

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 159**

51 Int. Cl.:

**F03D 11/00** (2006.01)

**F03D 1/00** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2011 E 11770270 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2015 EP 2633191**

54 Título: **Sistema de montaje de palas de turbinas eólicas**

30 Prioridad:

**30.09.2010 US 388030 P**

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

**26.06.2015**

73 Titular/es:

**THE TIMKEN COMPANY (100.0%)  
1835 Dueber Avenue S.W.  
Canton, OH 44706-0930, US**

72 Inventor/es:

**FOX, GERALD, P.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 539 159 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**

Sistema de montaje de palas de turbinas eólicas

**Antecedentes de la invención**

5 La presente divulgación se refiere, en general, a sistemas de montaje de palas de paso variable de turbinas eólicas, y en particular a un sistema de montaje de palas de paso variable de turbinas eólicas que proporciona una gran capacidad de carga en un diámetro más pequeño, incorpora una sección decreciente auto - bloqueante en la raíz de la pala de la turbina eólica, y que está configurado para permitir la elevación y la conexión de una pala de paso variable de turbina eólica a una estructura de cono de punta de la turbina eólica usando un elevador situado a bordo, montado en la góndola de la turbina eólica, en lugar de una grúa externa.

10 Las turbinas eólicas de eje horizontal convencionales normalmente están construidas con dos o tres palas de turbina. Algunos diseños incorporan un mecanismo de control de paso en la estructura de cono de punta rotativo para que haga oscilar selectivamente cada pala de la turbina con un movimiento angular a lo largo de su eje radial (desde la raíz a la punta) de manera que la superficie de la pala de la turbina esté orientada de manera óptima para que se considere la dirección del viento para capturar energía o para mitigar la vibración de la máquina.

15 Para permitir esto, cada una de las palas de la turbina está unida a una raíz de pala por medio de puntales proyectantes como se ve en la figura 1, a una estructura de cono de punta que gira sobre un eje de soporte que es horizontal en algún grado. Este subconjunto del cono de punta, que tiene las palas de la turbina eólica unidas, forma la estructura de la turbina que también se conoce como conjunto de rotor, y que es montada posteriormente en una góndola de la turbina que aloja diversos componentes de la unidad de transmisión de potencia para convertir la energía de rotación de la estructura de la turbina en energía eléctrica. Esta estructura de la turbina capta energía del viento, y la transfiere al resto de la unidad de transmisión de energía y por último a un generador para convertirla en energía eléctrica.

20 Con el fin de facilitar la oscilación relativa entre cada pala de la turbina y la estructura de cono de punta, un cojinete de la raíz de la pala, que consiste por lo general en un cojinete de bolas de gran diámetro ya sea de fila sencilla o doble, está montado entre la raíz de cada pala de la turbina y una brida correspondiente en el cono de punta. El cojinete de la raíz de la pala está conectado normalmente a una brida del cono de punta usando pernos o tornillos de capuchón que se hacen pasar a través de un círculo de pernos de acoplamiento en la pista exterior del cojinete.

Tales conexiones se desvelan, por ejemplo, en los documentos DE 39 22 199 y JP2006152862.

25 Durante los procedimientos de montaje tradicionales de un conjunto de rotor de turbina eólica, en primer lugar se montan los cojinetes de la raíz de la pala sobre las bridas del cono de punta, a continuación son elevados hacia arriba de la torre hasta la góndola de la turbina eólica, junto con otros componentes premontados dentro de la estructura del cono de punta, usando una grúa externa. Una por una, cada pala es elevada en el aire, con los extremos de los puntales hacia arriba, siempre con al menos una grúa externa, en el que los puntales que se proyectan desde la raíz de la pala son cuidadosamente alineados, y fijados, a un círculo de pernos de acoplamiento mecanizado en la pista interior del cojinete de la raíz de la pala que se ha instalado previamente.

30 Hay desventajas aparentes cuando se utilizan diseños convencionales de este tipo de los sistemas de montaje de palas de turbina eólica. La primera es que se debe llevar al sitio una gran grúa externa costosa de usar para levantar la pala de la turbina hasta la altura del cono de punta para facilitar un montaje cuidadoso. En segundo lugar, con el fin de que coincida con el diámetro del círculo de pernos de la pista interior del cojinete de la raíz de la pala, el diámetro de la pala de la turbina en la raíz a menudo debe ser incrementado más allá de lo que de otro modo sería necesario en base exclusivamente a los requisitos de carga de la misma pala de la turbina eólica. Esto resulta en que la pala de la turbina se haga cada vez más grande en diámetro y más cara de lo que tendría que ser necesariamente.

35 En consecuencia, sería ventajoso proporcionar un sistema de montaje de una pala de paso variable de turbina eólica para su uso en palas de paso variable de turbina eólica, que está configurado para facilitar el montaje y el desmontaje de la pala de la turbina desde un montaje del cono de punta, y que incorpora un cojinete de alta capacidad configurado para acomodar las raíces de las palas de las turbinas eólicas de diámetro reducido que están dimensionadas de acuerdo con las cargas previstas.

**Breve sumario de la invención**

40 Establecido brevemente, la presente divulgación proporciona un sistema de montaje de palas de turbina eólica para ser utilizado con palas de paso variable de turbina eólica que tienen pies de pala de diámetro reducido con sección decreciente. Para cada pala de la turbina eólica, el sistema de montaje incorpora un cojinete de alta capacidad configurado para acoplarse a una sección con sección decreciente auto - bloqueante de una raíz de pala de turbina

eólica asociado para facilitar el montaje y desmontaje de las palas de la turbina eólica desde un montaje del cono de punta.

5 En una realización, los cojinetes de alta capacidad en el sistema de montaje de palas de turbina eólica incluyen cada uno un manguito interno con sección decreciente que se abre hacia fuera adaptado para recibir la sección con sección decreciente coincidente de la raíz de la pala de la turbina eólica asociada en un acoplamiento auto - bloqueante cuando se eleva la pala de la turbina eólica hacia arriba en la torre. El cojinete de alta capacidad acopla efectivamente la pala de la turbina eólica a un conjunto de engranajes de giro y de piñón dentro del cono de punta de la turbina eólica por medio de lo cual se realizan los ajustes de control de paso alrededor del eje de la pala. El manguito interno con sección decreciente a su vez está acoplado rotativamente por medio de un montaje de cojinetes a un cartucho de cojinete asegurado a la estructura del cono de punta de la turbina, lo que permite el movimiento de rotación del manguito interno con sección decreciente y de la raíz de la pala de la turbina eólica alrededor de un eje de rotación de la pala de la turbina eólica en respuesta a los ajustes de paso de la pala accionados por la rotación del engranaje de giro.

15 Para facilitar el montaje y desmontaje, una o más espigas de elevación pasan a través del engranaje de giro del cono de punta y al interior de la raíz de la pala de la turbina eólica para asegurar la pala de la turbina eólica en posición dentro del manguito interno con sección decreciente. Cada espiga de elevación está adaptada en un extremo expuesto para recibir cables de elevación, lo que permite la elevación y el descenso de las palas de la turbina eólica en su posición dentro del manguito interno con sección decreciente del cojinete de alta capacidad sin la retirada del conjunto de cono de punta de la góndola de la turbina eólica.

20 Las características anteriores, y las ventajas establecidas en la presente divulgación, así como realizaciones actualmente preferidas se harán más evidentes a partir de la lectura de la descripción que sigue en conexión con los dibujos que se acompañan.

#### Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

En los dibujos que se acompañan que forman parte de la memoria descriptiva:

25 la figura 1 es una vista en perspectiva de una región de la raíz de pala de la turbina eólica de la técnica anterior; y  
la figura 2 es una vista en sección parcial de una región de la raíz de pala de paso variable de la turbina eólica y de un conjunto de cojinetes de alta capacidad que comprende el sistema de montaje de la presente divulgación.

30 Los números de referencia correspondientes indican partes correspondientes en todas las diversas figuras de los dibujos. Se debe entender que los dibujos son para ilustrar los conceptos establecidos en la presente divulgación y no están a escala.

35 Antes de que se expliquen en detalle cualquiera de las realizaciones de la invención, se debe entender que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de los componentes que se exponen en la descripción que sigue o que se ilustran en los dibujos.

#### Descripción detallada

40 La descripción detallada que sigue ilustra la invención a modo de ejemplo y no a modo de limitación. La descripción permite a un experto en la técnica realizar y utilizar la presente divulgación, y describe varias realizaciones, adaptaciones, variaciones, alternativas y usos de la presente divulgación, incluyendo lo que se cree actualmente que es el mejor modo de llevar a cabo la presente divulgación.

Volviendo a las figuras, y en particular a las figuras 1 y 2, un diseño de la técnica anterior de una región de la raíz 10 de la pala de la turbina eólica, que se muestra en la figura 1 con la proyección de puntales de montaje 12 para el acoplamiento a un círculo de pernos en una pista interior de un cojinete de soporte, es sustituido como se muestra en la figura 2 con una pala de paso variable 100 de la turbina eólica que tiene una raíz 102 con sección decreciente hacia el interior de la pala. La raíz 102 de la pala se muestra con una superficie exterior definida por una sección de vástago con sección decreciente 104 asentado dentro de un manguito interno con sección decreciente 105 de un conjunto de cojinetes de alta capacidad 106. La pala de la turbina eólica está acoplada a un sistema de control de paso de la pala de la turbina eólica montado en la estructura de cono de punta 20 de una góndola de turbina eólica (no mostrada), que rota alrededor de un eje de soporte de rotación perpendicular a un eje X - X de la pala. La orientación de la figura 2 se muestra con una punta de la pala de la turbina eólica apuntando hacia arriba, a lo largo del eje X - X de la pala, y con la raíz 102 de la pala de la turbina eólica fijado a un engranaje de giro 108 por medio de un conjunto de pernos 108A dispuestos en un círculo de pernos sobre el extremo axial de la raíz 102 de la pala de la turbina eólica, pasando cada uno de los mismos a través de la base de la sección de vástago con sección decreciente 104. La sección decreciente en la superficie exterior de la sección de vástago 104 de la raíz de la pala se selec-

ciona para que sea auto - bloqueante con el manguito interno con sección decreciente 105 del conjunto de cojinete, con una relación de pendientes por ejemplo 1:12. La sección de vástago con sección decreciente 104 se muestra como un manguito de acero que encierra la raíz 102 de la pala de la turbina eólica, pero los expertos ordinarios reconocerán que la sección de vástago con sección decreciente 104 también puede estar compuesta por otro material adecuado, y puede estar asegurada a, integrada con, o unida a la raíz 102 de la pala de la turbina eólica por cualquier medio adecuado.

Para cada una de las palas de paso variable 100 de la turbina eólica acoplada a una estructura de cono de punta 20, el conjunto de cojinetes de alta capacidad asociado 106 comprende varios elementos, incluido un manguito interno con sección decreciente 105 que se abre hacia el exterior, que proporciona un soporte para la rotación de paso de la pala 100 de la turbina eólica alrededor del eje X - X de la pala con relación a un cartucho cilíndrico exterior 110 del conjunto de cojinetes 106. El cartucho exterior 110 del cojinete, como se muestra en la figura 2, está asegurado a la estructura de cono de punta 20, por ejemplo por medio de una serie de tornillos de capuchón 20A, y soporta dos filas de elementos de rodadura con sección decreciente 112A y 112B en una circunferencia interior en una disposición montaje indirecto alrededor de la circunferencia exterior del manguito interno con sección decreciente 105. La primera fila de elementos de rodadura con sección decreciente 112A está capturada entre una pista exterior 114A y una pista interior 116A. La segunda fila de elementos de rodadura con sección decreciente 112B está espaciada axialmente de la primera fila, y está capturada de manera similar entre una pista exterior 114B y una pista interior 116B.

La holgura interior o precarga sobre las pistas interiores 116A y 116B es establecida por las dimensiones de un espaciador anular 118 que está dispuesto entre una de las pistas interiores (que se muestra como 116B en la figura 2) y el manguito interno con sección decreciente 105. El conjunto de cojinetes de alta capacidad 106 está engrasado o lubricado preferiblemente, y sellado como se muestra en la figura 2 por obturaciones axiales extremas adecuadas 120. Los expertos en la técnica reconocerán que el cartucho exterior 110 del cojinete puede estar configurado para soportar los cojinetes de una configuración diferente de la que se muestra en la figura 2, por ejemplo en un montaje directo, y puede emplear filas adicionales de elementos de rodadura, así como diferentes tipos de elementos de rodadura, sin apartarse de la aplicación con sección decreciente auto - bloqueante de la pala de la turbina eólica establecida por la presente divulgación.

Preferiblemente, la superficie circunferencial interior del manguito interno con sección decreciente 105 tiene la misma alineación con sección decreciente auto - bloqueante que la superficie exterior de la sección de vástago con sección decreciente 104 de la pala 100 de la turbina eólica, por ejemplo una sección decreciente de 1:12. Como se ha indicado más arriba, una vez que se encuentra en acoplamiento de bloqueo con las superficies con sección decreciente, la pala de paso variable 100 de la turbina eólica está asegurada al engranaje de giro 108 en el extremo axial del manguito interno con sección decreciente 105 por medio de una pluralidad de tornillos de capuchón o pernos espaciados 108A, mientras el conjunto completo de cojinetes de alta capacidad 106 para cada pala 100 de la turbina eólica está asegurado sobre un resalte plano sobre la superficie exterior del cono de punta 20, por ejemplo con tornillos de capuchón 20A. Varios componentes del sistema de control de paso de las palas de la turbina pueden estar contenidos dentro del cono de punta 20, incluyendo uno o más motores de control de paso 22 que están configurados para accionar los cojinetes de piñón de giro 24, acoplados a cada uno de los engranajes de giro 108.

La capacidad radial y de empuje de los cojinetes de rodillos con sección decreciente 112a y 112b que se muestran en la figura 2 son sustancialmente mayores que la de los cojinetes de bolas de tamaño equivalente. Suponiendo que el diámetro de la raíz de la pala de paso variable de la turbina eólica está dictado por la capacidad de carga del conjunto de cojinetes de soporte, y no por los requisitos de carga de la raíz de la pala de la turbina eólica, la utilización de un conjunto de cojinetes de mayor capacidad y menor diámetro 106 para soportar la raíz 102 de la pala de la turbina eólica en el conjunto de cono de punta hace que sea posible reducir el diámetro exterior de la pala 100 de la turbina eólica en la raíz. Además esto hace que sea posible reducir el tamaño de todo el sistema de accionamiento de paso de la pala en el cono de punta 20 y, correspondientemente, también el tamaño y el peso del cono de punta 20. Las reducciones en tamaño y peso de los componentes de una turbina eólica son cada vez más importante a medida que las turbinas eólicas aumentan de tamaño y capacidad, y requieren cojinetes de la raíz de la pala de mayor capacidad para soportar las fuerzas crecientes aplicadas a y por la pala 100 de la turbina eólica. A diferencia de los conjuntos de cojinetes de bolas tradicionales de dos filas en los que las dos filas de bolas están combinadas en la mayor parte de los casos, las dos filas del conjunto de cojinetes de rodillos con sección decreciente de menor diámetro 106, como se muestra en la figura 2 están separadas preferiblemente por una cierta distancia a lo largo del eje X - X de la pala 100 de la turbina eólica, para crear un reparto axial y una capacidad para que el conjunto de cojinetes 106 proporcione una capacidad sustancial de momento de vuelco, aunque el conjunto de cojinetes 106 sea más pequeño en diámetro entonces que un conjunto de cojinetes de bola tradicional.

Con la utilización del sistema de montaje de palas de paso variable de la turbina eólica de la presente divulgación, la instalación de un conjunto de pala de paso variable 100 de la turbina eólica en el manguito interior con sección decreciente 105 de un conjunto de cojinetes asociado 106 comienza con la instalación inicial de la estructura de cono de punta 20 y la transmisión de potencia asociada y los sistemas de control de paso de la pala de la turbina eólica en la góndola arriba en la torre de la turbina eólica. Cada conjunto individual de cojinetes 106 se instala con el cono

de punta 20, de tal manera que cada uno de los manguitos interiores con sección decreciente asociados 104 se abren hacia fuera a lo largo del eje X - X para recibir una pala de paso variable 100 de la turbina eólica.

Para facilitar el levantamiento y la instalación de las palas 100 de la turbina eólica arriba de la torre, cada pala de la turbina eólica recibe una espiga de elevación sustancial 122 que está roscada axialmente en la raíz de la pala de la turbina eólica por medio del vástago 104. Un cable y gancho de una grúa en la góndola de la turbina eólica (no mostrada) se dirige a través de un orificio axial 108B en el engranaje de giro asociado 108, axialmente a través del manguito interno con sección decreciente 105 del conjunto 106 de cojinete, y se baja hasta el suelo donde está unido a la clavija de elevación 122. Una vez asegurado, el sistema de elevación en la góndola es activado para tirar de la pala 100 de la turbina eólica hacia arriba hasta que la espiga de elevación pasa a través del orificio del manguito interno con sección decreciente 105 y del orificio axial 108B del engranaje de giro 108, permitiendo que las sección decrecientes auto - bloqueante del vástago 104 de la raíz de la pala de la turbina eólica y el manguito interno con sección decreciente 105 alcancen un contacto inminente. Una tuerca de seguridad 122A, a través de la cual se ha pasado previamente el cable de elevación, se tira hacia abajo a continuación, y se rosca axialmente sobre la espiga de elevación 122 en un contacto holgado con el engranaje de giro 108 como medida de seguridad temporal.

Con el contacto inminente que se establece entre el manguito interno con sección decreciente 105 del cojinete y el vástago 104 de la raíz de la pala de turbina eólica, cualesquiera ajustes de orientación angular menores requeridos a la pala de la turbina eólica necesarios para obtener la alineación con el orificio de paso 108B en el engranaje de giro 108 y la pluralidad de pernos 108A pueden ser insertada a través del engranaje de giro 108 y son asegurados de manera adecuada alrededor de un círculo de pernos de la pala 100 de la turbina eólica. Preferiblemente, los pernos 108A son sujetadores de alta resistencia y de alta tensión, y se configuran para dirigir las sección decrecientes auto - bloqueantes del manguito interior con sección decreciente 105 y del vástago 104 de la raíz de la pala en acoplamiento coaxial, asegurando sustancialmente la raíz 102 de la pala de la turbina eólica dentro del manguito interior con sección decreciente 105 del cojinete. Una vez asegurados, la tuerca de seguridad 122A, el gancho de la grúa, y el cable son desconectados y retirados. El proceso se repite para cada pala de paso variable individual 100 de la turbina eólica que va ser instalada en la turbina eólica.

Una vez montada, la orientación apropiada de la pala de paso variable 100 de la turbina eólica se establece preferiblemente mediante el accionamiento del engranaje de giro 108 con el piñón de giro 24 utilizando un motor adecuado 22 posicionado en el interior del cono de punta 20. El sistema puede ser diseñado para el control de paso en el que todas las palas 100 de la turbina eólica acopladas al cono de punta 20 se ajustan al unísono y oscilan en una dirección común. Alternativamente, el sistema puede ser diseñado para el control de paso con una lógica de control que ajusta cada pala de paso variable 100 de la turbina eólica de forma independiente, para optimizar la eficiencia de la máquina y el comportamiento dinámico. Las personas de experiencia ordinaria en la técnica reconocerán que se puede emplear una variedad de sistemas de control de paso para alterar selectivamente la orientación de las palas 100 de la turbina eólica alrededor del eje X - X de la pala asociada sin apartarse del ámbito de la divulgación.

La retirada de una pala de paso variable 100 de la turbina eólica del sistema de montaje es sustancialmente el inverso del proceso de instalación, pero se puede facilitar mediante la aplicación de una presión hidráulica que separa la interfaz entre el manguito interno con sección decreciente 105 y el vástago 104 de la raíz de la pala de la turbina eólica. La presión hidráulica se puede aplicar a través de un puerto de conexión o pasaje 124 que pasa a través del manguito interno con sección decreciente 105 desde una superficie de extremo axial adyacente al engranaje de giro 108 y que termina en un canal o ranura 126 que se extiende alrededor de la superficie circunferencial interior del manguito interno con sección decreciente 105. Cuando no está en uso, el extremo axial del puerto de conexión 124 puede ser sellado por una tapa temporal 124A, que se retira cuando se requiere el acceso. Para aplicar la presión hidráulica, un accesorio adecuado (no mostrado) se inserta en el orificio de la tapa abierta del puerto de conexión 124 y se conecta a un sistema hidráulico de alta presión. Al mismo tiempo, un cable se engarza a través de la tuerca de bloqueo 122A que se necesita si una nueva pala 100 de la turbina eólica se debe elevar posteriormente. En el inverso del procedimiento de instalación, el gancho y el cable de elevación están conectados a la espiga de elevación dejando una holgura moderada en el cable, y los distintos pernos 108A que aseguran la pala 100 de la turbina eólica al engranaje de giro 108 se aflojan. La presión hidráulica se aplica entonces a través del puerto de conexión 124 a la ranura circunferencial 126 en la superficie interior del manguito interno con sección decreciente 105. La presión hidráulica aplica un choque a la interfaz entre el manguito interno con sección decreciente 105 y el vástago 104 de la raíz de la pala de la turbina eólica, sacudiendo la pala de la turbina eólica para que se suelte para la desconexión. Una vez que la desconexión se ha producido, los pernos 108A se retiran, y el peso de la pala 100 de la turbina eólica está soportado únicamente por la espiga de elevación 122 y por el gancho y cable acoplados, permitiendo que la pala 100 de la turbina eólica sea bajada al suelo.

Puesto que se podrían hacer diversos cambios en las construcciones anteriores sin apartarse del ámbito de la divulgación, se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior o mostrada en los dibujos adjuntos se interprete como ilustrativa y no en un sentido limitativo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de montaje de palas de turbinas eólicas para su uso con palas de paso variable (100) de turbina eólica que tienen las raíces de la pala con sección decreciente, **caracterizado porque** comprende:
 

5 un conjunto de cojinetes de alta capacidad (106) montado en una estructura de cono de punta (20) de la turbina eólica para cada pala (100) de la turbina eólica, estando configurado cada conjunto de cojinetes de alta capacidad con un manguito interno con sección decreciente abierto hacia fuera (105) para acoplarse coaxialmente a una sección de vástago con sección decreciente (104) de una pala de la turbina eólica asociada en un acoplamiento auto - bloqueante para la rotación alrededor de un eje X - X de la pala, perpendicular a un eje de rotación de soporte del cono de punta, facilitando de esta manera el montaje y desmontaje de las palas de la turbina eólica des la estructura de cono de punta (20) de la turbina eólica,
2. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 1, en el que cada conjunto de cojinetes de alta capacidad (106) incluye un conjunto de elementos de rodadura (112A, 112B) dispuestos dentro de pistas interior y exterior (114, 116) entre el manguito interno con sección decreciente (105) y un cartucho de cojinetes de soporte (110) acoplado a la citada estructura de cono de punta (20), habilitando el citado conjunto de elementos de rodadura al citado manguito interno con sección decreciente (105) y a una sección del vástago con sección decreciente acoplado sección decreciente(104) de una pala de la turbina eólica (100) para que rote alrededor del eje X - X de la pala para el control del paso de la pala;
3. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 2, en el que un ajuste de la precarga sobre el citado conjunto de elementos de rodadura (112A, 112B) es seleccionado por un espaciador anular (118) dispuesto entre el citado manguito interno con sección decreciente (105) y una pista interior (116A, 116B ).
4. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 2, en el que la citada sección de vástago con sección decreciente (104) de la citada pala (100) de la turbina eólica está acoplada axialmente a un engranaje de giro (108), estando configurado el citado engranaje de giro (108) para ser accionado de forma rotativa alrededor del citado eje X - X de la pala para permitir el ajuste del paso de la citada pala (100) de la turbina eólica.
5. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 2, en el que el citado conjunto de elementos de rodadura (112A, 112B) está dispuesto en una pluralidad de filas espaciadas axialmente.
6. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 5, en el que el citado conjunto de elementos de rodadura (112A, 112B) incluye al menos dos filas de rodillos con sección decreciente dispuestos en una configuración de montaje indirecto.
7. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 6, en el que el citado conjunto de elementos de rodadura (112A, 112B) incluye al menos dos filas de rodillos con sección decreciente dispuestos en una configuración de montaje directo.
8. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 1, que incluye además una espiga de elevación (122) acoplada axialmente a un extremo axial de la sección de vástago con sección decreciente (104) de la pala (100) de la turbina eólica, estando adaptada la citada espiga de elevación para acoplarse de forma desmontable a un cable de elevación para facilitar el acoplamiento y desacoplamiento de la citada sección de vástago con sección decreciente (104) desde el citado manguito interno con sección decreciente (105) del citado conjunto de cojinetes (106).
9. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 1, en el que el citado manguito interno con sección decreciente (105) y el citado conjunto de cojinetes (106) son transportados en rotación alrededor de un eje de rotación de soporte por la estructura de cono de punta 20.
10. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 1, en el que el citado manguito interno con sección decreciente (105) incluye al menos un pasaje dirigido axialmente (124) que se extiende desde una superficie de extremo de base a un canal circunferencial (126) sobre la citada superficie interior con sección decreciente, estando configurado el citado pasaje dirigido axialmente para recibir un flujo de fluido hidráulico desde el citado extremo de base para la entrega a una interfaz entre la citada superficie interior con sección decreciente y una sección de vástago con sección decreciente (104) de una pala de turbina eólica instalada (100) asentada en el mismo para facilitar la liberación del citado cono auto - bloqueante durante el desacoplamiento de la citada pala de turbina eólica del citado manguito interno con sección decreciente (105).
11. El sistema de montaje de palas de turbina eólica de la reivindicación 1, en el que el citado manguito interno con sección decreciente (105) y la citada sección de vástago con sección decreciente (104) de la citada pala de turbina eólica tiene un cono de bloqueo con una relación de pendiente de 1:12.

12. Un procedimiento para la instalación de una pala de paso variable (100) de una turbina eólica a una estructura de cono de punta de paso ajustable (20), **caracterizado por:**

5 proporcionar, a cada pala de paso variable de la turbina eólica asociada con la citada estructura de cono de punta (20), un conjunto de cojinetes de alta capacidad (106), estando configurado cada conjunto de cojinetes de alta capacidad con un manguito interno con sección decreciente (105) de apertura hacia el exterior para acoplar coaxialmente una sección de vástago con sección decreciente (104) de una pala de la turbina eólica asociada en un acoplamiento auto - bloqueante para la rotación alrededor de un eje X - X de la pala perpendicular a un eje de rotación de soporte del cono de punta,

10 asentar la citada sección de vástago con sección decreciente (104) de la citada pala de paso variable (100) de la turbina eólica coaxialmente dentro del citado manguito interno con sección decreciente (105) del citado conjunto de cojinetes de alta capacidad (106); y

tirar de la citada sección de vástago con sección decreciente (104) para que realice un acoplamiento de bloqueo con el citado manguito interno con sección decreciente (105).

- 15 13. El procedimiento de instalación de la reivindicación 12, que incluye además la etapa de asegurar la citada pala (100) de la turbina eólica en el citado acoplamiento de bloqueo con el citado manguito interno con sección decreciente (105) del citado conjunto de cojinetes de alta capacidad (106) con una pluralidad de pernos dirigidos axialmente.

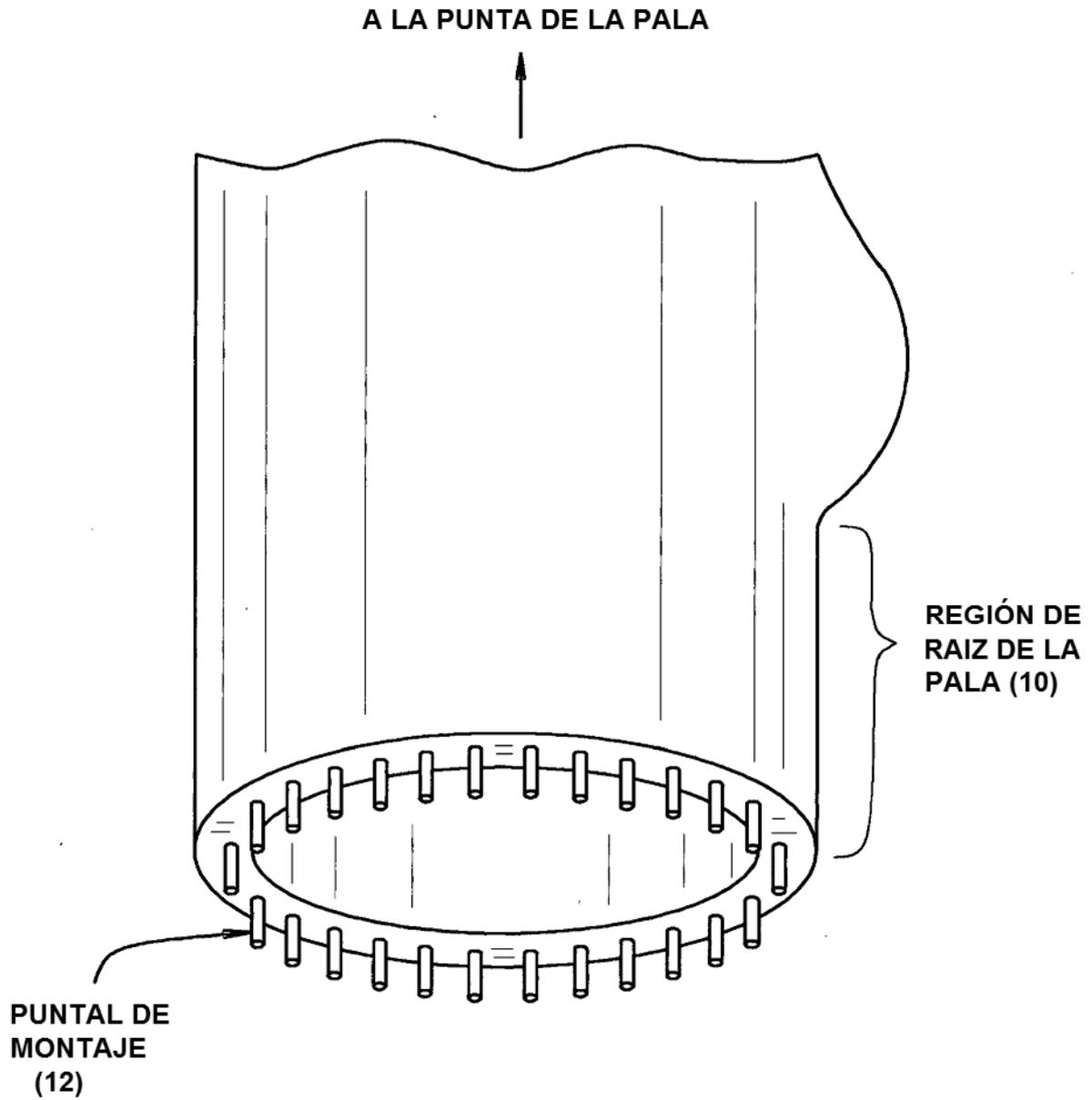


FIG. 1  
TÉCNICA ANTERIOR

