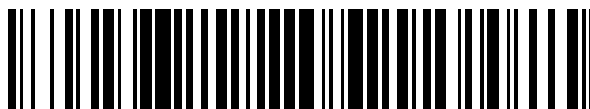


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 876**

51 Int. Cl.:

F16H 57/08 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

F16H 3/64 (2006.01)

F03D 15/10 (2006.01)

F16H 1/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2017** **E 17152660 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019** **EP 3351830**

54 Título: **Engranaje planetario con un soporte para portaplanetas mejorado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.04.2020

73 Titular/es:

FLENDER GMBH (100.0%)
Alfred-Flender-Strasse 77
46395 Bocholt, DE

72 Inventor/es:

KLEIN-HITPASS, ARNO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 753 876 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

Engranaje planetario con un soporte para portaplanetas mejorado

La presente invención hace referencia a un engranaje planetario, que está diseñado, entre otros, para el uso en una instalación de energía eólica.

- 5 La invención también hace referencia a un sistema propulsor para una instalación de energía eólica que está equipado el engranaje planetario conforme a la invención. Además, la invención hace referencia a una instalación de energía eólica que está provista de un sistema de propulsor conforme a la invención.

10 De la solicitud EP 2 284 420 A1 se conoce un engranaje planetario de múltiples etapas para una instalación de energía eólica que dispone de dos portaplanetas. En este caso, un primer portaplanetas está alojado giratorio de ambos lados en cojinetes, los cuales están alojados en una pared de la carcasa. El primer portaplanetas actúa a través de un árbol solar conjuntamente con un segundo portaplanetas, el cual está colocado del lado del accionamiento, es decir, de un solo lado; en donde el cojinete está alojado en la pared de la carcasa.

15 Una desventaja esencial de los engranajes planetarios conocidos consiste en que los mismos presentan una gran cantidad de componentes integrales. Además, en los engranajes planetarios conocidos, se utilizan cojinetes que son muy complejos de configurar y muy costosos. Existe la necesidad de un engranaje planetario potente que sea rápido y simple de montar, que funcione con un mínimo de componentes y que por lo tanto, sea fácil de mantener y rentable. Particularmente, existe la necesidad de un engranaje planetario que presente un alto grado de modularidad.

20 El objeto expuesto se resuelve mediante el engranaje planetario conforme a la invención. El engranaje planetario presenta una primera y una segunda etapa de engranaje, las cuales están dispuestas una inmediatamente detrás de la otra y no están acopladas mecánicamente entre sí. El engranaje planetario comprende además una carcasa, la cual está conformada en un diseño constructivo diferencial por paredes exteriores de la primera y la segunda etapa de engranaje y/o las respectivas coronas internas de la primera y la segunda etapa de engranaje. La carcasa presenta una abertura a través de la cual se extiende un primer árbol, el cual en la primera etapa de engranaje está conectado para transmitir el par directamente con un primer portaplanetas. El primer árbol también se puede conformar en una única pieza con el primer portaplanetas. El primer árbol está alojado de manera giratoria en un cojinete que está montado en la zona de la abertura en una pared de la carcasa. El cojinete para el primer árbol está configurado para recibir fuerzas axiales y fuerzas radiales. Una rotación del primer árbol genera, por lo tanto, una rotación del primer portaplanetas alrededor de un eje de rotación común. De esta manera, el primer portaplanetas está montado de un lado. En el primer portaplanetas, también está alojado un primer árbol solar, el cual está configurado para transmitir la potencia del árbol de la primera etapa de engranaje a la segunda etapa de engranaje. Para ello, el primer árbol solar está conectado para transmisión del par con un segundo portaplanetas en la segunda etapa de engranaje. La segunda etapa de engranaje presenta al menos una segunda rueda planetaria y un segundo árbol solar.

35 Conforme a la invención, el segundo portaplanetas está alojado de manera giratoria en un cojinete axialmente interno alrededor de un eje de rotación. El cojinete axialmente interno está dispuesto, allí, directamente en el primer portaplanetas. De esta manera, es posible una rotación relativa entre el primer y el segundo portaplanetas durante el funcionamiento del engranaje planetario. De manera alternativa o adicional, el segundo portaplanetas está alojado en un cojinete axialmente interno, el cual está alojado en el extremo de la carcasa opuesto al primer portaplanetas, en su pared. El cojinete axialmente interno y/o el cojinete axialmente externo están configurados preferentemente para recibir de manera prioritaria una carga axial. Por lo anterior debe entenderse que la capacidad de carga del cojinete axialmente interno o del cojinete axialmente externo en la dirección axial excede considerablemente la capacidad de carga en la dirección radial.

45 El soporte de la primera y la segunda etapa del engranaje en el engranaje planetario conforme a la invención permite un buen autocentrado de los portaplanetas, de las correspondientes ruedas planetarias y de los respectivos árboles solares utilizando un mínimo de cojinetes. En particular, con dos cojinetes ya se puede lograr un soporte preciso y resistente de los dos portaplanetas. Además, el soporte del portaplanetas le proporciona al engranaje planetario conforme a la invención la posibilidad de conformar el engranaje planetario esencialmente modular. De esta manera, las etapas del engranaje se fabrican por separado y permiten un montaje final simple del engranaje planetario en cuestión. Para la utilización en una instalación de energía eólica, el engranaje planetario conforme a la invención se puede transportar separado en su primera y su segunda etapa de engranaje y ser montado de manera sencilla en el lugar de utilización. De esta manera, se consigue un alto grado de flexibilidad en el montaje final del engranaje planetario conforme a la invención y de las correspondientes aplicaciones.

55 En una forma de ejecución preferida de la invención, el cojinete, en el cual está alojado el primer árbol, el cojinete axialmente interno y/o el cojinete axialmente externo está conformado respectivamente como cojinete de

deslizamiento o como cojinete de rodamiento. Un cojinete de rodamiento es particularmente preferido cuando el mismo está conformado como un cojinete de rodillos cónicos, un cojinete de rodillos a rótula, cojinete de rodillos esféricos, cojinete de rodillos cruzados, como cojinete de agujas, como cojinete de rodillos cilíndricos, cojinete rígido de bolas, cojinete de bolas de contacto angular, cojinete de cuatro puntos de apoyo, cojinete de bolas, cojinete de rodamiento axial-radial de rodillos cilíndricos, cojinete axial rígido, cojinete axial de contacto angular, cojinete axial de rodillos cilíndricos o como una combinación de estos cojinetes. Este tipo de cojinetes proporcionan un alto grado de rigidez contra cargas axiales y radiales y un alto grado de fiabilidad. Particularmente preferido es un cojinete de deslizamiento que está conformado como cojinete radial, en especial como un cojinete cilíndrico circular, cojinete de múltiples superficies con segmentos orientables, como cojinete de cuña doble, también denominado como cojinete tipo limón, como cojinete de deslizamiento de múltiples superficies, o como cojinete de casquillo flotante. También se prefiere un cojinete de deslizamiento que esté conformado como un cojinete radial, particularmente como un cojinete con superficies de cuña incorporadas o como un cojinete con segmentos de cojinete basculantes. Con el uso de cojinetes de deslizamiento se consigue un alto grado de fiabilidad y se requieren menos tareas de mantenimiento. La solución conforme a la invención permite entonces recurrir a tipos de cojinetes particularmente sencillos.

De manera particularmente preferida, el cojinete del primer árbol, el cojinete axialmente interno y/o el cojinete axialmente externo están conformados respectivamente como cojinetes de rodillos cónicos. Allí, al menos uno de los cojinetes de rodillos cónicos está pretensado en un estado premontado de la primera y/o de la segunda etapa de engranaje. En este contexto, debe entenderse por un estado premontado un estado en el cual la primera y/o la segunda etapa de engranaje ya están respectivamente montadas por separado, pero que aún deben ensamblarse para conformar el engranaje planetario pretendido.

La solución conforme a la invención permite pretensar por separado el cojinete de rodillos cónicos en la primera y/o en la segunda etapa de engranaje y por lo tanto configurarlo. La primera y la segunda etapa de engranaje se pueden montar entonces modularmente y se pueden combinar de manera sencilla y sin otros ajustes del cojinete de rodillos cónicos para el engranaje planetario conforme a la invención. De esta manera, resulta innecesario un ajuste complicado de los cojinetes de rodillos cónicos durante el ensamblaje final del engranaje planetario, como en el estado del arte, de modo que la fabricación del engranaje planetario en cuestión está simplificada.

Además, en el engranaje planetario conforme a la invención la primera y/o la segunda etapa de engranaje pueden estar conformadas como etapas de transmisión. Por una etapa de transmisión se entiende aquí una etapa de engranaje en la cual la velocidad de salida es mayor que la velocidad de entrada. En la primera etapa de engranaje, el primer árbol funciona como árbol de accionamiento, y en la segunda etapa de engranaje, el primer árbol solar sirve como árbol de accionamiento. Con este tipo de diseño del engranaje planetario conforme a la invención, las ventajas técnicas esbozadas anteriormente se alcanzan en un grado particularmente alto. De manera alternativa o adicional, en el engranaje planetario conforme a la invención la primera y/o la segunda etapa de engranaje pueden estar conformadas respectivamente como etapas de reducción. Por una etapa de reducción se entiende, aquí, una etapa de engranaje en la cual la velocidad de salida es menor que la velocidad de entrada.

También de manera preferida, en el estado montado del engranaje planetario conforme a la invención, entre el primer y el segundo portaplanetas, está conformado un espacio intermedio esencialmente anular. La carcasa, que rodea el espacio intermedio, está conformada aquí en la zona del espacio intermedio sin un alojamiento de cojinete. Fundamentalmente, esto permite que la primera y la segunda etapa de engranaje estén conformadas esencialmente abiertas en sus extremos axialmente internos. Una sección transversal de carcasa ramificada que esté conformada para el alojamiento de un cojinete en el espacio intermedio entre el primer y el segundo portaplanetas, resulta por consiguiente innecesaria. Como consecuencia de ello, la fabricación de la carcasa se simplifica y economiza. Debido a su diseño constructivo abierto de un lado, la primera y/o la segunda etapa de engranaje resultan de fácil acceso y por ello de fácil mantenimiento. De esta manera, también se incrementa la modularidad del engranaje planetario en cuestión.

También se prefiere que la carcasa esté conformada desmontable en la zona del espacio intermedio entre el primer y segundo portaplanetas. Para ello, la carcasa puede estar equipada, en la zona del espacio intermedio, con un elemento de conexión desmontable, por ejemplo con una brida. Los elementos de conexión en la pared de la carcasa de la primera y/o de la segunda etapa de engranaje se pueden fijar entre sí preferentemente mediante medios de conexión, como por ejemplo pernos o tornillos. Mediante los elementos de conexión en la pared de la carcasa en las respectivas etapas de engranaje se incrementa aún más la modularidad del engranaje planetario conforme a la invención. De manera alternativa o adicional, la primera y la segunda etapa de engranaje pueden estar montadas una con otra a través de una conexión de clavija.

En otra forma de ejecución preferida de la invención, entre el primer portaplanetas y la carcasa está dispuesto un cojinete de empuje. En una orientación apropiada del primer portaplanetas, el cojinete de empuje y el primer portaplanetas están sin contacto. El cojinete de empuje evita una desviación radial excesiva del primer portaplanetas, de modo que el arranque del engranaje planetario siempre se realiza con una máxima inclinación aceptable del primer portaplanetas.

Además, en el engranaje planetario conforme a la invención, entre el primer árbol solar y el segundo portaplanetas puede estar conformado un dentado corto que garantice una transmisión del par del primer árbol solar al segundo portaplanetas. El objeto descrito se resuelve asimismo mediante un sistema propulsor conforme a la invención para una instalación de energía eólica, que comprende un primer cojinete principal de árbol de rotor y opcionalmente un segundo cojinete principal de árbol de rotor, un árbol de rotor, el cual está conectado para transmisión de par con un generador, y el propio generador. El acoplamiento de transmisión del par entre el árbol de rotor y el generador se realiza a través de un engranaje planetario. Conforme a la invención, el engranaje planetario está conformado según una de las formas de ejecución expuestas anteriormente.

El objeto de la invención también se resuelve con una instalación de energía eólica que comprende un rotor, el cual está conectado con un árbol de rotor y está fijado a una góndola. El rotor está conectado aquí con un sistema propulsor conforme a la invención para la transmisión del par.

A continuación, la presente invención se explica mediante formas de ejecución individuales. Las características de las formas de ejecución individuales se pueden combinar aquí unas con otras. En las figuras se muestra:

Figura 1: una primera forma de ejecución del engranaje planetario conforme a la invención, en corte transversal;

Figura 2: una segunda forma de ejecución del engranaje planetario conforme a la invención, en corte transversal;

Figura 3: una tercera forma de ejecución del engranaje planetario conforme a la invención, en corte transversal;

Figura 4: un montaje de una cuarta forma de ejecución del engranaje planetario conforme a la presente invención;

Figura 5: una forma de ejecución de una instalación de energía eólica conforme a la invención con un sistema propulsor conforme a la invención.

La figura 1 muestra esquemáticamente la sección transversal de una primera forma de ejecución del engranaje planetario 10 conforme a la invención. El engranaje planetario 10 presenta una primera etapa de engranaje 20 y una segunda etapa de engranaje 30, las cuales disponen respectivamente de una primera corona 23 o de una segunda corona interna 33. En la primera corona 23 de la primera etapa de engranaje planetario 20 están alojadas las primeras ruedas planetarias 24, las cuales también están montadas respectivamente giratorias en primeros cojinetes de ruedas planetarias 28 sobre el primer eje de ruedas planetarias 26. Allí, las primeras ruedas planetarias 24 y sus ejes de ruedas planetarias 26 están alojados en un primer portaplanetas 22, el cual puede girar alrededor de un eje de rotación 15 del engranaje planetario 10. El primer portaplanetas 22 está conformado en una única pieza con el primer árbol 26, el cual está alojado de manera giratoria en un cojinete 17. De esta manera, el primer portaplanetas 22 está montado de un lado. El cojinete 17, en el cual está alojado el primer árbol 16, está fijado a una pared 14 de la carcasa 12 del engranaje planetario 10 y diseñado para recibir cargas radiales y cargas axiales. La carcasa 12 del engranaje planetario 10 está conformada en un diseño constructivo diferencial y comprende paredes 14 de la primera y la segunda etapa de engranaje 20, 30, así como las correspondientes coronas internas 23, 33. La primera etapa de engranaje 20 dispone de un brazo de torsión 13 para la conexión con una góndola 74, no representada en detalle. El primer árbol 16 funciona allí como árbol de accionamiento y está conectado con un árbol de rotor 62, no representado en detalle, que es accionado por un rotor 72, no representado en detalle. A través del árbol de rotor 62 se transmite al primer árbol 16 una potencia de accionamiento 61, que a través del primer portaplanetas 22 y las primeras ruedas planetarias 24 alcanza a un primer árbol solar 24, el cual está alojado esencialmente centrado en el engranaje planetario 10.

El primer árbol solar 21 puede girar allí alrededor del eje de rotación 15 del engranaje planetario 10. Entre el primer árbol solar 21 y las primeras ruedas planetarias 24 está conformado un dentado helicoidal 18, mediante el cual, durante el funcionamiento del engranaje planetario 10, se ejerce una fuerza axial 41 en la dirección del segundo portaplanetas. Allí, la fuerza axial 41 está orientada axialmente hacia el interior. Una dirección axialmente externa está representada en la figura 1 mediante las flechas con el número de referencia 56. Correspondientemente, una dirección axialmente interna está ilustrada mediante las flechas con el número de referencia 58. Además, en la pared 14 de la carcasa 12 está dispuesto un cojinete de empuje 40, el cual se encuentra en oposición al primer portaplanetas 22 en una dirección radial. En la figura 1, la dirección radial hace referencia al eje de rotación 15. Una dirección radialmente externa está representada, allí, mediante la flecha con el número de referencia 52, y una dirección radialmente interna está ilustrada mediante la flecha con el número de referencia 54.

El primer portaplanetas 24 presenta en un extremo axialmente interno una proyección de cojinete 43, en la cual está alojado un cojinete axialmente interno 42. Allí, el cojinete axialmente interno 42 está conformado como un cojinete de rodillos cónicos de doble hilera. En el cojinete axialmente interno 42 está alojado nuevamente un saliente axial 39, el cual está conformado en una pieza única con el segundo portaplanetas 32. En el segundo portaplanetas 32 está alojada una segunda rueda planetaria 34 sobre un segundo cojinete de rueda planetaria 38 de manera giratoria sobre un segundo eje de rueda planetaria 36. De esta manera, el segundo portaplanetas está montado en un

extremo axialmente interno, mediante el cojinete axialmente interno 42, directamente en el primer portaplanetas 22. La potencia de accionamiento 61, transmitida por el primer árbol solar 21, alcanza en la segunda etapa de engranaje 30, a través del segundo portaplanetas 32 y la segunda rueda planetaria 35, un segundo árbol solar 47. Para la transmisión del par motor desde el primer eje solar 21 al segundo portaplanetas 32, entre los mismos, está conformado un dentado corto 19. Por el soporte del segundo portaplanetas 32 en el primer portaplanetas 22, entre los mismos se genera un espacio intermedio 46 fundamentalmente anular. El espacio intermedio anular se delimita esencialmente por la pared 14 de la carcasa 12, la proyección del cojinete 43 y los portaplanetas 26, 32. En una zona 45 del espacio intermedio 46, la carcasa 12 no presenta una sección transversal ramificada que se extienda hacia el interior. En consecuencia, el espacio intermedio 46 está conformado esencialmente como un espacio interior.

La figura 2 muestra esquemáticamente la sección transversal de una segunda forma de ejecución del engranaje planetario 10 conforme a la invención. El engranaje planetario 10 presenta una primera etapa de engranaje 20 y una segunda etapa de engranaje 30, las cuales disponen respectivamente de una primera corona 23 o de una segunda corona interna 33. En la primera corona 23 de la primera etapa de engranaje planetario 20 están alojadas las primeras ruedas planetarias 24, las cuales también están montadas respectivamente giratorias en primeros cojinetes de ruedas planetarias 28 sobre el primer eje de ruedas planetarias 26. Allí, las primeras ruedas planetarias 24 y sus ejes de ruedas planetarias 26 están alojados en un primer portaplanetas 22, el cual puede girar alrededor de un eje de rotación 15 del engranaje planetario 10. El primer portaplanetas 22 está conformado en una única pieza con el primer árbol 26, el cual está alojado de manera giratoria en un cojinete 17. De esta manera, el primer portaplanetas 22 está montado de un lado. El cojinete 17, en el cual está alojado el primer árbol 16, está fijado a una pared 14 de la carcasa 12 del engranaje planetario 10 y diseñado para recibir cargas radiales y cargas axiales. La carcasa 12 del engranaje planetario 10 está conformada en un diseño constructivo diferencial y comprende paredes 14 de la primera y la segunda etapa de engranaje 20, 30, así como las correspondientes coronas internas 23, 33. La primera etapa de engranaje 20 dispone de un brazo de torsión 13 para la conexión con una góndola 74, no representada en detalle. El primer árbol 16 funciona allí como árbol de accionamiento y está conectado con un árbol de rotor 62, no representado en detalle, que es accionado por un rotor 72, no representado en detalle. A través del árbol de rotor 62 se transmite al primer árbol 16 una potencia de accionamiento 61, que a través del primer portaplanetas 22 y las primeras ruedas planetarias 24 alcanza a un primer árbol solar 24, el cual está alojado esencialmente centrado en el engranaje planetario 10.

El primer árbol solar 21 puede girar allí alrededor del eje de rotación 15 del engranaje planetario 10. Entre el primer árbol solar 21 y las primeras ruedas planetarias 24 está conformado un dentado helicoidal 18, mediante el cual, durante el funcionamiento del engranaje planetario 10, se ejerce una fuerza axial 41 en la dirección del segundo portaplanetas. Allí, la fuerza axial 41 está orientada axialmente hacia el interior. Una dirección axialmente externa está representada en la figura 2 mediante las flechas con el número de referencia 56. Correspondientemente, una dirección axialmente interna está ilustrada mediante las flechas con el número de referencia 58. Además, en la pared 14 de la carcasa 12 está dispuesto un cojinete de empuje 40, el cual se encuentra en oposición al primer portaplanetas 22 en una dirección radial. En la figura 2, la dirección radial hace referencia al eje de rotación 15. Una dirección radialmente externa está representada, allí, mediante la flecha con el número de referencia 52, y una dirección radialmente interna está ilustrada mediante la flecha con el número de referencia 54.

El primer portaplanetas 24 presenta en un extremo axialmente interno una proyección de cojinete 43, en la cual está alojado un cojinete axialmente interno 42. Allí, el cojinete axialmente interno 42 está conformado como un cojinete de rodillos cónicos de doble hilera. En el cojinete axialmente interno 42 está alojado nuevamente un saliente axial 39, el cual está conformado en una pieza única con el segundo portaplanetas 32. En el segundo portaplanetas 32 está alojada una segunda rueda planetaria 34 sobre un segundo cojinete de rueda planetaria 38 de manera giratoria sobre un segundo eje de rueda planetaria 36. De esta manera, el segundo portaplanetas está montado en un extremo axialmente interno, mediante el cojinete axialmente interno 42, directamente en el primer portaplanetas 22. Además, el segundo portaplanetas 32 está alojado giratorio en un cojinete axialmente externo 44 sobre un lado opuesto al primer portaplanetas 22. El segundo portaplanetas 32 está montado por lo tanto de ambos lados y logra un alto grado de precisión de alineación. Además, las cargas radiales que actúan sobre el segundo portaplanetas se distribuyen de manera esencialmente uniforme sobre el cojinete axialmente interno 42 y el cojinete axialmente externo 44. En correspondencia, el cojinete axialmente interno y el axialmente externo 42, 44 presentan un diseño dimensional más pequeño.

La potencia de accionamiento 61, transmitida por el primer árbol solar 21, alcanza en la segunda etapa de engranaje 30, a través del segundo portaplanetas 32 y la segunda rueda planetaria 35, un segundo árbol solar 47. Para la transmisión del par motor del primer eje solar 21 al segundo portaplanetas 32, entre los mismos, está conformado un dentado corto 19. Por el soporte del segundo portaplanetas 32 en el primer portaplanetas 22, entre los mismos se genera un espacio intermedio 46 fundamentalmente anular. El espacio intermedio anular se delimita esencialmente por la pared 14 de la carcasa 12, la proyección del cojinete 43 y los portaplanetas 26, 32. En una zona 45 del espacio intermedio 46, la carcasa 12 no presenta una sección transversal ramificada que se extienda hacia el interior. En consecuencia, el espacio intermedio 46 está conformado esencialmente como un espacio interior.

La figura 3 muestra esquemáticamente la sección transversal de una tercera forma de ejecución del engranaje planetario 10 conforme a la invención. El engranaje planetario 10 presenta una primera etapa de engranaje 20 y una segunda etapa de engranaje 30, las cuales disponen respectivamente de una primera corona 23 o de una segunda corona interna 33. En la primera corona interna 23 de la primera etapa de engranaje planetario 20 están alojadas las primeras ruedas planetarias 24, las cuales también están montadas respectivamente giratorias en primeros cojinetes de ruedas planetarias 28 sobre el primer eje de ruedas planetarias 26. Allí, las primeras ruedas planetarias 24 y sus ejes de ruedas planetarias 26 están alojados en un primer portaplanetas 22, el cual puede girar alrededor de un eje de rotación 15 del engranaje planetario 10. El primer portaplanetas 22 está conformado en una única pieza con el primer árbol 26, el cual está alojado de manera giratoria en un cojinete 17. De esta manera, el primer portaplanetas 22 está montado de un lado. El cojinete 17, en el cual está alojado el primer árbol 16, está fijado a una pared 14 de la carcasa 12 del engranaje planetario 10 y diseñado para recibir cargas radiales y cargas axiales. La carcasa 12 del engranaje planetario 10 está conformada en un diseño constructivo diferencial y comprende paredes 14 de la primera y la segunda etapa de engranaje 20, 30, así como las correspondientes coronas internas 23, 33. La primera etapa de engranaje 20 dispone de un brazo de torsión 13 para la conexión con una góndola 74, no representada en detalle. El primer árbol 16 funciona allí como árbol de accionamiento y está conectado con un árbol de rotor 62, no representado en detalle, que es accionado por un rotor 72, no representado en detalle. A través del árbol de rotor 62 se transmite al primer árbol 16 una potencia de accionamiento 61, que a través del primer portaplanetas 22 y las primeras ruedas planetarias 24 alcanza a un primer árbol solar 24, el cual está alojado esencialmente centrado en el engranaje planetario 10.

El primer árbol solar 21 puede girar allí alrededor del eje de rotación 15 del engranaje planetario 10. Entre el primer árbol solar 21 y las primeras ruedas planetarias 24 está conformado un dentado helicoidal 18, mediante el cual, durante el funcionamiento del engranaje planetario 10, se ejerce una fuerza axial 41 en la dirección del segundo portaplanetas. Allí, la fuerza axial 41 está orientada axialmente hacia el interior. Una dirección axialmente externa está representada en la figura 3 mediante las flechas con el número de referencia 56. Correspondientemente, una dirección axialmente interna está ilustrada mediante las flechas con el número de referencia 58. Además, en la pared 14 de la carcasa 12 está dispuesto un cojinete de empuje 40, el cual se encuentra en oposición al primer portaplanetas 22 en una dirección radial. En la figura 3, la dirección radial hace referencia al eje de rotación 15. Una dirección radialmente externa está representada, allí, mediante la flecha con el número de referencia 52, y una dirección radialmente interna está ilustrada mediante la flecha con el número de referencia 54.

Además, el segundo portaplanetas 32 está alojado giratorio en un cojinete axialmente externo 44 sobre un lado opuesto al primer portaplanetas 22. Por lo tanto, el segundo portaplanetas 32 está montado de un lado, de modo que el engranaje planetario 10 funciona con un mínimo de componentes. Debido al soporte unilateral del primer y del segundo portaplanetas 22, 32, se consigue un juego máximo en la dirección radial en una zona axialmente interna, en la cual el dentado corto 19 en el primer árbol solar 21 engancha en el segundo portaplanetas 32. De esta manera, la precisión de alineación que se requiere para el ensamblaje de la primera y la segunda etapa de engranaje 20, 30 se reduce, simplificando así el montaje del engranaje planetario 10.

La potencia de accionamiento 61, transmitida por el primer árbol solar 21, alcanza en la segunda etapa de engranaje 30, a través del segundo portaplanetas 32 y la segunda rueda planetaria 35, un segundo árbol solar 47. Para la transmisión del par motor del primer eje solar 21 al segundo portaplanetas 32, entre los mismos, está conformado un dentado corto 19. Por el soporte del segundo portaplanetas 32 en el primer portaplanetas 22, entre los mismos se genera un espacio intermedio 46 fundamentalmente anular. El espacio intermedio anular se delimita esencialmente por la pared 14 de la carcasa 12, la proyección del cojinete 43 y los portaplanetas 26, 32. En una zona 45 del espacio intermedio 46, la carcasa 12 no presenta una sección transversal ramificada que se extienda hacia el interior. En consecuencia, el espacio intermedio 46 está conformado esencialmente como un espacio interior.

En la figura 4 está representado un montaje de una cuarta forma de ejecución del engranaje planetario 10 conforme a la invención. El engranaje planetario 10 comprende una primera etapa de engranaje 20 que está alojada en una carcasa 12. En una pared 14 de la carcasa 12 está proporcionada una abertura, a través de la cual se extiende un primer árbol 16, el cual está alojado en un cojinete 17. Allí, el cojinete 17 está fijado a la pared 14 de la carcasa 12 y pretensado por separado en el estado premontado de la primera etapa de engranaje 20, es decir ajustado. Además, el cojinete 17 está realizado para recibir cargas radiales y cargas axiales. La carcasa 12 del engranaje planetario 10 está conformada en un diseño constructivo diferencial y comprende paredes 14 de la primera y la segunda etapa de engranaje 20, 30, así como las correspondientes coronas internas 23, 33. La primera etapa de engranaje 20 dispone de un brazo de torsión 13 para la conexión con una góndola 74, no representada en detalle.

El primer árbol 16 está acoplado con un árbol de rotor, no representado en detalle, que conforma el lado de accionamiento para el engranaje planetario 10. El árbol de rotor 62, está acoplado allí con un rotor 72, no representado en detalle. Un primer portaplanetas 22 está conformado en una única pieza con el primer árbol 16, de modo que una potencia de accionamiento 61 transportada a través del primer árbol 16 genera una rotación del primer portaplanetas 22 alrededor de un eje de rotación 15 común. En el primer portaplanetas 22 están alojadas múltiples primeras ruedas planetarias 24, las cuales también están montadas con primeros cojinetes de ruedas planetarias 28 sobre el primer eje de ruedas planetarias 26. Las primeras ruedas planetarias 26 pueden girar

respectivamente alrededor de un eje de ruedas planetarias 25. Las primeras ruedas planetarias 26 enganchan en un dentado en una primera corona interna 23 que está conectada con la pared 14 de la carcasa 12. En el centro del primer engranaje planetario 22, está alojado un primer árbol solar 21. Entre el primer árbol solar 21 y las primeras ruedas planetarias 24 hay un dentado helicoidal 18 que durante el funcionamiento de la primera etapa de engranaje 20, ejerce una fuerza axial 41 en la dirección de un segundo portaplanetas 32 sobre el primer árbol solar 21. En un extremo opuesto al primer portaplanetas 22, el primer árbol solar 21 está provisto de un dentado corto 19, el cual en un estado montado del engranaje planetario 10 permite una transmisión de la potencia del árbol a la segunda rueda planetaria 32. Además, en la pared 14 de la carcasa 12 está dispuesto un cojinete de empuje 40, el cual está conformado para delimitar una desviación radial del primer portaplanetas 22.

La carcasa 12 de la primera etapa de engranaje 20 está conformada esencialmente abierta con respecto a un extremo orientado a la segunda etapa de engranaje 30. En el borde de la carcasa 12, que está orientado hacia la segunda etapa de engranaje 30, está proporcionada una pared 14 con un elemento de fijación 64, el cual está conformado como una brida. El elemento de fijación 64 está diseñado para actuar conjuntamente con un medio de fijación 66 que está conformado como un perno. En correspondencia con el elemento de conexión 64 en la carcasa 12 de la primera etapa de engranaje 20, la pared 14 de la carcasa 12 de la segunda etapa de engranaje 30 también presenta un elemento de conexión 64. El elemento de conexión 64 en la segunda etapa de engranaje 30 está diseñado para actuar en conjunto con el medio de fijación 66, de modo que la primera etapa de engranaje 20 se puede fijar de manera desmontable a la segunda etapa de engranaje 30. La carcasa 12 de la segunda etapa de engranaje 30 está conformada esencialmente abierta del lado orientado hacia la primera etapa de engranaje 20. Cuando la primera y la segunda etapa de engranaje 20, 30 se unen, un espacio intermedio 46 dispuesto entre las mismas se reduce y al conectar la carcasa 12 en los elementos de conexión 64 se cierra. El espacio intermedio 46 en este caso está conformado esencialmente anular. El diseño constructivo, abierto de un lado, de la carcasa 12 de las etapas de engranaje individuales 20, 30 permite conformar el espacio intermedio 46 como un espacio interior en una región 45 que se extiende esencialmente entre los lados frontales de los portaplanetas 22, 32 enfrentados entre sí. En esta zona 45, la carcasa 12 está libre de alojamientos de cojinete para las ruedas planetarias 22, 32, en la primera y la segunda etapa de engranaje 20, 30.

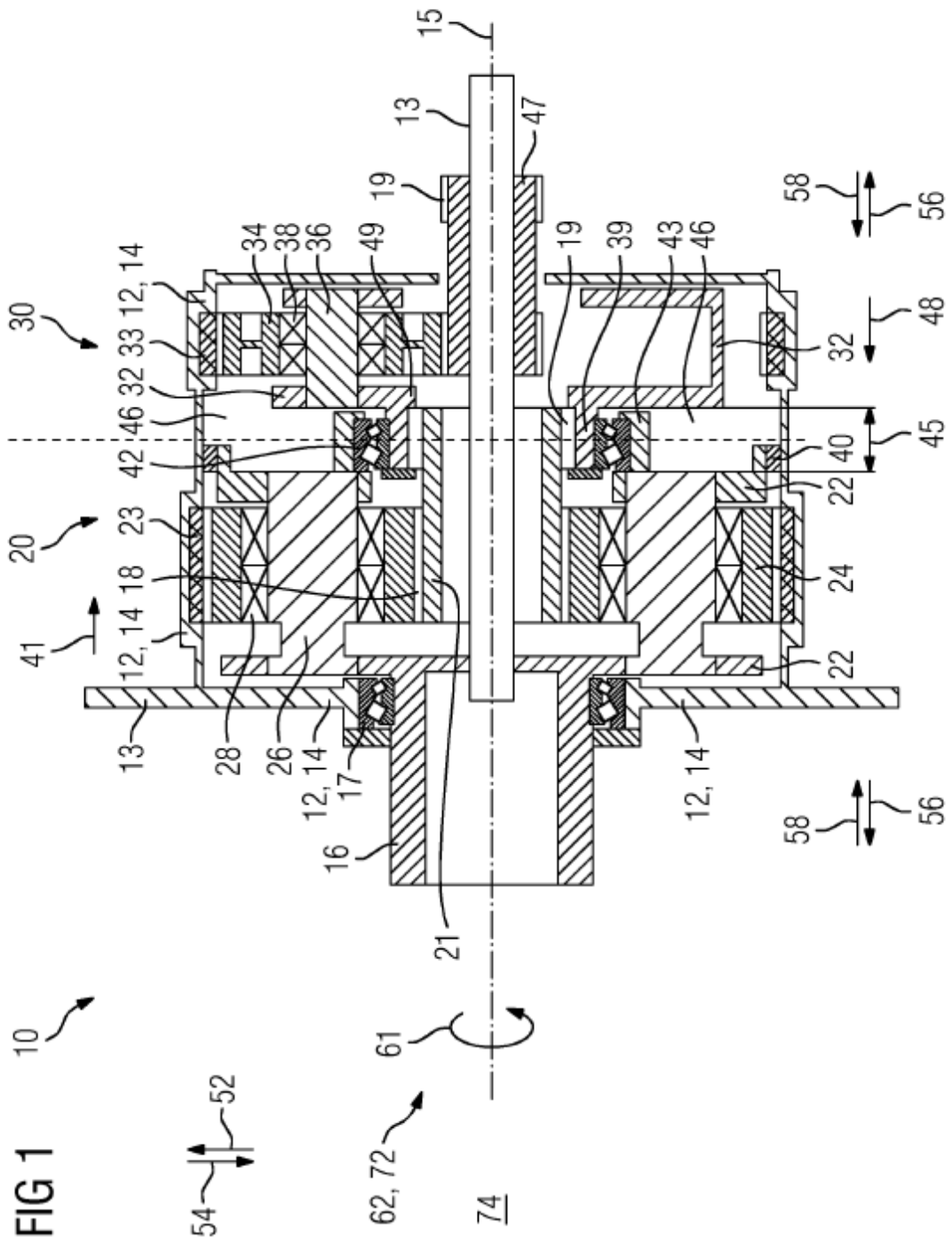
Cuando la primera y la segunda etapa de engranaje 20,30 se unen, se produce una conexión para transmisión de par a través del dentado corto 19 que está conformado entre el primer árbol solar 21 y una proyección 49 circunferencial esencialmente centrada en el segundo portaplanetas 32. En el segundo portaplanetas 32 está montada una rueda planetaria 34, la cual mediante un segundo cojinete de rueda planetaria 38 está montada sobre un segundo eje de rueda planetaria 36. La segunda rueda planetaria 34 puede girar allí alrededor de un eje de rueda planetaria 25. La segunda rueda planetaria 34 engrana con una segunda corona interna 33 que está conectada con la pared 14 de la carcasa 12. La segunda rueda planetaria 34, además, está acoplada con un segundo árbol solar 47, de modo que durante el funcionamiento, a través del segundo portaplanetas 32, la segunda rueda planetaria 34 y la segunda corona interna 33, se transmite potencia de árbol desde el primer árbol solar 21 al segundo árbol solar 47. Allí, el segundo portaplanetas 32 está alojado giratorio en un cojinete axialmente externo 44 sobre un lado opuesto al primer portaplanetas 22. El cojinete axialmente externo 44 está fijado allí a una pared 14 de la carcasa 12 de la segunda etapa de engranaje 30. De esta manera, se logra un soporte unilateral del segundo portaplanetas 32, mediante el cual el segundo portaplanetas 32 al unirse con la primera etapa de engranaje 20 presenta un elevado juego de montaje en la zona 45 del espacio intermedio 46 en la dirección radial. De la misma manera, el primer portaplanetas 22 presenta un máximo juego de montaje en la zona 45 del espacio intermedio 46, de modo que el montaje se simplifica considerablemente. En el estado montado, durante el funcionamiento del engranaje planetario 10, mediante fuerzas de expansión en la primera y la segunda rueda planetaria 24, 34, se ajusta un centrado automático de los portaplanetas 22, 32.

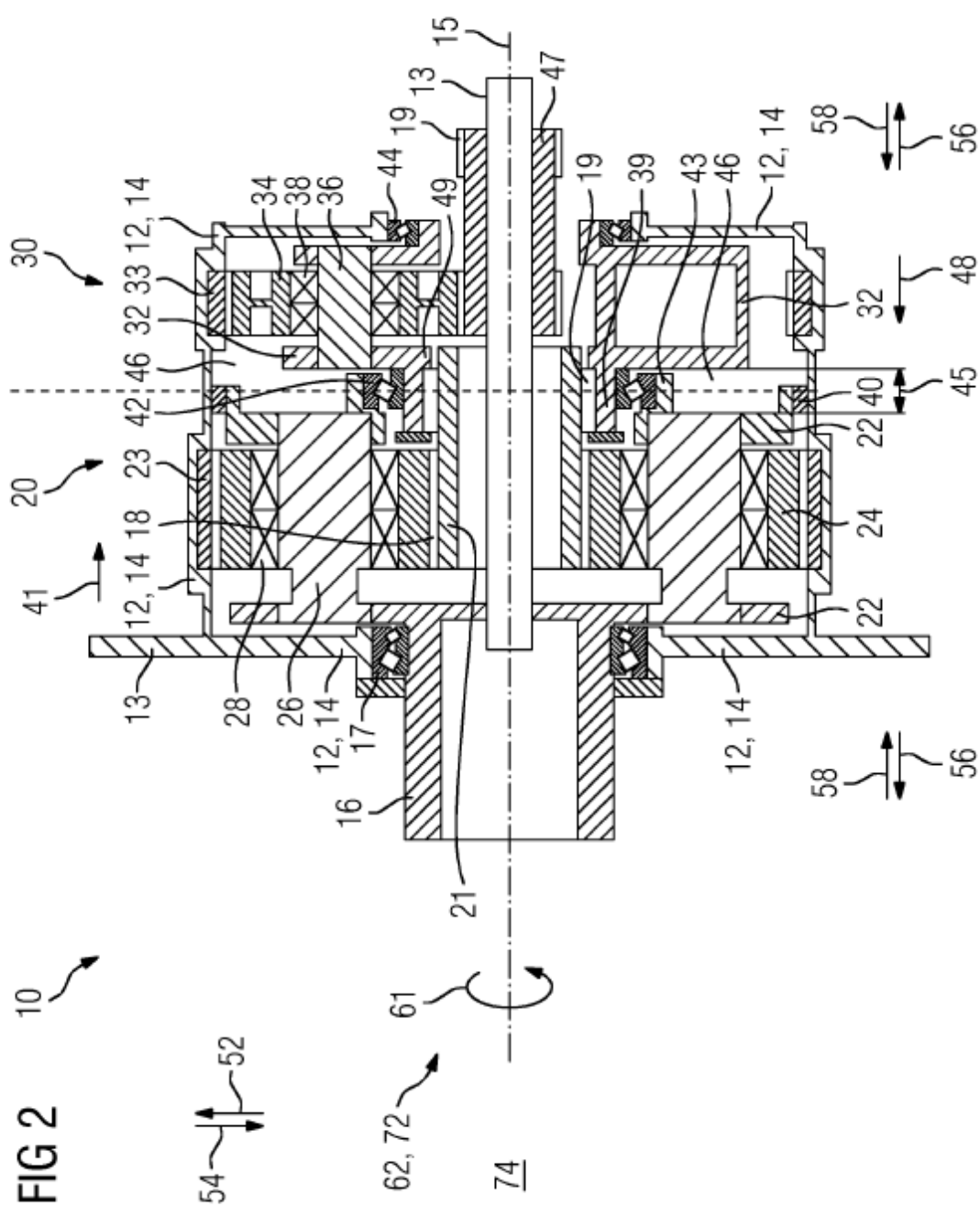
La carcasa 12 de la segunda etapa de engranaje 20 también presenta, en un lado opuesto a la primera etapa de engranaje 20, al menos un elemento de conexión 64 que permite una conexión desmontable con un correspondiente elemento de conexión 64 en una tercera etapa de engranaje 50. Para ello, los elementos de conexión 64 en la segunda y en la tercera etapa de engranaje 30, 50 actúan conjuntamente con un medio de conexión 66. La transmisión de potencia de árbol de la segunda etapa de engranaje 30 a la tercera etapa de engranaje 50 se realiza a través de un dentado corto 19, el cual está conformado en un extremo del segundo árbol solar 47, opuesto al segundo portaplanetas 32. El dentado corto 19 en el segundo árbol solar 47 engrana en un dentado corto 19 en un engranaje recto 67 en la tercera etapa de engranaje 50, que actúa en conjunto con un dentado, no representado en detalle, con un árbol de salida 68.

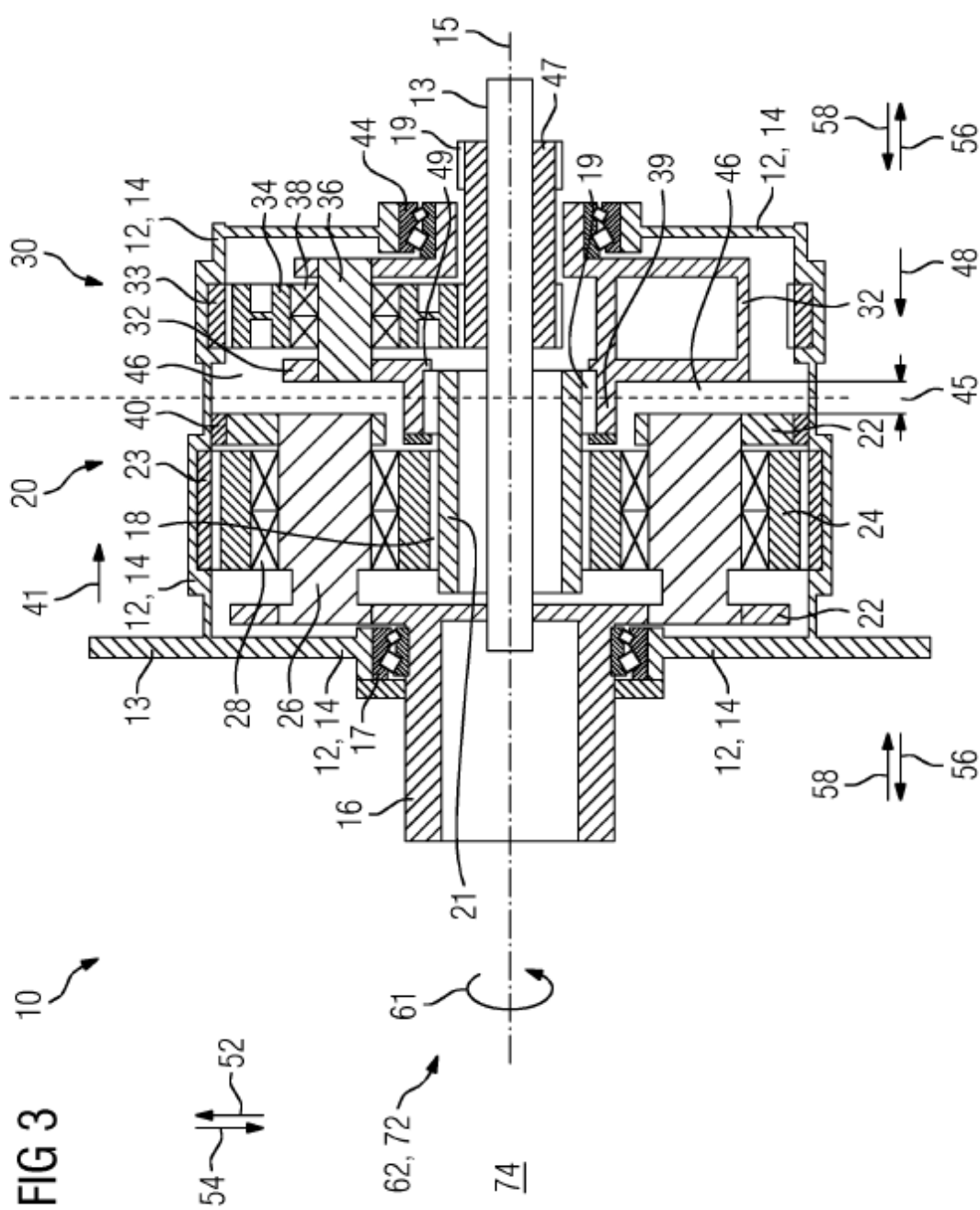
En la figura 5 está representado esquemáticamente el diseño constructivo de una instalación de energía eólica 70 conforme a la invención que presenta una góndola 74, en la cual está montado un rotor 72. El rotor 72 está conectado para la transmisión de par con un engranaje planetario 10, mediante un árbol de rotor 62. El árbol de rotor 62 pertenece junto con el engranaje planetario 10, un generador 76 y un cojinete principal de árbol de rotor 77 a un sistema propulsor 60 de la instalación de energía eólica 70. Nuevamente, el engranaje planetario 10 está conectado para transmisión de par con un generador 76, a través del cual se obtiene electricidad.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Engranaje planetario (10) con una primera y una segunda etapa de engranaje (20, 30), que comprende una carcasa (12) y un primer árbol (16), el cual en la primera etapa de engranaje (20) está conectado para transmisión de par con el primer portaplanetas (22); en donde el primer árbol (16) está alojado en un cojinete (17) en una pared (14) de la carcasa (12), y la segunda etapa de engranaje (30) comprende un segundo portaplanetas (32), el cual está conectado para transmisión de par con un árbol solar (21) de la primera etapa de engranaje (20); caracterizado porque el segundo portaplanetas (32) está alojado en un cojinete axialmente interno (42), el cual está dispuesto en el primer portaplanetas (22) y/o está alojado en un cojinete axialmente externo (44) que está alojado en la pared (14) de la carcasa (12).
- 10 2. Engranaje planetario (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque el cojinete (17), en el cual está alojado el primer árbol (16), el cojinete axialmente interno (42) y/o el cojinete axialmente externo (44) está conformado respectivamente como cojinete de rodamiento o como cojinete de deslizamiento, particularmente como cojinete radial o cojinete axial.
- 15 3. Engranaje planetario (10) según la reivindicación 2, caracterizado porque el cojinete (17) del primer árbol (16) conformado como un cojinete de rodillos cónicos y/o el cojinete axialmente externo (44) están respectivamente pretensados en un estado premontado de la primera y/o de la segunda etapa de engranaje (20, 30).
4. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el primer árbol (16) está conformado como árbol de accionamiento.
- 20 5. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la primera y/o la segunda etapa de engranaje (20,30) están conformadas como etapas de transmisión.
6. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la carcasa (12) está conformada sin un alojamiento de cojinete en una zona (45) de un espacio intermedio (46) entre el primer y segundo portaplanetas (22, 23).
- 25 7. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la carcasa (12) está conformada desmontable en la zona (45) del espacio intermedio (46) entre el primer y segundo portaplanetas (22, 23).
8. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque entre el primer portaplanetas (22) y la carcasa (12) está dispuesto un cojinete de empuje (40).
- 30 9. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque entre el árbol solar (28) y el segundo portaplanetas (32) está conformado un dentado corto (19).
10. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque al menos un cojinete de rueda planetaria (28, 38) del primer y/o segundo portaplanetas (22,32) está conformado como cojinete de deslizamiento.
- 35 11. Sistema propulsor (60) para una instalación de energía eólica (70) que comprende un árbol de rotor (62), el cual está conectado para transmisión de par con un generador (74) a través de un engranaje planetario (10), caracterizado porque el engranaje planetario (10) está conformado según una de las reivindicaciones 1 a 10.
12. Instalación de energía eólica (70) que comprende un rotor (72), el cual está fijado a una góndola (74) y está conectado con un sistema propulsor (60) según la reivindicación 11.







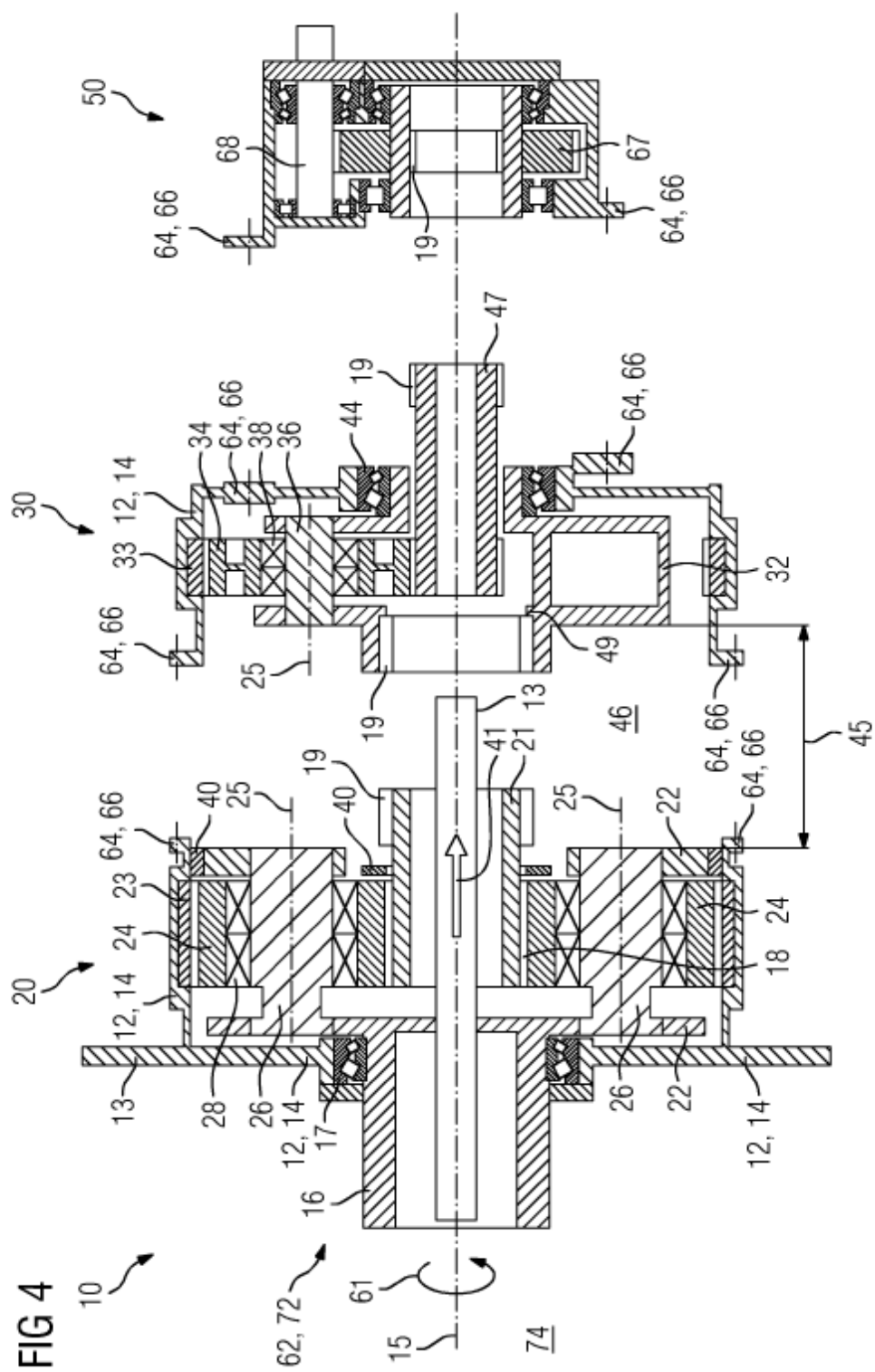


FIG 5

