

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 505**

51 Int. Cl.:

H02K 15/02 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2012 E 12150741 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2615727**

54 Título: **Aparato de ensamblaje de armadura**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.05.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HOELL, KENNETH DAMGAARD;
MIKKELSEN, JAKOB;
PEDERSEN, JOHN KRATH y
SOERENSEN, MARTIN BACH**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 612 505 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).

APARATO DE ENSAMBLAJE DE ARMADURA**DESCRIPCIÓN**

5 La invención describe un aparato de ensamblaje de armadura para ensamblar una armadura de una máquina eléctrica; un bastidor de transporte de armadura; un transportador de segmento de anillo; y un método de ensamblaje de una armadura de una máquina eléctrica.

10 Una turbina eólica convencional generalmente comprende una caja de engranajes para aumentar la velocidad rotacional de su generador en relación con su árbol de rotor y por tanto para aumentar la frecuencia de cambio de polo. Una caja de engranajes comprende muchos componentes que están sometidos a desgaste y deben mantenerse o sustituirse en intervalos. También se requieren disposiciones de soporte complejas y caras para soportar las cargas extremas y el par de torsión que actúan sobre el árbol de rotor y la caja de engranajes. Una turbina eólica de transmisión directa tiene varias ventajas sobre una turbina eólica convencional de este tipo, con lo que una gran ventaja es que una turbina de transmisión directa no requiere una caja de engranajes de este tipo. Una turbina eólica de transmisión directa requiere menos piezas, es menos compleja y más fiable. Por estos motivos, la demanda de turbinas eólicas de transmisión directa está aumentando.

20 Un generador de transmisión directa tiene un diámetro relativamente grande y muchos imanes de polaridad cambiante dispuestos a lo largo de una circunferencia de una disposición de imanes de campo, habitualmente un rotor externo, para permitir una frecuencia de cambio de polo suficientemente alta. Las dimensiones físicas y el peso de un gran generador de este tipo suponen problemas durante su ensamblaje. El documento WO 2011/031165 describe un generador ensamblado a partir de numerosos segmentos de generador, cada uno de los cuales comprende un segmento de rotor y un segmento de estátor. El generador ensamblado se eleva entonces a su posición y se amarra a la parte superior de una torre. El documento WO 00/60719 describe un generador con un estátor exterior que comprende una pluralidad de módulos de estátor. Los módulos de estátor pueden instalarse *in situ*, y un módulo de estátor puede retirarse para el mantenimiento. Sin embargo, la manipulación de los componentes pesados, voluminosos y vulnerables es compleja y requiere mucho tiempo, y también es peligrosa, de modo que deben cumplirse medidas de seguridad estrictas. Esto aumenta considerablemente el tiempo y coste globales requeridos para el ensamblaje de un generador de transmisión directa.

30 Por ejemplo, segmentos de anillo de estátor deben manipularse con cuidado, pero cada segmento de anillo puede pesar cientos de kilos, haciendo que sea difícil maniobrarlo a su posición listo para el montaje en una bancada de estátor, que habitualmente comprende una placa frontal y una placa trasera montadas en un árbol de estátor hueco. Un segmento de anillo de estátor generalmente comprende varias secciones de bobina con arrollamientos envueltos en material aislante, y secciones de extremo conformadas para conectarse a secciones de extremo de segmentos de anillo adyacentes. Habitualmente, un segmento de anillo de estátor se transporta al estátor parcialmente ensamblado usando una cabria o grúa, y está conectado a la misma por cables o cadenas. El segmento de anillo debe suspenderse en su posición hasta que se monta en la bancada de estátor. Debe tenerse extremo cuidado cuando se suspende el segmento de anillo durante el transporte para que las piezas vulnerables tales como el aislamiento o los conectores no se dañen o doblen, y para que no se dañe el material aislante. Además, debe tenerse cuidado para evitar el daño o la distorsión de medios de conexión de bancada que son necesarios para conectar el segmento de anillo a la bancada de estátor, de otro modo no es posible un montaje preciso. El daño a cualquiera de estos elementos da como resultado trabajo de reparación caro y ralentiza la producción. Dispositivos de agarre tales como los descritos en el documento JP 2007 053870 para agarrar y suspender imanes para la colocación en un árbol de rotor no son por tanto adecuados para el soporte de segmentos de anillo de estátor vulnerables, ya que el riesgo de daño es demasiado grande.

40 Es por tanto un objeto de la invención proporcionar un modo más económico y fiable de ensamblar una armadura para un generador de una turbina eólica de transmisión directa.

50 Este objeto se logra mediante el aparato de ensamblaje de armadura según la reivindicación 1; mediante el bastidor de transporte de armadura según la reivindicación 8; mediante el transportador de segmento de anillo según la reivindicación 10; y mediante el método según la reivindicación 15 de ensamblaje de una armadura de una máquina eléctrica.

55 Según la invención, el aparato de ensamblaje de armadura para ensamblar una armadura de una máquina eléctrica comprende un bastidor de transporte de armadura realizado para soportar una armadura parcialmente ensamblada de modo que un eje de rotación de la armadura es esencialmente horizontal; unos medios de rotación para rotar la armadura parcialmente ensamblada alrededor de un eje de rotación; y un transportador de segmento de anillo para transportar un segmento de anillo de armadura a una posición de montaje en relación con una parte de segmento de anillo libre de la armadura parcialmente ensamblada.

60 El bastidor de transporte de armadura o "estación de ensamblaje" puede ser un bastidor realizado para soportar el peso de una armadura ensamblada, y también puede realizarse para moverse desde un punto de una línea de ensamblaje a otro. El bastidor de transporte de armadura también puede por tanto denominarse como aparato de

soporte de armadura o bastidor de armadura a continuación. En el aparato de ensamblaje de armadura según la invención, el eje de rotación de la armadura es esencialmente horizontal o paralelo al suelo. Esto es, a diferencia de las disposiciones de ensamblaje de la técnica anterior que implican una orientación vertical de la armadura, tal como se describe en la introducción, y permite que la armadura se retenga en esa orientación durante la mayoría o todas las etapas de ensamblaje del generador. En otras palabras, pueden llevarse a cabo varias etapas de ensamblaje en la armadura a medida que se sujete en la orientación horizontal, de modo que no se requieren equipos de elevación tal como grúas o cabrias, y la armadura o segmentos de anillo de armadura se sujetan de manera segura y no pueden dejarse caer y no pueden bascular contra otros componentes. Un segmento de anillo no tiene que elevarse o levantarse manualmente en su posición y sujetarse mientras que se amarra a la armadura, sino que sencillamente puede llevarse a una posición de montaje en relación con la parte de segmento de anillo libre usando el transportador de segmento de anillo. Una ventaja del aparato de soporte de armadura según la invención es que los componentes sensibles y caros están protegidos de manera eficaz del daño, y se evita esencialmente una deformación elástica del segmento de anillo. Además, el aparato de soporte de armadura según la invención protege de manera eficaz una armadura, diseñada principalmente para soportar el peso de los segmentos de anillo en una posición horizontal, de cualquier distorsión.

Según la invención, el aparato de soporte de armadura, para el uso en el ensamblaje de una armadura de una máquina eléctrica, comprende unos medios de conexión para conectar de manera desmontable una armadura parcialmente ensamblada al aparato de soporte de armadura de modo que un eje de rotación de la armadura es esencialmente horizontal; y unos medios de rotación para rotar la armadura parcialmente ensamblada alrededor de un eje de rotación.

Según la invención, el transportador de segmento de anillo para el uso en el ensamblaje de una armadura de una máquina eléctrica comprende un soporte para soportar un segmento de anillo de armadura; y unos medios de posicionamiento para llevar el segmento de anillo de armadura a una posición de montaje en relación con una parte de segmento de anillo libre de una armadura parcialmente ensamblada.

Aunque un transportador de segmento de anillo tal podría realizarse para llevar un segmento de anillo de armadura a su posición en un ángulo en relación con la armadura, por ejemplo desde el lado o desde arriba, el transportador de segmento de anillo según la invención está preferiblemente realizado para llevar un segmento de anillo a su posición desde debajo de la armadura parcialmente ensamblada. En otras palabras, el transportador de segmento de anillo sujeta el segmento de anillo de armadura en posición debajo de la armadura parcialmente ensamblada. De este modo, no hay esencialmente ningún riesgo de que el segmento de anillo se deslice o caiga antes de que pueda montarse en la armadura.

Según la invención, el método de ensamblaje de una armadura de una máquina eléctrica comprende las etapas de

(A) conectar una armadura parcialmente ensamblada a un aparato de soporte de armadura de modo que un eje de rotación de la armadura es esencialmente horizontal;

(B) accionar unos medios de rotación para rotar la armadura parcialmente ensamblada alrededor de un eje de rotación de los medios de rotación para llevar una parte de segmento de anillo libre a su posición;

(C) transportar un segmento de anillo de armadura a la armadura parcialmente ensamblada;

(D) controlar unos medios de ajuste del aparato de ensamblaje de armadura para llevar el segmento de anillo de armadura a una posición de montaje en la parte de segmento de anillo libre de la armadura parcialmente ensamblada;

(E) montar el segmento de anillo de armadura en la parte de segmento de anillo libre de la armadura parcialmente ensamblada;

y repetir las etapas (B) a (E) hasta que un número deseado de segmentos de anillo de armadura se han montado en la armadura. Naturalmente, la secuencia u orden en que se llevan a cabo estas etapas no se limita al orden en que se enumeran en el presente documento.

La ventaja del método según la invención es que permite que la armadura se ensamble sin las etapas de manipulación peligrosas o que requieran mucho tiempo conocidas de la técnica anterior. Pueden "alinearse" numerosos segmentos de anillo de armadura listos para el montaje, y tan pronto como un segmento de anillo se monta en la armadura parcialmente ensamblada, esta puede rotarse en una cantidad adecuada para que pueda montarse el siguiente segmento de anillo, y así sucesivamente.

Se proporcionan realizaciones y características ventajosas de la invención mediante las reivindicaciones dependientes, tal como se revela en la siguiente descripción. Pueden combinarse características de diferentes categorías de reivindicaciones según sea apropiado para proporcionar realizaciones adicionales no descritas en el presente documento.

Aunque los arrollamientos podrían montarse en un componente rotativo del generador, en una turbina eólica de transmisión directa los arrollamientos generalmente se disponen en un estátor estacionario, que habitualmente se dispone dentro del rotor, es decir el rotor comprende un rotor exterior. Por tanto, a continuación, sin restringir la invención de ninguna manera, puede suponerse que la armadura es un estátor, y los términos "armadura" y "estátor" pueden usarse de manera intercambiable a continuación. También, sin restringir la invención de ninguna manera, puede suponerse que el generador es para una turbina eólica. Durante el ensamblaje de la armadura, puede suponerse que los segmentos de anillo se montan en el exterior de la armadura. También puede suponerse que un segmento de anillo de armadura es un segmento de anillo radial, es decir el segmento de anillo de armadura ocupa una fracción radial de un plano curvado circunferencial exterior de la armadura.

La expresión "eje de rotación de la armadura" debe entenderse como el eje alrededor del que rotará una parte rotativa del generador ensamblado. Habitualmente, el generador exhibe simetría rotacional alrededor de su eje de rotación. La parte rotativa puede ser la propia armadura, en cuyo caso la disposición de imanes de campo del generador puede ser estacionaria. Alternativamente, la propia armadura no rota, como sería el caso para un generador que comprende una armadura estacionaria y una disposición de imanes de campo rotativa.

El transportador de segmento de anillo puede ser cualquier transportador adecuado para llevar un segmento de anillo al estátor parcialmente ensamblado para el montaje. Por ejemplo, el transportador de segmento de anillo puede realizarse como un tipo de cinta transportadora. Sin embargo, en una realización particularmente preferida de la invención, el transportador de segmento de anillo comprende un carro o vagón dispuesto sobre ruedas o rodillos para que pueda moverse libremente en relación con el bastidor de estátor. Por tanto, a continuación, sin restringir la invención de ninguna manera, puede hacerse referencia al transportador de segmento de anillo como un "carro" o "carro de segmento de anillo".

Los medios de rotación del aparato de ensamblaje de armadura pueden realizarse para rotar la armadura parcialmente ensamblada de cualquier manera adecuada. Por ejemplo puede realizarse para permitir que la armadura parcialmente ensamblada "ruede" a lo largo de una trayectoria predefinida, de modo que el eje de rotación de la armadura se desplaza en una dirección esencialmente horizontal paralela al suelo. Sin embargo, en una realización preferida de la invención, los medios de rotación están realizados para rotar la armadura parcialmente ensamblada alrededor del eje de rotación de la armadura. En otras palabras, la armadura no se desplaza lateralmente y sólo se rota alrededor de su propio eje de rotación.

La armadura parcialmente ensamblada podría simplemente suspenderse en su posición de modo que puede engancharse con los medios de rotación durante el ensamblaje de la armadura. Sin embargo, en una realización preferida de la invención, el aparato de soporte de armadura comprende unos medios de conexión para conectar de manera desmontable la armadura parcialmente ensamblada a los medios de rotación, de modo que la armadura parcialmente ensamblada está en todo momento fijado de manera segura al bastidor de transporte.

Los medios de rotación pueden comprender cualquier aparato o dispositivo adecuado que está realizado para girar la armadura relativamente pesada. Preferiblemente, los medios de rotación comprenden una disposición de engranajes engranados. Por ejemplo tal engranado en esta disposición puede comprender una gran rueda dentada realizada para engancharse con una transmisión menor una rueda dentada realmente más grande de manera sustancial está dispuesta para alojar un árbol del estátor. En una disposición alternativa, la disposición de engranajes engranados puede comprender un conjunto de engranajes helicoidales, una disposición de rueda y tornillo sin fin o una disposición de cremallera y piñón.

Unos medios de rotación de este tipo están preferiblemente realizados para accionarse por unos medios de accionamiento adecuados, por ejemplo un motor tal como un motor eléctrico. Los medios de accionamiento está realizados para accionar los medios de rotación para rotar la armadura parcialmente ensamblada alrededor de su eje de rotación. En una realización particularmente preferida de la invención, los medios de rotación están realizados para rotar la armadura parcialmente ensamblada por una cantidad radial que corresponde a una anchura radial de un segmento de anillo de armadura. Por ejemplo, si van a montarse doce segmentos de anillo en la bancada de estátor, los medios de accionamiento puede realizarse para rotar el estátor parcialmente ensamblado por 30°, de modo que la siguiente parte de segmento de anillo libre puede llevarse a su posición listo para la siguiente etapa de ensamblaje.

El aparato de ensamblaje de armadura según la invención preferiblemente comprende algún tipo de medios de ajuste para llevar el segmento de anillo de armadura a una posición de montaje en la parte de segmento de anillo libre de la armadura parcialmente ensamblada. Por ejemplo, el bastidor de armadura puede realizarse para ser ajustable en los varios grados de libertad de modo que la propia armadura parcialmente ensamblada se mueve en relación con un segmento de anillo estacionario mantenido en el transportador o carro. Sin embargo, las grandes dimensiones y peso considerable de la armadura parcialmente ensamblada pueden hacer que esto sea relativamente difícil de lograr. Por tanto, en una realización particularmente preferida de la invención, unos medios de ajuste de este tipo están realizados como parte del carro. En una realización de este tipo, el bastidor de armadura puede permanecer estacionario en relación con el carro. En una realización adicional preferida de la invención, los medios de ajuste o medios de alineación están realizados

para ajustar la posición del segmento de anillo de armadura en relación con la parte de segmento de anillo libre de la armadura parcialmente ensamblada. Para ello, los medios de ajuste pueden conectarse de algún modo adecuado a una interfaz de control o módulo de control que puede usarse por un controlador, un humano o un autómatas, para controlar los medios de ajuste. Por ejemplo, un módulo de control de este tipo puede ser un módulo portátil conectado a los medios de ajuste del carro mediante una conexión con cables o una conexión inalámbrica. Un módulo de control de este tipo también puede realizarse para emitir señales de control a los medios de propulsión del carro, de modo que puede usarse, por ejemplo, para controlar el movimiento del carro por el suelo de una fábrica.

El carro de segmento de anillo preferiblemente comprende unos medios de soporte o base portante, realizados para soportar el segmento de anillo de armadura en una orientación esencialmente horizontal debajo del ensamblaje de armadura. Preferiblemente, para garantizar que el segmento de anillo se transporta de manera segura y fiable, unos medios de soporte o base portante de este tipo se conforman de manera cóncava en concordancia con la forma curvada de un segmento de anillo de estátor. Preferiblemente, como el segmento de anillo de estátor se transporta en una posición esencialmente horizontal, es decir en una posición "tumbada", los medios de ajuste están realizados para elevar o bajar el segmento de anillo en relación con la parte de segmento de anillo libre del ensamblaje de armadura. En otras palabras, unos medios de ajuste están preferiblemente realizados para tener una dirección de marcha esencialmente vertical.

El medio de ajuste puede comprender cualquier pieza móvil adecuada que puede controlarse para alterar una orientación vertical u horizontal del segmento de anillo que se lleva mediante el carro de segmentos de anillo. En una realización preferida de la invención, los medios de ajuste comprenden una pluralidad de puntos de ajuste individualmente móviles. Preferiblemente, los medios de ajuste comprenden tres puntos de ajuste individualmente móviles, ya que tres puntos de ajuste individualmente móviles son suficientes para obtener esencialmente cualquier orientación deseada del segmento de anillo en relación con la bancada de estátor. Un punto de ajuste preferiblemente comprende un actuador lineal tal como una disposición de cilindro hidráulico y pistón que puede accionarse para extenderse o contraerse a lo largo de su dirección de marcha. En una realización, los puntos de ajuste pueden controlarse simultáneamente, de modo que el segmento de anillo se eleva o baja de manera uniforme sin alterar su orientación. Sin embargo, a veces puede ser necesario realizar un ligero ajuste a un lado o esquina del segmento de anillo. Por tanto, además de o como una alternativa a la realización anterior, cada punto de ajuste puede controlarse o accionarse independientemente de los otros. Con una disposición de este tipo de puntos de ajuste individualmente controlables, los medios de ajuste pueden realizarse para elevar el segmento de anillo de armadura en una dirección vertical esencialmente hacia arriba hacia la parte de segmento de anillo libre de la armadura parcialmente ensamblada, y puede "afinar" la posición del segmento de anillo en relación con la parte de segmento de anillo libre de la bancada de estátor.

La etapa de llevar el segmento de anillo a su posición en relación con la bancada de estátor, de modo que éstos pueden conectarse, puede ayudarse mediante uno o más sensores. Por ejemplo, un dispositivo de medición por láser o sónico puede usarse para determinar una distancia entre un punto en el segmento de anillo y un punto "objetivo" correspondiente en la bancada de estátor. Una señal de este tipo puede usarse por el módulo de control o la interfaz de control y pueden usarse como la base para señales de control enviadas a los puntos de ajuste del carro.

Otros objetos y características de la presente invención se harán aparentes a partir de las siguientes descripciones detalladas consideradas en conjunción con los dibujos adjuntos. Debe entenderse, sin embargo, que los dibujos se diseñan solamente con fines ilustrativos y no como una definición de los límites de la invención.

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un aparato de ensamblaje de armadura según una realización de la invención;

la figura 2 muestra una vista lateral del aparato de ensamblaje de armadura de la figura 1 con una armadura parcialmente ensamblada;

la figura 3 muestra una vista frontal del aparato de ensamblaje de armadura de la figura 1 con la armadura parcialmente ensamblada en una primera etapa de ensamblaje;

la figura 4 muestra una vista frontal del aparato de ensamblaje de armadura de la figura 1 con la armadura parcialmente ensamblada en una segunda etapa de ensamblaje;

la figura 5 muestra una vista frontal del aparato de ensamblaje de armadura de la figura 1 con la armadura parcialmente ensamblada en una tercera etapa de ensamblaje.

A lo largo de todos los diagramas, números similares se refieren a objetos similares. Los objetos en los diagramas no están necesariamente dibujados a escala.

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un aparato 1 de ensamblaje de armadura según una realización de

la invención. El aparato 1 de ensamblaje de armadura comprende un gran bastidor 2 de transporte de estátor robusto, y en este ejemplo también comprende cuatro rodillos 23 o ruedas 23, uno en cada esquina, de modo que el bastidor 2 de transporte puede moverse de una ubicación a otra, por ejemplo en una línea de ensamblaje. El bastidor 2 de transporte también comprende unos medios 20, 21, 22 de giro, en este caso un conjunto de engranajes engranados, en el que un engranaje 20 grande puede moverse accionando un engranaje 21 más pequeño. Para ello, un motor 22 u otro medio 22 de propulsión, indicado esquemáticamente en el presente documento, puede conectarse al engranaje 21 de propulsión más pequeño. El motor 22 puede montarse en el bastidor de estátor, o puede disponerse en otro lugar, según sea apropiado. Un motor de este tipo puede comprender un árbol u otra transmisión para la conexión al engranaje 21 de propulsión. El engranaje 20 grande se dispone alrededor de un árbol 25 hueco que está realizado o conformado para alojar un árbol de una armadura o estátor. El diagrama también muestra un transportador 3 de segmento de anillo o carro 3, que es libremente móvil en relación con el bastidor 2 de transporte de estátor. El carro 3 de segmento de anillo comprende un cuerpo 30 plano conectado a cuatro rodillos 32 o ruedas 32, y unos medios 31 de soporte conformados para alojar un segmento de anillo curvado. Estos medios 31 de soporte se disponen sobre numerosos actuadores 33 lineales, que, tal como se mostrará más adelante, pueden controlarse para ajustarse a la posición de los medios 31 de soporte en una dirección vertical. Para garantizar que el carro está alineado correctamente debajo del ensamblaje de estátor, puede guiarse usando, por ejemplo, marcas en el suelo.

La figura 2 muestra una vista lateral del aparato 1 de ensamblaje de armadura de la figura 1 con una armadura 4 parcialmente ensamblada, denominada como el estátor 4 a continuación, para un generador de una turbina eólica de transmisión directa. Una bancada del estátor 4 comprende un árbol 40 hueco, una placa 42 trasera y una placa 41 frontal. La placa 42 trasera anular se monta en el árbol 40 en un lado de interfaz de torre, es decir, el lado del árbol que estará orientado al interior de la góndola de la turbina eólica. La placa 41 frontal estará orientada al interior del buje de la turbina eólica. Un sistema 43 de enfriamiento con componentes tales como revestimiento, ventilador, intercambiador de calor, tuberías, etc. se dispone tal como se indica en el presente documento en el espacio entre la placa 42 trasera y la placa 41 frontal. En un generador para una turbina eólica de transmisión directa, la bancada de estátor puede comprender un diámetro de 5 m o más, y la distancia entre la placa frontal y la placa trasera puede comprender aproximadamente de 1,5 m a 2 m.

El diagrama también muestra el carro 3 de segmento de anillo con un segmento 5 de anillo de estátor situado en los medios 31 de soporte listo para montarse en la bancada 4 de estátor. Un segmento 5 de anillo de estátor comprende arrollamientos 50 de cobre dispuestos en una interfaz 51 de bancada. La interfaz 51 de bancada está realizada para montarse en un reborde exterior de la placa 41 frontal y la placa 42 trasera, tal como se explicará a continuación. En el diagrama, no se ha montado todavía ningún segmento de anillo de estátor en la bancada 4 de estátor.

La figura 3 muestra una vista frontal del aparato de ensamblaje de armadura de la figura 1 con el estátor 4 parcialmente ensamblado en una primera etapa de ensamblaje. Aquí, un segmento 5 de anillo ya se ha montado. Un segundo segmento 5 de anillo está en su lugar en los medios 31 de soporte del carro 3 de segmento de anillo. Un controlador 6, indicado aquí esquemáticamente, se usa para propulsar el carro 3 de segmento de anillo, por ejemplo enviando señales 62 de control a un motor u otro medio de propulsión (no mostrado en el presente documento) del carro 3 de segmento de anillo. Uno o más sensores 60, posicionados en alguna posición adecuada en el carro 3 de segmento de anillo, puede enviar señales 61 de medición al controlador 6, de modo que éste puede reaccionar en consecuencia. El sensor 60 puede detectar la posición relativa del segmento 5 de anillo en relación con la placa 41 frontal de estátor y la placa 42 trasera, por ejemplo usando medios 420 de guiado de la placa 41 frontal de estátor y la placa 42 trasera como puntos de referencia. El controlador 6 puede enviar señales 62 de ajuste apropiadas para el carro 3 para ajustar la posición del segmento 5 de anillo en relación con la placa 41 frontal de estátor y placa 42 trasera hasta que se considera que la posición del segmento 5 de anillo de estátor es satisfactoria. Como el segmento 5 de anillo sólo se eleva mientras se apoya en la base del carro 3, se evita esencialmente una deformación elástica del segmento 5 de anillo. Además, esta posición horizontal es esencialmente la misma posición que tomará el segmento 5 de anillo durante el funcionamiento de la turbina eólica. Como las placas 41, 42 de estátor están principalmente diseñadas para soportar el peso de los segmentos 5 de anillo en una posición horizontal, estos también están protegidos de manera eficaz de cualquier distorsión.

La figura 4 muestra una vista frontal del aparato de ensamblaje de armadura de la figura 1 con el estátor 4 parcialmente ensamblado en una segunda etapa de ensamblaje. Este diagrama muestra una siguiente etapa en el procedimiento de montaje. El controlador 6 puede enviar señales 63 de ajuste a los actuadores 33 lineales del carro 3 de segmento de anillo de modo que los medios 31 de soporte pueden elevarse a la altura requerida en una dirección D vertical tal como se indica en el diagrama. De nuevo, un sensor 60 puede entregar señales 61 de medición al controlador 6 de modo que éste puede responder emitiendo señales 63 de control apropiadas. Se diseña una interfaz 51 de bancada del segmento 5 de anillo de estátor de modo que, una vez que se ha llevado a una posición de montaje en relación con la placa 41 frontal y la placa 42 trasera, puede encajarse en su lugar. Esto puede lograrse mediante señales 62, 63 de control apropiadas emitidas por el controlador 6.

La figura 5 muestra una vista frontal del aparato de ensamblaje de armadura de la figura 1 con la armadura parcialmente ensamblada en una tercera etapa de ensamblaje. En este diagrama, casi todos los segmentos 5 de anillo se han montado en la bancada 4, 41, 42 de estátor. El diagrama muestra claramente otro segmento 5 de anillo

de estátor con sus arrollamientos envueltos en, por ejemplo, una banda de fibra de vidrio para proteger los arrollamientos, dispuestos en el carro 3 listo para el montaje. La bancada 4 de estátor se ha rotado en la dirección indicada de modo que la penúltima parte 420 de segmento de anillo libre se lleva a una posición adecuada para el montaje del siguiente segmento 5 de anillo de estátor.

5 Una vez que la bancada 4, 41, 42 de estátor se ha llenado completamente con segmentos 5 de anillo, el bastidor 2 de transporte de estátor puede moverse a una siguiente posición de ensamblaje mediante los rodillos 24 montados en las cuatro esquinas del bastidor 2 de transporte.

10 Aunque la presente invención se ha dado a conocer en la forma de realizaciones preferidas y variaciones de las mismas, debe entenderse que podrían realizarse numerosas modificaciones y variaciones adicionales en las mismas sin apartarse del alcance de la invención.

15 Por motivos de claridad, debe entenderse que el uso de "un" o "una" a través de esta solicitud o excluye una pluralidad, y "que comprende" no excluye otras etapas o elementos. La mención de una "unidad" o un "módulo" no excluye el uso de más de una unidad o módulo.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (1) de ensamblaje de armadura para ensamblar una armadura (4) de una máquina eléctrica, aparato (1) de ensamblaje de armadura que comprende
 - un bastidor (2) de transporte de armadura realizado para soportar una armadura (4) parcialmente ensamblada de modo que un eje (R) de rotación de la armadura (4) es esencialmente horizontal;
 - unos medios (20, 21) de rotación para rotar la armadura (4) parcialmente ensamblada alrededor de un eje (R) de rotación; y
 - un transportador (3) de segmento de anillo para transportar un segmento (5) de anillo de armadura a una posición de montaje en relación con una parte (420) de segmento de anillo libre de la armadura (4) parcialmente ensamblada.
2. Aparato de ensamblaje de armadura según la reivindicación 2, en el que los medios (20, 21) de rotación están realizados para rotar la armadura (4) parcialmente ensamblada alrededor de su eje (R) de rotación.
3. Aparato de ensamblaje de armadura según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el bastidor (2) de transporte de armadura comprende unos medios (25) de conexión para conectar de manera desmontable la armadura (4) parcialmente ensamblada a los medios (20) de rotación.
4. Aparato de ensamblaje de armadura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (20, 21) de rotación comprenden una disposición (20, 21) de engranajes engranados.
5. Aparato de ensamblaje de armadura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (20, 21) de rotación están realizados para rotar la armadura (4) por una cantidad radial que corresponde a una anchura radial de una parte (420) de segmento de anillo libre.
6. Aparato de ensamblaje de armadura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende unos medios (33) de ajuste para llevar el segmento (5) de anillo de armadura a una posición de montaje en la parte (420) de segmento de anillo libre de la armadura (4) parcialmente ensamblada.
7. Aparato de ensamblaje de armadura según la reivindicación 6, que comprende una interfaz (6) de control para controlar los medios (33) de ajuste.
8. Aparato de ensamblaje de armadura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el bastidor (2) de transporte de armadura comprende
 - unos medios (25) de conexión para conectar de manera desmontable una armadura (4) parcialmente ensamblada al bastidor (2) de transporte de armadura de modo que un eje (R) de rotación de la armadura (4) es esencialmente horizontal; y
 - unos medios (20, 21) de rotación para rotar la armadura (4) parcialmente ensamblada alrededor de un eje (R) de rotación.
9. Aparato de ensamblaje de armadura según la reivindicación 8, en el que bastidor (2) de transporte de armadura comprende unos medios (22) de accionamiento para accionar los medios (20, 21) de rotación para rotar la armadura (4) parcialmente ensamblada alrededor de su eje (R) de rotación.
10. Aparato de ensamblaje de armadura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el transportador (3) de segmento de anillo comprende
 - un soporte (31) para soportar un segmento (5) de anillo de armadura;
 - unos medios (33, 32) de posicionamiento para llevar el segmento (5) de anillo de armadura a una posición de montaje en relación con una parte (420) de segmento de anillo libre de una armadura (4) parcialmente ensamblada.
11. Aparato de ensamblaje de armadura según la reivindicación 10, en el que el transportador de segmento de anillo comprende unos medios (33) de ajuste para ajustar la posición del segmento (5) de anillo de armadura en relación con la parte (420) de segmento de anillo libre de la armadura (4) parcialmente ensamblada.
12. Aparato de ensamblaje de armadura según la reivindicación 11, en el que los medios (33) de ajuste comprenden una pluralidad de puntos (33) de ajuste individualmente controlables.

13. Aparato de ensamblaje de armadura según la reivindicación 12, en el que un punto (33) de ajuste comprende un actuador (33) lineal.
- 5 14. Aparato de ensamblaje de armadura según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que los medios (33) de ajuste están realizados para elevar el segmento (5) de anillo de armadura en una dirección (D) vertical esencialmente hacia arriba hacia la parte (420) de segmento de anillo libre de la armadura (4) parcialmente ensamblada.
- 10 15. Método de ensamblaje de una armadura (4) de una máquina eléctrica, método que comprende las etapas de
- 15 (A) conectar una armadura (4) parcialmente ensamblada a un aparato (2) de soporte de armadura de modo que un eje (R) de rotación de la armadura (4) es esencialmente horizontal;
- (B) accionar unos medios (20, 21) de rotación para rotar la armadura (4) parcialmente ensamblada alrededor de un eje (R) de rotación para llevar una parte (420) de segmento de anillo libre a su posición;
- 20 (C) transportar un segmento (5) de anillo de armadura al bastidor (2) de transporte de armadura para el montaje en la parte (420) de segmento de anillo libre de la armadura (4) parcialmente ensamblada;
- (D) controlar unos medios (33, 34) de posicionamiento del aparato (1) de ensamblaje de armadura para llevar el segmento (5) de anillo de armadura a una posición de montaje en la parte (420) de segmento de anillo libre de la armadura (4) parcialmente ensamblada;
- 25 (E) fijar el segmento (5) de anillo de armadura a la parte (420) de segmento de anillo libre de la armadura (4) parcialmente ensamblada en la posición de montaje;
- 30 y repetir las etapas de (B) a (E) hasta que un número deseado de segmentos (5) de anillo de armadura se han montado en la armadura (4).

FIG 1

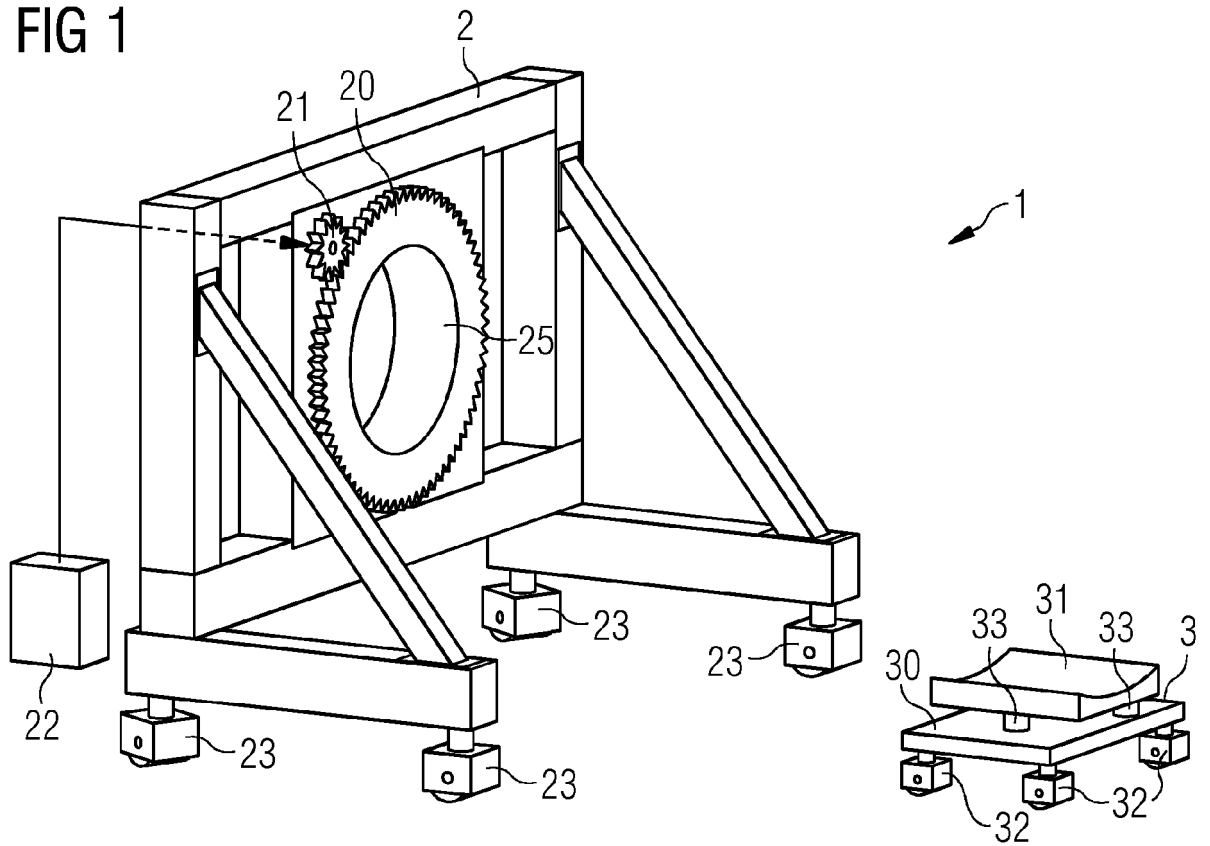


FIG 2

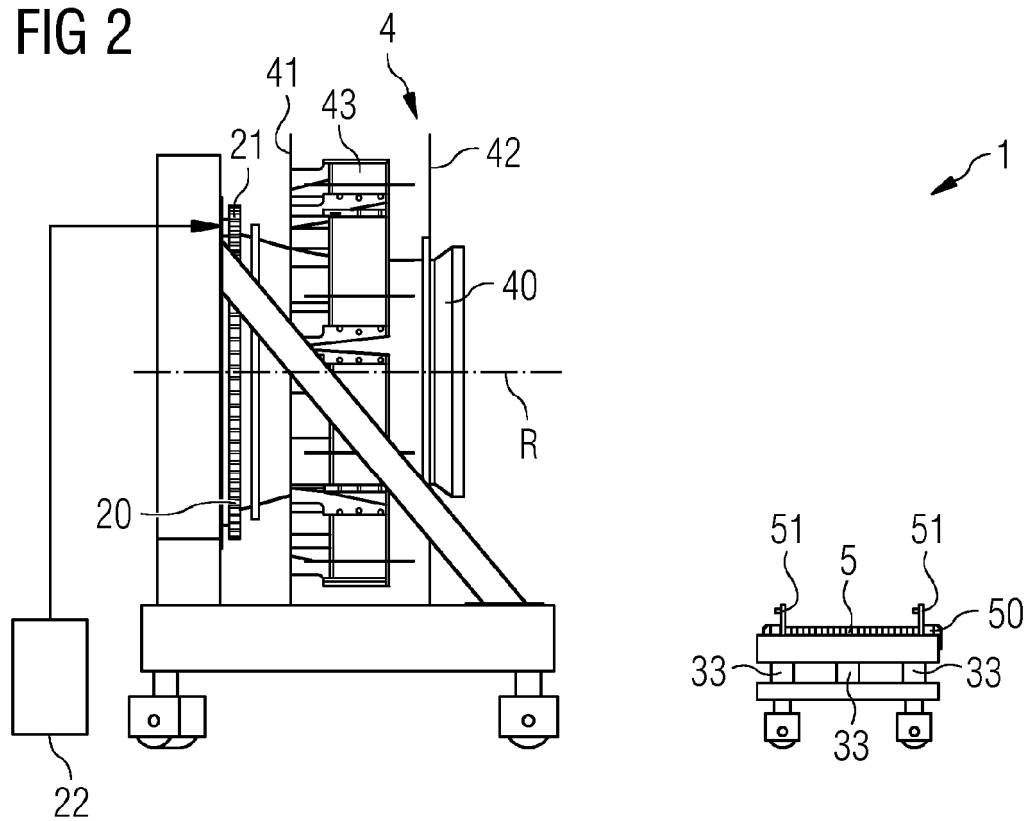


FIG 3

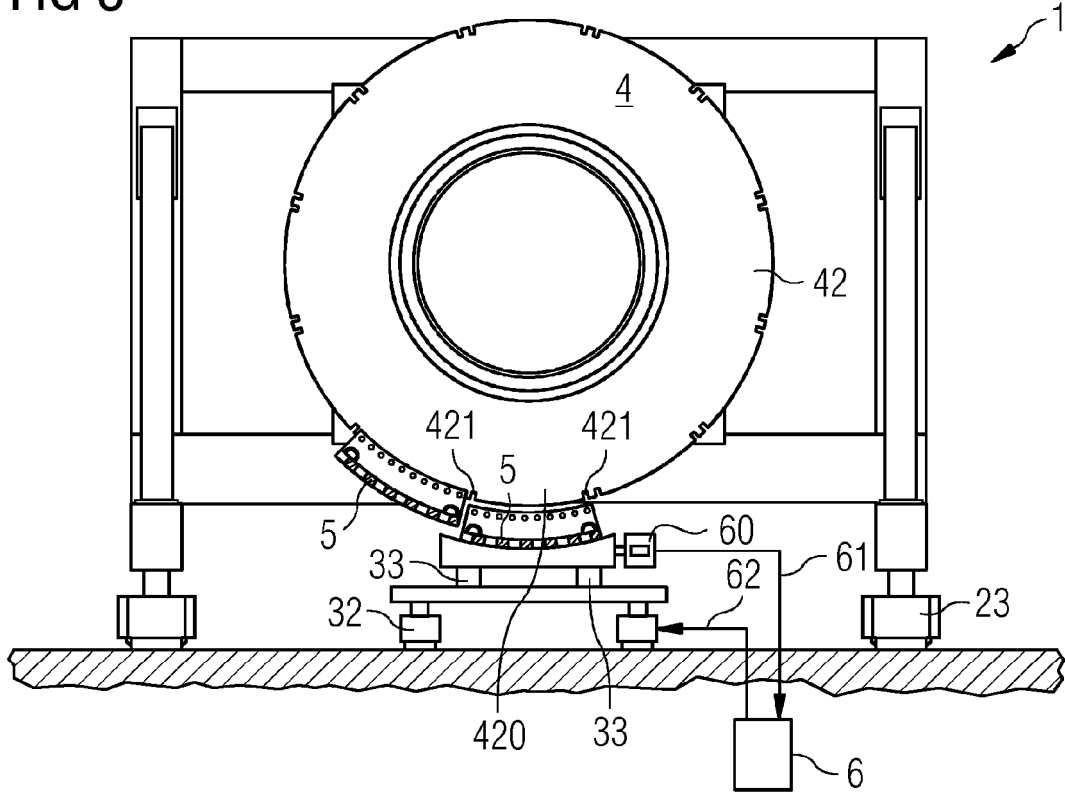


FIG 4

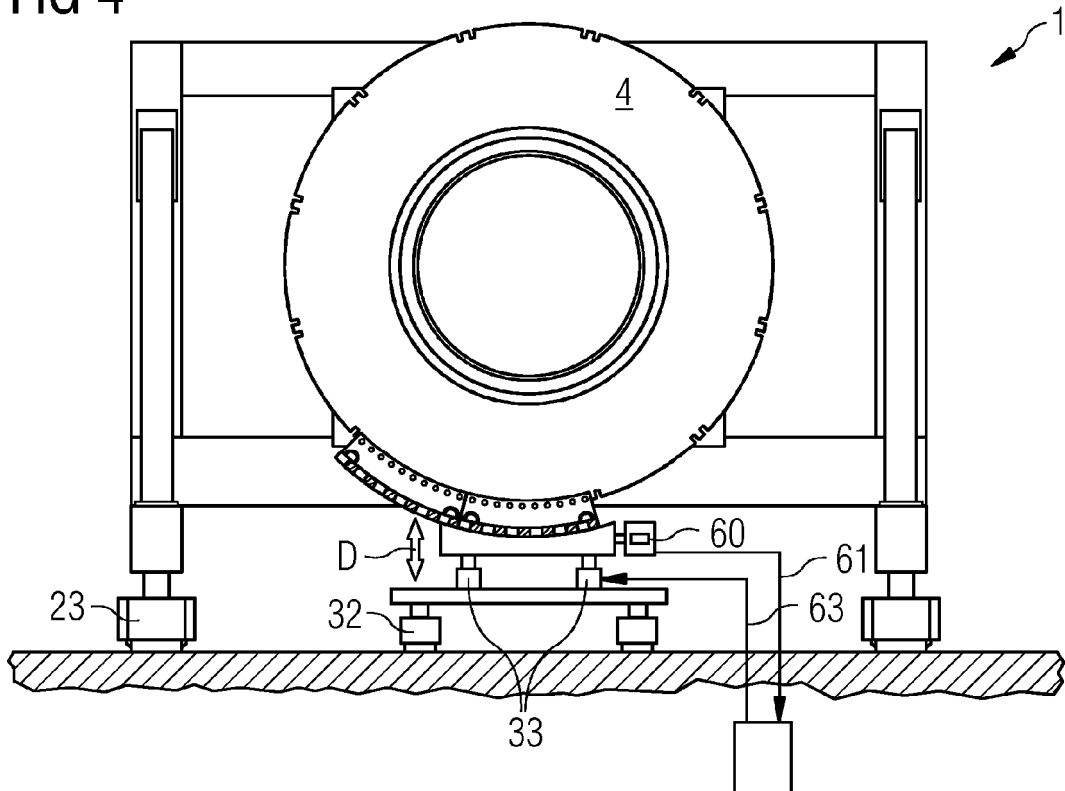


FIG 5

