movimiento concurrente exacto de las tapas 10 y 10', estas tapas se conectan operativamente por medios piñones 500 y 500', piñones que giran alrededor de los ejes 501 y 501', respectivamente. El piñón inferior se conecta a una barra de empuje/tracción 510, que se conecta a una palanca 511 a través de la bisagra 512. La palanca 511 puede girar alrededor del eje 520. Al girar la palanca 511 alrededor del eje 520, las tapas 10 y 10' se moverán de tal manera que los ángulos β y β' , respectivos, tendrán, en esencia, la misma magnitud en todas las circunstancias (dependiendo principalmente de las tolerancias en el piñón y de la conexión de los piñones y las tapas al eje 501 y 501'). Se hace notar que en una realización, el giro de la palanca 511 alrededor del eje 520 se controla a través de un carril que se forma alrededor del soporte central de la turbina (no mostrado en la Figura 8), constituyendo el carril una guía para un seguidor que se conecta operativamente a la palanca 511.

Se observa que el sistema mostrado de medios piñones se puede utilizar ventajosamente en cualquier turbina de la técnica anterior que utilice tapas superiores e inferiores para constituir receptáculos de diferente capacidad. En otras palabras, la invención se materializa también en un álabe que comprende dos receptáculos situados en sitios correspondientes arriba y por debajo del álabe, los receptáculos formados por tapas que se pueden abrir y cerrar con respecto al álabe, en el que cada una de las tapas de los dichos dos receptáculos se sitúa de manera giratoria en el álabe mediante su conexión a un piñón, los dos piñones cooperan a través de una conexión de agarre.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Turbina (1) de viento para la conversión de energía eólica en mecánica, que comprende un soporte (5) y un álabe (6, 16) giratoriamente conectado a dicho soporte (5), comprendiendo el álabe (6, 16) un receptáculo (7) de viento que puede adoptar una primera configuración cuando el álabe (6, 16) está en una posición para desplazarse en la dirección del viento, en cuya primera configuración, el receptáculo (7) tiene una primera capacidad de convertir la fuerza del viento en el movimiento del álabe (6, 16), y una segunda configuración cuando el álabe (6, 16) está en una posición para desplazarse en contra de la dirección del viento, en cuya segunda configuración el receptáculo (7) tiene una segunda capacidad de convertir la fuerza del viento en el movimiento del álabe (6, 16), siendo la segunda capacidad inferior con respecto a la primera capacidad, en la que la turbina (1) está provista de medios (200, 200') que se pueden accionar para forzar el receptáculo (7) a adoptar al menos una de dichas configuraciones independientemente de la dirección del viento, **caracterizada porque** el álabe (6, 16) comprende diversos receptáculos (7) situados a lo largo de la longitud del álabe, en la que un receptáculo (7; 6, 10) situado cerca del soporte (5) tiene una sección transversal mayor que un receptáculo (7, 6, 11) situado más lejos del soporte (5).
- 10 2. Turbina (1) de viento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el receptáculo (7) adopta una de dichas dos configuraciones, en esencia, bajo la influencia de la gravedad y el viento, y la otra configuración, en esencia, por la operación de dichos medios (200, 200').
- 15 3. Turbina (1) de viento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** los medios (200, 200') se pueden operar de tal manera que el receptáculo (7) adopta la segunda configuración, en esencia, por la operación de dichos medios (200, 200') cuando el álabe está en condiciones de desplazarse en contra de la dirección del viento.
- 20 4. Turbina (1) de viento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el álabe (6, 16) es un cuerpo en forma de perfil aerodinámico, **caracterizada porque** el receptáculo (7) se forma, en esencia, por una tapa (10, 11, 12, 13, 14) y el cuerpo de perfil aerodinámico, estando la tapa articulada al cuerpo en una posición adyacente a un extremo (60) corriente abajo de dicho cuerpo.
- 25 5. Turbina (1) de viento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el álabe (6, 16) comprende un primer receptáculo (7') en un sitio superior del álabe y un segundo receptáculo (7) en un lado inferior del álabe.
- 30 6. Turbina (1) de viento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** los receptáculos (7) se conectan operativamente de manera que cuando un receptáculo adopta la segunda posición, un receptáculo junto al receptáculo que adopta la segunda posición, visto en la dirección que se aleja del soporte, adopta automáticamente la segunda posición.
- 35 7. Uso de una turbina (1) de viento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores para la conversión de viento en trabajo.
- 40 8. Una turbina (1) de viento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 en combinación con un molino (400) de viento Darrieus, en la que la turbina (1) de viento se conecta operativamente al molino (400) de viento Darrieus, **caracterizada porque** la conexión operativa utiliza un embrague (300) que permite que la turbina (1) de viento gire a diversas revoluciones por minuto durante un número predeterminado de revoluciones por minuto para el molino (400) de viento Darrieus.
- 45 9. Una turbina de viento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada porque** el embrague (300) se selecciona del grupo que consiste en un embrague centrífugo, un embrague hidráulico, un embrague deslizante, un embrague electromagnético y un embrague de tipo correa en V.
- 50 10. Una turbina (1) de viento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha primera y segunda configuraciones son inducidas solamente por las fuerzas del viento y/o gravitacionales y/o los medios (200, 200') como se define en la reivindicación 1, **caracterizada porque** el álabe (6, 16) comprende diversos receptáculos (7) separados situados a lo largo de la longitud del álabe, en la que un receptáculo (7; 6, 10) situado cerca del soporte (5) tiene una capacidad máxima más grande de convertir la fuerza del viento en movimiento que un receptáculo (7, 6, 11) situado más lejos del soporte (5).
11. Una turbina de viento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el álabe comprende dos receptáculos colocados en sitios correspondientes arriba y debajo del álabe, estando los receptáculos formados por tapas que se pueden abrir y cerrar con respecto al álabe, **caracterizada porque** cada una de las tapas de los dichos dos receptáculos se sitúa de manera giratoria en el álabe mediante su conexión a un piñón, los dos piñones cooperan a través de una conexión de agarre.

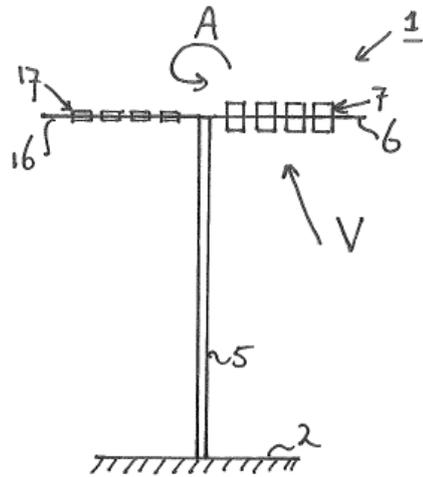


FIG. 1

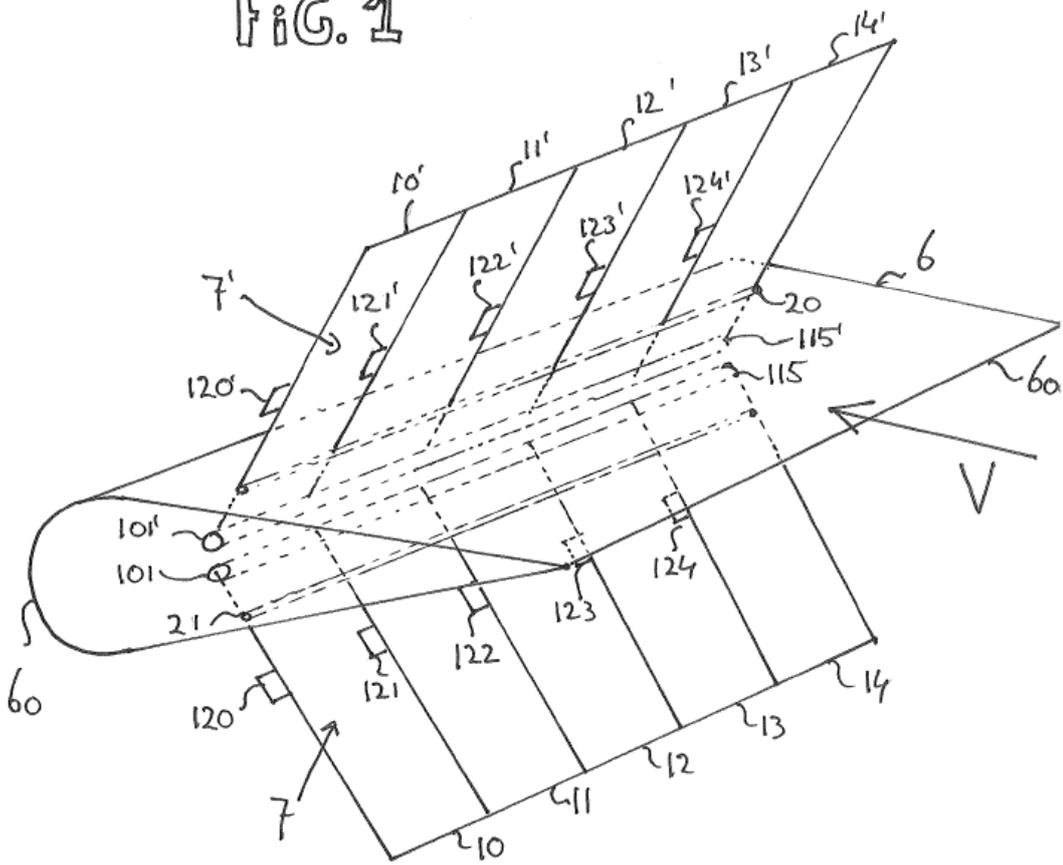


FIG. 2

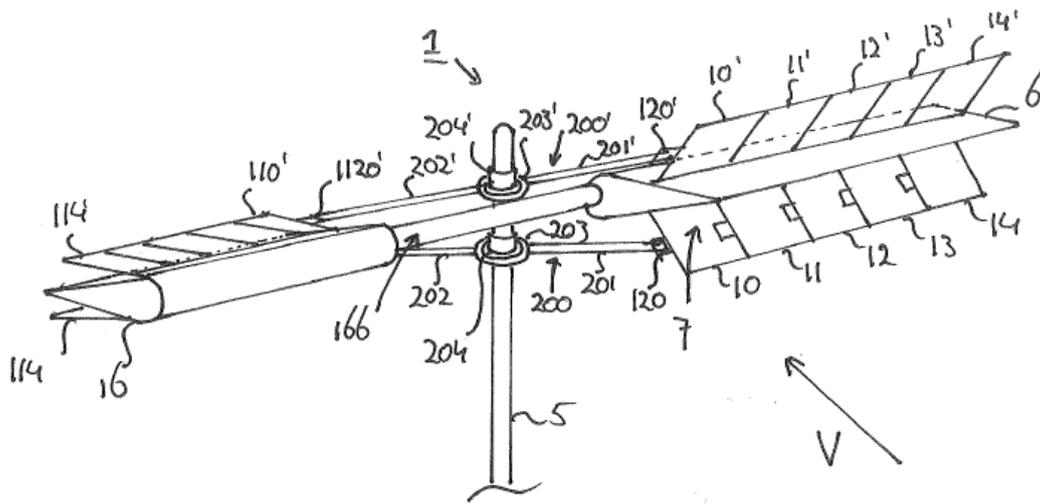


FIG. 3

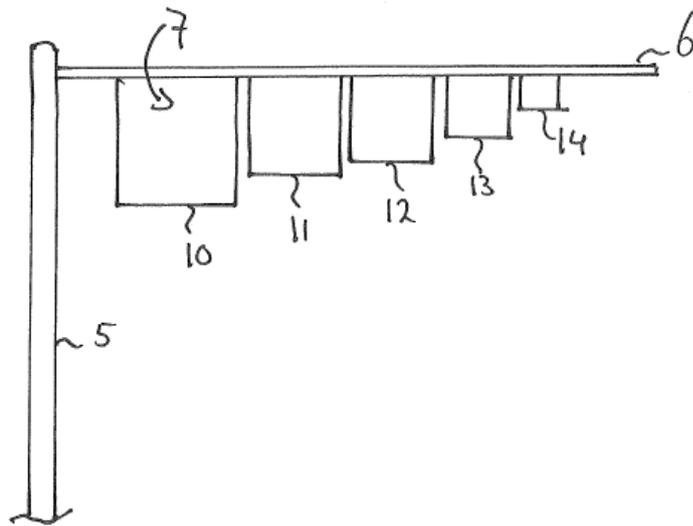


FIG. 4

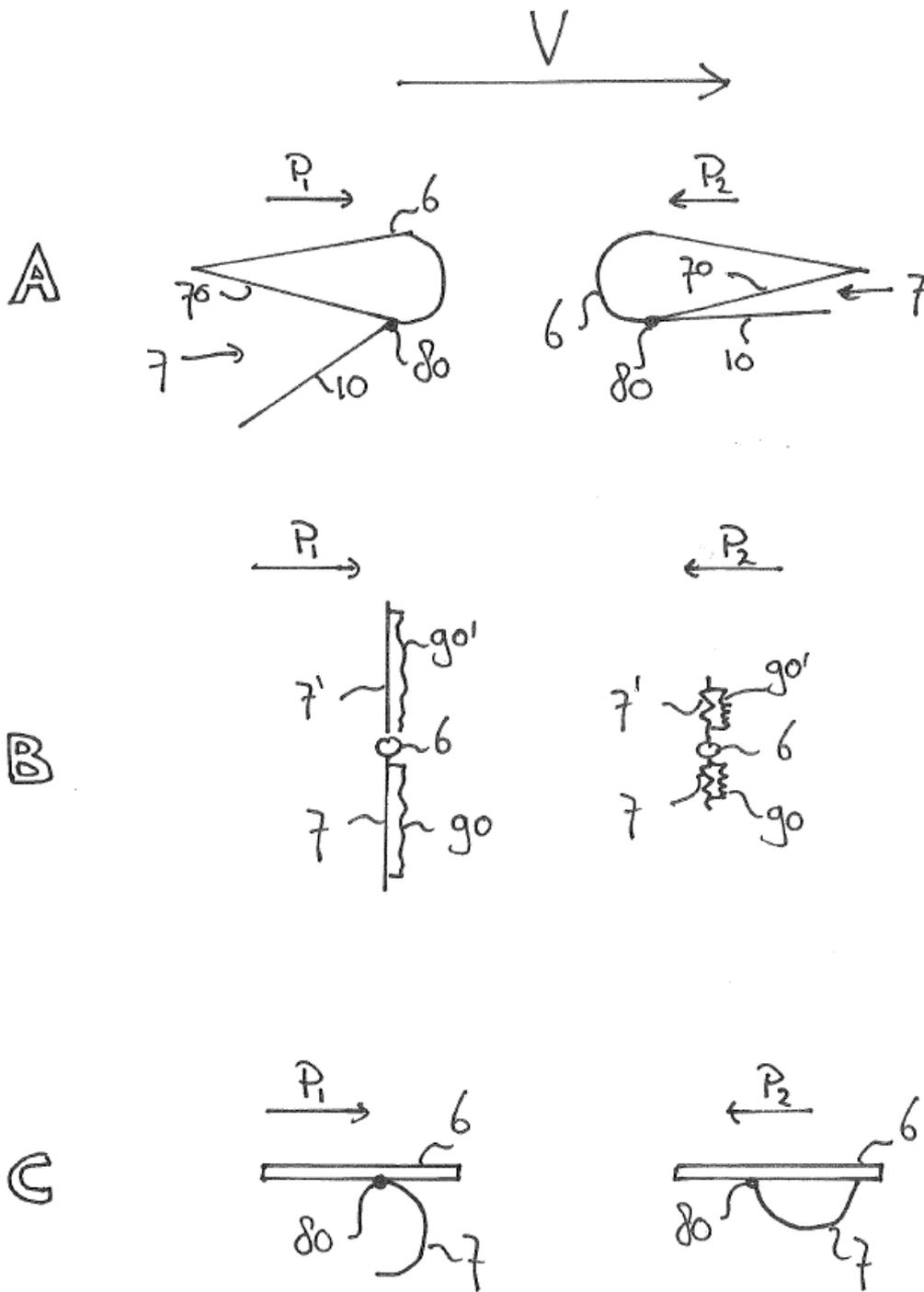


FIG. 5

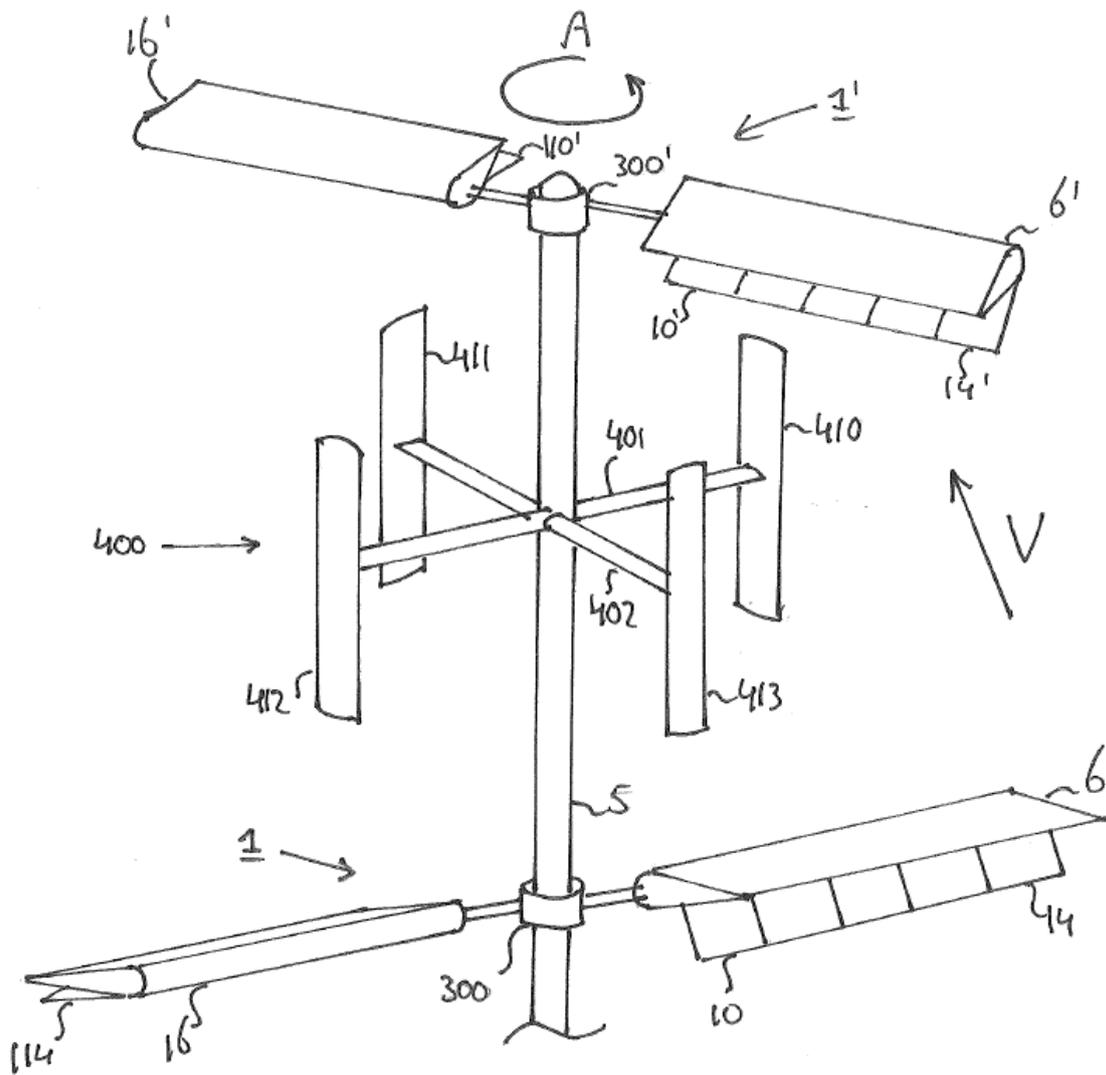


FIG. 6

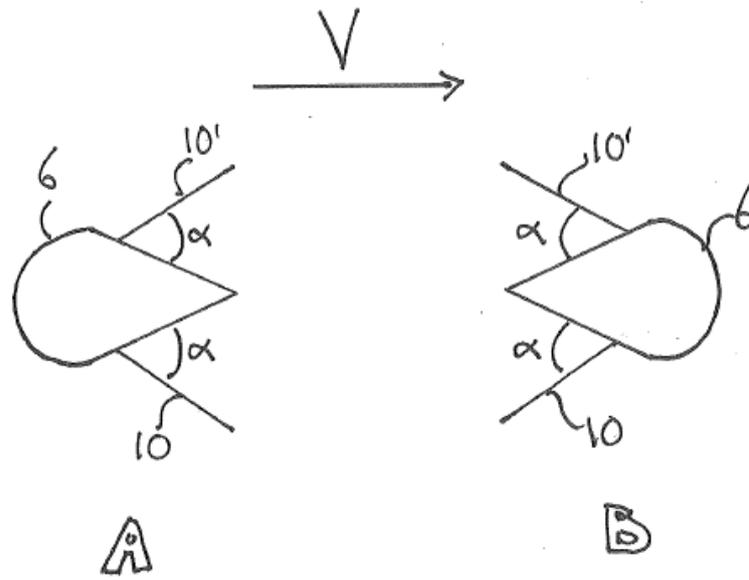


FIG. 7

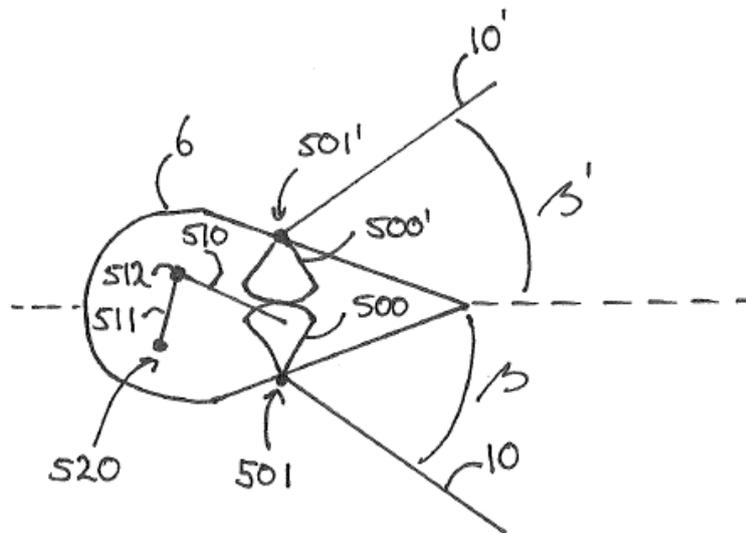


FIG. 8