

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 490**

51 Int. Cl.:

**H02K 5/15** (2006.01)

**H02K 15/16** (2006.01)

**H02K 7/09** (2006.01)

**H02K 5/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2015 E 15199807 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 3182559**

54 Título: **Alineación de rotor para la reducción de las vibraciones y los ruidos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.05.2018**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BÜTTNER, KLAUS;  
KIRCHNER, KLAUS;  
WARMUTH, MATTHIAS y  
WÖHNER, NORBERT**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 667 490 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**

Alineación de rotor para la reducción de las vibraciones y los ruidos

5 La presente invención se relaciona con un procedimiento para montar un rotor en un estator de una máquina eléctrica, donde el rotor está montado en al menos un cojinete de rodillos, que, por su parte, se fija a una placa de cojinetes. Por otra parte, la presente invención se relaciona con un sistema de montaje para montar un rotor tal en un estator.

10 Los motores eléctricos, particularmente en la tecnología de reluctancia síncrona, están sometidos frecuentemente durante la operación, debido a las asimetrías, a vibraciones y ruidos. Tales vibraciones y ruidos son generalmente molestos para el propósito de empleo, aunque también para el personal operativo. Por tanto, uno se esfuerza en reducir tales vibraciones y ruidos. Sin embargo, no sólo los motores eléctricos, sino, en circunstancias, también los generadores, se ven afectados por las asimetrías. También aquí se esfuerza uno opcionalmente en reducir las correspondientes vibraciones y ruidos.

15 Las causas de estas asimetrías provienen, por un lado, de las imprecisiones de fabricación. Estas incluyen, por ejemplo, las tolerancias de forma y posición de las laminaciones del estator y del rotor. Otras imprecisiones pueden provenir generalmente de componentes tales como la carcasa, el estator, la placa de cojinetes, los cojinetes y el rotor de la máquina eléctrica. Bajo ciertas circunstancias, las imprecisiones se suman cuando el rotor está montado en el estator.

20 En el montaje de un rotor en un estator se usan por lo general centrages. Con ellos se lleva a cabo una fijación radial del rotor respecto al estator. Ambas piezas, carcasa y placas de cojinetes, están además provistas generalmente de ajustes estrechos en los bordes de centrado. De este modo se origina sólo una única posición fija del rotor respecto al estator.

Las asimetrías pueden producirse, sin embargo, también por el propio material. Por ejemplo, las propiedades magnéticas del acero eléctrico dependen de la dirección de laminación. Sólo debido a estas mínimas diferencias magnéticas pueden producirse distintas fuerzas asimétricas durante el funcionamiento de la máquina eléctrica.

25 Las propiedades del material puro generalmente no se consideran en la alineación ideal del eje del rotor. Los motores en la tecnología de reluctancia síncrona se construyen generalmente con un espacio de aire más pequeño que los motores asíncronos. Esto se debe a que, con menores espacios de aire, se da una mejor distinción de los ejes d y q, y también se puede aumentar la eficiencia. Al mismo tiempo, sin embargo, aumenta la susceptibilidad a las vibraciones debidas al electromagnetismo.

30 Gracias a la publicación DE 196 19 997 A1 se conoce la determinación de un desequilibrio de un rotor montado magnéticamente. Desplazando un rodamiento permanente del rotor se compensa un desequilibrio. Además, se lleva a cabo un desplazamiento en el eje de inercia, es decir una compensación de un desequilibrio de primer orden.

Por otra parte, la publicación DE 37 42 149 A1 muestra también una compensación de desequilibrio de un cuerpo rotatorio. Además, se da un ejemplo concreto de cómo puede realizarse tal compensación.

35 Además, la publicación DE 602 10 482 T2 muestra un cojinete magnético del rotor. Allí debería compensarse asimismo un desequilibrio.

Además, la publicación DE 19 41 558 A1 muestra un procedimiento para alinear geoméricamente un rotor respecto a un estator durante el montaje. La alineación se lleva a cabo aquí estáticamente.

Otro procedimiento para alinear un rotor respecto a un estator lo muestra la publicación DE 10 2010 043042 A1.

40 El objeto de la presente invención consiste, por consiguiente, en, al alinear un rotor en un estator, poder tener en cuenta también las fuerzas magnéticas asimétricas. Correspondientemente, debería proponerse un procedimiento o un sistema de montaje para montar un rotor en un estator.

45 Este objeto se resuelve conforme a la invención mediante un procedimiento según la reivindicación 1, así como un sistema de montaje según la reivindicación 8. De las subreivindicaciones se deducen perfeccionamientos favorables de la invención.

Conforme a la invención se proporciona, en consecuencia, un procedimiento para montar un rotor en un estator de una máquina eléctrica, donde el rotor se monta en al menos un cojinete de rodillos, que, por su parte, se fija a una placa de cojinetes, mediante

- Alojamiento del rotor en un dispositivo de alineación magnético, mientras que la placa de cojinetes está conectada suelta con el estator,
- Accionamiento del rotor mediante el estator,
- Detección de las primeras vibraciones del rotor,
- 5 - Regulación del dispositivo de alineación de tal manera que se reduzcan las vibraciones, y
- Fijación de la placa de cojinetes al estator en una posición determinada mediante la regulación.

Por tanto, se monta una máquina eléctrica, en la que el rotor se monta en la operación posterior a través de un cojinete de rodillos en/sobre el estator. El propio cojinete de rodillos se fija a o en una placa de cojinetes. Al final del montaje, la placa de cojinetes debería fijarse firmemente al estator de manera indirecta o directa. Sin embargo, para encontrar la posición correcta para este fin, primero se monta el rotor en un dispositivo de alineación magnético, y la placa de cojinetes está además aún suelta respecto al estator. Esto significa que la placa de cojinetes, incluyendo el cojinete de rodillos y el rotor, puede(n) desplazarse de manera particularmente radial. Para la alineación se gira ahora el rotor mediante el estator, que también ejerce las correspondientes fuerzas sobre el rotor durante la operación. En este caso, surgen fuerzas realistas, que también ocurren durante el funcionamiento del rotor. Se detectan las vibraciones asociadas (por ejemplo, en forma de fuerzas o desviaciones a lo largo del tiempo) del rotor que resultan de formas o fuerzas asimétricas. El dispositivo de alineación magnética se regula ahora para reducir las vibraciones. Las vibraciones preferentemente incluso se minimizan o eliminan por la regulación. En este estado en que las vibraciones están reducidas, minimizadas o eliminadas, se fija ahora indirecta o directamente la placa de cojinetes al estator. Como resultado, se obtiene una alineación del rotor en el estator, en la que se reducen las vibraciones y con ello también los ruidos. Preferentemente, en esta alineación se acciona el rotor, tal y como se acciona también en la operación normal prevista, particularmente en lo que se refiere a la velocidad de giro.

En un perfeccionamiento favorable se detectan las segundas vibraciones de una carcasa de la máquina eléctrica, que se tienen asimismo en cuenta durante la regulación del dispositivo de alineación. Entran aquí, por consiguiente, en la regulación no sólo las primeras vibraciones, que se detectaron con referencia al rotor, sino también las vibraciones con referencia a la carcasa. Análogamente, al regular podrían tenerse también en cuenta para la regulación otros componentes de la máquina eléctrica, como quizás el estator o un pie de montaje, con respecto a sus vibraciones.

La máquina eléctrica puede estar diseñada de tal forma que la placa de cojinetes se fije al estator a través de una carcasa de la máquina eléctrica. La máquina eléctrica posee por consiguiente explícitamente una carcasa, a la que se fija la placa de cojinetes. La carcasa está típicamente, por su parte, conectada firmemente con el estator. De este modo se fija la placa de cojinetes indirectamente al estator.

Preferentemente, la carcasa posee frontalmente una sección de centrado, que puede desplazarse respecto a la carcasa restante perpendicularmente al eje del rotor, y, durante la fijación de la placa de cojinetes, la sección de centrado se conecta firmemente con la carcasa restante. De este modo puede, por ejemplo, disponerse de manera desplazable una sección de centrado anular en la cara frontal de una carcasa. Sólo durante la fijación se fijan ambos componentes entre sí, por ejemplo, mediante pernos, pegamento u otro medio de fijación.

Alternativamente, la carcasa puede tener frontalmente también una sección de centrado conectada firmemente con la carcasa, donde la placa de cojinetes puede desplazarse en la sección de centrado perpendicularmente al eje del rotor, y durante la fijación se conecta la sección de centrado firmemente con la placa de cojinetes. En este caso, por consiguiente, la sección de centrado no puede desplazarse respecto a la carcasa, sino la placa de cojinetes respecto a la sección de centrado. Esto puede realizarse, por ejemplo, haciendo que la sección de centrado tenga una superficie opcionalmente limitada, sobre la que pueda desplazarse la placa de cojinetes.

Especialmente, durante la regulación puede ocurrir un desplazamiento radial del rotor respecto al estator en un valor, que esté limitado a un valor máximo predeterminado. Este es, por ejemplo, el caso, cuando el desplazamiento axial de la placa de cojinetes o de la sección de centrado quede limitado por los correspondientes hombros en la carcasa o en la sección de centrado. De este modo puede evitarse, por ejemplo, que el rotor, al alinearlo en el estator, lo perjudique. Así es especialmente favorable, que el rotor pueda desplazarse en dirección radial menos de un espacio de aire nominal predeterminado entre el rotor y el estator.

La limitación de la desplazabilidad en dirección radial puede realizarse a través de una regulación, pero también a través de una apropiada configuración basada en hardware de los componentes. Particularmente, los componentes, con los que se fija el cojinete de rodillos a la carcasa, pueden tener contornos apropiados, que permitan tal juego máximo. De este modo se garantizaría, incluso si fallara la regulación, que el rotor no entre en contacto con el estator.

Conforme a la presente invención, para resolver el anterior objeto se prevé también un sistema de montaje para montar un rotor en un estator de una máquina eléctrica, donde el rotor está montado en al menos un cojinete de rodillos, que, por su parte, se fija a una placa de cojinetes, comprendiendo

- un dispositivo de alineación magnético para montar el rotor,
- 5 - un dispositivo de accionamiento para accionar el rotor mediante el estator,
- un dispositivo sensor para detectar las vibraciones del rotor en un estado de operación, en el que el rotor es accionado por el estator, y
- un dispositivo de control para regular el dispositivo de alineación de tal manera que se reduzcan las vibraciones.

10 El sistema de montaje posee, por consiguiente, además del dispositivo de alineación magnético, un dispositivo de accionamiento, con el que puede activarse la máquina eléctrica para rotar el rotor. Preferentemente, con el dispositivo de accionamiento pueden producirse estas señales de regulación, tal y como se aplican a éste en operación normal de la máquina eléctrica. Resulta especialmente ventajoso un dispositivo de accionamiento variable, con el que pueda generarse un gran número de señales de regulación para los más diversos tipos de máquinas eléctricas. Para la alineación exacta, el sistema de montaje posee un dispositivo sensor, con el que puedan detectarse las vibraciones del rotor de la máquina eléctrica accionada. Este dispositivo sensor está preferentemente conectado firmemente con el dispositivo de alineación magnético. Finalmente, el sistema de montaje comprende un dispositivo de control para regular el dispositivo de alineación, donde la señal del sensor del dispositivo sensor sirve para un circuito de regulación para reducir las vibraciones. En un circuito de regulación ejemplar se encuentran, por consiguiente, el dispositivo de alineación (por ejemplo, un electroimán), el dispositivo sensor (por ejemplo, un absorbedor de vibraciones) y el dispositivo de control (por ejemplo, un regulador), así como opcionalmente un amplificador de potencia.

15 El dispositivo de alineación posee preferentemente un primer dispositivo de cojinete magnético y un segundo dispositivo de cojinete magnético, con los que puede soportarse radialmente en cada caso un extremo de un eje del rotor. El eje del rotor puede, por consiguiente, tensarse entre ambos dispositivos de cojinete magnéticos. De este modo se puede alinear radialmente el rotor de la máquina eléctrica sólo mediante fuerzas magnéticas.

20 Por otra parte, el primer dispositivo de cojinete magnético puede presentar también un cojinete axial magnético. De este modo puede asegurarse que el rotor de la máquina eléctrica, cuando esté sujeto sólo por ambos dispositivos de cojinete magnéticos, estará también estabilizado en la dirección axial.

30 Las características adicionales mencionadas anteriormente en relación con el procedimiento conforme a la invención también se pueden interpretar como características funcionales del sistema de montaje que se acaba de describir. A la inversa, las características de dispositivo del sistema de montaje, en lo que respecta a las funciones, también se pueden interpretar como características del procedimiento.

La presente invención se describe ahora más a fondo en base a los dibujos adjuntos, en los que muestran:

- 35 FIG 1 un gráfico para representar la distribución de fuerzas radial en una máquina eléctrica con rotor y estator;
- FIG 2 la máquina eléctrica de la FIG 1 en un estado de equilibrio de fuerzas;
- FIG 3 un ejemplo de ejecución de un sistema de montaje conforme a la invención con máquina eléctrica sujeta; y
- FIG 4 un diagrama de circuito básico de un circuito de regulación de un sistema de montaje conforme a la invención.

40 Los ejemplos de ejecución descritos a continuación a fondo representan modos de operación preferentes de la presente invención. Además, debe observarse que las características individuales pueden realizarse no solo en las combinaciones descritas, sino también en otras combinaciones técnicamente razonables o de forma aislada.

45 La FIG 1 muestra esquemáticamente la distribución de fuerzas en una máquina eléctrica, que tiene un estator 1 y un rotor 2. La distribución de fuerzas se representa aquí por motivos de simplicidad sólo en un plano x-y, que se extiende perpendicularmente al eje del rotor 2. En principio, por supuesto, también pueden surgir fuerzas en la dirección z, es decir, perpendiculares al plano x-y. Sin embargo, éstas no se consideran aquí en un modo de operación simplificado.

La posición del rotor 2 se determina a partir de la precisión de la producción de acuerdo con una cadena de tolerancia. El espacio de aire puede, por consiguiente, variar considerablemente en función del tamaño del motor. Típicamente, el espacio de aire en una máquina con una altura de eje de 180mm puede variar hasta 0,25mm. Hasta ahora el objetivo era, con la precisión de fabricación más alta posible, llevar la posición del eje del rotor 3, que resulta de las dimensiones de fabricación, lo más cerca posible del eje geométrico ideal del rotor 4. Esto está asociado con un gran coste y aún está sujeto a una alta inexactitud en función de la coincidencia de las tolerancias. Además, no pueden tenerse en cuenta todas las geometrías influenciadas, como, por ejemplo, la base de la ranura de la bandeja del estator. Además, las propiedades del material, que muestran su efectividad dentro del circuito magnético, no se tienen en cuenta. Sin embargo, son precisamente estas asimetrías específicas del material las que tienen un efecto significativo sobre la excitación. Se obtienen entonces, por ejemplo, igualmente distribuidos en dirección perimetral, los tres vectores de fuerza F1, F2, F3 partiendo del eje geométrico 3 de diferente magnitud. Por tanto, es un objetivo reducir tanto como sea posible las asimetrías resultantes de las diferentes fuerzas, para reducir asimismo las vibraciones resultantes.

Para este propósito, conforme a la FIG 2, durante el montaje del rotor no alineado según el eje del rotor 3 resultante de fabricación o el eje del rotor 4 geométrico ideal, sino (también) según un eje del rotor 5 de acción electromagnética. Además, la máquina eléctrica, por ejemplo, el motor, se opera eléctricamente durante el montaje del rotor, por ejemplo, a través de un dispositivo de accionamiento. Los cojinetes mecánicos del rotor están aún firmemente conectados con el estator 1. En un ejemplo concreto, por consiguiente, las placas de cojinetes están aún firmemente montadas en la carcasa. Por medio de un dispositivo de alineación, en el que el rotor de la máquina eléctrica está montado para el montaje, el rotor se alinea de tal forma que las fuerzas que actúan sobre el rotor se anulen entre ellas tanto como sea posible. Este es, por ejemplo, el caso, cuando, como en la FIG 2, los vectores de fuerza F1, F2, F3 igualmente distribuidos circunferencialmente, que actúan sobre el rotor 2, sean igual de largos. Durante el funcionamiento del rotor es entonces favorable en circunstancias llevar a cabo la alineación del eje del rotor 2 de acuerdo a un llamado " eje del rotor de acción electromagnética" 5. En una alineación tal se produce, para el tipo de operación predeterminado, una simetría de las fuerzas y, por tanto, una reducción de las vibraciones lo más completa posible.

La FIG 3 reproduce un sistema de montaje ejemplar, en el que está sujeta una máquina eléctrica, por ejemplo, un motor 6. El sistema de montaje posee aquí dos dispositivos de cojinete magnéticos 7 y 8, entre los que está montado un eje 9 del rotor 2.

La máquina eléctrica o el motor 6 posee, en el ejemplo seleccionado, una carcasa 10, que está firmemente conectada con el estator 1. Frontalmente, la carcasa 10 posee por ambos lados en cada caso una sección de centrado 11, que está configurada anularmente. La sección de centrado 11 posee un hombro 12, con el que puede conectarse centralmente a la carcasa restante, aquí una sección de carcasa en forma de camisa cilíndrica. A cada sección de centrado 11 se fija en cada caso una placa de cojinetes 13, por ejemplo, por medio de pernos. A cada placa de cojinetes se fija a su vez un cojinete 14, que soporta el eje 9.

Antes del montaje, conforme a un modo de operación, por ejemplo, la placa de cojinetes 13 no está firmemente conectada con la sección de centrado 12. Esto significa que el rotor 2 no está conectado firmemente con el estator 1. Antes bien, el espacio de aire 15 es, por consiguiente, variable.

En el ejemplo de la FIG 3, el sistema de montaje posee ambos dispositivos de cojinete magnéticos 7 y 8. En una ordenación simplificada, sin embargo, el sistema de montaje podría tener también sólo un único dispositivo de cojinete magnético, y la máquina eléctrica se alinearía para el montaje primero por un lado, entonces se le daría la vuelta y se alinearía por el otro lado.

El dispositivo de cojinete magnético 7 representado a la izquierda en el ejemplo de la FIG 3 posee un rotor 16, que sirve como receptáculo para el eje del rotor 9 de la máquina eléctrica o del motor 6. Por ejemplo, el rotor 16 ejerce para esto una fuerza axial F sobre el eje 9. A tal efecto es apropiado un cojinete magnético axial 17, que fija un disco directamente al rotor 16. Un electroimán del cojinete axial 17 puede presionar, por ejemplo, el disco en la dirección z sobre la cara frontal del eje 9.

El dispositivo de cojinete magnético 7 posee además un cojinete radial magnético 18, con el que se monta radialmente el rotor 16. El cojinete radial magnético 18 es activado, por ejemplo, por un dispositivo de accionamiento de tal forma que el rotor 16 junto con el eje 9 también durante el funcionamiento de la máquina eléctrica, es decir durante la rotación del rotor 2, esté flotando. Un sensor 19 del dispositivo de cojinete magnético 7 puede registrar además las vibraciones del rotor 16 del dispositivo de cojinete magnético 7 y, por tanto, del rotor 2 de la máquina eléctrica.

De manera similar, el dispositivo de cojinete magnético 8 se monta en el lado derecho del sistema de montaje. Posee un rotor 20, que está montado en un cojinete radial magnético 21. Aquí se prescinde de un cojinete axial variable. En la dirección z, es decir en la dirección axial, el rotor está fijado axialmente a través de una

correspondiente sujeción 22. Por otra parte, el segundo dispositivo de cojinete magnético 8 posee asimismo un sensor 23 para la detección de las vibraciones del rotor 20.

5 Ambos dispositivos de cojinete magnéticos 7 y 8 están fijos relativamente unos respecto de otros, por ejemplo, a través de un soporte de fijación 24. Este soporte de fijación 24 puede garantizar también que el eje z esté fijado, lo que indican las flechas 25. Además, puede preverse un tope 26, para posicionar axialmente la carcasa 10 de la máquina eléctrica, si no estuviera suficientemente apoyada sobre el soporte de fijación 24.

Para absorber no sólo las vibraciones del eje 9 del rotor 2, sino también aquellas, por ejemplo, de la carcasa 10, pueden preverse otros sensores de vibraciones en la máquina eléctrica. Por ejemplo, se disponen uno o varios sensores de vibraciones 27 en la carcasa 10, para detectar directamente cualquier vibración de la carcasa 10.

10 Antes de alinear el rotor 2 en el estator 1, el rotor 2 no está aún firmemente conectado con el estator 1. Por ejemplo, la placa de cojinetes 13 no está aún fija al centrado 11 y/o el centrado 11 no está aún fijo a la carcasa 10 restante. En este estado, el rotor 2 está soportado sólo por el dispositivo de alineación (aquí ambos dispositivos de cojinete magnéticos 7 y 8). El rotor funciona ahora eléctricamente para el montaje y preferentemente tal y como funcionará también en la operación normal posterior. Así puede asegurarse que durante la operación normal aparezca la menor cantidad posible de vibraciones. Por consiguiente, la máquina eléctrica se regula, por ejemplo, con una determinada frecuencia o con una determinada forma de señal. En ambos cojinetes del motor 7 y 8 se detectan las fuerzas preferentemente sólo radialmente alineadas, de diferente tamaño, dado el caso, en todas las direcciones (360 grados). Mediante el dispositivo de alineación (aquí los dispositivos de cojinete magnéticos 7 y 8) se desplaza el rotor en función de las fuerzas medidas en dirección x e y, hasta que las fuerzas que actúan sean casi igual de grandes en todas las direcciones. En un modo de operación específico, las vibraciones pueden detectarse directa o indirectamente mediante mediciones de fuerza.

25 Para posibilitar un desplazamiento del eje del rotor, no debería preverse ningún centrado en la placa de cojinetes, o los centrados en la placa de cojinetes se equipan con un grado de libertad en dirección x e y. Como en el ejemplo de la FIG 3, la sección de centrado 11 puede representar respecto a la placa de cojinetes 13 una superficie lisa, sobre la que pueda desplazarse la placa de cojinetes. La sección de centrado 11 está aquí centrada únicamente respecto a la carcasa restante. Sin embargo, la posibilidad de desplazamiento puede preverse tanto en el centrado en la placa de cojinetes respecto a la carcasa, como también en una pieza cúbica separada (en la FIG 3, la sección de centrado 11) en la placa de cojinetes 13.

30 Preferentemente, el tamaño del grado de libertad para el desplazamiento del eje del rotor se determina en función del espacio de aire deseado. Así el desplazamiento radial permisible máximo puede corresponder a una diferencia entre la medida del espacio de aire de menos de 0,2mm. Más favorablemente también el grado de libertad del desplazamiento en el borde de centrado (compare hombro 12) es también menor que el espacio de aire de la unidad de alineación (cojinete magnético). Por consiguiente, el rotor puede rotarse, sin que se lleve a cabo un contacto en la unidad de alineación.

35 Para la alineación, el dispositivo de alineación se regula a través de un dispositivo de control. Un circuito de regulación correspondiente se representa simbólicamente en la FIG 4. El dispositivo de alineación posee un electroimán 28, que actúa sobre el rotor 2. Correspondientemente se modifica, por ejemplo, la posición x del rotor 2, lo que se sugiere en la FIG 4 con la distancia  $x_s$ . El electroimán 28 es, por ejemplo, parte del cojinete radial magnético 18. El sensor de vibraciones 19, o alternativamente un sensor para la medición de la fuerza, absorbe las vibraciones o fuerzas del rotor 2 y proporciona una correspondiente señal de medición a un regulador 29. Éste proporciona una correspondiente variable de regulación, por ejemplo, a través de un amplificador de potencia 30 al electroimán 28. Con una retroalimentación tal es posible una alineación del rotor de tal manera que puedan reducirse y opcionalmente hasta eliminarse las vibraciones y los ruidos. Para tener en cuenta incluso las propiedades de la carcasa en el sistema, pueden además incorporarse los sensores de vibración 27 en la carcasa 10 en el circuito de regulación. Con ello podría posibilitarse una alineación fina del rotor 2.

Al final del proceso de alineación, o sea, cuando se haya establecido la posición electromagnética (ideal) del rotor, pueden fijarse las placas de cojinetes 13 y/o las secciones de centrado 11 a la carcasa 10 o al estator 1. Así, el rotor 2 estará en una posición espacial fija respecto al estator 1. Las vibraciones y ruidos de la máquina eléctrica se reducen así en la operación normal prevista.

50 De manera favorable puede preverse así un menor espacio de aire entre el rotor y el estator, lo que produce un aumento de la eficiencia. Por otra parte, los motores pueden fabricarse con bajo nivel de ruido, particularmente en la técnica relativamente sensible de la reluctancia.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para montar un rotor (2) en un estator (1) de una máquina eléctrica, donde el rotor está montado en al menos un cojinete de rodillos (14), que, por su parte, se fija a una placa de cojinetes (13), caracterizado por
- 5 - montaje del rotor (2) en un dispositivo de alineación magnético, mientras la placa de cojinetes (13) esté suelta respecto al estator (1),
- accionamiento del rotor (2) mediante el estator (1),
- detección de las primeras vibraciones del rotor (2),
- regulación del dispositivo de alineación de tal manera que se reduzcan las primeras vibraciones, y
- fijación de la placa de cojinetes (13) al estator (1) en una posición determinada por la regulación.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde se detectan las segundas vibraciones de una carcasa (10) de la máquina eléctrica, que se tienen asimismo en cuenta al regular el dispositivo de alineación.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, donde la placa de cojinetes (13) se fija a través de una carcasa de la máquina eléctrica al estator (1).
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 3, donde la carcasa (10) presenta frontalmente una sección de centrado (11), que puede desplazarse respecto a la carcasa (10) restante perpendicularmente al eje del rotor (2), y durante la fijación de la sección de centrado se conecta firmemente con la carcasa (10) restante.
5. Procedimiento según la reivindicación 3, donde la carcasa (10) presenta frontalmente una sección de centrado (11) conectada firmemente con la carcasa, la placa de cojinetes (13) puede desplazarse sobre la sección de centrado (11) perpendicularmente al eje del rotor (2), y durante la fijación de la sección de centrado (11) se conecta firmemente con la placa de cojinetes (13).
- 20 6. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, donde durante la regulación se verifica un desplazamiento radial del rotor (2) respecto al estator (1) en un valor, que está limitado a un valor máximo predeterminado.
- 25 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 6, donde la desplazabilidad radial del rotor (2) respecto al estator (1) queda limitada por un juego máximo predeterminado de la placa de cojinetes (13) respecto a la carcasa (10).
8. Sistema de montaje para montar un rotor (2) en un estator (1) de una máquina eléctrica, donde el rotor (2) está montado en al menos un cojinete de rodillos, que, por su parte, se fija a una placa de cojinetes (13), caracterizado por
- 30 - un dispositivo de alineación magnético para montar el rotor (2),
- un dispositivo de accionamiento para accionar el rotor (2) mediante el estator (1),
- un dispositivo sensor para detectar las vibraciones del rotor (2) en un estado de operación, en el que el rotor (2) es accionado por el estator (1), y
- un dispositivo de control para regular el dispositivo de alineación de tal manera, que se reduzcan las vibraciones.
- 35 9. Sistema de montaje según la reivindicación 8, donde el dispositivo de alineación presenta un primer dispositivo de cojinete magnético (7, 8) y un segundo dispositivo de cojinete magnético (7,8), con los que en cada caso puede soportarse radialmente un extremo de un eje (9) del rotor (2).
10. Sistema de montaje según la reivindicación 9, donde el primer dispositivo de cojinete magnético (7,8) presenta un cojinete axial magnético (17).

FIG 1

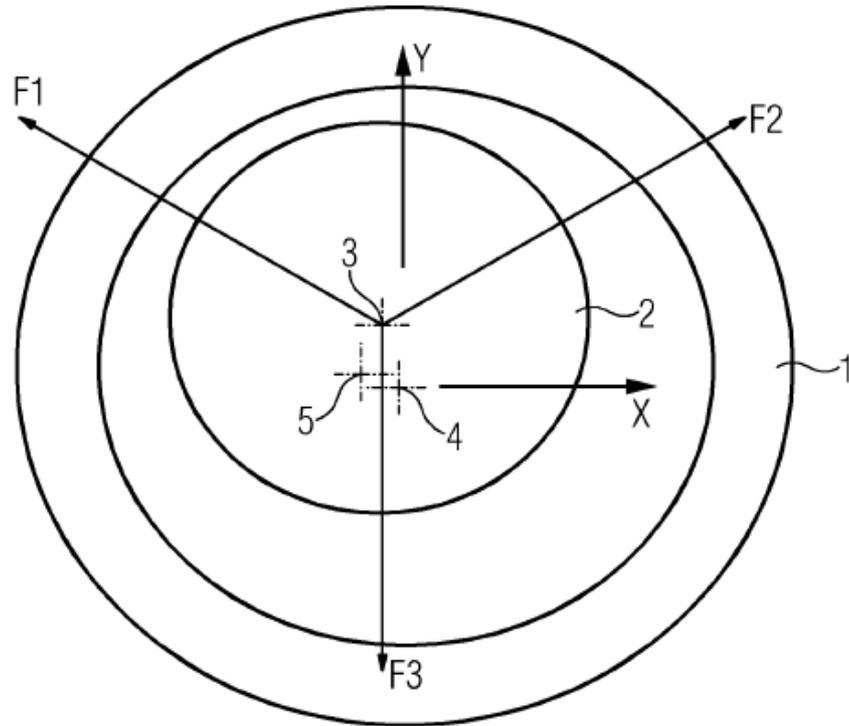
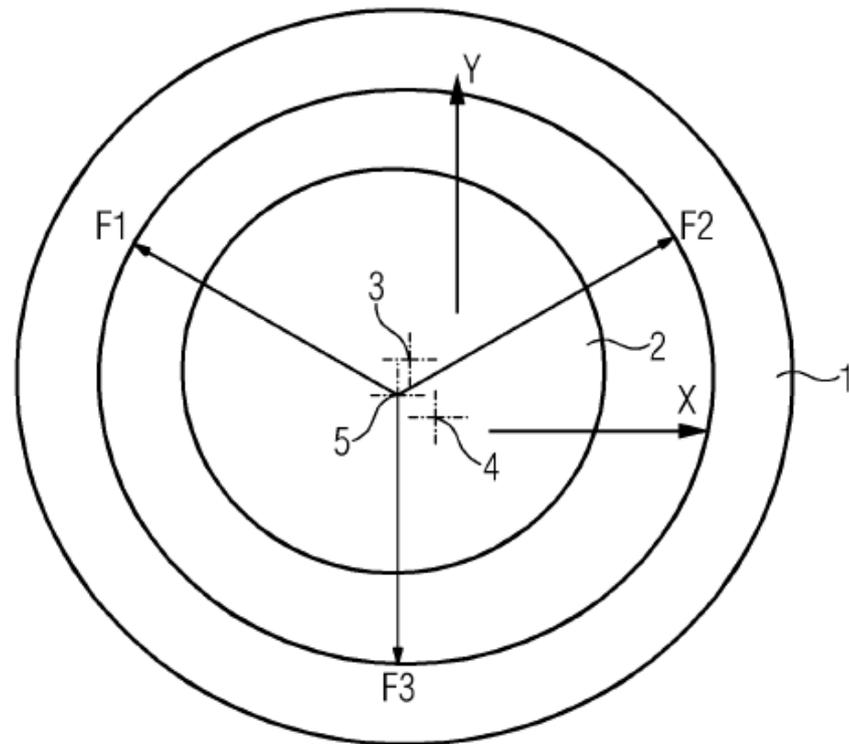


FIG 2



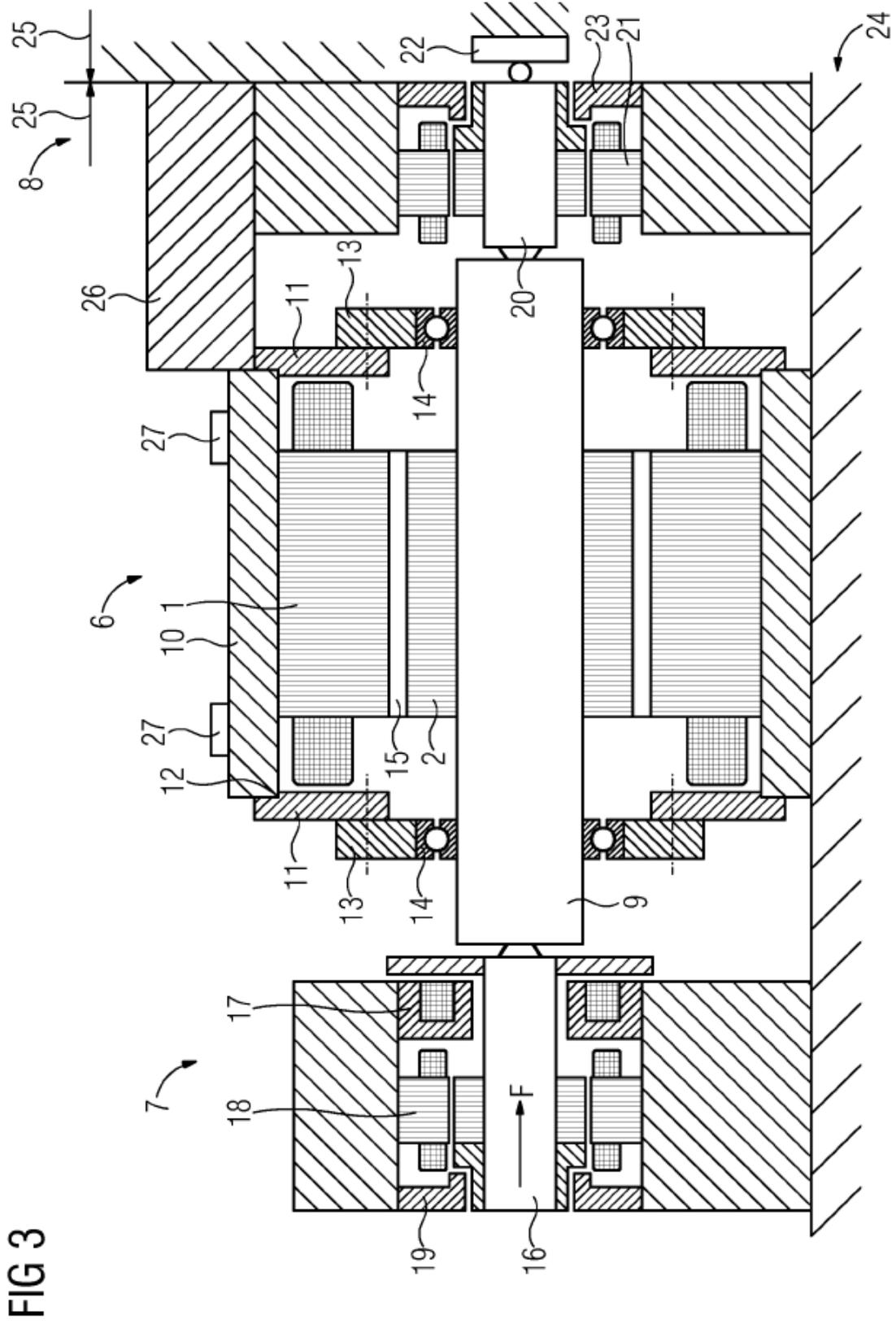


FIG 4

