



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 348 818**

51 Int. Cl.:
F16H 1/36 (2006.01)
F03D 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07729401 .5**
96 Fecha de presentación : **22.05.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2027400**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.02.2009**

54 Título: **Un sistema de engranajes para una turbina eólica.**

30 Prioridad: **22.05.2006 DK 2006 00700**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.12.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.12.2010

73 Titular/es: **Vestas Wind Systems A/S**
Alsvej 21
8940 Randers-SV, DK

72 Inventor/es: **Demtroder, Jens**

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 348 818 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).

UN SISTEMA DE ENGRANAJES PARA UNA TURBINA EÓLICA
DESCRIPCIÓN

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de engranajes que es relativamente compacto, y que es relativamente fácil y económico de fabricar. El sistema de engranajes de la presente invención es idóneo para uso en
10 una turbina, en particular una turbina eólica. La presente invención se refiere además a una caja de engranajes y a una turbina con tal sistema de engranajes.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Existe una demanda creciente de turbinas eólicas que suministran un nivel de potencia creciente. Esto puede conducir también a un aumento del tamaño y el peso de las turbinas eólicas. Esto, sin embargo, constituye un problema en cuanto a construcción y mantenimiento de las turbinas
20 eólicas. Por lo tanto, es deseable construir turbinas más grandes, es decir, con un mayor nivel de potencia, sin aumentar así las dimensiones de la turbina en la misma medida.

Una manera de obtener esto se desvela en el documento
25 genérico W002/14690 que desvela un conjunto de transmisión para una turbina eólica que comprende un cubo de rotor y una unidad de transmisión con engranaje de tipo planetario que comprende engranajes planetarios, ruedas satélites y coronas dentadas, y un portasatélites. La corona dentada está fijada
30 de manera no rotatoria a una estructura de soporte, por ejemplo una góndola de turbina, y un cojinete principal que soporta de manera rotatoria el cubo de rotor y el portasatélites en relación con la corona dentada y la estructura de soporte. Los engranajes planetarios, ruedas
35 satélites y coronas dentadas pueden estar situados en un plano transversal (perpendicular al eje de rotación de las fuerzas de rotación) que también contiene el cojinete

principal. De este modo se proporciona un conjunto de transmisión compacto.

Una desventaja de este conjunto de transmisión es que es relativamente difícil y costoso fabricar el conjunto de transmisión, en parte porque la corona dentada, que está adaptada para engranar con las ruedas satélites sobre una superficie interior, es relativamente difícil y costosa de fabricar. Además, las técnicas de producción existentes para tales coronas dentadas imponen una limitación sobre la posible elección de materiales de tal manera que normalmente será necesario elegir materiales más caros. Otra desventaja es que las cargas transversales que actúan sobre el cojinete principal desvían la corona dentada, y de este modo perturban directamente el contacto de los engranajes. Además, las desviaciones de la estructura de soporte del conjunto de transmisión también desvían la corona dentada, que está empernada sólidamente a la estructura de soporte. Esto también perturba el contacto de los engranajes.

Otro ejemplo de un conjunto de transmisión del estado de la técnica se describe en el documento WO2004/015267, que desvela una unidad de engranajes de turbina eólica que comprende un módulo de engranajes de baja velocidad y una pluralidad de módulos de engranajes de alta velocidad. El módulo de engranajes de baja velocidad es utilizable simultáneamente para transmitir par de torsión a cada uno de los módulos de engranajes de alta velocidad. El módulo de engranajes de baja velocidad puede ser un engranaje principal o una rueda anular. Cuando se usa una rueda anular como el elemento de engranaje de baja velocidad el cojinete principal del rotor puede estar situado en el diámetro exterior de la rueda anular, proporcionando así una unidad de engranajes compacta según se describe en el documento WO02/14690. Sin embargo, esto no es posible si se usa un engranaje principal como el elemento de engranaje de baja velocidad, y, por lo tanto, es necesario equilibrar la necesidad de una unidad de engranajes compacta frente a la necesidad de una unidad de engranajes que sea fácil y

económica de fabricar. Esto es una desventaja.

Otro ejemplo más de un sistema de rueda satélite convencional se desvela en el documento W002/14690 o el documento DE10318945. En el sistema de engranajes desvelado
5 en estos antecedentes, cada una de las ruedas satélites tiene dos engranes dentados, uno hacia la corona dentada y uno hacia el engranaje planetario. Las fuerzas de los dientes en estos dos contactos tienen dirección opuesta. Esto causa cargas de flexión alternativas sobre la rueda
10 satélite con cada revolución. Esto es una desventaja porque reduce la capacidad de las ruedas satélites.

RESUMEN DE LA INVENCION

Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar un sistema de engranajes que sea relativamente compacto, así
15 como fácil y económico de fabricar.

Un objeto más de la invención es proporcionar un sistema de engranajes al que sea posible proporcionar servicio mientras está colocado en una turbina, de una manera fácil, segura y eficiente.

20 Un objeto más aún de la invención es proporcionar una caja de engranajes que sea relativamente compacta, así como fácil y económica de fabricar.

Un objeto más aún de la invención es proporcionar una caja de engranajes a la que sea posible proporcionar
25 servicio mientras está colocada en una turbina, de una manera fácil, segura y eficaz.

Un objeto más aún de la invención es proporcionar una turbina, en particular una turbina eólica, que tenga una caja de engranajes que sea relativamente compacta, así como
30 fácil y económica de fabricar.

Un objeto más aún de la invención es proporcionar una turbina, en particular una turbina eólica, que tenga una caja de engranajes, y en la que sea posible proporcionar servicio a la caja de engranajes sin quitarla de la turbina,
35 y de una manera fácil, segura y eficaz.

Según un primer aspecto de la invención, los objetos anteriores y otros objetos se satisfacen proporcionando un

sistema de engranajes según la reivindicación 1.

El medio de entrada del par de torsión es una parte del sistema de engranajes a través del cual se introduce el par de torsión en el sistema, ya sea directamente o por medio de un cubo, árbol o tubo de conexión. Por ejemplo, puede ser o comprender un rotor. El par de torsión puede ser proporcionado por cualquier clase adecuada de medio generador de par de torsión, como una rueda dentada, un tambor, un sistema de engranajes externo (abierto), o un conjunto de palas accionadas por una corriente de fluido, como corrientes de viento o agua.

El medio de entrada del par de torsión está soportado directamente por el cojinete principal. De este modo, el medio de entrada del par de torsión rota en el cojinete principal, introduciendo así el par de torsión en el sistema de engranajes, y definiendo así un eje de rotación.

El engranaje principal y los dos o más árboles de piñón están adaptados para engranar en una superficie exterior del engranaje principal. Esto es al contrario de la situación en la que el engranaje principal es una corona dentada, es decir, un engranaje que está adaptado para engranar con uno o más árboles de piñón sobre una superficie interior del engranaje. Esto es una ventaja porque una rueda de engranaje que está adaptada para engranar a través de una superficie exterior es mucho más fácil y económica de fabricar que una rueda de engranaje que está adaptada para engranar a través de una superficie interior. Además, las técnicas de fabricación para tales ruedas de engranaje reducen significativamente los requisitos para los materiales aplicados, por ejemplo, en cuanto a resistencia y/o durabilidad y, por consiguiente, pueden usarse materiales menos caros, reduciendo así aún más los costes de fabricación.

Los dos o más árboles de piñón están dispuestos para engranar con el engranaje principal de tal manera que el par de torsión transmitido desde el engranaje principal se divide en un número de recorridos de par de torsión

paralelos. El número de recorridos de par de torsión paralelos corresponde al número de árboles de piñón. De este modo, el par de torsión que se introduce en el sistema por medio del medio de introducción de par de torsión se
5 desplaza a través del sistema a través de recorridos de par de torsión paralelos definidos por los árboles de piñón. Así la carga se comparte entre los árboles de piñón.

Además, los árboles de piñón pueden estar dispuestos de una manera distribuida uniformemente con respecto a un plano
10 dispuesto sustancialmente transversal a las direcciones longitudinales definidas por los árboles de piñón. Alternativamente, los árboles de piñón pueden estar dispuestos asimétricamente con respecto a tal plano. Además, los árboles de piñón pueden estar agrupados, y estos grupos
15 de árboles de piñón pueden estar dispuestos de una manera distribuida uniforme o asimétricamente con respecto a tal plano.

Cada uno de los árboles de piñón está soportado por una estructura de soporte del piñón. En el presente contexto,
20 debería interpretarse que el término "estructura de soporte del piñón" significa un elemento que soporta uno o más árboles de piñón. Puede ser, por ejemplo, en forma de una caja de piñones, un cárter de engranajes, un bastidor de engranajes o un soporte de engranajes.

Una ventaja del sistema de engranajes de la invención es que los árboles de piñones no tienen dos engranes dentados como es el caso en el sistema de engranajes desvelado en los documentos WO02/14690 o DE10318945 como se describió anteriormente. Así se evita el problema
30 relacionado con las fuerzas de dientes que tienen direcciones opuestas, y de este modo se aumenta considerablemente la capacidad de cada uno de los árboles de piñones. De este modo, el sistema de engranajes de la presente invención proporciona un uso eficiente del
35 material, y esto es una ventaja en relación con la fiabilidad así como la eficiencia de coste.

Al menos el engranaje principal y al menos parte de sus

engranes a los árboles de piñón están dispuestos dentro de un perímetro definido por el cojinete principal. De este modo, el engranaje principal y al menos parte de sus engranes, preferentemente todos sus engranes, a los árboles de piñón están dispuestos y conformados de una manera muy compacta. Por consiguiente, se ha proporcionado un sistema de engranajes muy compacto. Simultáneamente, el sistema de engranajes es fácil y económico de fabricar como se describió anteriormente. Esto es muy ventajoso.

10 Los cojinetes usados en el sistema de engranajes de la invención pueden ser cualquier clase de cojinetes adecuados, incluyendo cojinetes de rodillos, cojinetes de bolas, cojinetes de fricción, cojinetes de una sola hilera de bolas, cojinetes de múltiples hileras de bolas, y/o
15 cualquier otra clase de cojinetes adecuada. Además, puede aplicarse una o más de las clases de cojinetes mencionadas. Además, cada uno de los cojinetes puede estar dispuesto con una corona exterior rotatoria o con una corona interior rotatoria, dependiendo de la disposición del cojinete en
20 cuestión.

Igualmente, los engranajes usados en el sistema de engranajes de la invención pueden ser cualquier clase de engranaje adecuada, incluyendo engranajes helicoidales, engranajes de dientes rectos, engranajes helicoidales
25 dobles, engranajes de dientes angulares, y/o cualquier otra clase de engranajes adecuada. Además, puede aplicarse una o más de las clases de engranajes mencionadas a diversas conexiones de engranajes del sistema de engranajes.

El sistema de engranajes puede comprender además al
30 menos dos estructuras de soporte del piñón independientes, estando cada árbol de piñón soportado por una de dichas estructuras de soporte de piñón. Según esta realización, las estructuras de soporte del piñón son móviles unas en relación con otras hasta cierto punto, proporcionando así un
35 grado de libertad adicional para asegurar una distribución de carga al menos sustancialmente uniforme entre los recorridos del par de torsión definidos por los árboles de

piñón. Debería entenderse que las estructuras de soporte del piñón no pueden moverse completamente independientes entre sí. De este modo, la distribución angular de la estructura de soporte del piñón con respecto al eje de rotación definido por el cojinete principal es preferentemente al menos sustancialmente fija, mientras que las estructuras de soporte del piñón son móviles, hasta cierto punto, relativamente entre sí en una dirección a lo largo de dicho eje de rotación, o en dirección radial perpendicular al eje de rotación. En una realización el número de estructuras de soporte del piñón es igual al número de árboles de piñón, es decir, cada árbol de piñón está soportado por una estructura de soporte del piñón que soporta únicamente ese árbol de piñón. Alternativamente, una o más de las estructuras de soporte del piñón pueden soportar dos o más árboles de piñón.

Alternativamente, todos los árboles de piñón pueden estar soportados por una estructura de soporte del piñón común.

El engranaje principal puede estar desacoplado rotatoriamente del medio de entrada del par de torsión. En este caso el engranaje principal no rota junto con el medio de entrada del par de torsión, y puede estar al menos sustancialmente fijo. Alternativamente, el engranaje principal puede estar adaptado para realizar movimientos de rotación, pero estos movimientos de rotación serán independientes de los movimientos de rotación realizados por el medio de entrada del par de torsión. Por ejemplo, el engranaje principal puede rotar a una velocidad diferente, preferentemente inferior, al medio de entrada del par de torsión, o incluso en dirección opuesta al medio de entrada del par de torsión. Esto reduce la tensión sobre las conexiones de engranajes en comparación con la situación en la que el engranaje principal está al menos sustancialmente fijo. Además, según esta realización, y en el caso en que los árboles de piñón están soportados por una estructura común de soporte del piñón, la estructura común de soporte

del piñón está adaptada preferentemente para rotar junto con el medio de entrada del par de torsión.

En una nueva variante de la realización descrita anteriormente, el engranaje principal está sustancialmente fijo durante el funcionamiento normal. El árbol o estructura que soporta el engranaje principal en esta variante puede estar conectado a un dispositivo limitador del par de torsión, por ejemplo un embrague de fricción, que permite al engranaje principal rotar con el medio de entrada del par de torsión en caso de que el par de torsión sobre el engranaje principal exceda la configuración predefinida del limitador del par de torsión. Esto puede, por ejemplo, proteger eficazmente el sistema de engranajes contra cambios de las cargas externas, como ráfagas en una turbina eólica.

Alternativamente, el engranaje principal puede ser bloqueado rotatoriamente al medio de entrada del par de torsión, estando adaptado el engranaje principal, por lo tanto, para rotar junto con el medio de entrada del par de torsión. En este caso, la(s) estructura(s) de soporte del piñón es/están preferentemente desacoplada(s) rotatoriamente del medio de entrada del par de torsión, y puede/pueden estar al menos sustancialmente fija(s), o puede/pueden estar adaptada(s) para realizar movimientos de rotación que son independientes de los movimientos de rotación realizados por el medio de entrada del par de torsión, igualmente que la situación descrita anteriormente.

En el caso de que el medio de soporte del piñón esté al menos sustancialmente fijo con relación a una estructura de soporte principal, como una góndola de una turbina eólica, todos los árboles de piñón serán accesibles fácilmente, por ejemplo desde el exterior de un alojamiento que encierra el sistema de engranajes. Esto facilita el suministro de lubricante a los contactos de engranajes y a los cojinetes del sistema de engranajes. Además, esta disposición permite un fácil acceso de servicio a todos los árboles de piñón. De este modo, los árboles de piñón pueden, por ejemplo, ser sustituidos sin tener que quitar todo el sistema de

engranajes de la instalación, por ejemplo una turbina eólica, donde está colocado. Esto reduce considerablemente los costes de mantenimiento, en particular en el caso en que la instalación está colocada en un emplazamiento que no es
5 fácilmente accesible, como un parque eólico marino.

Cada uno de los árboles de piñón puede estar adaptado para engranar, directa o indirectamente, con una rueda de engranaje conectada a un árbol de transmisión común, estando dispuesto dicho árbol de transmisión común al menos
10 sustancialmente concéntrico al eje de rotación del cojinete principal. En el presente contexto el término "engranar indirectamente" debería interpretarse de tal manera que la conexión entre un árbol de piñón relevante y la rueda de engranaje se establezca mediante uno o más componentes de
15 engranaje adicionales, como ruedas de engranaje adicionales y/o árboles de piñón adicionales. Según esta realización, el par de torsión que se desplaza a través del sistema por los recorridos paralelos del par de torsión se transfiere finalmente al árbol de transmisión común. De este modo, el
20 sistema de engranajes puede ser, o formar parte de un tren de engranajes epicíclicos de tres vías.

Alternativamente, los árboles de piñón pueden formar conexiones transmisoras del par de torsión, directa o indirectamente, a dos o más árboles de transmisión, estando
25 dispuestos dichos dos o más árboles de transmisión al menos sustancialmente paralelos entre sí y al eje de rotación del cojinete principal. Según esta realización, el par de torsión que se desplaza a través del sistema se transfiere a y se comparte entre los dos o más árboles de transmisión. De
30 este modo, el par de torsión de salida del sistema sale del sistema por un número de árboles de transmisión paralelos. Cada uno de estos árboles de transmisión puede, por ejemplo, estar conectado a un generador. Alternativamente, los árboles de transmisión paralelos pueden estar conectados a
35 una etapa de engranajes adicional.

Cada uno de los árboles de piñón puede estar conectado, directa o indirectamente, a un árbol de transmisión

individual. En este caso el número de árboles de piñón es igual al número de árboles de transmisión.

El engranaje principal puede estar montado de tal manera que sea capaz de admitir una compartición de carga al menos sustancialmente uniforme entre los árboles de piñón, y/o una distribución de carga al menos sustancialmente uniforme a lo largo de la anchura de diente de cada uno de los árboles de piñón. Una posible manera de obtener esto es permitir al engranaje principal encontrar libremente su posición angular y radial hasta que las fuerzas en todos los engranes entre el engranaje principal y los árboles de piñón estén al menos sustancialmente en equilibrio. Esto puede obtenerse, por ejemplo, diseñando la estructura que soporta el engranaje principal de tal manera que sea torsionalmente rígida, pero al mismo tiempo capaz de flexionarse en una dirección radial y/o angular. Otra manera de llevar a cabo esto es disponiendo un acoplamiento entre la estructura que soporta el engranaje principal y el engranaje principal, por ejemplo una junta cardán.

El engranaje principal y los árboles de piñón pueden formar o formar parte de una primera etapa de engranajes, comprendiendo además el sistema de engranajes una segunda etapa de engranajes que está conectada a la primera etapa de engranajes. Según esta realización el sistema de engranajes comprende dos o más etapas de engranajes. La conexión entre la primera etapa de engranajes y la segunda etapa de engranajes puede establecerse por medio de una corona dentada. Alternativamente, la conexión entre la primera etapa de engranajes y la segunda etapa de engranajes puede establecerse por medio de cualquier otro medio adecuado, como una o más ruedas de engranaje adaptadas para engranar a través de una superficie exterior.

Alternativamente, el sistema de engranajes puede comprender sólo una etapa de engranajes que está conectada directamente a uno o más generadores.

En una realización preferida el medio de entrada del par de torsión puede ser o comprender un rotor. De este

modo, el sistema de engranajes es adecuado preferentemente para uso en un aparato generador de energía, como una turbina, es decir, el sistema de engranajes es preferentemente un sistema de engranajes de aumento de
5 velocidad.

Según una realización el cojinete principal, el engranaje principal, y al menos parte de los engranes entre el engranaje principal y los árboles de piñón pueden estar dispuestos al menos sustancialmente en el mismo plano
10 transversal. Según esta realización el cojinete principal encierra el engranaje principal y al menos parte de los engranes entre el engranaje principal y los árboles de piñón. Así se proporciona un sistema de engranajes muy compacto. Además, esta disposición de los engranes de
15 engranajes con relación al cojinete principal reduce el impacto de las cargas en voladizo sobre la distribución de carga en los contactos de los engranajes. De este modo, esta realización representa un sistema de engranajes muy competitivo y fiable que se ve afectado mínimamente por su
20 entorno. Esto es muy ventajoso.

Según un segundo aspecto de la invención, el objeto anterior y otros objetos se satisfacen proporcionando una caja de engranajes que comprende un sistema de engranajes según el primer aspecto de la invención. La caja de
25 engranajes puede comprender una o más etapas de engranajes como se describió anteriormente.

Según un tercer aspecto de la invención, los objetos anteriores y otros objetos se satisfacen proporcionando una turbina que comprende un rotor accionado por una corriente
30 de fluido, una caja de engranajes según el segundo aspecto de la invención, y un generador. La turbina puede comprender sólo un generador, o puede comprender dos o más generadores como se describió anteriormente.

La turbina es preferentemente una turbina eólica, pero, alternativamente, puede ser una turbina accionada por agua.
35

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirá la invención con más

detalles con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Fig. 1 es una vista en sección transversal de parte de un sistema de engranajes según una primera
5 realización de la invención,

la Fig. 2 es una vista en sección transversal de parte de un sistema de engranajes según una segunda
realización de la invención,

la Fig. 3 es una vista en sección transversal de parte de un sistema de engranajes según una tercera
10 realización de la invención, y

la Fig. 4 es una vista en sección transversal de parte de un sistema de engranajes según una cuarta
realización de la invención.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 es una vista en sección transversal de parte de un sistema de engranajes 1 según una primera realización de la invención. El sistema de engranajes 1 comprende un componente rotatorio 2 que está soportado directamente por un cojinete principal 3, y que está adaptado para rotar
20 alrededor de un primer eje de rotación 4. El componente rotatorio 2 está acoplado rotatoriamente a un rotor, es decir, rota junto con el rotor. El sistema de engranajes 1 comprende además un engranaje principal 5 que está desacoplado rotatoriamente del componente rotatorio 2, es decir, no rota junto con el componente rotatorio 2 alrededor del primer eje de rotación 4. El engranaje principal 5 está adaptado para engranar con un número de árboles de piñón 6 a través de una superficie exterior 7 del engranaje principal
25 5. En la Fig. 1 sólo se muestra un árbol de piñón 6, pero debería entenderse que estarán presentes al menos dos árboles de piñón 6.

Los árboles de piñón 6 están soportados por una estructura de soporte del piñón en forma de una caja de
35 piñones 8 que está adaptada para rotar junto con el componente rotatorio 2 alrededor del primer eje de rotación 4. En la realización de la Fig. 1 la caja de piñones 8 forma

una parte integral del componente rotatorio 2. De este modo, los árboles de piñón 6 también rotan junto con el componente rotatorio 2 alrededor del primer eje de rotación 4. Como el engranaje principal 5 no rota junto con el componente rotatorio 2, y como el engranaje principal 5 y los árboles de piñón 6 engranan, de este modo se hace que cada uno de los árboles de piñón 6 rote alrededor de un eje de rotación del árbol de piñón individual 9.

Cada uno de los árboles de piñón 6 está provisto de una segunda rueda de engranaje 10 que rota junto con el árbol de piñón 6 alrededor del eje de rotación 9. Cada una de las segundas ruedas de engranaje 10 está adaptada para engranar con un piñón planetario 11. La rotación de las segundas ruedas de engranaje 10 y el engrane entre las segundas ruedas de engranaje 10 y el piñón planetario 11 hace que el piñón planetario 11 realice un movimiento de rotación alrededor del primer eje de rotación 4.

Está claro que en el sistema de engranajes 1 mostrado en la Fig. 1 el engranaje principal 5 y sus engranes a los árboles de piñón 6 están colocados dentro de un perímetro definido por el cojinete principal 3, y que el cojinete principal 3, el engranaje principal 5 y sus engranes a los árboles de piñón 6 están colocados en el mismo plano transversal. De este modo se proporciona un sistema de engranajes 1 muy compacto. Además, como el engranaje principal 5 está adaptado para engranar con los árboles de piñón 6 a través de la superficie exterior 7, el engranaje principal 5 es mucho más fácil y económico de fabricar que lo que sería el caso si se usara una corona dentada. Esto se ha descrito anteriormente.

Además, el par de torsión, que es proporcionado por el rotor, se desplaza a través del sistema de engranajes 1 mediante recorridos paralelos independientes del par de torsión definidos por los árboles de piñón 6. De este modo la carga se comparte entre estos recorridos paralelos del par de torsión. Esto es ventajoso puesto que se reduce la carga aplicada a cada uno de los componentes, y así se

reduce el desgaste de los componentes.

Es posible desacoplar rotatoriamente los árboles de piñón 6 y las segundas ruedas de engranaje 10. De este modo, el montaje del sistema de engranajes 1 puede realizarse de la siguiente manera. Como el engranaje principal 5 está rotatoriamente fijo, los árboles de piñón 6 tienen que montarse de tal manera con relación al engranaje principal 5 que los dientes del engranaje principal 5 y los dientes de cada uno de los árboles de piñón 6 engranen de una manera apropiada. Una vez que se obtiene esto, las segundas ruedas de engranaje 10 pueden rotarse para proporcionar engrane apropiado entre los dientes de las segundas ruedas de engranaje 10 y los dientes del piñón planetario 11. Después, los árboles de piñón 6 y sus segundas ruedas de engranaje respectivas 10 son bloqueados rotatoriamente para permitirles rotar juntos durante el funcionamiento normal del sistema de engranajes 1.

La Fig. 2 es una vista en sección transversal de parte de un sistema de engranajes 1 según una segunda realización de la invención. Igualmente que el sistema de engranajes de la Fig. 1, el sistema de engranajes 1 de la Fig. 2 comprende un componente rotatorio 2 que está soportado directamente por un cojinete principal 3, y que está adaptado para rotar junto con un rotor alrededor de un primer eje de rotación 4. El sistema de engranajes 1 comprende además un engranaje principal 5 adaptado para engranar con un número de árboles de piñón 6 a través de una superficie exterior 7 del engranaje principal 5. En la Fig. 2 sólo se muestra un árbol de piñón 6, pero como se explicó anteriormente con referencia a la Fig. 1, debería entenderse que estarán presentes al menos dos árboles de piñón 6. Los árboles de piñón 6 están soportados por una caja de piñones 8.

En el sistema de engranajes 1 mostrado en la Fig. 2 el engranaje principal 5 rota junto con el componente rotatorio 2 alrededor del primer eje de rotación 4, mientras que la caja de piñones 8 está desacoplada rotatoriamente del componente rotatorio 2. En la realización de la Fig. 2 la

caja de piñones 8 está al menos sustancialmente fija. Sin embargo, podrían concebirse otras disposiciones donde la caja de piñones 8 rote a una velocidad de rotación diferente de la velocidad de rotación del componente rotatorio 2. Esto ya se ha descrito anteriormente.

Cuando el componente rotatorio 2, y de este modo el engranaje principal 5, rota alrededor del primer eje de rotación 4, y debido al engrane entre el engranaje principal 5 y los árboles de piñón 6, se hará que cada uno de los árboles de piñón 6 realice un movimiento de rotación alrededor de un eje de rotación del árbol de piñón individual 9.

Cada uno de los árboles de piñón 6 está provisto de una segunda rueda de engranaje 10. Cuando un árbol de piñón 6 rota alrededor del eje de rotación correspondiente 9, la segunda rueda de engranaje correspondiente 10 rota con él. Cada una de las segundas ruedas de engranaje 10 está adaptada para engranar con un piñón planetario 11. Por consiguiente, a medida que las segundas ruedas de engranaje 10 rotan alrededor de sus ejes de rotación respectivos 9, se hará que el piñón planetario 11 realice un movimiento de rotación alrededor del primer eje de rotación 4.

De este modo, el sistema de engranajes 1 de la Fig. 2 es muy similar al sistema de engranajes de la Fig. 1. Sin embargo, en este caso el engranaje principal 5 rota junto con el componente rotatorio 2 mientras la caja de piñones 8 permanece sustancialmente fija.

En la realización de la Fig. 2 también es posible desacoplar los árboles de piñón 6 y las segundas ruedas de engranaje 10 como se describió anteriormente. De este modo, el montaje del sistema de engranajes 1 puede realizarse de la siguiente manera. Como la caja de piñones 8 es rotatoriamente fija, el engranaje principal 5 debe ser montado de tal manera con relación a los árboles de piñón 6 que los dientes del engranaje principal 5 y los dientes de cada uno de los árboles de piñón 6 engranen de una manera apropiada. Esto se obtiene rotando los árboles de piñón 6

alrededor de sus ejes de rotación de árboles de piñón respectivos 9 durante el montaje del engranaje principal 5. Una vez que se hace esto, las segundas ruedas de engranaje 10 pueden rotarse para proporcionar engrane apropiado entre los dientes de las segundas ruedas de engranaje 10 y los dientes del piñón planetario 11. Después, los árboles de piñón 6 y sus segundas ruedas de engranaje respectivas 10 son bloqueados rotatoriamente para permitirles rotar juntos durante el funcionamiento normal del sistema de engranajes 1.

La Fig. 3 es una vista en sección transversal de parte de un sistema de engranajes 1 según una tercera realización de la invención. El sistema de engranajes 1 de la Fig. 3 es muy similar al sistema de engranajes de la Fig. 2 y, por lo tanto, no se describirá aquí con más detalle el funcionamiento del sistema de engranajes 1. De este modo, el sistema de engranajes 1 de la Fig. 3 se diferencia del sistema de engranajes de la Fig. 2 únicamente en que las segundas ruedas de engranaje 10 y el piñón planetario 11 engranan a través de una superficie interior 12 del piñón planetario 11. De este modo, el piñón planetario 11 está en forma de una corona dentada.

La Fig. 4 es una vista en sección transversal de parte de un sistema de engranajes 1 según una cuarta realización de la invención. El sistema de engranajes 1 de la Fig. 4 es muy similar al sistema de engranajes de la Fig. 1 y, por lo tanto, no se describirá aquí con más detalle el funcionamiento del sistema de engranajes 1. De este modo, el sistema de engranajes 1 de la Fig. 4 se diferencia del sistema de engranajes de la Fig. 1 únicamente en que el cojinete principal 3 está sostenido en una corona exterior del sistema de engranajes 1, mientras una corona interior del sistema de engranajes 1 rota durante el funcionamiento.

Todos los sistemas de engranajes 1 mostrados en las Figs. 1-4 son adecuados para uso en una turbina, como una turbina eólica. Los sistemas de engranajes 1 pueden constituir todo el sistema de engranajes de tal turbina.

Alternativamente, los sistemas de engranajes 1 pueden formar una primera etapa de engranajes, y el piñón planetario 11 formará en este caso una conexión a la segunda etapa de engranajes del sistema de engranajes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de engranajes (1) que comprende:
- un cojinete principal (3) que soporta directamente un medio de entrada del par de torsión (2) y que define un eje de rotación (4),
 - un engranaje principal (5), y
 - dos o más árboles de piñón (6), estando dispuesto cada uno para engranar con el engranaje principal (5) en una superficie exterior (7) del engranaje principal (5) de tal manera que el par de torsión transmitido desde el engranaje principal (5) se divide en un número recorridos de par de torsión paralelos, correspondiendo dicho número al número de árboles de piñón (6), y estando soportado cada árbol de piñón (6) por una estructura de soporte de piñón (8), en el que al menos el engranaje principal (5) y al menos parte de sus engranes a los árboles de piñón (6) están dispuestos dentro de un perímetro definido por el cojinete principal (3), y en el que cada uno de los árboles de piñón (6) está provisto de una rueda de engranaje adicional (10), estando adaptada cada una de las ruedas de engranaje adicionales (10) para engranar con un piñón planetario (11), **caracterizado porque** los árboles de piñón (6) están dispuestos para engranar únicamente con el engranaje principal (5) y las ruedas de engranaje adicionales (10) están dispuestas para engranar únicamente con el piñón planetario (11).
2. Un sistema de engranajes (1) según la reivindicación 1, que además comprende al menos dos estructuras de soporte de piñón independientes (8), estando soportado cada árbol de piñón (6) por una de dichas estructuras de soporte de piñón (8).
3. Un sistema de engranajes (1) según la reivindicación 1 ó 2, en el que el engranaje principal (5) está desacoplado rotatoriamente del medio de entrada del par de torsión (2).

4. Un sistema de engranajes (1) según la reivindicación 1 ó 2, en el que el engranaje principal (5) está bloqueado rotatoriamente al medio de entrada del par de torsión (2),
5 estando adaptado así el engranaje principal (5) para rotar junto con el medio de entrada del par de torsión (2).
5. Un sistema de engranajes (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada uno de los
10 árboles de piñón (6) está adaptado para engranar, directa o indirectamente, con una rueda de engranaje (11) conectada a un árbol de transmisión común, estando dispuesto dicho árbol de transmisión común al menos sustancialmente concéntrico al eje de rotación (4) del cojinete principal (3).
- 15 6. Un sistema de engranajes (1) según la reivindicación 5, en el que el sistema de engranajes (1) es, o forma parte de, un tren de engranajes epicíclicos de tres vías.
- 20 7. Un sistema de engranajes (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que los árboles de piñón (6) forman conexiones transmisoras del par de torsión, directa o indirectamente, a dos o más árboles de transmisión, estando dispuestos dichos dos o más árboles de transmisión al menos
25 sustancialmente paralelos entre sí y al eje de rotación (4) del cojinete principal (3).
8. Un sistema de engranajes (1) según la reivindicación 7, en el que cada uno de los árboles de piñón (6) está
30 conectado, directa o indirectamente, a un árbol de transmisión individual.
9. Un sistema de engranajes (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el engranaje
35 principal (5) está montado de tal manera que es capaz de admitir una distribución de carga al menos sustancialmente uniforme a lo largo de la anchura de diente de cada uno de

los árboles de piñón (6).

10. Un sistema de engranajes (1) según la reivindicación 9, en el que el engranaje principal (5) está montado de tal manera que es capaz de flexionarse en una dirección radial y/o angular.

11. Un sistema de engranajes (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el engranaje principal (5) y los árboles de piñón (6) forman o forman parte de una primera etapa de engranajes, comprendiendo además el sistema de engranajes (1) una segunda etapa de engranajes que está conectada a la primera etapa de engranajes.

15

12. Un sistema de engranajes (1) según la reivindicación 11, en el que la conexión entre la primera etapa de engranajes y la segunda etapa de engranajes se establece por medio de una corona dentada.

20

13. Un sistema de engranajes (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el medio de entrada del par de torsión (2) es o comprende un rotor.

25

14. Un sistema de engranajes (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el cojinete principal (3), el engranaje principal (5), y al menos parte de los engranes entre el engranaje principal (5) y los árboles de piñón (6) están dispuestos al menos sustancialmente en el mismo plano transversal.

30

15. Una caja de engranajes que comprende un sistema de engranajes (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

35

16. Una turbina que comprende un rotor accionado por una corriente de fluido, una caja de engranajes según la

reivindicación 15, y un generador.

17. Una turbina según la reivindicación 16, en la que la turbina es una turbina eólica.

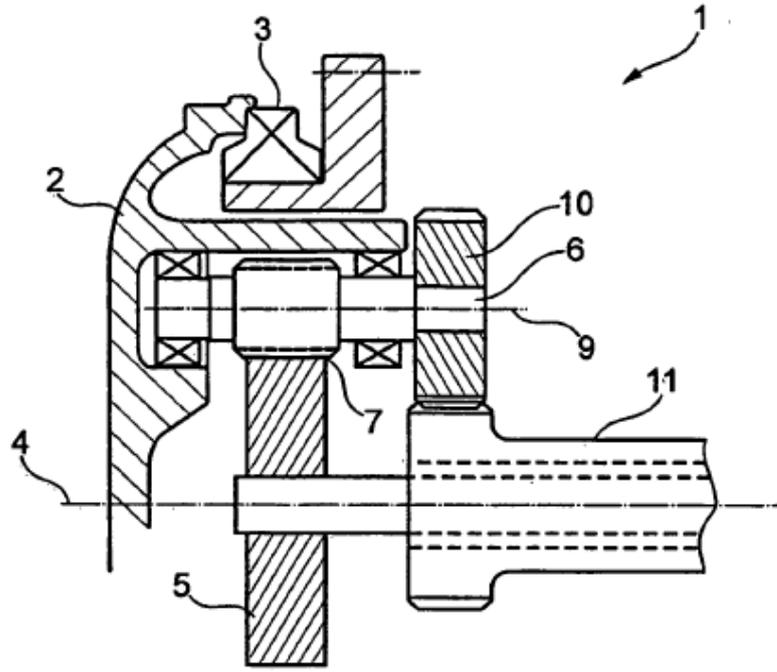


Fig. 1

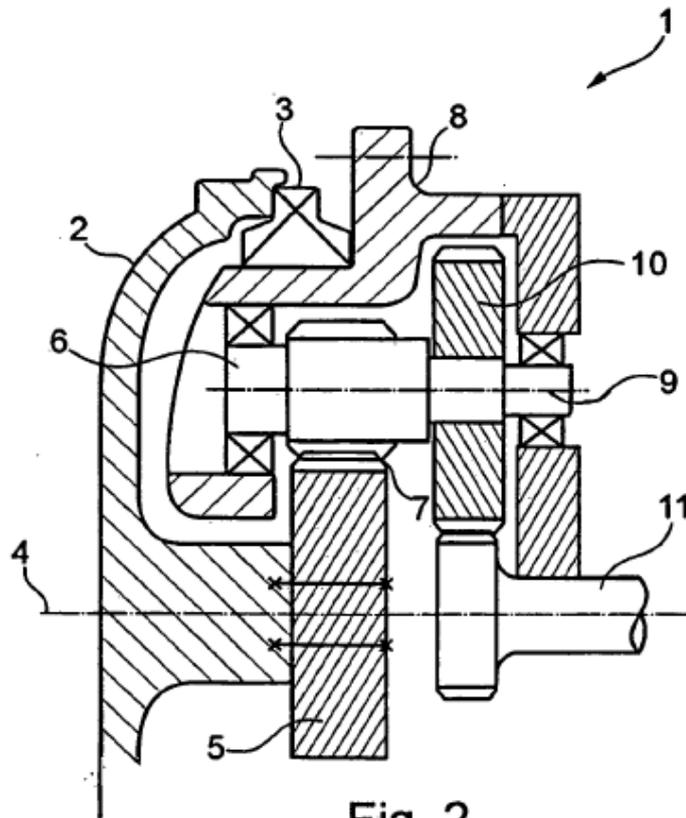


Fig. 2

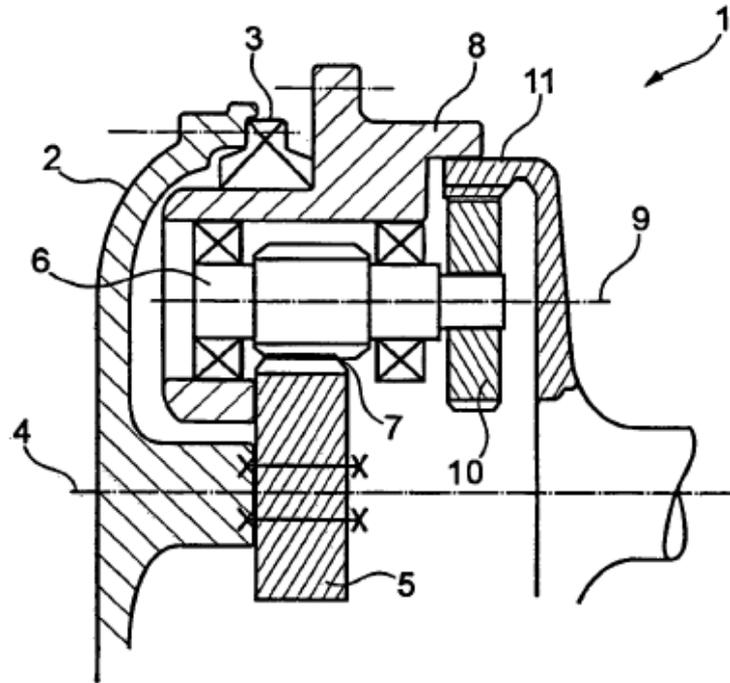


Fig. 3

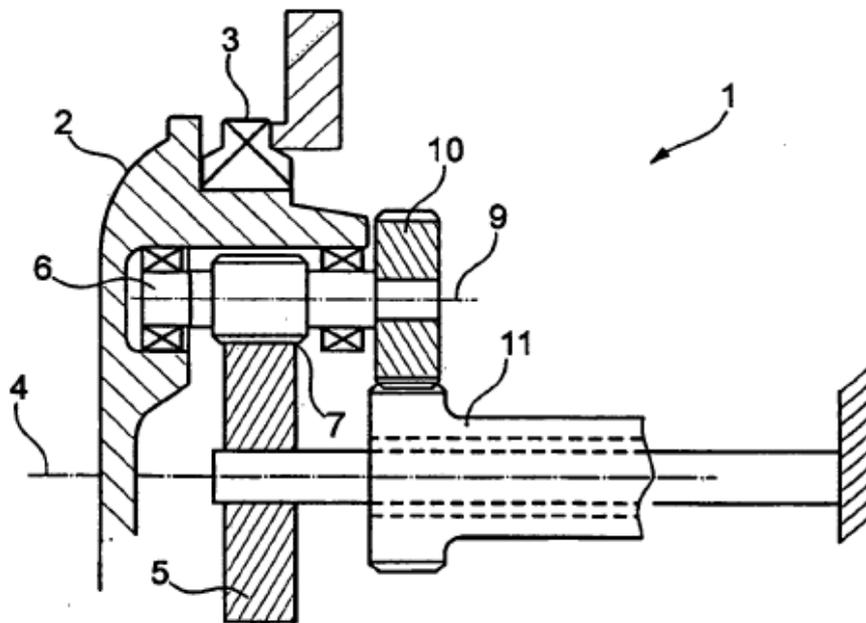


Fig. 4