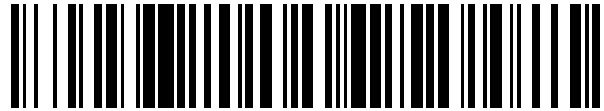


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 594**

51 Int. Cl.:

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2009** **E 09163678 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015** **EP 2141354**

54 Título: **Aparato de limpieza de palas de turbinas eólicas**

30 Prioridad:

03.07.2008 US 167453

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

19.01.2016

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

SIEBERS, THOMAS y
ARELT, RAINER

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 556 594 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 de limpieza de palas de turbinas eólicas

5 La presente divulgación se refiere en general a un aparato para la limpieza de un borde delantero de una pala del rotor de una turbina eólica. Además se refiere a una pala del rotor de una turbina eólica que comprende un aparato para limpiar un borde delantero de la pala del rotor.

10 Las turbinas eólicas modernas operan las palas del rotor a velocidades punta de hasta 80 m/s (es decir, más de 150 mph o más de 250 kmh). Durante su operación, la suciedad se acumula en una superficie de la pala, principalmente en y cerca de un borde delantero de la pala del rotor. La acumulación de suciedad en la superficie de la pala da como resultado una mayor rugosidad superficial lo que cambia las características aerodinámicas de la pala. Por un lado, una elevación máxima de las palas del rotor disminuye, lo que conduce a disminuir el rendimiento de la turbina eólica. Por ejemplo, el nivel de potencia máxima para las turbinas de parada controlada puede caer hasta un 45%. Por lo tanto, la producción de potencia se reduce.

15 Además, el ángulo de ataque a la elevación máxima disminuye debido a la acumulación de suciedad en la superficie de la pala, lo que da como resultado una mayor probabilidad de parada de la pala. El ángulo de ataque es el ángulo entre una cuerda del ala y una velocidad de libre flujo del flujo de aire. Para una turbina de paso controlado, la pala no solo disminuirá la captura de energía, sino que también conllevará a una condición de operación anormal que potencialmente pone en peligro la seguridad de la turbina al momento de la re-inserción del flujo.

20 Adicionalmente, los insectos voladores que chocan con la pala del rotor pueden hacer que la pala se ensucie. La acumulación de insectos se ve afectada por diversos parámetros tales como la temperatura, la humedad y también la velocidad del viento. Por lo general, los insectos pueden volar solo hasta la altura del rotor de la turbina eólica durante velocidades de viento bajas (por ejemplo, menos de 10 m/s).

Ciertos dispositivos convencionales se describen, por ejemplo, en los documentos DE 3.717.030 y EP 1.500.815.

Diversos aspectos y realizaciones de la presente invención se definen en las reivindicaciones adjuntas.

25 Diversos aspectos, ventajas y características son evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes, de la descripción y los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un dibujo esquemático de una turbina eólica.

La Figura 2 muestra un dibujo esquemático de un aparato de limpieza en una pala de turbina eólica;

La Figura 3 muestra una vista superior esquemática del aparato de limpieza en la pala de turbina eólica de la Figura 2.

30 La Figura 4 muestra una vista lateral esquemática de una pala perfilada con el aparato de limpieza de la Figura 3.

La Figura 5 muestra una vista frontal esquemática de un aparato de limpieza de acuerdo con otra realización.

La Figura 6 muestra una vista lateral esquemática de un aparato de limpieza de acuerdo con la realización de la Figura 5.

La Figura 7 muestra un dibujo esquemático de un aparato de limpieza en una pala del rotor.

35 La Figura 8 muestra una vista en sección transversal de una pala de turbina eólica con un aparato de limpieza de acuerdo con una realización adicional.

La Figura 9 muestra un dibujo esquemático de un aplicación manual de un aparato de limpieza de acuerdo con otra realización; y

La Figura 10 muestra un diagrama de flujo de procedimiento esquemático de una realización de un procedimiento.

40 A continuación se hará referencia en detalle a las diversas realizaciones, uno o más ejemplos de los que se ilustran en las figuras. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación, y no pretende ser una limitación. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización se puede utilizar en o junto con otras realizaciones para producir otra realización adicional. Se pretende que la presente divulgación incluya dichas modificaciones y variaciones.

45 La Figura 1 muestra una turbina 100 eólica. La turbina 100 eólica incluye una torre 110 en la que se monta una góndola 120. La góndola 120 se puede hacer girar alrededor de un eje vertical de la torre. Dentro de la góndola 120 se coloca un generador (no mostrado) para transformar la energía de giro en energía eléctrica. El generador se conecta a un concentrador 130 que se puede hacer girar alrededor de un eje horizontal. Tres palas 140 del rotor se conectan al concentrador 130. Las palas 140 del rotor y el concentrador 130 forman juntos un rotor eólico de la turbina 100 eólica. La turbina 100 eólica funciona como sigue. En una situación típica, la góndola 120 se hace girar

50

alrededor del eje vertical de tal manera que el eje horizontal del concentrador 130 es sustancialmente paralelo a una dirección del viento. El viento ejerce un par de torsión en el rotor eólico debido a un perfil aerodinámico de las palas 140 del rotor. En consecuencia, el rotor eólico está girando alrededor de su eje horizontal, accionando así el generador. El generador transforma el giro mecánico en corriente eléctrica. Por tanto, la energía cinética del viento se transforma en energía eléctrica.

Durante la operación de la turbina 100 eólica, por ejemplo, durante las estaciones cálidas, los insectos pueden acumularse en un borde delantero de la pala 140 de la turbina 100 eólica. Típicamente, la acumulación de suciedad se produce principalmente en una porción exterior de la pala 140 del rotor. La porción exterior puede ser un tercio exterior de la pala 140 del rotor. Las porciones "exterior" e "interior" de una pala o "proximal" y "distal" se definen en esta solicitud de patente con respecto al concentrador 130 en caso de que la pala del rotor se monte en el concentrador, particularmente con respecto al eje de giro horizontal del concentrador 130. La acumulación de suciedad principalmente en una porción exterior se debe a una velocidad absoluta de la porción exterior de la pala 140 del rotor que es mucho mayor en su velocidad absoluta en la porción interior de la pala de rotor 140 cerca del concentrador 130.

La Figura 2 muestra en una vista en perspectiva de una porción de una pala 140 del rotor con su borde 145 delantero y un aparato 200 de limpieza. La Figura 3 muestra una vista superior respectiva de la porción de la pala 140 del rotor con el aparato 200 de limpieza. La Figura 4 es una vista lateral respectiva de la pala del rotor de la sección A-A de la Figura 3. Además en la Figura 4 la vista de la Figura 2 se representa esquemáticamente como B-B. El concentrador 130, que no se muestra en la Figura 2, o la porción interior de la pala 140 del rotor se dispone a la derecha de la porción representada de la pala 140 del rotor. Por lo tanto, la porción exterior de la pala 140 del rotor se dispone a la izquierda de la porción representada. El rotor eólico de la turbina eólica está girando en la dirección R. El aparato 200 de limpieza se dispone en el borde 145 delantero de la pala 140 del rotor. El aparato de limpieza incluye dos bastidores 210, 220 en forma de arco que se ajustan alrededor del borde 145 delantero, en concreto, un bastidor 210 de accionamiento y un bastidor 220 de tensión. El bastidor 210 de accionamiento y el bastidor 220 de tensión tienen respectivos extremos 212, 222 delanteros y dos extremos 214, 224 y 216, 226 traseros, respectivamente. El extremo trasero y el extremo delantero del dispositivo de limpieza se definen en función de su orientación con respecto al borde 145 delantero de la pala 140 del rotor. Un primer extremo 214, 224 trasero de los bastidores 210, 220 se dispone en el lado de sotavento (lado de succión) de la pala 140 del rotor durante la operación de la turbina 100 eólica y un segundo extremo 216, 226 trasero de los bastidores 210, 220 se dispone en el lado de barlovento (lado de presión) de la pala 140 del rotor durante la operación de la turbina 100 eólica. El bastidor 210 de accionamiento y el bastidor 220 de tensión se conectan entre sí por bisagras 230, 232 en sus extremos 214, 224, 216, 226 traseros en el lado de barlovento y en el lado de sotavento de la pala 140 del rotor, respectivamente. En una realización, el resorte se materializa como un resorte de torsión adaptado para empujar el bastidor 210 de accionamiento y el bastidor 220 de tensión lejos el uno del otro. En otras palabras, las bisagras 230, 232 y los resortes son los mismos elementos. En una realización adicional, un resorte separado se asocia a las bisagras 230, 232 para empujar el bastidor 210 de accionamiento y el bastidor 220 de tensión lejos el uno del otro. En otra realización, solamente los extremos traseros en un lado de la pala 140 del rotor, ya sea el lado de barlovento o en el lado de sotavento de la pala 140 del rotor, se conectan por un muelle para empujar el bastidor 210 de accionamiento lejos del bastidor 220 de tensión. El bastidor 210 de accionamiento y el bastidor 220 de tensión pueden encerrar un ángulo de aproximadamente 60 grados a 120 grados, particularmente de 80 a 100 grados, en una realización típica de aproximadamente 90 grados.

Como se muestra en la Figura 2 y la Figura 3, dos cables 240, 242 de limpieza se conectan al bastidor 210 de accionamiento en el lado de barlovento y en el lado de sotavento, respectivamente. Los mismos se pueden conectar al bastidor 210 de accionamiento aproximadamente en el medio entre el extremo delantero 212 y los extremos traseros 214, 216. En otra realización, los cables 240, 242 de limpieza se pueden conectar cerca de los extremos traseros 214, 216 del bastidor de accionamiento. En otras realizaciones, se pueden utilizar también uno, tres o más cables de limpieza. Los cables 240, 242 de limpieza se extienden sobre el borde 145 delantero de la pala 140 del rotor, en el caso de una pluralidad de cables de limpieza en una realización típica en relación separada en el borde 145 delantero de la pala 140 del rotor. Por ejemplo, los cables de limpieza pueden ser cables de nylon, pero también pueden incluir otros materiales adecuados, por ejemplo, cables de Perlon, cables de acero, etc. En una realización típica, los cables 240, 242 de limpieza se redirigen, por ejemplo, mediante una polea 244, 246 o un pasador, del bastidor 210 de accionamiento al bastidor 220 de tensión, donde se fijan los extremos de los cables de limpieza. Por tanto, en la configuración desplegada los cables 240, 242 de limpieza se tensan, particularmente debido a las fuerzas elásticas del resorte, por ejemplo, el resorte de torsión, empujando el bastidor 210 de accionamiento y el bastidor 220 de tensión lejos el uno del otro. En una realización adicional, ambos extremos de los cables 240, 242 de limpieza se redirigen del bastidor 210 de accionamiento al bastidor 220 de tensión. Se debe entender por los expertos en la materia que un dispositivo de limpieza de acuerdo con las realizaciones descritas en la presente memoria es muy ligero. Por otra parte, debido a su perfil bajo, los dispositivos de limpieza afectan a las propiedades aerodinámicas de las palas solo un poco o incluso en nada.

El aparato 200 de limpieza se puede mover pasiva o activamente desde una porción proximal hasta una porción distal de la pala 140 del rotor a lo largo del borde 145 delantero en una dirección M longitudinal y de vuelta desde la porción distal hasta la porción proximal de la pala 140 del rotor.

5 En una realización, el aparato 200 de limpieza se mueve pasivamente desde la porción proximal hasta la porción distal por el viento. Esta realización se muestra en las Figuras 2, 3 y 4. El extremo proximal de la pala del rotor se dispone en la Figura 3 a la derecha del aparato 200 de limpieza y el extremo distal a la izquierda del aparato 200 de limpieza. La Figura 4 muestra una vista lateral del aparato 200 de limpieza en la dirección M longitudinal, es decir, desde el extremo proximal hasta el extremo distal de la pala 140 del rotor. El bastidor 210 de accionamiento tiene una superficie sustancialmente plana que forma una pala de accionamiento para accionar el dispositivo de limpieza en la dirección M longitudinal. Por lo tanto, la superficie del bastidor 210 de accionamiento se adapta y/o dispone de tal manera que un flujo de aire, particularmente, debido al giro del rotor eólico que es sustancialmente opuesto a la dirección R de giro, ejerce una fuerza en la dirección M longitudinal en el bastidor de conducción y por tanto, en el aparato 200 de limpieza.

10 En caso de que el bastidor 220 de tensión tenga también una superficie plana perpendicular a una superficie de la pala 140 del rotor, de tal manera que se crea una fuerza en dirección opuesta a la dirección M longitudinal, es decir, en una dirección proximal, las superficies del bastidor 200 de tensión y del bastidor 210 de accionamiento se adaptan de tal manera que un flujo de aire que incide sobre las superficies crea una fuerza resultante en la dirección M longitudinal. Por ejemplo, la superficie del bastidor 210 de accionamiento puede ser mayor que la superficie del bastidor de tensión. La superficie plana del bastidor 220 de tensión puede tensar aún más los cables 240, 242 de limpieza.

Típicamente, el flujo de aire presiona el dispositivo de limpieza en el borde 145 delantero de la pala 140 del rotor debido a la superficie del bastidor 220 de tensión y/o la superficie del bastidor 210 de accionamiento.

20 En una realización adicional de un aparato 200a de limpieza movido pasivamente, el aparato 200 de limpieza puede incluir una pala 213a de accionamiento adicional que se monta en el extremo 212a delantero del bastidor 210a de accionamiento. Las Figuras 5 y 6 muestran un aparato de limpieza de este tipo en una vista frontal (Figura 5) y en una vista lateral en la dirección desde el extremo distal hasta el extremo proximal de la pala 140 del rotor (Sección C-C de la Figura 5). La pala 213a de accionamiento puede tener una superficie normal que es oblicua al borde 145 delantero de la pala 140 del rotor. Por lo tanto, la superficie de la pala 213a de accionamiento se adapta de tal manera que un flujo de aire, particularmente, el viento hacia el lado de sotavento de la pala 140 del rotor durante la parada del rotor eólico, ejerce una fuerza en la dirección M longitudinal de la pala 213a de accionamiento y, por lo tanto, en el aparato 200a de limpieza.

25 En el caso del aparato 200, 200a de limpieza que se muestra en las Figuras 2, 3, 4 y 5, una pala de accionamiento del aparato 200, 200a de limpieza se dispone de tal manera que el aparato 200, 200a de limpieza se acciona en la dirección M longitudinal. El flujo de aire puede depender de la velocidad de giro del rotor eólico. Por lo tanto, la configuración óptima de la pala de accionamiento puede depender de la velocidad del viento y de la velocidad de giro de la turbina eólica.

30 Por tanto, solo cuando se acciona por el viento o por el flujo de aire, el aparato 200 de limpieza se moverá a lo largo del borde 145 delantero de la pala 140 del rotor en la dirección M longitudinal, y los cables 240, 240a, 242 de limpieza arrancarán la suciedad acumulada en el borde 145 delantero.

35 Cuando el aparato 200, 200a de limpieza de acuerdo con las Figuras 2 a 6 ha alcanzado una posición final, por ejemplo, cerca de la punta de la pala de la pala 140 del rotor, se puede retirar. Esto se puede permitir mediante un cable 250 de retracción que se conecta en un punto 215, 215a de fijación al bastidor 210, 210a de accionamiento, típicamente cerca del extremo 212, 212a delantero. En una realización adicional, el cable 250 de retracción se conecta en el lado de sotavento de la pala 140 del rotor cerca del extremo 212, 212a delantero en un punto de fijación al bastidor 210 de accionamiento. Para guiar el cable 250 de retracción, el bastidor 220, 220a de tensión incluye una abertura 228, 228a de guía.

40 El aparato 200, 200a de limpieza que se muestra en las Figuras 2 a 6 está en una configuración desplegada. En una configuración plegada, el bastidor 210, 210a de accionamiento y el bastidor 220, 220a de tensión se disponen sustancialmente en paralelo. En la configuración plegada, los cables 240, 242, 240a de limpieza no se aprietan alrededor del borde delantero de la pala del rotor. En una realización típica, la abertura 228, 228a de guía y el punto 215, 215a de fijación se cubren el uno al otro en la configuración plegada. Cuando el aparato 200 de limpieza se retrae, el aparato de limpieza se puede llevar primero de la configuración desplegada a la configuración plegada tirando del cable de retracción. Después, la corriente de aire que actúa en la pala 210, 210a de accionamiento puede empujar el aparato de limpieza de la porción exterior a la porción interior de la pala 140 del rotor. En una realización adicional, el aparato 200, 200a de limpieza se retrae a la configuración desplegada. Depende de la fuerza elástica del resorte en la bisagra 230, 230a, 232, 232a de si el aparato 200, 200a de limpieza se retrae a la configuración desplegada o a la configuración plegada.

45 La Figura 7 representa la pala 140 del rotor con el aparato 200, 200a de limpieza. La pala 140 del rotor tiene una punta 147 de pala y un borde 145 delantero. El aparato 200, 200a de limpieza se despliega primero en una posición inicial en la porción interior o proximal de la pala 140 del rotor y se mueve después a lo largo del borde 145 delantero de la pala 140 del rotor hasta una posición final cerca de la punta 147 de pala. Como ya se ha descrito anteriormente, cuando el dispositivo de limpieza se retrae mediante el cable 250 de retracción, el aparato 200, 200a

de limpieza se puede llevar primero de la configuración desplegada a la configuración plegada, de modo que el flujo de aire no acciona adicionalmente el dispositivo de limpieza en la dirección M longitudinal. El dispositivo de limpieza plegado se puede, en una realización típica, llevar de nuevo a una protección 149. Por ejemplo, la protección puede definir la posición inicial. En la protección 149, el aparato 200, 200a de limpieza se mantiene típicamente en la configuración plegada y no expuesto a la corriente de aire. En caso de que el aparato 200, 200a de limpieza se retraiga en la configuración desplegada, se puede llevar contra un tope en la protección 149, de modo que el aparato 200, 200a de limpieza se lleva de la configuración desplegada a la configuración plegada en la protección 149.

En una realización, un motor para manipular el cable 250 de retracción se puede situar también en la protección 149. La protección se puede situar en una porción interior, particularmente en el tercio interior, de la pala 140 del rotor, de manera que los efectos aerodinámicos de deterioro de la protección 149 se reducen al mínimo. Por lo tanto, durante la operación normal de la turbina 100 eólica, el dispositivo de limpieza estará estacionado en la protección 149 en el borde 145 delantero de la pala 140 del rotor, particularmente, en un lugar interior de la sección perfilada de la pala. Los bastidores 210, 210a, 220, 220a del aparato 200, 200a de limpieza se pliegan en paralelo y tensan contra el contorno interior o tope de la protección, donde el dispositivo se mantendrá de forma segura y sin exposición a un flujo de aire. El plegado paralelo permite también un diseño esbelto de la protección, lo que minimiza la fricción adicional. Por lo tanto, para la limpieza del borde 145 delantero de la pala 140 del rotor, el aparato 200 de limpieza se libera de la protección aflojando el cable 250 de recuperación o retracción. En una realización típica, el resorte en las bisagras 230, 230a, 232, 232a desplegará el dispositivo de limpieza en su configuración desplegada y expondrá la pala 215a de accionamiento o el bastidor 210 distal o de accionamiento al flujo de aire. Puesto que el bastidor 210 de accionamiento del aparato 200, 200a de limpieza se conforma aerodinámicamente, la presión del aire durante la operación de la turbina mantiene el aparato 200 de limpieza unido al borde 145 delantero de la pala 140 del rotor, y acciona el aparato 200, 200a de limpieza distalmente hacia el punta 147 de pala. Como ya se ha descrito aquí anteriormente, el dispositivo se extraerá a lo largo del borde 145 delantero toda la trayectoria hasta la punta 147 de pala y desenrollará el cable 250 de retracción. Poco antes de la punta 147 de pala, el aparato 200 de limpieza se detendrá por el cable 250 de retracción y se izará de nuevo a la posición de reposo o inicial en la protección 149. Todo el procedimiento de limpieza demorará solo unos minutos, durante los que podría ser necesario cambiar los parámetros de operación de la turbina para optimizar el flujo de aire alrededor de las palas 140 del rotor para obtener resultados óptimos de limpieza.

En lo que sigue, una realización adicional se describe con respecto a la Figura 8. La Figura 8 muestra una vista en sección de una pala 140 del rotor desde la dirección hacia atrás. Los mismos números de referencia se refieren a los mismos objetos que en los dibujos anteriores. Un aparato 200b de limpieza de la Figura 8 fijado a la pala 140 del rotor tiene sustancialmente la misma configuración que el aparato 200 o 200a de limpieza mostrado en las Figuras 2 o la Figura 5. El aparato 200b de limpieza incluye un bastidor 210b de accionamiento y un bastidor 220b de tensión que se conectan en sus respectivos extremos traseros con bisagras 230b, 232b. Dentro de la pala 140, en el lado interior del borde delantero, un dispositivo 260b de retención se coloca aproximadamente a la misma distancia con respecto al concentrador 130 que el extremo delantero del bastidor 210b de accionamiento. El dispositivo 260b de retención atrae al bastidor 210b de accionamiento mediante fuerzas magnéticas o similares hasta el borde 145 delantero de la pala 140 del rotor. Por tanto, el aparato 200b de limpieza no puede caer de la pala del rotor en ninguna situación. En una realización adicional, un segundo dispositivo de retención se podría situar para atraer el bastidor 220b de tensión al borde delantero de la pala y asegurar que los cables de limpieza se tensen. El tensado de los cables de limpieza se puede regular por la distancia entre el dispositivo 260b de retención y el segundo dispositivo de retención. En una realización típica, el dispositivo de retención se guía por un carril 262b dispuesto en el lado interior del borde delantero de la pala 140. Por lo tanto, el componente interior del dispositivo de limpieza se puede mover dentro del borde 145 delantero de la pala 140 del rotor.

Como en las realizaciones descritas con respecto a la Figura 2 a la Figura 6, el aparato 200b de limpieza se empuja por un flujo de aire o por una fuerza centrífuga en el caso de un giro del rotor eólico en dirección de la punta 147 de pala. El dispositivo 260b de retención sigue al bastidor 210b de accionamiento debido a las fuerzas de atracción magnéticas en la dirección longitudinal. Cuando el aparato 200b de limpieza ha alcanzado una posición final cerca de la punta 147 de pala, el aparato 200b de limpieza se tiene que retraer a una posición inicial. Esto se puede hacer de la misma manera como se ha descrito con respecto a la Figura 7. En una realización adicional, el dispositivo 260b de retención se conecta a un cable 264b de retracción que se utiliza para retraer el dispositivo de retención hasta su posición inicial. A medida que el dispositivo de retención atrae al bastidor 210b de accionamiento al borde delantero, y el extremo delantero del bastidor 210b de accionamiento sigue al dispositivo 260b de retención, también el bastidor 210b de accionamiento se retrae a su posición inicial. El aparato 200b de limpieza se puede modificar en la configuración plegada, cuando el aparato 200b de limpieza se retrae a su posición inicial. Si se utiliza un carril de guía, fuerzas de limpieza más grandes que en las de realización mostrada en la Figura 2 son posibles, de modo que el aparato 200b de limpieza es también adecuado para la limpieza si se produce la formación de hielo.

En una realización adicional, el bastidor 210b de accionamiento no se acciona principalmente por un flujo de aire en la dirección de la punta 147 de pala. En esta realización, el aparato 200b de limpieza se acciona de forma activa desde la porción proximal de la pala del rotor hasta la porción distal de la pala del rotor. Dentro de la pala 140, el dispositivo 260b de retención se conecta a un cable 266b de accionamiento, que puede tirar del dispositivo 260b de retención en la dirección M longitudinal. Un cabrestante para tirar del cable 266b de accionamiento se puede situar en la punta 147 de pala, o si una polea 268b del cable de accionamiento se sitúa en la punta 147 de pala, el mismo

se puede disponer en la porción interior, particularmente en el tercio interior, de la pala 140. En una realización el cabrestante para el cable 266b de accionamiento se puede disponer cerca del cabrestante para el cable 264b de retracción. Por lo tanto, con un mecanismo de accionamiento que se encuentra dentro de la pala, que por tanto no afecta las propiedades aerodinámicas de la pala 140, el aparato 200b de limpieza se puede accionar a lo largo del borde delantero de la pala 140 independientemente de la operación de la turbina 100 eólica, es decir, si el rotor eólico está girando o no.

En las realizaciones que se muestran en la Figura 8, el aparato 200b de limpieza se guía desde el interior de la pala 140. Un carro o dispositivo de retención se está desplazando a lo largo del borde delantero en el interior, con el aparato 200b de limpieza exterior solamente mediante fuerzas magnéticas. Los imanes tirarían del carro o dispositivo de retención y del aparato de limpieza uno hacia el otro y, por tanto, mantendrían ambos en sus posiciones y garantizarían tensión suficiente en los cables de limpieza. Puesto que el cable de recuperación o retracción se puede situar en el interior de la pala, las fuerzas del viento en el cable de recuperación se evitan y se evita que se enreden.

En una realización adicional, mostrada en la Figura 9, se proporciona un aparato 200c de limpieza. En esta realización, el aparato 200c de limpieza se mueve también pasivamente en la dirección M longitudinal. El aparato 200c de limpieza tiene sustancialmente las mismas partes que la realización del aparato 200 de limpieza que se muestra en la Figura 2, es decir, un bastidor 210c de accionamiento y bastidor 22c de tensión. Antes de que se realice la limpieza, la pala 140 del rotor para limpiar se hace girar a una posición aproximadamente de as siete en punto como se muestra en la Figura 9. Además, la pala 140 del rotor se puede lanzar a una posición de 0°. Ahora la turbina 100 eólica está en una posición de aparcamiento. El aparato 200c de limpieza se baja, por ejemplo, por una persona en la góndola o un cabrestante situado en la pala 140 del rotor o una protección 149, como se muestra en la realización de la Figura 7. El bastidor 210c de accionamiento puede incluir pesos, por ejemplo, pesos de plomo, para soportar el accionamiento del aparato 200c de limpieza con las fuerzas de gravedad. Cuando el aparato 200c de limpieza alcanza la posición final, por ejemplo, cerca de la punta de pala del rotor 147, el aparato 200c de limpieza se tira hacia atrás con un cable 250c de retracción. Esto se puede realizar por un cabrestante o por una persona tal como se muestra en la Figura 9. Si se necesita una presión adicional, un cable o cuerda 280c presión conectado al aparato de limpieza, ya sea al bastidor 210c de accionamiento o al bastidor 220c de tensión, o ambos al bastidor 210c de accionamiento y al bastidor 220c de tensión. Si el cable 280c de presión se extrae aproximadamente perpendicular al borde 145 delantero de la pala 140 del rotor, una presión adicional de los cables de limpieza en el borde 145 delantero se acumula, de modo que también la suciedad persistente se puede retirar desde el borde 145 delantero. El cable 280c de presión se puede retirar por una persona en el terreno.

En una realización adicional, el aparato 200c de limpieza de la Figura 9 se puede utilizar también durante el giro del rotor eólico de la turbina eólica. En esta realización, el aparato 200c de limpieza se mueve también pasivamente en la dirección longitudinal. El cable 250c de retracción se conecta a un cabrestante en la pala del rotor o a una protección como en la Figura 7. El cable 250c de retracción se puede conectar al bastidor 210c de accionamiento o al bastidor 220c de tensión. Si el cable 250c de retracción se conecta al bastidor 220c de tensión, el bastidor de accionamiento y el bastidor de tensión se empujan entre sí como se describe con respecto de la Figura 2 con un resorte hasta que una parada limita el movimiento adicional. La fuerza del resorte se tiene que seleccionar de tal manera que el aparato de limpieza no se pliega durante el procedimiento de limpieza, cuando se mueve en la dirección M longitudinal. Además, el extremo delantero del bastidor 210c de accionamiento puede incluir un peso como ya se ha descrito. Además, el bastidor 220c de tensión y el bastidor 210c de accionamiento se pueden formar de tal manera que durante la operación el aparato 200c se presiona en el borde delantero por una corriente de aire durante el giro del rotor eólico. Esto puede en una realización adicional también o adicionalmente alcanzarse mediante un dispositivo de retención situado dentro de la pala 140 del rotor como se ha descrito con respecto a la Figura 8. Por lo tanto, durante el giro del rotor eólico, el aparato 200c de limpieza, particularmente, el bastidor 210c de accionamiento se tira en la dirección M longitudinal por las fuerzas centrífugas. El cable 250c retracción retiene el aparato de limpieza y el aparato 200c de limpieza se afloja lentamente por el cabrestante en la dirección de la punta 147 de pala, mientras que el cabrestante se conecta a un extremo proximal del cable 250c retracción. Si el aparato de limpieza llega a una posición más exterior cerca de la punta 147 de pala, el mismo se retrae hacia atrás, particularmente, en una protección, por el cabrestante. Durante el giro, el viento o corriente de aire relativa que incide en el bastidor 220c de tensión y en el bastidor 210c de accionamiento asegura que el aparato de limpieza no caiga de la pala durante un movimiento descendente de la pala 140 del rotor.

Las diferentes realizaciones de la presente solicitud de patente se pueden combinar como un kit de partes. Por lo tanto, la realización únicamente accionada por las fuerzas del viento se puede combinar con la realización que utiliza las fuerzas gravitacionales o centrífugas. O la realización que utiliza las fuerzas gravitacionales o centrífugas se puede combinar con una realización que se mueve activamente. El diseño detallado del aparato de limpieza, particularmente, también una superficie del bastidor de accionamiento y del bastidor de la tensión, puede depender de la velocidad de giro del rotor eólico de la turbina eólica y de las condiciones de viento esperadas. Además puede depender si la limpieza se puede realizar durante la parada del rotor eólico. Además, la configuración del dispositivo de limpieza es tal que las turbinas eólicas ya existentes se pueden reequipar con un dispositivo de este tipo. Además, se entenderá por los expertos en la materia que el dispositivo de limpieza se puede proporcionar en diversas formas distintas de las que se muestran en los dibujos adjuntos.

5 La presente solicitud de patente divulga un aparato mecánico, que es capaz de limpiar la suciedad importante y, por lo tanto, de reducir significativamente la rugosidad superficial en el borde delantero. El dispositivo de limpieza se puede activar directamente después de la detección de una acumulación de insectos u otra acumulación de suciedad en el borde delantero. El procedimiento de limpieza solo demora unos minutos. El deterioro del rendimiento de la turbina debido al aumento de resistencia aerodinámica es mínimo, si una protección se sitúa en el medio hacia el interior de la pala.

10 La figura 10 muestra un flujo de proceso esquemático de una realización del procedimiento de acuerdo con la solicitud de patente. El procedimiento que se muestra en la Figura 10 solo se puede activar si se aplican ciertas condiciones ambientales. Por ejemplo si, en el horario de verano, la probabilidad de una acumulación de insectos es muy elevada o si las temperaturas están por debajo de 2 grados centígrados por lo que existe un riesgo de que el hielo se adhiera en el borde delantero de un turbina eólica. Si el procedimiento de acuerdo con la Figura 10 se activa, un controlador monitorea permanentemente la eficiencia que podría ser, por ejemplo, la relación de la potencia eléctrica producida en relación con la fuerza del viento (véase la etapa 1010). También se pueden utilizar otros procedimientos para detectar una acumulación de suciedad en la pala del rotor. Si el rendimiento de la turbina eólica ha caído por debajo de un valor predeterminado que depende de las condiciones meteorológicas y del viento reales, el controlador determina que una limpieza de la pala del rotor es necesaria debido a la acumulación de suciedad (véase la etapa 1020). Un mecanismo de autolimpieza se activa en la etapa 1030 para realizar una operación de limpieza de los bordes delanteros de las palas del rotor. Esto se puede realizar con un dispositivo de limpieza de acuerdo con una de las realizaciones descritas anteriormente en la presente memoria. Además, la limpieza se puede realizar durante la operación de la turbina eólica, es decir, cuando el rotor eólico de la turbina eólica está girando. Por lo tanto, no se pierde tiempo valioso ni energía, ya que la turbina eólica no se tiene que detener y volver a iniciar de nuevo después de la operación de limpieza en el último caso. Por lo tanto, la eficiencia global de la turbina eólica puede aumentar. Si se ha terminado la limpieza de la pala del rotor (véase la etapa 1050), el controlador comienza a monitorizar la eficiencia de nuevo.

25 La presente solicitud de patente se puede referir también a un procedimiento para limpiar automáticamente las palas del rotor de una turbina eólica que comprende las etapas: determinar un rendimiento real de la turbina eólica; comparar el rendimiento determinado con un valor de referencia; activar un mecanismo de autolimpieza.

Además, la limpieza solo se puede activar, si el rotor eólico está girando al menos a una velocidad de giro específica y/o las palas del rotor tienen un ángulo de inclinación específico.

30 Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar una invención, incluyendo el modo preferido, y también para permitir que cualquier persona experta en la materia ponga en práctica la presente invención. Si bien la invención se ha descrito en términos de diversas realizaciones específicas, los expertos en la materia reconocerán que la invención se puede poner en práctica con modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones. Especialmente, las características mutuamente no excluyentes de las realizaciones descritas anteriormente se pueden combinar entre sí. El alcance patentable se define por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurren a los expertos en la técnica. Se pretende que estos otros ejemplos estén comprendidos dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias no sustanciales del lenguaje literal de las reivindicaciones.

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una pala del rotor de una turbina eólica que comprende un aparato (200, 200a, 200b) de limpieza de una superficie (145) exterior de la pala (140) del rotor, comprendiendo el aparato un primer bastidor (210, 210a, 210b) y un dispositivo (240, 240a, 242) de limpieza, estando el dispositivo de limpieza adaptado para conformar la superficie exterior y conectado al primera bastidor, en el que el aparato se adapta para situarse de forma deslizante sobre la superficie exterior de la pala del rotor, para deslizarse a lo largo de, y presionar sobre, la superficie exterior para limpiar dicha pala (140), y caracterizado porque dicho aparato se adapta además para mantenerse en una configuración plegada dentro de una protección (149) dispuesta en un borde (145) delantero de la pala (140) del rotor.
- 10 2. El aparato (200) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el aparato (200, 200a, 200b) comprende un cable (250, 264b) de retracción que tiene un primer extremo conectado al aparato y adaptado para extenderse desde el primer extremo en una dirección proximal, y un segundo extremo adaptado para conectarse a la turbina eólica, en el que el cable de retención se adapta para traccionar del aparato (200, 200a, 200b) en la dirección proximal.
- 15 3. El aparato (200) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el primer bastidor (210, 210a, 210b) se adapta para abarcar el borde delantero, teniendo el primer bastidor un extremo (212, 212a) delantero en la dirección del borde delantero de la pala del rotor en operación y los dos extremos (214, 214a, 216, 216a) traseros opuestos al extremo delantero, estando los dos extremos traseros adaptados para disponerse respectivamente en el lado de barlovento y en el lado de sotavento de la pala (140) del rotor de la turbina eólica en operación, y/o en el que el aparato comprende además un segundo bastidor (220, 220a, 220b) adaptado para abarcar el borde delantero de la pala del rotor, teniendo el segundo bastidor un extremo (222, 222a) delantero en la dirección del borde delantero de la pala del rotor en operación y en los dos extremos (224, 224a, 226, 226a) traseros opuestos al extremo delantero, estando los dos extremos traseros adaptados para disponerse, respectivamente, en el lado de barlovento y en el lado de sotavento de la pala del rotor de la turbina eólica en operación, en el que los extremos traseros del segundo bastidor se conectan al primer bastidor, en el que el segundo bastidor se adapta para disponerse proximal al primer bastidor.
- 20 4. El aparato (200) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el segundo bastidor (220, 220a, 220b) conecta el primer bastidor (210, 210a, 210b) con una bisagra.
- 25 5. El aparato (200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el primer bastidor (210, 210a, 210b) tiene una superficie que está orientada de tal manera que una corriente de aire que incide sobre la superficie durante la operación de la turbina eólica presiona el primer bastidor en el borde delantero de la pala del rotor, y/o en el que el primer bastidor (210, 210a) comprende una pala de accionamiento (210, 213a) con una superficie que está orientada de tal manera que una corriente de aire que incide sobre la superficie provoca una fuerza a una dirección (M) longitudinal de la pala.
- 30 6. El aparato (200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el dispositivo de limpieza (240, 240a, 242) y el primer bastidor (210, 210a, 210b) definen un componente exterior del aparato, adaptado para colocarse en el lado exterior de la pala del rotor, en el que el aparato comprende un componente (260a) interior adaptado para colocarse dentro de la pala (140) del rotor, en la que el componente interior se adapta para arrastrar al componente exterior sobre el borde delantero por medio de fuerzas magnéticas.
- 35 7. El aparato (200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el aparato comprende un cable de accionamiento que tiene un primer extremo conectado al aparato y adaptado para extenderse desde el primer extremo en la dirección de una punta de pala de la pala del rotor, en el que el cable de accionamiento tiene un segundo extremo adaptado para conectarse a la turbina eólica, en el que el cable de accionamiento se adapta para traccionar del aparato en dirección de la punta de pala de la pala (140) del rotor.
- 40

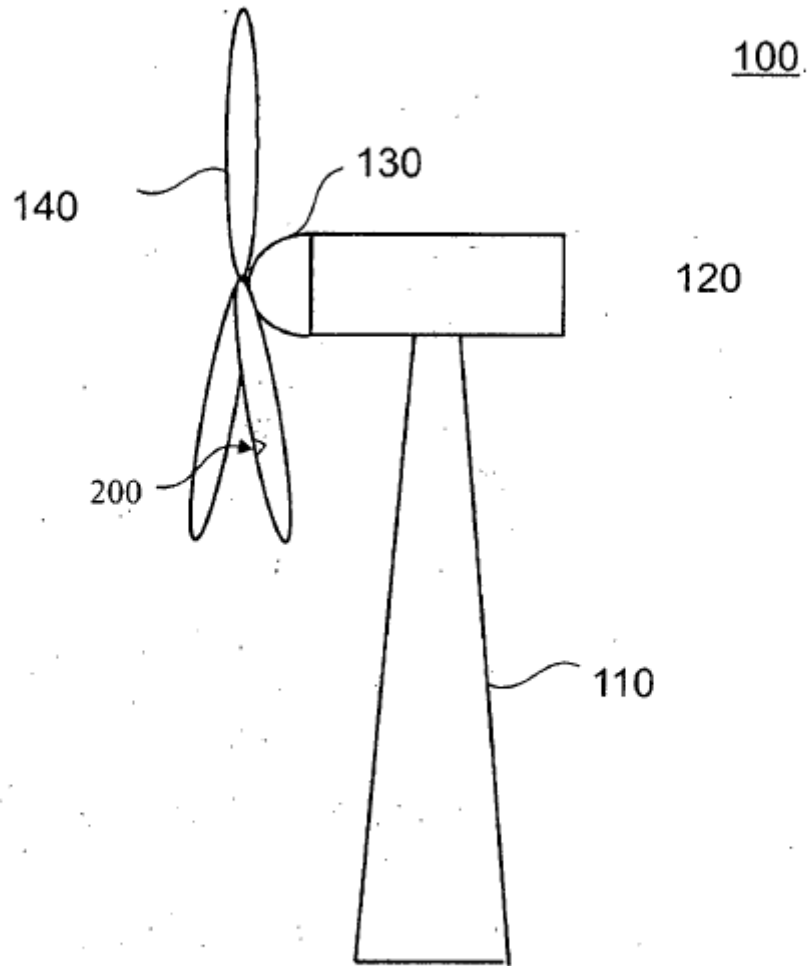


Fig. 1

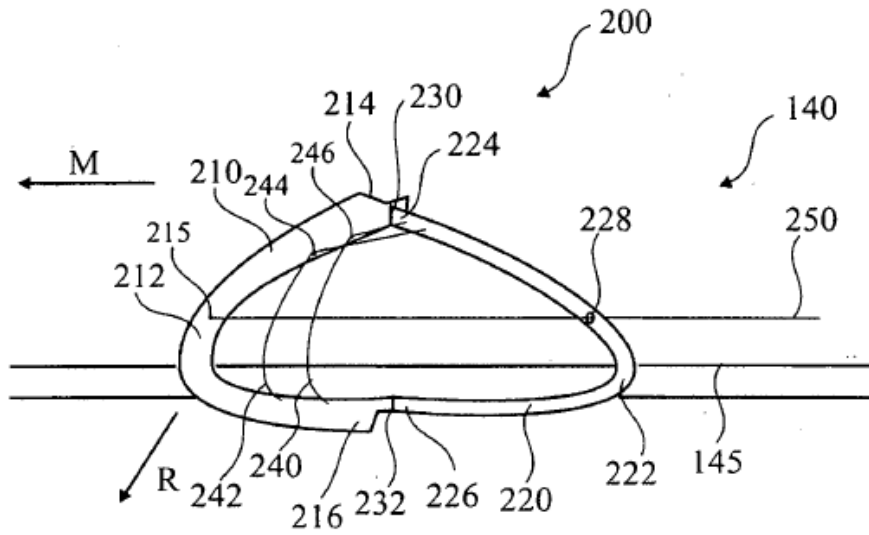


Fig. 2

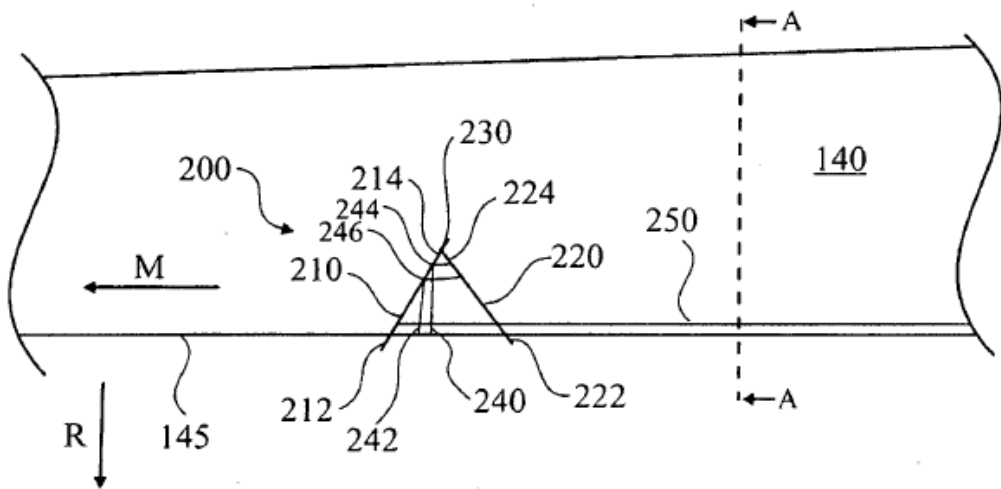


Fig. 3

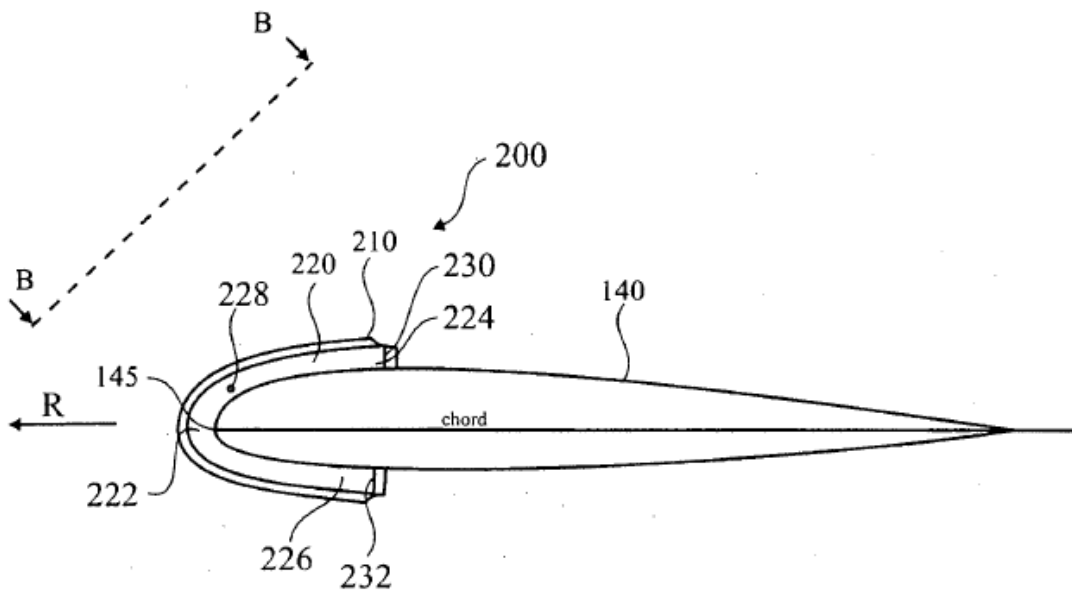


Fig. 4

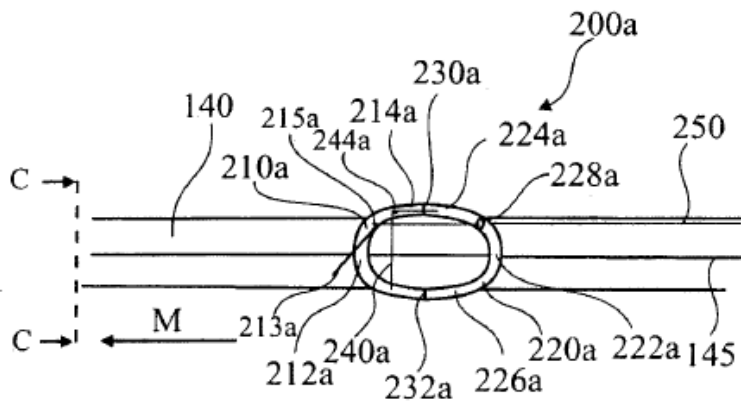


Fig. 5

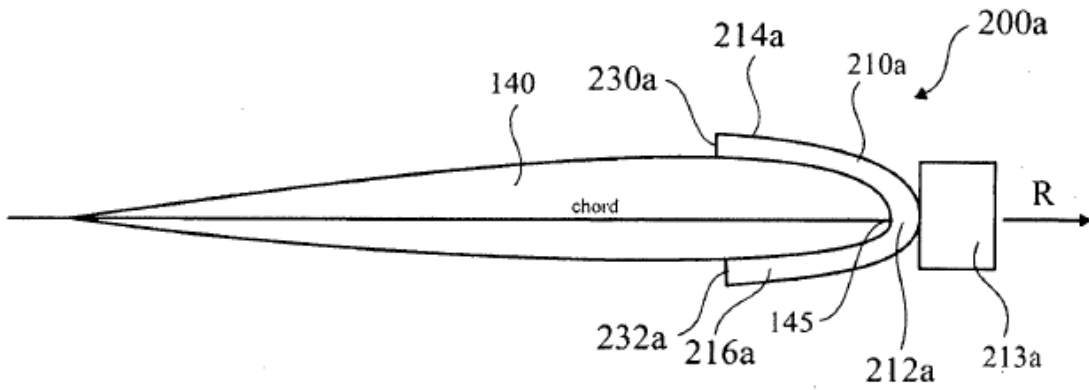


Fig. 6

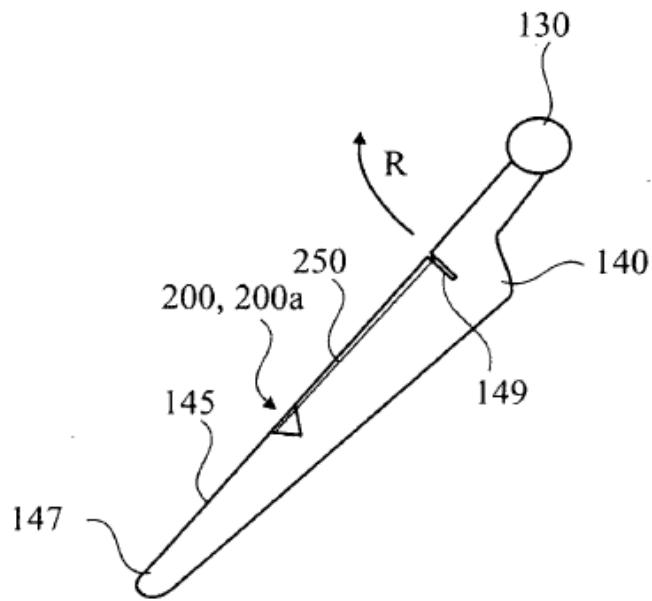


Fig. 7

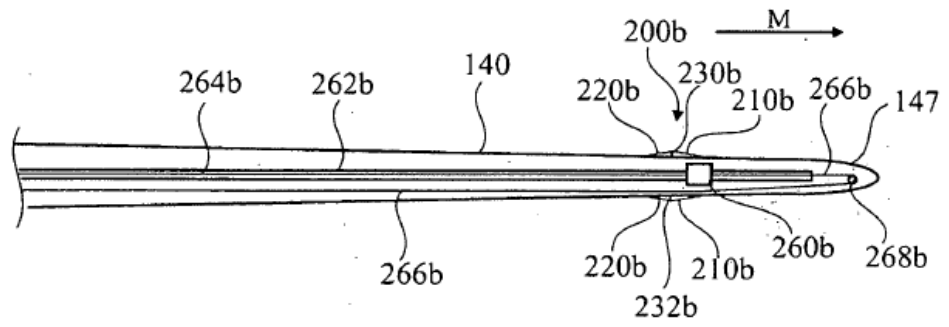


Fig. 8

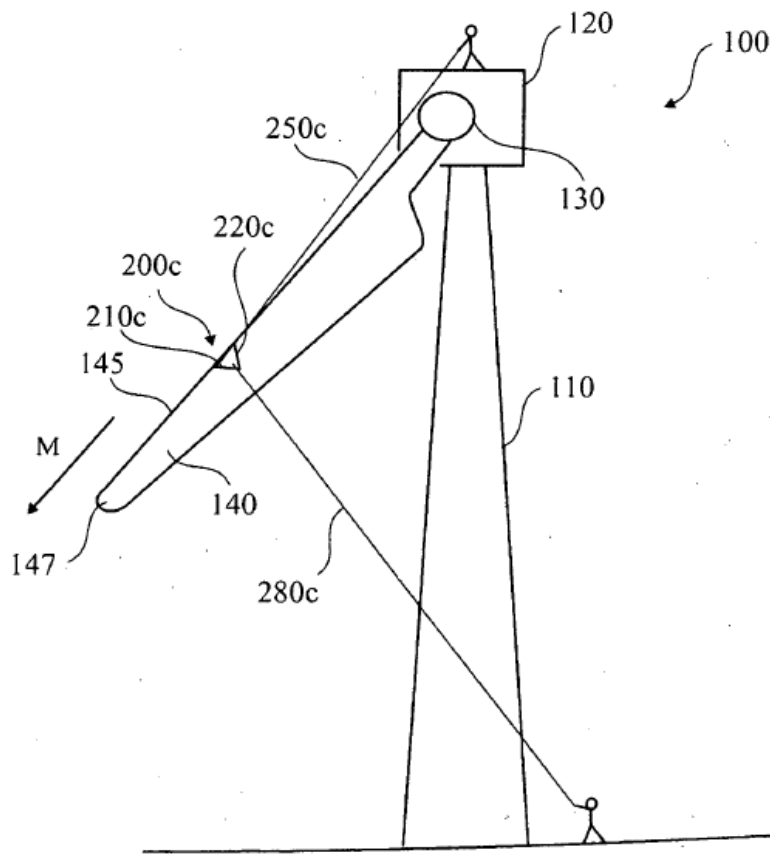


Fig. 9

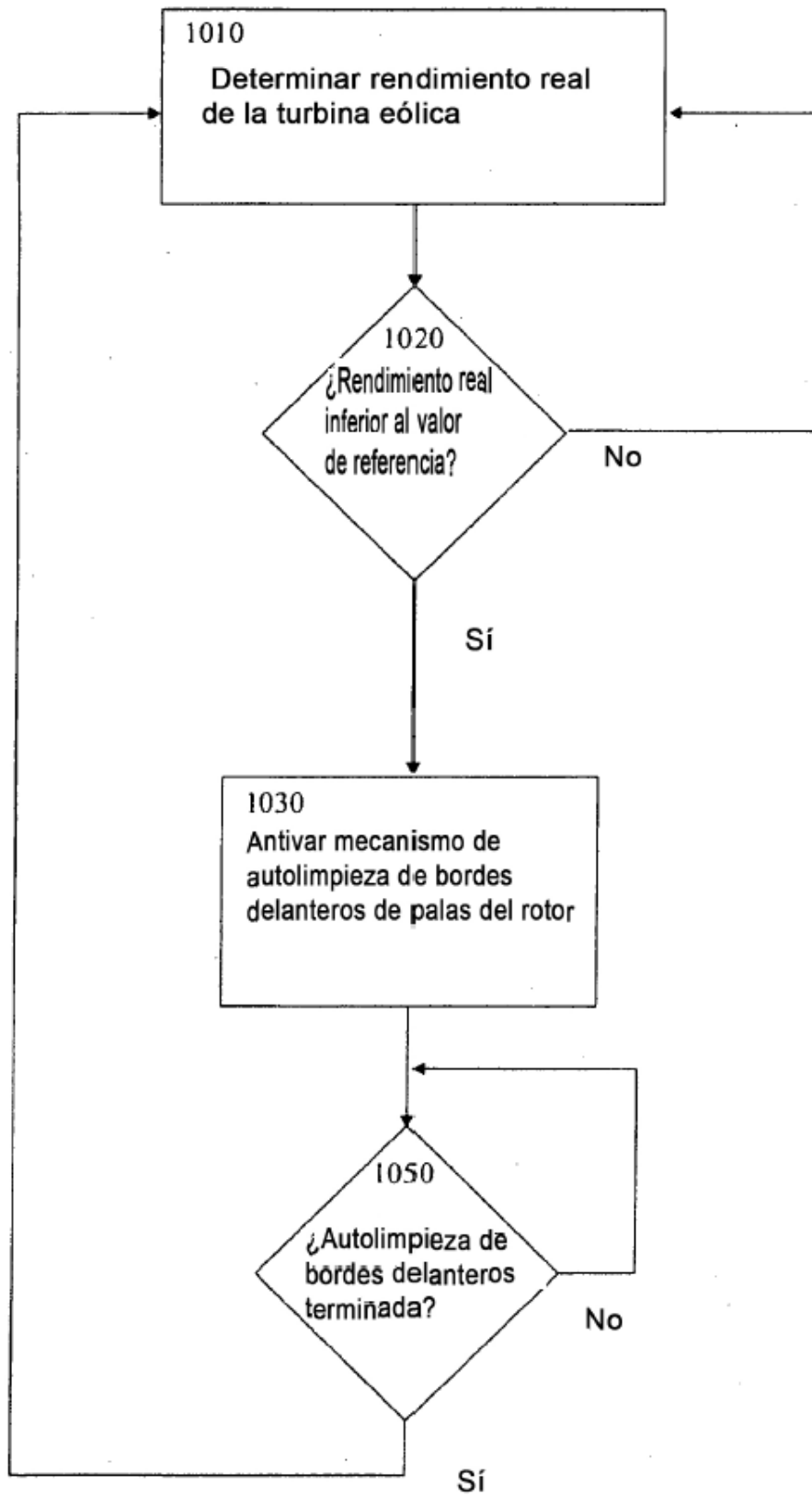


Fig. 10