

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 942 838**

51 Int. Cl.:

F16H 57/04 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

F16H 57/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2019** **E 19200060 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2023** **EP 3798470**

54 Título: **Engranaje planetario con suministro de lubricante mejorado, cadena cinemática y aerogenerador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.06.2023

73 Titular/es:
FLENDER GMBH (100.0%)
Alfred-Flender-Straße 77
46395 Bocholt, DE

72 Inventor/es:

HAAKE, NORBERT y
LENSING, VOLKER

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 942 838 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 suministro de lubricante mejorado, cadena cinemática y aerogenerador

- 5 La invención se refiere a un engranaje planetario que dispone de un suministro mejorado de lubricante. La invención también se refiere a una cadena cinemática que dispone de un engranaje planetario correspondiente y a un aerogenerador que está equipado con dicha cadena cinemática.
- 10 El documento EP 2 597 307 B1 describe un dispositivo para transferir medios de suministro a través de una cadena cinemática de un aerogenerador, que comprende un tubo de paso de doble pared que comprende un tubo interior y otro exterior. Los tubos interior y exterior forman un canal anular para el aceite lubricante. Los tubos interior y exterior se colocan sobre piezas terminales mediante las cuales se ajusta una distancia de pared entre el tubo exterior y el interior.
- 15 El documento DE 10 2010 060 147 A1 da a conocer un engranaje planetario con un distribuidor central, que está diseñado como un canal anular. El lubricante se alimenta a través de un punto de entrada dispuesto en el lado de salida, que se alimenta a una etapa planetaria en un punto de salida ubicado más adelante en el lado de accionamiento. En el punto de salida se posicionan juntas de PTFE que están en contacto con el distribuidor central.
- 20 La solicitud internacional no publicada previamente con el expediente PCT/EP2019/064566 describe un engranaje planetario que dispone de tres etapas planetarias conectadas en serie. A este respecto, las etapas planetarias pueden equiparse con al menos cuatro, cinco o incluso hasta diez piñones satélite.
- 25 Un engranaje planetario de una etapa con un tubo de doble pared se conoce por el documento US 4 271 928 A, en el que el tubo exterior presenta una salida que conduce a un alojamiento de rueda planetaria separado de un extremo delantero del tubo interior.
- 30 Por el documento WO 2010/005790 A2 y DE 10 2010 031161 A1 se conoce en cada caso un engranaje planetario con las características del preámbulo de la reivindicación 1.
- 35 Los engranajes planetarios se utilizan en una pluralidad de campos técnicos en los que se plantean exigencias cada vez mayores en términos de rendimiento, fiabilidad, vida útil y rentabilidad. Además, entre otras cosas, se persigue un uso eficiente de los lubricantes. Esto se cumple en particular para engranajes planetarios en aerogeneradores. El objetivo de la presente invención de la presente invención consiste en proporcionar un engranaje planetario que ofrezca una mejora técnica en al menos uno de los aspectos esbozados.
- 40 El objetivo planteado se consigue mediante un engranaje planetario de acuerdo con la invención. El engranaje planetario presenta al menos una primera y una segunda etapa planetaria, que están conectadas en serie. El engranaje planetario también presenta un tubo de pared al menos doble que está fijado en una región de un eje de giro principal del engranaje planetario. El tubo de doble pared comprende un tubo interior y un tubo exterior, a través de los cuales se forma un canal anular para un lubricante. El tubo interior puede estar configurado como un tubo de paso, por ejemplo, a través del cual se pueden guiar las líneas a través del engranaje planetario. Visto a lo largo del eje de giro principal, el tubo de doble pared presenta un punto de salida en una sección central, que está configurado para liberar lubricante del tubo de doble pared a un componente de engranaje. En el punto de salida está dispuesto un casquillo.
- 45 El casquillo puede estar configurado a este respecto de una sola pieza o de varias piezas. Un casquillo de varias piezas puede comprender, por ejemplo, dos casquillos anulares dispuestos a una distancia axial. El lubricante pasa así a través del casquillo cuando se libera al componente de engranaje. El casquillo permite una transferencia del lubricante con pocas fugas, casi sin fugas al componente de engranaje. En este sentido, un casquillo es especialmente duradero, inhibe las fugas y económico de fabricar. Esto permite un mayor caudal de lubricante, que puede garantizarse, por ejemplo, mediante una mayor presión de elevación en el lubricante. Como resultado del efecto inhibidor de fugas del casquillo, cualquier pérdida de lubricante que se produzca de esta manera se minimiza y, por lo tanto, sigue siendo técnicamente aceptable. Como resultado, puede lograrse una mejor lubricación y/o refrigeración para componentes de engranaje, por ejemplo, para cojinetes lisos de piñones satélite o lubricación por pulverización de dentados. Esto, a su vez, permite que el engranaje planetario esté sujeto a una mayor carga operativa. El casquillo
- 50 de acuerdo con la invención sirve así para aumentar el rendimiento del engranaje planetario de acuerdo con la invención. El propio casquillo presenta un diámetro exterior relativamente pequeño y, por lo tanto, permite un uso económico de materiales correspondientemente adecuados, como bronce, materiales revestidos de teflón o metales sinterizados, a partir de los cuales puede fabricarse el casquillo.
- 55 Se forma un intersticio en el punto de salida entre el casquillo y el tubo de doble pared. En funcionamiento de acuerdo con lo previsto, el lubricante entra en el intersticio para que no haya contacto directo entre el tubo exterior del tubo de doble pared y el casquillo. El intersticio presenta una altura de intersticio minimizada, es decir, una dimensión radial. La altura de intersticio puede ser de 0,1 mm a 0,5 mm, en particular de 0,25 mm a 0,35 mm. La altura de intersticio es a este respecto la altura de intersticio que resulta en el funcionamiento del engranaje planetario de acuerdo con lo previsto, teniendo en cuenta la expansión térmica del casquillo. La altura de intersticio minimizada reduce la pérdida de lubricante en el intersticio. Debido al hecho de que el casquillo presenta un diámetro exterior relativamente pequeño,
- 60
- 65

las tolerancias que deben mantenerse para lograr un intersticio mínimo son más favorables en relación con las dimensiones totales, en particular con el diámetro exterior del casquillo. Esto permite que el casquillo se fabrique de manera rentable.

5 El engranaje planetario presenta un cojinete guía en la región del punto de salida en la sección central, que está configurado para ajustar el intersticio. El cojinete guía, que puede estar configurado, por ejemplo, como rodamiento o cojinete liso, se coloca de tal manera que se apoya contra el mismo componente de engranaje que el casquillo. Para ello, el cojinete puede colocarse adyacente al casquillo. En particular, el casquillo y el cojinete de guía pueden estar dispuestos en el interior de un cubo de un portasatélites de la segunda etapa planetaria. Dichos cojinetes guía están
10 fácilmente disponibles en una pluralidad de tamaños y ofrecen un alto grado de precisión de alineación para el tubo de doble pared, en particular para su tubo exterior. Al mismo tiempo, un cojinete guía de este tipo permite un giro relativo entre el tubo de doble pared y el componente de engranaje correspondiente con respecto al eje de giro principal. Bajo condiciones de funcionamiento cambiantes del engranaje planetario, pueden ocurrir desplazamientos, en particular en dirección radial, en la región de la sección central del tubo de doble pared. Esto puede perturbar el intersticio entre el casquillo y el tubo de doble pared. En particular, el intersticio puede estrecharse radialmente en un lado y ensancharse radialmente en el lado opuesto, lo que a su vez produce una mayor pérdida de lubricante. Cuanto más cerca esté dispuesto axialmente el cojinete guía en el casquillo, pueden evitarse en mayor medida desplazamientos que conducen a la ruptura del intersticio. Esto permite aumentar de forma sencilla aumentar la capacidad de carga del engranaje planetario reivindicado.

20 Además, el engranaje planetario reivindicado en la primera etapa planetaria puede presentar al menos cinco piñones satélite, preferentemente de cinco a doce, de manera más preferente de siete a diez piñones satélite. Alternativa o adicionalmente, la segunda etapa planetaria puede presentar al menos cuatro, preferentemente seis o siete, piñones satélite. Los piñones satélite también pueden estar dispuestos a este respecto de forma giratoria en cada caso en el portasatélites respectivo sobre cojinetes lisos o rodamientos. Cuantos más piñones satélite estén dispuestos en un portasatélites, más lubricante se necesitará en la etapa planetaria correspondiente. El uso de un casquillo en el punto de salida en la región central del tubo de doble pared permite así minimizar las pérdidas de lubricante con un mayor caudal de lubricante. En particular, de esta manera puede generarse un aumento en el caudal de lubricante sin aumentar la presión de elevación. La presión de elevación está esencialmente limitada por el hecho de que puede aparecer espuma si la presión de suministro es demasiado alta, por ejemplo, en toberas de chorro plano. Esto permite una configuración que aumenta la densidad de potencia con un mayor número de piñones satélite en las etapas planetarias individuales. Los engranajes planetarios correspondientes se conocen en la solicitud de patente europea no publicada anteriormente con el expediente de solicitud 18179589.9, cuyo contenido de divulgación se incorpora por referencia en la presente solicitud. A este respecto, la solución reivindicada es aplicable a todas las formas de
25 realización de la solicitud de patente europea 18179589.9.

En otra forma de realización del engranaje planetario reivindicado, la anchura del casquillo corresponde esencialmente a un espesor de pared de una placa base del portasatélites de la segunda etapa planetaria. En este sentido, la anchura del casquillo en estado montado debe entenderse como su dimensión axial, es decir, a lo largo del eje de giro principal. El buje está dispuesto dentro del engranaje planetario, donde existe un espacio estructural apropiado en la dirección axial, lo que permite un mayor ancho del casquillo. Por ejemplo, en el interior de un cubo del portasatélites de la segunda etapa planetaria puede estar configurada una placa base dimensionada correspondientemente. A este respecto, la placa base también puede estar configurada de una sola pieza con el portasatélites de la segunda etapa planetaria. Cuanto mayor sea la anchura del casquillo, mayor será el efecto inhibitorio de fugas del intersticio entre el casquillo y el tubo de doble pared y menor la pérdida de lubricante. La solución reivindicada permite así, de manera estructuralmente sencilla, proporcionar espacio constructivo para un casquillo ancho, que a su vez puede minimizar las pérdidas de lubricante. Pueden fabricarse casquillos de diferentes anchos de manera fácil y económica con una precisión relativamente alta. Las ventajas de la solución reivindicada se incrementan así de forma sencilla y económica.

50 Además, la segunda etapa planetaria, en cuya región está configurado el punto de salida en la región central del tubo de doble pared, puede estar dispuesta entre la primera etapa planetaria y una tercera etapa planetaria. La solución reivindicada hace posible proporcionar un suministro de lubricante fiable, con pocas fugas y al mismo tiempo eficiente para etapas planetarias, que están dispuestas en una región axialmente interior de un engranaje planetario. Debido a que se usa un casquillo que no entra en contacto directo con la tubería de doble pared, tampoco hay un desgaste técnicamente relevante que requiera inspecciones frecuentes del punto de salida. Por lo tanto, el engranaje planetario reivindicado puede presentar tres o más etapas planetarias u otras etapas de engranajes rectos, a través de las cuales la segunda u otra etapa planetaria más interior solo es accesible con dificultad. Como resultado, los engranajes planetarios complejos con un mayor número de etapas planetarias pueden fabricarse de una manera técnicamente practicable y funcionar económicamente.

65 Además, el tubo de doble pared del engranaje planetario reivindicado se puede estar configurado de manera que pueda desmontarse sin destrucción. Para ello, el tubo exterior y/o el tubo interior pueden fijarse con juntas a una placa base de un portasatélites de la primera etapa planetaria. Alternativamente o adicionalmente, el tubo exterior y/o el tubo interior pueden estar conectados entre sí en una tapa, por ejemplo, una tapa de carcasa. Además, el tubo exterior y/o interior puede estar configurado dividido axialmente. El tubo exterior o interior se montan en consecuencia durante el

montaje. Esto puede suceder a través de una unión resistente al giro, por arrastre de forma o a través de otro componente transmisor de par, por ejemplo, una chaveta o un pasador, o mediante un arrastre de fuerza, por ejemplo, en un ajuste por contracción de cono o un ajuste por contracción de cilindro. Debido a las dimensiones axiales reducidas de los componentes correspondientes del tubo exterior o interior, se simplifica su manipulación durante el mantenimiento o reparación. En particular, esto simplifica los trabajos de mantenimiento en una góndola de un aerogenerador.

En otra forma de realización del engranaje planetario reivindicado, el portasatélites de la segunda etapa planetaria está alojado de forma giratoria en al menos un cojinete que está configurado para absorber fuerzas axiales y/o fuerzas radiales. Un cojinete de este tipo puede estar configurado, por ejemplo, como cojinete oscilante de rodillos axial o como cojinete de rodillos cónicos. Un cojinete de este tipo permite minimizar o evitar movimientos del portasatélites en la segunda etapa planetaria, que perturban el intersticio en el casquillo. Al mismo tiempo, un cojinete de este tipo ofrece un alto grado de estabilidad y permite un ajuste preciso de una posición de instalación del portasatélites de la segunda etapa planetaria. Como resultado, las ventajas de la invención esbozadas anteriormente se implementan en un grado particular.

Además, puede estar configurado un punto de salida en el engranaje planetario reivindicado en la región de un primer extremo del tubo de doble pared. El punto de salida en el primer extremo del tubo de doble pared está configurado para suministrar lubricante a la primera etapa planetaria, por ejemplo, a piñones satélite que están alojados de forma giratoria sobre cojinetes lisos o rodamientos en el portasatélites, dentados en la primera etapa planetaria, y/o cojinetes en los que está montado el portasatélites. Para ello, el tubo exterior y/o el tubo interior del tubo de doble pared pueden estar unidos de manera resistente al giro con el portasatélites de la primera etapa planetaria. Alternativamente, el tubo de doble pared también puede estar sujeto de manera resistente al giro a cualquier otro componente de engranaje giratorio o estacionario. Como alternativa adicional, el tubo de doble pared también puede estar configurado de manera que pueda girar libremente en el engranaje planetario. Como resultado, no hay giro relativo alguno entre el portasatélites de la primera etapa planetaria y el tubo de doble pared. En consecuencia, el punto de salida puede sellarse en el primer extremo a través de anillos de estanqueidad. Los anillos de estanqueidad son, por lo tanto, de funcionamiento estático y, por lo tanto, proporcionan una manera fácil de realizar un sellado adecuado. En particular, los anillos de estanqueidad estáticos apenas se desgastan y esencialmente solo están expuestos a su envejecimiento. En consecuencia, el punto de salida en el primer extremo puede hacerse funcionar con alta fiabilidad usando medios sencillos.

Además, en un segundo extremo del tubo de doble pared puede estar dispuesto un casquillo de entrada. A este respecto, el segundo extremo puede estar situado en un extremo del tubo de doble pared opuesto a la primera etapa planetaria. Además, al segundo extremo puede estar fijada una tapa que gira simultáneamente. A través del casquillo de entrada tiene lugar una afluencia de lubricante, que se alimenta al engranaje planetario a través de los puntos de salida en la sección central, dado el caso, en el primer extremo. A este respecto, de acuerdo con una de las formas de realización del casquillo, el casquillo de entrada puede estar configurado en el punto de salida en la sección central. El casquillo de entrada está dispuesto entre el tubo exterior y una pared de carcasa o una tapa de carcasa del engranaje planetario, en donde un orificio de entrada para el lubricante en la pared de carcasa o en la tapa de carcasa está configurado un taladro de entrada. En particular, puede estar configurado un intersticio entre el casquillo de entrada y el tubo de doble pared. En consecuencia, se realiza una alimentación de lubricante fiable y con pocas fugas para el tubo de doble pared.

El objetivo planteado fundamental también se consigue mediante la cadena cinemática de acuerdo con la invención. La cadena cinemática comprende un árbol de rotor que puede conectarse a un rotor de un aerogenerador. El árbol del rotor está acoplado de manera transmisora de par a un engranaje, que a su vez está conectado de manera transmisora de par a un generador. Como resultado, un giro del rotor puede convertirse en un giro del generador y se puede generar electricidad. La cadena cinemática está configurada para alojarse en una góndola de un aerogenerador. De acuerdo con la invención, el engranaje en la cadena cinemática está configurado como engranaje planetario de acuerdo con al menos una de las formas de realización esbozadas anteriormente.

Asimismo, el objetivo planteado en el que se basa la invención se consigue mediante el aerogenerador de acuerdo con la invención. El aerogenerador presenta una góndola a la que está fijado de manera giratoria un rotor. En la góndola está alojada una cadena cinemática que está conectada al rotor en un modo transmisor de par. La cadena cinemática está configurada a este respecto de acuerdo con una de las formas de realización anteriormente representadas.

El objetivo planteado también se consigue mediante la aplicación industrial de acuerdo con la invención. La aplicación industrial comprende una unidad de accionamiento que puede estar configurada, por ejemplo, como motor eléctrico, motor de combustión interna o motor hidráulico. La unidad de accionamiento proporciona una potencia de accionamiento que se alimenta a un engranaje. Para ello, la unidad de accionamiento está conectada al engranaje en un modo transmisor de par. El engranaje, a su vez, está conectado en un modo transmisor de par a una unidad de salida, a la que se proporciona la potencia de accionamiento a una velocidad modificada y teniendo en cuenta las pérdidas mecánicas. La unidad de salida puede estar configurada a este respecto como una aplicación mecánica, de modo que la aplicación industrial en su conjunto es, por ejemplo, un molino, un molino vertical, un ingenio azucarero,

un molino de cemento, una trituradora de rocas, una cinta transportadora, una bomba, una prensa de rodillos, un tablero articulado, molino tubular, horno rotatorio, mecanismo giratorio, agitador, dispositivo de elevación, compactador de basura o compactador de chatarra.

5 La invención se explica en detalle a continuación mediante formas de realización individuales en las figuras. Las figuras deben interpretarse como complementarias en la medida en que los mismos símbolos de referencia en diferentes figuras tienen el mismo significado técnico. Pueden combinarse entre sí las características de las formas de realización individuales. Además, las formas de realización mostradas en las figuras se pueden combinar con las características esbozadas anteriormente. Muestran individualmente:

- 10 FIG 1 esquemáticamente una sección longitudinal de un engranaje planetario que no pertenece a la invención;
- FIG 2 esquemáticamente en sección longitudinal una vista detallada de un punto de salida en el engranaje planetario que no pertenece a la invención
- 15 FIG 3 esquemáticamente en sección longitudinal una vista detallada de otro punto de salida en el engranaje planetario que no pertenece a la invención
- FIG 4 esquemáticamente en sección longitudinal una vista detallada de un casquillo de entrada en el engranaje planetario que no pertenece a la invención
- 20 FIG 5 esquemáticamente en sección longitudinal una vista detallada de un punto de salida en una forma de realización del engranaje planetario reivindicado;
- 25 FIG 6 esquemáticamente una vista oblicua en sección de una forma de realización de un aerogenerador reivindicado con una cadena cinemática reivindicada;
- FIG 7 una estructura esquemática de una aplicación industrial reivindicada.

30 En la FIG 1 se muestra esquemáticamente un engranaje planetario 10 en corte longitudinal.

El engranaje planetario 10 comprende una primera, segunda y tercera etapa planetaria 20, 30, 40, que están conectadas en serie. A la tercera etapa planetaria 40 le sigue una etapa 50 de engranajes rectos. La primera etapa planetaria 20 tiene un árbol de entrada 21 que puede girar alrededor de un eje de giro principal 15 y a través del cual puede alimentarse una potencia de accionamiento 25. El árbol de entrada 21 está configurado de una sola pieza con un portasatélites 22 de la primera etapa planetaria 20. En el portasatélites 22 de la primera etapa planetaria 20, a través de cojinetes de alma 16, que están configurados como rodamientos, están alojados de forma giratoria en una carcasa 12 o en una pared de carcasa 14 del engranaje planetario 10. Además, en el portasatélites 22 de la primera etapa planetaria 20 está fijada de forma desmontable una multitud de pernos de piñón satélite 27, en los que en cada caso está dispuesto un rodamiento 26. Sobre los rodamientos 26 están dispuestos a su vez piñones satélite 24 que engranan con una corona 23 de la primera etapa planetaria 20. En el portasatélites 22 de la primera etapa planetaria 20 están dispuestos al menos cinco piñones satélite 24, preferentemente de siete a diez piñones satélite 24. Los piñones satélite 24 también engranan con un piñón central 28 de la primera etapa planetaria 20, que a su vez está conectado a un árbol central 29.

45 El árbol central 29 de la primera etapa planetaria 20 está configurado de una sola pieza con un portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30 y, por lo tanto, está acoplado en un modo transmisor de par. Análogamente al portasatélites 22 de la primera etapa planetaria 20, el portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30 presenta varios pernos de piñón satélite 37 desmontables en cada uno de los cuales está dispuesto un rodamiento 36 en cada caso. El portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30 está montado de forma giratoria a ambos lados en cojinetes de alma 16 en las paredes de carcasa 14 del engranaje planetario 10. Un piñón satélite 34 en cada caso está posicionado en los rodamientos 36 de la segunda etapa planetaria 30. En la segunda etapa planetaria 20 están dispuestos a este respecto al menos cuatro, preferentemente cinco o seis piñones satélite 34. Los piñones satélite 34 engranan con una corona 33 y con un piñón central 38 de la segunda etapa planetaria 30.

50 El piñón central 38 de la segunda etapa planetaria 30 está conectada con un árbol central 39 que a su vez está configurado de una sola pieza con un soporte planetario 42 de la tercera etapa planetaria 40. La tercera etapa planetaria 40 es esencialmente análoga a la primera y la segunda etapa planetaria 20, 30. El portasatélites 42 de la tercera etapa planetaria 40 está alojado de forma giratoria a ambos lados en cojinetes de alma 16 que están dispuestos en las paredes de carcasa 14. En el portasatélites 42 de la tercera etapa planetaria 40 están alojada de forma desmontable una multitud de pernos de piñón satélite 47, en los que en cada caso está fijado un rodamiento 46. En los rodamientos 46 en la tercera etapa planetaria 40 están dispuestos a su vez piñones satélite 44 que engranan con una corona 43 y un piñón satélite 48 de la tercera etapa planetaria 40. El piñón central 43 está configurado a su vez de una sola pieza con un árbol central 49 de la tercera etapa 40 planetaria, a través del cual se establece una conexión con una etapa de rueda cilíndrica 50.

La etapa de rueda cilíndrica 50 comprende una primera rueda cilíndrica 52 que está dispuesta en un modo transmisor de par en un árbol hueco que a su vez está conectado con el árbol central 49 de la tercera etapa planetaria 40 en un modo transmisor de par. La primera rueda cilíndrica 52 engrana con una segunda rueda cilíndrica 54, que también pertenece a la etapa de rueda cilíndrica 50 y, a su vez, está conectado a un árbol de salida 55 en un modo transmisor de par. La potencia de accionamiento 25 introducida en el árbol de entrada 21 se emite de nuevo a través del árbol de salida 55 cuando cambia la velocidad, teniendo en cuenta las pérdidas mecánicas en el engranaje planetario 10.

Un tubo de doble pared 60 está dispuesto en el engranaje planetario 10 en la región del eje de giro principal 15 y se extiende esencialmente a través del engranaje planetario 10. El tubo de doble pared 60 comprende un tubo exterior 62 que encierra un tubo interior 64. Como resultado, se forma un canal anular 63 entre el tubo exterior y el interior 62, 64, a través del cual se guía un lubricante 19 en el funcionamiento del engranaje planetario 10 de acuerdo con lo previsto. El tubo interior 64 está configurado como tubo de paso, que es adecuado para pasar a través de líneas eléctricas, líneas de datos, tubos y mangueras que no se muestran en detalle. Un punto de salida 65 está configurado en una sección central 70 del tubo de doble pared 60, que se encuentra a lo largo del eje de giro principal 15 al menos en la región de la segunda etapa planetaria 30. El punto de salida 65 en la sección central 70 está configurado esencialmente como una abertura en el tubo exterior 62 a través de la cual puede entregarse el lubricante 19 a la segunda etapa planetaria 30. En el punto de salida 65 en la sección central 70 está dispuesto un casquillo 66 a través del cual se conduce lubricante 19 que sale del punto de salida 65 a la segunda etapa planetaria 30. Entre otras cosas, este lubricante 19 sirve para suministrar lubricante a los rodamientos 36 en la segunda etapa planetaria 30.

Además, el tubo de doble pared 60 está unido de forma resistente al giro a un primer extremo 67, que se encuentra en la región de la primera etapa planetaria 20, con una tapa 18 que está dispuesta en un lado interior 13 del árbol de entrada 21. Como resultado, no hay giro relativo alguno entre el tubo exterior 62 y el tubo interior 64 en el funcionamiento del engranaje planetario 10 de acuerdo con lo previsto. El tubo de doble pared 60 sigue un giro del árbol de entrada 21 durante el funcionamiento. El tubo interior 64 sobresale del tubo exterior 62 en la región del primer extremo 67 axialmente exterior. La dirección radialmente exterior está representada en la FIG 1 por la flecha 75, una dirección radialmente interior por la flecha 77. Una dirección radialmente exterior está representada en la FIG 1 por la flecha 72, la dirección radialmente interior por la flecha 74. En la región del primer extremo 67 está configurada otra abertura de salida 68, a través de la cual puede suministrarse lubricante 19 a la primera etapa planetaria 10. Además, en un segundo extremo 69 en la carcasa 12 está dispuesto un casquillo de entrada 76 a través del cual puede introducirse el lubricante 19 en el canal anular 63.

La FIG 2 muestra esquemáticamente una vista detallada de la sección central 70 de acuerdo con la FIG 1 en sección longitudinal. En detalle, la FIG 2 muestra el tubo de doble pared 60, que comprende el tubo exterior 62, que encierra el tubo interior 64 y configura así el canal anular 63 para el lubricante 19. En el punto de salida 65 está dispuesto un casquillo 66 que es de bronce, por ejemplo, y está conectado a una placa base 35 que a su vez está conectada al portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30. En la placa base 35 está configurado un canal de lubricante 82 a través del cual el lubricante 19 puede pasar a otros canales de lubricante 82 en el portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30. Un flujo de lubricante 78 que se produce durante el funcionamiento de acuerdo con lo previsto se muestra con flechas en la FIG 2. Entre el casquillo 66 y el tubo exterior 62 se forma un intersticio 80 a través del cual puede salir lubricante 19 como pérdida por fuga 79. El intersticio 80 presenta una altura de intersticio 88 en dirección radial, que puede ajustarse, entre otras cosas, mediante un engrosamiento 59 en el tubo exterior 62 y un espesor de pared 87 del casquillo 66. Cuanto menor sea la altura de intersticio 88, menores serán las pérdidas por fugas 79.

El casquillo 66 también presenta una anchura 61 que corresponde esencialmente a una anchura de intersticio 84. Cuanto mayor sea la anchura de intersticio 84, menores serán las pérdidas por fugas 79. Debido a que hay lubricante 19 en el intersticio 80 durante el funcionamiento de acuerdo con lo previsto, el casquillo 66 está libre de contacto mecánico directo con el tubo exterior 62, de modo que el punto de salida 65 está esencialmente libre de desgaste. En consecuencia, el casquillo 66 presenta un espesor de pared 87 reducido, lo que a su vez permite un ahorro de material.

Para garantizar una gran anchura de intersticio 84, la placa de base 35 está configurada esencialmente como cubo 86 radialmente en el interior. El casquillo 66 se extiende esencialmente por la anchura del cubo 86, a través del cual, junto con la anchura 61 del casquillo 66, se define la anchura de intersticio 84. El punto de salida 65 en la sección central 70 está configurado en términos de altura de intersticio 88 y anchura de intersticio 84 de tal manera que se minimizan las pérdidas por fugas 79 de lubricante 19. Dado que el casquillo 66 está configurado en el interior del engranaje planetario 10, existe un espacio de montaje correspondientemente grande en dirección axial, para el que pueda montarse un casquillo 66 con una anchura 61 aumentada. Por consiguiente, el punto de salida 65 puede fabricarse de manera sencilla con pérdidas por fugas 79 minimizadas. En general, el casquillo 66 y, por lo tanto, el punto de salida 65, pueden diseñarse de una manera estructuralmente sencilla para pérdidas por fuga 79 mínimas, lo que a su vez permite una mayor presión de elevación 17 en el canal anular 63. Esto ofrece la posibilidad, en el caso de pérdidas por fuga 79 reducidas, de suministrar lubricante 19 a la segunda etapa planetaria 30 que presenta un mayor número de piñones satélite 34, es decir, al menos cuatro, preferentemente cinco o seis piñones satélite 34. Además, el casquillo 66 presenta un diámetro exterior 85 relativamente pequeño, lo que a su vez permite fabricar el casquillo 66 con una cantidad reducida de material. Debido al gasto de material reducido, para el casquillo 66 también se pueden utilizar de forma económica materiales costosos y de mayor rendimiento, por ejemplo, materiales revestidos de teflón o metales sinterizados. Además, la estructura de acuerdo con la FIG 2 también permite alojar o compensar

desplazamientos axiales del tubo de doble pared 60 sobre el casquillo 66 sin pérdidas por fuga 79 adicionales.

- La FIG 3 muestra otro punto de salida 68 en la región del primer extremo 67 del tubo de doble pared 60 del engranaje planetario 10 de acuerdo con la FIG 1. El tubo interior 64 sobresale más allá del tubo exterior 62 a lo largo del eje de giro principal 15 y está conectado de manera resistente al giro con la tapa 18. El tubo exterior 62 también está conectado de manera resistente al giro con la tapa 18 o al tubo interior 64, de modo que entre el tubo exterior y el interior 62, 64, cuando gira el árbol de entrada 21 o el portasatélites 22 de la primera etapa planetaria 20 alrededor del eje de giro principal 15 no hay giro relativo alguno. El canal anular 63, que está presente entre el tubo exterior 62 y el tubo interior 64, está sellado por anillos de estanqueidad 56. Los anillos de estanqueidad 56 están dispuestos en ranuras en el tubo interior 64 y el tubo exterior 62, respectivamente. Debido al hecho de que no hay giro relativo alguno entre los tubos exterior e interior 62, 64, los anillos de estanqueidad 56 solo están sujetos a presión estática, que no supone esencialmente ningún desgaste. En consecuencia, existe una posibilidad segura de suministrar lubricante 19 a la primera etapa planetaria 20 en el otro punto de salida 68 en la región del primer extremo 67. Para ello, la tapa 18 está provista de una ranura de lubricante 51 circunferencial. La primera etapa planetaria 20 presenta al menos cinco, preferentemente de siete a diez piñones satélite 24, que no se muestran en detalle en la FIG 3 de manera que, para un suministro suficiente de lubricante 19 es posible una presión de elevación 17 aumentada, un canal anular 63 con sección transversal aumentada y/o una sección transversal de flujo aumentada en el punto de salida 65. Dado que los anillos de estanqueidad 56 se solicitan esencialmente solo de forma estática, ofrecen suficiente reserva en términos de efecto de estanqueidad, por ejemplo para resistir permanentemente una presión de elevación 17 aumentada y para garantizar un suministro de lubricante con pocas pérdidas o sin ellas. Como resultado, se asegura en general un suministro lubricante 19 sencillo y al mismo tiempo seguro a la primera etapa planetaria 20. Esto, a su vez, permite que la primera etapa planetaria 20, que presenta una mayor densidad de potencia debido al mayor número de piñones satélite 24, se implemente de manera practicable con pérdidas por fuga bajas o incluso nulas.
- Una vista detallada de un casquillo de entrada 76 en el segundo extremo 69 del tubo de doble pared 60, como se usa en el engranaje planetario 10 según la FIG 1, se muestra en sección longitudinal en la FIG 4. El lubricante 19 se alimenta al casquillo de entrada 76 a través de una ranura de lubricante 51 circunferencial. El casquillo de entrada 76 está dispuesto de manera resistente al giro en la carcasa 12 o en una tapa de carcasa del engranaje planetario 10, de modo que cuando el tubo de doble pared 60 gira alrededor del eje de giro principal 15, se presenta un giro relativo entre el casquillo de entrada 76 y el tubo exterior 62. Se forma un intersticio 80 entre el tubo exterior 62 y el casquillo de entrada 76, que corresponde esencialmente al intersticio 80 en la sección central 70, como se representa en la FIG 2. El lubricante 19 se alimenta a través del casquillo de entrada 76 al canal anular 63 entre los tubos exterior e interior 62, 64 y se produce un flujo de lubricante 78. Dado que no existe un giro relativo entre los tubos exterior e interior 62, 64, un anillo de estanqueidad 56 en la región del segundo extremo 69 está sujeto esencialmente solo a presión estática y, por lo tanto, es adecuado para soportar una presión de elevación 17 aumentada en el lubricante 19. Además, el intersticio 80 minimiza las pérdidas por fuga 79 en el casquillo de entrada 76. El tubo interior 64 está alojado de forma giratoria en un rodamiento 53 en la carcasa 12 o en una tapa de carcasa 58. El rodamiento 53 está dispuesto en la región del anillo de estanqueidad 56 en el extremo del tubo exterior 62, es decir, esencialmente a lo largo del eje de giro principal 15, contiguo al mismo. El rodamiento 53 ofrece un alto grado de estabilidad contra el desplazamiento del tubo interior 64 en la dirección radial. Una dirección radialmente interior y radialmente exterior están simbolizadas en la FIG 4 por las flechas 72, 74, análogamente a la FIG 1. Esto contrarresta un cambio en la altura de intersticio 88 en el casquillo de entrada 76 como resultado de desplazamientos debido a desviaciones y tolerancias de fabricación. Esto, a su vez, significa que las pérdidas por fugas 79 en el casquillo de entrada 76 se minimizan aún más.
- La FIG 5 muestra en una sección longitudinal esquemática una forma de realización del engranaje planetario 10 reivindicado en la región de la segunda etapa planetaria 30. La FIG 5 muestra el engranaje planetario 10 en la región de un primer extremo 67 del tubo de doble pared 60 y en la región de su sección central 70, en la que se encuentra al menos la segunda etapa planetaria 30. A este respecto, la segunda etapa planetaria 30 está dispuesta a lo largo del eje de giro principal 15 del engranaje planetario 10 entre la primera y la tercera etapa planetaria 20, 40. La primera etapa planetaria 20 presenta un piñón central 28 que está conectado a un árbol central 29 en un modo transmisor de par. El árbol central 29 de la primera etapa planetaria 20 está configurado de una sola pieza con un portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30. El portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30 está montado de forma giratoria mediante cojinetes de alma 16 que están dispuestos en las paredes de carcasa 14. En el portasatélites 34 están dispuestos piñones satélite 32 de manera giratoria sobre cojinetes lisos 36 que a su vez están fijados en pernos de piñón satélite 37. El perno de piñón satélite 37 está unido de forma desmontable con el portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30. Los piñones satélite 34, a su vez, engranan con un piñón central 38 de la segunda etapa planetaria 30, que está conectado a un árbol central 39 en un modo transmisor de par. La tercera etapa planetaria 40 se acciona a su vez por el árbol central 39 de la segunda etapa planetaria 30.
- El tubo de doble pared 60 que comprende un tubo exterior 62 y un tubo interior 64, está dispuesto en la región del eje de giro principal 15. Los tubos exterior e interior 62, 64 configuran un canal anular 63 a través del cual se transporta un lubricante 19. Un flujo de lubricante 78, que se produce en el funcionamiento del engranaje planetario 10 de acuerdo con lo previsto, se muestra en la FIG 5 mediante una flecha correspondiente. En la región de la segunda etapa planetaria 30 está dispuesto un casquillo 66 a través del cual se conduce el lubricante 19 desde una abertura en el tubo exterior 62 desde el canal anular 63 hasta la segunda etapa planetaria 30. Se configura un intersticio 80 entre el manguito 66 y el tubo exterior 62 de manera que no haya contacto directo entre el tubo exterior 62 y el casquillo 66.

El casquillo 66 está dispuesto sobre una placa base 35 del portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30. Además, en el portasatélites 32 está dispuesto un cojinete de guía 45 en la región del casquillo 66, es decir esencialmente axialmente adyacente. El tubo exterior 62 está soportado en dirección radial con respecto al portasatélites 32 por el cojinete guía 45. La dirección radialmente exterior está representada en la FIG 5 por la flecha 72, la dirección radialmente interior por la flecha 74. Debido a que el cojinete guía 45 y el casquillo 66 están apoyados con el portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30 en el mismo componente y están posicionados esencialmente uno al lado del otro en la dirección axial, el tubo exterior 62 también está sujeto por el cojinete guía 45 con respecto al casquillo 66. Esto contrarresta una flexión o desviación radial del tubo exterior 62 en la región del casquillo 66. Tal curvatura radial o desviación produce un cambio en el intersticio 80 entre el tubo exterior 62 y el casquillo 66, en particular con respecto a la altura de intersticio 88. Como resultado, se evitan pérdidas por fugas 79 excesivas en el casquillo 66.

El cojinete de guía 45 puede estar configurado como rodamiento simple, por ejemplo, como cojinete de bolas. En funcionamiento de acuerdo con lo previsto, el cojinete guía 45 únicamente sigue un giro relativo entre el portasatélites 32 de la segunda etapa planetaria 30 y el tubo de doble pared 60. Los requisitos para el cojinete guía 45 en términos de tiempo máximo de duración en revoluciones son correspondientemente bajos. El cojinete guía 45 ofrece así una posibilidad sencilla de utilizar el casquillo 66 en combinación con el tubo de doble pared 60 en engranajes planetarios 10 en los que se espera un mayor desplazamiento en la región de la segunda etapa planetaria 30. La forma de realización de la solución reivindicada mostrada en la FIG 5 permite así su fácil adaptación al engranaje planetario 10 con elevados requisitos de rendimiento. Esto se cumple en particular para engranajes planetarios 10 que se utilizan en aerogeneradores.

Además, en la FIG 6 se muestra una forma de realización de un aerogenerador 100 reivindicado. El aerogenerador 100 presenta un rotor 92 fijado de forma giratoria en una góndola 97. El rotor 92 está conectado con un árbol de rotor 91 que sirve como árbol de entrada 21 y a través del cual se acciona un generador 95 a través de un engranaje 93. El árbol de rotor 91, el engranaje 93 y el generador 95 pertenecen a una cadena cinemática 90 del aerogenerador 100, que está alojado en la góndola 97. El engranaje 93 está configurado a este respecto como engranaje planetario 10 según una de las formas de realización anteriormente esbozadas.

La FIG 7 muestra esquemáticamente la estructura de una aplicación industrial 99 reivindicada que presenta una unidad de accionamiento 96 y una unidad de salida 98, que están conectadas entre sí a través de un engranaje 93 en un modo transmisor de par. La unidad de accionamiento 96 está configurada para proporcionar la potencia de accionamiento 25 que es necesaria para el funcionamiento de la unidad de salida 98. Para ello, la unidad de accionamiento 96 puede estar configurada como motor eléctrico, motor de combustión interna o motor hidráulico. La unidad de salida 98 está configurada como aplicación mecánica. La unidad de salida 98 está configurada por consiguiente de modo que la aplicación industrial 99 es, por ejemplo, un molino, un molino vertical, un ingenio azucarero, un molino de cemento, una trituradora de rocas, una cinta transportadora, una bomba, una prensa de rodillos, un tablero articulado, molino tubular, horno rotatorio, mecanismo giratorio, agitador, dispositivo de elevación, compactador de basura o compactador de chatarra. El engranaje 93 está configurado a este respecto como un engranaje planetario 10 de acuerdo con una de las formas de realización anteriormente esbozadas. A este respecto, las funciones del árbol de entrada 21 y el árbol de salida 55, como se muestra en la FIG 1, también se pueden intercambiar.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Engranaje planetario (10), que comprende al menos una primera y una segunda etapa planetaria (20, 30) y un tubo de doble pared (60) que está fijado a una región de un eje de giro principal (15) del engranaje planetario (10), que presenta un tubo interior y otro exterior (62, 64), a través de los cuales se forma un canal anular (63) para un lubricante, y que, visto a lo largo del eje de giro principal, presenta un punto de salida (65) en una sección central (70) que está configurada para liberar lubricante desde el tubo de doble pared a un componente de transmisión, en donde un casquillo (66) está dispuesto en el punto de salida (65), y en el punto de salida (65), entre el casquillo (66) y el tubo de doble pared (60) está configurado un intersticio (80)
- 10 **caracterizado por que** el engranaje planetario presenta un cojinete guía (45) en una región del punto de salida (65) en la sección central (70), que está configurado para ajustar el intersticio (80).
- 15 2. Engranaje planetario (10) según la reivindicación 1 **caracterizado por que** la altura de intersticio del intersticio (80) es de 0,1 mm a 0,5 mm, en particular de 0,25 mm a 0,35 mm.
- 20 3. Engranaje planetario (10) según las reivindicaciones 1 o 2 **caracterizado por que** el cojinete guía (45) está posicionado de tal manera que se apoya contra el mismo componente de engranaje que el casquillo (66), y por que el casquillo (66) y el cojinete guía (45) están dispuestos en el interior de un cubo de un portasatélites (32) de la segunda etapa planetaria (30).
- 25 4. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la primera etapa planetaria (20) presenta al menos cinco piñones satélite (24) y/o la segunda etapa planetaria (30) presenta al menos cuatro piñones satélite (34).
- 30 5. Engranaje planetario (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** una anchura (61) del casquillo (66) corresponde a un espesor de pared (87) de una placa base (35) de un portasatélites (32) de la segunda etapa planetaria (30).
- 35 6. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la segunda etapa planetaria (30) está dispuesta entre la primera y una tercera etapa planetaria (20, 40).
- 40 7. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el tubo de doble pared (60) está configurado de manera que puede ser desmontado sin destrucción.
- 45 8. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** el portasatélites (32) de la segunda etapa planetaria (30) está alojado en al menos un cojinete (16) que está configurado para absorber fuerzas axiales y fuerzas radiales.
- 50 9. Engranaje planetario (10) según las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** otro punto de salida (68) está configurado en una región de un primer extremo (67) del tubo de doble pared (60).
- 55 10. Engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** en un segundo extremo (69) del tubo de doble pared (60) está dispuesto un casquillo de entrada (76).
- 60 11. Cadena cinemática (90) para un aerogenerador (100), que comprende un árbol de rotor (91) que está unido a un engranaje (93) en un modo transmisor de par, que está unido a un generador (95) en un modo transmisor de par, **caracterizada por que** el engranaje (93) está configurado como engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 10.
- 60 12. Aerogenerador (100), que comprende un rotor (92) que está fijado de forma giratoria a una góndola (97) en la que se aloja una cadena cinemática (90), **caracterizado por que** la cadena cinemática (90) está configurada según la reivindicación 11.
- 60 13. Aplicación industrial (99), que comprende una unidad de accionamiento (96) y una unidad de salida (98), que están unidas entre sí en un modo transmisor de par a través de un engranaje (93), **caracterizada por que** el engranaje (93) está configurado como engranaje planetario (10) según una de las reivindicaciones 1 a 10.

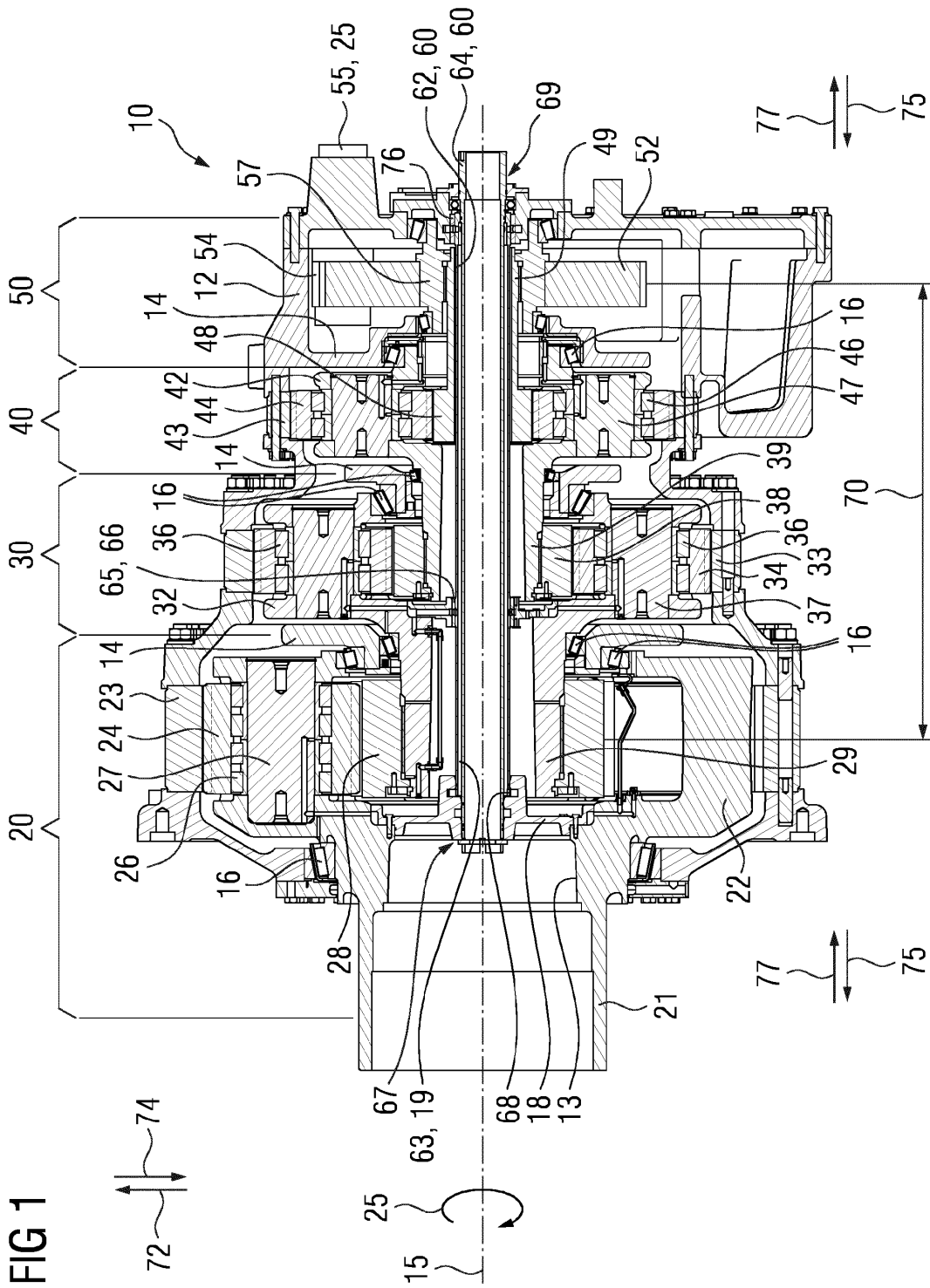


FIG 2

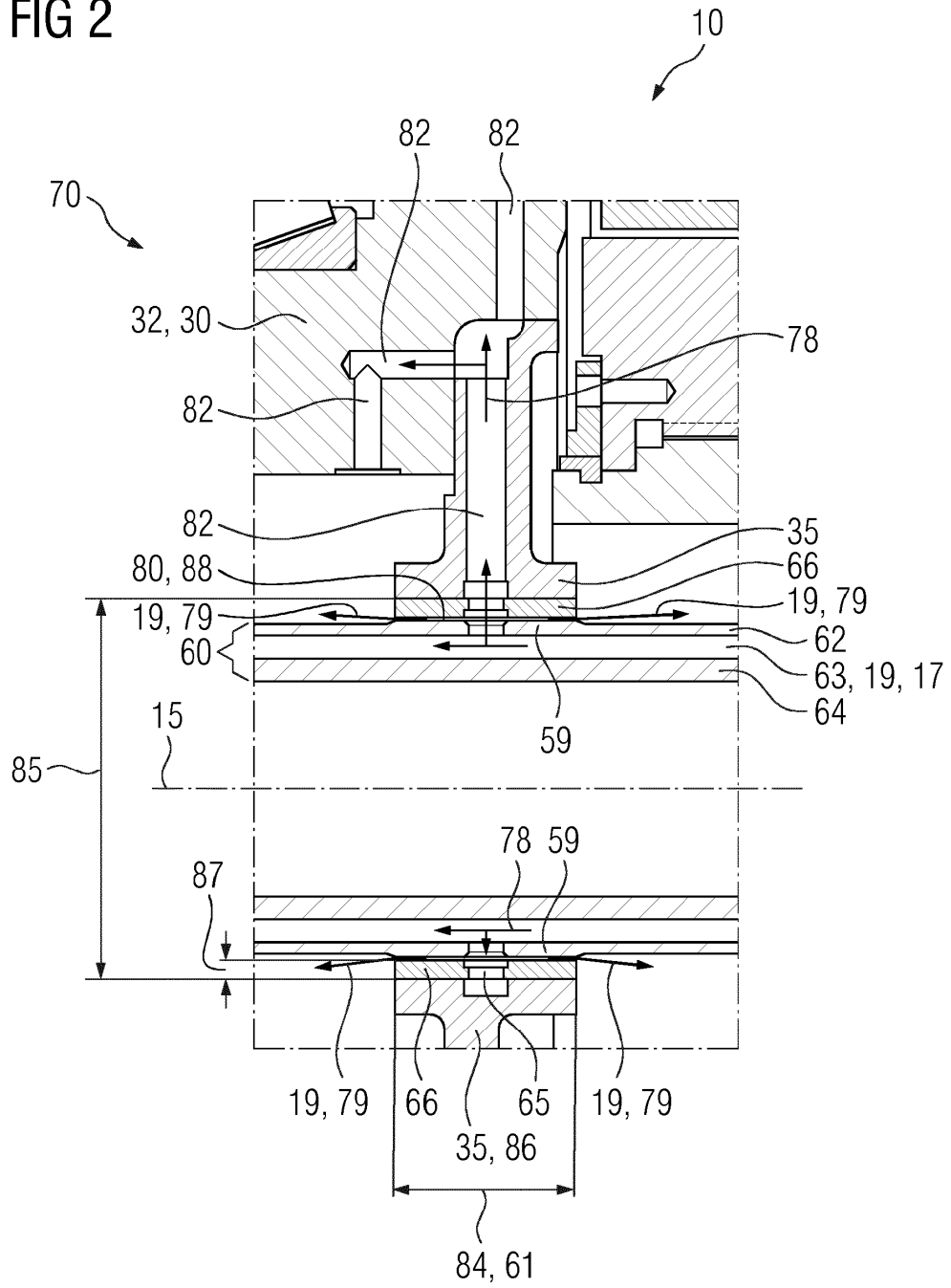
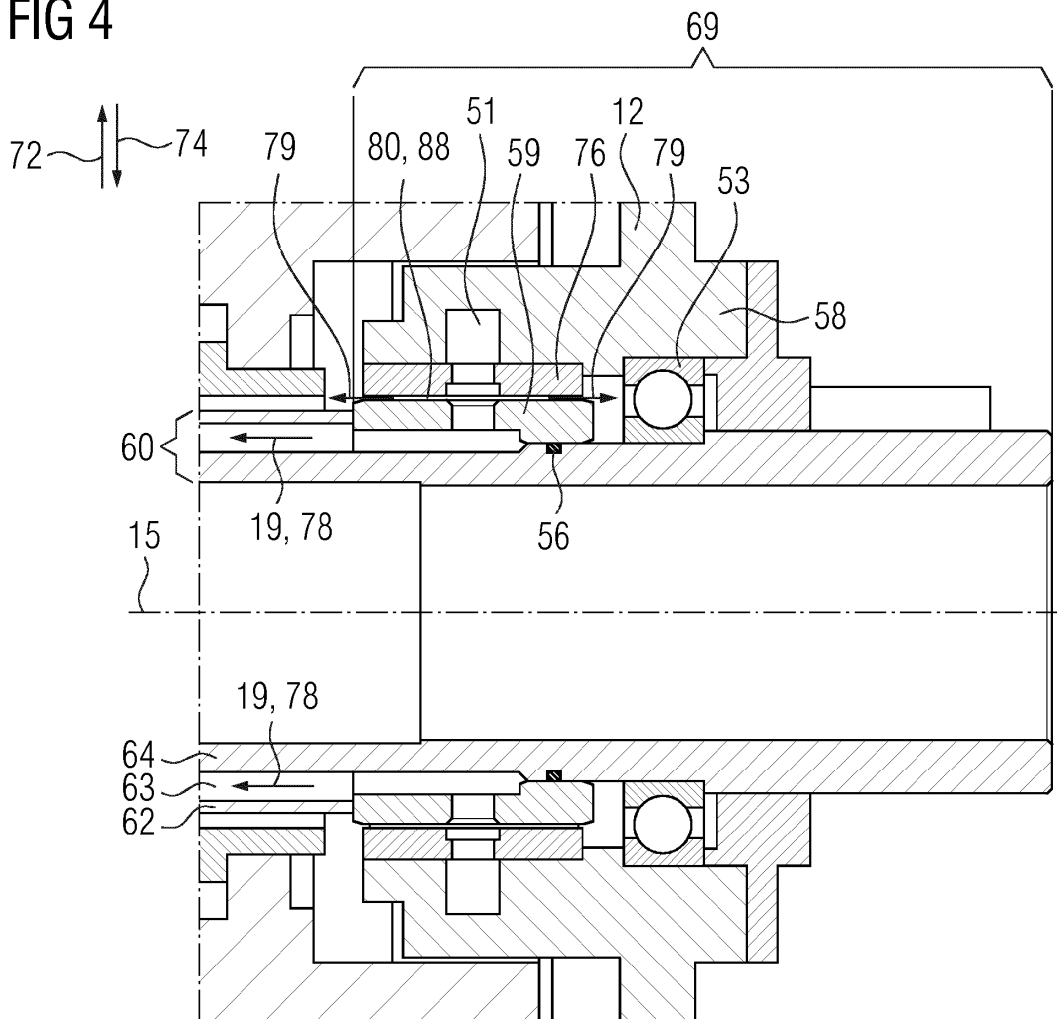


FIG 4



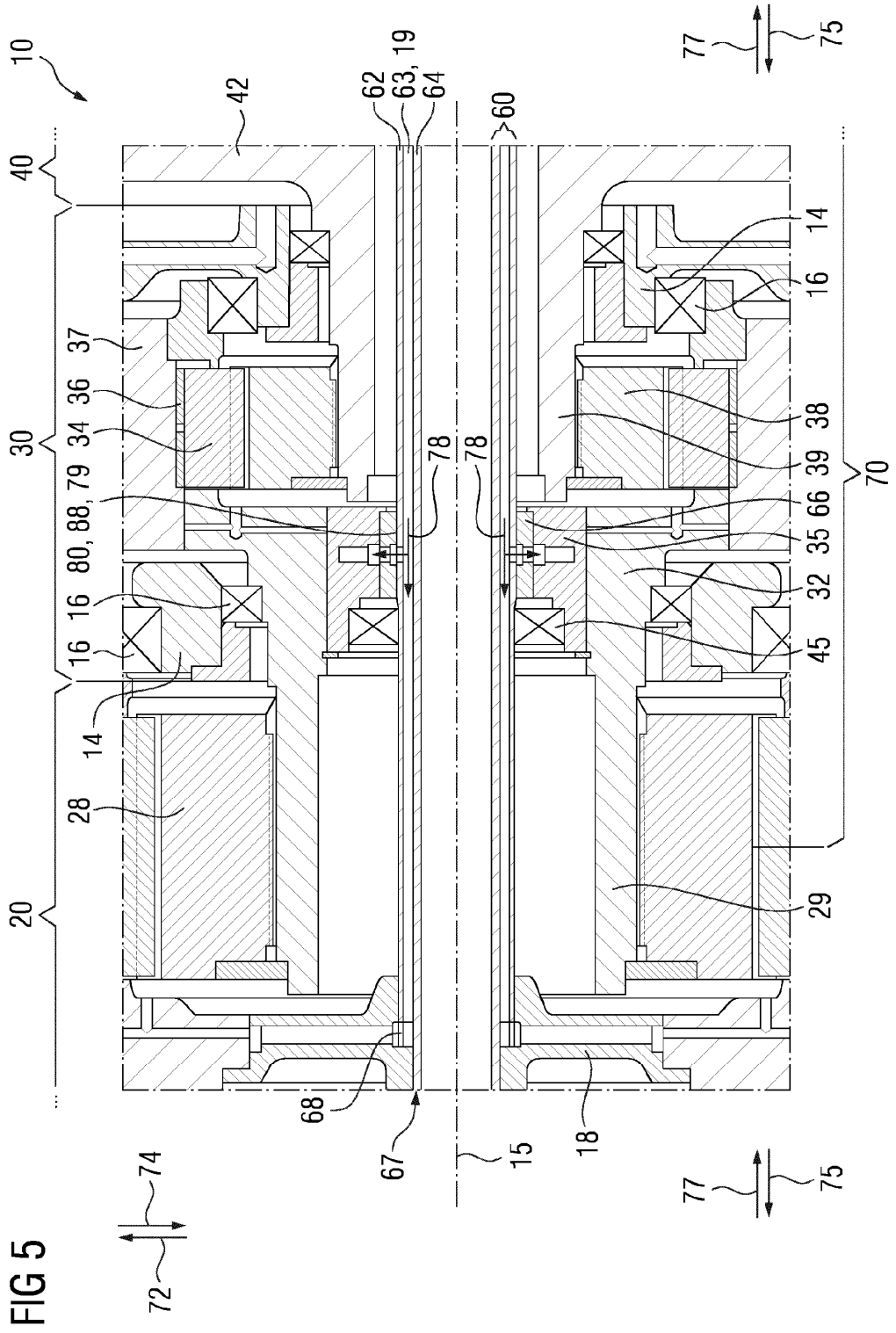


FIG 6

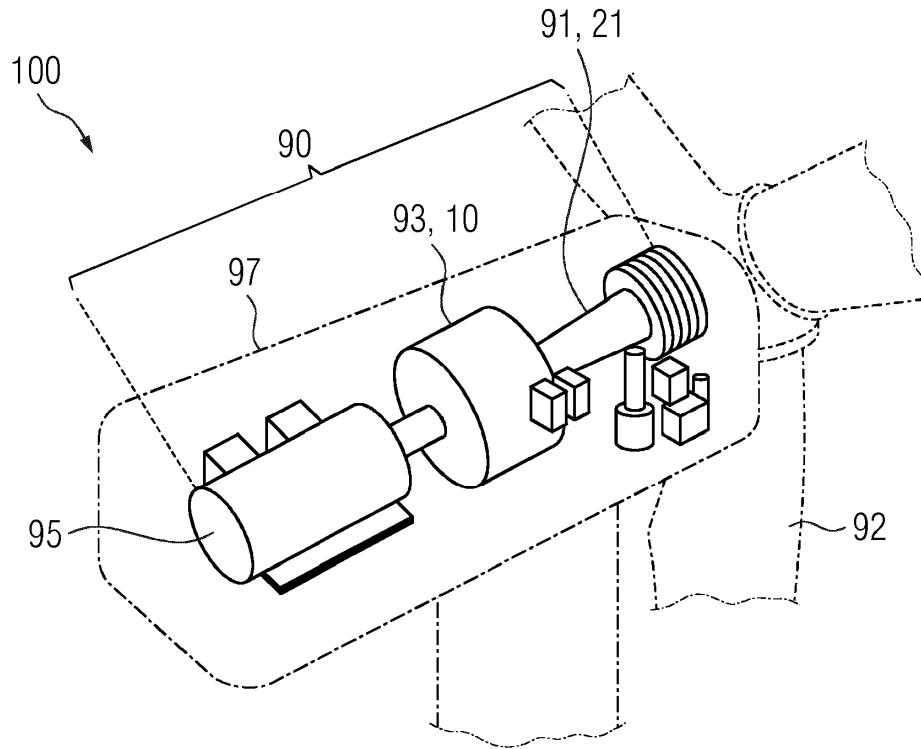


FIG 7

