

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 886**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00 (2006.01)

F03D 80/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.12.2015 PCT/DK2015/050379**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.07.2016 WO16107624**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2015 E 15808094 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 3240952**

54 Título: **Aparato antioscilación y técnica para asegurar palas de aerogenerador contra oscilaciones**

30 Prioridad:

29.12.2014 DK 201470831

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

06.11.2020

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**WARDROPPER, STEVE;
EDWARDS, ADRIAN y
WOOD, ARRAN**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 791 886 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

Aparato antioscilación y técnica para asegurar palas de aerogenerador contra oscilaciones

Esta invención se refiere a un aparato antioscilación y a una técnica para asegurar palas de aerogenerador contra oscilaciones.

5 Un aerogenerador de eje horizontal típico se ilustra en la Figura 7 al que ahora se debería hacer referencia. La Figura 7 ilustra un aerogenerador 1, que comprende una torre de aerogenerador 2 sobre la cual está montada una góndola de aerogenerador 3. Un rotor de aerogenerador 4 que comprende al menos una pala 5 de aerogenerador está montado en un buje del rotor 6.

10 El buje 6 está conectado a la góndola 3 a través de un eje (no mostrado) que se extiende desde el frente de la góndola. La góndola 3 se puede girar, usando un control de orientación colocado en la parte superior de la torre 1, para cambiar la dirección en la que se enfrentan el buje de la pala del rotor 6 y las palas 5. Las palas están perfiladas aerodinámicamente para que experimenten una "elevación" o presión del viento a medida que el viento fluye pasada la superficie de la pala. El ángulo o inclinación en el que la superficie delantera del perfil aerodinámico de la pala se encuentra con el viento incidente se puede alterar usando un control de inclinación, que gira las palas 5 con respecto al buje 6.

15 El aerogenerador ilustrado en la Figura 1 puede ser un modelo pequeño destinado al uso doméstico o de empresa de servicios públicos ligero, o puede ser un modelo grande, tal como los que son adecuados para su uso en la generación de electricidad a gran escala en un parque eólico, por ejemplo. Un aerogenerador comercial típico, por ejemplo, uno que está diseñado para generar digamos 3 MW de potencia, puede estar de pie aproximadamente a 20 100 metros de altura y tener palas del aerogenerador con una longitud de alrededor de 40m o más. El tamaño de la pala de aerogenerador y, en particular, el área que se barre por las palas a medida que giran en el viento está vinculada con la cantidad de energía que la turbina puede extraer del viento. En la generación de energía comercial, los aerogeneradores son, por lo tanto, grandes, de modo que proporcionan la mayor capacidad de generación.

25 En operación normal, tal como durante la generación de energía, el control de orientación gira la góndola 3 de modo que apunte el buje del rotor 6 al viento y el control de inclinación ajusta las palas 5 del aerogenerador de modo que se coloquen con un ángulo de ataque que crea elevación y hace que el rotor 4 gire. La inclinación de las palas entonces se puede ajustar de modo que la fuerza que experimentan del viento se mantenga dentro de parámetros operativos seguros, mientras que se genera tanta energía como sea posible del viento incidente.

30 Cuando el aerogenerador no está generando energía, tal como antes de la conexión a la red eléctrica o durante los tiempos de mantenimiento, las palas de la turbina se expulsan del viento en la mayor medida posible por medio del control de orientación y los controles de inclinación de modo que las palas no experimentan mucha fuerza desde el viento incidente. Esta posición de las palas se conoce como una posición "en bandera". En esta posición, las palas del aerogenerador se pueden llevar a una parada y, opcionalmente, se pueden bloquear. Cuando las palas del aerogenerador están en bandera con respecto al viento, entonces el viento fluye alrededor de las palas suavemente, pero sin generar elevación. Esta condición se puede mantener cuando la dirección del viento cambia ajustando el 35 ángulo de orientación de la góndola para mantener, tanto como sea posible, una alineación aproximada entre la dirección de la pala en sentido de cuerda y la dirección del viento, o, -expresado de manera diferente- para mantener un ángulo de ataque entre las palas y la dirección del viento que es neutral, es decir, que no genera sustancialmente elevación.

40 En ciertas situaciones, es necesario desconectar toda la energía de los mecanismos de control de ajuste de un aerogenerador. Sin energía para ajustar continuamente el orientación del rotor o la inclinación de la pala, puede ser imposible temporalmente mantener un aspecto en bandera de las palas del aerogenerador en relación con el viento en situaciones en las que la dirección del viento cambia. Esto puede dar como resultado una situación en la que el flujo de aire alrededor de las palas es total o parcialmente desde un lado. Esto puede conducir a un flujo de aire más o menos turbulento, es decir, no suave, alrededor de las palas. Esto ocurre en particular cuando el viento incidente se encuentra con la pala más o menos perpendicular a una de sus mayores superficies y tiene que fluir alrededor de los bordes delantero y trasero de la pala. Se piensa que esto puede conducir a un fenómeno conocido como desmoronamiento de vórtices en el que los vórtices se desmoran alternativamente a favor del viento desde lados opuestos de una estructura alargada fija. Esto conduce a oscilaciones de la estructura de lado a lado en 45 sincronización con el desmoronamiento de los vórtices respectivos a favor del viento. El fenómeno puede ser pronunciado, especialmente cuando la frecuencia de oscilación coincide con la frecuencia natural de la estructura relevante, en cuyo caso la amplitud de las oscilaciones llega a ser tan grande que puede ser potencialmente destructiva.

50 En el caso de palas de aerogenerador, se piensa que una tendencia similar se causa por el flujo de aire en gran parte inestable alrededor de la pala del rotor, particularmente, el borde delantero, cuando la pala se fija y se inclina en un ángulo transversal al viento. El aire fluye alrededor de la superficie curva de la pala, pero no puede permanecer unido a la superficie de la pala en flujo laminar debido a que la pala no está inclinada correctamente para soportar la elevación. Como resultado, puede ocurrir brevemente un flujo de aire laminar, pero luego se pierde,

dando como resultado la formación de un vórtice en el flujo en el lado de sotavento de la pala. Se hace referencia a esta situación a menudo como flujo de desmoroamiento de vórtice y tiene la característica de que las separaciones en el aire tienden a desplazarse de un lado de la pala al otro en un flujo de aire rítmico. Estas oscilaciones típicamente se experimentan primero en la punta de la pala, donde el diámetro reducido y el bastidor más ligero ofrecen menos resistencia a la fuerza de desplazamiento rítmico proporcionada por el aire. Si la oscilación rítmica proporcionada por el flujo de aire corresponde a la frecuencia de resonancia de la pala en sí misma, la pala puede sufrir finalmente un fallo potencialmente catastrófico.

De este modo, se puede apreciar que cuando las palas del aerogenerador están bloqueadas y en una parada, y sin energía para los sistemas de la turbina, son propensas a las oscilaciones de costado (costado es la dirección desde el borde delantero hasta el borde posterior de la pala, es decir, en la dirección de una cuerda de la pala) resultante del flujo de aire a través o alrededor de la pala, cuando el viento golpea la pala desde un lado. En consecuencia, y si las oscilaciones son de una magnitud suficientemente grande – a pesar de la elasticidad y fuerza excepcionales de la construcción de las palas – las oscilaciones de costado pueden dar como resultado daños físicos a la estructura de las palas del aerogenerador, lo que puede ser costoso y llevar tiempo para reparar.

Por esta razón, muchos aerogeneradores comprenden dispositivos mecánicos o hidráulicos que amortiguan las oscilaciones inducidas en la pala de aerogenerador antes de que puedan desarrollar una magnitud que sea suficiente para dañar la pala. Aunque tales dispositivos resuelven el problema, pueden ser caros y difíciles de instalar. Por lo tanto, se ha apreciado que hay una necesidad de un aparato y método para abordar tales oscilaciones en la pala.

Se ha sugerido, en el documento WO2011/067304, aplicar una cubierta de pala temporal que se puede unir de manera liberable a una pala de aerogenerador para proporcionar una superficie exterior no aerodinámica para inducir turbulencia en el flujo de aire a lo largo de la pala. En particular, se ha sugerido aplicar una cubierta de pala en forma de una manga texturizada, tal como una manga parecida a una red. Se ha encontrado que este dispositivo es muy efectivo para evitar oscilaciones de costado de las palas cuando el rotor está en una parada, posiblemente interrumpiendo cualquier efecto de tipo desmoroamiento de vórtice alrededor de la pala.

Una característica de la operación normal de aerogenerador es un cierto nivel de ruido producido a partir de la rotación de sus rotores. Esto se piensa que se causa por el flujo de aire pasado el borde posterior de las palas a medida que se mueven más o menos rápidamente a través del aire. Se ha encontrado que el nivel de ruido generado por cualquier flujo de aire dado a lo largo de una pala durante la operación de la misma se puede reducir eficazmente mediante la aplicación de estrías al borde posterior de la pala. Éstas se pueden aplicar en particular a las regiones de punta de las palas de aerogenerador.

Se ha encontrado que la presencia de estrías en el borde posterior de la pala y especialmente en las regiones de punta de la misma interfiere con la aplicación oportuna de una manga antioscilaón a la pala antes de la instalación o mantenimiento de la turbina o del rotor o en cualquier momento cuando se puede requerir que una manga antioscilaón se ponga en una pala. La extracción de tal manga también se puede hacer más difícil.

Compendio de la invención

En un primer aspecto, la invención proporciona un dispositivo de prevención de oscilación para una pala de aerogenerador. El dispositivo de prevención comprende una abertura y una manga y tiene una extensión periférica y una extensión longitudinal. El dispositivo de prevención está configurado para una aplicación extraíble sobre una pala de aerogenerador y, en particular, para extenderse longitudinalmente sobre la misma, es decir, sobre toda o parte de la pala, en particular sobre al menos una región de punta de una pala de aerogenerador. El dispositivo de prevención está configurado además para extenderse periféricamente alrededor de toda o parte de una pala, en particular alrededor de al menos una región de punta de una pala de aerogenerador y dentro de la extensión longitudinal de la pala cubierta por el dispositivo de prevención. La manga de dispositivo de prevención tiene una superficie exterior no aerodinámica que exhibe una superficie rugosa capaz de interrumpir el flujo de aire suave o laminar sobre una parte sustancial de dicha extensión longitudinal y periférica de la manga cuando el dispositivo de prevención está en su lugar en una pala de aerogenerador. Con los propósitos fines de la presente descripción, el término “no aerodinámico” se puede entender como, o sinónimo de, “que induce turbulencia”. El dispositivo de prevención comprende además una superficie interior suave que se extiende a lo largo de una parte sustancial o sustancialmente toda la extensión longitudinal de dicha manga. En particular, la superficie interior suave puede extenderse a lo largo de una parte sustancial de la extensión longitudinal de la manga y a lo largo de una parte de la extensión periférica de la manga. Una parte sustancial en este contexto puede denotar una cantidad entre toda la extensión dimensional relevante y al menos dos tercios de la extensión dimensional relevante. Más particularmente, la superficie exterior no aerodinámica debería extenderse sobre una extensión suficiente del dispositivo de prevención para interrumpir eficazmente el flujo de aire suave o laminar a través o alrededor del dispositivo de prevención cuando está en posición sobre una pala. La superficie interna lisa debería extender a lo largo de una longitud longitudinal suficiente del dispositivo de prevención para asegurar por ello que la superficie interna lisa entra en contacto con el borde posterior de la pala con preferencia a la superficie externa no aerodinámica antes mencionada cuando el dispositivo de prevención está en posición sobre una pala. En aspectos de la invención, la superficie interior suave puede extenderse sustancialmente a lo largo de toda la extensión longitudinal de la manga

de dispositivo de prevención. La manga comprende una parte de abertura que coincide con la abertura del dispositivo de prevención. La superficie interior suave se proporciona en forma de un revestimiento completo o parcial dentro de la manga y que se extiende desde su región de abertura de la misma, preferiblemente hasta un extremo distal de la misma. El dispositivo de prevención de oscilación de la invención se define en la reivindicación 1 adjunta. Otros aspectos opcionales de la misma se definen en las reivindicaciones secundarias 2 a 10 adjuntas.

En uso, la superficie interior suave asegura que el borde posterior de la pala esté protegido del contacto con la superficie externa rugosa no aerodinámica del dispositivo de prevención. Esto asegura que el dispositivo de prevención se pueda aplicar a las palas de aerogenerador que exhiben estrías en su borde posterior. En particular, la superficie interna lisa evita el enganche entre la superficie externa rugosa no aerodinámica y las estrías. La superficie interna lisa se desliza sobre las estrías sin engancharlas y sin dañar ni la estría ni la tela interna lisa.

En un aspecto opcional preferido, la superficie interior suave se puede formar en su totalidad o en una parte sustancial de la misma a partir de un material resistente a la abrasión y de baja fricción. Un material de baja fricción puede ser cualquier material, tal como un material plano, sustancialmente sin protuberancias o rebajes y que no presente características de superficie capaces de ser un punto de fijación o enganche. En particular, puede ser un material liso, tal como un material de película o un material de tela que tenga una superficie tejida de manera ajustada. Preferiblemente, el material tendrá un grado relativamente alto de rigidez con una tendencia a resistir el plegado o el arrugado durante el manejo o uso. La resistencia a la abrasión se puede caracterizar por una alta dureza de los materiales constituyentes.

En un aspecto opcional adicional, la superficie interior suave se puede formar en su totalidad o en una parte sustancial de la misma a partir de un material que comprende una tela lisa o una película lisa. Una lona lisa puede ser adecuada. En particular, una lona de vela mayor o de vela de proa puede ser la más apropiada. En este contexto, el término "liso" denota una capa de material plano o sustancialmente plano. En aspectos, el material de superficie interior suave puede comprender en su totalidad o en una parte sustancial del mismo un material seleccionado de PET, poliéster, UHMWPE o mezclas de estos materiales con otros materiales. Un material UHMWPE adecuado puede incluir Spectra™. Opcionalmente, se puede emplear un UHMWPE en una proporción minoritaria. Un material de película adecuado puede ser una película de PET tal como Mylar™. Un material de poliéster adecuado en particular para un tejido suave, duro, de baja fricción y alta resistencia a la abrasión puede ser Dacron™ o IW70™. La tela puede estar tejida preferiblemente. Se puede preferir un tejido tipo lienzo típico u otro tejido liso. Un tejido liso con características de superficie ventajosas, tales como baja fricción y alta resistencia a la abrasión, puede ser en particular un denominado tejido de tipo tafetán. Otro tipo adecuado de tejido liso, que permite un mayor peso por centímetro cuadrado que el tafetán y que exhibe posiblemente una mayor rigidez puede ser el denominado tejido orientado a relleno, en el que los hilos de urdimbre se tejen por encima y por debajo de los hilos de trama (o relleno). En esta construcción, los hilos de trama discurren generalmente en línea recta a lo largo y a través de la tela, mientras que los hilos de urdimbre discurren en un camino ondulado a lo largo y a través de la tela. En esta construcción, el estiramiento en la dirección de la trama se minimiza y la tela puede adquirir un grosor mayor que en un tejido tipo lienzo o tafetán. En general, se puede emplear cualquier patrón de tejido adecuado que exhiba alta resistencia a la abrasión y una cierta suavidad en su superficie. Otros tipos de tejido distintos de tejido liso pueden proporcionar características adecuadas, tales como, por ejemplo, patrones de tejido de sarga o satén o cesto. En general, se pretende que el material de la superficie interna suave sea plano y no texturizado, es decir, sustancialmente libre de características de superficie, tales como protuberancias, canales u ondulaciones. En particular, cualquier textura de superficie repetitiva de la superficie interna suave debería estar en una escala considerablemente más pequeña que la escala de la separación entre estrías en un borde posterior de la pala de aerogenerador, la escala del cual está típicamente alrededor de un centímetro o mayor entre picos adyacentes. Por lo tanto, una textura de superficie que surge, por ejemplo, de un patrón de tejido debería ser del orden de milímetros, preferiblemente dos milímetros o más pequeños, preferiblemente un milímetro o más pequeños. Por lo tanto, en un aspecto opcional adicional, la superficie interna suave puede tener una textura superficial que exhibe ondulaciones de menos de 2 mm de amplitud, preferiblemente de no más de 1 mm de amplitud desde el pico hasta el canal, medido en relación con un plano principal del material.

En un aspecto opcional adicional, la superficie interior suave se puede extender desde una parte de abertura de la manga e internamente dentro de ella. Preferiblemente, la superficie interior suave puede extenderse a lo largo de al menos un segmento que se extiende longitudinalmente de la extensión periférica del dispositivo de prevención. En realizaciones, la superficie interior suave puede ser generalmente en forma de lengüeta, que se extiende preferiblemente desde la abertura hasta el extremo distal del interior de la manga.

En las realizaciones, la superficie no aerodinámica se puede formar en su totalidad o en una parte sustancial de la misma a partir de un material parecido a una red o con baches o muy texturizado. En realizaciones, la manga del dispositivo de prevención puede ser preferiblemente de forma alargada extendiéndose desde una región de abertura en su extremo proximal hasta una región cerrada en su extremo distal. La superficie interior suave puede constituir opcionalmente un segmento en forma de lengüeta de la manga, o bien colocado completamente dentro de la superficie exterior o bien contiguo con la superficie exterior no aerodinámica. Por lo tanto, en efecto, en las realizaciones, la superficie exterior no aerodinámica puede estar parcialmente interrumpida por un inserto en forma de lengüeta en forma de un material de superficie interior suave.

En otros aspectos opcionales, la superficie exterior no aerodinámica puede ser una superficie externa de una primera capa exterior de la manga, mientras que la superficie interior suave puede ser una superficie interna de una segunda capa interna de la manga. La manga puede comprender por ello una primera capa externa no aerodinámica, una segunda capa interna suave. En particular, la primera y segunda capas respectivas pueden extenderse desde la región de abertura del dispositivo de prevención. De esta forma, una primera capa exterior y una segunda capa interior de una manga del dispositivo de prevención puede ser sustancialmente extensiva de manera compartida en la extensión longitudinal de la manga. La segunda capa interna puede extenderse alrededor de toda o parte de la extensión periférica interna del dispositivo de prevención o su manga. En un aspecto, la capa interior suave puede ser en forma de lengüeta. En otro aspecto, la capa interior suave puede ser en forma de calcetín. Por lo tanto, en aspectos todavía opcionales adicionales, el revestimiento puede extenderse dentro sustancialmente de la extensión longitudinal y periférica completa del dispositivo de prevención. Opcionalmente, la superficie exterior no aerodinámica puede extenderse sustancialmente sobre la extensión longitudinal completa de la manga y alrededor de la mayoría de la extensión periférica de la manga.

En un aspecto adicional, el dispositivo de prevención de la invención puede comprender ventajosamente un collar elástico en o alrededor de dicha abertura del mismo. El collar puede estar hecho preferiblemente de un material elástico. Preferiblemente, el material del collar puede comprender un material plástico, totalmente o en una parte principal del mismo. Preferiblemente, el collar está hecho de un material firme. En realizaciones, el collar del dispositivo de prevención puede estar hecho de un material de goma espuma elástica y flexible. Preferiblemente, el collar tiene una superficie de baja fricción que puede ser un revestimiento superficial. En aspectos opcionales, el collar de dispositivo de prevención puede tener una forma troncocónica que puede ser generalmente una forma de embudo, especialmente una forma de embudo poco profundo. En aspectos todavía adicionales, el collar de dispositivo de prevención puede ser generalmente circular o generalmente elíptico. En aspectos, el collar es capaz de mantener abierta la región de apertura de la manga de dispositivo de prevención. En realizaciones opcionales, el collar puede ser inflable, preferiblemente en forma de un elemento inflable en forma de rosquilla. Su rigidez se puede derivar de una alta presión de inflado. Las características de superficie de suavidad o de baja fricción de un collar inflable se pueden derivar de un material de polímero o revestimiento de polímero del collar inflable. En particular, se puede seleccionar un material de tipo película para un collar inflable. Ventajosamente, el collar facilita la aplicación del dispositivo de prevención a una pala de aerogenerador. Preferiblemente, el collar permite que la abertura del dispositivo de prevención y la parte de la superficie externa no aerodinámica que se encuentra adyacente a la abertura se desplace sobre las estrías en un borde posterior de la pala, permitiendo que el dispositivo de prevención se aplique fácilmente. Con la sección transversal de una pala de aerogenerador que se forma típicamente en forma de una elipse alargada o una elipse muy alargada, o una forma de lágrima aplanada, se piensa que un collar con forma generalmente elíptica proporcionará la forma más eficaz para su aplicación o extracción del dispositivo de prevención. En algunas realizaciones, puede ser ventajoso suspender el material de la superficie externa no aerodinámica y el material de la superficie interior suave directamente del collar usando una interfaz de montaje o fijación apropiada entre el material relevante y el collar. De este modo, la superficie exterior rugosa y la superficie interior suave pueden extenderse preferiblemente ambas longitudinalmente desde dicha abertura. Esto asegurará tanto una transición sin problemas entre el collar y la superficie interior suave, así como un ensartado eficaz de la superficie externa no aerodinámica sobre la punta de la pala.

En otros aspectos todavía adicionales de la invención, el dispositivo de prevención puede comprender una primera línea que se extiende desde una región de abertura del mismo, que puede ser una línea de guía. Preferiblemente, la línea de guía se puede fijar o unir de manera extraíble al dispositivo de prevención, en particular a un collar o a un elemento asociado de manera constructiva con un collar. La línea de guía puede facilitar la aplicación del dispositivo de prevención sobre una punta de pala de formas que se tratan con más detalle más adelante en esta especificación. En particular, la línea de guía se puede fijar en un extremo remoto del dispositivo de prevención a otra parte de un aerogenerador, tal como una torre, góndola o rotor.

En un aspecto opcional adicional, el dispositivo de prevención puede comprender además una segunda línea, que puede ser una línea de desconexión, que se extiende desde una parte distal de la superficie interior suave del dispositivo de prevención. La línea de desconexión preferiblemente se puede fijar o unir de manera extraíble a la superficie interior suave o a un elemento asociado de manera constructiva con ella. La línea de desconexión puede ayudar con la liberación del dispositivo de prevención en la extracción del mismo de la pala. La línea de desconexión se puede usar con el fin de contrarrestar cualquier tendencia a que el material de superficie interior suave, después de haber estado en una punta de pala durante posiblemente algún tiempo, se forme a sí mismo en cualquier medida alrededor de una o más estrías en el borde posterior de la punta de la pala. Un tirón en la línea de desconexión, quizás mientras que se restringe inicialmente la línea de guía antes de liberarla para la extracción del dispositivo de prevención, puede servir para enderezar cualquier deformación de la superficie interior suave permitiendo un desenganche fácil y controlado de la superficie suave del borde posterior de la pala o cualquier estría en la misma y la fácil extracción de la misma de la punta de la pala. En aspectos, la línea de desconexión o la segunda línea pueden servir como una línea de guía del extremo distal durante la aplicación o extracción del dispositivo de prevención.

En un aspecto adicional, la invención reside en un método de operación de un aerogenerador para inhibir las oscilaciones inducidas por el flujo de aire a lo largo de las palas cuando el aerogenerador está en un modo no operativo, en donde las palas incluyen estrías en un borde posterior y en una región de punta. El método inventivo

comprende los pasos de bloquear de manera liberable las palas de aerogenerador de su rotor en su lugar y aplicar y asegurar de manera liberable un dispositivo de prevención según la presente invención a una pala de aerogenerador de modo que el dispositivo de prevención cubra una región de la superficie de la pala y proporcione una superficie externa no aerodinámica capaz de inducir una turbulencia en el flujo de aire a lo largo de dicha pala. El método incluye, en particular, disponer la superficie interior suave de la manga de dispositivo de prevención sobre y alrededor del borde posterior estriado de la pala durante la aplicación y el aseguramiento del dispositivo de prevención.

En un aspecto adicional, el método puede incluir además unir una primera línea de guía a un punto de fijación en el dispositivo de prevención adyacente a su abertura y tirar de la manga sobre una pala de aerogenerador por medio de la primera línea de guía. A partir de entonces, la primera línea de guía se puede atar o fijar a una parte del aerogenerador para asegurar la manga en su lugar sobre la pala.

En un aspecto todavía adicional, el método puede incluir además unir una segunda línea a un extremo distal del dispositivo de prevención, de modo que tirar simultáneamente de dicha primera y segunda líneas tira de la longitud de dicha manga tensa. La segunda línea puede ser en particular una línea de desconexión y se puede conectar a un extremo distal de dicho material de superficie interna suave. En un aspecto adicional, el método puede incluir tirar de dicha segunda línea con el fin de liberar dicha superficie interior suave de dichas estrías antes de extraer dicho dispositivo de prevención. Preferiblemente, se puede tirar de la segunda línea simultáneamente con la primera línea. Preferiblemente, la segunda línea es una línea de desconexión. La segunda línea o línea de desconexión se puede unir en particular al material de la superficie interna suave de tal manera que una acción de tracción sobre la segunda línea mientras que se restringe el dispositivo de prevención contra la acción de tracción – por ejemplo, tirando simultáneamente de la primera línea – tiende a tirar de la manga de prevención tensa y, al mismo tiempo, también tirar del material de superficie interior suave tensa. El método de la invención se define en la reivindicación 11 adjunta. Las características opcionales adicionales de la misma se definen en las reivindicaciones secundarias 12-14.

25 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se describirá ahora con más detalle y, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos figurativos no a escala, en los que:

La Figura 1 muestra una vista figurativa ortogonal de un ejemplo de un dispositivo de prevención de oscilación para una pala de aerogenerador según aspectos de la invención;

30 La Figura 2 muestra una vista ortogonal de un ejemplo de un dispositivo de prevención de oscilación para una pala de aerogenerador según aspectos alternativos de la invención;

La Figura 3 muestra una vista ortogonal de un ejemplo de un dispositivo de prevención de oscilación para una pala de aerogenerador según aspectos aún adicionales de la invención;

35 La Figura 4 muestra una vista ortogonal de un ejemplo de un dispositivo de prevención de oscilación para una pala de aerogenerador según aspectos todavía adicionales de la invención;

Las Figuras 5a-c muestran una impresión figurativa y esquemática de un dispositivo de prevención de oscilación según aspectos de la invención que ilustra de manera figurativa su aplicación sobre una punta de pala dotada con estrías de borde posterior;

La Figura 6 muestra una ilustración esquemática de un aerogenerador;

40 La Figura 7 muestra una ilustración esquemática de una técnica para unir el aparato antioscilación según aspectos de la invención a una pala de un aerogenerador;

La Figura 8 muestra una ilustración esquemática de un aerogenerador que incluye un aparato antioscilación según aspectos de la invención, montado en las palas del aerogenerador.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

45 La construcción de un ejemplo de un dispositivo de prevención 10 de oscilación se muestra con más detalle en la Figura 1. El dispositivo de prevención 10 comprende una superficie exterior no aerodinámica 34 de un material sustancialmente similar a una red u otro material grueso que tiene al menos un extremo abierto 20 para maniobrar sobre la punta de una pala 5 de aerogenerador. En el ejemplo mostrado en la Figura 1, el dispositivo de prevención 10 tiene una manga 30 que tiene la forma aproximada de una media o bolsillo, el extremo distal 32 de la cual está cerrado o suficientemente cerrado para evitar que una punta de pala de aerogenerador sobresalga a través de ella. Aunque se puede considerar la manga 30 como sustancialmente tubular, en el sentido de que su dimensión de longitud es mayor que su ancho, se apreciará que la manga 30 se estrecha hacia su extremo 32 para ajustarse de manera más cómoda alrededor del diámetro más pequeño de la punta de pala de aerogenerador. Además, también puede tener una sección transversal aplanada para seguir la sección transversal aplanada de la pala lejos de la raíz.

Tal sección transversal aplanada puede mejorar el almacenamiento compacto. Se puede ver que el dispositivo de prevención tiene una extensión longitudinal correspondiente a la forma de media alargada y una extensión periférica correspondiente a más o menos una dimensión circunferencial de la forma de media de la manga 30.

5 La manga 30 puede comprender una sola capa o más de una capa. En el ejemplo de la Fig. 1, la manga 30 comprende dos capas, una primera capa externa 38 y una segunda capa interna 37. En todos los casos, la superficie exterior 34 de la manga 30 es tal que el dispositivo de prevención 10 en su conjunto se interrumpirá el flujo de aire laminar o suave sobre o alrededor de él. Y en todos los casos, la manga 30 presenta una superficie interior 35 que es suave. La superficie interior suave 35 puede extenderse alrededor de toda la superficie interior de la manga 30 o solamente una parte de ella. En particular, la superficie interior suave 35 puede extenderse sobre una parte de la extensión periférica de la manga 30 o sobre la extensión completa de la periferia interna de la manga 30. En cualquier caso, la superficie interior suave 35 preferiblemente se extiende sustancialmente sobre toda la extensión longitudinal del interior de la manga 30. Esto asegurará que el dispositivo de prevención 10 sea capaz de cubrir la parte de punta de una pala 5 de aerogenerador sin que la superficie exterior entre en contacto con un borde posterior del mismo o las puntas de cualquier estría de borde posterior 7. La construcción del dispositivo de prevención 10 asegura que su superficie interna suave 35 cubra las estrías de borde posterior de una pala 5 protegiendo por ello las estrías sin que ellas entren en contacto con la superficie exterior 34. En el caso ilustrado en la Figura 1, la superficie exterior 34 constituye una primera capa externa 38 mientras que la superficie interna suave 35 está compuesta por una segunda capa interna 37 o capa de revestimiento. La capa de revestimiento 37 mostrada en la Figura 1 se extiende sustancialmente alrededor de la extensión longitudinal completa de la manga 30 y alrededor de una parte de la extensión periférica de la manga 30. En particular, la superficie interna suave 35 mostrada en la Figura 1 tiene la forma general de una lengüeta 26, que es lo suficientemente larga y ancha para cubrir una línea de estrías 7 en un borde posterior de la pala sin que las puntas de éstas entren en contacto con la superficie exterior rugosa 34. En general, la superficie suave en forma de lengüeta puede tener una longitud y una anchura, en donde la anchura se extiende alrededor de una extensión periférica de la manga que cubre un arco de la manga que asciende a al menos un décimo de la circunferencia de la manga, preferiblemente al menos un quinto de la circunferencia de la manga. La longitud de dicha lengüeta 26 puede extenderse sustancialmente a lo largo de la longitud completa de la manga 30 o al menos a lo largo de dos tercios de la longitud de la manga 30.

También visible en la Figura 1 está un extremo distal de una primera línea 16 que puede ser una línea de guía y que puede servir para retener el dispositivo de prevención 10 cuando está en su lugar en una pala 5, por ejemplo, sujetando un extremo proximal a una parte del aerogenerador 1 tal como su buje 6 o rotor 4 o góndola 3. La primera línea de guía 16 también se puede usar durante la aplicación del dispositivo de prevención a una pala 5 tirando de la abertura 20 sobre la punta de la pala. La primera línea de guía 16 se puede fijar o sujetar de manera liberable a la abertura 20 del dispositivo de prevención por cualquier medio adecuado tal como un bucle 23 que, en aspectos de la invención, puede ser una argolla liberable tal como una argolla a presión. Una segunda línea 17 también se puede unir de una manera fija o liberable al dispositivo de prevención 10, preferiblemente a un extremo distal 32 del mismo. De nuevo, los medios de fijación pueden ser un bucle 24 que puede ser una argolla a presión 24. Una línea de control de liberación (no mostrada) también puede discurrir al grillete a presión. La segunda línea 17 puede ser de ayuda durante la fijación del dispositivo de prevención 10 sobre una punta de pala, por ejemplo, ayudando a mantener la manga 30 tensa durante la aplicación de la misma y también ayudando a guiar la orientación del dispositivo de prevención 10 durante su aplicación. La capacidad de control del dispositivo de prevención 10 se mejora enormemente si, durante la aplicación del mismo, la segunda línea 17 se tira en cierta medida en una dirección opuesta a la dirección de la primera línea de guía 16. Mediante la tracción de la segunda línea 17 en una dirección lateral al eje de pala, el dispositivo de prevención 10 se puede guiar a medida que se tira sobre la pala.

En aspectos de la invención, la segunda línea 17 puede ser una línea de desconexión y, en particular, puede estar unida al menos parcialmente al material de la superficie interna suave 35. En realizaciones alternativas, se puede proporcionar una segunda línea de guía adicional a una línea de desconexión o se puede proporcionar una línea de desconexión adicional a una segunda línea de guía. La línea de desconexión puede asegurar que si se tira un poco cuando el dispositivo de prevención 10 está en marcha sobre una pala 5, entonces habrá una tendencia a que el material de superficie interna 35, al cual la línea de desconexión está unida o se pueda unir, llegue a estar tenso, enderezado o aplanado, y se libere a sí mismo de las puntas de estrías subyacentes.

La manga 30 puede comprender adicionalmente una superficie interior suave 35 en forma de un inserto en forma de lengüeta que se extiende alrededor de un segmento de la extensión periférica de la manga 30 y que se puede extender sustancialmente a lo largo de toda la extensión longitudinal de la manga de prevención 30, es decir desde su región de abertura 20 hasta su extremo distal 32.

55 Una segunda línea de guía 17 conectada al extremo distal del dispositivo de prevención 10 puede estar preferiblemente unida directa o indirectamente a un extremo distal del material de superficie interior suave 35. Esto puede asegurar que la línea 17 pueda tener una doble funcionalidad como línea de guía y también como línea de desconexión para el material de superficie interior suave 35 para una extracción mejorada del dispositivo de prevención 10 de una pala 5. Preferiblemente, el material de la superficie interna lisa 35 y el material exterior 34 ambos se extienden desde la abertura 20 del dispositivo de prevención 10 y la manga 30.

Un aspecto de la invención se ilustra adicionalmente en la Fig. 2, en la que la manga comprende una primera capa externa 38 y una segunda capa interna 37 en forma de revestimiento. La capa de revestimiento 37 puede definir en particular la superficie interior completa de la manga 30, es decir, la totalidad de esa superficie que, en uso, entra en contacto con una pala y cualquier estría 7 en la pala 5. También se ilustra una primera línea de guía 16 conectada de manera liberable a la abertura 20 del dispositivo de prevención 10 y una segunda línea 17 conectada de manera liberable a un extremo distal 32 del dispositivo de prevención. La segunda línea de guía 17 puede estar conectada de manera fija o liberable a la capa externa 38 o tanto a la capa interna 37 como a la capa externa 38. Una ventaja de conectar la segunda línea 17 tanto a la segunda capa interna 37 como a la primera capa externa 38 surge en el sentido que una acción de tracción sobre la línea 17 puede servir tanto para ayudar en la capacidad de control del dispositivo de prevención 10 durante la aplicación o extracción desde una pala 5 como que puede ayudar a liberar la superficie interna suave 35 de cualquier enganche con, por ejemplo, estrías en una pala 5 después de que haya estado en posición quizás durante algún tiempo. Es decir, la segunda línea 17 puede realizar la función de una línea de guía 17 para el extremo distal del dispositivo de prevención 10 y también la función de una línea de desconexión.

Las Figuras 3 y 4 ilustran realizaciones en las que se proporciona un collar 44 en una abertura 20 de un dispositivo de prevención de la presente invención. La provisión de un collar 44 puede añadir una cierta cantidad de elasticidad adicional al dispositivo de prevención 10, especialmente en su abertura 20. Puede proporcionar por ello una capacidad de control mejorada del dispositivo de prevención durante la fijación o extracción del mismo desde una pala 5. El collar 44 ilustrado en la Figura 3 o 4 puede estar hecho de un material de goma espuma de manera que sea tanto flexible como razonablemente rígido. Alternativamente, puede ser inflable. Cualquier collar 44 según la invención puede ser preferiblemente en forma de anillo tal como elíptico o generalmente redondo. Un collar inflable 44 puede proporcionar la ventaja añadida de que el dispositivo de prevención 10 se hace más fácilmente plegable para su transporte a un sitio de aerogenerador. En la Figura 4, se muestra un collar que está hecho de un material sólido. El collar 44 puede tener forma de embudo o troncocónico, como se ilustra en la Figura 4. Un anillo de conexión 23 u otro elemento para conectar una línea 16 a un dispositivo de prevención se puede conectar o ser conectable ventajosamente a una parte del collar 44. Las conexiones de la línea de guía 16 en las Figs. 1-2 se pueden conectar de manera análoga a un collar 44 colocado en una abertura 20 de las realizaciones del dispositivo de prevención 10 ilustradas.

Aunque no se muestra en la Fig. 4, una segunda línea de guía 17 que también puede ser una línea de desconexión se puede unir a la misma, preferiblemente, aunque no exclusivamente, como se ilustra en la Fig. 2. La realización ilustrada en la Fig. 3 puede tener una primera línea de guía 16 conectada como se muestra en la Fig. 4 y también puede comprender opcionalmente una segunda línea 17 unida a la misma preferiblemente como se muestra, por ejemplo, en la Fig. 1. En aspectos de la invención que no se ilustran, una línea de desconexión conectada al extremo distal 32 del material de superficie interior suave 35 puede ser adicional a una segunda línea de guía 17. En un aspecto, un bucle de conexión similar a un bucle de conexión 24 mostrado en la Fig. 1 se puede unir a una capa externa 38 de una manga 30 y puede servir como una fijación para una segunda línea de guía 17 que puede estar unida en un extremo al bucle 25 o cierre o que se puede pasar a través del cierre o bucle 24 para volver, por ejemplo, a un operador, proporcionando por ello potencialmente dos extremos de la segunda línea de guía 17 de los cuales tirar con el propósito de guiar un dispositivo de prevención 10 a su posición.

En aspectos de la invención, un collar 44 puede tomar la forma de un aro de alambre. Tal aro de alambre se puede colocar, por ejemplo, en el borde mismo de una abertura 20 del dispositivo de prevención 10 y puede ser compatible con las realizaciones ilustradas en las Figs. 1-2.

Ventajosamente, tanto una segunda capa de revestimiento 37 como una primera capa externa 38 se pueden extender en una dirección longitudinal del dispositivo de prevención 10 desde el collar 44 hacia un extremo distal 32 del mismo. Es decir, los elementos de la manga 30 compuestos de un material de superficie exterior no aerodinámica 34 y un material interior suave 35 se pueden extender desde un collar 44 más o menos rígido o elástico. Esta disposición puede proporcionar estabilidad adicional al dispositivo de prevención, especialmente durante la fijación y extracción del mismo desde una pala 5.

En aspectos de la invención, el material que constituye la superficie externa 34 de la manga 30 puede ser cualquier material que se pueda formar en la forma de media mencionada anteriormente, pero que no será demasiado gruesa para dañar la superficie de la pala 5 de aerogenerador a medida que se une el dispositivo de prevención 10. Los materiales de fibra que son suaves y flexibles son, por lo tanto, ventajosos, tales como, pero no limitados a, fibras orgánicas como el cáñamo, el sisal, el yute y el algodón; fibras sintéticas o artificiales tales como poliamida, polipropileno, polietileno o cualquier material fibroso termoplástico adecuado; y materiales de monofilamento, tales como polietileno o caucho. En los ejemplos descritos aquí, el tamaño de tejido o malla de la red está en el intervalo de 10x10mm a 100x100mm en la máscara. Dependiendo de la aplicación, también podría tener una malla más fina o más abierta.

Un ejemplo de un método según aspectos de la invención se describirá ahora con más detalle con referencia a las Figuras 5a-c y las Figuras 7 y 8 de los dibujos.

El dispositivo de prevención de oscilación 10 ejemplar comprende una manga 30 que se fija sobre la punta de una pala 5 de aerogenerador cuando la pala está en una posición estacionaria.

La fijación de la manga 10 se puede llevar a cabo in situ cuando las palas 5 de aerogenerador de un aerogenerador 1 operativo se hayan bloqueado en posición para mantenimiento o reparación. Alternativamente, el dispositivo de prevención 10 se puede unir a una pala 5 en la fábrica, antes de la instalación de un rotor 4 en una torre de aerogenerador 2, y antes de que el aerogenerador 1 se conecte a la red eléctrica para generar electricidad. En ambos casos, por lo tanto, se puede pensar que el aerogenerador como que está en un modo no operativo. Una vez que el dispositivo de prevención 10 está en su lugar, la pala se puede desbloquear y puede dejar inactiva en una posición en bandera, si se desea.

El dispositivo de prevención 10 se puede asegurar sobre el extremo de la pala 5 de aerogenerador durante el proceso de fabricación o se puede unir usando cuerdas o poleas a la raíz de la pala 5 cuando la pala se une al buje 6 en una góndola 3 y a la torre 2. Alternativamente, una ventaja clave con el dispositivo de prevención 10, descrito anteriormente, es que se puede asegurar sobre el extremo de las palas de aerogenerador de un rotor 4 por los ingenieros de servicio, cuando la turbina se pone en un modo no operativo y las palas se bloquean para reparación o mantenimiento.

El proceso de asegurar el dispositivo de prevención de oscilación 10 sobre las palas de un aerogenerador se muestra en la Figura 8 a la que ahora se debería hacer referencia. Primero, las palas 5 se hacen girar en una posición en la que una de las palas apunta hacia el suelo – correspondiente a una denominada “posición Y” de un rotor – y el aerogenerador 1 se detiene. Por seguridad, las palas 5 de aerogenerador se pueden bloquear en esta posición, al menos temporalmente, por ejemplo, con el fin de permitir que los ingenieros de servicio lleven a cabo un trabajo tal como mantenimiento del aerogenerador 1, por ejemplo, en la góndola 3 con los sistemas de energía de la turbina apagados.

Un ingeniero de servicio en el buje 6 del rotor 4 puede soltar un extremo distal de una cuerda de guía de tracción 16 desde una posición en la góndola 3 o el buje 6 del aerogenerador 1. Opcionalmente, el otro extremo proximal se puede asegurar al cuerpo del aerogenerador. Un ingeniero de servicio en el suelo puede asegurar la cuerda de guía de tracción 16 a la abertura 20 del dispositivo de prevención, por ejemplo, en un bucle 23 asegurado al mismo o en un bucle 23 asegurado a un collar 44. Una segunda línea de guía 17 también se puede unir a un extremo distal 32 del dispositivo de prevención 10, por ejemplo, por medio de una fijación tal como un bucle 24. El ingeniero de servicio en el buje 6 o la góndola 3 entonces puede aplicar una fuerza a la cuerda de guía 16 tirando de él, mientras que el ingeniero de servicio en el suelo puede sostener un extremo distal de la línea 17. El ingeniero de servicio en el buje 6 o la góndola 3 entonces puede tirar más lejos de la cuerda de guía de tracción 16 para tirar del extremo abierto de la manga 10 hacia la punta de la pala 5 de aerogenerador, asegurando que la superficie interior suave 34, ya sea un revestimiento completo tal como una media 39 o un revestimiento parcial en forma de una lengüeta 26, o incluso en forma de un inserto 28, esté orientada de tal forma que las estrías 7 se cubrirán por esa superficie interior suave 35 del dispositivo de prevención 10. Una ventaja del dispositivo de prevención 10 que comprende una superficie interior suave en forma de un revestimiento completo de tipo media es que no hay requisitos adicionales para alinear la superficie interior suave con las estrías 7 de la pala. Como se muestra en la Figura 7, el collar 44 elástico mantiene el extremo proximal del dispositivo de prevención 10 abierto permitiéndole, con cierto cuidado y atención, ser ensartado sobre la punta de la pala 5 y sobre las estrías 7. El ingeniero en el suelo, que tiene un mejor punto de vista de la punta de la pala, que por razones obvias preferiblemente se dirige hacia el suelo para este procedimiento, es crucial en el uso de la segunda línea de guía 17 para guiar los extremos proximal y distal 32 del dispositivo de prevención 10 en su lugar. Una vez que se ha ensartado el dispositivo de prevención 10 sobre la pala 5, un ingeniero de servicio en la góndola 3 o el buje 6 puede tirar más lejos de la cuerda de guía de tracción 16 deslizando el collar 44 hacia arriba y a lo largo de la longitud de la pala 5 hasta que no se pueda deslizar más.

Una vez que el dispositivo de prevención 10 está en su lugar, un ingeniero de servicio en la góndola 3 o el buje 6 puede asegurar el extremo proximal de la cuerda de guía de tracción 16 a una ubicación adecuada en la estructura de aerogenerador (se puede proporcionar un punto de amarre dedicado con este propósito si se requiere, aunque uno no es estrictamente necesario). Se puede preferir el buje 6 o la raíz de la pala para el punto de amarre, no obstante, en la medida que permite que los puntos de amarre giren con las palas del aerogenerador. El ingeniero de servicio en el suelo puede liberar la línea de tierra 17 desde el extremo distal del dispositivo de prevención, por ejemplo, accionando un medio de liberación desde un bucle 24. Alternativamente, la línea 17 puede permanecer en su lugar para escaparse de una ubicación de la turbina donde está asegurada y desde donde puede ser recuperada para una operación de extracción preventiva. El dispositivo de prevención 10 está entonces en su lugar. Para unir la manga 10 a las otras palas 5 del aerogenerador, las palas se maniobran para enfrentarse hacia el suelo, y se repite el proceso descrito anteriormente. Una vez que se une un dispositivo de prevención a cada pala, las palas 5 de aerogenerador se pueden bloquear en su lugar.

El dispositivo de prevención se puede separar del aerogenerador 1, por ejemplo, simplemente liberando la línea de guía 17 unida que se puede conectar como una línea de desconexión, desde una posición de fijación y tirando de ella para enderezar la manga 34 y en particular la superficie interior suave 35 de manera que se libere a sí misma de las estrías 7. La segunda línea de guía 17 de este modo puede funcionar también como una línea de desconexión. En alternativas, se puede proporcionar tanto una línea de guía 17 para colocar o controlar el extremo distal 32 del dispositivo de prevención como una línea de desconexión adicional conectada a una parte distal de la superficie interior suave 35.

El dispositivo de prevención 10, una vez en su lugar en la pala 5 de aerogenerador, evita entonces la oscilación inducida por el desmoronamiento de vórtice de la pala de aerogenerador, causando deliberadamente un flujo de aire turbulento en la superficie de la pala y evitando que el flujo de aire se adhiera a la pala. Se puede apreciar fácilmente que un dispositivo de prevención 10 como se describe causará turbulencias y evitará o reducirá significativamente la magnitud de cualquier desmoronamiento de vórtice que ocurra.

Por esta razón, el material para la superficie exterior no aerodinámica es preferiblemente un material similar a una red, en la medida que se ha encontrado que es eficaz en causar turbulencia en la superficie de la pala y en reducir el desmoronamiento de vórtice, cubriendo eficazmente el borde delantero de la pala. La malla o tejido abierto de la red asegura un límite de aire superficial irregular entre el aire y la pala, y se usa ventajosamente como la manga 10, ya que es fácil de producir y, por lo tanto, de manera no costosa. Además, un material similar a una red se puede plegar o doblar y almacenar de manera compacta cuando no está en uso. Además, el uso de un material similar a una red para una capa externa, que puede ser una primera capa externa 38 de la manga 30, puede permitir una unión más fácil de una línea de desconexión desde el exterior del dispositivo de prevención a una capa de revestimiento interior 37 en la manga. En particular, una línea de desconexión o una segunda línea de guía 17 puede pasar a través de una abertura en el material similar a una red de una primera capa externa 38. La malla o tejido de la red puede, por ejemplo, dejar espacios abiertos en la red que tienen dimensiones de alrededor de 25 mm hasta 100 mm, en al menos una dimensión o cuadrado, con una dimensión preferible de 50 mm. Si la red está demasiado abierta, por supuesto, la interrupción del flujo laminar de aire alrededor de la pala no se reducirá significativamente para que la red tenga el efecto deseado. Además, se ha encontrado deseable si el diámetro de la cuerda a partir del cual se forma la red está en el intervalo de 1 mm a 5 mm, con un valor típico en uso que es de 2 mm a 3 mm. La cuerda de red puede tener un diámetro mayor, pero entonces el peso de la red necesita ser evaluado cuidadosamente.

No es estrictamente necesario usar un material similar a una red, no obstante, como el material de la manga externa para el dispositivo de prevención de oscilación 10, y se apreciará a partir de la descripción que se podría usar cualquier material que tenga una superficie externa gruesa, o bien debido al tejido del material o bien debido a la presencia de protuberancias, hendiduras específicamente diseñadas en su superficie. La sección de superficie temporal, por ejemplo, se podría diseñar para parecerse a láminas de embalaje de plástico o espuma o material de relleno. Una altura de 5 a 10 mm, por ejemplo, en la profundidad de las protuberancias o hendiduras de cualquier forma de superficie se ha encontrado que es más que suficiente para causar una interrupción severa del flujo laminar. Se puede usar cualquier material para la superficie exterior no aerodinámica que sea eficaz para inducir turbulencia en el aire que fluye sobre ella. Las superficies exteriores no aerodinámicas adecuadas pueden tener una superficie con bultos, con grumos o altamente texturizada o una superficie que exhiba múltiples protuberancias o porciones elevadas, ya sean regulares o irregulares. En particular, las irregularidades de la superficie se pueden extender sustancialmente a lo largo de toda la superficie o una parte significativa de la misma y el efecto de la superficie texturizada es la interrupción del flujo de aire suave o laminar a lo largo de toda o una parte sustancial de ella.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de prevención (10) de oscilación de pala de aerogenerador que comprende una abertura (20) y una manga (30) y que tiene una extensión periférica y una extensión longitudinal,
- 5 dicho dispositivo de prevención (10) que está configurado para una aplicación extraíble sobre una pala (5) de aerogenerador y configurado para extenderse longitudinalmente sobre la misma y periféricamente alrededor de la misma;
- 10 dicho dispositivo de prevención (10) que tiene una superficie exterior no aerodinámica (34) que exhibe una superficie rugosa capaz de interrumpir el flujo de aire suave o laminar sobre una parte sustancial de dicha extensión longitudinal y periférica de dicha manga (30) cuando dicho dispositivo de prevención (10) está en su lugar en una pala (5) de aerogenerador;
- 15 caracterizado por que dicho dispositivo de prevención (10) comprende además una superficie interior suave (35) que se extiende a lo largo de una parte sustancial de dicha extensión longitudinal de dicha manga (30), en donde dicha superficie interior suave (35) está provista en forma de un revestimiento dentro de dicha manga (30) y que se extiende desde una región de abertura de la misma, y en donde dicho dispositivo de prevención (10) comprende un collar elástico (44) en dicha parte de abertura (20).
2. El dispositivo de prevención (10) de la reivindicación 1, en donde dicha superficie interior suave (35) está formada a partir de un material resistente a la abrasión y de baja fricción.
3. El dispositivo de prevención (10) de la reivindicación 1, en donde dicha superficie interior suave (35) se extiende desde una región de abertura de dicha manga (30) e internamente dentro de dicha manga (30).
- 20 4. El dispositivo de prevención (10) de la reivindicación 1, en donde dicha superficie exterior no aerodinámica (34) es una superficie externa de una primera capa externa (38) de dicha manga (30); dicha superficie interior suave (35) es una superficie interna de una segunda capa interna (37) de dicha manga (30).
5. El dispositivo de prevención (10) de la reivindicación 4, en donde dicha primera y segunda capas (38, 37) respectivas se extienden desde una región de abertura de dicho dispositivo de prevención (30).
- 25 6. El dispositivo de prevención (10) de la reivindicación 1, en donde dicho revestimiento se extiende dentro sustancialmente de la extensión longitudinal y periférica completa de dicho dispositivo de prevención (10).
7. El dispositivo de prevención (10) de cualquier reivindicación precedente, en donde dicha superficie exterior (34) se extiende sobre sustancialmente la extensión longitudinal completa de dicha manga (30) y alrededor de la mayoría de dicha extensión periférica de dicha manga (30).
- 30 8. El dispositivo de prevención (10) de la reivindicación 1 en donde dicho collar (44) es generalmente circular o elíptico.
9. El dispositivo de prevención (10) de la reivindicación 1, que comprende además una línea de guía (16) que se extiende desde dicha región de abertura.
- 35 10. El dispositivo de prevención (10) de la reivindicación 1 que comprende además una línea de desconexión (17) que se extiende desde una parte distal de dicha superficie interior suave (35).
11. Un método de operación de un aerogenerador (1) para inhibir las oscilaciones inducidas por el flujo de aire a lo largo de las palas (5) cuando el aerogenerador está en un modo no operativo, dicho aerogenerador que comprende un rotor de palas (4) montado giratoriamente a través de un buje (6) del mismo a una góndola (3) colocada en lo alto de una torre (2), dicha pala (5) que exhibe estrías (7) en el borde posterior; dicho método que comprende:
- 40 bloquear de manera liberable las palas de aerogenerador de dicho rotor (4) en su lugar;
- caracterizado por aplicar y asegurar de manera liberable un dispositivo de prevención (10) según cualquier reivindicación anterior de una pala (5) de aerogenerador de modo que dicho dispositivo de prevención (10) cubra una región de la superficie de la pala y proporcione una superficie externa no aerodinámica (34) capaz de inducir turbulencia en el flujo de aire a través de dicha pala (5);
- 45 dicho método que incluye disponer dicha superficie interior suave (35) de dicha manga de dispositivo de prevención (30) sobre y alrededor de dicho borde posterior estriado de dicha pala (5) durante la aplicación de dicho dispositivo de prevención (10).
12. Un método según la reivindicación 11, que comprende, además:
- 50 unir una primera línea de guía (16) a un punto de fijación en dicho dispositivo de prevención (10) adyacente a dicha abertura (20);

tirar de dicha manga (30) sobre una pala (5) de aerogenerador usando dicha línea de guía (16);

atar dicha línea de guía (16) a una parte de dicho aerogenerador (1) para asegurar dicha manga (30) en su lugar.

5 13. Un método según la reivindicación 12, que incluye además unir una segunda línea (17) a un extremo distal de dicho dispositivo de prevención (10), de modo que tirar de dichas primera y segunda líneas (16, 17) tira de la longitud de dicha manga (30) tensa.

14. Un método según la reivindicación 13, que incluye además tirar de dicha segunda línea (17) con el fin de liberar dicha superficie interior suave (35) de dichas estrías (7) antes de la extracción de dicho dispositivo de prevención (10).

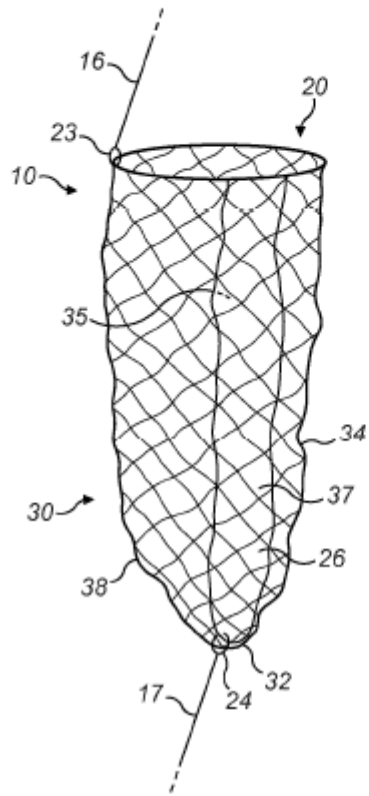


FIG. 1

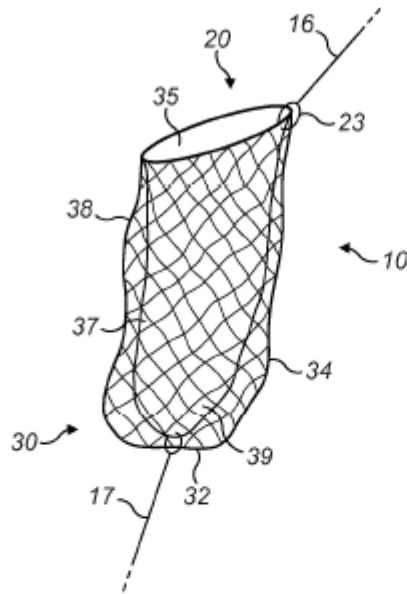


FIG. 2

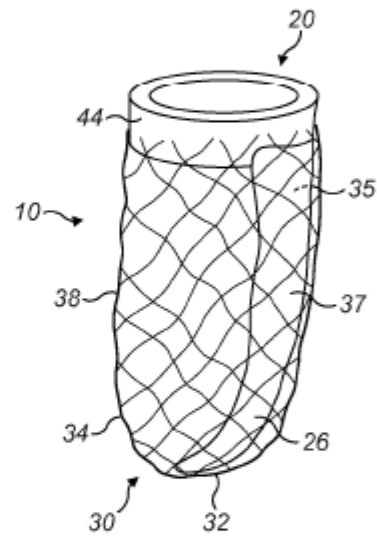


FIG. 3

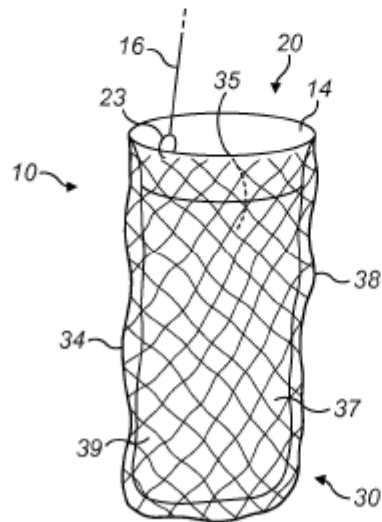


FIG. 4

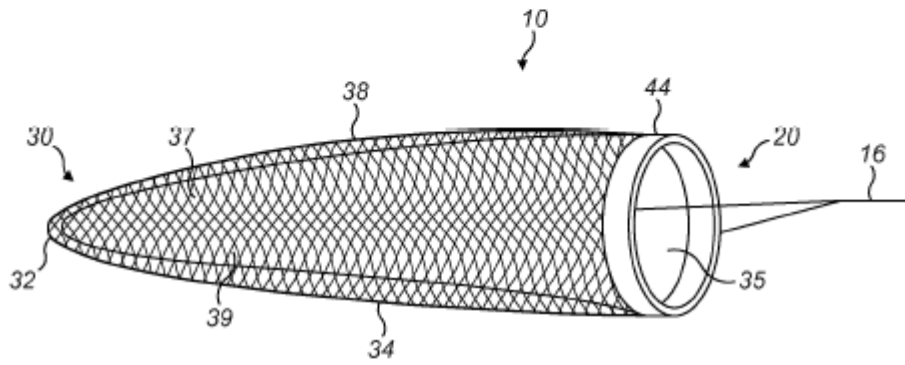


FIG. 5a

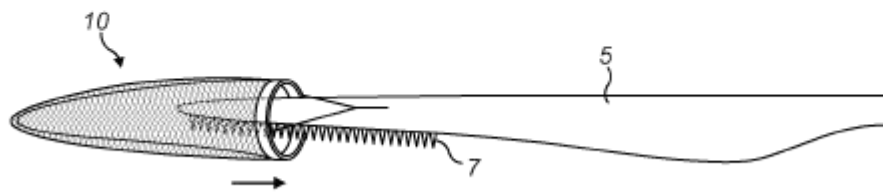


FIG. 5b

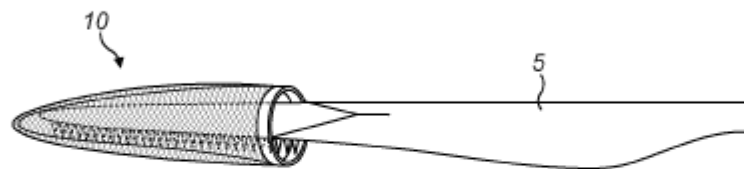


FIG. 5c

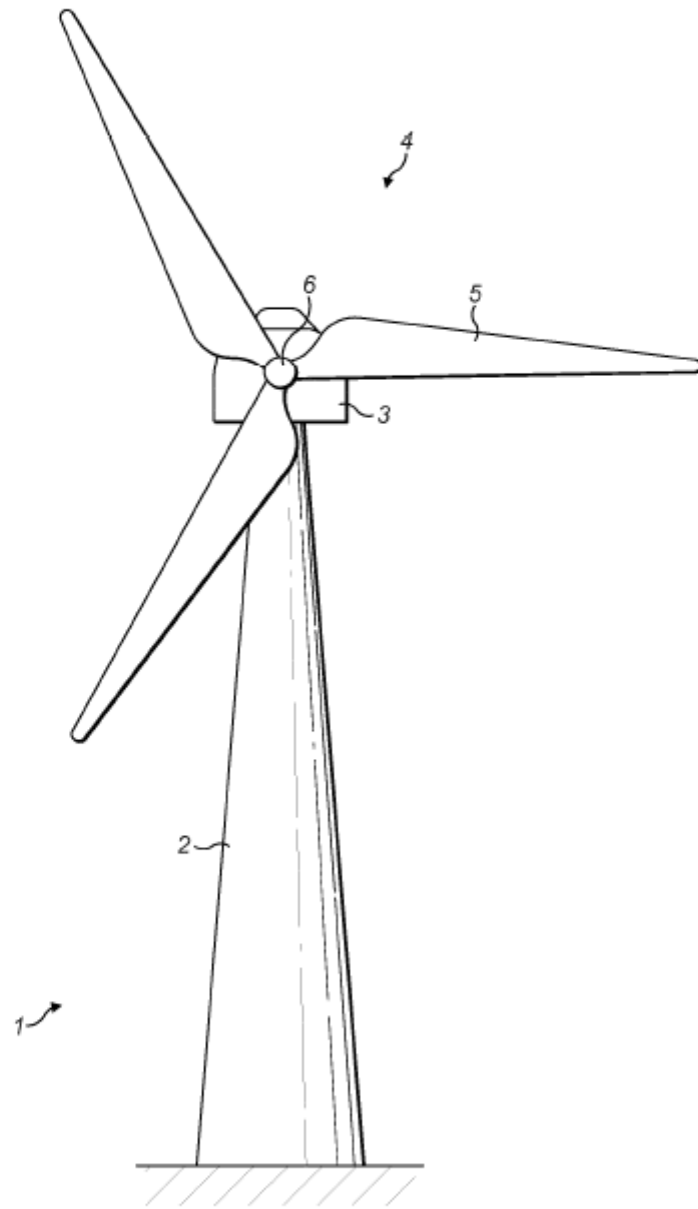


FIG. 6

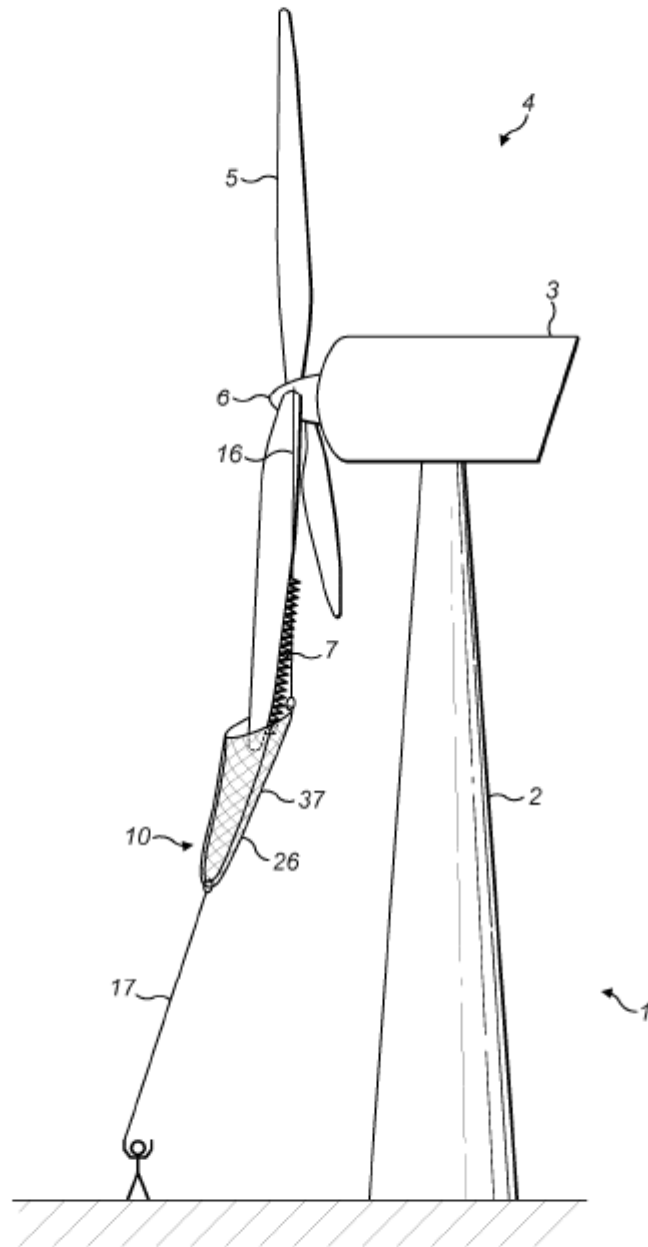


FIG. 7

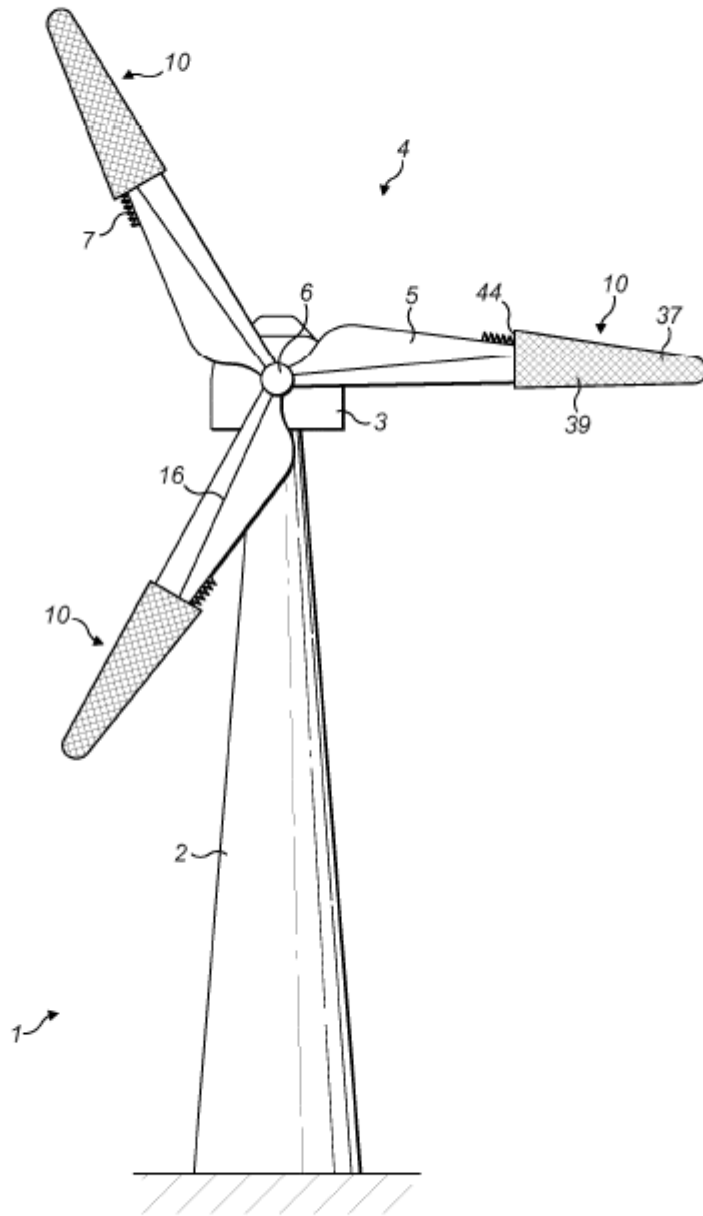


FIG. 8