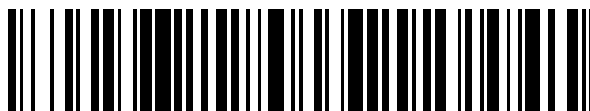


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 376**

51 Int. Cl.:

F16H 57/01 (2012.01)
G01M 13/021 (2009.01)
H04Q 9/00 (2006.01)
F03D 17/00 (2006.01)
F16H 1/46 (2006.01)
F03D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.03.2016 PCT/EP2016/054313**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2016 WO16139199**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2016 E 16709733 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3243015**

54 Título: **Sistema de medición y procedimiento de medición para la detección de variables sobre soportes planetarios de un engranaje planetario**

30 Prioridad:

03.03.2015 DE 102015002619

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

06.10.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CAMMINADI, JULIA;
DEICKE, MATTHIAS;
HASSEL, JÖRG;
KECK, REINHOLD;
KLOS, HANS-HENNING y
VON DOSKY, STEFAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 785 376 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

Sistema de medición y procedimiento de medición para la detección de variables sobre soportes planetarios de un engranaje planetario

- 5 La invención se refiere a un sistema de medición para la detección de variables sobre soportes planetarios de un engranaje planetario que comprende al menos varios pasos de rueda planetaria, comprendiendo cada paso de rueda planetaria al menos en cada caso un árbol solar, al menos en cada caso una rueda con dentado interior así como al menos en cada caso una rueda planetaria, que está unida con el respectivo árbol solar y la respectiva rueda con dentado interior mediante un engrane y en cada caso un soporte planetario correspondiente a al menos una rueda planetaria, que está unida por rotación con la al menos una rueda planetaria.
- 10 Los engranajes planetarios ofrecen en comparación con engranajes de rueda frontal o de rueda frontal helicoidal convencionales en cuanto a densidad de potencia y momento de giro específico claras ventajas y comprenden un árbol solar, un soporte de rueda planetaria con ruedas planetarias, así como una rueda hueca dentada internamente. Debido a una forma básica cilíndrica de las ruedas con dentado interior, los engranajes planetarios presentan para aplicaciones industriales a menudo una forma constructiva cilíndrica. Los engranajes planetarios pueden montarse
- 15 como engranajes de encaje con un apoyo de momento de giro, como engranajes de tornillo o de brida o en posición de pie con bastidor adicional.

En engranajes, en particular engranajes de aerogenerador, los cojinetes representan una de las razones de fallo más frecuentes. Para la supervisión y evaluación de estos cojinetes se usan los más diversos sensores y sistemas de medición.

- 20 En el caso de la valoración de las señales registradas desde los sensores, el recorrido de transmisión de la fuente de señales hasta el sensor tiene una importancia decisiva.

En los más diversos tipos de engranaje, en particular engranajes planetarios de varios pasos, es decir, con más de un paso de rueda planetaria, pueden supervisarse una pluralidad de cojinetes de acuerdo con el estado de la técnica solo de manera deficiente o con alto esfuerzo, dado que estos cojinetes se encuentran en un sistema de- 25 coordenadas rotatorio con respecto al entorno.

Para los diferentes tipos de sensor y evaluaciones hay diferentes estados de la técnica. Los sensores de medición de presión, temperatura, vibración/aceleración se montan por regla general como sensores "estacionarios" en el sistema de coordenadas inactivo. No obstante, no hay ninguna posibilidad asociada de supervisar con rotación las- 30 ruedas planetarias rotatorias de los distintos pasos de un engranaje planetario. En particular hasta la fecha no es posible una supervisión rotatoria del segundo o tercer paso o siguientes pasos de un engranaje planetario.

En la determinación del momento de giro se colocan por regla general los denominados sensores de "telemetría" en el sistema de coordenadas giratorio. No obstante, estos sistemas necesitan energía. El abastecimiento de energía está diseñado o bien a través de anillos colectores o, por ejemplo, a través de una batería. No obstante, esta no está diseñada para la vida útil.

- 35 Por el documento genérico WO 2011/104433 A1 se conoce un sistema de supervisión para un engranaje planetario, que comprende una estación base que está unida con una antena. La antena interacciona de manera inalámbrica con sensores que están configurados para detectar una temperatura o vibraciones. Se efectúa a este respecto una transmisión inalámbrica de datos y energía entre la antena y los sensores. Los sensores pueden estar colocados, además, en un soporte planetario, en un cojinete o un eje de rueda planetaria.
- 40 El documento US 2008/0279686 A1 desvela un engranaje de un aerogenerador, que está equipado con un sensor. El sensor está configurado para detectar vibraciones y está unido a través de un dispositivo de envío de datos con una unidad de procesamiento de datos. Entre el sensor y el dispositivo de procesamiento de datos se efectúan el intercambio de datos y la transmisión de energía de manera inalámbrica. A este respecto, el sensor está fijado en el soporte planetario.
- 45 El primer y segundo objetivo de la invención es, por tanto, la indicación de un sistema de medición para la supervisión de cojinete de rueda planetaria, así como de un procedimiento de medición, que es adecuado en particular para la detección de las variables de los pasos segundo y siguiente de un engranaje planetario de varios pasos.
- 50 El primer objetivo se soluciona mediante la indicación de un sistema de medición para la detección de variables sobre soportes planetarios de un engranaje planetario, que comprende al menos varios pasos de rueda planetaria, comprendiendo al menos cada paso de rueda planetaria en cada caso un árbol solar, al menos en cada caso una rueda con dentado interior así como al menos en cada caso una rueda planetaria, que está unida con el respectivo

árbol solar y la respectiva rueda con dentado interior mediante un engrane y en cada caso un soporte planetario correspondiente a al menos una rueda planetaria, que está unido por rotación con la al menos una rueda planetaria, estando dispuesto al menos un primer sensor, que presenta al menos una conexión para abastecer el primer sensor con energía eléctrica, sobre al menos uno de los soportes planetarios sobre al menos uno de los pasos de rueda planetaria para la detección de las variables de la correspondiente rueda planetaria, y presentando el engranaje planetario un equipo electrónico, a través del que el al menos un primer sensor puede abastecerse con energía eléctrica y pudiendo seleccionarse el al menos un paso de rueda planetaria a partir de cada uno de los presentes pasos de rueda planetaria.

El segundo objetivo se consigue mediante la indicación de un procedimiento de medición para la detección de variables sobre soportes planetarios de un engranaje planetario, que comprende al menos varios pasos de rueda planetaria, comprendiendo al menos cada paso de rueda planetaria en cada caso un árbol solar, al menos en cada caso una rueda con dentado interior así como al menos en cada caso una rueda planetaria, que está unida con el respectivo árbol solar y la respectiva rueda con dentado interior mediante un engrane y en cada caso un soporte planetario correspondiente a al menos una rueda planetaria, que está unido por rotación con la al menos una rueda planetaria, posibilitándose mediante al menos un primer sensor colocado sobre al menos uno de los soportes planetarios sobre al menos uno de los pasos de rueda planetaria, que presenta al menos una conexión para abastecer el al menos un primer sensor con energía eléctrica, una detección de las variables de la correspondiente rueda planetaria y abasteciéndose mediante un equipo electrónico del engranaje planetario del al menos un primer sensor con energía eléctrica y pudiendo seleccionarse el al menos un paso de rueda planetaria a partir de cada uno de los pasos de rueda planetaria presentes.

Mediante la disposición descrita puede medirse cada cojinete individual de un engranaje de rueda planetaria.

Por tanto, pueden captarse y supervisarse todos los pasos de rueda planetaria. También las variables físicas que se pueden medir en caso de condiciones ambientales difíciles (por ejemplo, aceite, temperatura, movimiento de giro, etc.), tales como por ejemplo oscilación, aceleración, temperatura, presión del aceite, etc., pueden detectarse en este caso. De acuerdo con la invención es posible, por tanto, un abastecimiento de energía de la tecnología de sensores en las ondas rotatorias. También una comunicación de datos a los sensores es posible mediante el abastecimiento de energía.

En particular puede supervisarse continuamente mediante la disposición propuesta del sensor/de los sensores, en caso de que estén presentes, cada rueda planetaria individual en el funcionamiento continuo. Los signos de desgaste pueden efectuarse por la posibilidad de detectar la presión del aceite y las vibraciones de las ruedas planetarias que giran alrededor del árbol solar en el lugar del origen del desgaste en el apoyo.

De especial importancia es a este respecto el emplazamiento del equipo electrónico. De acuerdo con la invención, el equipo electrónico comprende un primer y un segundo equipo electrónico. A este respecto, el segundo equipo electrónico está dispuesto por el lado delantero (por el lado frontal) en el primer árbol solar del primer paso de rueda planetaria. En el caso de grandes aerogeneradores, la accesibilidad del árbol solar puede estar dada a través del buje de rotor. Por tanto, es posible conseguir el equipo electrónico (interfaz de usuario) en este lugar. Este lugar es, por ejemplo, muy fácil de alcanzar mediante el desmontaje de una cubierta de tubo de paso, presente habitualmente, en el soporte planetario. Con ello es posible cambiar fácilmente el equipo electrónico en caso de servicio y durante la vida útil de la instalación.

En las reivindicaciones dependientes se enumeran otras medidas ventajosas, las cuales pueden combinarse entre sí de manera discrecional para alcanzar ventajas adicionales.

En un diseño especialmente preferente, el equipo electrónico abastece el al menos un primer sensor sin contacto o de manera inalámbrica con energía. A este respecto, el abastecimiento de energía inalámbrico puede ser un acoplamiento inductivo, un acoplamiento inductivo resonante o un acoplamiento capacitivo con un factor de acoplamiento.

Preferentemente, al menos un paso de rueda planetaria comprende varias ruedas planetarias, pudiendo llevarse a cabo mediante el al menos un primer sensor una supervisión de todas las ruedas planetarias.

Preferentemente, el equipo electrónico está dispuesto en el primer soporte planetario, estando configurado el árbol solar al menos parcialmente como árbol hueco y presentando el equipo electrónico una primera línea de conexión eléctrica guiada por este árbol hueco. En el caso de grandes aerogeneradores, se proporciona de manera especialmente sencilla en este caso la accesibilidad a través del árbol solar y a través del buje de rotor. A este respecto, el equipo electrónico puede ser un transformador de 25 kHz; la bobina secundaria puede estar diseñada, en este sentido, como una placa de circuito impreso flexible. Mediante esta disposición es posible un abastecimiento del equipo electrónico sin esfuerzo o modificación del engranaje de manera especialmente sencilla. Los sensores dispuestos sobre otros soportes planetarios se abastecen entonces sin contacto o de manera inalámbrica con

energía por este equipo electrónico. Mediante el enlace de cables del equipo electrónico, para este está disponible, para una transmisión de este tipo, suficiente energía o este puede abastecerse de manera suficiente con energía.

También puede presentar además el primer paso de rueda planetaria al menos un segundo sensor. A este respecto está prevista una segunda línea de conexión eléctrica del equipo electrónico al segundo sensor del primer paso de rueda planetaria, para abastecer el segundo sensor del primer paso de rueda planetaria con energía. Evidentemente puede abastecerse también este segundo sensor como alternativa a ello de manera inalámbrica con energía por el equipo electrónico.

En caso de engranajes planetarios de varios pasos es necesario alcanzar, también sobre pasos posteriores que tienen otra velocidad, partes rotatorias como el soporte planetario con energía para el abastecimiento del sensor. A través del soporte planetario del primer paso es posible establecer sin contacto, debido a la disposición coaxial de los pasos adicionales, un abastecimiento de energía inductivo (u otro abastecimiento de energía) por ejemplo en un modo constructivo axial. Si existieran otros juegos de ruedas planetarias con otra velocidad, podría preverse así una tecnología de sensores ahí, asimismo, como subsistema con respecto al abastecimiento de energía y por ejemplo para la transmisión de datos de medición.

Preferentemente está prevista una interfaz digital para la transmisión de los datos a una instalación de procesamiento de datos. En otro ejemplo de realización está dispuesta la interfaz digital por el lado delantero (por el lado frontal) en el al menos un soporte planetario del primer paso de rueda planetaria.

El acceso al segundo paso de rueda planetaria se efectúa de manera inalámbrica o a través de radio, tanto para la energía como los datos. Este lugar, como ya se describió antes, es fácil de alcanzar mediante un desmontaje de la cobertura de tubo de paso en el soporte planetario. Con ello es posible cambiar fácilmente la interfaz digital en caso de servicio y durante la vida útil de la instalación. Para la transmisión de los datos, los sensores pueden estar diseñados con antenas.

Preferentemente, el árbol solar está configurado al menos parcialmente como árbol hueco, pudiendo guiarse un cable de transmisión de datos por este árbol hueco hacia la interfaz digital. Por tanto, se garantiza un enlace de datos seguro y rápido sin un cambio o una adaptación de la estructura del engranaje a una estación de evaluación externa.

Preferentemente, la transmisión de datos se efectúa sin contacto o de manera inalámbrica del al menos un primer sensor a la interfaz digital. Al menos el acceso al segundo y dado el caso siguiente paso de rueda planetaria se efectúa de manera inalámbrica o a través de radio tanto para la energía como los datos. Para la transmisión de los datos de sensor del paso más rápido (paso de velocidad intermedia) al sistema de procesamiento de datos que no se mueve se necesitan dos interfaces, una de ellas inalámbrica. Mediante una correspondiente disposición de sistemas de antenas es posible que por cada revolución exista solo durante un determinado intervalo contacto de radio con una antena. En este intervalo se transmiten entonces de manera diferida los datos de medición. Además, se transmite un cronosellador. Si están presentes varias antenas de recepción, puede determinarse durante un determinado período de integración la velocidad angular de giro y más tarde también el desfase angular de giro entre, por ejemplo, el paso de velocidad intermedia y el estator (carcasa de engranaje, góndola, etc.) o por ejemplo el soporte planetario del LSS (paso de velocidad bajo) y del IMS (paso intermedio). Este desfase está causado por torsión elástica del árbol y la deformación elástica de los dientes de las ruedas dentadas. El mismo representa el momento de giro actual. De este modo podría calibrarse una vez la deformación en el engranaje, por ejemplo en la fábrica. Cuantos más pares de antenas, es decir, sensores, se prevean, con mayor precisión puede determinarse el desfase angular de giro y, con ello, el momento de giro.

Preferentemente, al menos el primer paso de rueda planetaria presenta al menos un segundo sensor. La transmisión de datos del segundo sensor a la interfaz digital se efectúa a través de un segundo cable de transmisión de datos. La disposición de la interfaz digital así como del equipo electrónico de "evaluación" se efectúa sobre el lado frontal del primer soporte planetario, dado que esta posee en el aerogenerador la velocidad de giro del buje de rotor.

El enlace de los sensores en el primer paso de rueda planetaria se efectúa, por tanto, por cable. El acceso al segundo paso de rueda planetaria se efectúa preferentemente de manera inalámbrica o a través de radio, tanto para la energía como para los datos.

También puede efectuarse la transmisión de energía a través de un acoplamiento con un factor de acoplamiento y la transmisión de datos puede efectuarse mediante la emisión de la modulación del factor de acoplamiento. Con ello se hace referencia a que una transmisión de energía tiene lugar entre dos partes que rotan una con respecto a otra. Esta transmisión de energía puede diseñarse de tal modo que la transmisión de energía depende del ángulo de rotación. Esta dependencia puede establecerse también mediante modulación, no solo mediante compensaciones estáticas, de modo que se modifique por ejemplo la frecuencia o fase de la modulación del acoplamiento entre las dos partes. Por tanto, puede averiguarse la velocidad mediante la supervisión de la transmisión de energía, que

puede modificarse en distintas características a lo largo del ángulo de giro. Normalmente se necesita solo una variable (medición de energía escalar, frecuencia, fase o similar) para determinar la velocidad. La estructura que se usa para la transmisión de energía se usa al mismo tiempo también para determinar la velocidad relativa de las dos partes la una con respecto a la otra. Con factor de acoplamiento se hace referencia en este caso al acoplamiento electromagnético de los compañeros del tramo de transmisión de energía. Así que este acoplamiento no solo puede ser escalar, sino también vectorialmente variable a lo largo de una revolución.

En un diseño preferente puede efectuarse la transmisión de datos del al menos primer sensor a la interfaz digital de manera diferida.

También pueden estar dispuestos varios sensores sobre el al menos un soporte planetario. Estos pueden ser en particular sensores de medición de aceite, sensores de medición de vibración o de aceleración.

Otras características, propiedades y ventajas de la presente invención se desprenden de la siguiente descripción con referencia a las figuras adjuntas. Aquí muestran esquemáticamente:

la Figura 1 una representación esquemática de un engranaje planetario según el estado de la técnica,
la Figura 2 una primera ubicación posible de los sensores rotatorios de acuerdo con la invención,
la Figura 3 trayectorias del abastecimiento de energía eléctrico y la transmisión de datos de medición para el ejemplo de realización anterior.

Aunque la invención se describió e ilustró con más precisión en detalle mediante el ejemplo de realización, la invención no está limitada por los ejemplos desvelados. Pueden deducirse variaciones de los mismos por parte del experto en la materia sin abandonar el alcance de protección de la invención, tal y como se define por las siguientes reivindicaciones de patente.

La Figura 1 muestra un corte de un engranaje planetario 1 de dos pasos para el uso en un aerogenerador, que comprende un primer paso de rueda planetaria 11 del lado de accionamiento y un segundo paso de rueda planetaria 12 del lado de salida. El árbol de salida del engranaje 1 está acoplado con un generador. El árbol solar 6 del primer paso de rueda planetaria 11 está acoplado de manera rígida al giro con el soporte planetario 8 del segundo paso de rueda planetaria 12.

En el engranaje planetario 1 hay varios sistemas de coordenadas rotatorios:

- a) Una carcasa de engranaje 9 y la rueda con dentado interior 15 forman un primer sistema de coordenadas estacionario con respecto a la góndola.
- b) El primer soporte planetario 5 del primer paso de rueda planetaria 11 y el primer árbol solar 6 forman un primer sistema de coordenadas rotatorio, que rota con una velocidad.
- c) En el soporte planetario 5 se almacenan ruedas planetarias 10, que están engranadas con el árbol solar 6 y la rueda con dentado interior 15. El árbol solar 6 del primer soporte planetario 5 está unido de manera rígida al giro con el segundo soporte planetario 8.
- d) El árbol solar 162 del segundo paso de rueda planetaria 12 está unido de manera rígida al giro con el generador o un paso de engranaje adicional. Las ruedas planetarias 10 del primer paso de rueda planetaria 11 y las ruedas planetarias 130 del segundo paso de rueda planetaria 12 forman sistemas de coordenadas rotatorios adicionales.
- e) Además, está previsto un tubo de paso 17 así como una cobertura de tubo de paso 3.

La supervisión de parámetros operacionales en el engranaje, tal como por ejemplo la temperatura de cojinetes (por ejemplo con ayuda de elementos PT100), oscilaciones (transmisión de oscilaciones con sensores de medición de aceleración, por ejemplo basándose en el efecto piezoeléctrico), presión de aceite en las líneas de suministro de aceite, que están previstos para la lubricación de los componentes rotatorios, los niveles de aceite, etc., causa dificultades, dado que una conexión por cable entre los sensores y una unidad de recepción en el sistema de coordenadas de la góndola solo es posible para unos pocos sensores debido a los muchos sistemas de coordenadas rotatorios diferentes.

No obstante, no hay posibilidades de supervisar ruedas planetarias 10 rotatorias de los distintos pasos de un engranaje planetario 1 de este tipo. En particular es ventajoso supervisar este por ejemplo con un sensor de medición de presión de aceite para saber cuánto aceite se suministra realmente a los cojinetes de rueda planetaria. Por tanto, puede reducirse el desgaste y aumentarse la vida útil.

La presente invención posibilita la detección sencilla de variables y la supervisión de engranajes planetarios 1 de varios pasos con sensores, que tienen una elevada demanda de energía y necesitan un elevado ancho de banda para la transmisión de datos.

- La Figura 2 muestra la invención en detalle. Mediante la invención se consigue un funcionamiento de sensores sobre los soportes planetarios por medio de un equipo electrónico. Se disponen sensores sobre los soportes planetarios 5 del primer paso 11 (Figura 1) y el soporte planetario 8 del segundo paso 12 (Figura 1). En particular puede supervisarse continuamente mediante la disposición de acuerdo con la invención de los sensores cada rueda planetaria 10 individual del primer paso 11 (Figura 1) así como los siguientes pasos 12 (Figura 1), etc., en el funcionamiento continuo. Una detección de desgaste puede efectuarse mediante una detección de la presión de aceite y/o de las vibraciones de las ruedas planetarias 10 que se giran alrededor del árbol solar 6, es decir, directamente en el lugar del origen del desgaste. El equipo electrónico abastece uno de los sensores o varios sensores de manera inalámbrica o sin contacto con energía. A este respecto es posible que los sensores del primer paso de rueda planetaria 11 (Figura 1) estén enlazados aún con un cable al equipo electrónico y el abastecimiento de los sensores se efectúa sobre los pasos de rueda planetaria 12 adicionales (Figura 1) de manera inalámbrica o sin contacto. El equipo electrónico de los sensores en el primer paso de rueda planetaria 11 (Figura 1) puede efectuarse por cable. A este respecto, el equipo electrónico puede componerse de un primer equipo electrónico 50, por ejemplo una interfaz de usuario en el primer sistema de coordenadas, y un segundo equipo electrónico 60, por ejemplo una unidad de envío y de recepción para los sensores. Esta está dispuesta en el segundo sistema de coordenadas. La interfaz de usuario está dispuesta, a este respecto, sobre el soporte planetario 5.
- Además, está prevista una interfaz digital 53 (Figura 3), que contiene datos sobre una conexión inalámbrica de uno o varios sensores, pudiendo estar dispuestos uno o varios sensores en el segundo o siguiente paso de rueda planetaria 12 rotatorio (Figura 1).
- La disposición de una interfaz digital 53 (Figura 3) así como del primer equipo electrónico 50 se efectúa en el soporte planetario 5, dado que este posee en la instalación de generación de energía la velocidad de giro del buje de rotor.
- El acceso al segundo paso de rueda planetaria 12 (Figura 1) se efectúa de manera inalámbrica o a través de radio, tanto para la energía como los datos. En por ejemplo grandes aerogeneradores se proporciona la accesibilidad del árbol solar 6 a través del buje de rotor. Por tanto, es posible conseguir el equipo electrónico en este lugar.
- También puede alcanzarse el equipo electrónico de radio por este tramo, dado que está montado de acuerdo con la invención sobre el lado frontal del árbol solar 6 (Figura 1) del primer paso de rueda planetaria 11 (Figura 1). Este lugar puede alcanzarse fácilmente mediante el desmontaje de la cobertura de tubo de paso 3 en el soporte planetario 5. Con ello es posible cambiar fácilmente el equipo electrónico en caso de servicio y durante la vida útil de la instalación, por ejemplo un aerogenerador.
- Por ejemplo, puede transmitirse la energía, por ejemplo una conexión de 25 kHz, a través de un acoplamiento inductivo o capacitivo.
- Adicionalmente, pueden transmitirse datos que proceden de los sensores a través de una conexión de radio de 2,4 GHz. También pueden emitirse estos datos no solo a través de radio, sino también a través de una modulación del factor de acoplamiento.
- Además, sería concebible también un módulo de sensor basado en RFID (identificación por radiofrecuencia) o en SAW (ondas acústicas de superficie). El abastecimiento de energía o la señal de interrogación del módulo se efectúa en este caso por el lector RFID/SAW y su antena, que también posibilita la transmisión de datos de medición. Debido a los costes de hardware comparativamente bajos, estos módulos son ventajosos y baratos.
- Por primera vez es posible una supervisión simple y directa de los cojinetes de las ruedas planetarias y la generación de información adicional (por ejemplo, la presión del aceite en el soporte planetario).
- El soporte planetario 5 se gira lentamente con las hojas de rotor. Mediante el tubo de paso 17 presente en general en un aerogenerador pueden intervenir las líneas necesarias (abastecimiento de energía, datos de sensor, etc.) entonces por el lado del generador, por ejemplo mediante anillos colectores o WLAN. Un buje de rotor está abastecido, debido al sistema, siempre con energía y datos, dado que los accionamientos de tubo de paso para el ajuste de las hojas lo requieren. Adicionalmente, el equipo electrónico puede ser sometido a un intercambio o un mantenimiento a través de la presente entrada de mantenimiento.
- En el caso de engranajes planetarios 1 de varios pasos (Figura 1) es necesario también en pasos 12 siguientes (Figura 1), etc., tener otra velocidad para llegar a partes rotatorias, como el soporte planetario 8 (Figura 1), con energía para el abastecimiento del sensor.
- A través del soporte planetario 5 del primer paso 11 (Figura 1) es posible debido a la disposición coaxial de los pasos 12 adicionales (Figura 1) establecer sin contacto un abastecimiento de energía inductivo (dispositivo de abastecimiento de corriente 50), en este caso un modo constructivo axial. En ruedas planetarias adicionales con otra velocidad puede preverse una tecnología de sensores, en este caso configurada como sensor de medición de aceite

51 y sensor de aceleración 52, asimismo como subsistema con respecto al abastecimiento de energía y transmisión de los datos de medición. Mediante la disposición descrita puede medirse cada cojinete individual de un engranaje de rueda planetaria.

5 En la técnica de engranajes es interesante además a menudo determinar el momento de giro transmitido, que puede medirse desde los sensores.

La Figura 3 muestra la transmisión de los datos de sensor. Desde el paso más rápido (paso de velocidad intermedia) hasta la interfaz digital 53 que no se mueve se necesita una interfaz inalámbrica. Mediante una correspondiente disposición de las antenas es posible que por cada revolución exista solo durante un determinado intervalo contacto de radio con una antena.

10 En la Figura 3 se muestra esta transmisión de datos de medición inalámbrica del paso intermedio a la interfaz digital 53 mediante una flecha 54. La interfaz digital 53, que está dispuesta en el primer paso (a continuación denominada paso de velocidad baja), se enlaza con un cable de transmisión de datos (no mostrado) a una instalación de procesamiento de datos externa (no mostrada). Los sensores están conectados a un segundo equipo electrónico 60 en el segundo sistema de coordenadas. El segundo equipo electrónico 60 está realizado con antenas como unidad de envío y de recepción para datos y energía. Mediante radio se transmiten los datos de medición a la interfaz digital 15 53 de manera diferida. Mediante una correspondiente disposición de las antenas es posible que por cada revolución exista solo durante un determinado intervalo contacto de radio con una antena. En este intervalo se transmiten entonces los datos de medición diferidos. Además, se transmite un cronosellador. Si están presentes varias antenas de recepción, pueden determinarse durante un determinado periodo de integración la velocidad angular de giro y 20 más tarde también el desfase angular de giro entre, por ejemplo, primer y segundo paso. Este desfase se causa por torsión elástica del árbol y la deformación elástica de los dientes de las ruedas dentadas. El mismo representa el momento de giro actual. Cuantos más sensores o pares de antenas estén previstos, con mayor precisión puede determinarse el momento de giro.

25 En la figura se muestra una estructura del abastecimiento de energía sin contacto en un modo constructivo axial. Evidentemente, también es posible una estructura del abastecimiento de energía sin contacto de un modo constructivo radial en el soporte planetario de los siguientes pasos de rueda planetaria.

La supervisión de parámetros operacionales en el engranaje, tal como por ejemplo la temperatura de cojinetes (por ejemplo con ayuda de elementos PT100), oscilaciones (transmisión de oscilaciones con sensores de medición de aceleración, por ejemplo basándose en el efecto piezoeléctrico), presión de aceite en las líneas de suministro de 30 aceite, que están previstos para la lubricación de los componentes rotatorios, los niveles de aceite, etc., causa dificultades, dado que una conexión por cable entre los sensores y una unidad de recepción en el sistema de coordenadas de la góndola solo es posible para unos pocos sensores debido a los muchos sistemas de coordenadas rotatorios diferentes. Los sensores que están dispuestos en un sistema de coordenadas rotatorio tienen que conectarse a través de una conexión inalámbrica con una unidad de recepción en el sistema de 35 coordenadas de la góndola.

Mediante la invención es posible unir variables físicas que pueden medirse (por ejemplo oscilación, aceleración, temperatura, presión del aceite, etc.) de cada paso de un engranaje planetario en caso de condiciones ambientales difíciles (por ejemplo aceite, temperatura, movimiento de giro, etc.). Mediante la invención es posible en concreto 40 ahora un abastecimiento de energía de la tecnología de sensores a las ondas rotatorias así como un enlace de comunicación de los sensores sobre cada paso de rueda planetaria.

La ventaja reside en que por primera vez es posible recibir señales de sensor desde todos los pasos de rueda planetaria "rotatorios" durante la vida útil. Esto se consigue mediante la invención y la posibilidad de servicio proporcionada con ella. De acuerdo con la invención, un equipo electrónico de manera inalámbrica o sin contacto transmite energía a uno o varios sensores. Los datos se transmiten, asimismo, a través de una conexión inalámbrica 45 del uno o varios sensores a una interfaz digital 53, estando dispuestos el uno o varios sensores en el segundo sistema de coordenadas rotatorio.

De acuerdo con la invención se usa una transmisión de energía de radio en la parte rotatoria para la determinación de la velocidad y la tasa de muestreo (*sample rate*) dependiente de la velocidad. Se efectúa una transmisión de energía dependiente del lugar mediante un acoplamiento (factor de acoplamiento) en caso de rotación en el 50 engranaje para la señal de velocidad en la parte rotatoria. La señal de velocidad se proporciona hacia fuera y puede usarse desde sensores para una toma de datos. Las informaciones pueden emitirse por radio o a través de modulación del factor de acoplamiento.

De este modo es posible por primera vez recibir señales de sensor desde los pasos de rueda planetaria "rotatorios" durante la vida útil.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de medición para la detección de variables sobre soportes planetarios de un engranaje planetario (1) que comprende al menos varios pasos de rueda planetaria (11, 12), comprendiendo al menos cada paso de rueda planetaria (11, 12) en cada caso un árbol solar (6, 162), al menos en cada caso una rueda con dentado interior (15, 19) así como al menos en cada caso una rueda planetaria (10, 130), que está unida con el respectivo árbol solar (6, 162) y la respectiva rueda con dentado interior (15, 19) mediante un engrane, y en cada caso un soporte planetario (5, 8) correspondiente a al menos una rueda planetaria (10, 130), que está unido por rotación con la al menos una rueda planetaria (10, 130), estando dispuesto al menos un primer sensor, que presenta al menos una conexión para abastecer el primer sensor con energía eléctrica, sobre al menos uno de los soportes planetarios (5, 8) sobre al menos uno de los pasos de rueda planetaria (11, 12) para la detección de las variables de la correspondiente rueda planetaria (10, 130), y presentando el engranaje planetario (1) un equipo electrónico, a través del que el al menos un primer sensor puede abastecerse con energía eléctrica y pudiendo seleccionarse el al menos un paso de rueda planetaria (11, 12) a partir de cada uno de los presentes pasos de rueda planetaria (11, 12),
caracterizado por que el equipo electrónico comprende un primer equipo electrónico (50) y un segundo equipo electrónico (60), el primer equipo electrónico (50) está dispuesto sobre el primer soporte planetario (5) de un primer paso planetario (11) y el segundo equipo electrónico está dispuesto por el lado frontal en el primer árbol solar (6) del primer paso de rueda planetaria (11).
2. Sistema de medición según la reivindicación 1,
caracterizado por que el equipo electrónico abastece sin contacto o de manera inalámbrica el al menos un primer sensor con energía.
3. Sistema de medición según la reivindicación 1 o 2,
caracterizado por que el al menos un paso de rueda planetaria (11,12) comprende varias ruedas planetarias y mediante el al menos un primer sensor puede llevarse a efecto una supervisión de todas las ruedas planetarias.
4. Sistema de medición según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que están previstos varios sensores y el equipo electrónico abastece al menos los sensores que no están dispuestos sobre el primer soporte planetario (5) del primer paso de rueda planetaria (11) sin contacto o de manera inalámbrica con energía.
5. Sistema de medición según una de las reivindicaciones anteriores 4,
caracterizado por que al menos el primer paso de rueda planetaria (11) presenta al menos un segundo sensor, estando prevista una segunda línea de conexión eléctrica del equipo electrónico al segundo sensor del primer paso de rueda planetaria (11), para abastecer el segundo sensor del primer paso de rueda planetaria (11) con energía.
6. Sistema de medición según una de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizado por que el primer árbol solar (6) del primer paso planetario (11) está configurado al menos parcialmente como árbol hueco y el segundo equipo electrónico (60) presenta una primera línea de conexión eléctrica guiada por este árbol hueco.
7. Sistema de medición según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que está prevista una interfaz digital (53) para la transmisión de los datos a una instalación de procesamiento de datos.
8. Sistema de medición según la reivindicación 7,
caracterizado por que la interfaz digital (53) está dispuesta por el lado frontal en el primer soporte planetario (5) del primer paso de rueda planetaria (11).
9. Sistema de medición según una de las reivindicaciones anteriores 7 u 8,
caracterizado por que la transmisión de datos se efectúa sin contacto o de manera inalámbrica del al menos un primer sensor a la interfaz digital (53).
10. Sistema de medición según una de las reivindicaciones anteriores 7-9 cuando depende de la reivindicación 5,
caracterizado por que al menos el primer paso de rueda planetaria (11) presenta en el primer soporte planetario (5) el segundo sensor y la transmisión de datos se efectúa del segundo sensor a la interfaz digital (53) a través de un segundo cable de transmisión de datos.
11. Sistema de medición según la reivindicación 9,
caracterizado por que la transmisión de datos inalámbrica se efectúa por medio de radio u óptica.
12. Sistema de medición según una de las reivindicaciones anteriores 9 u 11,
caracterizado por que la transmisión de energía se efectúa a través de un acoplamiento con un factor de

acoplamiento y la transmisión de datos inalámbrica se efectúa mediante la emisión de la modulación del factor de acoplamiento.

13. Sistema de medición según una de las reivindicaciones anteriores 7-12,

5 **caracterizado por que** la transmisión de datos se efectúa del al menos un primer sensor a la interfaz digital (53) de manera diferida.

14. Sistema de medición según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado por que están dispuestos varios sensores sobre el al menos un soporte planetario (5, 8).

15. Procedimiento de medición para la detección de variables sobre soportes planetarios de un engranaje planetario (1), que comprende al menos varios pasos de rueda planetaria (11, 12), comprendiendo al menos cada paso de
10 rueda planetaria (11, 12) en cada caso un árbol solar (6, 162), al menos en cada caso una rueda con dentado interior (15, 19) así como al menos en cada caso una rueda planetaria (10, 130), que está unida con el respectivo árbol solar (6, 162) y la respectiva rueda con dentado interior (15, 19) mediante un engrane, y en cada caso un soporte planetario (5, 8) correspondiente a al menos una rueda planetaria (10, 130), que está unida por rotación con la al
15 menos una rueda planetaria (10, 130), posibilitándose mediante al menos un primer sensor colocado sobre al menos uno de los soportes planetarios sobre al menos uno de los pasos de rueda planetaria (11, 12), que presenta al menos una conexión para abastecer el primer sensor con energía eléctrica, una detección de variables de la correspondiente rueda planetaria (10, 130), y pudiendo seleccionarse mediante un equipo electrónico del engranaje planetario (1) el al menos un primer sensor con energía eléctrica y pudiendo seleccionarse el al menos un paso de
20 rueda planetaria (11, 12) a partir de cada uno de los presentes pasos de rueda planetaria (11, 12),
transmitiéndose la energía eléctrica de manera inalámbrica, y transmitiéndose la transmisión de energía inalámbrica mediante un acoplamiento capacitivo o un acoplamiento inductivo con un factor de acoplamiento, **caracterizado por que** una transmisión de datos de sensor se efectúa a través de una interfaz digital (53) y la transmisión de datos a través de una modulación del factor de acoplamiento.

16. Procedimiento de medición según la reivindicación 15, que se lleva a cabo con un sistema de medición según una de las reivindicaciones anteriores 1-14.

FIG 1

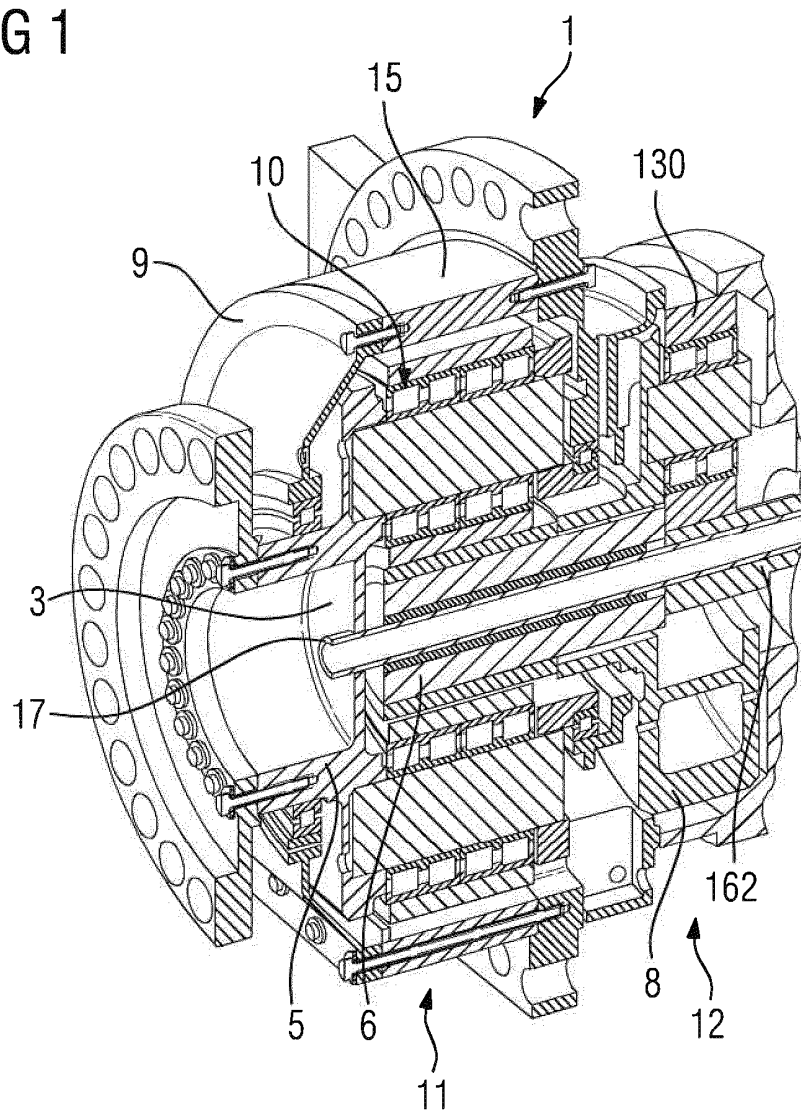


FIG 2

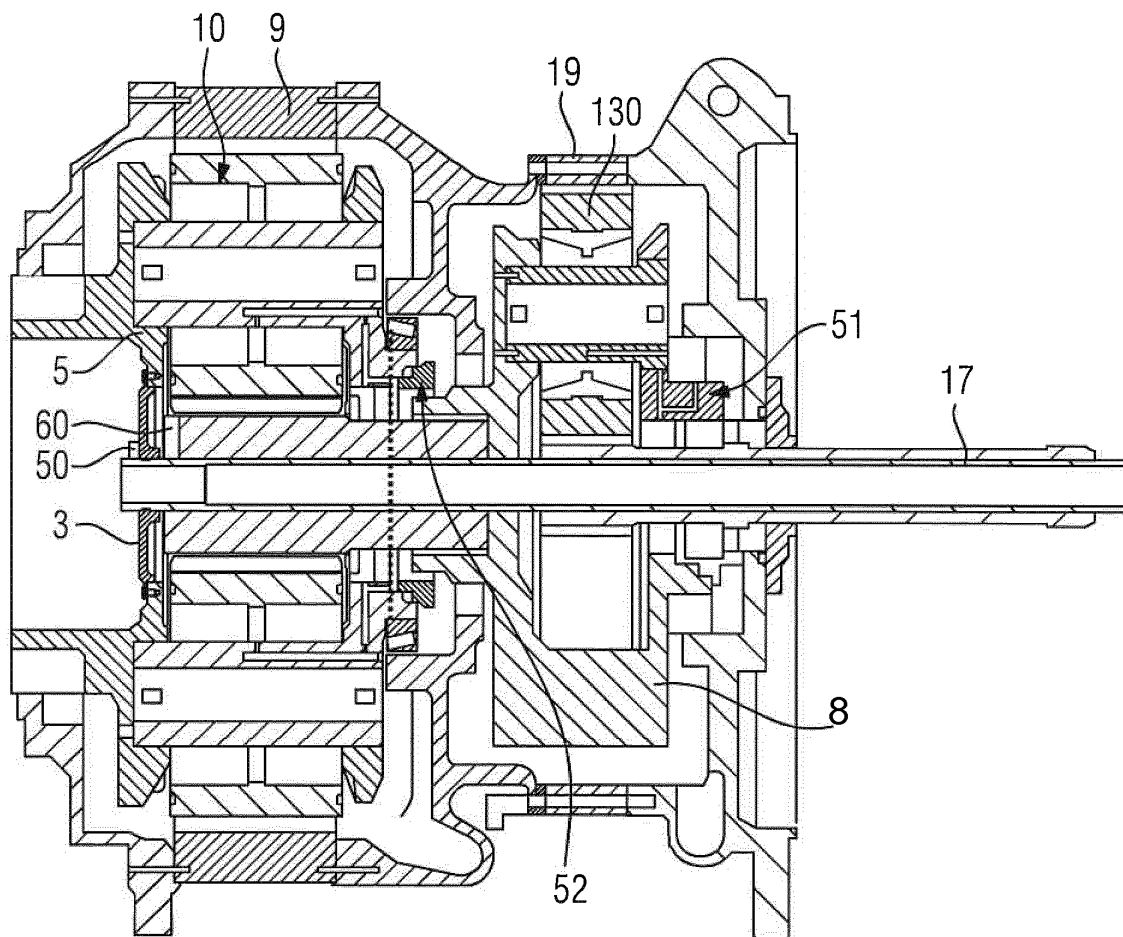


FIG 3

