

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 832**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2012 E 12008157 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2740932**

54 Título: **Instalación de energía eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.10.2016

73 Titular/es:
**NORDEX ENERGY GMBH (100.0%)
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:
**NICKEL, VIKTOR;
NITZPON, JOACHIM;
KÄSTNER, BERNHARD y
FABER, AXEL**

74 Agente/Representante:
ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 585 832 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

Instalación de energía eólica

- 5 La presente invención se refiere a una instalación de energía eólica con un cubo de rotor, un generador y un árbol de accionamiento que transmite un momento de giro recibido a través del cubo de rotor a un árbol de entrada del generador.

10 Por el documento EP2397690A1 se dio a conocer una instalación de energía eólica con un árbol flexible. La instalación de energía eólica presenta un soporte de máquina y un sistema de generador montado en el costado de sotavento. Además, está previsto un cubo de rotor montado sobre un árbol sobre el soporte de máquina. El árbol transmite las cargas de la corriente de viento y del peso del cubo de rotor y de las palas de rotor unidas a este (carga de viento y de peso) al soporte de máquina y está unido fijamente al cubo de rotor y al sistema de generador, para transmitir un momento de giro del cubo de rotor al sistema de generador. El árbol es un árbol concebido de forma anisotrópica mecánicamente que limita los momentos de flexión entre el cubo de rotor y el sistema de generador y que está hecho de un material anisotrópico compuesto de fibras. Por su anisotropía, el árbol de rotor por una parte es flexible en el sentido axial, y por otra parte, es rígido a la torsión en el sentido circunferencial. Dado que la flexibilidad del árbol evita la transmisión de momentos de flexión entre el rotor y el generador, se reduce una fatiga de material en estos componentes. Los extremos del árbol de rotor pueden estar provistos de bridas de unión metálicas unidas por clavijas a los extremos del árbol de un material compuesto de fibras.

20 Por el documento EP1677005B1 se dio a conocer una instalación de energía eólica con un doble rodamiento de rodillos. La instalación de energía eólica comprende un árbol principal en el que están montadas las palas de la turbina eólica. Está previsto un engranaje con el que una rotación del árbol principal se multiplica a números de revoluciones más altos para emitirse a un árbol de salida. Un generador es accionado por el árbol de salida del engranaje. Un acoplamiento une el árbol principal a un árbol de entrada del engranaje. Un rodamiento de rodillos cónicos de dos filas soporta el árbol principal para recibir la totalidad de la carga radial, la carga de empuje y la carga de flexión y no transmitir las al engranaje. El acoplamiento entre el árbol principal y el árbol de entrada del engranaje se realiza a través de un acoplamiento dentado.

30 Por el documento WO02/33254A1 se dio a conocer una instalación de energía eólica con un árbol de turbina soportado en dos puntos y con un árbol de generador unido a este. El árbol de generador acciona un rotor interior del generador y está soportado en dos puntos con respecto al estator. El estator exterior está asegurado en su posición mediante un acoplamiento no giratorio, y el acoplamiento sustancialmente no ejerce ningún momento de flexión y ninguna fuerza axial sobre el estator cuando se produce una flexión del árbol de turbina a causa de las fuerzas atacantes del cubo de rotor.

40 Por el documento WO2011/061363A1 se dio a conocer una instalación de energía eólica con una cadena cinemática accionada directamente. La cadena cinemática presenta un árbol principal y un árbol de generador, accionando el árbol de generador un generador de imán permanente. El generador y el cubo de rotor de la instalación de energía eólica están dispuestos en lados opuestos de un soporte de máquina. El cubo de rotor se soporta para un soporte de máquina por medio de un rodamiento principal, de tal forma que no se produce ninguna transmisión de momentos de flexión a través del árbol principal. Las conexiones entre el rodamiento principal, el árbol principal y el árbol de generador están concebidas de tal forma que el momento de giro del rotor eólico es transmitido al árbol de generador sin momento de flexión.

50 Por el documento EP2143942A1 se dio a conocer una instalación de energía eólica que presenta un generador accionado directamente con una disposición de estator interior y una disposición de rotor exterior. Un árbol exterior estacionario y un árbol interior giratorio de una sola pieza poseen un eje central. A través de dos rodamientos, el árbol interior giratorio está soportado dentro del árbol exterior estacionario, estando dispuesto un rodamiento atrás en el extremo del árbol interior detrás del estator del generador.

55 Por el documento DE102011008029A1 se dio a conocer una instalación de energía eólica que presenta un soporte de máquina y, en lados opuestos del soporte de máquina, un rotor y un generador, estando acoplados el rotor y el generador uno a otro a través de un árbol de accionamiento constituido por un árbol de rotor y un árbol de generador y un acoplamiento dispuesto entre estos que acopla las secciones de árbol una a otra sin engranaje. El generador presenta un rotor exterior. El árbol de generador unido al rotor del generador está soportado por medio de rodamientos sobre el soporte de estator del rotor, estando dispuestos los rodamientos fuera en el soporte de estator y lateralmente con respecto al estator.

La invención tiene el objetivo de proporcionar una instalación de energía eólica con un concepto de cadena cinemática en el que un generador realizado como inducido exterior está dispuesto detrás de la torre y por los componentes de la cadena cinemática y su disposición no cabe esperar cambios de holgura esenciales.

5

Según la invención, la instalación de energía eólica presenta un cubo de rotor al que está fijada al menos una pala de rotor. Además, la instalación de energía eólica presenta un generador que presenta un rotor exterior y un estator interior. El árbol de accionamiento de la instalación de energía eólica presenta una sección de árbol de generador unida al rotor del generador. Esta sección de árbol de generador está soportada dentro del estator del generador a

10

través de un rodamiento de rodillos cónicos de doble fila o dos rodamientos de rodillos cónicos de una sola fila. La instalación de energía eólica según la invención presenta un soporte de máquina que está unido al estator del generador.

Según la invención, el árbol de accionamiento de la instalación de energía eólica también presenta una sección de

15

árbol de rotor unida al cubo de rotor, que a través de un segundo rodamiento está soportado con respecto al soporte de máquina. De manera ventajosa, en la instalación de energía eólica, la sección de árbol de rotor está realizada como componente separado.

Preferentemente, la sección de árbol de generador presenta una zona que se estrecha de forma cónica en dirección

20

hacia el cubo de rotor.

De manera ventajosa, la sección de árbol de generador presenta una zona cilíndrica en la que se produce su soporte. Preferentemente, la zona cilíndrica está dispuesta en el lado de la sección de árbol de generador, opuesto al cubo de rotor.

25

Preferentemente, en la instalación de energía eólica según la invención, la sección de árbol de generador está soportada de forma excéntrica dentro del estator del generador. De manera especialmente preferible, la sección de árbol de generador está soportada en su mitad orientada en sentido contrario al cubo de rotor.

30

Preferentemente, el rodamiento de rodillos cónicos de doble fila o los dos rodamientos de rodillos cónicos de una sola fila de la sección de árbol de generador presentan una configuración en O.

35

En una forma de realización preferible, la sección de árbol de rotor presenta en su sentido axial una longitud que es menor que el diámetro máximo de la sección de árbol de rotor en la zona de su conexión al cubo de rotor. El diámetro máximo de la sección de árbol de rotor está dado por el diámetro máximo de la sección de árbol de rotor en un plano perpendicular con respecto al eje de la sección de árbol de rotor. Esta configuración de la sección de árbol de rotor permite una realización especialmente corta de la sección de árbol de rotor. Mediante la realización corta de la sección de árbol de rotor se ahorra peso. Además, la configuración compacta ofrece ventajas para la fabricación de la sección de árbol de rotor. La conformación de la sección de árbol de rotor se optimizó de tal forma que se puede exponer a altas sollicitaciones mecánicas y no obstante fabricarse de manera sencilla mediante un proceso de fundición. Es de importancia que la configuración de la sección de árbol de rotor permite usar moldes de fundición tales como coquillas de fundición configurados con una forma sencilla. Asimismo, por la configuración de la sección de árbol de rotor durante el proceso de fundición es posible una solidificación orientada del cuerpo de fundición. De esta manera, se evitan centros térmicos cerrados en el cuerpo de fundición durante su proceso de enfriamiento.

45

Preferentemente, la instalación de energía eólica presenta un árbol de accionamiento que presenta una sección de árbol de rotor unida al cubo de rotor, una sección de árbol de generador unida al rotor del generador y una sección de árbol intermedio que está unida a la sección de árbol de rotor y a la sección de árbol de generador. Especialmente, en la instalación de energía eólica, la sección de árbol de rotor puede estar realizada como

50

componente separado que está unido a la sección de árbol intermedia.

El cubo de rotor, el rotor del generador y el árbol de accionamiento que une el cubo de rotor y el generador rotan al menos alrededor de ejes paralelos, preferentemente alrededor de un eje común. Por el sentido del eje de rotación alrededor del que rota el árbol de accionamiento se describe el sentido axial del árbol de accionamiento. La sección de árbol unida al cubo de rotor presenta en su lado orientado en sentido axial hacia el cubo de rotor una zona en sentido axial en la que está unida al cubo de rotor, la zona de su conexión al cubo de rotor. La unión entre el cubo de rotor y la sección de árbol de rotor unida a este se realiza preferentemente por ejemplo por unión atornillada y/o por clavijas y/o por apriete y/o por remachado. En el caso de la unión atornillada, preferentemente, el cubo de rotor y la sección de árbol de rotor pueden presentar taladros respectivamente con o sin rosca interior por la que se enrosca el

55

- extremo de un tornillo asegurado por una tuerca enroscada sobre el mismo, o por la que se enrosca un perno roscado asegurado bilateralmente por tuercas. Además, o bien el cubo de rotor puede presentar un taladro continuo con o sin rosca interior y la sección de árbol de rotor unida al mismo puede presentar un taladro ciego con rosca o el cubo de rotor presenta un taladro ciego con rosca interior y la sección de árbol de rotor unida al mismo presenta un taladro continuo con o sin rosca interior. Entonces, para la fijación, un tornillo se enrosca en primer lugar en el taladro continuo, siempre que el taladro presente una rosca, y después en el taladro ciego. En la zona en la que se realiza una unión de este tipo entre el cubo de rotor y la sección de árbol de rotor unida al mismo, el diámetro exterior máximo de la sección de árbol de rotor es mayor que la longitud de la sección de árbol de rotor, unida al cubo de rotor, en su sentido axial. La unión entre el cubo de rotor y la sección de árbol de rotor unida al mismo se encuentra en el sentido radial preferentemente en la zona exterior del diámetro exterior máximo de la sección de árbol de rotor, es decir, en la zona entre 85% y 99% del diámetro exterior máximo, preferentemente entre 92% y 98% del diámetro exterior máximo y de forma especialmente preferible entre 94% y 97% del diámetro exterior máximo.
- 15 La unión entre el cubo de rotor y la sección de árbol de rotor se realiza preferentemente en uno o varios círculos concéntricamente alrededor de un eje común del cubo de rotor y de la sección de árbol de rotor, alrededor del que rotan ambos. Preferentemente, los elementos de unión tales como tornillos, remaches, pernos, clavijas están dispuestos en el sentido circunferencial uniformemente en el o los círculos alrededor del eje común del cubo de rotor y de la sección de árbol de rotor, pudiendo estar dispuestos en diferentes círculos un número distinto de elementos de unión. Al mismo tiempo, todos o algunos de los elementos de unión en uno o varios de los círculos en los que están dispuestos los elementos de unión pueden usarse para unir un disco de retención para la instalación de energía eólica a la sección de árbol de rotor.

La relación del diámetro máximo de la sección de árbol de rotor con respecto a su longitud en el sentido axial es especialmente de 1,5:1 como mínimo y de 3:1 como máximo, preferentemente de 2:1 como mínimo y de 2,5:1 como máximo y de forma especialmente preferible de 2,2:1 como mínimo y de 2,3:1 como máximo. Las ventajas de una relación elegida de esta manera entre el diámetro máximo de la sección de árbol de rotor y su longitud en el sentido radial consisten en un flujo optimizado de las fuerzas ejercidas por el rotor sobre la sección de árbol de rotor, en una geometría optimizada para la fabricación de la sección de árbol de rotor, especialmente en el caso de la fabricación como pieza de fundición, y en una geometría optimizada de la sección de árbol de rotor, para poder montar además de manera sencilla un disco de retención y/o un disco de freno o segmentos de un disco de freno en la sección de árbol de rotor.

En una variante preferible de la invención, la sección de árbol de rotor presenta en su extremo en dirección hacia el cubo de rotor una primera zona de brida que a través de una curvatura se convierte en un cuerpo de árbol que en una forma de realización preferible está realizado de forma cilíndrica con respecto al eje de la sección de árbol de rotor. Preferentemente, la curvatura describe un ángulo con respecto al eje de la sección de árbol de rotor, de tal forma que la zona de brida sobresale del cuerpo de árbol hacia fuera. Este ángulo es de 70° a 110°, preferentemente de 85° a 95° y de forma especialmente preferible de 90°. La sección de árbol de rotor puede terminar con la zona de brida, pero también puede presentar la zona de brida en su zona final, pero continuar también en el sentido axial más allá de la zona de brida en dirección hacia el cubo de rotor. Alternativamente, el cuerpo de árbol también se puede extender de forma cónica con respecto al eje de la sección de árbol de rotor, preferentemente con un ángulo constante con respecto al eje de la sección de árbol de rotor, que preferentemente es inferior a 10° y de forma especialmente preferible inferior a 5°.

La relación del diámetro máximo de la sección de árbol de rotor con respecto al diámetro exterior de un cuerpo de árbol cilíndrico o con respecto al diámetro exterior mínimo de un cuerpo de árbol que se estrecha de forma cónica en dirección hacia el cubo de rotor o con respecto al diámetro exterior máximo de un cuerpo de árbol que se ensancha de forma cónica en dirección hacia el cubo de rotor se sitúa preferentemente entre 1,2:1 y 2:1, de forma especialmente preferible entre 1,3:1 y 1,7:1 y de forma particularmente preferible entre 1,4:1 y 1,5:1. De esta relación resulta la medida en que la zona de brida sobresale del cuerpo de árbol en la base de la brida.

La medida absoluta del saliente de la zona de brida resulta de la diferencia del diámetro máximo de la sección de árbol de rotor con respecto al diámetro exterior de un cuerpo de rotor cilíndrico o con respecto al diámetro exterior mínimo de un cuerpo de árbol que se estrecha de forma cónica en dirección hacia el cubo de rotor o con respecto al diámetro exterior máximo de un cuerpo de árbol que se ensancha de forma cónica en dirección hacia el cubo de rotor. Preferentemente, este saliente de la zona de brida no está curvado totalmente sino realizado de forma recta después de la curvatura. Preferentemente, el 15% a 60% exterior del saliente es recto, preferentemente el 20% a 50% exterior del saliente es recto y de forma especialmente preferible, el 30% a 40% exterior del saliente es recto.

- Mediante la curvatura en la sección de árbol de rotor para la formación de la zona de brida se crea una zona de brida que sobresale hacia fuera y que está realizada de forma íntegra con la sección de árbol de rotor y no se tiene que fijar como componente separado a la sección de árbol de rotor. Más bien, la sección de árbol de rotor unida al
- 5 cubo de rotor puede fabricarse como pieza de fundición de hierro de fundición. Preferentemente, el hierro de fundición está provisto de grafito esferoidal, es decir que es un material de fundición basado sustancialmente en hierro, carbono y silicio y en el que el carbono existe preponderantemente en forma de partículas esféricas de grafito. Los materiales de este tipo son conocidos especialmente por la norma DIN EN 1563:2012-03 de marzo de 2012. De manera especialmente preferible, el hierro de fundición con grafito esferoidal del que se compone la
- 10 sección de árbol de rotor presenta una estructura que contiene ferrita y que es especialmente la estructura predominante en el material. El material de fundición de la sección de árbol de rotor presenta después de la fabricación preferentemente un alargamiento de rotura de 12% como mínimo, de forma especialmente preferible de 15% como mínimo, de forma particularmente preferible de 17% como mínimo de forma óptima de 18% como mínimo, medido en muestras de probetas fundidas con un grosor de pared $t \leq 30$ mm que se fabricaron
- 15 mediante mecanización (determinado según la norma DIN EN 1563:2012-03 de marzo de 2012, véase especialmente la tabla 1). Además, el material de fundición de la sección de árbol de rotor presenta después de su fabricación preferentemente una resistencia a la tracción de 300 MPa como mínimo, de forma especialmente preferible de 350 MPa como mínimo, de forma particularmente preferible de 380 MPa como mínimo y de manera óptima de 400 MPa como mínimo, igualmente medida en muestras de probetas fundidas con un grosor de pared
- 20 decisivo $t \leq 30$ mm que se fabricaron mediante mecanización (determinada según la norma DIN EN 1563:2012-03 de marzo de 2012, véase especialmente la tabla 1). De manera especialmente ventajosa, el material de fundición de la sección de árbol de rotor presenta tanto el valor óptimo del alargamiento de rotura de 18% como mínimo como el valor óptimo de la resistencia a la tracción de 400 MPa como mínimo. Como material de fundición de la sección de árbol de rotor cabe mencionar como posibles materiales ventajosos especialmente los materiales EN-GJS-400-18 y
- 25 EN-GJS-400-18-LT indicados en la norma DIN EN 1563:2012-03 de marzo de 2012. Mediante un bebedero lateral (suministro de material) en el cuerpo de árbol, preferentemente en el extremo del cuerpo de árbol, situado en el lado del generador, es posible un comportamiento de enfriamiento y de solidificación especialmente favorable, siendo la zona de brida, situada en el lado del cubo, de la sección de árbol de rotor, la primera en enfriarse y solidificarse. Con una longitud de la sección de árbol de rotor de 1,30 m a 1,90 m y un diámetro máximo de la sección de árbol de
- 30 rotor de 3 m a 4 m, el tiempo de solidificación de la sección de árbol de rotor preferentemente es inferior a 4 horas, de forma especialmente preferible inferior a 3 horas y de forma particularmente preferible inferior a 2 horas. Después de la solidificación, la zona del bebedero en la pieza de fundición en la que se han acumulado escoria e impurificaciones se elimina como cabeza saliente.
- 35 El rodamiento que soporta la sección de árbol de rotor preferentemente está realizado como rodamiento de rodillos cónicos. Un rodamiento de rodillos cónicos de doble fila ofrece la ventaja de que los momentos de flexión y las fuerzas que atacan en los sentidos axial y radial pueden ser absorbidas por el rodamiento de rodillos cónicos de doble fila y ser desviadas al soporte de máquina sin ser transmitidas a través de la sección de árbol siguiente, en el lado del generador, del árbol de accionamiento. Para soportar el rodamiento sobre la sección de árbol de rotor, el
- 40 cuerpo de árbol de la sección de árbol de rotor puede presentar además uno o varios salientes que sobresalen hacia fuera. Preferentemente, la superficie de contacto del rodamiento está dispuesta en los salientes radiales en sentido axial en dirección hacia el generador. Preferentemente, todos los salientes radiales están dispuestos en un plano perpendicular con respecto al eje de la sección de árbol de rotor. Un saliente radial puede estar realizado de forma circunferencial alrededor de la circunferencia de la sección de árbol de rotor o estar realizado sólo en secciones
- 45 parciales del contorno. En este saliente, el anillo interior del soporte, que también puede estar realizado en varias piezas, puede estar soportado tanto en el lado del cubo como en el lado del generador. El soporte se puede realizar o bien directamente o bien a una distancia por medio de uno o varios elementos distanciadores, preferentemente por medio de uno o varios anillos distanciadores. En una forma de realización preferible, el saliente que sobresale radialmente hacia fuera o varios salientes que sobresalen hacia fuera presentan taladros, o bien taladros ciegos con
- 50 una abertura en el lado del cubo del saliente o de los salientes, o bien taladros continuos. Estos presentan preferentemente una rosca interior. Con tornillos avellanados o pernos roscados y tuercas, con la ayuda de los taladros se pueden fijar un disco de freno o segmentos de disco de freno al saliente radial o a los salientes radiales. Preferentemente, todos los taladros están dispuestos en un radio alrededor del eje de la sección de árbol de rotor.
- 55 Con respecto a la longitud de la sección de árbol de rotor en el sentido axial, el saliente radial o los salientes radiales están dispuestos aproximadamente en el centro de la sección de árbol de rotor. Esto quiere decir especialmente que el centro del saliente o de los salientes está alejado del extremo, situado en el lado del cubo, de la sección de árbol de rotor, con respecto a la longitud axial de la sección de árbol de rotor, como máximo 50%, preferentemente de 30% a 45% y de forma especialmente preferible de 35% a 42%. El saliente radial o los salientes radiales

preferentemente están dispuestos en la zona de la sección de árbol de rotor que todavía no presenta ninguna curvatura, especialmente en la zona en sentido axial que está situada directamente a continuación de la zona curvada. La distancia entre la zona curvada y el extremo, situado en el lado del cubo, del saliente radial o de los salientes radiales asciende especialmente a hasta 10% de la longitud de la sección de árbol de rotor en el sentido axial, preferentemente hasta 5% y de forma especialmente preferible hasta 3% de la longitud de la sección de árbol de rotor en el sentido axial. De manera especialmente preferible, la zona curvada de la sección de árbol de rotor se convierte directamente en el saliente radial o los salientes radiales. En su extremo situado en el lado del generador, la sección de árbol de rotor puede presentar una superficie, especialmente perpendicular con respecto al eje de la sección de árbol de rotor, que presenta al menos un taladro ciego con rosca. Por medio de este taladro se pueden

5
10

inmovilizar por unión atornillada cuerpos de posicionamiento, por ejemplo con la ayuda de tornillos que se enroscan en los taladros, de manera que con los cuerpos de posicionamiento, el rodamiento de la sección de árbol de rotor puede inmovilizarse en el sentido axial y, dado el caso, también pretensarse.

En una forma de realización preferible de la invención, la primera zona de brida presenta además taladros adicionales que presentan otra distancia con respecto al eje de la sección de árbol de rotor que los taladros que unen el cubo y la sección de árbol de rotor. Estos taladros presentan preferentemente una rosca. Mediante estos taladros, un disco de retención se puede fijar por unión atornillada a la primera zona de brida empleando especialmente tornillos. El disco de retención se dispone preferentemente en el lado de generador de la primera zona de brida.

20

En una forma de realización preferible están dispuestos taladros en la primera zona de brida de la sección de árbol de rotor para la fijación del disco de retención en dos círculos alrededor del eje de la sección de árbol de rotor con diferentes radios, y el disco de retención y la sección de árbol de rotor se atornillan con la ayuda de los taladros en uno de los dos círculos, preferentemente en un primer paso de montaje (premontaje), y con la ayuda de los taladros en el otro de los dos círculos se atornilla el disco de retención, la sección de árbol de rotor y el cubo de rotor, preferentemente en un segundo paso de montaje (montaje final).

25

Por medio del disco de retención que presenta uno o varios taladros de retención a una distancia del eje de la sección de árbol de rotor, superior al radio máximo de la primera zona de brida, el rotor de la instalación de energía eólica se puede inmovilizar pasando un perno por al menos un taladro de retención.

30

En una forma de realización preferible, la sección de árbol de rotor está provista en su extremo orientado hacia el generador, de una segunda sección de brida que sobresale radialmente hacia dentro. La segunda sección de brida presenta preferentemente taladros distribuidos por su contorno, previstos para la unión a una sección de árbol adicional, preferentemente una sección de árbol intermedia, o a un plano de compensación dispuesto delante de dicha sección de árbol adicional. En caso de existir una sección de árbol intermedia, un plano de compensación adicional une la sección de árbol intermedia y la sección de árbol de generador. Los planos de compensación se componen de varios elementos de compensación que preferentemente están realizados como láminas de acero, por ejemplo como acoplamiento de láminas de acero.

35
40

Los dos planos de compensación con su elemento de compensación correspondiente en combinación con la sección de árbol intermedia constituyen como sistema de acoplamiento un acoplamiento cardán capaz de absorber los desplazamientos radiales, angulares y axiales que pueden producirse entre la sección de árbol de rotor y la sección de árbol de generador. Estos desplazamientos pueden resultar por tolerancias de fabricación y de montaje y por la deformación de la cadena cinemática de la instalación de energía eólica, especialmente del árbol de accionamiento a causa de cargas de peso de los componentes de la cadena cinemática y cargas de viento especialmente sobre las palas de rotor de la instalación de energía eólica.

45

Por el hecho de que entre los dos acoplamientos individuales con sus planos de compensación del acoplamiento cardán se encuentra la sección de árbol intermedia, se puede producir un mayor desplazamiento radial entre la sección de árbol de rotor y la sección de árbol de generador sin que ello conduzca a sollicitaciones mecánicas de los componentes. La longitud de la sección de árbol intermedia en dirección hacia el eje del árbol de accionamiento se sitúa preferentemente entre 35% y 70% de la longitud total del árbol de accionamiento de la cadena cinemática en su sentido axial, constituido por la sección de árbol de rotor, la sección de árbol intermedia y la sección de árbol de generador. De forma especialmente preferible, la longitud de la sección de árbol intermedia en dirección hacia el eje del árbol de accionamiento se sitúa entre 40% y 60% de la longitud total del árbol de accionamiento de la cadena cinemática y de forma particularmente preferible entre 45% y 50% de la longitud total del árbol de accionamiento de la cadena cinemática.

50
55

Especialmente por la realización corta de la sección de árbol de rotor, con una longitud limitada del árbol de accionamiento de la cadena cinemática de la instalación de energía eólica es posible elegir especialmente grande distancia de los distintos acoplamientos del acoplamiento cardán y por tanto la longitud de la sección de árbol intermedia. De esta manera, el desplazamiento radial entre la sección de árbol de rotor y la sección de árbol de generador que es posible sin que la sollicitación mecánica de los componentes del árbol de accionamiento de la cadena cinemática se haga demasiado grande y pueda causar daños a los componentes. Por lo tanto, una instalación de energía eólica según la invención resulta especialmente adecuada para poder trabajar sin fallos y de manera fiable incluso bajo sollicitaciones de viento difíciles, por ejemplo con cargas de viento muy grandes y/o variables sobre las palas de rotor de la instalación de energía eólica, que se encuentran por ejemplo en mar abierto (offshore). Por ello, las instalaciones de energía eólica según la invención presentan un mayor tiempo de servicio y, por consiguiente, una mayor disponibilidad técnica.

Cada plano de compensación de la cadena cinemática se realiza mediante un acoplamiento. Se puede usar por ejemplo un acoplamiento de garras, un acoplamiento de membrana o un acoplamiento de dientes, pero preferentemente un acoplamiento de láminas de acero. En este caso, tanto en la segunda zona de brida de la sección de árbol de rotor como en los dos extremos de la sección de árbol intermedia, si esta existe, como en el extremo, situado en el lado del rotor, de la sección de árbol de generador se atornillan paquetes de láminas de acero alternando en el sentido circunferencial.

El uso de acoplamientos de láminas de acero ofrece las ventajas de que se pueden recambiar fácilmente láminas de acero individuales, sin necesidad de un recambio con una grúa como en otros acoplamientos. Las láminas de acero son móviles en medida limitada en el sentido axial de la cadena cinemática (desplazamiento axial) y en el sentido circunferencial (desplazamiento angular), pero son rígidos en el sentido radial. En un acoplamiento cardán con dos acoplamientos de láminas de acero, sin embargo, también se puede compensar un desplazamiento radial entre la sección de árbol de rotor y la sección de árbol de generador.

Preferentemente, el árbol intermedio está hecho de un material compuesto de fibras. De manera ventajosa, los extremos del árbol intermedio están provistos de bridas de unión metálicas que están fijadas por clavijas a los extremos del árbol de un material compuesto de fibras. Las bridas de unión metálicas se atornillan entonces a los acoplamientos en la cadena cinemática, en un acoplamiento de láminas de acero con los paquetes de láminas de acero. En al menos una zona parcial de la sección de árbol intermedia, la orientación de las fibras está inclinada con respecto al eje longitudinal de esta, de manera que por ejemplo tienen una extensión helicoidal.

A continuación, se describe en detalle un ejemplo de realización de la invención. Muestran:

la figura 1. Una vista de la cadena cinemática con el cubo de rotor y el generador, en alzado lateral,

la figura 2. Una vista desde arriba de la cadena cinemática,

la figura 3. Una sección longitudinal a través de la cadena cinemática, en alzado lateral,

la figura 4. El detalle Z aumentado de la figura 3, en la representación en sección en alzado lateral,

la figura 5. El detalle Y de la figura 3 en alzado lateral y

la figura 6. Una vista de una sección de árbol intermedia con dos dispositivos de acoplamiento.

La figura 1 muestra en alzado lateral un cubo de rotor 10, un soporte de máquina 12 y un generador 14. El cubo de rotor 10 se compone de un componente que presenta tres aberturas 16 circulares para una conexión de una pala de rotor respectivamente. En la representación de la figura 1 se pueden ver la abertura 16 orientada hacia abajo y la abertura 16 orientada aproximadamente hacia 2 h (posición de reloj mirando desde fuera al cubo en la dirección del eje de rotación del árbol de accionamiento). La abertura 16 orientada en la posición de 10 h está cubierta y se puede ver sólo en parte. El cubo de rotor 10 lleva las palas de rotor (no representadas) que lo hacen girar, siendo transmitido a través de un árbol el momento de giro recibido.

El soporte de máquina 12 presenta una zona de conexión 18 para la unión con una unión giratoria acimutal, a través de la que el soporte de máquina 12 está montado de forma giratoria sobre una torre de la instalación de energía eólica. Para poder recibir mejor las fuerzas y los momentos atacantes, el soporte de máquina 12 no está realizado como plataforma, sino que presenta una estructura aproximadamente cerrada en la que están previstos calados

individuales, como el calado 20. Por su estructura cerrada, el soporte de máquina 12 permite una conexión estable, preferentemente rígida del generador 14 a una zona de brida 24 prevista en un extremo del soporte de máquina, orientado hacia el generador. También en su extremo orientado hacia el cubo de rotor, el soporte de máquina presenta una zona de conexión 24A circunferencial cerrada. A través de los calados del soporte de máquina 12 se puede ver el árbol de accionamiento 31 que une el cubo de rotor 10 al generador 14.

El generador 14 está realizado como inducido exterior que se encuentra fuera del soporte de máquina. La estructura de la cadena cinemática se caracteriza porque el cubo de rotor 10 y el generador 14 están dispuestos en lados opuestos del soporte de máquina 12. El generador 14 presenta un inducido 14A exterior, accionado por el cubo de rotor 10, y un estator 14B interior unido fijamente al soporte de máquina 12 en la zona de brida 24.

En la figura 1 se puede ver que el sistema formado por el cubo de rotor y el generador presenta una inclinación (ángulo de inclinación) que desciende hacia el generador 14. El ángulo de inclinación elegido depende del tamaño de la instalación de energía eólica y de las palas de rotor de la instalación de energía eólica. El ángulo de inclinación ha de elegirse de tal forma que incluso en caso de una flexión de palas de rotor largas, estas presenten un paso libre hacia la pared de torre de la instalación de energía eólica.

En la figura 1 también se puede ver que con respecto al eje de giro X de la cadena cinemática constituida por el cubo de rotor 10, un árbol de accionamiento 31 que une el cubo de rotor al generador 14, el soporte de máquina 12 con su zona de conexión 18 para la unión giratoria acimutal tiene un diámetro inferior al diámetro del generador 14. El generador 14 dispuesto detrás del soporte de máquina 12 tiene con su inducido 14A exterior un mayor diámetro que el cubo de rotor 10 y sobresale lateralmente del soporte de máquina 12.

La figura 2 muestra la representación de la figura 1 en una vista en planta desde arriba. Se puede ver claramente que el soporte de máquina 12 tiene bridas de unión 28 que sobresalen lateralmente y a través de las que el soporte de máquina está montado sobre la torre y/o una unión giratoria acimutal de la torre. También se pueden ver los calados en el soporte de máquina 12 como el calado 20'. Los calados dejan libre el acceso al interior del soporte de máquina sin debilitar significativamente su rigidez.

La figura 3 muestra una sección a lo largo de la línea A-A de la figura 2 que corresponde al eje de giro X de la cadena cinemática. La representación en sección permite ver el árbol de accionamiento 31 que presenta una sección de árbol de rotor 32, una sección de árbol intermedia 34 y una sección de árbol de generador 36. Las secciones de árbol 32, 34, 36 están realizadas como componentes separados que respectivamente están unidos entre sí y realizados como árboles huecos. La sección de árbol de rotor 32 está unida al cubo de rotor 10 a través de una unión atornillada fuera del soporte de máquina. Preferentemente, la sección de árbol de rotor 32 se compone de hierro fundido con grafito esferoidal, por ejemplo el material GJS-400-18-LT según la norma DIN EN 1563:2012-03 de marzo de 2012.

En la figura 3, dos taladros roscados alineados entre sí en el cubo de rotor 10 y en la sección de árbol de rotor 32 están realizados como taladro 38 continuo en el que están enroscados los tornillos 38' para la unión del cubo de rotor 10 a la sección de árbol de rotor 32. En el lado del generador de la unión entre el cubo de rotor 10 y la sección de árbol de rotor 32 está previsto un disco de retención 40 que permite una retención mecánica del cubo de rotor en caso de trabajos de mantenimiento. Para la fijación, el disco de retención 40 presenta preferentemente también taladros alineados con los taladros 38 continuos. Mediante los tornillos 38' se une entonces también el disco de retención 40 a la sección de árbol de rotor 32.

La sección de árbol de rotor 32 presenta un cuerpo de árbol 42 cilíndrico y una curvatura 44. La curvatura 44 de la sección de árbol de rotor 32 describe una inclinación de 90°, de manera que resulta una primera zona de brida 41 que sobresale hacia fuera para la unión al cubo de rotor 10. El cuerpo de árbol 42 cilíndrico de la sección de árbol de rotor 32 se asoma al interior del soporte de máquina 12 y se soporta en el soporte de máquina 12 a través de un rodamiento de rodillos cónicos 46 de doble fila. El rodamiento de rodillos cónicos de doble fila presenta dos filas de rodillos cónicos como cuerpos de rodadura, que están inclinadas una respecto a otra. La inclinación es tal que el rodamiento de rodillos cónicos de doble fila adopta una configuración en O en la que la dirección de la normal de la superficie de rodadura en el lado del generador se cruza, en el lado del generador del rodamiento 46 en el eje de rotación X del árbol de accionamiento, con la dirección de la normal de la superficie de rodadura opuesta en el lado del generador. El rodamiento de rodillos cónicos de doble fila está realizado para recibir las totalmente las fuerzas y los momentos que actúan en los sentidos axial y radial sobre la sección de árbol de rotor 32 a través del cubo de rotor, y desviarlos al soporte de máquina 12. En su extremo orientado hacia la sección de árbol intermedia 34, la sección de árbol de rotor 32 está provista de una segunda sección de brida 45 que sobresale hacia dentro y que

sirve para fijación de un dispositivo de acoplamiento.

A continuación de la sección de árbol de rotor 32 está situada la sección de árbol intermedia 34. La sección de árbol intermedia 34 es la sección de árbol más larga. La sección de árbol intermedia 34 no está soportada a través de un rodamiento, sino que está unida a la sección de árbol de rotor 32 y la sección de árbol de generador 36. La sección de árbol intermedia 34 está compuesta de un material compuesto reforzado con fibras y por tanto es sensiblemente más elástica que la sección de árbol de rotor 32 hecha de metal, preferentemente de hierro de fundición con grafito esferoidal. Para la unión a la sección de árbol de rotor 32 y la sección de árbol de generador 36, la sección de árbol intermedia 34 presenta en sus extremos respectivamente un adaptador 47 con una sección de brida 48 respectivamente que con un manguito de unión 50 cilíndrico circular está unido a través de remaches o tornillos a la sección de árbol intermedia 34. El manguito de unión 50 puede estar encolado adicionalmente también a la sección de árbol intermedia 34.

La sección de árbol intermedia 34 hecha de un material compuesto de fibras presenta una reducida rigidez a la torsión a causa de la orientación de las fibras que preferentemente están orientadas prácticamente en el sentido X del árbol de accionamiento. Preferentemente, la orientación de las fibras en la sección de árbol intermedia difiere como máximo 15°, preferentemente como máximo 10° y de forma especialmente preferible como máximo 5° del sentido axial del árbol de accionamiento, al menos a lo largo de una zona esencial de la sección de árbol intermedia. De esta manera, por una parte resultan ventajas en determinados casos de carga extrema en la cadena cinemática de la instalación de energía eólica, ya que el árbol intermedio presenta una menor rigidez en sentido axial. Resulta una mayor amortiguación de material en la cadena cinemática en la zona de la sección de árbol intermedia, por lo que las vibraciones en el árbol de accionamiento se extinguen más rápidamente y se produce un comportamiento de cortocircuito mejorado del generador. Además, por el uso del material compuesto de fibras se reduce el peso de la cadena cinemática. Preferentemente, como material compuesto de fibras se usa GFK (material sintético reforzado con fibra).

En el lado del generador, la sección de árbol intermedia 34 está unida a la sección de árbol de generador 36. La sección de árbol de generador 36 presenta una zona 52 que se ensancha de forma cónica hacia el generador y a continuación de la que está situada una sección a soportar 54 cilíndrica circular. La sección de árbol de generador 36 se extiende saliendo del soporte de máquina 12 al interior del generador 14 compuesto por el inducido exterior 14 A del generador y el estator interior 14 B del generador. La sección de árbol de generador 36 está soportada en su sección a soportar 54 cilíndrica circular a través de un rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila. El rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila presenta una configuración en O al igual que el rodamiento de rodillos cónicos 46 de doble fila del árbol de rotor. El extremo de la sección de árbol de generador 36, situado en el lado del generador, está unido a través de una brida 58 interior a una placa de rotor 60, a través de la que el rotor exterior 60A del generador está unido a la sección de árbol de generador 36.

La figura 4 muestra una vista de detalle de la sección de árbol de rotor 32. Se puede ver claramente el rodamiento de rodillos cónicos 46 de doble fila para soportar el árbol de rotor. El rodamiento se compone de dos anillos interiores 62 realizados de forma separada, entre los que, dado el caso, se puede disponer un anillo intermedio, y de un anillo exterior 64 común. Los anillos interiores 62 se sujetan sobre la sección de árbol de rotor 32 a través de dos cuerpos de posicionamiento 68 y 68'. Los cuerpos de posicionamiento 68 y 68' ejercen en sentido axial una fuerza sobre los anillos interiores 62 para de esta manera pretensar correspondientemente el rodamiento de rodillos cónicos de doble fila y posicionarlo conforme a la posición del anillo exterior. El anillo exterior 64 está unido al soporte de máquina 12 a través de un tornillo 70. El cuerpo de posicionamiento 68' yace en un saliente orientado radialmente hacia fuera que se extiende preferentemente como anillo a lo largo del contorno total de la sección de árbol de rotor. Pero también se pueden distribuir varios salientes radiales por el contorno de la sección de árbol de rotor 32. Preferentemente, el cuerpo de posicionamiento 68' es un anillo distanciador. El cuerpo de posicionamiento 68 del lado del generador se inmoviliza mediante un tornillo 68A, por lo que se pretensa también el rodamiento de rodillos cónicos 46 de doble fila. El cuerpo de posicionamiento 68 presenta un taladro, preferentemente un taladro roscado. Este está alineado con un taladro ciego con rosca en la sección de árbol de rotor 32. Este está dispuesto en el extremo de la sección de árbol de rotor 32, situado en el lado del generador.

La unión entre la sección de árbol de rotor 32 y la sección de árbol intermedia 34 se realiza a través de un acoplamiento de láminas 72. El acoplamiento de láminas 72 se compone de elementos de acoplamiento 74 dispuestos entre tornillos de acoplamiento 76. Entre dos tornillos de acoplamiento 76 contiguos se extiende respectivamente un elemento de acoplamiento 74 que se compone por ejemplo de un paquete de láminas de acero. Los tornillos de acoplamiento 76 están unidos a la sección de árbol de rotor 32 y la zona de brida de la sección de árbol intermedia 34 alternando en el sentido circunferencial.

La estructura del acoplamiento de láminas 72 y su unión a la sección de árbol intermedia 34 está representada en una vista en perspectiva en alzado lateral en la figura 6. La sección de árbol intermedia 34 presenta en sus extremos respectivamente un acoplamiento de láminas 72 que está unido respectivamente con el adaptador 47 a la sección 5 de árbol adyacente. La zona de brida 78 circunferencial del adaptador 47 presenta alternando taladros 80 y escotaduras 82 abiertas. Los taladros 80 están previstos respectivamente para la fijación de un tornillo de acoplamiento 76 con el acoplamiento de láminas 72. Un tornillo de fijación 84 adyacente a los tornillos de acoplamiento 76 no está unido a la zona de brida 78 de la sección de árbol intermedia 34 sino a la sección de árbol de rotor 32 o la sección de árbol de generador 36. La cabeza del tornillo de fijación 84 queda alojada en la brida de 10 fijación 78 en la escotadura 82. Los elementos de acoplamiento 74 elásticos (por ejemplo hechos de acero para resortes) están dispuestos de forma móvil entre los tornillos de fijación 76, 84, de manera que el acoplamiento de láminas forma planos de compensación en los que se pueden compensar un desplazamiento radial y un desplazamiento axial y un desplazamiento angular entre las secciones del árbol. Preferentemente, la compensación del desplazamiento angular es sensiblemente menor que la del desplazamiento axial, es decir, la relación de la 15 longitud del desplazamiento es especialmente de 1:2, preferentemente de 1:5 y de forma especialmente preferible de 1:10. Además, la compensación del desplazamiento angular es sensiblemente menor que la del desplazamiento radial, es decir la relación de la longitud del desplazamiento es especialmente de 1:6, preferentemente de 1:15 y de forma especialmente preferible de 1:30. La compensación de la longitud del desplazamiento axial con respecto a la longitud del desplazamiento radial tiene preferentemente una relación de 1:2 a 1:4, de forma especialmente 20 preferible una relación de 1:2,5 a 1:3,5 y de forma particularmente preferible una relación de 1:2,8 a 1:3,2. La zona de brida 78 circunferencial de la sección de árbol intermedia está fijada con el manguito de unión 50 a la sección de árbol intermedia 34.

La unión de la sección de árbol intermedia 34 a la sección de árbol de generador se realiza de manera 25 correspondiente.

La figura 5 muestra el detalle Y de la figura 3. Se puede ver claramente la sección de árbol de generador 36 que tiene una sección 52 que se ensancha de forma cónica hacia el generador y una sección 54 cilíndrica circular. La zona que se ensancha de forma cónica se extiende preferentemente en un ángulo α constante en la dirección del 30 generador hacia fuera. El ángulo α mide especialmente entre 0° y 30° , preferentemente entre 5° y 15° y de forma especialmente preferible entre 7° y 10° . La sección 54 cilíndrica circular tiene en la zona del rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila una zona de pared 86 reforzada, sobre la que está soportado el anillo interior del rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila. El anillo interior puede estar realizado en dos o tres piezas. De esta manera, se facilita el montaje del rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila. La zona de pared 86 reforzada se limita en el 35 lado del generador a través de un saliente 88 que sobresale hacia atrás al interior, y hacia el cubo de rotor a través de un saliente 90 que sobresale hacia delante. El saliente 90 sirve de tope para el anillo interior 92 del rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila. La fijación y el pretensado del anillo interior 92 se realizan por medio de un anillo de apriete en el saliente 88 que sobresale hacia atrás al interior. Alternativamente, el rodamiento de rodillos cónicos de doble fila también se puede fijar y pretensar a través de un cuerpo de posicionamiento, como en el rodamiento de 40 rodillos cónicos 46 de doble fila de la sección de árbol de rotor. El rodamiento de rodillos cónicos de doble fila asienta en el estator 14B de forma excéntrica con respecto al sentido axial del generador, en concreto, en la mitad de la sección de árbol de generador, orientado en sentido contrario al cubo de rotor. Con respecto a la longitud L de la zona activa del generador en el sentido axial que en el ejemplo de realización representado está limitada por el apoyo del estator 14B, el rodamiento de rodillos cónicos de doble fila está distanciado en el sentido axial del extremo 45 situado en el lado del generador, de la zona activa del generador, entre 1% y 50% de la longitud L, preferentemente entre 3% y 40%, de forma especialmente preferible entre 5% y 30%. La posición del rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila en el sentido axial se ha elegido preferentemente de tal forma que por una parte se consiga una larga duración útil del rodamiento y, por otra parte, que se consiga un buen apoyo del estator del generador por el rodamiento de rodillos cónicos de doble fila.

50 En su extremo orientado en sentido contrario a la sección de árbol intermedia 34, la sección de árbol de generador 36 presenta una brida 58 interior unida a una placa de rotor 60 del rotor exterior. La unión se realiza mediante una unión roscada de clavija, siendo soportadas por la unión roscada las cargas de servicio y por la unión de clavija las cargas extremas en forma de momentos de torsión extremos. Preferentemente, se usa una unión roscada de dos 55 filas. En lugar de la unión de clavija también se pueden usar tornillos de ajuste. En el dibujo en sección representado en la figura 5, debido a la sección elegida no está representada la unión.

El anillo exterior 94 del rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila está soportado en una pared interior 96 del soporte de estator. El soporte de estator está unido a través de una unión de tornillo 98 al soporte de máquina 12 en

su zona de brida 24.

Alternativamente al rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila también pueden estar previstos dos rodamientos de rodillos cónicos de una sola fila en una configuración en O. En el rodamiento de rodillos cónicos de doble fila o en los rodamientos de rodillos cónicos de una sola fila pueden estar previstas jaulas con segmentos de materia sintética o jaulas con pernos. Los rodamientos pueden presentar una junta integrada o una junta de contacto o una junta laberíntica. También se pueden usar varios de estos tipos de junta a la vez.

Por el hecho de que para el rodamiento de rodillos cónicos de doble fila o para los dos rodamientos de rodillos cónicos de una sola fila se elige una configuración en O, existen rodamientos inclinados que durante el montaje se pretensan de manera selectiva en la zona elástica. De esta manera, en los rodamientos está presente siempre una carga mínima, de manera que se evita de forma segura un resbalamiento de los rodamientos que es perjudicial para la estabilidad de los rodamientos. Además, por los rodamientos inclinados, la sección de árbol de generador queda guiada de forma más precisa axialmente y radialmente, ya que está reducido el juego de los rodamientos. Esto conduce a menores cambios de holgura en el generador.

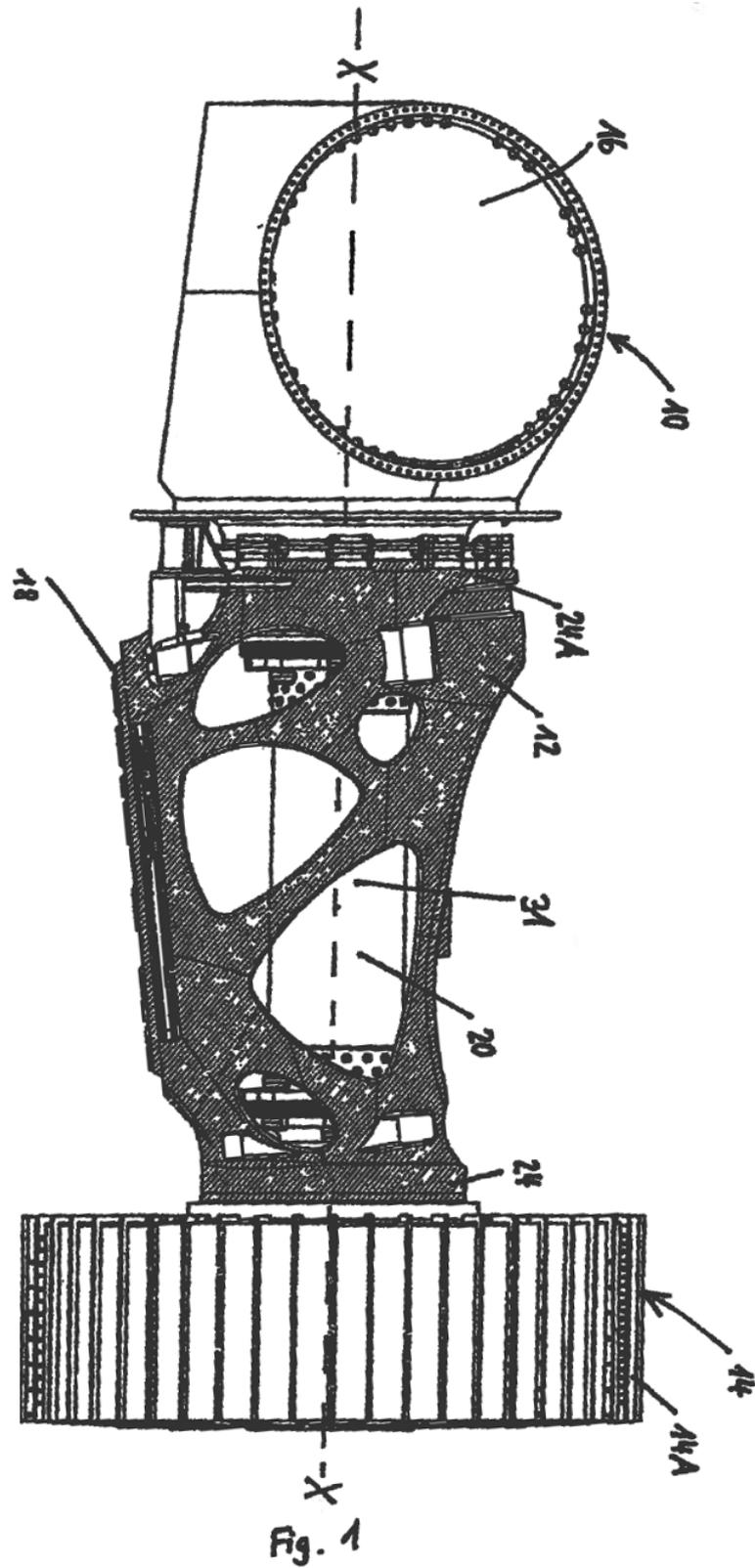
Gracias a la forma de construcción compacta del rodamiento de rodillos cónicos de doble fila o de los dos rodamientos de rodillos cónicos de una sola fila en la configuración en O, el rodamiento o el grupo de rodamientos se puede montar de forma económica. El anillo interior de rodamiento o el anillo exterior de rodamiento del rodamiento de rodillos cónicos de doble fila o de los dos rodamientos de rodillos cónicos de una sola fila en la configuración en O pueden inmovilizarse y tensarse de manera ventajosa a través de cuerpos de posicionamiento por medio de un tornillo, lo que permite un montaje sencillo.

De manera ventajosa, el rodamiento de rodillos cónicos 46 de doble fila que soporta la sección de árbol de rotor 32 y el rodamiento de rodillos cónicos 56 de doble fila que soporta la sección de árbol de generador 36 y por tanto el rotor del generador 14 A se pueden usar como piezas idénticas para conseguir ventajas de costes.

La sección de árbol de generador 52 que se estrecha de forma cónica hacia la sección de árbol intermedia 34 tiene una zona de curvatura 100 que forma una zona de brida que sobresale hacia fuera. La zona de brida está unida de forma circunferencial, alternando con la zona de brida de la sección de árbol intermedia 34, al paquete de láminas del acoplamiento de láminas a través de tornillos de fijación 84'.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de energía eólica con un cubo de rotor (10) al que está fijada al menos una pala de rotor, con un generador (14) que presenta un rotor exterior y un rotor interior, y con un árbol de accionamiento (31) que
5 presenta una sección de árbol de generador (36) unida al rotor del generador, **caracterizada porque** la sección de árbol de generador (36) está soportada dentro del estator del generador (14) a través de un rodamiento de rodillos cónicos (56) de doble fila o de dos rodamientos de rodillos cónicos de una sola fila, y el árbol de accionamiento (31) presenta una sección de árbol de rotor (32) que está unida al cubo de rotor (10) y que a través de un segundo rodamiento (46) está soportada con respecto a un soporte de máquina unido al estator del generador (14).
- 10 2. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el segundo rodamiento está realizado como rodamiento de rodillos cónicos (46) de doble fila.
3. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** la sección de árbol
15 de generador (36) presenta una zona (52) que se estrecha de forma cónica en dirección hacia el cubo de rotor (10).
4. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** la sección de árbol de generador (36) presenta una zona cilíndrica (54) en la que se produce su soporte.
- 20 5. Instalación de energía eólica según la reivindicación 4, **caracterizada porque** la zona cilíndrica (54) está dispuesta en el lado de la sección de árbol de generador (36) opuesto al cubo de rotor.
6. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** la
25 sección de árbol de generador (36) está soportada de forma excéntrica dentro del estator del generador (14).
7. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** la sección de árbol de generador (36) está soportada en su mitad orientada en sentido contrario al cubo de rotor (10).
8. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** el
30 rodamiento de rodillos cónicos (56) de doble fila o los dos rodamientos de rodillos cónicos de una sola fila de la sección de árbol de generador (36) presentan una configuración en O.



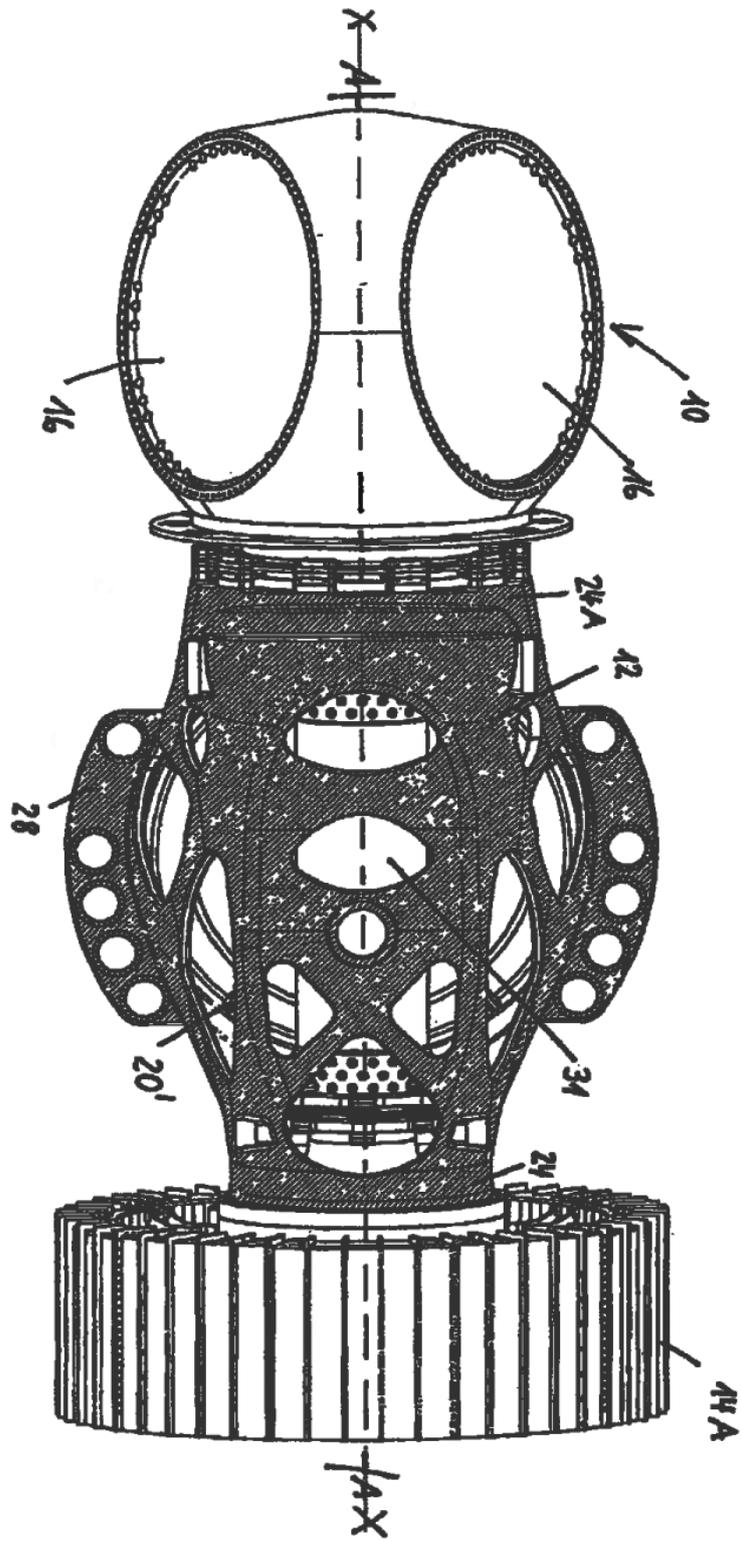
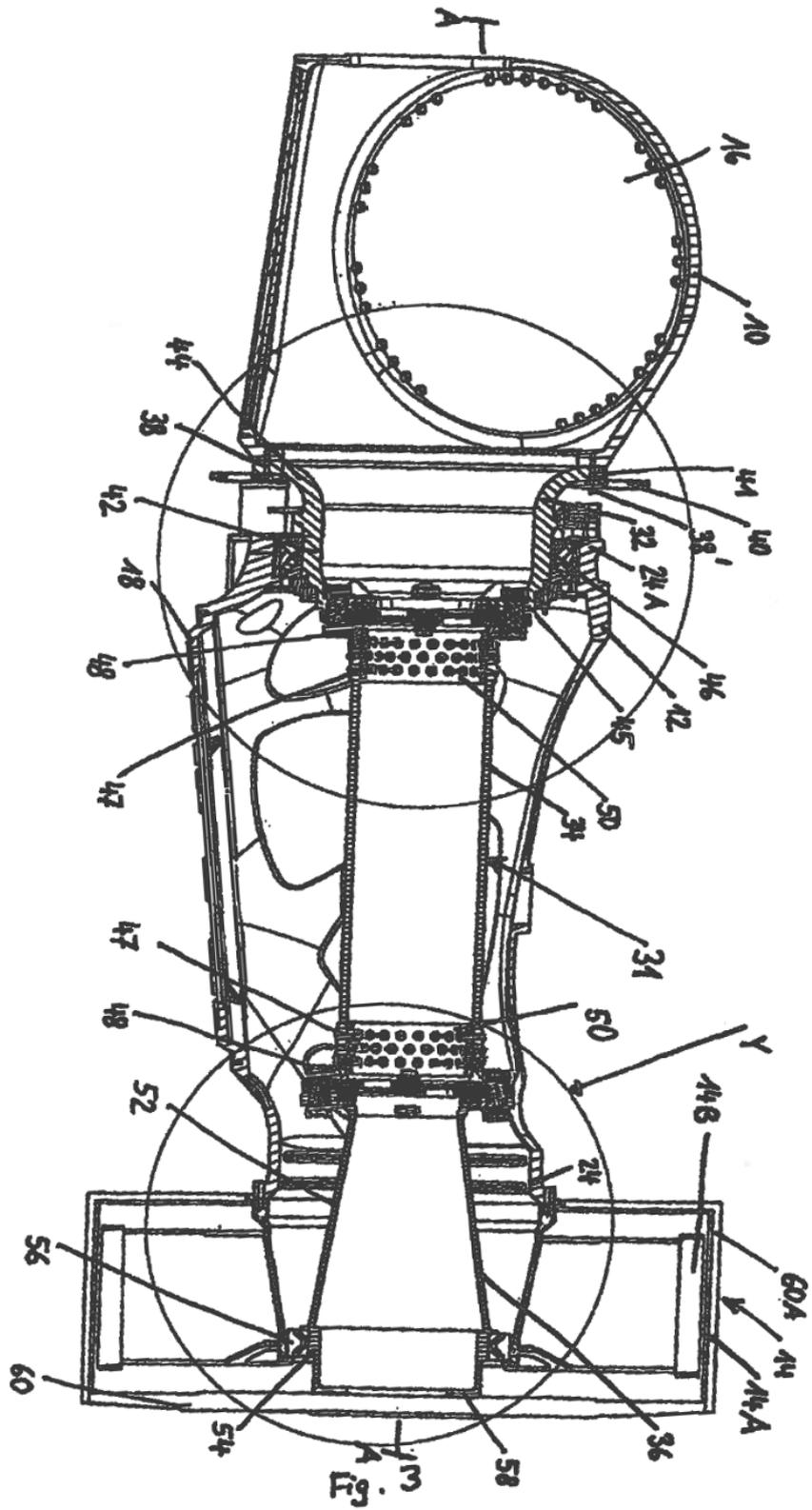


Fig. 2



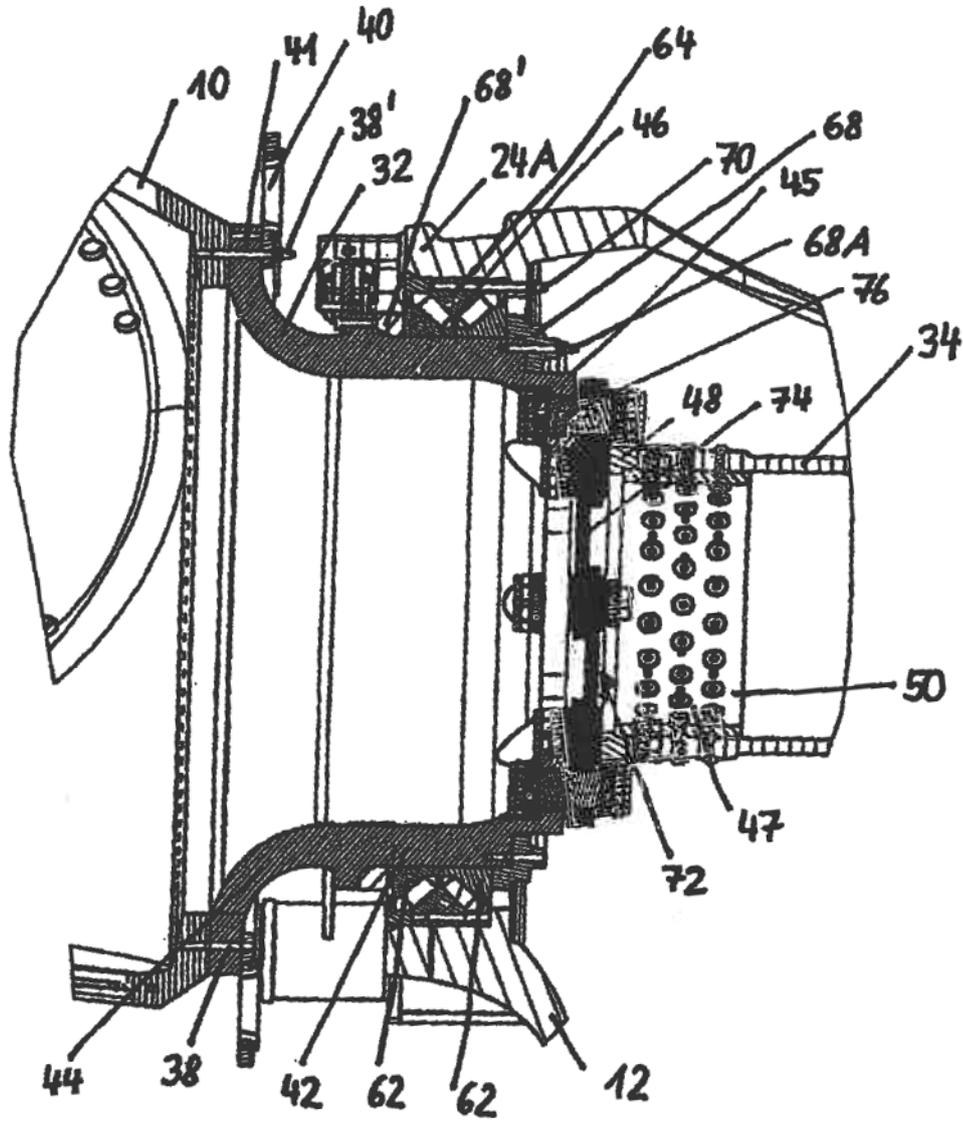


Fig. 4

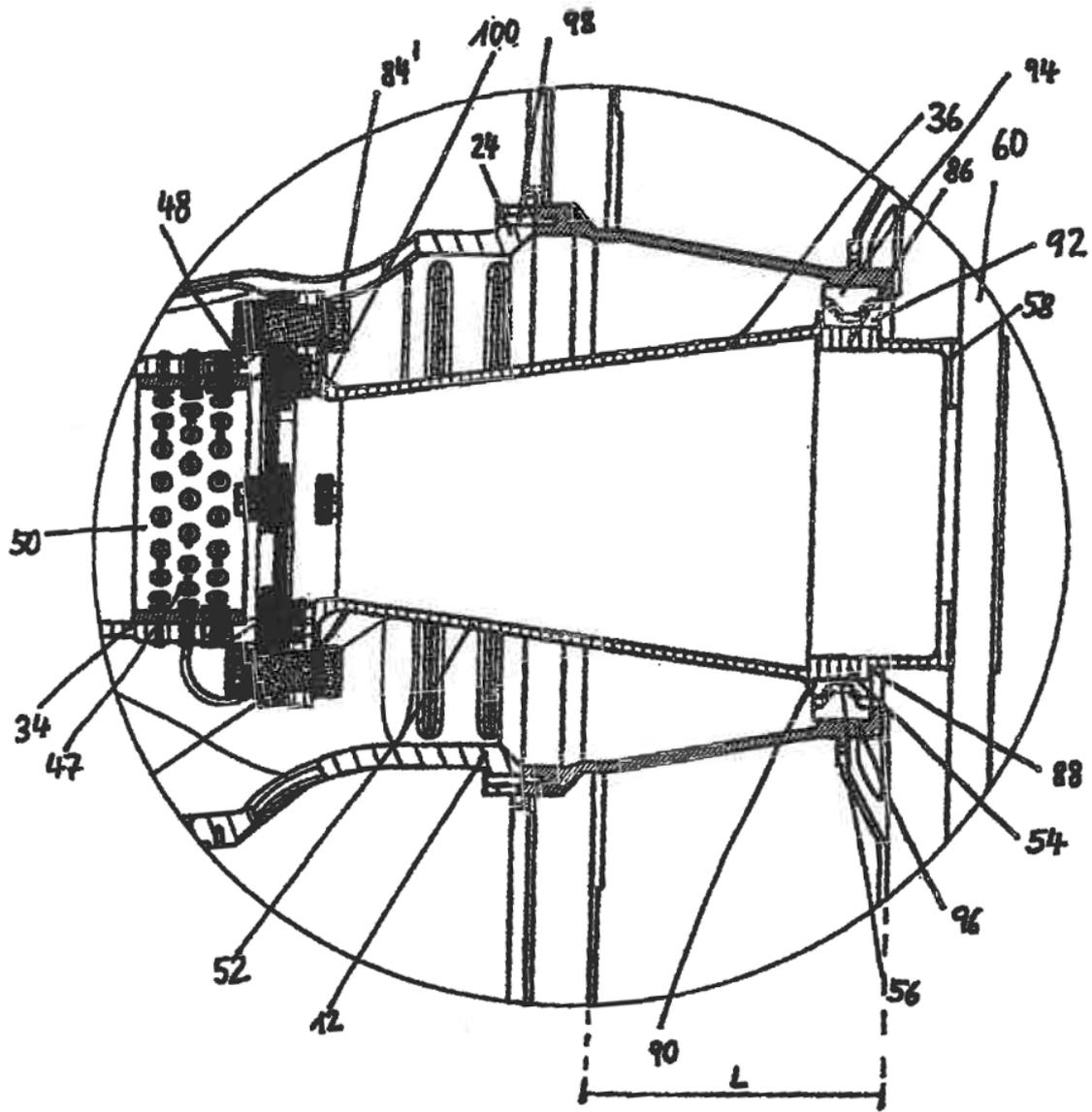


Fig. 5

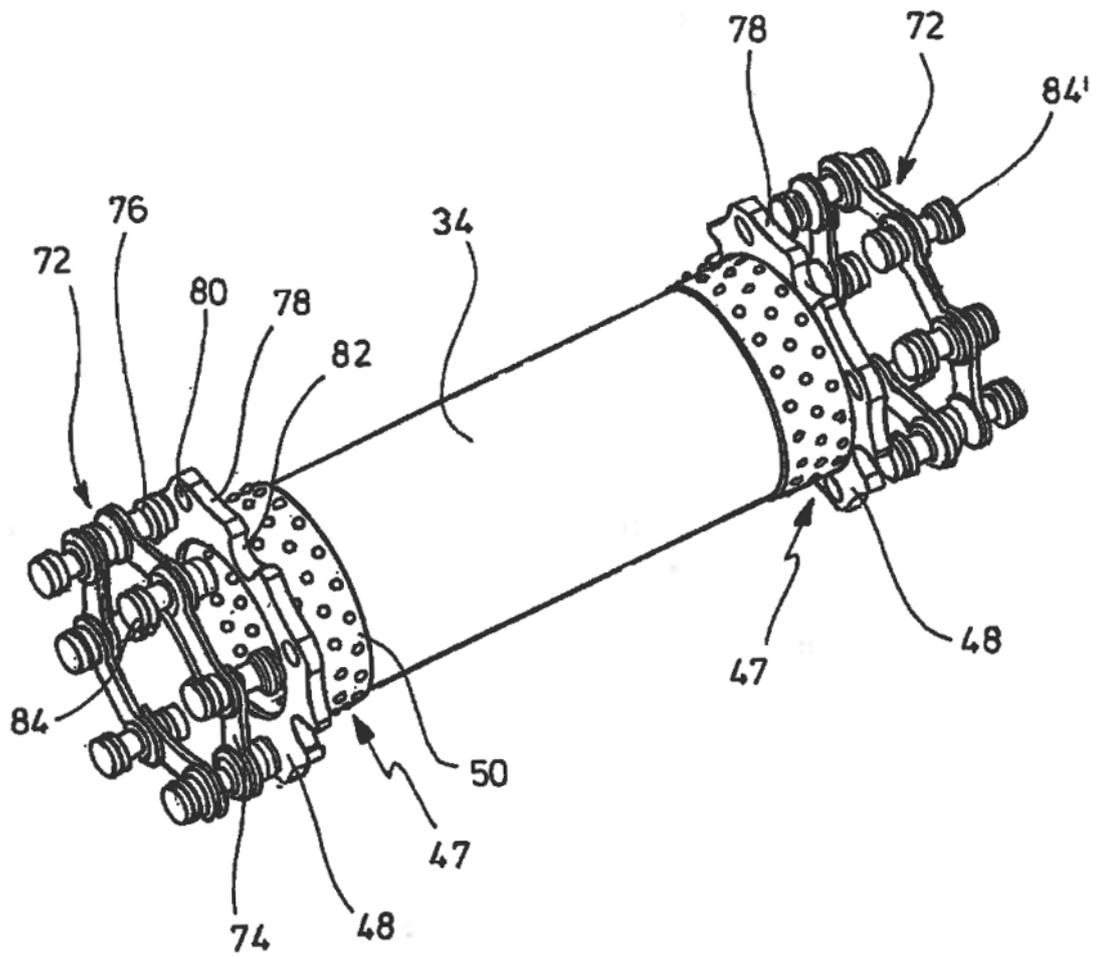


FIG. 6