

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 018**

51 Int. Cl.:

F16C 19/36	(2006.01)
F16C 19/54	(2006.01)
F16C 33/58	(2006.01)
F16C 33/66	(2006.01)
F03D 80/70	(2006.01)
F03D 80/50	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.02.2018 PCT/DK2018/050022**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2018 WO18153417**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2018 E 18704394 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2022 EP 3586002**

54 Título: **Disposición de rotor principal de aerogenerador con instalación de lubricación integrada**

30 Prioridad:

21.02.2017 DK PA201770124

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

02.11.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HEUSER, LUTZ

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 927 018 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

Disposición de rotor principal de aerogenerador con instalación de lubricación integrada

Campo técnico

5 La invención se refiere a un eje de rotor principal para un aerogenerador y, en particular, a una disposición para un cojinete principal para uso con ese eje.

Antecedentes

Aunque hoy en día existen muchos tipos diferentes de generadores de energía eólica, el tipo más común es el aerogenerador de eje horizontal o "HAWT". Los HAWT, en lo sucesivo simplemente 'aerogeneradores', tienen un uso generalizado en entornos terrestres y marinos.

10 Con el fin de capitalizar las economías de escala, ha habido una tendencia general para que los aerogeneradores sean diseñados con diámetros de disco de rotor cada vez mayores en un esfuerzo por aumentar el potencial de captura de energía, reduciendo por ello el coste promedio de producción de energía. Este principio ha contribuido a los aumentos año tras año en la capacidad instalada global en un esfuerzo por reequilibrar la combinación de generación de energía lejos de las fuentes no renovables tales como el petróleo y el gas hacia energías renovables
15 tales como la eólica y la solar.

No obstante, la tendencia al alza del tamaño de los aerogeneradores viene con sus desafíos, dado que las torres de aerogeneradores deben ser más altas, las palas deben ser más largas y más fuertes, y las góndolas deben ser más grandes y más pesadas. La pieza central del aerogenerador se puede considerar que es el eje de rotor principal, dado que lleva el buje y las palas del rotor y aprovecha la energía de rotación generada por las palas de modo que
20 se pueda convertir por el generador en energía eléctrica. El eje de rotor principal y, de este modo, el alojamiento dentro del cual se soporta, debe ser, por lo tanto, increíblemente robusto para resistir las enormes fuerzas generadas durante la producción de energía. Es más, el eje de rotor principal típicamente está diseñado con una vida comparable a la vida útil nominal del aerogenerador en sí mismo, que normalmente está en la región de 20 años.

25 En una disposición, el eje de rotor principal se extiende a través de un eje principal o alojamiento de 'cojinete' y está soportado de manera giratoria dentro de ese alojamiento por dos cojinetes de eje principal: un cojinete delantero soporta el extremo del eje cerca del buje, es decir, el extremo 'frontal' o 'delantero', y un cojinete trasero soporta el extremo del eje distal del buje, es decir, el extremo 'posterior' o 'trasero'. Los cojinetes funcionan para asegurar que el eje de rotor principal pueda girar suavemente y también transferir cargas axiales y momentos de flexión a una
30 bancada o bastidor base a través del cojinete principal. Esta disposición es generalmente efectiva para desacoplar la caja de engranajes del aerogenerador de las fuerzas axiales y de flexión del eje de rotor principal, de modo que solamente se transfiera par a la caja de engranajes.

La tendencia hacia palas y bujes más pesados significa que el eje de rotor principal y, por lo tanto, los cojinetes de soporte, se requiere que lidien con cargas más altas, y así hay una presión constante para diseñar los conjuntos de
35 eje de rotor para manejar las cargas de manera más efectiva.

Es en este contexto que se ha ideado la invención.

El documento JP2008032090 describe un dispositivo de alimentación de aceite de cojinete en una estructura de soporte de eje giratorio de un aerogenerador.

Compendio de la invención

40 En este sentido, la invención proporciona una disposición de rotor principal para un aerogenerador, que comprende un eje que es giratorio dentro de un alojamiento de eje alrededor de un eje de rotación, un cojinete que incluye un anillo interior, un anillo exterior y una pluralidad de rodillos, en donde el cojinete se sitúa entre el eje y el alojamiento para permitir por ello que el eje gire dentro del alojamiento de eje. El alojamiento de eje incluye un primer paso de lubricación para llevar fluido de lubricación a través del alojamiento de eje, en donde el anillo exterior de cojinete
45 incluye un segundo paso de lubricación para dirigir el fluido de lubricación desde el primer paso de lubricación en la dirección de la pluralidad de elementos rodantes, en donde el segundo paso de lubricación define una pista de rodadura que se abre a una posición sobre la que se desplazan los rodillos a medida que gira el eje.

La disposición de rotor principal de la invención se ha de considerar en el contexto de un aerogenerador a escala comercial, que típicamente tendría una potencia nominal de al menos 1 MW. La invención por lo tanto se extiende a
50 tal aerogenerador, que comprende una disposición de rotor principal de acuerdo con la invención.

Un beneficio de la invención es que se forman pasos de lubricación a través del alojamiento de eje principal, al que algunas veces se hace referencia como alojamiento de cojinete principal, y el anillo de cojinete exterior que entrega fluido de lubricación directamente a los rodillos de cojinetes. Esta es una disposición que ahorra espacio que evita la necesidad de boquillas de entrega de fluido dispuestas externamente al cojinete para dirigir el fluido a los rodillos,

como en la técnica anterior. La disposición también significa que el fluido de lubricación se entrega justo donde se necesita de una forma más eficiente que en la técnica anterior.

5 En algunas realizaciones, el primer y segundo canales de lubricación pueden estar alineados. No obstante, en algunas realizaciones, pueden no estar alineados y, así, puede haber más segundos pasos de lubricación en el anillo de cojinete exterior, en comparación con el número de primeros pasos de lubricación proporcionados en el alojamiento de eje. En tales casos, se puede proporcionar un canal colector circunferencial en el anillo de cojinete exterior que actúa para recoger el fluido de lubricación del primer paso de lubricación desde donde luego fluye a uno o más segundos pasos de lubricación. En efecto, se puede proporcionar en el anillo de cojinete exterior que actúa para recoger el fluido de lubricación del primer paso de lubricación desde donde luego fluye al uno o más segundos pasos de lubricación. En efecto, por lo tanto, el canal actúa como un colector entre el primer y segundo pasos de lubricación. En general, no obstante, se debería observar que puede haber uno o más primeros pasos de lubricación definidos por el alojamiento de eje y uno o más segundos pasos de lubricación definidos por el anillo de cojinete exterior. Las referencias a un paso de lubricación en singular, por lo tanto, se deberían interpretar por consiguiente que abarcan al menos uno de tales pasos.

15 Los pasos de lubricación pueden estar en ángulo con el fin de dirigir el fluido de lubricación a las ubicaciones requeridas. Por ejemplo, los segundos pasos de lubricación se pueden configurar de modo que se extiendan a través del anillo exterior en un ángulo inclinado con relación a un plano que es normal al eje de rotación del eje.

20 Cuando el primer y segundo pasos de lubricación están sustancialmente alineados, opcionalmente se puede proporcionar un elemento de bloqueo alargado que se extiende a través del primer paso de lubricación y el segundo paso de lubricación. Por lo tanto, el elemento de bloqueo evita o 'bloquea' el deslizamiento giratorio del anillo de cojinete exterior con relación al alojamiento de eje.

25 El elemento de bloqueo puede adoptar diferentes formas. En una realización, el elemento de bloqueo puede tener una sección transversal abierta como una forma cruciforme de modo que la caja de fluido fluya entre ella y los pasos de lubricación. Alternativamente, el elemento de bloqueo puede estar formado como un tubo de modo que lleve el fluido de lubricación en sí mismo.

30 El elemento de bloqueo puede incluir un extremo exterior que está configurado para quedar al ras, o por debajo de al ras, con la pista de rodadura del anillo de cojinete exterior. Esto significa que la lubricación se puede entregar a las superficies de los rodillos (o a las superficies de las bolas). No obstante, los pasos de lubricación se pueden configurar de modo que emerjan en un punto sobre la pista de rodadura más allá de los rodillos o las bolas. En tal caso, el elemento de bloqueo puede estar configurado para sobresalir del segundo paso de lubricación y, de esta forma, se puede formar opcionalmente en una boquilla para dirigir el fluido de lubricación a un punto seleccionado en los rodillos/bolas.

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

35 Ahora se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

la Figura 1 es una vista frontal de un aerogenerador, que comprende una disposición de rotor principal según la invención;

40 la Figura 2 es una vista esquemática de un tren de transmisión del aerogenerador de la Figura 1, que incluye una disposición de rotor principal;

la Figura 3 es una vista en perspectiva de una disposición de eje principal que tiene un conjunto de cojinetes principales de una sola fila;

la Figura 4 es una vista en corte de la disposición de eje principal de la Figura 3;

45 la Figura 5 es una vista ampliada de una disposición de eje principal que incluye un cojinete de acuerdo con una realización de la invención;

la Figura 6 es una vista ampliada de una disposición de eje principal que incluye un cojinete de acuerdo con otra realización de la invención;

la Figura 7 es una vista ampliada de una disposición de eje principal, como las de la Figura 5 y 6, pero que incluye un cojinete de acuerdo con otra realización de la invención; y

50 la Figura 8 es una vista ampliada de una disposición de eje principal, como las de las Figuras 5 a 7, pero que incluye un cojinete de acuerdo con una realización adicional de la invención.

Descripción detallada

La presente invención se refiere a una disposición mejorada para un cojinete principal y un eje de rotor principal de un aerogenerador. La disposición incluye pasos de lubricación definidos por el cojinete y un alojamiento exterior de la disposición de eje que están configurados para entregar un medio de lubricación en forma líquida, por ejemplo y preferiblemente aceite, o incluso en forma sólida, tal como grafito, directamente a las superficies de contacto del cojinete. Tal disposición es capaz de entregar un medio de lubricación de una forma eficiente en comparación con las disposiciones conocidas. Un beneficio adicional es que los pasos de lubricación pueden estar configurados para contener un elemento de bloqueo que evita que el anillo exterior de cojinete, o cono, se mueva o 'se deslice' con respecto al alojamiento exterior. De manera útil, este planteamiento integra dos funciones en una disposición de paquete que ahorra espacio. Dentro del alcance de la presente invención también está una disposición de cojinete principal que comprende varios cojinetes principales de una sola fila.

Aunque el foco en las figuras y en la descripción aquí está en la configuración/tipo específico de cojinetes, también está dentro del alcance de la invención un cojinete de una sola fila o cualquier disposición de cojinetes de una sola fila (como un juego de cojinetes de rodillos cónicos de una sola fila, o una disposición de localización/flotante típica existente de cojinetes de rodillos cilíndricos, cojinetes de rodillos esféricos, cojinetes de bolas o combinaciones de los tipos de cojinetes mencionados anteriormente), incluyendo un anillo interior, un anillo exterior y una pluralidad de rodillos o bolas (juego de rodillos o bolas) y una jaula/retenedor, en donde el cojinete o el juego de cojinetes está situado entre el eje y el alojamiento para permitir por ello que el eje gire dentro del alojamiento. Se cree además que la presente invención se puede usar también con cojinetes deslizantes.

En el caso de un juego de cojinetes, como se ve, por ejemplo, en la figura 4, cada uno de estos puede incluir o no las características que se describen en la presente memoria para un solo cojinete.

El medio de lubricación preferido según las realizaciones de la presente invención es aceite.

En términos generales, la lubricación con aceite se considera como ventajosa frente a la lubricación con grasa en el tren motriz de los aerogeneradores, en la medida que el aceite se puede llevar/pulverizar directamente a las áreas de contacto. Además, se puede dar un patrón de pulverización, una cantidad y una temperatura deseados. Esto también significa que normalmente hay menores pérdidas por arrastre, en la medida que los rellenos de grasa típicamente alcanzan hasta el 50% del espacio libre o incluso más. Además, el aceite se puede reacondicionar en el circuito de lubricación de aceite; reacondicionar que significa limpiar mediante sistemas de filtrado y precalentamiento o enfriamiento - si se requiere. Finalmente, el aceite se puede monitorizar más fácilmente con respecto a las cantidades de partículas y la contaminación y las degradaciones. De este modo, la lubricación con aceite se debería considerar como preferible frente a la grasa con respecto a la capacidad de servicio: no es necesario rellenar y no necesita ser desechado el aceite usado, como es el caso de la mayoría de las aplicaciones lubricadas con grasa.

Básicamente, el método de lubricación integrada según la presente invención se puede aplicar para diferentes medios de lubricación: lubricación por pulverización y por inyección de neblina de aceite o lubricación con grasa continua o discontinua. No obstante, para el diseño de la presente invención, el medio de lubricación preferido se considerará como aceite, que se inyecta directamente entre medias de la pista de rodadura del anillo exterior y la superficie del rodillo. Por este medio, el medio de lubricación se puede controlar mucho mejor con respecto a la cantidad, la temperatura y los intervalos de inyección. En consecuencia, el cojinete en cuestión se puede lubricar incluso de manera más eficiente con aceite que con grasa, en la medida que se reducen las pérdidas por arrastre y, en consecuencia, el nivel de temperatura se puede mantener en niveles de palanca.

Con referencia a la Figura 1, un aerogenerador 2 incluye una góndola 4 que se soporta sobre una torre 6 generalmente vertical, que está montada en sí misma en una cimentación 8. La cimentación 8 puede estar en tierra, o total o parcialmente bajo el agua. La góndola 4 aloja una serie de componentes funcionales, algunos de los cuales se muestran esquemáticamente en la Figura 2, a modo de ejemplo. Tal configuración sería bien conocida por un experto en la técnica.

Aquí, la góndola 4 se muestra como que aloja, al menos en parte, la disposición de rotor principal 10, una caja de engranajes 12 y un generador 14. Por brevedad, algunos componentes típicos se han omitido de la Figura 2, en la medida que no son fundamentales para esta discusión, por ejemplo, un convertidor de potencia y un mecanismo de guiñada. No obstante, la presencia de tales componentes está implícita y tales componentes se entenderían bien por el lector experto.

La disposición de rotor principal 10 incluye un buje 16 acoplado a un eje de rotor principal 18, que está soportado giratoriamente en un alojamiento de eje principal 20 por una disposición de cojinete principal 22. Obsérvese que algunas veces se hace referencia en la técnica al alojamiento de eje principal 20 como alojamiento de cojinete principal, y se hará referencia al mismo como tal de ahora en adelante. En esta realización, la disposición de cojinete 22 comprende un cojinete delantero 24 y un cojinete trasero 26. El buje 16 está conectado a una pluralidad de palas de rotor 27, aunque son típicas tres palas en un HAWT. Las palas 27 se accionan por el viento y, por lo tanto, se aplica un par por el buje 16 al eje de rotor principal 18, que lo hace girar dentro de un alojamiento de cojinete principal 20.

- Una parte de entrada o 'delantera' del eje de rotor principal 18 comprende un reborde de conexión de buje 18a, por medio del cual el eje de rotor principal 18 se conecta a, y se acciona por, el buje 16. Aquí, el reborde 18a se muestra como que está conectado a un reborde 29 adicional que está asociado con el buje 16, de manera que los dos rebordes formen un acoplamiento entre el buje 16 y el eje de rotor principal 18. Por lo tanto, se puede considerar que el reborde 18a está en el extremo de conexión del buje del eje de rotor principal 18.
- Una parte de salida 18b del eje 18 proporciona accionamiento de entrada a la caja de engranajes 12. La caja de engranajes 12 aumenta la velocidad de rotación del eje de rotor principal 18 a través de engranajes internos (no mostrados) y acciona un eje de salida de caja de engranajes de alta velocidad 28. El eje de salida de alta velocidad 28, a su vez, acciona el generador 14, que convierte la rotación del eje de salida de alta velocidad 28 en electricidad. La energía eléctrica generada por el generador 14 se puede convertir entonces por otros componentes (no mostrados aquí) según se requiera antes de ser suministrada a la red, por ejemplo, o de hecho a cualquier consumidor eléctrico. También se conocen los llamados aerogeneradores de "accionamiento directo" que no usan cajas de engranajes. Por lo tanto, la caja de engranajes 12 se puede considerar opcional.
- En este punto, se debería observar que aunque en esta realización se muestran dos cojinetes de soporte 24, 26 que proporcionan soporte al eje de rotor principal 18 en las posiciones delantera y trasera, también se conocen disposiciones en las que se omite el cojinete trasero y, en su lugar, el soporte trasero para el eje de rotor principal 18 se puede proporcionar por el generador 14.
- El alojamiento de cojinete principal 20 se soporta en un bastidor base 30, que también se puede conocer como bancada. Aunque no se muestra aquí, el bastidor base 30 se puede acoplar a un mecanismo de guiñada en la parte superior de la torre 6 de aerogenerador para permitir que el bastidor base 30 y, de este modo, toda la góndola 4 vire con respecto a la torre 6 para permitir que la dirección del buje 16 se ajuste con respecto a la dirección del viento.
- El bastidor base 30 es típicamente un componente fundido, por ejemplo de hierro/acero, y tiene la función de transferir las cargas de eje principal desde el eje 18, a través de los cojinetes 24, 26, el alojamiento de cojinete principal 20 y el bastidor base 30, y en la torre 6 de aerogenerador.
- Las Figuras 3 y 4 ilustran una realización más práctica de un alojamiento de cojinete principal 20 y un eje de rotor principal 18 para una mejor comprensión de la configuración de los componentes relevantes.
- Se debería notar que, si bien el diseño general del alojamiento de cojinete principal 20 y el eje de rotor principal 18 mostrado en las Figuras 3 y 4 es aplicable a la presente invención, el concepto inventivo principal no se ilustra en estos dibujos (pero se describirá más adelante con particular referencia a las Figuras 5 a 8). No obstante, las Figuras 3 y 4 proporcionan un contexto útil para la presente invención.
- Haciendo referencia a las Figuras 3 y 4, el eje de rotor principal 18 se estrecha a lo largo de su longitud para proporcionar una circunferencia relativamente mayor en el extremo delantero 32 del eje 18 y una circunferencia relativamente menor en el extremo trasero 34 del eje 18. Se debería observar que no es esencial que el eje de rotor principal 18 sea cónico. No obstante, esta configuración puede proporcionar ciertas ventajas, en la medida que permite que el eje 18 soporte un cojinete delantero 24 más grande, capaz de gestionar de manera más eficaz las cargas sustanciales que se le aplican en uso.
- Los cojinetes delantero y trasero 24, 26 están situados entre el eje de rotor principal 18 y el alojamiento de cojinete principal 20, en las posiciones delantera y trasera respectivamente a lo largo del eje 18. Por lo tanto, los cojinetes delantero y trasero 24, 26 están sujetos o intercalados entre el eje 18 y el alojamiento de cojinete principal 20, y permiten que el eje 18 gire libremente con respecto al alojamiento 20 durante la operación del aerogenerador, alrededor de un eje de rotor R que se extiende a través del centro del eje de rotor principal 18.
- Los cojinetes delantero y trasero 24, 26 incluyen cada uno un anillo interior 36, un anillo exterior 38 y una pluralidad de elementos rodantes 40 generalmente cilíndricos, a los que se hace referencia de manera más simple como rodillos, soportados entre los mismos. Obsérvese que algunas veces se puede hacer referencia en la técnica al anillo interior como cono, mientras que algunas veces se puede hacer referencia al anillo exterior como copa. Un cojinete de aerogenerador típico para uso en aplicaciones a escala de empresa de servicios públicos, que típicamente supera 1 MW en potencia de salida, debe resistir cargas elevadas y operar de manera fiable durante una vida útil prolongada. En esta realización, los cojinetes delantero y trasero 24, 26 son cojinetes de rodillos cónicos que tienen pistas interior y exterior 42, 44 cónicas y elementos rodantes 40 cónicos diseñados para acomodar cargas axiales y radiales combinadas. En otras realizaciones, se pueden usar diferentes tipos de cojinetes, por ejemplo, cojinetes de rodillos cilíndricos o cojinetes de rodillos esféricos (no mostrados). Los cojinetes de rodillos cilíndricos utilizan filas de elementos rodantes cilíndricos que están en contacto lineal con las pistas de los anillos interior y exterior. Los cojinetes de rodillos esféricos incluyen dos filas de elementos rodantes en forma de barril, que se pueden soportar entre una pista exterior curva y dos pistas de anillo interiores inclinadas.
- El alojamiento de cojinete principal 20 comprende una parte frontal ensanchada 46 que define un asiento de cojinete delantero 48 y una parte trasera ensanchada 50 que define un asiento de cojinete trasero 52. Para asegurar los cojinetes 24, 26 en su posición, el eje de rotor principal 18 incluye un retenedor de cojinete delantero 54 o 'nervadura' para retener el cojinete delantero 24 en el asiento de cojinete frontal 48 y un surco retenedor de cojinete

trasero 56 para sostener un elemento de respaldo tal como un clip de cojinete trasero 58, arandela de retención, tuerca de seguridad o estructura similar que retiene el cojinete trasero 26 en el asiento de cojinete trasero 52.

Centrándonos ahora en el retenedor de cojinete delantero 54, y con particular referencia a la Figura 4, el retenedor de cojinete delantero 54 comprende una nervadura 60 en forma de protuberancia que se extiende radialmente hacia fuera desde una superficie exterior 62 del eje de rotor principal 18, y se extiende alrededor de toda la circunferencia del eje de rotor principal 18. Esta nervadura de retención 60 incluye una superficie de tope (no mostrada) que se enfrenta lejos del extremo delantero (buje) 32 del eje 18, contra la que hace contacto en uso una superficie de tope correspondiente (no mostrada) del anillo interior 36 del cojinete delantero 24.

De esta forma, el cojinete delantero 24 se sitúa en la posición correcta a lo largo de la longitud del eje 18 y se evita que se desplace hacia el extremo de buje 32 del eje 18 durante su operación. Como se puede ver en la Figura 4, el cojinete delantero 24 está sujeto entre el alojamiento de cojinete principal 20 y el eje principal 18 para soportar el eje y permitir que gire libremente con respecto al alojamiento 20. Una lubricación adecuada del cojinete delantero 24 durante su uso es crucial para asegurar que el desgaste del cojinete permanezca en niveles aceptables. Típicamente, la lubricación del cojinete se lograría mediante un sistema de entrega (no mostrado en detalle en la Figura 4, pero representado por flechas etiquetadas 'A') que entregaría un medio de lubricación a las caras delanteras expuestas de los rodillos. Tal sistema de entrega puede comprender un juego de boquillas separadas alrededor de la circunferencia del cojinete y en ángulo para entregar un chorro presurizado de fluido de lubricación hacia los rodillos a intervalos predeterminados. Esto asegura que el fluido de lubricación alcance las superficies de rodadura de los rodillos, manteniendo por ello una lubricación de película fina. No obstante, un inconveniente de tal sistema es que requiere un espacio de instalación significativo en el extremo delantero del eje 18 y el alojamiento 20. También, el mecanismo de entrega puede dar lugar a que el fluido de lubricación salpique hacia atrás fuera del cojinete y sobre las partes delanteras del eje, reduciendo la efectividad de la lubricación.

La Figura 5 muestra una vista ampliada de una disposición de rotor principal 10 de acuerdo con una realización de la presente invención. Específicamente, la Figura 5 muestra una parte de la disposición de rotor principal 10 en la región del cojinete delantero 24. Obsérvese que el cojinete delantero 24 en la Figura 5 tiene una configuración diferente a la mostrada en la Figura 4, y así se podría usar en su lugar en la disposición de rotor principal 10. Las partes similares se denotan con números de referencia similares por claridad.

Como se puede ver en la Figura 5, el anillo interior 36 y el anillo exterior 38 están formados para definir pistas de rodadura o pistas interior y exterior 42, 44, respectivamente, a lo largo de las cuales se desplaza el rodillo, y que están inclinadas hacia el eje del eje R. Esta es una configuración típica, pero no es esencial, en la medida que se podrían usar otras disposiciones de cojinetes. En particular, la pista de rodadura interior 42 está definida por los rebordes de guía frontal y trasera 77, 78 proporcionados por las nervaduras frontal y trasera 81, 83 respectivas, y estas características que mantienen los rodillos 40 en su posición sobre la pista de rodadura. Además, se proporciona una jaula o retenedor de cojinete 79 que sitúa los rodillos en las cavidades respectivas, como se conocería en la técnica. La jaula 79 puede comprender una estructura metálica u otro material adecuado, tal como un polímero de ingeniería, que se extiende circunferencialmente alrededor de los rodillos 40 e incluye separadores axiales (no mostrados) que se extienden entre los rodillos 40 vecinos, asegurando por ello que los rodillos están separados unos de otros y no chocan durante su operación.

De manera importante, la disposición de eje principal 10 en la Figura 5 incluye una disposición de entrega de lubricante 80 que está configurada para transportar un medio de lubricación a través de los pasos definidos en el alojamiento exterior 20 y el anillo exterior de cojinete 38 de modo que el fluido de lubricación se entregue muy cerca de los rodillos 40. Más específicamente, la disposición de entrega de fluido 80 incluye un primer paso de lubricación 82 definido en el alojamiento de eje principal 20 y un segundo paso de lubricación 84 definido en el anillo exterior 38. Los pasos de lubricación 82, 84 están en forma de agujeros o perforaciones a través del material metálico del anillo exterior 38 y alojamiento de eje 20.

En esta realización, el primer y segundo pasos de lubricación 82, 84 están alineados de modo que el fluido de lubricación pueda fluir desde el primer paso 82 al segundo paso 84. Aunque solamente se puede proporcionar uno de cada paso, se prevé que una pluralidad de primeros y segundos pasos de lubricación se podrían proporcionar en una disposición separada circunferencialmente alrededor del anillo exterior 38 y el alojamiento 20, respectivamente, con el fin de proporcionar un mayor grado de lubricación de una manera más distribuida. Para permitir realizaciones en las que los pasos no están alineados con precisión, el anillo exterior 38 también puede definir un canal colector 86. El canal colector 86 sirve para recoger el fluido de lubricación que fluye desde el primer paso de lubricación 82 y para guiar ese fluido en una dirección circunferencial alrededor del anillo exterior 38. De esta forma, el canal colector 86 distribuye fluido de lubricación desde uno o más de los primeros pasos de lubricación 82 definidos en el alojamiento de eje exterior 20 al uno o más segundos pasos de lubricación 84 definidos en el anillo exterior 38 del cojinete delantero 24. Obsérvese que en esta realización el canal colector 86 está en forma de un surco en forma de U poco profundo que se extiende alrededor de una superficie exterior radial 38a del anillo exterior 38. El segundo paso de lubricación 84 penetra el canal colector 86 de modo que el fluido pueda fluir hacia el paso 84 desde el canal 86. Un extremo inferior 89 del segundo paso de lubricación 84 se abre en una boca en la pista de rodadura inclinada del anillo exterior 38 en una posición que está muy cerca del rodillo. Por lo tanto, el segundo paso de lubricación 84 está configurado para entregar fluido de lubricación justo donde se necesita.

Debe señalarse que el segundo paso de lubricación 84 se puede configurar para inclinarse en una cierta dirección dependiendo de las ubicaciones relativas del canal colector 86 y el rodillo 40. En la realización de la Figura 5, el segundo paso de lubricación 84 tiene una ligera pendiente de izquierda a derecha, de modo que apunta en la dirección del rodillo 40. Por lo tanto, el fluido que se descarga desde el segundo paso de lubricación 84 entrará en contacto con el rodillo 40, y más en particular su cara frontal 35, antes de ser distribuido a las superficies de rodadura del rodillo 40 donde se requiere lubricación. En esta realización, el ángulo de inclinación es pequeño, con relación al plano vertical P, que se puede considerar que es normal al eje de rotación del eje 18, y está en la región de 10 grados. No obstante, se puede seleccionar el ángulo y la dirección precisos de la pendiente para lograr ciertos objetivos.

El fluido de lubricación, preferiblemente aceite de lubricación, se puede entregar a los pasos de lubricación por cualquier medio adecuado. En esta realización, una boquilla de lubricación 90 está situada por encima del extremo superior del primer paso de lubricación 82 para entregarle fluido. Aunque no se muestra aquí, se debería apreciar que la boquilla de lubricación 90 se conectaría a un circuito de fluido que suministraría fluido de lubricación desde una fuente central o cárter mediante un sistema de bombeo adecuado, como se conocería en la técnica anterior.

Para asegurar que el fluido de lubricación se retenga en la proximidad de los rodillos, se puede proporcionar un elemento de sellado 88. En esta realización, el elemento de sellado 88 es generalmente en forma de C e incluye una pared principal vertical 88a rematada por los rebordes superior e inferior 88b, 88c. El elemento de sellado 88 se puede fijar adecuadamente o bien al alojamiento de cojinete principal 20 o bien al anillo interior de cojinete 36, de modo que se permita la rotación entre el elemento de sellado 88 y uno del alojamiento o el anillo interior de cojinete 36. Por lo tanto, el elemento de sellado 88 forma un ajuste ceñido entre estos componentes, lo que asegura que sea menos probable que el fluido se fugue más allá.

Se debería apreciar a partir de la discusión anterior que la disposición de entrega de lubricante 80 proporciona un sistema compacto para lubricar el cojinete que no requiere que las boquillas de entrega que consumen espacio estén soportadas en el extremo frontal del cojinete 24. Dado que los pasos de lubricación están definidos internamente al alojamiento de eje principal 20 y al anillo exterior 38, el único componente externo que se requiere es la boquilla de lubricación 90 para entregar fluido a los pasos 82, 84. Además de la disposición que ahorra espacio, un beneficio principal es que el fluido de lubricación se puede entregar en estrecha proximidad a los rodillos 40 y, es más, se puede colocar un elemento de sellado delante de los rodillos, dado que no hay boquillas de entrega en esa posición.

La Figura 6 muestra una realización alternativa a la mostrada en la Figura 5, pero muestra cómo los pasos de lubricación de fluido 82, 84 se pueden configurar para adaptarse a anillos de cojinetes exteriores 38 de diferentes tamaños. Dado que las Figuras 5 y 6 son muy similares, se usarán los mismos números de referencia y aquí solamente se describirán las diferencias.

En la realización de la Figura 5, el segundo paso de lubricación 84 se inclinó ligeramente de modo que se inclinó de izquierda a derecha. Esto fue necesario debido a la posición del primer paso de lubricación 82 y al hecho de que el anillo exterior 38 era relativamente largo en la dirección axial.

No obstante, comparando el anillo exterior 38 en la Figura 6 con el anillo exterior 38 en la Figura 5, se observará que es más corto en la dirección axial. Por lo tanto, con el fin de entregar fluido de lubricación a la cara frontal de los rodillos 40, en esta realización el segundo paso de lubricación 84 está inclinado de modo que se inclina de derecha a izquierda de la página. En otras palabras, el paso se extiende hacia abajo y hacia delante y, como se ilustra, define un ángulo de aproximadamente 45 grados con respecto a la vertical. Una vez más, la boca inferior del paso 84 se sitúa cerca del frente de los rodillos 40 de modo que el fluido de lubricación se entregue a este punto. Obsérvese que también sería posible configurar el segundo paso de lubricación 84 de modo que se extienda a través del anillo exterior 38 en una dirección diferente; por ejemplo podría extenderse en una dirección vertical, es decir, perpendicular al eje de rotación del eje 18. Configurar el paso de lubricación 84 de modo que la boca se abra al final del rodillo es beneficioso dado que permite que la lubricación se entregue directamente al extremo del rodillo que es un punto de desgaste sensible, donde los rodillos se encuentran con la nervadura de guía 77.

Como otro ejemplo, el segundo paso de lubricación 38 se podría configurar para extenderse a través del anillo exterior 38 de modo que la boca emerja en un punto sobre el cual se desplazan los rodillos 40. Esto tiene la ventaja de proporcionar fluido de lubricación directamente a la superficie de rodadura de los rodillos 40.

La discusión volverá ahora a una realización adicional que se muestra en la Figura 7. La disposición de cojinete conserva los beneficios del paquete que ahorra espacio de las realizaciones anteriores, pero también proporciona la facilidad de evitar que el cojinete 24 “se deslice” o “se arrastre” circunferencialmente durante su uso. En un sentido, por lo tanto, dos funciones están integradas en el mismo paquete. En general, la vista ampliada de la Figura 7 de la disposición de eje principal 10 es igual que las realizaciones descritas anteriormente. Así, por brevedad, solamente se describirán aquí las principales distinciones y ventajas.

Como en las realizaciones anteriores, la disposición de eje incluye un primer paso de lubricación 82 definido en el alojamiento de eje principal 20 y un segundo paso de lubricación 84 definido en el anillo exterior 38 del cojinete

delantero 24. No obstante, en esta realización, un elemento de bloqueo 100 se extiende hacia abajo a través de los dos pasos de lubricación 82, 84.

5 Dado que el elemento de bloqueo 100 abarca el primer paso de lubricación 82 y el segundo paso de lubricación 84, tiene el efecto de restringir el movimiento del anillo exterior 38 con respecto al alojamiento de eje principal 20. La función principal es la prevención del deslizamiento circunferencial que algunas veces puede afectar al anillo exterior 38. No obstante, el elemento de bloqueo 100 también restringirá el movimiento del anillo exterior 38 a lo largo de la dirección axial.

10 El elemento de bloqueo 100 puede adoptar diversas formas. En un ejemplo, el elemento de bloqueo 100 puede estar en forma de una barra maciza que tiene una sección transversal semicilíndrica. Así, el elemento de bloqueo 100 ocuparía solamente una parte del volumen de los pasos de lubricación 82, 84, de modo que el fluido de lubricación todavía sería capaz de fluir a través de ellos. Otro ejemplo sería una barra maciza que tuviera una sección transversal cruciforme.

15 En la realización de la Figura 7, no obstante, el elemento de bloqueo 100 adopta la forma de un tubo hueco 102. El diámetro exterior del tubo 102 es sustancialmente constante a lo largo de su longitud, en esta realización, y se selecciona de modo que el tubo 102 encaje firmemente dentro de los dos pasos de lubricación 82, 84. Se apreciará que los dos pasos de lubricación deberían estar sustancialmente alineados con el fin de que el tubo 102 se instale en ellos.

20 En virtud de esta disposición, el fluido de lubricación se puede entregar por lo tanto a los rodillos 40 a través del tubo 102 en lugar de a través de los pasos de lubricación en sí mismos. Como tal, la boquilla de lubricación 90 se instala en el alojamiento 20 de modo que inyecte fluido de lubricación en un extremo superior del tubo 102. Se debería observar que el tubo 102 también puede ser un componente integral de la boquilla de lubricación 90.

25 En la realización ilustrada, un extremo exterior o abertura inferior 104 del tubo 102 apunta directamente hacia abajo, lo que tendría como resultado la descarga de fluido en el área correcta cerca de la cara frontal de los rodillos 40. No obstante, el tubo 102 también se puede formar de modo que la boca apunte hacia los rodillos 40. También se puede proporcionar una abertura estrecha en forma de boquilla, por ejemplo, si se requiere un chorro de fluido más dirigido o si se desea atomizar el fluido de lubricación.

30 Debido a la forma del tubo 102 en la Figura 7, su extremo inferior sobresale ligeramente del segundo paso de lubricación 84. En algunas circunstancias, pudiera ser preferible no tener ninguna protuberancia cerca del rodillo 40 y, así, se prevé que el extremo inferior del tubo se pueda formar de modo que quede al ras, o ligeramente por debajo de al ras con la superficie radialmente hacia dentro del anillo exterior 38. Obsérvese que tal disposición se muestra en el panel añadido en la Figura 7.

35 Obsérvese que aunque en esta realización el diámetro exterior del tubo 102 es sustancialmente constante, se prevé que este no necesita ser el caso y el diámetro del tubo podría variar, por ejemplo, si el diámetro del paso de lubricación inferior 84 fuera diferente, por ejemplo, más estrecho que el diámetro del paso de lubricación superior 82. En esta situación, por lo tanto, se requeriría que el tubo 102 tenga un diámetro escalonado.

40 Volviendo ahora a la Figura 8, se muestra una realización final que es muy similar a las realizaciones anteriores. Por lo tanto, se usarán los mismos números de referencia para las características comunes y solamente se describirán las diferencias significativas. Comparando la disposición de cojinete de reenvío 24 en la Figura 8 con las realizaciones anteriores, será evidente que la longitud axial del anillo exterior 38 es mucho más corta, de manera que el punto más adelantado axialmente del anillo exterior 38 solamente alcance la cara frontal del rodillo 40. En este caso, por lo tanto, el primer paso de lubricación 82 y el segundo paso de lubricación 84 están configurados de modo que el extremo inferior 89 del segundo paso de lubricación 84 se abra a una región de la pista exterior 44 del anillo exterior 38 sobre el que se desplazan los rodillos 40 durante su uso.

45 Se apreciará que en tal instalación, es crucial que el tubo de lubricación 102 no sobresalga más allá del extremo inferior 89 del paso 84. Así, para protegerse contra esto, el tubo de lubricación incluye una característica de localización en forma de reborde de posicionamiento 106 hacia su extremo superior. La ubicación del reborde de posicionamiento 106 en el tubo 102 se selecciona de modo que la longitud del tubo que se extiende por debajo del punto del reborde 106 no sea lo suficientemente larga como para sobresalir fuera del segundo canal de lubricación - esta es la configuración mostrada en la Figura 8.

50 Será evidente para el experto en la técnica que se pueden hacer diversas modificaciones a las realizaciones específicas descritas anteriormente sin apartarse del concepto inventivo, como se define por las reivindicaciones.

55 En las realizaciones anteriores, los pasos de lubricación se han descrito como que proporcionan fluido de lubricación o bien al extremo del buje de los rodillos 40, como en las Figuras 5-7, o bien al medio de la pista de rodadura 44, como en la Figura 8. No obstante, se debería observar que es posible que se proporcionen múltiples pasos de lubricación de modo que el fluido de lubricación se pueda entregar a diferentes ubicaciones. Por ejemplo, se puede mecanizar una red de pasos en el anillo exterior 38 para proporcionar fluido en el extremo frontal de los rodillos, pero también en uno o más puntos a lo largo de la pista de rodadura 44.

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de rotor principal (10) para un aerogenerador (2), que comprende:

un eje (18) que es giratorio dentro de un alojamiento de eje (20) alrededor de un eje de rotación (R), un cojinete (24) que incluye un anillo interior (36) y un anillo exterior (38), y una pluralidad de elementos rodantes (40), en donde el cojinete está situado entre el eje y el alojamiento para permitir por ello que el eje (18) gire dentro del alojamiento de eje (20);

en donde el alojamiento de eje (20) incluye un primer paso de lubricación (82) para llevar fluido de lubricación a través del alojamiento de eje (20),

en donde el anillo exterior (38) del cojinete (24) incluye un segundo paso de lubricación (84) para dirigir el fluido de lubricación desde el primer paso de lubricación (82) en la dirección de la pluralidad de elementos rodantes (40), en donde el segundo paso de lubricación (84) define una pista de rodadura (44) que se abre a una posición sobre la cual los rodillos (40) se desplazan a medida que gira el eje (18).
2. La disposición de rotor principal de la reivindicación 1, en donde el fluido de lubricación es aceite lubricante.
3. La disposición de rotor principal de la reivindicación 1 o 2, en donde dichos elementos rodantes son rodillos.
4. La disposición de rotor principal de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho cojinete comprende al menos un cojinete de elementos rodantes de una sola fila.
5. La disposición de rotor principal de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dicho cojinete situado entre el eje y el alojamiento incluye al menos un cojinete delantero (24) y un cojinete trasero (26).
6. La disposición de rotor principal de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el anillo exterior (38) incluye un canal colector circunferencial (86) a lo largo del cual el fluido de lubricación puede fluir desde el primer paso de lubricación (82) al segundo paso de lubricación (84).
7. La disposición de rotor principal de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el segundo paso de lubricación (84) se extiende a través del anillo exterior (38) en un ángulo inclinado con relación a un plano que es normal al eje de rotación (R) del eje (18).
8. La disposición de rotor principal de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el primer paso de lubricación (82) y el segundo paso de lubricación (84) están sustancialmente alineados.
9. La disposición de rotor principal de cualquiera de la reivindicación 8, en donde un elemento de bloqueo alargado (100) se extiende a través del primer paso de lubricación (82) y el segundo paso de lubricación (84).
10. La disposición de rotor principal de cualquiera de la reivindicación 9, en donde el elemento de bloqueo alargado (100) incluye un extremo exterior (104) que se extiende más allá de una pista de rodadura (44) definida por el anillo exterior (38).
11. La disposición de rotor principal de cualquiera de la reivindicación 9, en donde el elemento de bloqueo alargado (100) incluye un extremo exterior (104) que está truncado para que quede al ras con respecto a una pista de rodadura (44) definida por el anillo exterior (38).
12. La disposición de rotor principal de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el elemento de bloqueo alargado (100) incluye una característica de ubicación (106) que limita la medida en que el elemento de bloqueo alargado (100) es capaz de extenderse a través del primer paso de lubricación (82) y el segundo paso de lubricación (84).
13. La disposición de rotor principal de cualquiera de la reivindicación 12, en donde la característica de ubicación (106) es un reborde.
14. La disposición de rotor principal de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde el elemento de bloqueo alargado (100) es un tubo de lubricación para llevar fluido de lubricación a través del primer y segundo pasos de lubricación.
15. Un aerogenerador a escala comercial (2) que comprende una torre (6), una góndola (4) montada en la torre y un buje (16) asociado con la góndola y conectado a una pluralidad de palas de aerogenerador (27), en donde el buje está montado en una disposición de rotor principal (10) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

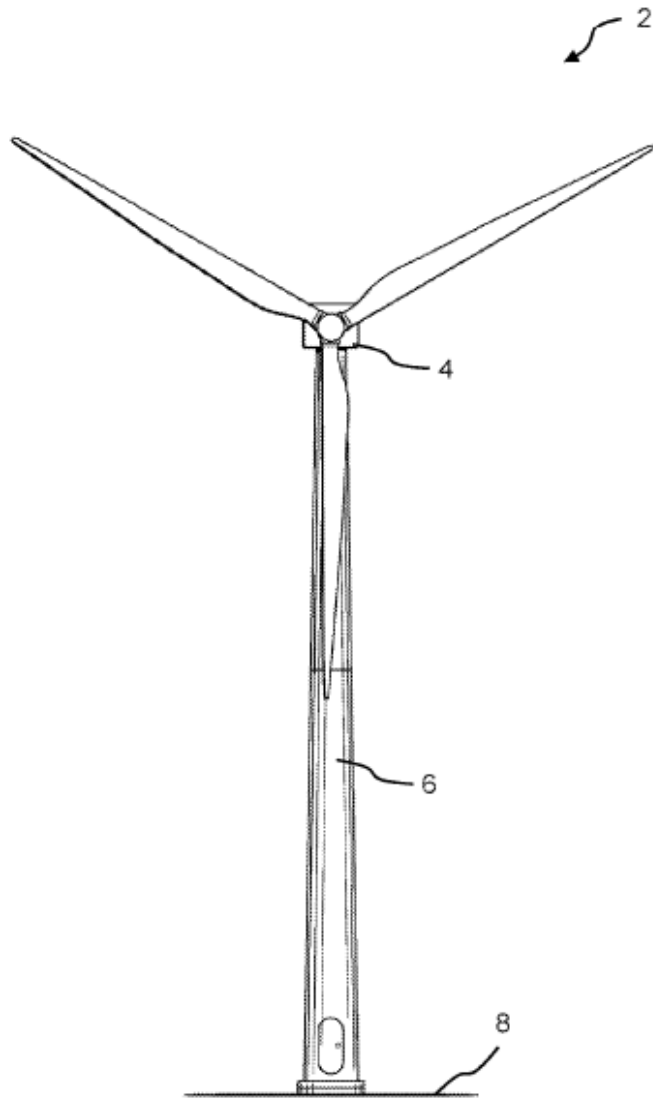


Figura 1

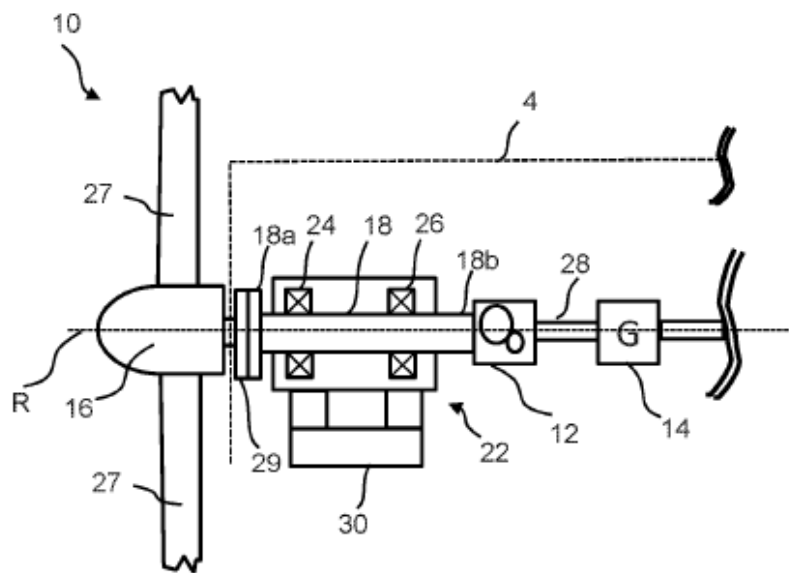


Figura 2

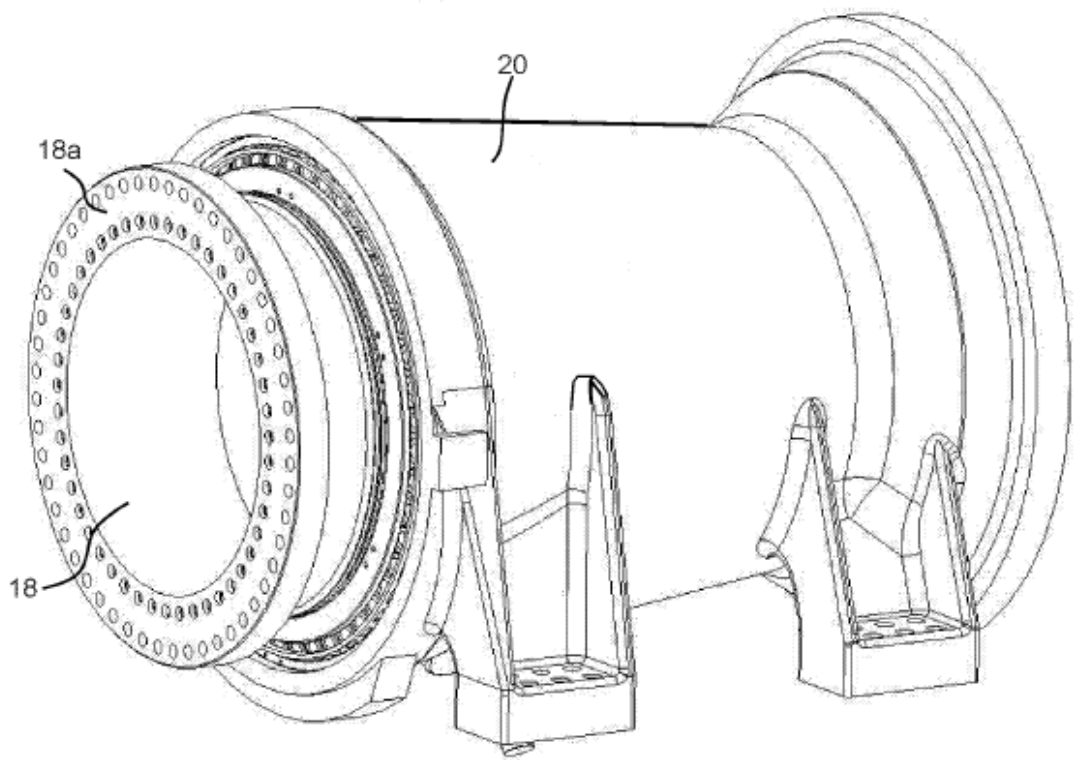
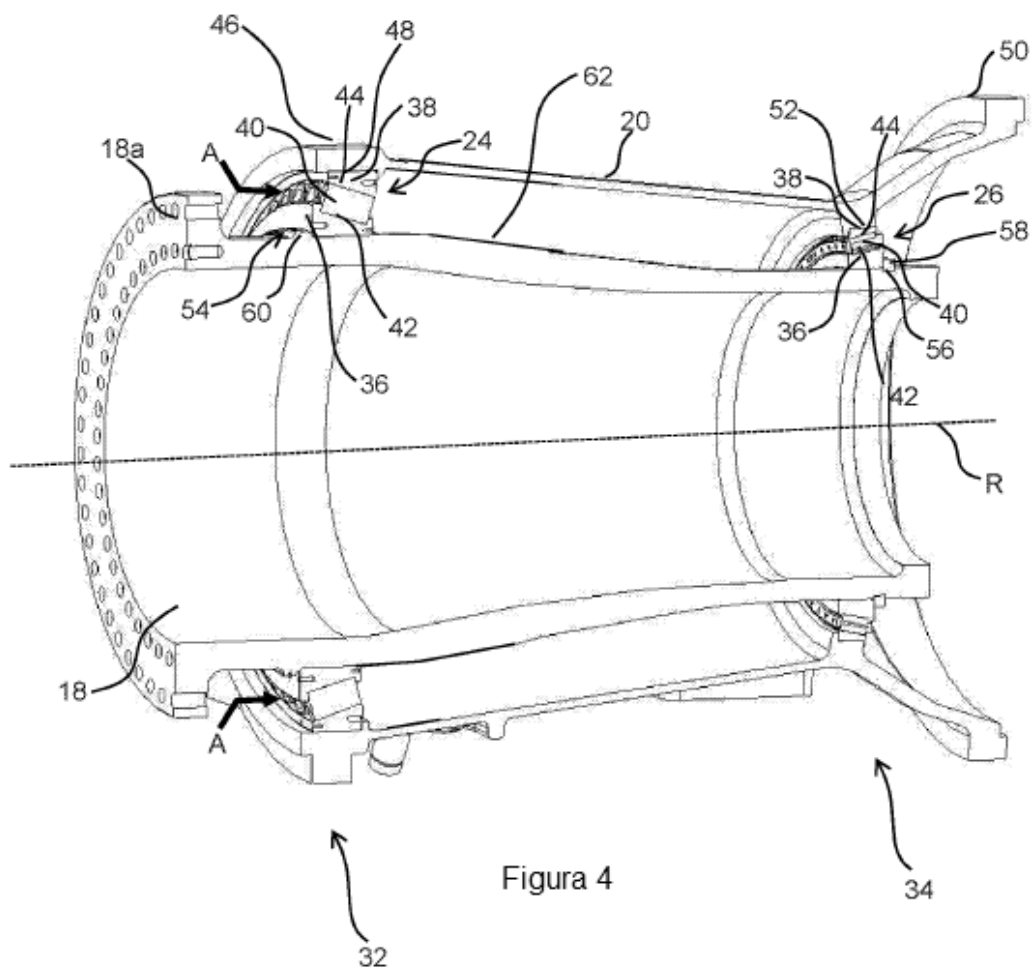


Figura 3



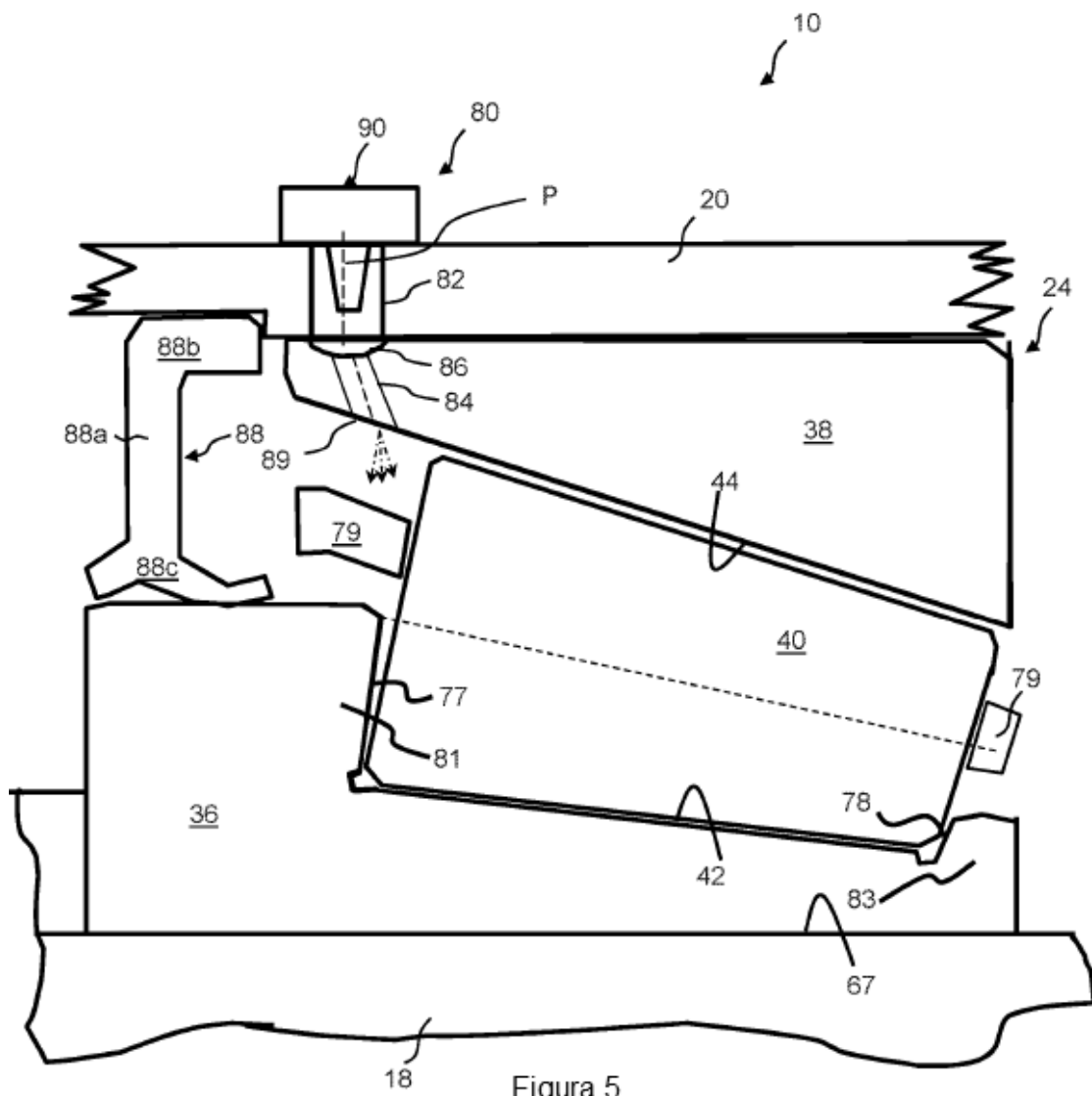


Figura 5

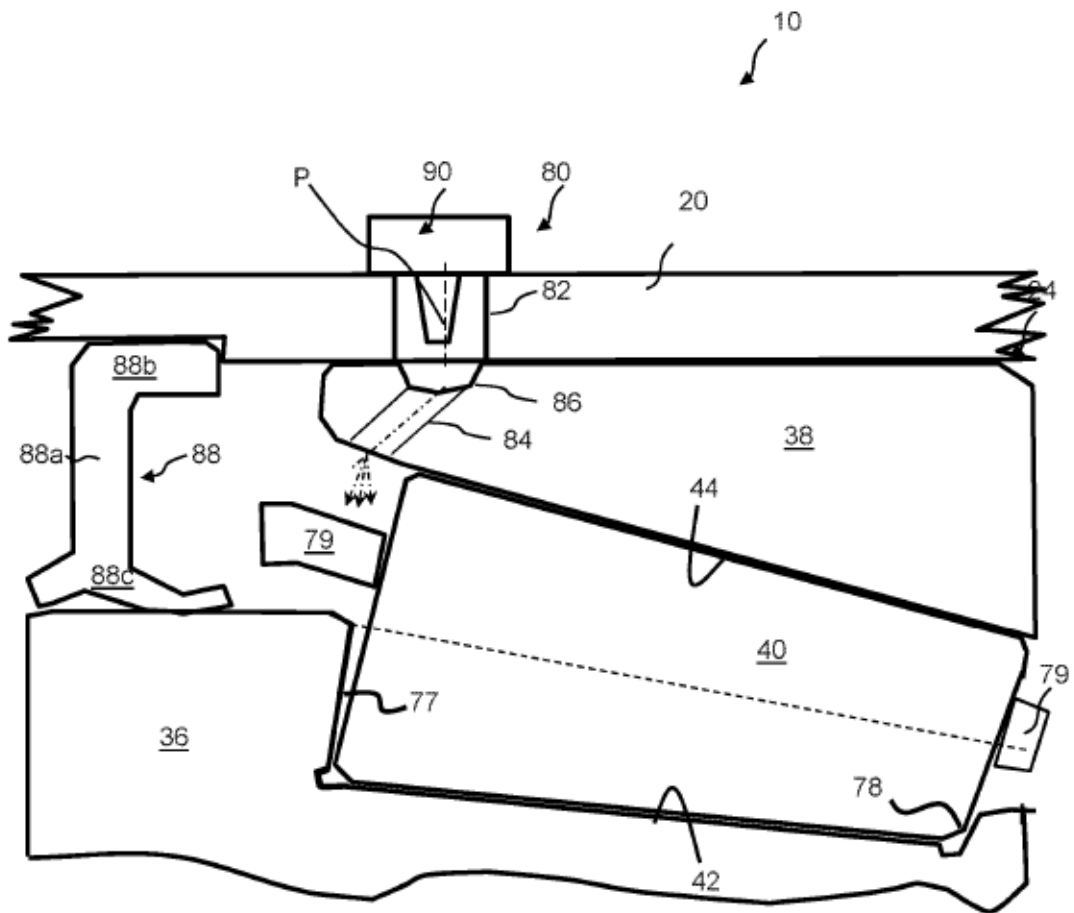


Figura 6

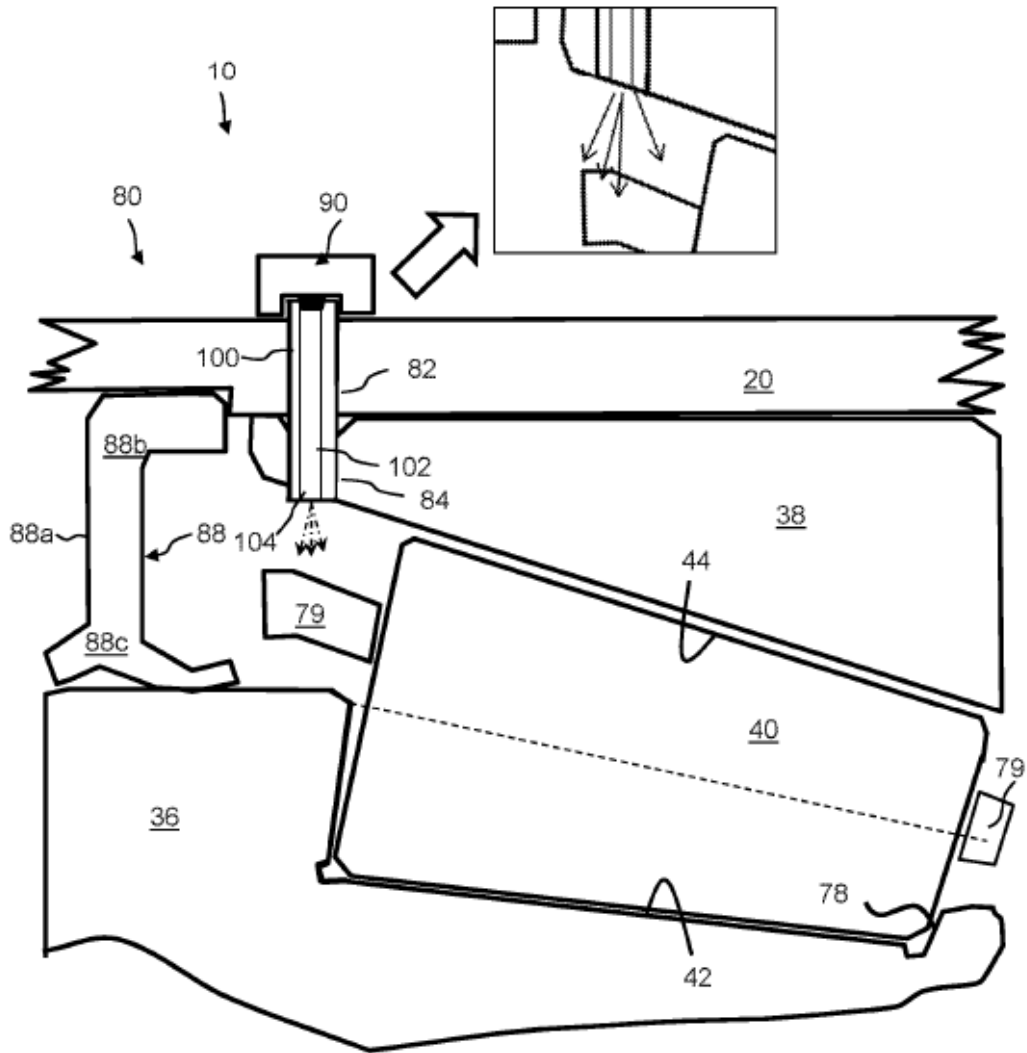


Figura 7

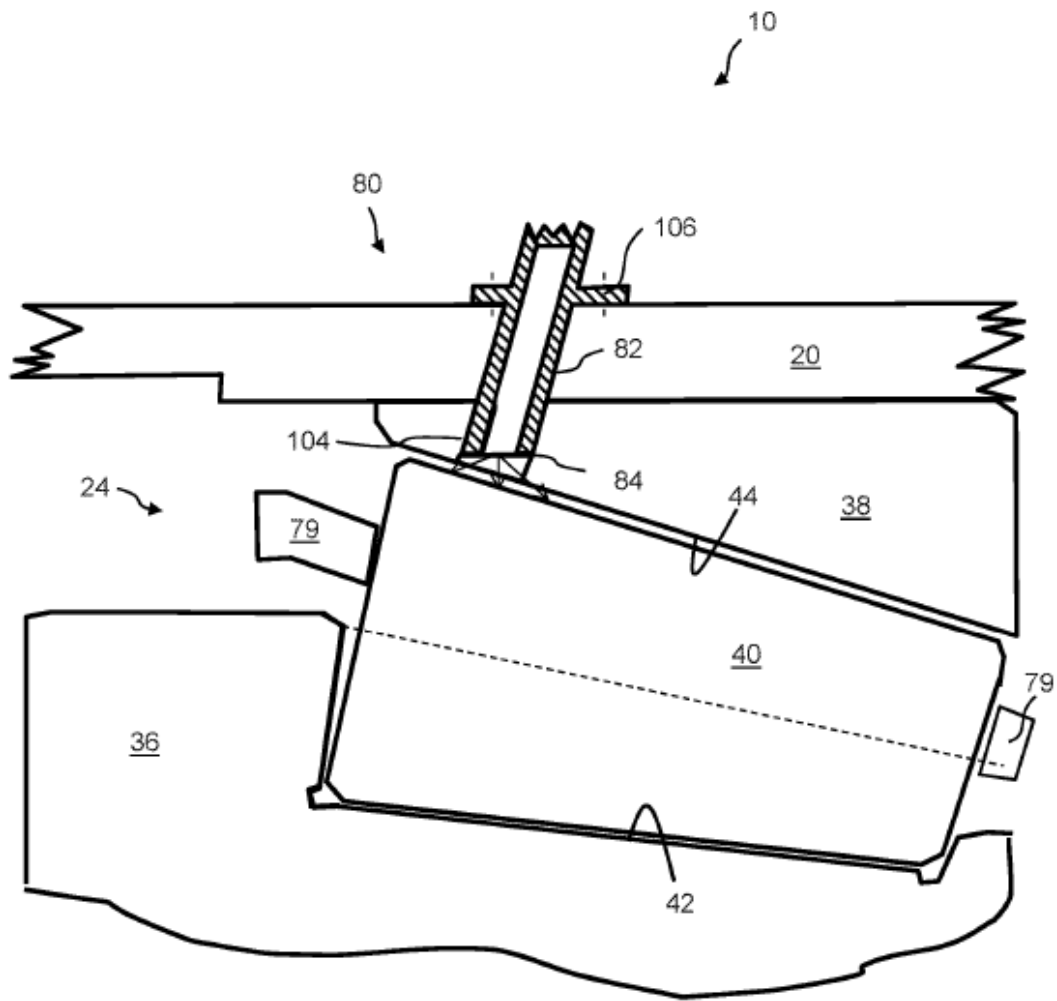


Figura 8