

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 382**

51 Int. Cl.:

H02K 3/51

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2012 E 12728186 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2661800**

54 Título: **Rotor para una máquina dinamoeléctrica**

30 Prioridad:

14.06.2011 DE 102011106481

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

22.04.2015

73 Titular/es:

**VOITH PATENT GMBH (100.0%)
St. Pöltener Str. 43
89522 Heidenheim, DE**

72 Inventor/es:

**EILEBRECHT, PHILIPP;
SHIRAKI, SATOSHI y
HENNING, HOLGER**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 534 382 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

Rotor para una máquina dinamoeléctrica

- 5 La presente invención se refiere a un rotor para una máquina dinamoeléctrica, por ejemplo un generador eléctrico, según el tipo definido en detalle en el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Para la fijación de las cabezas de bobina de bobinas de rotor es habitual entre otras cosas apoyar las cabezas de bobina mediante un soporte anular de cabeza de bobina y fijar las cabezas de bobina sobre dicho soporte de bobina con la ayuda de bandajes. Para ello, se remite por ejemplo al documento US3,073,004A. Especialmente en el caso de máquinas más grandes, en lugar de un bandaje también se puede usar un aro dividido de forma múltiple que con capas aislantes intermedias están en contacto con las cabezas de bobina y se fija con la ayuda de tornillos al soporte de bobina. En caso de fuerzas centrífugas especialmente grandes también es posible colocar caperuzas sobre las cabezas de bobina. Dichas caperuzas son habituales especialmente para la fijación de las cabezas de bobina del rotor de turbogeneradores (libro "Leitfaden der Elektrotechnik" - tomo 3 - "Konstruktions- und Festigkeitsberechnungen elektrischer Maschinen" editor: Dr. C. von Dobbler, 1962, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, páginas 25 a 29 y 58 a 62; documentos DE2629574B2; DE-PS701612). Asimismo, se conoce el modo de absorber las fuerzas centrífugas procedentes de la bobina excitadora de una máquina sincrónica con la ayuda de puentes de sujeción que están en contacto con el lado frontal exterior de la bobina excitadora y que a su vez se sujetan mediante pernos fijados en el cuerpo rotatorio de la máquina y solicitado a tracción. (documento DE-PS950659).

25 El objetivo de la fijación de cabezas de bobina de un rotor se plantea especialmente en máquinas de anillos colectores con alimentación de inducido como las que se emplean para generadores de motor de fuerza hidráulica de número de revoluciones regulable para el funcionamiento de acumulación por bombeo. Para este tipo de motores de generador es característico entre otras cosas que el rotor puede presentar un diámetro de 3 a 8mm. Para la fijación de las cabezas de bobina de un rotor de este tipo es conocido el modo de disponer en el cuerpo de rotor a través de caballetes de apoyo aros de sujeción en los que están fijados los extremos de pernos de tracción en forma de U. Respectivamente un perno de tracción agarra por arriba con su zona en forma de U una cabeza de bobina (informe 11 - 104 "Development and achieved commercial operation ... for a pumped storage power plant", del congreso CIGRE 1992, del 30 de agosto al 5 de septiembre). Una fijación de cabeza de bobina de este tipo es muy complicada en cuanto a la construcción y al montaje.

35 El documento DE19519127C1 describe una máquina dinamoeléctrica del tipo de construcción mencionado. El dispositivo de protección contra fuerzas centrífugas comprende barras de tracción que con sus extremos radialmente interiores atacan en un soporte de cabeza de bobina, por ejemplo de un aro de soporte, y que con sus extremos radialmente exteriores atacan en cuerpos de soporte que en la parte radialmente exterior están en contacto con las cabezas de bobina.

40 Por el estado más próximo de la técnica en forma del documento DE102009016516A1 es conocido además el modo de apoyar una cabeza de bobina en sentido radial a través de tirantes de anclaje que, dado el caso, también pueden estar realizados como muelles de tracción.

45 Por las cabezas de bobina fluye corriente. Por lo tanto, se calientan a temperaturas más elevadas y se dilatan. Por el soporte de cabeza de bobina en cambio no fluye corriente y por tanto se mantiene frío. Para evitar tensiones mecánicas resultantes, por el documento WO2010/115483A1, al igual que por el documento GB1,112,129 se conoce el modo de fijar las cabezas de bobina sobre aros de soporte montados, de forma no giratoria y de forma desplazable en el sentido axial del eje de rotación del rotor, sobre el rotor o sobre un cubo que soporta el rotor. Por lo tanto, el soporte de cabeza de bobina, por ejemplo en forma de los aros de soporte descritos, es libremente móvil en el sentido axial al menos entre un tope superior y un tope inferior. Cuando los elementos de bobina se dilatan ahora por el calentamiento dentro de las ranuras del cuerpo de rotor y en la zona de la cabeza de bobina, el soporte de cabeza de bobina realiza un movimiento de compensación en sentido axial.

55 La problemática consiste en que, especialmente en el caso de máquinas muy grandes, normalmente del orden de 30MVA o superior, el eje de rotación de la máquina dinamoeléctrica se extiende normalmente en el sentido de la fuerza de gravedad. De esta manera, el peso total acumulación bombeada tiene que ser soportado por acumulación bombeada y, en caso de una dilatación térmica de los elementos de bobina, ser desplazado por estos. Dado que debido a los diámetros típicos antes descritos de este tipo de máquinas, el soporte de cabeza de bobina es correspondientemente pesado, frecuentemente han de superarse fuerzas de peso muy grandes, Esto puede conducir a tensiones muy altas en la zona de los elementos de bobina que pueden comprimir y/o deformar correspondientemente el material de los elementos de bobina. Además, se puede producir la situación de que los elementos de bobina que normalmente están realizadas de forma chaveteada en la zona de las ranuras no pueden soportar a largo plazo el peso total del soporte de cabeza de bobina, de modo que con el paso del tiempo se puede producir un descenso de la bobina en su conjunto con respecto al cuerpo de rotor hacia abajo en el sentido de la fuerza de gravedad.

65

El objetivo de la presente invención consiste en contrarrestar esta problemática y proporcionar un rotor que esté realizado con una construcción tal que una dilatación térmica de los elementos de bobina en el sentido axial no conduzca a una carga mecánica innecesariamente alta de los elementos de bobina.

5 Según la invención, este objetivo se consigue mediante las características mencionadas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1. Variantes ventajosas del rotor según la invención así como usos preferibles para este resultan de las demás reivindicaciones dependientes o de las reivindicaciones relativas al uso.

10 La estructura del rotor con las cabezas de bobina corresponde a la estructura tal como es habitual también en el estado de la técnica. Para cada una de las cabezas de bobina está previsto un soporte de cabeza de bobina que está dispuesto radialmente dentro de la cabeza de bobina y coaxialmente con respecto al eje de rotación. Cada uno de los soportes de cabeza de bobina está fijado al menos indirectamente en el cuerpo de rotor de forma no giratoria y de forma desplazable en el sentido del eje de rotación. Según la invención está previsto que en la zona de dicha fijación están previstos elementos de muelle que actúan en sentido axial contra la fuerza de gravedad, entre el cuerpo de rotor y/o un componente que rota junto a este y el soporte de cabeza de bobina. Por lo tanto, los elementos de muelle soportan la o las piezas del soporte de cabeza de bobina en el sentido axial. Por tanto, para desplazar el soporte de cabeza de bobina en sentido axial ya no es necesario compensar su fuerza de gravedad total, sino que basta con compensar la fuerza que resulta de la diferencia entre la fuerza de muelle y la fuerza de gravedad del soporte de cabeza de bobina o de la pieza afectada del soporte de cabeza de bobina. De esta manera, se minimizan las fuerzas que han de ejercerse sobre el soporte de cabeza de bobina en caso de la dilatación térmica de los elementos de bobina y se puede evitar eficazmente una carga demasiado grande de los elementos de bobina. Los elementos de muelle apoyan el soporte de cabeza de bobina o bien sobre el cuerpo de rotor mismo o bien sobre un componente que rota junto a este, por ejemplo el cubo. También es posible disponer los elementos de muelle de tal forma que estos se apoyen tanto sobre el cuerpo de rotor como sobre el componente que rota junto a este y soporten el soporte de cabeza de bobina.

20 Según una variante especialmente favorable y ventajosa del rotor según la invención está previsto que los elementos de muelle están elegidos de tal forma que compensen en gran parte el peso de los soportes de cabeza de bobina. Esta aplicación principal de la idea según la invención con los elementos de muelle sirve para poder mover el soporte de cabeza de bobina de forma relativamente libre en sentido axial, de modo que en caso de la dilatación de los elementos de bobina es posible de manera sencilla un movimiento del soporte de cabeza de bobina, sin que su fuerza de gravedad total tenga que ser compensada por los elementos de bobina que se dilatan o se contraen. De esta manera, los elementos de muelle compensan al menos en gran parte el peso del soporte de cabeza de bobina. Por "gran parte" se entiende al menos la mitad, pero preferentemente más de dos tercios del peso del soporte de cabeza de bobina. En el caso ideal, la compensación del peso del soporte de cabeza de bobina se realiza de tal forma que se puede compensar su peso total.

30 En otra forma de realización muy ventajosa puede estar previsto además que los elementos de muelle estén elegidos de tal forma que pretendan el soporte de cabeza de bobina con respecto al cuerpo de rotor en el sentido de la fuerza de gravedad. En esta forma de realización de la idea según la invención con elementos de muelle correspondientemente más fuertes no sólo se compensa totalmente la fuerza de peso del soporte de cabeza de bobina, sino que los elementos de muelle se eligen de tal forma que adicionalmente pretensan el soporte de cabeza de bobina con respecto al cuerpo de rotor en el sentido de la fuerza de gravedad. De esta manera, durante el montaje se puede realizar un estado tensado de los muelles, de modo que durante el funcionamiento regular, después de haberse producido ya cierta dilatación de los elementos de bobina, o bien siguen pretensados correspondientemente, o bien, preferentemente, en este estado regular calentado durante el funcionamiento del rotor están libres de la fuerza de gravedad del soporte de cabeza de bobina. Esto permite un funcionamiento sencillo, eficiente y muy cuidadoso del rotor durante un largo período de tiempo. Si se elige un estado en el que también durante el funcionamiento regular está realizado un ligero pretensado del soporte de cabeza de bobina con respecto a la fuerza de gravedad, se evita de forma segura y fiable durante una duración de funcionamiento muy larga del rotor el descenso de los elementos de bobina en el sentido de la fuerza de gravedad.

40 En principio, evidentemente es posible elegir los elementos de muelle prácticamente de manera discrecional. Por ejemplo, serían posibles muelles de compresión tanto en forma de muelles melville o muelles helicoidales como de muelles a presión de gas, muelles elastoméricos o combinaciones discrecionales entre estos. Evidentemente, también es posible emplear de forma distribuida por el contorno del rotor diferentes tipos de muelles en diferentes puntos de apoyo para el soporte de cabeza de bobina.

50 Dado que en la zona de la cabeza de bobina se produce una carga térmica relativamente grande, se han acreditado especialmente los muelles melville o los muelles helicoidales, ya que estos normalmente se pueden fabricar a partir de un material metálico y garantizan a lo largo del intervalo típico de la temperatura de funcionamiento del rotor, de forma segura y fiable y sin influjos térmicos demasiados grandes en la característica del muelle, un apoyo correspondiente del soporte de cabeza de bobina.

65 Adicionalmente o alternativamente, también se pueden emplear muy bien muelles elastoméricos. Estos resultan especialmente ventajosos especialmente en cuanto a la flexibilidad de las características requeridas durante la

fabricación, ya que se puede conseguir aproximadamente cualquier característica de muelle mediante el uso de un material adecuado o de varios materiales adecuados - por ejemplo con una estructura estratificada de capas de diferentes materiales - y/o conformaciones adecuadas.

5 El rotor según la invención permite una aplicación muy buena, fiable y exenta de fallos en una máquina dinamoeléctrica. Resulta especialmente ventajoso en particular para máquinas correspondientemente grandes, normalmente máquinas con una potencia nominal superior a 30 MVA. Su uso especialmente preferible consiste en su empleo en una máquina asincrónica con inducido de anillos colectores para el uso con números de revoluciones variables. Especialmente para este tipo de construcción y aquí especialmente para una realización de la máquina
10 asincrónica como máquina asincrónica de doble alimentación resulta especialmente adecuado el rotor según la invención, ya que en este tipo de máquinas son de importancia decisiva la fiabilidad especial y la estructura sencilla y efectiva del rotor.

15 El uso puede consistir especialmente en forma de un juego de máquina para una instalación hidroeléctrica, con una turbina de agua o una turbina de bombeo y una máquina dinamoeléctrica, en la que un rotor del tipo descrito está en unión de propulsión con la turbina de agua o la turbina de bombeo. Especialmente en caso de un uso de este tipo en el que frecuentemente están realizados ejes de rotación de las máquinas dinamoeléctricas, que se extienden en el sentido de la fuerza de gravedad, tiene una importancia decisiva la estructura según la invención de la cabeza de bobina con el soporte de cabeza de bobina que da apoyo mediante elementos de muelle. En este tipo de máquinas
20 se producen frecuentemente fuertes variaciones del número de revoluciones y fuertes variaciones de temperatura en la zona de la cabeza de bobina. La dilatación de los elementos de bobina con respecto al cuerpo de rotor y por tanto el desplazamiento axial del soporte de cabeza de bobina son por tanto muy frecuentes durante el funcionamiento. Por lo tanto, cuanto más fácilmente se pueda realizar el movimiento axial del soporte de cabeza de bobina, menor es la carga mecánica experimentada por la estructura total del rotor y durante más tiempo se puede garantizar un
25 funcionamiento sin fallos del rotor.

En una variante especialmente preferible está previsto también el uso de la máquina dinamoeléctrica en forma de una máquina asincrónica, especialmente de una máquina asincrónica de doble alimentación, con inducido de anillos colectores para el uso con un número de revoluciones variable.

30 Otras formas de realización ventajosas del rotor según la invención y su uso resultan de las reivindicaciones dependientes restantes y quedan claras mediante el ejemplo de realización que se describe en detalle a continuación haciendo referencia a las figuras.

35 Muestran:

la figura 1 una representación de principio de un juego de máquina para una instalación hidroeléctrica; y

la figura 2 un detalle de una parte de una cabeza de bobina de un rotor según la invención.

40 En la representación de la figura 1 se puede ver de forma muy esquematizada una instalación hidroeléctrica 1. El núcleo de la instalación hidroeléctrica es un sistema de conductos de alimentación 2 que conduce agua desde una zona de aguas arriba, no representada aquí, hacia una turbina de agua 3 y, a través de un difusor 4 indicado de forma esquemática, a una zona de aguas abajo que tampoco está representada. La turbina de agua 3 está unida a
45 través de un árbol 5 a un rotor 6 de una máquina asincrónica 7 de doble alimentación con inducido de anillos colectores. El rotor 6 es accionado por la turbina de agua 3 y rota dentro del estator 8 representado de forma esquemática, alrededor de un eje de rotor R que, como es frecuente en instalaciones hidroeléctricas 1 de este tipo, está orientado en el sentido de la fuerza de gravedad g. El rotor 6 y el estator 7 forman juntos la máquina asincrónica con un número de revoluciones variable, utilizada como generador. La máquina asincrónica 7 sirve para generar
50 energía eléctrica a partir de la energía del agua. Igualmente, sería posible emplear en lugar de la turbina de agua 3 una turbina de bombeo que en un primer estado genera de forma análoga a la turbina de agua 3 energía en la máquina asincrónica 7 utilizada como generador, y que en un segundo régimen puede bombear agua desde la zona de aguas abajo de vuelta a la zona de aguas arriba. La instalación hidroeléctrica 1 sería en este caso una central eléctrica de acumulación por bombeo, apta para almacenar energía mediante el bombeo de agua a un nivel con una
55 mayor energía potencial.

De manera conocida de por sí, el rotor 6 presenta en sus dos extremos axiales cabezas de bobina 9 indicadas esquemáticamente que se describen con más detalle a continuación con relación a la figura 2.

60 En la representación en sección de la figura 2 se puede ver un detalle de una parte del rotor 6. Este rota alrededor del eje de rotación designado por R. El rotor 6 mismo se compone sustancialmente de un cuerpo de rotor 10 y de un cubo designado por 11. El cuerpo de rotor 10 normalmente está realizado "de forma chapeada". Esto significa que el cuerpo de rotor 10 está realizado mediante el apilamiento de una multiplicad de chapas individuales en el sentido axial del eje de rotación R. Esto está simbolizado mediante algunas chapas indicadas de forma aproximada en la
65 representación de la figura 2 en la parte inferior izquierda del detalle representado. El paquete de chapas del cuerpo de rotor 10 puede estar comprimido en sentido axial por ejemplo mediante una placa de presión designada por 12.

El cubo 11 puede estar realizado en una sola pieza con el cuerpo de rotor 10 y, por tanto, igualmente a partir de chapas individuales, o bien, puede estar realizado como elemento central en otro tipo de construcción y soportar correspondientemente las chapas del cuerpo de rotor 10. Independientemente de la estructura correcta, el cubo 11 siempre está unido de forma no giratoria al cuerpo de rotor 10. Pueden ser posibles movimientos radiales entre el cubo 11 y el cuerpo de rotor 10.

En la zona del cuerpo de rotor 10 se encuentran ranuras 13 abiertas hacia fuera en sentido radial que se extienden en sentido axial y de las que aquí solamente el fondo de ranura está provisto del signo de referencia 13. En dichas ranuras 13 están insertados respectivamente dos elementos de bobina 14 de forma aislada uno respecto a otro, que también se designan por barras 14. En la zona de la cabeza de bobina 9, dichas barras 14 salen de las ranuras 13 y sobresalen del cuerpo de rotor 10 en el sentido axial del eje de rotación R. Entonces, las distintas barras 14 están unidas correspondientemente a otras barras 14 que sobresalen de ranuras 13 adyacentes, para realizar de esta manera la bobina del rotor 6. En la zona de la cabeza de bobina 9, los elementos de bobina 14 están fijados a un soporte de cabeza de bobina 15. En el ejemplo de realización representado aquí, el soporte de cabeza de bobina 15 se compone de dos aros de soporte 15.1, 15.2 que a través de una guía 16 no giratoria realizada en la zona del cubo 11 actúan en conjunto con el cubo 11 y por tanto con el cuerpo de rotor 10. La guía no giratoria permite movimientos en el sentido axial y puede estar realizada por ejemplo como especie de dentado. Los dos aros de soporte 15.1, 15.2 del soporte de cabeza de bobina 15 están unidos por ejemplo a través de tirantes de anclaje 17 atornillados y de pequeñas placas o bloques 18 unidos a estos, que apoyan los tirantes de anclaje 17 en la zona del elemento de bobina 14 exterior. Por lo tanto, los aros de soporte 15.1, 15.2 están tensados en sentido radial con los elementos de bobina 14. Esta estructura tiene sólo carácter de ejemplo y evidentemente también puede realizarse de otra manera. Ofrece sin embargo la ventaja decisiva de que mediante las pequeñas placas 18 individuales, en sentido axial entre las pequeñas placas 18, en el contorno exterior de la cabeza de bobina 9 resulta un espacio libre que facilita la circulación de aire refrigerante por la cabeza de bobina 9 y por tanto puede minimizar mediante un enfriamiento correspondiente los efectos térmicos causados por una fuerte dilatación de los elementos de bobina 14.

A través del dentado 16 que aquí está indicado sólo a título de ejemplo, los dos aros de soportes 15.1 y 15.2 del soporte de cabeza de bobina 15 se pueden desplazar en sentido axial. Normalmente, los elementos de bobina 14 están fabricados a partir de un material con una buena termoconductividad, especialmente de cobre, y el cuerpo de rotor 10 está hecho normalmente de chapa de acero. La sola diferencia de los materiales produce ya una dilatación térmica distinta de los elementos de bobina 14 con respecto al cuerpo de rotor 10. Además, los elementos de bobina 14 son atravesados por corriente. Por ello se calientan más a causa de la resistencia óhmica que las zonas de las ranuras 13 que los circundan. En caso de una cabeza de bobina 9 tensada fijamente, esta dilatación térmica produciría problemas masivos, ya que podría conducir a un doblado los elementos de bobina 14 y/o a la destrucción del rotor 6. Los aros de soporte 15.1, 15.2 del soporte de cabeza de bobina 15 realizados de forma móvil en el sentido axial del eje de rotación R mejoran esta problemática. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en este tipo de máquinas del tamaño descrito al principio, los aros de soporte 15.1, 15.2 o el soporte de cabeza de bobina 15 pueden presentar un peso del orden de varias toneladas. En caso de una dilatación térmica de los elementos de bobina 14, este peso debe ser soportado y desplazado por los elementos de bobina. Eso conduce a una elevada carga mecánica de los elementos de bobina 14 que en el caso más grave puede conducir a una deformación de los elementos de bobina 14 y/o a un doblado de estos. La estructura del rotor 6 según la invención actúa contra esto, ya que se emplean elementos de muelle 19 entre los dos aros de soporte 15.1 y 15.2 del soporte de cabeza de bobina 15 y partes del cubo 11 o del cuerpo de rotor 10 y/o de la placa de presión 12. Esto permite tener en consideración el peso del soporte de cabeza de bobina 15 ya mediante la elección constructiva de dichos elementos de muelle 19 que pueden estar realizados por ejemplo como muelles de disco, muelles helicoidales y/o elementos de muelle elastoméricos. Los muelles 19 pueden compensar la fuerza de peso del soporte de cabeza de bobina 15, de tal forma que este puede ser desplazado de manera relativamente fácil en sentido axial, en sentido contrario al sentido de la fuerza de gravedad g, hacia arriba, por los elementos de bobina 14 que se dilatan. De esta manera, se reduce notablemente la carga mecánica en la zona de los elementos de bobina 14, al igual que la carga sobre una fijación de los elementos de bobina 14 en la zona de las ranuras 13. Esta estructura, tal como se puede ver en la representación de la figura 2, se puede realizar de la manera representada en la zona de la cabeza de bobina 9 superior en el sentido de la fuerza de gravedad g. En la zona de la cabeza de bobina 15 inferior en el sentido de la fuerza de gravedad g, los elementos de bobina 19 evidentemente han de posicionarse de tal forma que presionen el soporte de cabeza de bobina 15 igualmente en sentido contrario a la fuerza de gravedad g, es decir, igualmente hacia arriba.

La forma de realización representada del soporte de cabeza de bobina 15 con dos aros de soporte 15.1, 15.2 evidentemente tiene carácter de ejemplo. El soporte de cabeza de bobina 15 también podría realizarse en una sola pieza o en forma de todavía más aros de soporte individuales o elementos similares realizados independientemente unos de otros o unidos unos a otros. Cada uno de los aros de soporte 15.1, 15.2 individuales puede estar realizado como aro circunferencial formado por uno o varios segmentos. Evidentemente, también es posible dividir el aro de soporte en el sentido circunferencial, de tal forma que entre los distintos segmentos del aro de soporte queden huecos relativamente grandes en el sentido circunferencial.

REIVINDICACIONES

1. Rotor (6) para una máquina dinamoeléctrica (7) con:

- 5 un cuerpo de rotor (10) que rota alrededor de un eje de rotación (R) que se extiende en el sentido de la fuerza de gravedad (g),
 elementos de bobina (14) dispuestos en ranuras (13) que se extienden axialmente en el cuerpo de rotor (10),
 dos cabezas de bobina (9) dispuestas en sentido axial por debajo y por encima del cuerpo de rotor (10), y en la
 10 zona de las cabezas de bobina (9) los elementos de bobina (14) salen de las ranuras (13) en sentido axial y
 están unidos a otros elementos de bobina (14),
 un soporte de cabeza de bobina (15) para cada una de las cabezas de bobina (9) que está dispuesto
 radialmente dentro de la cabeza de bobina (9) y coaxialmente con respecto al eje de rotación (R) y que está
 fijado de forma no giratoria y de forma desplazable en el sentido del eje de rotación (R) sobre el cuerpo de rotor
 (10) o sobre un componente que rota junto con este,
 15 **caracterizado por que**
 en la zona de la fijación están previstos elementos de muelle (19) que actúan en sentido axial, en sentido
 contrario la fuerza de gravedad (g), entre el cuerpo de rotor (10) y/o un componente que rota junto con este y el
 soporte de cabeza de bobina (15),
 20 cada uno de los soportes de cabeza de bobina. (15) presenta al menos un aro de soporte (15.1, 15.2) en una
 sola pieza o segmentado en el sentido circunferencial,
 cada uno de los aros de soporte (15.1, 15.2) está soportado a través de elementos de muelle (19) en sentido
 axial, al menos indirectamente con respecto al cuerpo de rotor (10).
- 25 2. Rotor (6) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** cada uno de los soportes de cabeza de bobina (15)
 presenta al menos dos, preferentemente exactamente dos, aros de soporte (15.1, 15.2) en una sola pieza o
 segmentados en el sentido circunferencial.
- 30 3. Rotor (6) según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** los elementos de muelle (19) están
 elegidos y dispuestos de tal forma que compensan al menos en gran parte el peso del soporte de cabeza de bobina
 (15).
- 35 4. Rotor (6) según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** los elementos de muelle (19) están
 elegidos y dispuestos de tal forma que pretensan el soporte de cabeza de bobina (19) con respecto al cuerpo de
 rotor (10) en el sentido de la fuerza de gravedad (g).
- 40 5. Rotor (6) según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** los elementos de muelle (19) están
 realizados como muelles de disco o muelles helicoidales.
6. Rotor (6) según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** los elementos de muelle (19) están
 realizados como muelles elastoméricos.
7. Uso de un rotor (6) según una de las reivindicaciones 1 a 6 en una máquina asincrónica (7) con inducido de
 anillos colectores para el uso con un número de revoluciones variable.
- 45 8. Rotor (6) según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la máquina asincrónica (7) está realizada como
 máquina asincrónica de doble alimentación.
- 50 9. Juego de máquina para una instalación hidroeléctrica (1) con una turbina de agua (3) o una turbina de bombeo y
 con una máquina dinamoeléctrica (7), con un rotor (6) según una de las reivindicaciones 1 a 6, que está en unión de
 propulsión con la turbina de agua (3) o la turbina de bombeo.
- 55 10. Juego de máquina según la reivindicación 9, **caracterizado por que** la máquina dinamoeléctrica (7) está
 realizada como máquina asincrónica, especialmente como máquina asincrónica de doble alimentación, con inducido
 de anillos colectores para el uso con un número de revoluciones variable.

