

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 999 312**

51 Int. Cl.:

F03D 13/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2021** **E 21382107 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2024** **EP 4043723**

54 Título: **Conjunto de tren de transmisión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
25.02.2025

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
INNOVATION & TECHNOLOGY S.L. (100.00%)
Avenida de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren (Navarra), ES**

72 Inventor/es:

**DURAND, MICKAËL y
ALBIZUA MACUA, JUAN**

74 Agente/Representante:

ASPACHER, Karl-georg

ES 2 999 312 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

Conjunto de tren de transmisión

- 5 La invención describe un conjunto de tren de transmisión, una turbina eólica que comprende tal conjunto de tren de transmisión y un método de ensamblaje de tal tren de transmisión.

Antecedentes

- 10 El tren de transmisión de una turbina eólica comprende un rotor aerodinámico con palas de rotor que convierten la energía eólica en un movimiento de rotación de un buje y un árbol de rotor. El vástago de rotación hace girar el rotor de una máquina eléctrica de modo que se genera electricidad. Ejemplos de soluciones de la técnica anterior están disponibles en el documento US 10 502 195 B2.

- 15 Se requiere un gran cojinete entre el árbol de rotor y la estructura de soporte estacionaria. La pista interior del cojinete generalmente está conectada al vástago de rotación mediante un ajuste a presión, también denominado ajuste por fricción o ajuste de interferencia. Durante el funcionamiento de la turbina eólica, el cojinete está sometido a cargas axiales muy grandes, particularmente en la dirección “aguas abajo”. Para evitar daños en el cojinete, el vástago de rotación y los demás componentes del tren de transmisión, es crucial evitar el desplazamiento axial del conjunto de cojinete.

- 20 Una forma de hacerlo es cerrar cualquier espacio entre el conjunto de cojinete y el siguiente componente inmóvil, por ejemplo, para cerrar el espacio entre el conjunto de cojinete y una caja de engranajes. Esto puede realizarse de varias maneras. En un enfoque, se coloca un anillo de ajuste apretado alrededor del vástago entre el conjunto de cojinete y una caja de engranajes. La anchura del anillo es igual que la anchura del espacio entre el conjunto de cojinete y la caja de engranajes, de modo que puede evitar que el conjunto de cojinete se desplace en la dirección “aguas abajo”, es decir, hacia la caja de engranajes. Sin embargo, puede resultar difícil montar un anillo que se ajuste de forma de este tipo si su diámetro interior es incluso solo ligeramente más pequeño de lo previsto. En otro enfoque, el vástago de rotación se mecaniza para que tenga una rosca exterior, y el anillo se mecaniza para que tenga una rosca interior correspondiente. El anillo se enrosca entonces en el vástago. También en este caso, la anchura del anillo es igual que la anchura del espacio entre el conjunto de cojinete y la caja de engranajes. Aunque el anillo roscado puede ser más fácil de montar que el anillo de ajuste de forma, los costes de fabricación son significativamente más altos.

- 30 Por tanto, un objeto de la invención es proporcionar una forma más económica de fijar axialmente la posición de un conjunto de cojinete en un vástago de rotación.

Resumen de la invención

- 35 Este objeto se logra mediante el conjunto de tren de transmisión de la reivindicación 1; mediante la turbina eólica de la reivindicación 9; y mediante el método de la reivindicación 14 de montaje de un tren de transmisión.

- 40 Según la invención, el conjunto de tren de transmisión comprende un árbol de rotor; una unidad de cojinete montada alrededor del árbol de rotor; y un componente de tren de transmisión adicional conectado a un extremo del árbol de rotor, en donde una cara anular del componente de tren de transmisión adicional está dispuesta opuesta a una cara anular de la unidad de cojinete con una distancia esencialmente uniforme entre las caras anulares. El conjunto de tren de transmisión de la invención se caracteriza por un puente de transferencia de carga que comprende una disposición anular de pernos que evita el desplazamiento axial de la unidad de cojinete durante el funcionamiento del tren de transmisión. Para este fin, el conjunto de tren de transmisión de la invención comprende una disposición anular de orificios aterrajados axiales formados en una de las caras anulares opuestas. Cada uno de la pluralidad de pernos comprende un vástago de perno roscado que se inserta en una porción de su longitud en un orificio aterrajado. Cada perno lleva una contratuerca que se aprieta contra la cara anular que contiene los orificios aterrajados. La cabeza del perno de cada perno está dispuesta para hacer contacto con la otra cara anular.

- 45 Debe entenderse que el término “axial” se refiere al eje del árbol de tren de transmisión, de modo que la expresión “orificio aterrajado axial” significa que el orificio aterrajado se extiende en la misma dirección que el eje de rotación del árbol de tren de transmisión, es decir, un orificio aterrajado es paralelo a la superficie del árbol de tren de transmisión. De ello se deduce que el eje longitudinal de un perno también es esencialmente paralelo al eje de rotación.

- 50 Una ventaja del conjunto de tren de transmisión de la invención es que puede evitarse el desplazamiento axial de la unidad de cojinete de una manera favorablemente económica. No es necesario proporcionar un costoso anillo mecanizado con precisión. En cambio, la invención puede realizarse con pernos roscados y contratuercas fácilmente disponibles, y la formación de orificios aterrajados o roscados también se realiza fácilmente. Un perno que se rosca en un orificio aterrajado puede denominarse tornillo de máquina. Tales elementos de fijación están fácilmente disponibles en una amplia variedad de tamaños convencionales, y las herramientas correspondientes para formar orificios aterrajados también están fácilmente disponibles.

Debido a que los pernos están anclados firmemente en un extremo (por ejemplo, en orificios aterrajados formados en la unidad de cojinete) y las cabezas de perno están en contacto físico con la otra cara anular (por ejemplo, una cara del componente de tren de transmisión adicional), las fuerzas axiales que actúan sobre la unidad de cojinete se transfieren de manera efectiva entre las caras opuestas, de modo que la posición de la unidad de cojinete permanecerá fija durante el funcionamiento del tren de transmisión. Por tanto, los pernos actúan como un “puente de transferencia de carga” entre la unidad de cojinete y el componente de tren de transmisión adicional. A continuación, se entenderá que los pernos se extienden entre componentes que rotan al mismo tiempo que el árbol de rotor durante el funcionamiento del tren de transmisión.

La turbina eólica de la invención comprende una realización de tal conjunto de tren de transmisión. El coste total de producción de una turbina eólica de este tipo puede reducirse favorablemente, ya que no es necesario proporcionar un costoso anillo mecanizado para impedir el desplazamiento axial de la unidad de cojinete, y el montaje del tren de transmisión es más sencillo.

Según la invención, un tren de transmisión de este tipo se monta o fabrica de la siguiente manera: una unidad de cojinete se monta alrededor de un árbol de rotor, y un componente de tren de transmisión adicional se monta en el extremo sin accionamiento del árbol de rotor, de manera que una cara anular del componente de tren de transmisión adicional esté a una distancia de una cara anular opuesta de la unidad de cojinete. El método de la invención se caracteriza por una etapa previa de formar una disposición anular de orificios aterrajados en la primera cara anular y proporcionar un número correspondiente de pernos roscados o tornillos de máquina. Se rosca una contratuerca en cada árbol de perno y cada perno se rosca en uno de los orificios aterrajados. Estas etapas se realizan preferiblemente antes de montar el componente de tren de transmisión adicional en el árbol de rotor. Las longitudes expuestas de los pernos pueden ajustarse en esta fase para que sean menores que la distancia entre las caras anulares opuestas. Después de montar el componente de tren de transmisión adicional en el árbol de rotor, los pernos se giran de modo que cada cabeza de perno quede apoyada contra la segunda cara anular. A continuación, las contratuercas se aprietan contra la primera cara anular.

Una ventaja del método de la invención es el bajo coste de proporcionar los orificios aterrajados y los elementos de fijación; otra ventaja es la eficacia del puente de transferencia de carga formado por los pernos que se extienden entre la unidad de cojinete y el componente de tren de transmisión adicional.

Realizaciones y características particularmente ventajosas de la invención se dan por las reivindicaciones dependientes, como se revela en la siguiente descripción. Las características de distintas categorías de reivindicaciones pueden combinarse según corresponda para obtener realizaciones adicionales que no se describen en la presente memoria.

A continuación, puede suponerse que el conjunto de tren de transmisión es parte de una turbina eólica, es decir, el árbol de rotor se hace girar por el rotor aerodinámico (palas del rotor y buje). A continuación, sin restringir la invención en modo alguno, puede suponerse que una turbina eólica de este tipo se realiza como una turbina eólica con engranajes, y que el componente de tren de transmisión adicional es un componente rotatorio de la unidad de caja de engranajes. Puede realizarse una etapa de giro de los pernos y/o la etapa de apretar las contratuercas después de la instalación del tren de transmisión en la góndola de la turbina eólica.

Puede considerarse que el árbol de rotor de un tren de transmisión o tren de potencia tiene un “extremo de accionamiento” y un “extremo sin accionamiento”. En el caso de una turbina eólica, el extremo de accionamiento se hace girar por el rotor aerodinámico. En una turbina eólica con engranajes, el extremo sin accionamiento del árbol de rotor está conectado a la unidad de caja de engranajes. A continuación, los términos “a barlovento” y “aguas arriba” pueden usarse cuando se hace referencia a la dirección del extremo de accionamiento, mientras que los términos “a sotavento” y “aguas abajo” pueden usarse cuando se refieren a la dirección del extremo sin accionamiento.

Aunque los orificios aterrajados pueden formarse en cualquiera de la unidad de cojinete o componente de tren de transmisión adicional, en aras de la simplicidad, se supondrá a continuación que los orificios aterrajados se forman en la unidad de cojinete y que las cabezas de perno entrarán en contacto con una cara anular del componente de tren de transmisión adicional. Además, debe suponerse que los orificios aterrajados están formados en una parte de alojamiento rotatoria de la unidad de cojinete y que las cabezas de perno entrarán en contacto con una cara anular de una brida de caja de engranajes rotatoria. Preferiblemente, los orificios aterrajados están espaciados de manera equidistante alrededor de la parte de alojamiento rotatoria de la unidad de cojinete.

El término “perno completamente extendido” se usa en el presente documento para referirse a un perno que se ha girado de modo que la cabeza de perno quede presionada contra la brida de caja de engranajes, y cuya contratuerca se ha apretado contra la parte de alojamiento rotatoria de la unidad de cojinete.

La profundidad de los orificios aterrajados dependerá del grosor del material del alojamiento de la unidad de cojinete. La longitud de un perno comprende preferiblemente la anchura del espacio (entre las caras opuestas de la unidad de cojinete y la brida de caja de engranajes) más una gran fracción de la profundidad del orificio aterrajado, en lugar de

toda la profundidad, para facilitar el montaje del tren de transmisión. Por ejemplo, la longitud del perno puede comprender la longitud del espacio más el 90 % de la profundidad del orificio aterrajado.

5 Preferiblemente, durante la fase final de montaje del tren de transmisión, cada cabeza de perno se hace girar, por ejemplo, usando una llave dinamométrica, de modo que su superficie exterior quede firmemente presionada contra la cara anular de la brida de caja de engranajes. El área de contacto entre las cabezas de perno y la cara anular puede optimizarse usando un número adecuadamente grande de pernos y/o seleccionando pernos con cabezas de perno favorablemente grandes.

10 En una realización preferida adicional de la invención, el árbol de rotor está formado para incluir un resalte anular exterior a barlovento de la unidad de cojinete para evitar el desplazamiento axial de la unidad de cojinete en la dirección aguas arriba durante el funcionamiento del tren de transmisión.

15 En una turbina eólica de 5 MW, por ejemplo, el diámetro interior de la unidad de cojinete puede ser del orden de 900 mm - 1300 mm. Para una turbina eólica de este tipo con una realización del conjunto de tren de transmisión de la invención, el puente de transferencia de carga comprende preferiblemente 10 - 16 pernos en una disposición anular que puentea el espacio entre la unidad de cojinete y la brida de caja de engranajes.

20 Otros objetivos y características de la presente invención serán evidentes a partir de las siguientes descripciones detalladas consideradas en conjunto con los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe entenderse que los dibujos están diseñados únicamente con fines ilustrativos y no como una definición de los límites de la invención.

La figura 1 muestra una realización del conjunto de tren de transmisión de la invención;

25 la figura 2 muestra una vista más detallada del puente de transferencia de carga de la figura 1;

la figura 3 ilustra una etapa durante el montaje del tren de transmisión de la figura 1;

la figura 4 ilustra una etapa adicional durante el montaje del tren de transmisión de la figura 1;

30 la figura 5 muestra una realización alternativa del conjunto de tren de transmisión de la invención.

la figura 6 muestra un conjunto de tren de transmisión de la técnica anterior;

35 la figura 7 muestra un conjunto de tren de transmisión adicional de la técnica anterior.

En los diagramas, números similares se refieren a objetos similares en todas partes. Los objetos en los diagramas no están necesariamente dibujados a escala.

40 La figura 1 muestra una sección transversal a través de una región relevante de un tren de transmisión de turbina eólica, que muestra detalles en la unión entre el árbol de rotor 2 y una unidad de caja de engranajes 4. La unidad de caja de engranajes 4 está montada mediante pernos (no mostrados) en el árbol de rotor 2. El diagrama muestra una unidad de cojinete 3 en su lugar alrededor del árbol 2. La unidad de cojinete 3 comprende un anillo exterior estacionario 31R y una parte de alojamiento exterior 31, y un anillo interior rotatorio 30R y una parte de alojamiento interior 30. En esta realización a modo de ejemplo, la unidad de cojinete 3 está construida como un cojinete de rodillos esféricos de doble hilera.

45 Un ajuste de interferencia entre la unidad de cojinete 3 y el árbol de rotor 2 garantiza que el anillo interior 30R y la parte de alojamiento interior 30 se muevan al mismo tiempo que el vástago de rotación 2. La parte de alojamiento exterior estacionario 31 de la unidad de cojinete 3 puede conectarse a otra parte estacionaria, por ejemplo, a un bastidor o a la góndola, por ejemplo.

50 Durante el funcionamiento de la turbina eólica, la unidad de cojinete 3 se somete a diversos tipos de carga y debe tenerse cuidado para evitar el desplazamiento axial. El diagrama muestra una protuberancia anular en el lado a barlovento de la unidad de cojinete 3, que sirve para evitar el desplazamiento axial de la unidad de cojinete en la dirección a barlovento. Sin embargo, las fuerzas significativas que actúan sobre la unidad de cojinete 3 se producen principalmente en la dirección a sotavento (indicada por la flecha que apunta a la derecha). El conjunto de tren de transmisión de la invención, tal como se muestra en este caso, evita el desplazamiento de la unidad de cojinete 3. Se proporciona un puente de transferencia de carga 1 en forma de una disposición anular de pernos 11 que se extienden hacia los orificios aterrajados 10 formados en el alojamiento interior 30 de la unidad de cojinete 3 en el lado a sotavento. Los pernos 11 están roscados a lo largo de su longitud, y cada perno 11 lleva una contratuerca 12. Las cabezas de perno 11H se presionan contra una cara anular 40F de una brida de caja de engranajes 40 de la unidad de caja de engranajes 4.

65 La posición de cada perno 11 se fija durante un procedimiento de instalación tal como sigue: después de disponer la unidad de cojinete 3 en su sitio en el árbol de rotor 2, tal como se ilustra en la figura 2, los pernos 11 (cada uno de los

cuales lleva una contratuerca 12) se roscan en los orificios aterrajados 10 de modo que las longitudes de los pernos expuestos son más cortas que el espacio D entre la unidad de cojinete 3 y la brida de caja de engranajes 40 (aún no montada). Cada perno 11 se hace girar en su orificio aterrajado 10 con el fin de no interferir con la etapa posterior de montaje de la brida de caja de engranajes.

5 La longitud de un perno 11 puede determinarse por la distancia D que va a puentearse entre las caras opuestas 30F, 40F, más el 80 % - 90 % de la profundidad de su orificio aterrajado 10.

10 La figura 3 muestra una vista en perspectiva de este conjunto parcial, con catorce de tales pernos 11 posicionados para su inserción en catorce orificios aterrajados 10 espaciados por igual alrededor del alojamiento del cojinete 30.

15 La unidad de caja de engranajes se instala entonces conectando la brida de caja de engranajes 40 al extremo no de transmisión del árbol de rotor 2. Una vez que la brida de caja de engranajes 40 está conectada al árbol de rotor 2, cada perno 11 se hace girar hasta que su cabeza 11H quede contra la superficie de brida de caja de engranajes 40F. Los pernos 11 pueden hacerse girar con un par de varios Nm para presionar activamente las cabezas de perno 11H contra la superficie de brida 40F. Entonces se hacen girar las contratuercas 12 para apretarlas contra la superficie 30F del alojamiento de cojinete 30. Esta etapa se ilustra en la figura 4. Con los pernos 11 configurados de este modo, se forma un puente de transferencia de carga 1 para evitar el desplazamiento axial de la unidad de cojinete 3 en la dirección a sotavento (indicado por la flecha que apunta a la derecha).

20 Durante un procedimiento de mantenimiento, los pernos 11 y las contratuercas 12 pueden hacerse girar (aflojarse o apretarse) según sea apropiado para compensar cualquier alteración en el espacio entre la unidad de cojinete 3 y la brida de caja de engranajes 40.

25 La figura 5 muestra una realización alternativa del puente de transferencia de carga 1 de la invención, con los orificios aterrajados 10 formados en la brida de caja de engranajes 40 y las cabezas de perno 11H apoyadas contra la cara anular 30F de la parte de alojamiento interior de cojinete 30.

30 La figura 6 y la figura 7 muestran cada una un enfoque de la técnica anterior para evitar el desplazamiento axial de un conjunto de cojinete. De manera similar a la construcción explicada en las figuras 1 a 5 anteriores, el diagrama muestra un árbol de rotor 2 de una turbina eólica con una unidad de cojinete 3 en su sitio. En la figura 6, el desplazamiento axial de la unidad de cojinete 3 se evita mediante un anillo de ajuste de forma 60 dispuesto alrededor del árbol de rotor 2. Debido a que el diámetro interior del anillo 60 debería ser idealmente el mismo que el diámetro exterior del árbol 2, puede resultar muy difícil montar el anillo delgado 60 en el gran árbol de rotor 2. En la figura 7, el desplazamiento axial de la unidad de cojinete 3 se evita mediante un anillo roscado 70 dispuesto alrededor del árbol de rotor 2. La gran rosca exterior del árbol de rotor 2 y la gran rosca interior del anillo 70 deben mecanizarse con un alto grado de precisión, lo que requiere herramientas costosas y aumenta significativamente los costes generales.

40 Aunque la presente invención se ha descrito en forma de realizaciones preferidas y variaciones de las mismas, se entenderá que podrían realizarse numerosas modificaciones y variaciones adicionales en la misma sin apartarse del ámbito de la invención. Por ejemplo, aunque la invención se ha descrito usando el ejemplo de un tren de transmisión de turbina eólica, el puente de transferencia de carga formado por los pernos y los orificios aterrajados puede implementarse en otros tipos de tren de transmisión en los que ha de evitarse el desplazamiento axial de una unidad de cojinete.

45 El alcance de la protección se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de tren de transmisión (1, 2, 3, 4) que comprende
 - 5 -un árbol de rotor (2);
-una unidad de cojinete (3) montada alrededor del árbol de rotor (2);
-un componente de tren de transmisión adicional (40) conectado a un extremo del árbol de rotor (2), en donde una cara anular (40F) del componente de tren de transmisión adicional (40) está dispuesta opuesta a una cara anular (30F) de la unidad de cojinete (3) con una distancia (D) entre las caras anulares (30F, 40F);
10 **caracterizado por**
-una disposición anular de orificios aterrajados (10) formados en una primera de las dos caras anulares opuestas (30F, 40F);
-una pluralidad de pernos (11), en donde cada perno (11) comprende un vástago de perno (11S) roscado en un orificio aterrajado (10), una contratuerca (12) roscada en el vástago de perno (11S) y apretada contra la primera cara anular (30F, 40F), y una cabeza de perno (11H) dispuesta para hacer contacto con la segunda de las dos caras anulares opuestas (30F, 40F)).
2. Un conjunto de tren de transmisión según la reivindicación 1, en donde una cabeza de perno (11H) se presiona contra la segunda cara anular (30F, 40F).
20
3. Un conjunto de tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una cabeza de perno (11H) comprende una superficie plana que es esencialmente paralela a la segunda cara anular (30F, 40F).
25
4. Un conjunto de tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el eje longitudinal (10A) de cada orificio aterrajado (10) es esencialmente paralelo al eje de rotación (2A) del conjunto de tren de transmisión.
- 30 5. Un conjunto de tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los orificios aterrajados (10) están formados en una parte de alojamiento interior (30) de la unidad de cojinete (3).
6. Un conjunto de tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la longitud de un perno (11) es la suma de la distancia (D) entre las caras opuestas (30F, 40F) y una fracción de la profundidad (10D) de un orificio aterrajado (10).
35
7. Un conjunto de tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los orificios aterrajados (10) están espaciados de manera equidistante.
- 40 8. Un conjunto de tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el árbol de rotor (2) comprende un medio para evitar el desplazamiento axial de la unidad de cojinete (3) hacia el extremo de accionamiento del árbol de rotor (2).
- 45 9. Una turbina eólica (1) que comprende un conjunto de tren de transmisión (1, 2, 3, 4) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Una turbina eólica según la reivindicación 9, realizada como una turbina eólica con engranajes.
- 50 11. Una turbina eólica según la reivindicación 10, en donde la disposición anular de los pernos (11) se extiende entre una unidad de cojinete (3) y una brida (40) de una unidad de caja de engranajes (4).
12. Una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el diámetro interior de la unidad de cojinete (3) es de al menos 200 mm.
- 55 13. Una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende una disposición anular de al menos 4 orificios aterrajados (10), más preferentemente al menos 8 orificios aterrajados (10), en la primera cara anular (30F, 40F).
- 60 14. Un método de ensamblaje de un tren de transmisión (1, 2, 3, 4) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, método que comprende las etapas de
 - 65 -montar una unidad de cojinete (3) alrededor de un árbol de rotor (2);
-conectar un componente de tren de transmisión adicional (40) al árbol de rotor (2) de manera que una cara anular (40F) del componente de tren de transmisión adicional (40) esté a una distancia (D) de una cara anular opuesta (30F) de la unidad de cojinete (3);
caracterizado por

- 5 -una etapa previa de formación de una disposición anular de orificios aterrajados (10) en la primera cara anular (30F, 40F);
 -proporcionar una pluralidad de pernos (11), en donde cada perno (11) comprende un vástago de perno (11S) y una cabeza de perno (11H);
 -roskar una contratuerca (12) en cada vástago de perno (11S);
 -hacer girar cada perno (11) en un orificio aterrajado (10) para presionar la cabeza del perno (11H) de ese perno (11) contra la segunda cara anular (30F, 40F);
10 -apretar cada contratuerca (12) contra la segunda cara anular (30F, 40F).
15. Un método según la reivindicación 14, en donde el tren de transmisión es un tren de transmisión de una turbina eólica, y en donde la etapa de hacer girar los pernos (11) y/o la etapa de apretar las contratuercas (12) se realiza después de la instalación del tren de transmisión en la góndola de la turbina eólica.

Fig. 1

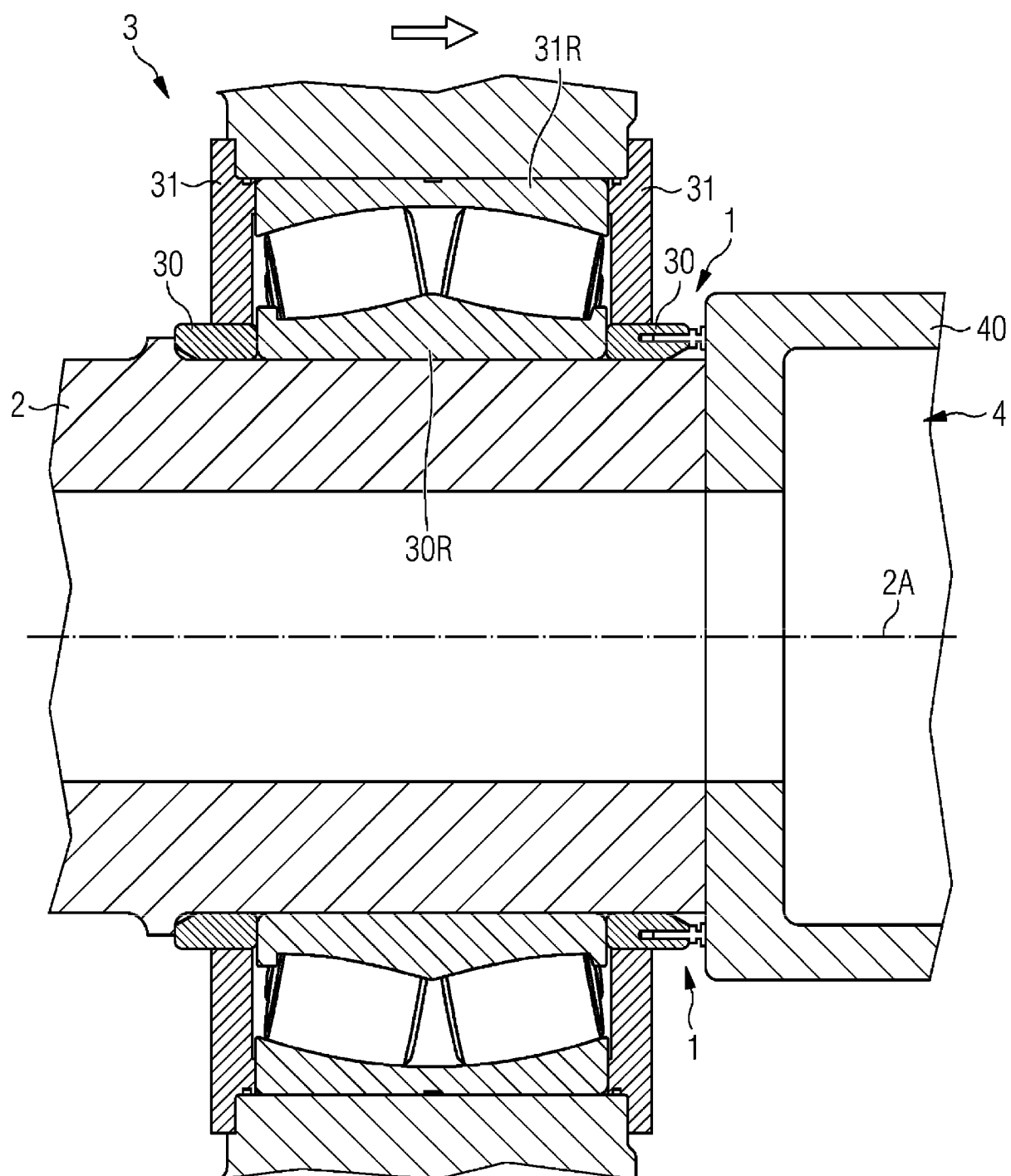


Fig. 2

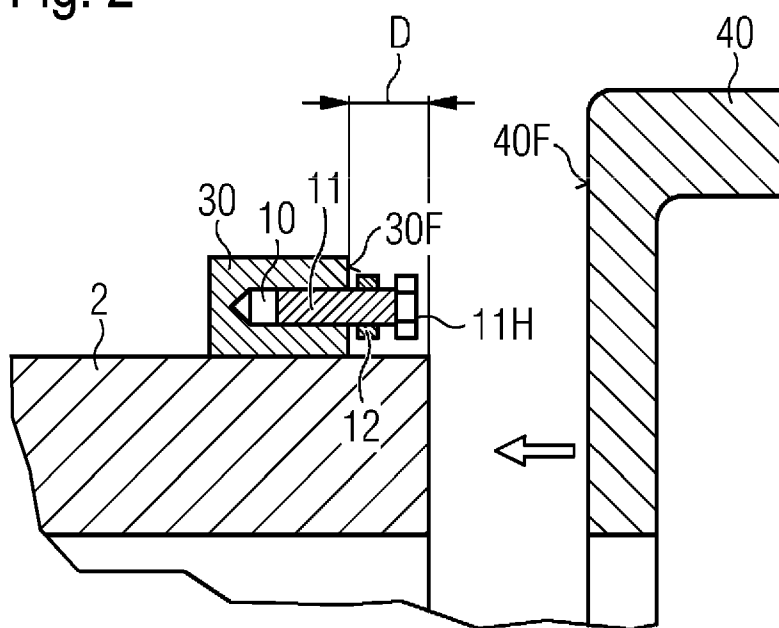


Fig. 3

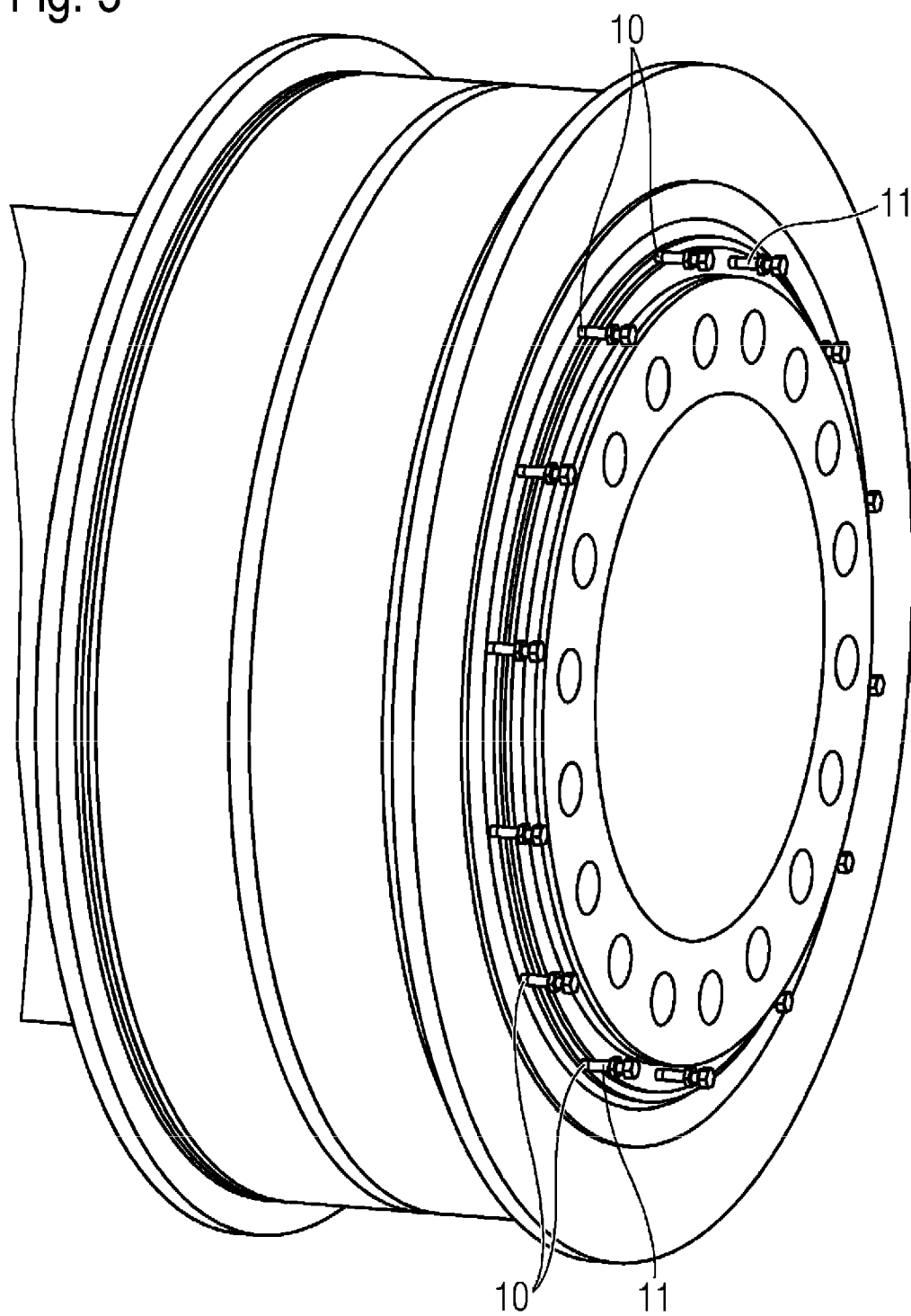


Fig. 4

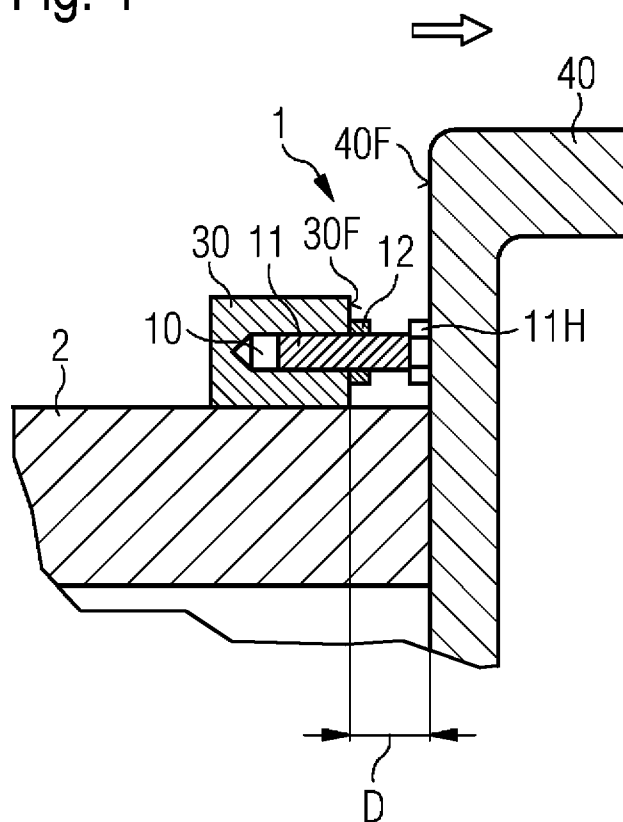


Fig. 5

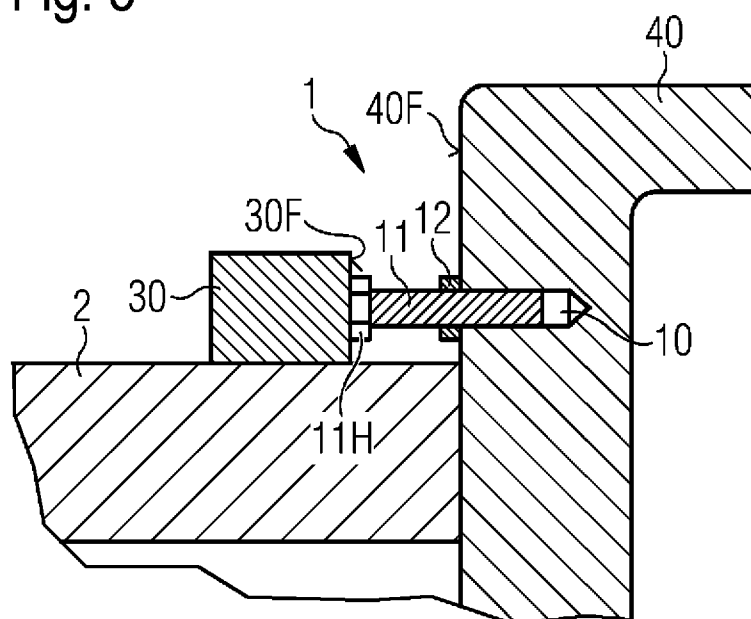


Fig. 6 **TÉCNICA ANTERIOR**

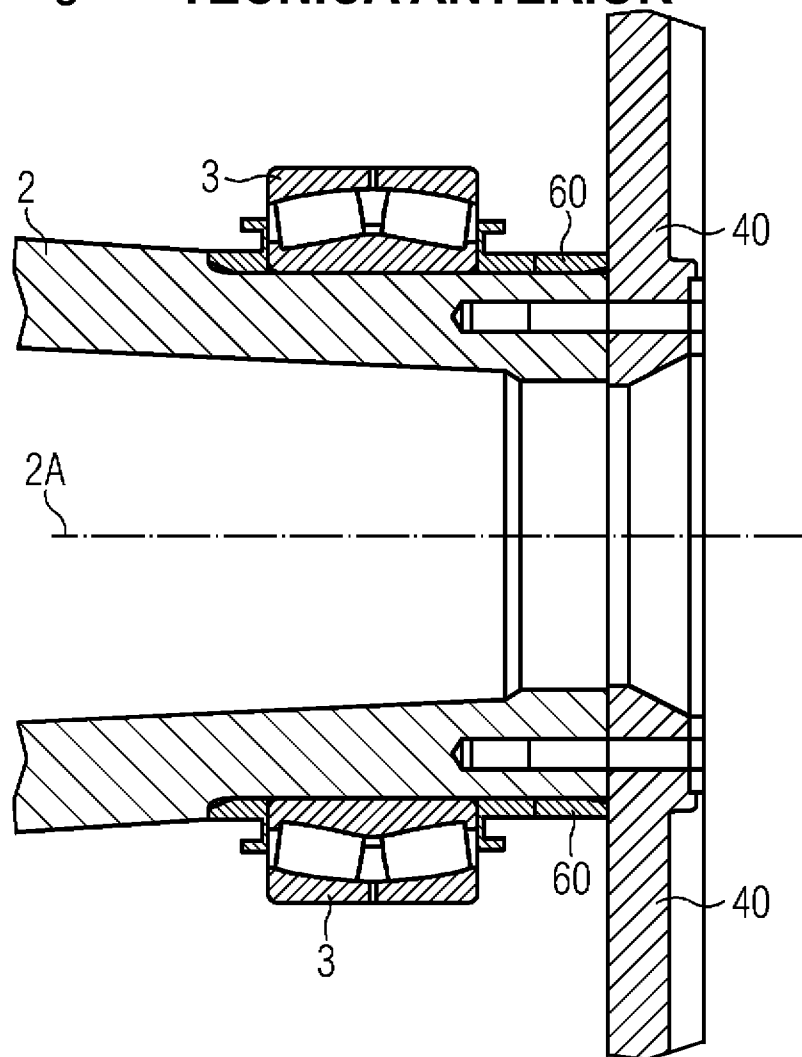


Fig. 7 TÉCNICA ANTERIOR

