

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 238**

51 Int. Cl.:

<b>F16C 35/06</b>	(2006.01)
<b>F16C 33/58</b>	(2006.01)
<b>F16C 19/50</b>	(2006.01)
<b>F16C 19/49</b>	(2006.01)
<b>F03D 80/70</b>	(2006.01)
<b>F03D 7/02</b>	(2006.01)
<b>F03D 1/06</b>	(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2012 PCT/EP2012/003875**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.08.2013 WO13117203**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2012 E 12773202 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 2812568**

54 Título: **Disposición de rodamiento de rodillos para el almacenamiento de piezas de una planta de energía eólica, así como una planta de energía eólica con un rodamiento de las palas diseñado de este modo**

30 Prioridad:

**07.02.2012 DE 102012002203**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.02.2020**

73 Titular/es:

**IMO HOLDING GMBH (100.0%)**  
**Imostrasse 1**  
**91350 Gremsdorf , DE**

72 Inventor/es:

**SCHRÖPPEL, WERNER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 744 238 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 rodamiento de rodillos para el almacenamiento de piezas de una planta de energía eólica, así como una planta de energía eólica con un rodamiento de las palas diseñado de este modo

5 La invención se centra, por un lado, en una disposición de rodamiento de rodillos, preferiblemente en una gran  
disposición de rodamiento de rodillos con un diámetro de 0,5m o más, para el almacenamiento de piezas de una planta  
de energía eólica, en particular, como un rodamiento de la palas de una planta de energía eólica, con al menos dos  
elementos de conexión anulares concéntricos entre sí, así como al menos parcialmente dispuestos uno dentro del  
otro, giratorios uno contra el otro, para la conexión a partes de la turbina eólica giratorias una contra la otra, en el que  
10 dos elementos de conexión giratorios uno contra el otro separados uno del otro por medio de un espacio y se  
superponen entre sí completamente o parcialmente en dirección radial, en el que, además, en el área de un espacio  
en las áreas superpuestas de los elementos de conexión de forma anular se prevén al menos dos filas de elementos  
de rodadura, que ruedan en cada caso a lo largo de dos carriles de rodadura que se superponen al menos parcialmente  
entre sí en la dirección radial, así como al menos una serie adicional de elementos de rodadura, cuyos carriles de  
15 rodadura en cada caso se superponen en la dirección radial; así como, por otro lado, en una disposición de rodamiento  
de rodadura de este tipo como rodamiento de la palas de una planta de energía eólica con un aerogenerador, que  
gira en un eje algo paralelo a la dirección del viento, en el que a partir del buje del rotor están dispuestas de forma  
giratoria una o preferiblemente múltiples palas de rotor alargadas que se proyectan de forma aproximadamente  
radialmente, así como en cada caso por medio de un rodamiento de la palas alrededor de su eje longitudinal.

20 Las grandes disposiciones de rodamiento de rodillos con un diámetro de 0,5m o más para el montaje de las palas del  
rotor en el buje de la turbina eólica de una planta de energía eólica están expuestos a cargas mecánicas extremas.

Porque ya en el caso de una carga de viento constante, la presión del viento genera, además de una fuerza radial  
también momentos de vuelco muy potentes, debido a que la raíz de la pala del rotor, en contraste con su punta, no  
puede ceder a la presión del viento, y, por lo tanto, actúa como un centro de rotación. Mientras que la pala del rotor  
del componente de par orientado de forma tangencial a la circunferencia del buje puede hacerse a un lado mientras  
25 se acciona el rotor del buje, esto no es posible con respecto al componente de momento paralelo al eje del rotor. El  
rodamiento del rotor debe transmitirle constantemente esta carga no insignificante al buje sin ceder.

A esto se agrega la carga resultante del peso de la pala del rotor. Esto cambia con cada revolución de una pala del  
rotor alrededor del buje: Si la pala del rotor se encuentra vertical, su carga de peso en la dirección del eje de rotación  
del rodamiento de las palas actúa como una fuerza de tracción o compresión axial en gran medida inofensiva. Sin  
30 embargo, en una posición horizontal de la pala del rotor, resulta una combinación de una fuerza radial y un momento  
de vuelco, en cuyo caso esta última representa la mayor carga para el rodamiento de rodillos. Especialmente es difícil  
de controlar la carga alterna asociada con la fuerza constantemente alterna y la dirección del par.

Además, se producen otras cargas alternas no insignificantes, por ejemplo, debido a las diferentes velocidades del  
viento a diferentes alturas, a las que está expuesta repetidamente una pala de rotor durante su trayectoria, por lo que,  
35 entre otros, el par de motor no es constante, sino que fluctúa constantemente.

No debería olvidarse en este contexto el hecho de que no es poco frecuente que no haya un flujo de viento uniforme,  
sino un viento en ráfagas con dirección y fuerza del viento que varían constantemente y de forma impredeciblemente,  
lo que no puede regularse ni siquiera con la mejor regulación ya que no hay un modelo de cálculo para esto.

40 Finalmente, no debe dejarse de mencionar que una pala de rotor permanece expuesta a toda condición climática  
durante años, y por lo tanto no puede evitar tormentas ni incluso huracanes, incluso si se alejan tanto como sea posible  
del viento.

A raíz de esto se puede observar que los rodamientos del roto tienen que realizar verdaderos milagros para estabilizar  
la pala del rotor a pesar de todas estas adversidades a lo largo de muchos años.

45 Por esta razón, por ejemplo, en el documento WO 2008/052778 A1 se ha propuesto el uso de varias filas de  
rodamientos de bolas como rodamiento de las palas, en el que hasta seis filas de bolas alcanzarían una estabilidad  
suficiente. Precisamente para absorber momentos de vuelco, se utilizan filas de rodamientos axiales particularmente  
fuertes; de los cuales se prevén hasta cinco filas. Preferiblemente solo una fila de bolas de acción radial. En este caso,  
la presente invención prevé disponer hasta tres filas de rodamientos axiales de bolas en un plano común, por así  
50 decirlo, coaxialmente uno dentro del otro. Sin embargo, se ha demostrado que en un gran número así de filas de  
elementos de rodamiento no solo el montaje del cojinete está diseñado de una forma muy compleja, sino que también  
la conexión de los anillos de rodamiento individuales a la pala del rotor, por un lado, y al buje de la turbina eólica, por  
otro lado, es problemática. Debido a que los carriles de rodadura para tres filas de elementos de rodamiento dispuestas  
de forma concéntrica entre sí toman todo el ancho de un anillo de rodamiento y se extienden a lo largo de toda su cara  
frontal una al lado de la otra o concéntricas una dentro de otra. Por lo tanto, esta cara frontal no puede usarse ni como  
55 superficie de conexión ni puede disponerse en ella ningún elemento de fijación. Como solución, la cara frontal opuesta  
está diseñada como una superficie de conexión y presenta agujeros ciegos distribuidos anularmente para atornillar  
tornillos roscados. Sin embargo, esta técnica de fijación no siempre es adecuada para palas modernas de rotor y/o  
bujes de turbinas eólicas, especialmente si a su vez solo se prevén agujeros ciegos con rosca interna para atornillar

tornillos roscados.

El documento WO 2007/006301 se refiere a una disposición de rodamiento de rodillos con tres elementos concéntricos entre sí, así como a elementos de conexión anulares concéntricos entre sí, así como al menos parcialmente dispuestos uno dentro del otro, giratorios uno contra el otro, con al menos una superficie de conexión plana para la conexión a un total de dos piezas diferentes de máquinas o equipos. En cada caso, cada uno de los dos elementos de conexión giratorios uno contra el otro están separados entre sí por un espacio y se superponen parcialmente entre sí en su extensión radial. En el área de un espacio, en las áreas superpuestas de los elementos de conexión de forma anular se prevén en cada caso dos filas de rodamientos de rodillos esféricos que ruedan a lo largo de dos carriles de rodadura superpuestos entre sí en la dirección radial. Los puntos centrales de los elementos de rodamiento esféricos de las cuatro filas de bolas se desplazan a lo largo de cuatro trayectorias circulares alrededor del eje de rotación del rodamiento de rodillos, cuyos Punto de intersección se encuentran a través de un plano transversal del rodamiento de rodillos, cuyos Punto de intersección se encuentran a través de un plano transversal del rodamiento de rodillos de forma radial a su eje de rotación en las esquinas de un cuadrilátero. El elemento de conexión más interno radialmente, así como el elemento de conexión más externo radialmente están conectados a la pieza de la máquina o de la planta y el elemento de conexión radialmente central está conectado en la otra pieza de la máquina o planta respectiva.

De las desventajas del estado actual de la tecnología descrito resulta el problema que inicia la presente invención, desarrollar una disposición de rodamiento de rodillo genérico o una planta de energía eólica equipada de tal manera que a pesar de una alta o la mayor estabilidad, especialmente con respecto al momento de vuelco y/o la carga alterna, no se observe en lo posible ninguna restricción con respecto a la conexión a los componentes de las máquinas o plantas, en particular en una pala de rotor de una turbina eólica, por un lado, y el buje de una planta de energía eólica, por otro lado.

La solución a este problema se logra por medio de que una disposición de rodamiento de rodillo genérico presenta las características de la reivindicación 1.

Por consiguiente, en la presente invención, el elemento de conexión central de los otros dos es tomado solo en dos lados, es decir, en su lado radialmente interno y en su lado radialmente externo. Mientras que en el documento WO 2008/052778 A1, un elemento de conexión anular es tomado en hasta tres lados, en la presente invención, aunque el elemento de conexión central está flanqueado en sus lados interno y externo en cada caso por un elemento de conexión adicional; Sin embargo, estos no bloquean el acceso a las dos caras frontales del elemento de conexión central; En particular, ninguna de las dos caras frontales del elemento de conexión central sirve como carriles de rodadura para filas de elementos de rodamiento cualquiera sea su forma. En cambio, existe la posibilidad de usar una cara frontal del anillo central como superficie de conexión y, si es necesario, disponer allí de orificios pasantes para la fijación a una pieza de máquina o de la planta, de modo que también sea posible una fijación a través de tornillos introducidos por allí y atornillados a la construcción de conexión. En la cara frontal opuesta a la superficie de conexión, las partes inferiores de las cabezas de los tornillos encuentra suficiente espacio para su instalación y, por lo tanto, puede presionar el elemento de conexión firmemente contra la construcción de conexión. Otra ventaja que no debe subestimarse consiste en que en realidad están presentes dos rodamientos mutuamente concéntricos, de modo que, por ejemplo, es posible desmontar un anillo y/o reemplazar los elementos de rodadura de un grupo de piezas de rodamientos de este tipo, mientras que en cada caso otros grupos de piezas de rodamientos temporalmente se encargan solo de la estabilización de la pala del rotor.

La presente invención se caracteriza además por que la superposición radial de dos elementos de conexión es igual o mayor que el radio de un elemento rodante que rueda en el área de superposición radial.

Por otro lado, los carriles de rodadura superpuestos entre sí deberían superponerse a lo largo de una extensión radial del tamaño del radio del elemento rodante respectivo o más.

Ha demostrado ser ventajoso que en el área de cada uno de los dos espacios en las áreas que se superponen radialmente de los elementos de conexión anulares se prevean al menos dos filas de elementos de rodadura, que en cada caso ruedan a lo largo de dos carriles de rodadura que se superponen al menos parcialmente en la dirección radial. Mientras que los carriles de rodadura mismos están dispuestos en las áreas de superposición radial de los respectivos elementos de conexión, estos están en condiciones de transmitir fuerzas parciales o predominantemente axiales. Sin embargo, esto es particularmente importante en los grandes rodamientos para plantas de energía de flujo, en particular para las palas del rotor de las plantas de energía eólica, con el fin de poder tomar y controlar los momentos de inclinación que se producen allí con mayor frecuencia. Mientras que una de las dos filas de rodamientos de rodillos en un espacio toma para esto las fuerzas de compresión axial, la otra las fuerzas de tracción axial. Debido a la doble disposición de estas dos filas, es decir, en cada caso al menos dos de estas filas por espacio, las fuerzas axiales que se produzcan se desvían del anillo central uniformemente a su lado radialmente interno y a su lado radial externo, de modo que, por ejemplo, no debe temerse una deformación elíptica del anillo central. Tampoco debe temerse una deformación de los dos anillos exteriores porque allí solo se producen la mitad de las fuerzas axiales. Los elementos de rodadura en sí mismos también son protegidos, porque su número al menos se duplica en comparación con los diseños de rodamientos convencionales.

Una realización preferida de la presente invención se caracteriza por que el elemento de conexión central está

articulado en la dirección axial en al menos tres secciones, a saber, una primera, en su sección que limita con la superficie de conexión, una segunda, en su sección que limita con su cara frontal opuesta, así como una tercera, la sección dispuesta entre ellas, que salta igualmente hacia adelante o hacia atrás en la dirección radial con respecto a las dos primeras. En las transiciones entre la primera y la tercera sección, así como entre la segunda y la tercera sección, existen en cada caso escalones cuyas áreas sobresalientes están formadas como carriles de rodadura. Mientras que la tercera sección, es decir, la central, salta hacia adelante o retrocede desde el centro del anillo central en la dirección radial en relación con las otras dos secciones, se producen en cada caso, al menos dos de estos pasos por espacio.

Mientras por espacio se prevean dos desplazamientos escalonados radialmente opuestos entre sí, es decir, entre una sección media y dos secciones exteriores, una sección superior y una sección inferior, la sección media tiene ya sea la forma de una saliente circunferencial o de un collar circunferencial o la forma una ranura o cavidad circunferencial. En sus bordes se encuentra en cada caso un carril de rodadura del elemento de conexión central. Por lo tanto, estos dos carriles de rodadura están ya sea enfrentados entre sí, es decir, en el caso de una ranura o de una cavidad circunferencial, o ambas se encuentran opuestas entre sí, es decir, en el caso de una saliente o de una elevación circunferencial. En cualquier caso, ambos presentan los mismos carriles de rodadura asociados al espacio del elemento de conexión central en direcciones axiales opuestas, de modo que los elementos de rodadura que ruedan sobre ellos pueden transmitir en cada caso fuerzas axiales en diferentes direcciones axiales.

Preferiblemente, los elementos de rodadura que ruedan a lo largo de dos carriles de rodadura que se superponen al menos parcialmente en la dirección radial están diseñados como esferas. Los elementos de rodadura esféricos pueden tomar cualquier ángulo de apoyo deseado entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ , en función de la disposición de los carriles de rodadura, y por lo tanto también transmiten las fuerzas radiales además de las fuerzas axiales. Por lo tanto, en una disposición de este tipo podría prescindirse de una serie radial o dimensionar esta de forma considerablemente más pequeñas.

La presente invención presenta un desarrollo preferido por un total de al menos cuatro filas de elementos de rodadura esféricos entre en cada caso dos carriles de rodadura superpuestos al menos parcialmente entre sí de dirección radial. Como ya se ha indicado anteriormente, este tipo de disposición da como resultado dos filas de elementos de rodadura desplazados en dirección radial por espacio, en donde los dos espacios están efectivamente desplazados en la dirección radial una contra la otra.

Está dentro del alcance de la presente invención que los puntos centrales de los elementos de rodadura esféricos de las cuatro filas de bolas se desplacen a lo largo de cuatro trayectorias circulares alrededor del eje de rotación del rodamiento de rodillos cuyos puntos de intersección se encuentran de forma radial a través de un plano transversal del rodamiento de rodillos a su eje de rotación en las esquinas de un cuadrilátero, preferiblemente en las esquinas un rectángulo o cuadrado. En otras palabras, dentro de un plano de sección radial a lo largo del eje de rotación del rodamiento, en cada uno de los cuales se encuentra precisamente el gran círculo de un elemento rodante esférico de cada fila de bolas, las líneas imaginarias de conexión directa de los puntos centrales de los elementos de rodadura esféricos para la transmisión de la fuerza axial dan como resultado preferiblemente un cuadrilátero en ángulo recto, en particular un rectángulo o cuadrado. El desplazamiento axial descrito anteriormente de las filas de elementos de rodadura por espacio y el desplazamiento radial entre los dos espacios, dan como resultado una disposición de los elementos de rodadura de este tipo en un cuadrilátero de la sección transversal del rodamiento de rodillos o a lo largo de los bordes de un espacio cuadrado virtual curvado en un círculo alrededor del eje del rodamiento. Siempre que este espacio cuadrado virtual curvado de forma anular presente en cada caso bordes en ángulo recto, las filas de elementos de rodadura se encuentran cada una de forma simétrica entre sí y, por lo tanto, las fuerzas que se producen se dividen simétricamente, de modo que el anillo central en el caso de cargas puramente axiales - fuerzas axiales y/o momentos de vuelco - no sufre flexión radial, por lo que reacciona de forma extremadamente rígida.

Está dentro del alcance de la presente invención que los elementos de rodadura esféricos de diferentes filas en las posiciones radiales correspondientes entre sí sean del mismo tamaño.

Por otro lado, también existe la posibilidad de que los elementos de rodadura esféricos de las cuatro filas sean del mismo tamaño.

De acuerdo con la presente invención, también puede preverse que al menos dos, preferiblemente las cuatro filas de bolas, presenten en cada caso distancias iguales respecto al radio del punto central del anillo de los elementos de fijación del elemento de conexión central.

Una forma de realización de la presente invención se caracteriza además por que la línea de conexión entre dos esquinas diametralmente opuestas del cuadrilátero de las trayectorias circulares de los puntos centrales, corta todas las secciones transversales del carril de rodadura, ya sea en o cerca del centro de su área de escuadra o en cada una de las dos filas de bolas correspondientes, en cada caso, corta en ángulo recto la línea de conexión local entre los centros de las áreas de escuadra de las dos secciones transversales del carril de rodadura se cruzan las dos secciones transversales de una fila de bolas aproximadamente. Mientras que en el primer caso en la superposición de las fuerzas axiales y radiales transmitidas por las cuatro fuerzas de las filas de elementos de rodadura involucradas son similares a una X orientadas hacia un centro común o alejándose de este, las líneas de fuerza de las fuerzas a transmitir se desplazan en el segundo caso de forma similar a los bordes laterales un rombo o de un cuadrado parado sobre su

punta algo tangencial al centro de la sección transversal del anillo. Aunque en el primer caso, el anillo central se carga de presión en sección transversal y puede, por así decirlo, "ajustarse" entre los dos anillos exteriores y las fuerzas de conexión se contrarrestan en menor medida, mientras que en el último caso esto es exactamente lo contrario; sin embargo, en cada caso, cada una de las cuatro presentan direcciones potenciales de presión en cuatro direcciones diferentes, correspondientes a las direcciones de origen hacia el interior de los cuatro cuadrantes de un sistema de coordenadas cartesianas. De este modo, pueden ser absorbidas por un rodamiento de acuerdo con la presente invención en todos los casos de carga imaginables.

Si la línea de conexión entre los centros de las áreas de escuadra de ambas secciones transversales del carril de rodadura de una fila de bolas, ya sea, por un lado, nunca coincide con la línea de conexión entre las trayectorias circulares de los puntos centrales de la serie de bolas correspondiente, así como, por otro lado, con la serie de bolas que se encuentra en el cuadrilátero de las trayectorias circulares de los puntos centrales, o la cruza en el centro de la primera fila de bolas, de este modo, una bola está rodeada por las áreas de escuadra de sus dos carriles de rodadura de forma simétrica a sus respectivos puntos de contacto y, por lo tanto, es guiada de manera óptima. En particular, puede evitarse este contacto con los bordes de los carriles de rodadura, lo que de lo contrario podría producir un daño en las bolas.

La presente invención prevé además que las secciones transversales del carril de rodadura de una fila de bolas con respecto al plano principal del rodamiento de rodillos sean simétricas en espejo respecto a las secciones transversales de una fila de bolas desviadas de forma axial. Por un lado, esto da como resultado un máximo grado de simetría; Por otro lado, en este tipo de disposición, las fuerzas a transmitir, de tracción axial y de compresión, son aproximadamente del mismo tamaño, de modo que el dimensionamiento puede llevarse a cabo sobre la base de un único valor máximo, independientemente de su dirección de acción.

Además, las secciones transversales del carril de rodadura de una fila de bolas deberían ser simétricas en espejo con respecto a un eje central paralelo al eje de rotación del rodamiento en el plano de la sección transversal con relación a las secciones transversales del carril de rodadura de una fila de bolas desplazadas de forma radial. En este caso, incluso las fuerzas radiales a transmitir, independientemente de su dirección, son casi iguales, sin importar si están dirigidas hacia adentro o hacia afuera.

Además, si las secciones transversales del carril de rodadura de una fila de bolas de un punto en el plano de la sección transversal son simétricas con respecto a las secciones transversales del carril de rodadura de una diagonal, es decir, la fila de bolas desplazada de forma axial y radial, de este modo, el comportamiento del elemento de conexión central con relación a los momentos de vuelco, está compensado de manera óptima y se evita en la medida de lo posible cualquier tendencia a la desviación unilateral.

La presente invención puede continuar su desarrollo de tal manera que los ángulos de apoyo de los elementos de rodadura esféricos que ruedan en cada caso entre dos carriles de rodadura que se superponen al menos parcialmente en la dirección radial alcancen los 45° o más, preferiblemente 50° o más, en particular 60° o más. Esto significa que estas filas de elementos de rodadura están diseñadas para la carga predominantemente de fuerzas axiales y/o momentos de vuelco. Esto corresponde, en particular en el caso de rodamiento de las palas del rotor en el buje de una planta de energía eólica, al caso de carga que se produce principalmente.

La presente invención puede continuar con su desarrollo a través de al menos una fila de elementos de rodadura dispuesta en uno de los dos espacios cuyo ángulo de apoyo es inferior a 45°, por ejemplo, igual o inferior a 40°, preferiblemente igual o inferior a 30°, en particular alrededor de 0°. Al menos una de estas filas de elementos de rodadura asume principalmente la tarea de, de ser necesario, un centrado adicional del elemento de conexión central en la dirección radial. Dado que la carga en esta dirección en el rodamiento de las palas del rotor en el buje de una planta de energía eólica por lo general es mucho más baja que una carga axial, estos elementos de rodadura pueden diseñarse de una forma más pequeña que los descritos anteriormente, ajustados principalmente en la dirección axial de los elementos de rodamiento. De ser necesario, aquí, en lugar de un rodamiento de rodillos puede usarse también al menos un rodamiento de fricción o cualquier otro tipo de rodamiento. Por otro lado, por supuesto que este tipo de rodamientos radiales pueden preverse en ambos espacios.

Ha demostrado ser ventajoso que los elementos de rodadura ruedan con un ángulo de apoyo de menos de 45° entre dos carriles de rodadura, que se encuentran de forma radial más allá del área de superposición radial de los respectivos elementos de conexión. Dentro de un plano de sección transversal común, los puntos centrales de los elementos de rodadura se encuentran en las tres filas de elementos de rodadura en las esquinas de un triángulo preferiblemente isósceles, en donde su punta corresponde a la fila radial de bolas y las esquinas a cada lado de la base en cada caso a una fila axial de bolas. Esto da como resultado un máximo grado de simetría, por lo que el rodamiento de acuerdo con la presente invención es fácil de calcular y dimensionar.

Los elementos de rodadura con un ángulo de apoyo de menos de 45° pueden estar diseñados en forma de rodillo con un eje longitudinal que está alineado de forma paralela al eje de rotación del rodamiento. En este caso, incluso elementos de rodadura relativamente pequeños son suficientes para absorber las cargas radiales que se producen de todos modos solo a un grado limitado. Como resultado, el tamaño del rodamiento de rodillos de acuerdo con la presente invención puede reducirse al mínimo, al menos en la dirección axial.

De acuerdo con la presente invención, en el elemento de conexión central y/o en uno o ambos de los otros elementos de conexión respectivos, se prevén elementos de sujeción distribuidos anularmente, por ejemplo, orificios de sujeción, preferiblemente agujeros ciegos con el eje longitudinal paralelo al eje de rotación del rodamiento, en particular sin rosca interna. En particular, este tipo de agujeros ciegos permiten un bloqueo por medio de estos tornillos de barrido, que se atornillan en la respectiva construcción de conexión, por ejemplo, la pala o el buje del rotor, y se anclan.

La presente invención puede continuar con su desarrollo de modo que el elemento de conexión central y/o uno o ambos de los otros elementos de conexión respectivos se subdividan a lo largo de un plano principal del rodamiento. Esto permite el montaje en/con un anillo de una saliente, que se rodee en ambos bordes de su saliente circunferencial.

Ha demostrado ser ventajoso que uno o ambos espacios de rodamiento estén sellados al menos en un área de la boca. Al menos una boca exterior entre el elemento de conexión radial en su exterior y el elemento de conexión central debería sellarse para evitar los efectos del clima en el espacio detrás de él; Aunque el espacio de la boca adyacente más allá de la superficie de conexión del elemento de conexión central se encuentra dentro de la disposición, está abierto hacia el interior de la pala del rotor. En el caso de que allí se acumule una mayor humedad, esta área de la boca también debe sellarse. Finalmente, los otros dos espacios de la boca se encuentran dentro del cuerpo del buje, pero incluso allí puede llegar la humedad, de modo que allí es útil un sellado.

Una especificación de la técnica de diseño preferida establece que en el elemento de conexión más interno o más externo o preferiblemente en el elemento de conexión más interno y más externo, se prevén dispositivos para la aplicación de un lubricante, por ejemplo, una boquilla de lubricación. Como lubricante sirve preferiblemente grasa lubricante; El uso de aceite lubricante, en principio, también es concebible, aunque esto requiere de un esfuerzo de sellado significativamente mayor para evitar que el lubricante líquido se escape.

Otras ventajas resultan del hecho de que los dispositivos de lubricación, en particular las boquillas de lubricación, se encuentran en cada caso a la altura de las filas de elementos de rodadura. Allí se encuentra el área central de acción del lubricante, de modo que al relubricar se debe insistir especialmente en estos puntos. Una planta de energía eólica de acuerdo con la presente invención con una turbina eólica que gira alrededor de un eje algo paralelo a la dirección del viento, en el que a partir de la raíz del rotor están dispuestas de forma giratoria una o preferiblemente múltiples palas de rotor alargadas que se proyectan de forma aproximadamente radialmente, así como en cada caso por medio de un rodamiento de la palas alrededor de su eje longitudinal, preferiblemente como un gran rodamiento con un diámetro de 0,5m o más, con al menos dos elementos de conexión anulares concéntricos entre sí, así como al menos parcialmente dispuestos uno dentro del otro, giratorios uno contra el otro, para la conexión a partes de la turbina eólica giratorias una contra la otra, en el que dos elementos de conexión giratorios uno contra el otro separados uno del otro por medio de un espacio y se superponen entre sí completamente o parcialmente en dirección radial, en el que, además, en el área de un espacio en las áreas superpuestas de los elementos de conexión de forma anular se prevén al menos dos filas de elementos de rodadura, que en cada caso se desenrollan a lo largo de dos carriles de rodadura que se superponen al menos parcialmente entre sí en la dirección radial, así como al menos una serie adicional de elementos de rodadura, cuyos carriles de rodadura en cada caso se superponen en la dirección radial, caracterizadas por que, al menos un rodamiento de la palas presenta al menos tres elementos de conexión anulares, rotativos entre sí, cada uno de los cuales con una superficie de conexión plana para la conexión al buje y a la pala del rotor, en el que los tres elementos de conexión anulares están dispuestos radialmente uno dentro del otro y el elemento de conexión radialmente central está conectado al buje o a la pala del rotor, mientras que el elemento de conexión radialmente más interno, así como el elemento de conexión radialmente más externo están conectados al otro elemento respectivo. La turbina eólica de una planta de energía eólica, debido a un rodamiento de acuerdo con la presente invención de las palas del rotor posee una mayor estabilidad, que, entre otras cosas, también afecta de forma positiva el tiempo de operación que puede alcanzarse.

El rodamiento de la pala de una planta de energía eólica de este tipo puede presentar una o más de las características de rodamiento de rodillos descritas anteriormente. Los beneficios de las características mencionadas anteriormente de un rodamiento de la pala del rotor no están solo en la turbina eólica, sino que también mejoran las características generales de una planta de energía eólica de este tipo.

De acuerdo con la presente invención, puede preverse en el buje o en la pala del rotor un área de conexión en sección transversal aproximadamente en forma de horquilla con dos mandiles dispuestos de forma concéntrica entre sí para la conexión al elemento de conexión radialmente más interno y radialmente más externo del rodamiento de la pala. De este modo, a las caras frontales libres preferiblemente alineadas entre sí de estos dos mandiles, puede estar conectado el elemento de conexión radialmente más interno, por un lado, así como el elemento de conexión radialmente más externo, por otro lado; la distancia entre los dos mandiles corresponde en este caso aproximadamente al ancho del elemento de conexión central.

A través de las perforaciones de inspección en el área de conexión en forma de horquilla, puede accederse a los tornillos o pernos de fijación, o elementos de fijación similares. De este modo es posible anclar la pala del rotor al rodamiento de la pala del rotor, después de que esté fijada al buje del rotor. También es posible cualquier posterior desmontaje en cualquier área de la construcción de conexión sin desprender la otra construcción de conexión respectiva.

- Finalmente, corresponde al principio de la presente invención que la distancia entre los dos mandiles del área en sección transversal en forma de horquilla corresponda aproximadamente al diámetro preferiblemente más pequeño de la cabeza de un tornillo o tuerca de fijación o similares y este elemento de sujeción está protegido contra un desprendimiento accidental. De este modo, un elemento de fijación poligonal, diseñado preferiblemente como un hexágono, se mantiene prácticamente no giratorio como con una llave de extremo abierto y, por lo tanto, no puede desprenderse incluso ante golpes fuertes. Es ventajoso que una sección transversal por medio de los elementos de fijación respectivos presente en la circunferencia exterior de su área externa sin rosca, en particular de su cabeza, dos lados opuestos entre sí y orientados de forma paralela. Este es el caso, por ejemplo, en un polígono regular con un número par de lados.
- 5
- 10 Otras propiedades, detalles, ventajas y efectos sobre la base de la presente invención se desprenden a partir de la siguiente descripción de algunas formas de realización preferida de la presente invención, así como por medio de los dibujos. Por la presente ilustran:
- Fig. 1 una turbina eólica de acuerdo con la presente invención en vista frontal;
- Fig. 2 una sección transversal a través de una primera forma de realización de un rodamiento de rodillos a modo de ejemplo, no de acuerdo con la presente invención, instalado entre el buje y una pala del rotor de la planta de energía eólica según la Fig. 1, parcialmente seccionada.
- 15
- Fig. 3 una representación correspondiente a la Fig. 2 de una segunda forma de realización a modo de ejemplo, no de acuerdo con la presente invención;
- Fig. 4 una representación correspondiente a la Fig. 2 de una tercera forma de realización de la presente invención.
- 20
- Fig. 5 una representación correspondiente a la Fig. 2 de otra forma de realización la presente invención; Así como,
- Fig. 6 una representación correspondiente a la Fig. 2 de una forma de realización de la presente invención modificada una vez más.

La Fig. 1 muestra en una vista más bien esquemática de una planta de energía eólica 1 con una torre, una góndola y una turbina eólica 2, que presenta alrededor del denominado rotor o eje principal, un buje 3, así como múltiples de palas de rotor 4 alargadas, que se extienden de forma algo radial desde el buje 3 hasta el rotor o el eje principal.

25

Preferiblemente, el eje principal o del rotor se orienta aproximadamente en la dirección del flujo del viento, lo que se efectúa por medio de un reajuste del eje principal o del rotor al girar la góndola alrededor del eje vertical de la torre de la planta de energía eólica.

Para que las revoluciones de la turbina eólica se mantengan lo más constante posible, o al menos en un cierto rango de revoluciones, a pesar de las diferentes fuerzas del viento, las palas del rotor 4 pueden girar alrededor de sus respectivos ejes longitudinales y colocarse más fuertemente en el viento de acuerdo con la necesidad o ser sacadas del viento. Esto se lleva a cabo por medio de los denominados rodamientos de la pala 5, que conecta cada una de las palas del rotor 4 con el buje 3.

30

Para un control más activo de la posición de la pala del rotor, puede preverse una corona dentada periférica en el área del rodamiento de la pala 5 de este tipo, con el cual, por ejemplo, se engrana un piñón accionado por motor.

35

En la Fig. 2 se muestra una sección transversal seccionada a través de un rodamiento de la pala 5, junto con las áreas del buje 3 y la pala de rotor 4 conectadas al mismo.

Mientras que, en este caso, el eje principal o del rotor corre aproximadamente de forma horizontal por debajo de la sección mostrada, el eje de rotación del cojinete de la pala 5 - y, por lo tanto, el eje longitudinal aproximadamente coaxial de la pala del rotor 4 - se encuentra a la derecha más allá del borde de la sección representada y se extiende allí de arriba hacia abajo, es decir, de forma radial y perpendicular al eje principal o del rotor. Mientras que en la sección del rodamiento de la pala 5 seccionada en la Fig. 2 presenta un ancho del orden de magnitud entre aproximadamente 10cm y 30cm, el diámetro del rodamiento de la pala 5 en el caso de grandes plantas de energía eólica es por lo general aproximadamente de entre 0,5m y 10m, preferiblemente entre 1m y 8m, en particular entre 2m y 5m, y por lo tanto se encuentra muy lejos de lo que puede representarse en el área de la hoja de dibujo. Debido a su tamaño, un rodamiento de la pala 5 se identifica por lo general como un rodamiento de rodillos grande.

40

45

El rodamiento de la pala 5 presenta un total de tres elementos de conexión anulares en cada caso cuyos ejes de anillo se extienden todos de forma coaxial al eje de la pala del rotor: Entre un elemento de conexión radialmente interno 6 y un elemento de conexión radialmente externo 7 se encuentra un elemento de conexión central 8. Dado que en cada caso los elementos de conexión adyacentes, es decir, los elementos de conexión radialmente internos 6 y el elemento de conexión central 8 por un lado, así como el elemento de conexión central 8 y el elemento de conexión radialmente externo 7 por otro, están separados en cada caso por un espacio 9, 10, los tres elementos de conexión 6-8 en estado no ensamblado, pueden girarse uno contra el otro de cualquier modo.

50

Sin embargo, esto ya no se aplica cuando están instalados. Debido a que, como puede observarse en la Fig. 2, el

elemento de conexión radialmente interno 6 y el elemento de conexión radialmente más externo 7 se fijan a la misma estructura de conexión, en concreto, en el ejemplo mostrado, al buje 3 de la turbina eólica 2. En el estado instalado, por lo tanto, estos dos elementos de conexión 6, 7 ya no giran uno contra el otro, sino que en cada caso solo con respecto al respectivo elemento de conexión central 8, que está conectado a la pala del rotor 4.

5 Para la fijación de los elementos de conexión individuales 6-8 sirven los orificios 11-13 paralelos distribuidos cada uno anularmente sobre el anillo en cuestión, hacia el eje de rotación del rodamiento de la pala 5. Cada uno de estos desemboca en cada caso en una superficie de conexión 14-16 del respectivo elemento de conexión 6-8, en el que un área superficial plana en el área de la cubierta del buje 3 o en el extremo posterior de la pala del rotor 4 está nivelada o aplanada.

10 Dado que, en el ejemplo ilustrado, se trata en cada caso, por ejemplo, de orificios pasantes 11-13, preferiblemente sin una rosca interna, estos también desembocan en cada caso en la cara frontal opuesta 17-19 del elemento de conexión 6-8 correspondientes. Allí las cabezas 20 de los tornillos 21 introducidos a través de estas aberturas 11-13 o las tuercas 23 atornilladas en los pernos 22 allí atravesados o elementos roscados similares encuentran suficiente espacio en la planta. Siempre y cuando estos tornillos 21 o pernos 22 (verticales o roscados) estén atornillados en los orificios 15 24-26 del buje 3 o de la pala del rotor 4 alineados con los orificios respectivos 11-13 y estos o las tuercas 23 atornilladas se aprietan, las superficies de conexión correspondientes 14-16 son presionadas por fricción contra la superficie adyacente del buje 3 o de la pala del rotor 4.

El orificio 13 en el elemento de conexión central 8 se encuentra aproximadamente en el centro entre las dos columnas 9, 10. Como también puede observarse en la Fig. 1, la sección transversal representada del rodamiento de la pala 5 20 en su conjunto es sustancialmente simétrica con respecto al eje longitudinal 27 del orificio 13, que por lo tanto a continuación también debería denominarse como eje central MA. Todos los elementos de rodadura esféricos 34 para la transmisión de fuerzas axiales tienen en cada caso distancias radiales iguales a este eje central MA.

Sin embargo, la estructura interna del rodamiento de la pala 5 todavía presenta una simetría adicional, en concreto, con respecto a un plano principal horizontal HA, que es atravesado de forma vertical por el eje longitudinal 27 del orificio 13 y por el eje central MA y que también se muestra en la Fig. 2. Todos los elementos de rodadura esféricos 25 34 para la transmisión de fuerzas axiales tienen en cada caso distancias axiales iguales a este plano principal horizontal HA.

Como resultado de la doble simetría de los elementos de rodadura 34, sus puntos centrales en la vista en sección transversal de la Fig. 2 se encuentran en las esquinas de un rectángulo imaginario o incluso un cuadrado.

30 En la forma de realización de la Fig. 2, el anillo radialmente más interno 6 y el anillo radialmente más externo 7 están formados cada uno como anillos de una saliente, cada uno con una pretina circunferencial, referido en la jerga como una saliente 28, que se proyecta en la dirección del espacio respectivo 9, 10 o del elemento de conexión central 8. Las secciones transversales de estas dos salientes 28 son, en el ejemplo ilustrado, simétricas entre sí con respecto al eje de simetría 27.

35 Estas dos salientes 28 están rodeadas cada una en tres lados por el elemento de conexión central 8, que está provisto para este propósito, en cada caso con una ranura continua 29 en sus dos superficies laterales 30, 31 curvas orientadas hacia sus espacios 9, 10. Estas dos ranuras 29 son simétricas entre sí en el ejemplo ilustrado con respecto al eje de simetría 27.

40 Como puede observarse también en la Fig. 2, los bordes de una saliente 28 y la ranura 29 que los rodea se superponen entre sí en la dirección radial. Las áreas respectivas superpuestas sirven como carriles de rodadura 32, 33 para cada una de las filas de elementos de rodadura 34, 35. Para que los elementos de rodadura 34, 35 puedan rodar sin juego a lo largo de estos carriles de rodadura 32, 33, la distancia axial máxima entre dos carriles de rodadura respectivas 32, 33 asociados con el mismo elemento rodante 34, 35 corresponde en cada caso precisamente al diámetro del elemento rodante 34, 35. Por otro lado, esto significa que la distancia axial máxima  $a$  entre los bordes 32 enfrentados 45 entre sí de una ranura 29 corresponde a la suma de la extensión axial mínima  $e$  de la saliente 28 más dos veces el diámetro  $d$  de un elemento rodante 34, 35:  $a = e + 2 \cdot d$ , en el caso de elementos de rodadura de diferente tamaño 34, 35 con diámetro  $d_1, d_2$  se aplica:  $a = e + d_1 + d_2$ .

En la forma de realización de la Fig. 2, los elementos de rodadura 34, 35 tienen en cada caso una forma esférica. Esto significa que las secciones transversales de los carriles de rodadura 32, 33 son en cada caso curvadas de forma 50 cóncava, en particular, a lo largo de un arco circular. Estas áreas curvadas de los carriles de rodadura también deben identificarse como área de escuadra ya que presentan prácticamente el mismo diámetro que los elementos de rodadura 34, 35 esféricos y, por lo tanto, se amoldan a su superficie. Como también puede observarse en la Fig. 2, la sección transversal se extiende a través de estas áreas de carriles de rodadura o áreas de escuadra 32, 33 en cada caso a lo largo de un arco circular con un ángulo central  $\alpha_1, \alpha_2$  de  $90^\circ$  o más, sin embargo, inferior a  $180^\circ$ :  $90^\circ < \alpha_1 < 180^\circ, 90^\circ < \alpha_2 < 180^\circ$ , preferiblemente se aplica:  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ . 55

Como puede observarse, los bordes de una saliente 28 y, por lo tanto, los carriles locales 32, 33 se separan hacia el extremo libre de la saliente 28, en concreto, preferiblemente de forma simétrica entre sí con respecto a un plano principal axial central del rodamiento de la pala 5.

Además, los bordes de una ranura 29 y, por lo tanto, los respectivos carriles de rodadura 32, 33 vuelven a converger en el área de la transición en forma de borde desde la ranura 29 a las respectivas secciones curvadas adyacentes 36, 37; 38, 39 del elemento de conexión central 8 en la dirección axial entre sí, en concreto, preferiblemente de forma simétrica con respecto a un plano principal aproximadamente central del rodamiento de la pala 5.

- 5 Preferiblemente, las secciones 36, 38 se encuentran por encima de la ranura 29 en cada caso en alineación con la sección correspondiente 37, 39 por debajo de la ranura 29, y en consecuencia la cara frontal 19 no solo es paralela, sino también aproximadamente coincidente con la superficie de conexión 16 del elemento de conexión central 8.

10 Como puede observarse también en la Fig. 2, hay al menos en uno de los espacios 9, 10, preferiblemente en el área de la cara frontal libre 40, al menos de la saliente 28 - otro rodamiento 41, en particular una quinta fila de elementos de rodadura 42. Estos ruedan también a lo largo de dos carriles de rodadura 43, 44 que, sin embargo, no se encuentran en las áreas que se superponen radialmente de los respectivos elementos de conexión 6-8, sino que puentean el espacio respectivo 9, 10 en la dirección radial. En consecuencia, los ejes de rotación de estos elementos de rodadura 42 son aproximadamente paralelos al eje de rotación del rodamiento de la pala 5, mientras que los ángulos de apoyo de aproximadamente 0° son los correspondientes a una transmisión de potencia predominantemente o puramente radial. En la forma de realización ilustrada se trata de un rodamiento de rodillos con elementos de rodadura cilíndricos o con forma de rodillo 42 con un diámetro menor en relación con los elementos de rodadura esféricos 34, 35. Esto, sin embargo, no es obligatorio. Más bien, el diámetro también podría seleccionarse de una manera diferente, y/o en lugar de los rodillos 42 también podrían usarse para el rodamiento radial 41, elementos de rodadura en forma de bolas, agujas, conos o de tonel, o un rodamiento de fricción o cualquier otro rodamiento. Además, al menos uno de estos rodamientos radiales 41 también puede estar dispuesto en el espacio radialmente interno 9 o en el espacio radialmente externo 10 o en ambos. Para la guía axial de los elementos de rodadura en forma de rodillo 42 al menos un carril de rodadura 43, 44 puede estar formado como una depresión en forma de ranura en el respectivo elemento de conexión 6-8.

25 Como puede observarse también en la Fig. 2, las filas de elementos de rodadura 34, 35 de un plano común tienen en cada caso las mismas distancias centrales radiales A, A', B, B' a una superficie lateral cilíndrica atravesada por los ejes centrales 27 de los orificios de fijación 13:  $A = A'$ ;  $B = B'$ . Particularmente preferida es una disposición, en la que los puntos centrales de los elementos de rodadura 34, 35 de las cuatro filas de elementos de rodadura presenten las mismas distancias radiales hacia la superficie lateral cilíndrica virtual mencionada:  $A = A'$ ;  $B = B'$ .

30 Preferiblemente, los carriles de rodadura 32, 33, 43, 44 de un elemento de conexión 6-8 se forman junto con los respectivos orificios 11-13 por medio de mecanizado o moldeado del mismo cuerpo de base común.

35 Debido a que las dos salientes 28 del elemento de conexión más interno y más externo 6, 7 están rodeadas por las ranuras 29 del elemento de conexión central 8 en tres lados, un ensamblaje del rodamiento de la pala 5 solo es posible si el elemento de conexión central 8 en el área de la ranura 29 se subdivide a lo largo de una superficie horizontal 45 en un anillo superior 46 y en un anillo inferior 47 que se deslizan desde ambas direcciones axiales al mismo tiempo sobre las salientes 28 del elemento de conexión radialmente más interno y radialmente más externo 6, 7 y recién entonces se unen entre sí, en particular se atornillan.

40 Debido a los orificios pasantes 11-13, los agujeros alineados 24-26 con ellos pueden formarse como agujeros ciegos con roscas internas 48, 49, en los que son atornillados los tornillos 21 o los pernos 22. En función de la naturaleza del material utilizado para el buje 3 y/o las palas del rotor 4, una rosca interna 48, 49 de este tipo puede cortarse ya sea en el respectivo material, como en el buje 3 de la Fig. 2, o bien en un casquillo 50 o en algún otro cuerpo, que a su vez está incrustado en sí mismo en la construcción de conexión, por ejemplo, vertido, pegado y/o fijado de otra manera. Preferiblemente, el ancho radial del elemento de conexión central 8 o el ancho radial de su superficie de conexión 16 corresponde aproximadamente al grosor radial del revestimiento de la pala del rotor 51 en su extremo posterior 52, de modo que este pueda colocarse como en la superficie de conexión 16 y fijarse allí.

45 Una estructura de conexión, en el ejemplo que se muestra, el buje 3, dispone de dos superficies de fijación concéntricas 53, 54, que se encuentran en cada caso en la cara frontal libre, en cada caso uno de los dos mandiles 55, 56 concéntricos entre sí. Estos dos mandiles 55, 56 están conectados entre sí en su base por un puente radial 57 a una disposición con una sección transversal en total aproximadamente en forma de U. Para tener acceso a los pernos 22 o en cada caso a las tuercas 23 atornilladas a los mismos, o a los tornillos utilizados en su lugar, están previstos en el puente 57 uno de los múltiples orificios 13 en el elemento de conexión central 8 el número correspondiente de agujeros de acceso 58, que son preferiblemente algo más grandes que el diámetro máximo de las tuercas 23, cabezas de tornillo 20 o elementos de fijación similares. El revestimiento 59 del buje 3 se encuentra aproximadamente en alineación con el mandil radialmente exterior 56 en la parte inferior del puente 57.

55 Por supuesto, la disposición también puede seleccionarse exactamente al revés, es decir, en la pala del rotor 4 se encuentran dos mandiles concéntricos entre sí, en cada caso con una superficie de conexión para el elemento de conexión más interno y más externo 6, 7, y entonces en el buje solo hay una superficie de conexión para el elemento de conexión central 8.

En la Fig. 3 se muestra una disposición diferente. Sin embargo, el rodamiento de pala 5' es idéntico en construcción

al descrito anteriormente, y también la conexión a la pala del rotor 4 es idéntica a la técnica descrita anteriormente; en este caso solo la construcción de conexión en el buje 3' difiere:

5 Como en la forma de realización descrita anteriormente, el buje 3' presenta en su área de conexión dos mandiles 55', 56', con una distancia que corresponde aproximadamente al ancho radial máximo del elemento de conexión central 8. Estos mandiles 55', 56' también están conectados entre sí por un puente 57'. Además, en la parte inferior del puente 57' desplazada hacia los mandiles 55', 56' se aplica un revestimiento del buje 59', sin embargo, no en alineación con uno de los dos mandiles 55', 56', sino radial de forma aproximada exactamente en el medio. Esto también es posible, entre otras cosas, porque los agujeros de acceso 58 están completamente ausentes en esta forma de realización.

10 Los agujeros de acceso 58 que faltan en esta forma de realización requieren de un proceso de ensamblaje especial: Primero, el elemento de conexión central 8 del rodamiento de la pala 5' se atornilla a la pala del rotor 4, y recién entonces los otros dos elementos de conexión 6, 7 pueden asegurarse al buje 3'. El desmantelamiento tiene lugar exactamente en el orden inverso.

15 En la forma de realización de acuerdo con la Fig. 4, tanto la pala del rotor 4 como el buje 3 son idénticos en su construcción a los elementos correspondientes de la figura 2. Aquí, sin embargo, el rodamiento de la pala 5" mismo tiene una estructura diferente:

Aquí también se mantiene el principio de tres elementos de conexión giratorios uno contra el otro 6"-8", cada uno con una corona de orificios pasantes 11"-13", en cada caso separado entre sí por el espacio 9", 10".

20 La diferencia más seria con el rodamiento de la pala 5 descrito anteriormente es que aquí las salientes 28" no están dispuestas en el elemento de conexión radialmente más interno y radialmente más externo 6", 7", sino en el elemento de conexión central 8", mientras que estas salientes 28" en cada uno de los elementos de conexión 6", 7" que rodean en cada caso los tres lados en su superficie lateral orientada al respectivo espacio 9", 10" presentan en cada caso una ranura circunferencial 29".

25 Como puede observarse también en la Fig. 4, los bordes de una saliente 28" y la ranura 29" que los rodea se superponen entre sí en la dirección radial. En cada caso las áreas superpuestas sirven como carriles de rodadura 32", 33" para cada una de las filas de elementos de rodadura 34", 35". Por lo tanto, a lo largo de estos carriles de rodadura 32", 33", los elementos de rodadura 34", 35" en cada caso pueden rodar sin juego, la distancia axial máxima entre cada uno de los dos carriles de rodadura 32", 33" asociados a los mismos elementos de rodadura 34", 35" corresponde exactamente en cada caso al diámetro del elemento rodante local 34", 35". Por otro lado, esto significa que la distancia axial máxima a entre los bordes enfrentados entre sí 32" de una ranura 29" corresponde a la suma de la extensión axial mínima e de la saliente 28" más dos veces el diámetro d de un cuerpo rodante 34"; 35":  $a = e + 2 * d$ , en el caso de cuerpos rodantes de diferentes tamaños 34", 35" con diámetros  $d_1, d_2$  se aplica:  $a = e + d_1 + d_2$ .

30 En la forma de realización de la Fig. 4, los elementos de rodadura 34", 35" tienen en cada caso una forma esférica. Esto significa que las secciones transversales de los carriles de rodadura 32", 33" son en cada caso curvadas de forma cóncava, en particular, a lo largo de un arco circular. Estas áreas curvadas de los carriles de rodadura también deben identificarse como área de escuadra, ya que presentan prácticamente el mismo diámetro que los elementos de rodadura 34", 35" esféricos y, por lo tanto, se amoldan a su superficie. Como también puede observarse en la Fig. 4, la sección transversal se extiende a través de estas áreas de carriles de rodadura o áreas de escuadra 32", 33" en cada caso a lo largo de un arco circular con un ángulo central  $\alpha_1, \alpha_2$  de 90° o más, sin embargo, inferior a 180°:  $90^\circ < \alpha_1 < 180^\circ, 90^\circ < \alpha_2 < 180^\circ$ , preferiblemente se aplica:  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ .

35 Como puede observarse, los bordes de una saliente 28" y, por lo tanto, los carriles locales 32", 33" se separan hacia el extremo libre de la saliente 28", en concreto, preferiblemente de forma simétrica entre sí con respecto a un plano principal algo central del rodamiento de la pala 5".

40 Además, los bordes de una ranura 29" y, por lo tanto, los carriles de rodadura locales 32", 33" en el área de la transición en forma de borde desde la ranura 29" a las respectivas secciones curvas adyacentes 36", 37"; 38", 39" del elemento de conexión radialmente más interno y radialmente más externo 6", 7" convergen nuevamente entre sí en la dirección axial, en concreto, preferiblemente de forma simétrica con respecto a un plano principal aproximadamente central del rodamiento de la pala 5".

45 Preferiblemente, las secciones 36", 38" se encuentran por encima de una ranura 29" en cada caso en alineación con la sección correspondiente 37", 39" por debajo de la ranura respectiva 29", y, en consecuencia, preferiblemente las caras frontales 17"- 19" de los elementos de conexión 6"- 8" no son solo paralelas, sino también aproximadamente coincidente con la superficie de conexión correspondiente 14"-16" del elemento de conexión 6"-8".

50 Como puede observarse también en la Fig. 4, hay al menos en uno de los espacios 9", 10" - preferiblemente en el área de la cara frontal libre 40" de la saliente local 28" - otro rodamiento 41", en particular una quinta fila de elementos de rodadura 42". Estos también ruedan a lo largo de dos carriles de rodadura 43", 44", que, sin embargo, no se encuentran en las áreas que se superponen radialmente de los respectivos elementos de conexión 6"-8" sino que puentean el espacio respectivo 9", 10" en la dirección radial. En consecuencia, los ejes de rotación de estos elementos de rodadura 42" son aproximadamente paralelos al eje de rotación del rodamiento de la pala 5", mientras que los

ángulos de apoyo de aproximadamente 0° son los correspondientes a una transmisión de potencia predominantemente o puramente radial. En la forma de realización ilustrada se trata de un rodamiento de rodillos con elementos de rodadura cilíndricos o con forma de rodillo 42" con un diámetro menor en relación con los elementos de rodadura esféricos 34", 35". Esto, sin embargo, no es obligatorio. Más bien, el diámetro también podría seleccionarse de una manera diferente, y/o en lugar de los rodillos 42" también podrían usarse para el rodamiento radial 41", elementos de rodadura en forma de bolas, agujas, conos o de tonel, o un rodamiento de fricción o cualquier otro rodamiento. Además, al menos uno de estos rodamientos radiales 41" también puede estar dispuesto en el espacio radialmente interno 9" o en el espacio radialmente externo 10" o en ambos. Para la guía axial de los elementos de rodadura en forma de rodillo 42" al menos un carril de rodadura 43", 44" puede estar formado como una depresión en forma de ranura en el respectivo elemento de conexión 6"-8".

Preferiblemente, los carriles de rodadura 32", 33", 43", 44" de un elemento de conexión 6"- 8" se forman junto con los respectivos orificios 11"-13" por medio de mecanizado o moldeado del mismo cuerpo de base común.

Dado que las dos salientes 28" del elemento de conexión central 8" están rodeadas por las ranuras 29" de los otros dos elementos de conexión 6"-8" en tres lados, un ensamblaje del rodamiento de la pala 5" solo es posible mientras que tanto el elemento de conexión radialmente más interno como por el radialmente más externo 6", 7" en el área de la respectiva ranura 29" a lo largo de una superficie horizontal 45" se subdivide en cada caso en un anillo superior 46" y en un anillo inferior 47", que se deslizan desde ambas direcciones axiales al mismo tiempo sobre las salientes 28" del elemento de conexión central 8" y recién entonces se unen entre sí, en particular se atornillan.

En la planta de energía eólica 1<sup>(3)</sup> de acuerdo con la Fig. 5, la turbina eólica 2<sup>(3)</sup> difiere de la forma de realización 1", 2" descrita anteriormente solo en ciertos detalles; La estructura básica es por su parte casi idéntica.

Una primera diferencia es que en la forma de realización 1<sup>(3)</sup>, 2<sup>(3)</sup> en lugar de un solo rodamiento radial 41, 42; 42" se prevén dos rodamientos radiales 42a<sup>(3)</sup>, 42b<sup>(3)</sup>, en concreto, por un lado, en el espacio 9<sup>(3)</sup> entre el elemento de conexión radialmente más interno 6<sup>(3)</sup> y el elemento de conexión central 8<sup>(3)</sup>, así como, por otro lado, en el espacio 10<sup>(3)</sup> entre el elemento de conexión central 8<sup>(3)</sup> y el elemento de conexión radialmente más externo 7<sup>(3)</sup>. En este caso, los elementos de rodadura de los rodamientos radiales 42a<sup>(3)</sup>, 42b<sup>(3)</sup> en cada caso pueden ser tomados de un depresión en forma de artesa de un elemento de conexión 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup>, 8<sup>(3)</sup> preferiblemente del elemento de conexión central 8<sup>(3)</sup>. Preferiblemente, los elementos de rodadura de los rodamientos radiales 42a<sup>(3)</sup>, 42b<sup>(3)</sup> están a la misma altura.

Mientras que el elemento de conexión radialmente central 8<sup>(3)</sup> apenas difiere del elemento de conexión central 8" descrito anteriormente, en los otros dos elementos de conexión 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup> hay varias desviaciones.

A diferencia de los elementos de conexión 6", 7", los elementos de conexión 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup> están en contacto directo. Esta área de contacto se encuentra en una cara frontal del elemento de conexión central 8<sup>(3)</sup>, preferiblemente en la extensión axial de un espacio 9<sup>(3)</sup>, 10<sup>(3)</sup>, en particular del espacio radialmente interno 9<sup>(3)</sup>. Aquí se encuentra una superficie exterior en forma de revestimiento cilíndrico del elemento de conexión radialmente más interno 6<sup>(3)</sup> en una superficie cilíndrica hueca dentro del elemento de conexión radialmente más externo 7<sup>(3)</sup>. Este contacto de superficie provoca un centrado de los dos elementos de conexión 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup>.

Para la formación de un contacto directo, los dos elementos de conexión externos 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup> están formados de una forma significativamente más alta en la dirección axial que el elemento de conexión central 8<sup>(3)</sup> en comparación con la forma de realización de acuerdo con la Fig. 3. En el área de la saliente en la dirección axial, al menos uno de los dos elementos de conexión 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup> presenta una banda 60 continua. Esta banda 60 llega hasta el otro elemento de conexión respectivo 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup> y forma allí un contacto a lo largo de una superficie de contacto 61.

La banda 60 está provista de agujeros 62 cuyo diámetro es mayor que el diámetro máximo de la tuerca 23 o de la cabeza 63 de un tornillo 64, que se atornilla a través del elemento de conexión central 8<sup>(3)</sup> en una pala del rotor 4. El número de agujeros 62 corresponde al número de casquillos roscados 50 en la pala del rotor 4, y su distribución sobre la circunferencia es idéntica a la distribución de los casquillos roscados 50 sobre la circunferencia de la cara frontal de la pala del rotor. Debido al mayor diámetro de los agujeros en comparación con las tuercas 23 o las cabezas de tornillo 63, es posible colocar una llave de tubo a través de las aberturas o agujeros 62 hasta un elemento roscado, es decir, introducir una tuerca 23 o una cabeza de tornillo 63, y ajustarlo de esta manera.

Preferiblemente, los extremos de los dos elementos de conexión externos 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup>, enfrentados al buje 3<sup>(3)</sup> que en cada caso sirven como una superficie de conexión 65, 66, en un plano común que es atravesado verticalmente por el eje de rotación del rodamiento. Por lo tanto, en este caso, el área 67 del buje 3<sup>(3)</sup> a atornillar también puede ser diseñado tanto de forma continua, es decir, de una sola pieza y atornillarse a las dos superficies de conexión 65, 66. En este caso, los agujeros distribuidos anularmente 68, 69 en el área 67 del buje 3<sup>(3)</sup> son atravesados por los tornillos 21<sup>(3)</sup>. Por lo tanto, estos no están atornillados desde la cara frontal del rodamiento orientada hacia la pala del rotor 4, sino desde el lado frontal del lado del buje, de tal manera que la parte inferior de las cabezas de los tornillos 70 se apoye en el lado interior de la región del buje 67. Las conexiones roscadas 21<sup>(3)</sup>, 70 de este modo son optimizadas porque los orificios 11<sup>(3)</sup>, 12<sup>(3)</sup> no se atraviesan completamente por los dos elementos de conexión externos 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup>, sino que se forman como agujeros ciegos. De este modo, solo se prevé un área de orificios 11<sup>(3)</sup>, 12<sup>(3)</sup> que presenta

la base 71 de un agujero ciego 11<sup>(3)</sup>, 12<sup>(3)</sup> con una rosca interna, de modo que los tornillos 21<sup>(3)</sup>, 70 solo se anclan allí. El área del buje atornillada 67 presenta orificios alineados 72 con los agujeros 62 de la banda 60, por lo que las tuercas 23 o las cabezas de tornillo 63 son accesibles a través de ellos.

5 Una ventaja de esta disposición es que todas las conexiones roscadas 20, 23 son accesibles desde adentro hacia afuera del buje 3<sup>(3)</sup>.

Lo mismo se aplica también a la forma de realización de una planta de energía eólica 1<sup>(4)</sup> de acuerdo con la Fig. 6, donde el rodamiento de la pala 5<sup>(4)</sup> de la forma de realización 5<sup>(3)</sup> descrita anteriormente no es diferente; solo la instalación en una planta de energía eólica 1<sup>(4)</sup> es ligeramente diferente.

10 En este caso, en concreto, el buje 3<sup>(4)</sup> y la pala del rotor 4<sup>(4)</sup> están conectados de forma inversa. Esto significa que el buje 3<sup>(4)</sup> está conectado al elemento de conexión central 8<sup>(4)</sup>, mientras que la pala del rotor 4<sup>(4)</sup> está conectada a los dos elementos de conexión externos 6<sup>(4)</sup>, 7<sup>(4)</sup>. Esto es posible por el hecho de que la pala del rotor 4<sup>(4)</sup> se divide en el área de su extremo posterior en dos mandiles separados uno del otro en la dirección radial concéntricos entre sí 73, 74, en cada caso con una superficie de conexión plana 75, 76 en la que en cada caso se distribuyen anularmente los agujeros ciegos 77, 78 provistos en cada caso de al menos un casquillo roscado 79. En este caso, los agujeros alineados 11<sup>(4)</sup>, 12<sup>(4)</sup> en los dos elementos de conexión externos 6<sup>(4)</sup>, 7<sup>(4)</sup> están diseñados como orificios pasantes sin rosca, a través de los cuales puede introducirse un tornillo para fijar la pala del rotor 4<sup>(4)</sup>.

15 La presente invención permite diversas modificaciones. Por ejemplo, la banda 60 podría estar conectada o conectarse a lo largo de la superficie de contacto 61 con el otro elemento de conexión 6<sup>(3)</sup>, 7<sup>(3)</sup> o 6<sup>(4)</sup>, 7<sup>(4)</sup> respectivo entre sí de forma puntual o plana para aumentar aún más la estabilidad. Sin embargo, el atornillado en común de ambos elementos de conexión 6, 7 con una parte común de la máquina - buje 3 o pala del rotor 4 - debería hacer que una medida de este tipo sea en general innecesaria.

**Listado de referencias**

- 1 Planta de energía eólica
- 2 Turbina eólica
- 25 3 Buje
- 4 Pala del rotor
- 5 Rodamiento de la pala
- 6 Elemento de conexión
- 7 Elemento de conexión
- 30 8 Elemento de conexión
- 9 Espacio
- 10 Espacio
- 11 Perforación
- 12 Perforación
- 35 13 Perforación
- 14 Superficie de conexión
- 15 Superficie de conexión
- 16 Superficie de conexión
- 17 Superficie frontal
- 40 18 Superficie frontal
- 19 Superficie frontal
- 20 Cabeza
- 21 Tornillo
- 22 Perno

	23	Tuerca
	24	Perforación
	25	Perforación
	26	Perforación
5	27	Eje longitudinal
	28	Saliente
	29	Ranura
	30	Superficie lateral
	31	Superficie lateral
10	32	Carril de rodadura
	33	Carril de rodadura
	34	Elemento de rodadura
	35	Elemento de rodadura
	36	Sección
15	37	Sección
	38	Sección
	39	Sección
	40	Cara frontal
	41	Rodamiento
20	42	Elemento de rodadura
	43	Carril de rodadura
	44	Carril de rodadura
	45	Superficie
	46	Anillo superior
25	47	Anillo inferior
	48	Rosca interna
	49	Rosca interna
	50	Casquillo
	51	Revestimiento de la pala del rotor
30	52	Extremo
	53	Superficie de fijación
	54	Superficie de fijación
	55	Mandil
	56	Mandil
35	57	Puente
	58	Agujero de acceso
	58	Revestimiento

	60	Banda
	61	Superficie de contacto
	62	Agujero
	63	Cabeza de tornillo
5	64	Tornillo
	65	Superficie de conexión
	66	Superficie de conexión
	67	Área
	68	Perforación
10	69	Perforación
	70	Cabeza de tornillo
	71	Base
	72	Perforación
	73	Mandil
15	74	Mandil
	75	Superficie de conexión
	76	Superficie de conexión
	77	Orificio ciego
	78	Orificio ciego
20	79	Casquillo roscado

## REIVINDICACIONES

1. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>), un gran rodamiento con un diámetro de 0,5m o más, preferiblemente para el montaje de piezas de una planta de energía eólica (1), en particular, como un rodamiento de palas (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) de una planta de energía eólica (1) con al menos tres elementos de conexión (6-8) anulares concéntricos entre sí, así como al menos parcialmente dispuestos uno dentro del otro, giratorios uno contra el otro, con al menos en cada caso una superficie de conexión plana (15-17) para la conexión a dos partes diferentes de la máquina o de la planta de energía eólica, en el que en cada caso dos elementos de conexión giratorios uno contra el otro (6-8) están separados uno del otro por medio de un espacio (9, 10) y se superponen entre sí al menos parcialmente en su extensión radial, en el que, además, en el área de un espacio (9, 10) en las áreas superpuestas de los elementos de conexión de forma anular (6-8) se prevén al menos dos filas en cada caso de elementos de rodadura esféricos (34, 35), que en cada caso ruedan a lo largo de dos carriles de rodadura (32, 33) que se superponen al menos parcialmente entre sí en la dirección radial, en que los puntos centrales de los elementos de rodadura esféricos de las cuatro filas de bolas se desplazan a lo largo de cuatro trayectorias circulares alrededor del eje de rotación del rodamiento de rodillos cuyos puntos de intersección se encuentran de forma radial a través de un plano transversal del rodamiento de rodillos a su eje de rotación en las esquinas de un cuadrilátero, en el que el elemento de conexión más interno radialmente (6), así como el elemento de conexión más externo radialmente (7) están conectados a la pieza de la máquina o de la planta y el elemento de conexión radialmente central (8) está conectado en la otra pieza de la máquina o planta respectiva, caracterizada por que,
- a) al menos una fila de rodamientos de palas (42) cuyos carriles de rodadura no se superponen en la dirección radial, en la que
- b1) los elementos de rodadura (42), cuyos carriles de rodadura no se superponen en la dirección radial, se desplazan en la cara frontal libre (40) de al menos una de las salientes (28) del elemento de conexión central (8) y están dispuestos entre dos filas de elementos de rodadura esféricos (34,35), cuyos carriles de rodadura (32, 33) curvados de forma cóncava se superponen en la dirección radial y en un punto de reflexión en la intersección de un plano principal (HA) con un eje central (MA) paralelo al eje de rotación del rodamiento por debajo del radio del punto medio de un anillo de elementos de fijación (13) del elemento de conexión central (8), son en cada caso simétricos con respecto a las secciones transversales de los carriles de rodadura curvados de forma cóncava en sección transversal de la fila de bolas en cada caso diagonal, es decir, desplazada de forma axial y radial, o
- b2) la línea de conexión entre dos esquinas diametralmente opuestas del cuadrilátero de las trayectorias circulares de los puntos centrales de los elementos de rodadura (34,35) que ruedan entre dos carriles de rodadura que se superponen entre sí en la dirección radial en cada una de las dos filas respectivas de bolas (34,35) en cada caso, la línea de conexión entre los centros de las áreas de escuadra curvados de forma cóncava en sección transversal de ambas secciones transversales de los carriles de rodadura curvados de forma cóncava en sección transversal de una fila de bolas (34,35) se cruzan aproximadamente en ángulo recto.
2. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según la reivindicación 1, caracterizado por que el elemento de conexión (8) central está articulado en la dirección axial en al menos tres secciones, a saber, una primera, en su área que limita con la superficie de conexión (16), una segunda, en su área que limita con su cara frontal opuesta, así como una tercera, el área dispuesta entre ellas, que salta igualmente hacia adelante o hacia atrás en la dirección radial con respecto a las dos primeras.
3. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada por que los elementos de rodadura esféricos (34, 35) de diferentes filas en las posiciones radiales correspondientes entre sí sean del mismo tamaño y/o por que los elementos de rodadura esféricos (34, 35) de las cuatro filas sean del mismo tamaño.
4. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que en el elemento de conexión central (8) y/o en uno o ambos de los otros elementos de conexión respectivos (6, 7) se prevén en cada caso elementos de fijación distribuidos anularmente, por ejemplo, orificios de fijación (12,13), preferiblemente orificios pasantes de con ejes longitudinales paralelos al eje de rotación del rodamiento, en particular sin rosca interna, en donde preferiblemente al menos dos, preferiblemente las cuatro filas de bolas presentan en cada caso distancias iguales (A, A', B, B') al radio del punto central del anillo de elementos de fijación (13) del elemento de conexión central (8).
5. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las secciones transversales del carril de rodadura de una fila de elementos de rodadura con respecto a un plano principal (HA) del rodamiento de rodillos (5; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) son simétricas en espejo a las secciones transversales de una fila de bolas con desplazamiento axial, y/o por que las secciones transversales del carril de rodadura de una fila de elementos de rodadura son simétricas en espejo con respecto a un eje central (27; MA) paralelo al eje de rotación del rodamiento en el plano de la sección transversal a las secciones transversales del carril de rodadura de una fila de bolas.
6. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

caracterizada por que los ángulos de apoyo de los elementos de rodadura esféricos que ruedan respectivamente entre dos carriles de rodadura que se superponen al menos parcialmente en la dirección radial alcanzan los 45° o más, preferiblemente 50° o más, en particular 60° o más, preferiblemente 90°

- 5 7. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que al menos otra posición del rodamiento (41), cuyo ángulo de apoyo es inferior a 45°, por ejemplo, igual o inferior a 40°, preferiblemente igual o inferior a 30°, en particular alrededor de 0°, en donde esta otra posición del rodamiento (41) está diseñada preferiblemente como un rodamiento de rodillos, en donde preferiblemente los elementos de rodadura (42) ruedan con un ángulo de apoyo de menos de 45° entre dos carriles de rodadura (43, 44), que se encuentran de forma radial de forma adyacente al área de superposición radial de los respectivos elementos de conexión (6-8), y/o en donde los elementos de rodadura con un ángulo de apoyo de menos de 45° están diseñados en forma de rodillo o cilindro con un eje longitudinal que está alineado de forma paralela al eje de rotación del rodamiento.
- 10 8. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el elemento de conexión central (8) o uno o ambos de los otros elementos de conexión respectivos (6, 7) se subdivide/n a lo largo de un plano principal del rodamiento (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>).
- 15 9. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que un elemento de conexión externo o ambos elementos de conexión externos en una cara frontal rodea/n el elemento de conexión central en un lado frontal del mismo, en particular lo rodea/n de tal manera que, con la inclusión de los elementos de rodadura, resulta una conexión positiva.
- 20 10. Disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los dos elementos de conexión externos limitan entre sí.
- 25 11. Planta de energía eólica (1) con una turbina eólica (2) que gira alrededor de un eje algo paralelo a la dirección del viento, en el que a partir del buje (3; 3'; 3"; 3<sup>(3)</sup>; 3<sup>(4)</sup>) del rotor están dispuestas de forma giratoria una o preferiblemente múltiples palas de rotor (4) alargadas que se proyectan de forma aproximadamente radial, así como respectivamente por medio de un rodamiento de la pala (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) alrededor de su eje longitudinal, así como uno o múltiples o todos los rodamientos de la pala (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) están diseñados como la disposición de rodamiento de rodillos (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 30 12. Planta de energía eólica (1) según la reivindicación 11, caracterizado por que los tornillos o pernos que penetran en el elemento de conexión central (8) se atornillan en el extremo posterior de la pala del rotor (4) o en el buje (3, 3', 3", 3<sup>(3)</sup>, 3<sup>(4)</sup>) o se conectan con esto/s, en particular por medio de uno de los elementos de anclaje insertado (50) en la pala del rotor (4), preferiblemente un elemento de anclaje (50) con una rosca interna.
- 35 13. Planta de energía eólica (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, caracterizada por que los tornillos o pernos que penetran en el elemento de conexión radialmente más interno y radialmente más externo (6, 7) se atornillan en el buje (3, 3', 3", 3<sup>(3)</sup>, 3<sup>(4)</sup>) o en el extremo posterior de la pala del rotor (4) o se conectan con esto/s.
- 40 14. Planta de energía eólica (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizada por que en el buje (3, 3', 3", 3<sup>(3)</sup>, 3<sup>(4)</sup>) o en la pala del rotor (4) se prevé un área de conexión, por ejemplo, con dos mandiles (55, 56) dispuestos de forma concéntrica entre sí, para la conexión al elemento de conexión radialmente más interno y radialmente más externo (6, 7) del rodamiento de las palas (5; 5'; 5"; 5<sup>(3)</sup>; 5<sup>(4)</sup>).
15. Planta de energía eólica (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizada por que al menos en un área de conexión preferiblemente en forma de horquilla se accede a los tornillos o pernos de fijación, o los elementos de fijación similares (22) del elemento de conexión central (8) a través de perforaciones de inspección (58).

Fig.1

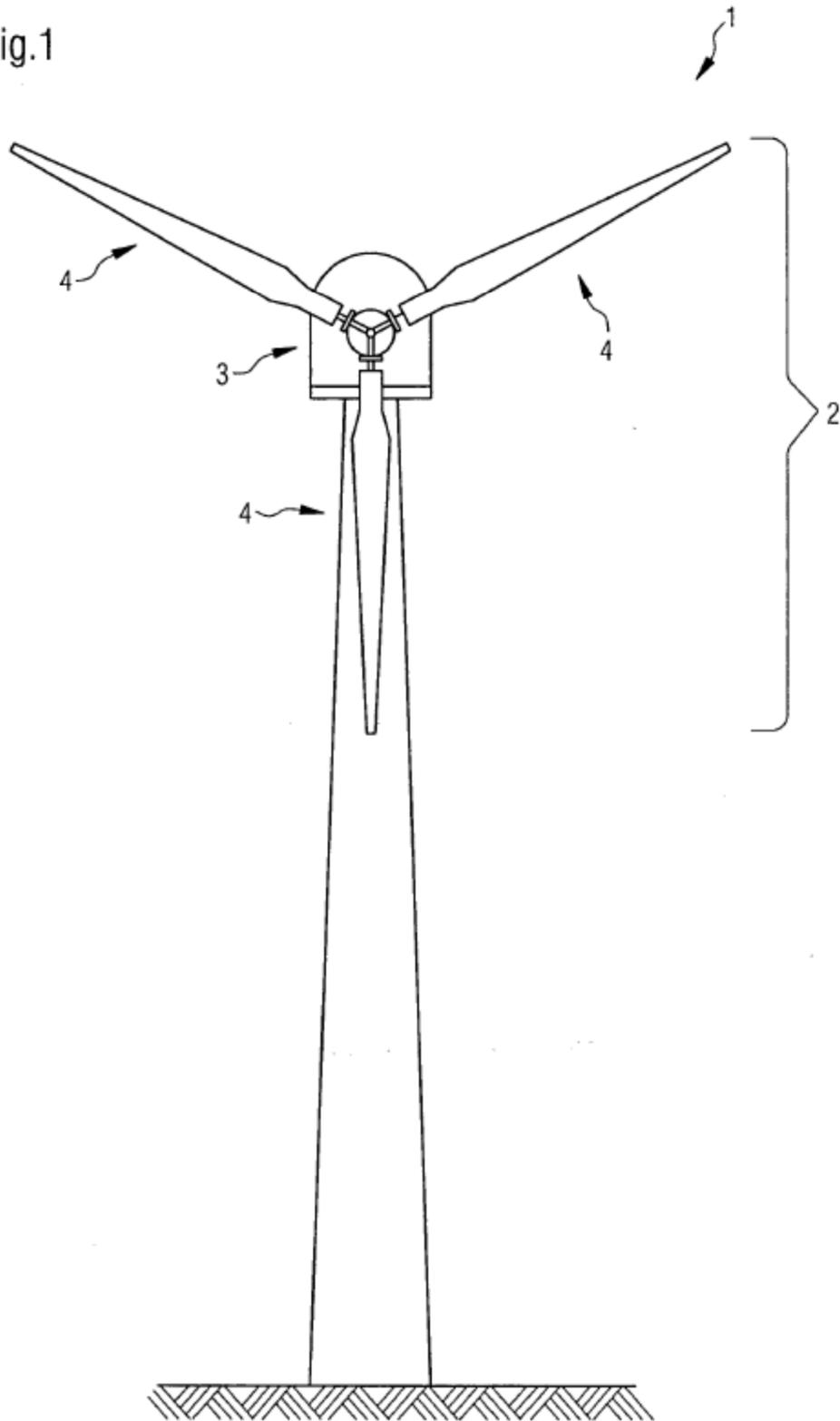


Fig.2

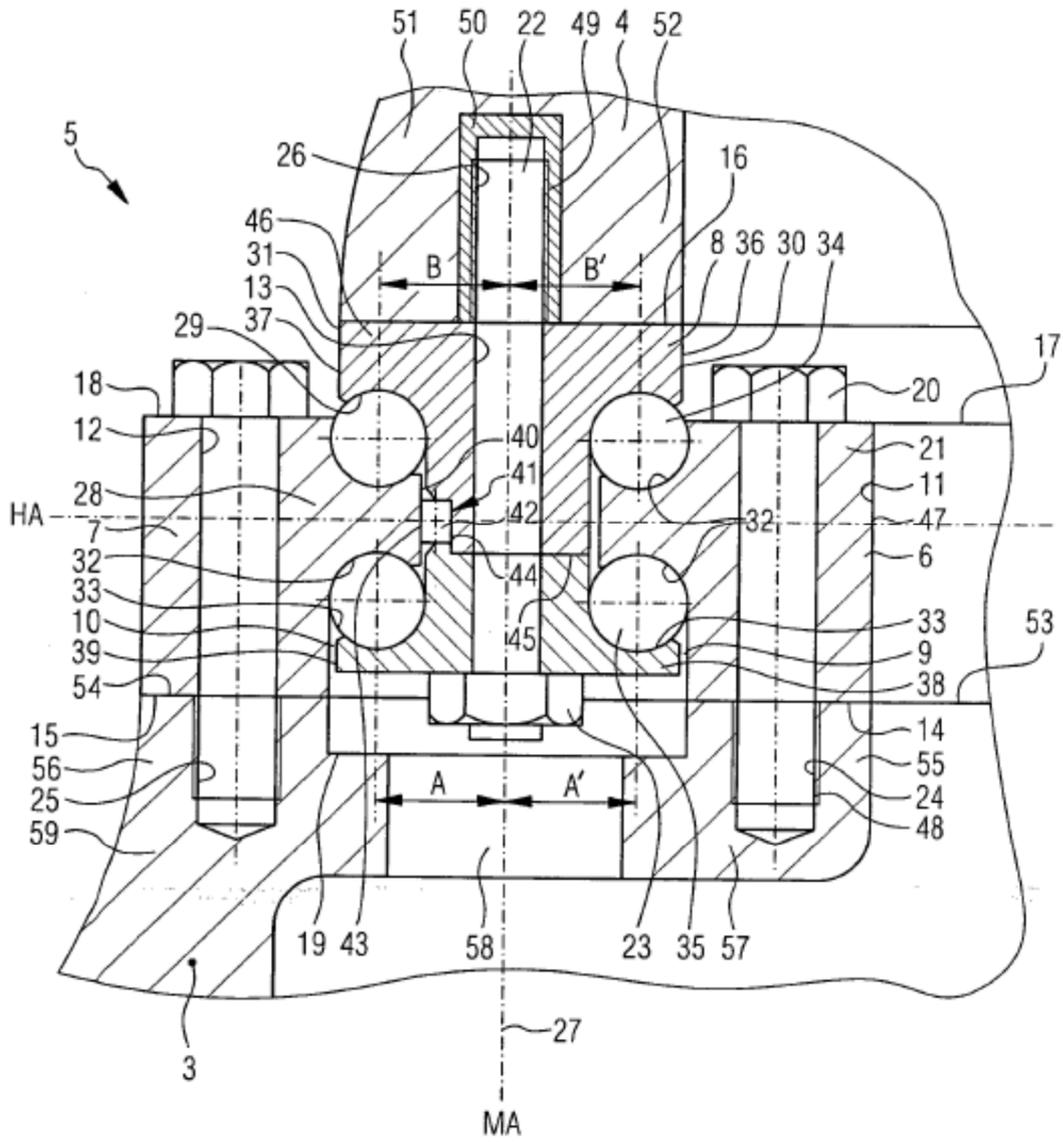


Fig.3

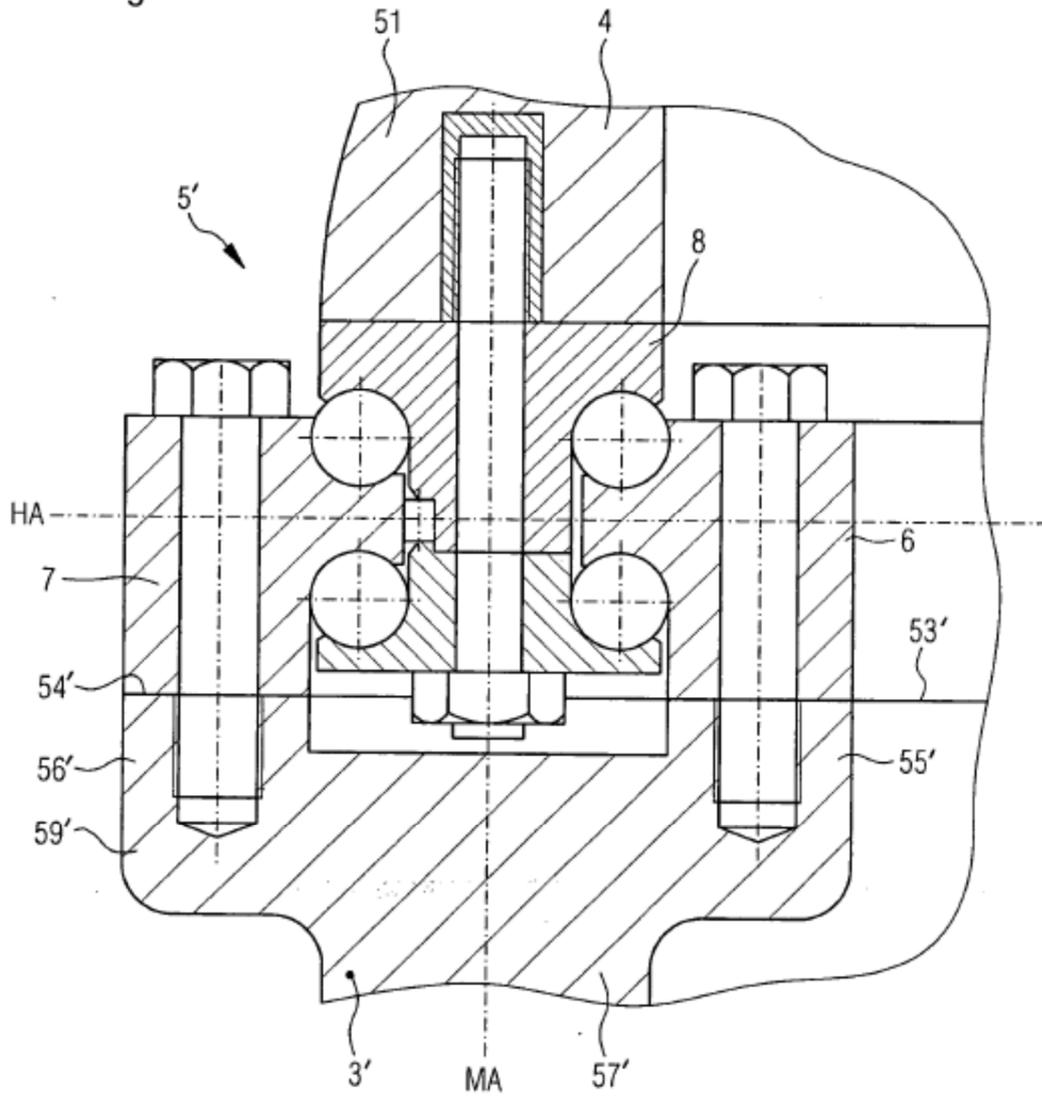


Fig.4

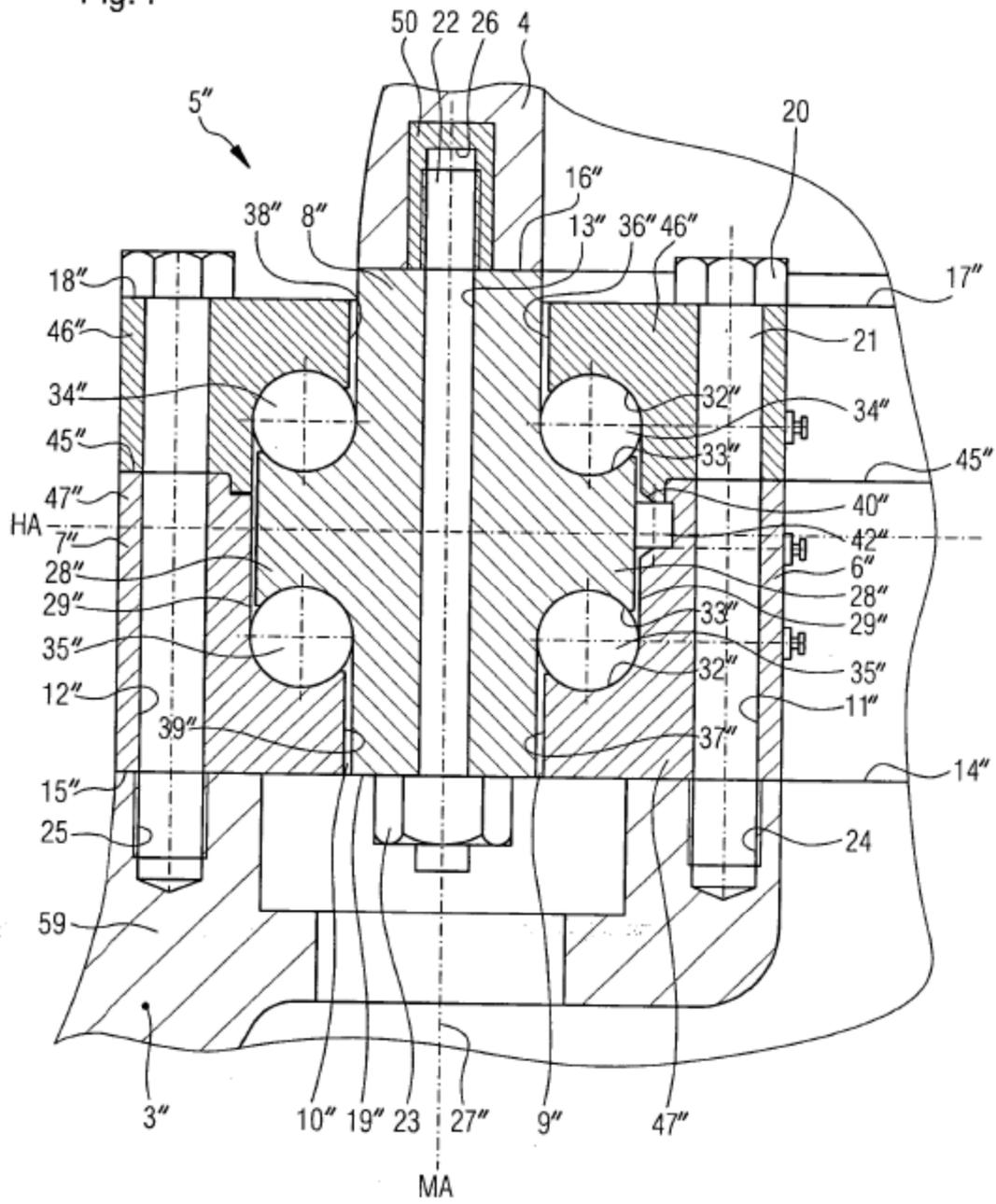


Fig.5

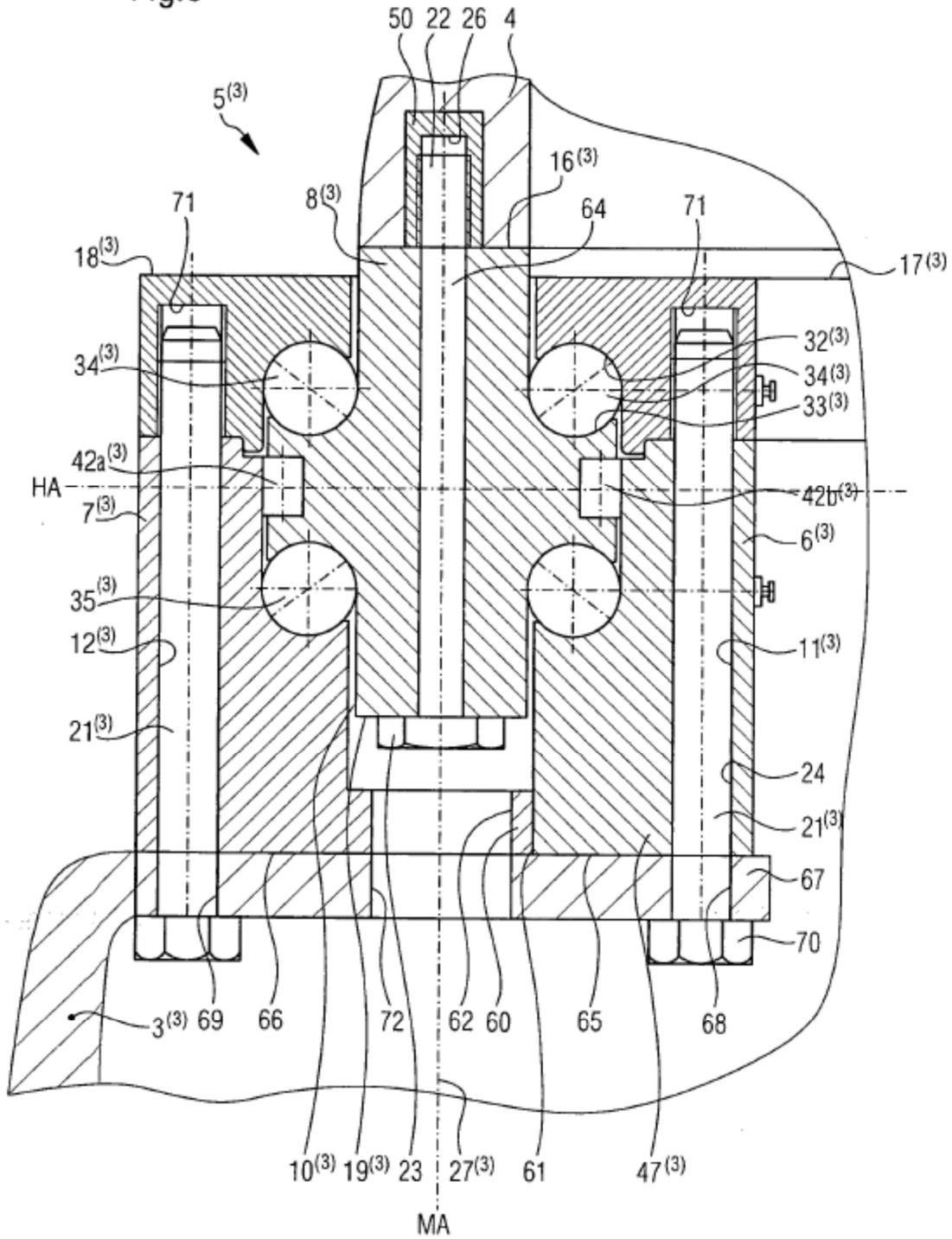


Fig.6

