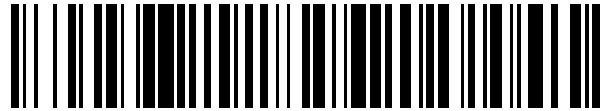


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 409 212**

51 Int. Cl.:

**H02K 3/51**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2008 E 08717937 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 2132859**

54 Título: **Rotor de una máquina eléctrica**

30 Prioridad:

**30.03.2007 DE 102007015797**  
**08.11.2007 DE 102007000668**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.06.2013**

73 Titular/es:

**ALSTOM TECHNOLOGY LTD (100.0%)**  
**BROWN BOVERI STRASSE 7**  
**5400 BADEN, CH**

72 Inventor/es:

**SCHWERY, ALEXANDER;**  
**SCHMID, MATTHIAS;**  
**SCHWANDA, JOSEF y**  
**BINDER, SUSANNE**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 409 212 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 de una máquina eléctrica

### Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de las máquinas eléctricas. Se refiere a un rotor de una máquina eléctrica, en particular de un hidrogenerador, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

### Estado de la técnica

10 Debido a las condiciones variables de la economía de mercado en los mercados de corriente abiertos y las tecnologías mejoradas en el campo de la electrónica de potencia, el tema de los accionamientos de números de revoluciones variables ha adquirido importancia. Para esta finalidad, se emplean, especialmente en el caso de potencias sobre 60 MVA, con preferencia máquinas asíncronas de doble alimentación.

15 El estator de este tipo de máquinas no se diferencia de las máquinas síncronas de polos de patas habituales para esta aplicación. Las máquinas de este tipo se caracterizan por que están equipadas tanto sobre el estator como también sobre el rotor con un arrollamiento trifásico. Normalmente en este caso las cabezas de arrollamiento del arrollamiento del rotor están dispuestas sobre una superficie cilíndrica (ver, por ejemplo, el documento DE-A1-195 13 457).

A través de la fuerza centrífuga, las barras de arrollamiento tienen en el funcionamiento la tendencia a moverse desde el centro radialmente hacia fuera. La dificultad en la forma de realización mencionada de las cabezas de arrollamiento consiste en proteger en una medida suficiente las barras del arrollamiento contra deformación a través de fuerzas mecánicas. A tal fin, en general, están disponibles tres soluciones:

- 20 • En el caso de máquinas más pequeñas, se arrolla toda la cabeza de arrollamiento con varias capas de alambre de acero. Esto no es conveniente en el caso de diámetros mayores por razones técnicas de fabricación.
- 25 • En máquinas con diámetros mayores que 2 metros, las cabezas de arrollamiento o bien se fijan por medio de bulones radiales o barras roscadas con un soporte de fijación sobre la prolongación axial del yugo del rotor, como se describe en la publicación mencionada anteriormente, o
- Toda la cabeza de arrollamiento es rodeada por un cilindro de acero retraído, como se conoce en máquinas síncronas de polos macizos.

30 La publicación mencionada anteriormente se concentra sobre todo en la descripción de la construcción general con el sistema de apoyo de la cabeza de arrollamiento correspondiente. Los bulones utilizados en este caso sirven para el apoyo radial de las cabezas de arrollamiento del rotor y se amarran en el yugo del rotor elevado axialmente (ver las figuras 4 y 5 de la publicación con los bulones 37). Los bulones son barras roscadas que están enroscadas (36), por una parte, en el yugo del rotor y absorben, por otra parte, sobre el lado del intersticio de aire por medio de elementos individuales rectangulares y tuercas, las fuerzas centrífugas incidentes. El inconveniente del sistema descrito reside en el gran número de piezas individuales y en el riesgo implicado con ello de la destrucción de la máquina en el caso de pérdida de un bulón o de una tuerca.

35 El desarrollo descrito a continuación describe en detalle los bulones utilizados y especialmente su fijación segura.

El documento GB 14 680 y el documento EP 0 736 953 publican un rotor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

### Representación de la invención

40 El cometido de la invención es desarrollar el rotor mencionado al principio de tal manera que se eviten los inconvenientes de la solución conocida y se obtenga especialmente una fijación segura de los bulones radiales.

45 El cometido se soluciona a través de la totalidad de las características de la reivindicación 1. Es esencial para la invención que los bulones radiales presenten cabezas conectadas fijamente con la caña. De esta manera, se reduce drásticamente, por una parte, el número de los componentes empleados. Por otra parte, se elimina el peligro de que se aflojen tuercas o arandelas colocadas en el exterior y puedan dañar o incluso destruir la máquina.

De acuerdo con una configuración de la invención, las cabezas de los bulones radiales están conectadas por unión del material con la caña, con preferencia forjadas o soldadas. De esta manera, se facilita especialmente el empleo de cabezas formadas especialmente.

Para reducir la resistencia al aire del rotor giratorio, es ventajoso en este caso que las cabezas de los bulones

radiales presenten una forma favorable desde el punto de vistas aerodinámico, estando redondeadas especialmente las cabezas de los bulones radiales sobre el lado superior y presentando dos flancos rectos para el apriete de los bulones sobre lados opuestos.

5 De acuerdo con la invención, varios bulones radiales dispuestos unos detrás de los otros en dirección axial presionan, respectivamente, un listón de retención común, que se extiende en dirección axial, desde el exterior contra la cabeza de arrollamiento. De esta manera, se consigue una distribución uniforme de la presión de los bulones apretados sobre la cabeza de arrollamiento, sin que deba elevarse esencialmente el número de los elementos empleados a través de arandelas separadas. Para mantener reducida también en este caso la resistencia al aire, los listones de retención presentan unos cantos longitudinales redondeados para la mejora de la aerodinámica.

10 Otra configuración de la invención se caracteriza por que para la fijación de los bulones en la periferia exterior de una prolongación axial del yugo del rotor, que se encuentra dentro de la cabeza de arrollamiento, están previstas unas escotaduras e forma de martillo, en las que están insertados en dirección axial unos contra listones provistos con taladros roscados para el enroscamiento de los bulones radiales, estando enroscados en este caso especialmente los bulones radiales, que pertenecen, respectivamente, a un listón de retención, en un contra listón común. De esta manera, no sólo se simplifica el montaje, sino que se mantiene pequeño también el número de los componentes.

15 Con preferencia, además, están previstos medios para la seguridad de los bulones radiales contra una rotación, presentando especialmente los bulones radiales en cada caso en el extremo inferior una escotadura con una superficie de apoyo rectangular, y estando asegurados los bulones radiales contra una rotación por medio de listones de seguridad, que están insertados axialmente en las escotaduras y se apoyan en las superficies de apoyo.

#### **Breve explicación de las figuras**

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de ejemplos de realización en conexión con el dibujo. En este caso:

25 La figura 1 muestra, vista en dirección radial desde el exterior, la cabeza de arrollamiento con un dispositivo de retención de acuerdo con un ejemplo de realización preferido de la invención.

La figura 2 muestra un fragmento ampliado de la figura 1 con las cabezas formadas aerodinámicamente de los bulones radiales.

La figura 3 muestra una vista en planta superior sobre la cabeza de arrollamiento de la figura 1.

30 La figura 4 muestra un fragmento ampliado de la figura 3 con los elementos de fijación y de seguridad para los bulones radiales; y

La figura 5 muestra en dos figuras parciales 5(a) y 5(b) dos vistas diferentes de un bulón radial, como se emplea en el dispositivo de retención de la figura 1.

#### **Modos de realización de la invención**

35 La solución propuesta se basa en la idea de reducir el número de piezas individuales del dispositivo de retención de la cabeza de arrollamiento y de asegurar al mismo tiempo todas las piezas mecánicamente contra un aflojamiento por vibraciones. De esta manera, se consigue una elevación esencial de la seguridad del sistema.

40 En la figura 1 se representa, visto en dirección axial desde el exterior, un fragmento de un rotor 10 de un hidrogenerador/motor grande con una cabeza de arrollamiento 11, que está equipada con un dispositivo de retención de acuerdo con un ejemplo de realización preferido de la invención. La estructura básica del rotor 10 se puede deducir a partir de la publicación citada al principio. El rotor 10 tiene un yugo de rotor cilíndrico 12 con ranuras de arrollamiento axiales 13 dispuestas distribuidas en la periferia exterior. En las ranuras de arrollamiento 13 están insertadas, respectivamente, unas barras de abollamiento 14, 15 (superpuestas por parejas, respectivamente) del arrollamiento del rotor. Los extremos del arrollamiento 16, 17, que salen axialmente desde el yugo del rotor 12, están acodados y están conectados eléctricamente entre sí, de acuerdo con un esquema de arrollamiento o bien de fases predeterminado, en los extremos por medio de ojales redondos 18. Los extremos de arrollamiento 16, 17 forman parte de la cabeza de arrollamiento 11.

50 Dentro de la cabeza de arrollamiento 11 se extiende en dirección axial una prolongación axial (cilíndrica) 21 del yugo del rotor 12, que se cierra en el lado frontal por medio de una placa de presión 29, en la que se apoyan una pluralidad de bulones de sujeción axiales 30, que retienen el paquete de chapas del yugo del rotor 12 en dirección axial. En la periferia exterior de la prolongación 21 están dispuestas unas detrás de las otras en dirección axial una pluralidad de pestañas de ruedas 34, en las que están previstas unas escotaduras 19 en forma de martillo, distribuidas de manera uniforme sobre la periferia, que sirven para la fijación del dispositivo de retención de acuerdo

con la invención para la cabeza de abollamiento 11. El dispositivo de retención comprende una pluralidad de bulones radiales 24.

5 Como se deduce a partir de las figuras 2 y 5, se utilizan bulones radiales 24, que presentan cabezas 25 conectadas fijamente con la caña 31. La unión fija de las cabezas 25 con los bulones 24 se realiza con preferencia por unión del material, por ejemplo por medio de forjado o soldadura. Así, por ejemplo, se utilizan especialmente bulones 24 con cabezas 25 forjadas o soldadas fijamente. Las cabezas 25 presentan dos flancos 26, 27 rectos opuestos, que sirven para el apriete de los bulones 24 con una llave de horquilla o similar. Además, en lugar de las arandelas rectangulares, se emplean listones de retención 23 que se extienden axialmente, que distribuyen las fuerzas de retención de los bulones 24 de una manera uniforme sobre el arrollamiento o bien la cabeza de arrollamiento 11.

10 Las cabezas de los tornillos 25 como también los listones de retención 23 se caracterizan, además, por su forma aerodinámica (cabezas redondas 25 y cantos redondeados de los listones de retención 23), lo que conduce en el funcionamiento a una reducción de las pérdidas de fricción.

15 Los bulones radiales 24 se extienden en dirección radial a través de la cabeza de arrollamiento 11 y son recibidos en las escotaduras 19 en forma de martillo en el yugo del rotor (21) ensanchado axialmente. Los bulones 24 son retenidos por medio de un listón opuesto 20 combinado con taladros roscados. De acuerdo con el listón de retención 23 sobre el lado delantero, el listón opuesto 20 se extiende sobre la longitud de la prolongación del yugo de rotor. Cada bulón 24 se puede enroscar de esta manera individualmente y se puede llevar a la tensión necesaria, Entre la cabeza de arrollamiento 11 y la prolongación 21 del yugo de rotor 12 están dispuestos adicionalmente todavía cuerpos distanciadores axiales 22, a través de los cuales se extienden los bulones 24.

20 Como se deduce a partir de la figura 5, los bulones 24 por lo demás redondos tienen en el extremo libre una escotadura 32 con una superficie de apoyo rectangular 33. Esto tiene el motivo siguiente: los bulones 24 son apretados por medio de herramientas adecuadas a la tensión necesaria, de manera que en la posición final los flancos rectos 26, 27 de las cabezas de los tornillos 25 están transversalmente al eje longitudinal de la máquina; como se representa en las figuras 1 y 2. En esta posición, la superficie de apoyo rectangular 33 de los extremos de los bulones 24 se extiende paralelamente a los flancos de las escotaduras 19 en forma de martillo. Tan pronto como ahora todos los bulones 24 de una serie (listón de retención 23) están colocados, se puede introducir un listón de seguridad 28 (figura 4) en la escotadura remanente. En este caso, el listón de seguridad 28 está dimensionado de tal forma que los bulones 24 no se pueden girar ya. Este principio permite de una manera sencilla el aseguramiento de todas las piezas del dispositivo de retención contra aflojamiento imprevisto e las piezas atornilladas. Por lo demás, también es posible asegurar de la misma manera los bulones 24 a ambos lados con un listón insertado, cuando los extremos de los bulones están provistos de manera correspondiente con dos superficies de apoyo paralelas. Por último, otra posibilidad de aseguramiento consistiría en proveer los bulones 24 en la parte trasera con ranuras, a través de las cuales se puede introducir un alambre metálico para la seguridad.

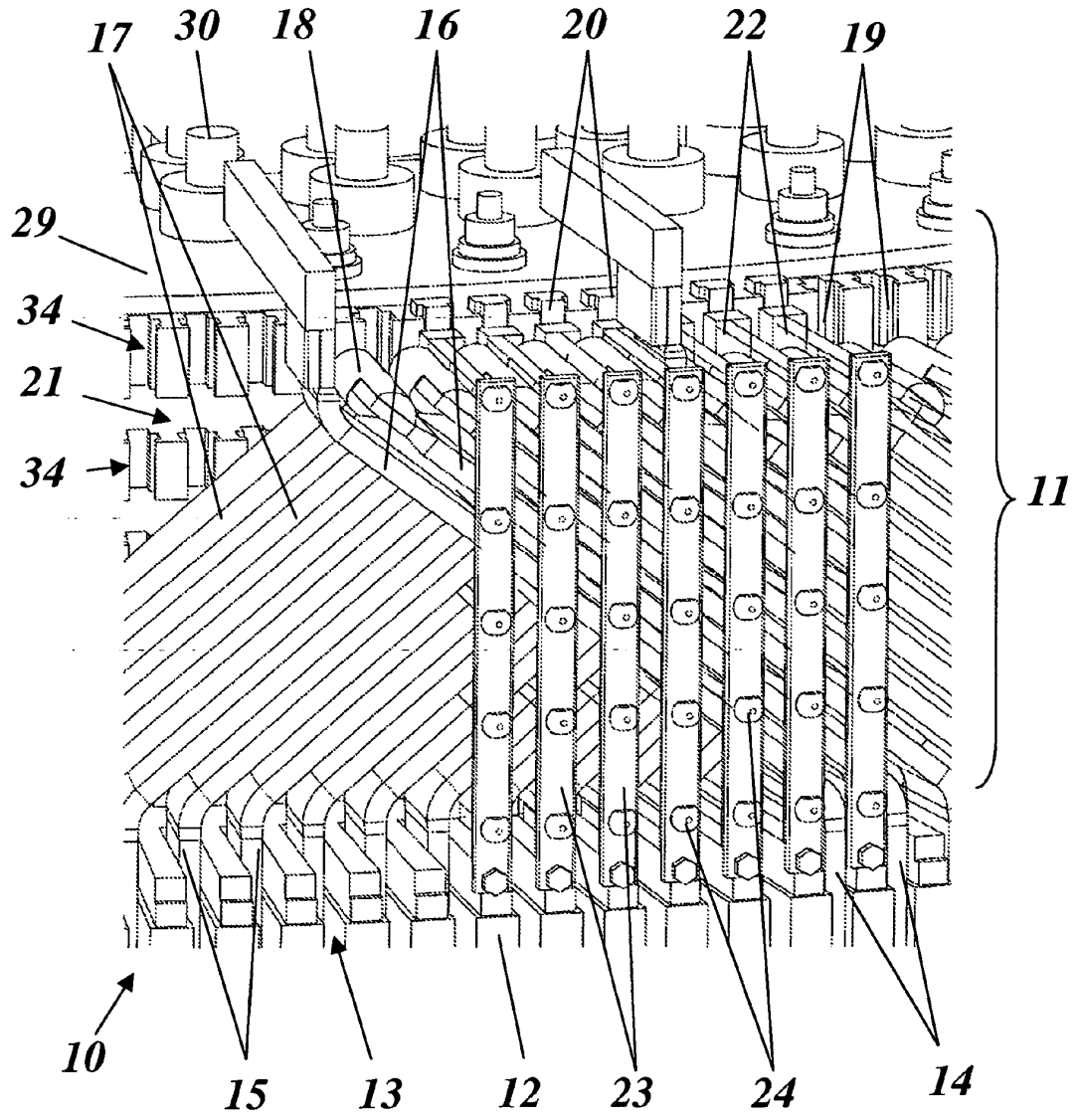
**Lista de signos de referencia**

- 35
- 10 Rotor
  - 11 Cabeza de arrollamiento
  - 12 Yugo de rotor
  - 13 Ranura de arrollamiento
  - 40 14, 15 Barra de abollamiento
  - 16, 17 Extremo de arrollamiento (acodado)
  - 18 Ojal redondo
  - 19 Escotadura
  - 20 Listón opuesto
  - 45 21 Prolongación (yugo del rotor)
  - 22 Cuerpo distanciador
  - 23 Listón de retención
  - 24 Bulón
  - 25 Cabeza (bulón)
  - 50 26, 27 Flanco
  - 28 Listón de seguridad
  - 29 Placa de presión
  - 30 Bulón de fijación
  - 31 Caña
  - 55 32 Escotadura
  - 33 Superficie de apoyo
  - 34 Corona de rueda

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Rotor (10) de una máquina eléctrica, en particular de un hidrogenerador, cuyo rotor (10) comprende un yugo de rotor (12) con ranuras de arrollamiento axiales (13) dispuestas distribuidas en la periferia exterior, en las que están insertadas unas barras de arrollamiento (14, 15) del arrollamiento de rotor, cuyos extremos de arrollamiento (16, 17) que sobresalen axialmente desde el yugo del rotor (12), forman una cabeza de arrollamiento (11), que es retenida contra fuerzas centrífugas incidentes por medio de un dispositivo de retención (19,...,28) que comprende una pluralidad de bulones radiales (24), en el que los bulones radiales (24) presentan cabezas (25) conectadas fijamente con la caña (31), caracterizado por que una pluralidad de bulones radiales (24) dispuestos unos detrás de los otros en dirección axial presionan, respectivamente, un listón de retención (23) común, que se extiende en dirección axial, desde el exterior contra la cabeza de arrollamiento (11).
- 10 2.- Rotor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que las cabezas (25) de los bulones radiales (24) están conectadas por unión del material con la caña (31).
- 3.- Rotor de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que las cabezas (25) de los bulones radiales (24) están soldadas con la caña (31).
- 15 4.- Rotor de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 ó 3, caracterizado por que las cabezas (25) de los bulones radiales (24) presentan una forma favorable aerodinámicamente.
- 5.- Rotor de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que las cabezas (25) de los bulones radiales (24) están redondeadas sobre el lado superior y presentan dos flancos rectos (26, 27) para el apriete de los bulones (24) sobre lados opuestos.
- 20 6.- Rotor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los listones de retención (23) presentan cantos longitudinales redondeados para la mejora de la aerodinámica.
- 7.- Rotor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que para la fijación de los bulones (24) están previstas unas escotaduras (19) en forma de martillo en la periferia exterior de una prolongación axial (21), que se encuentra dentro de la cabeza de arrollamiento (11), del yugo de rotor (12), en las cuales están insertados en dirección axial unos listones opuestos (20) provistos con taladros roscados para el enroscamiento de los bulones radiales (24).
- 25 8.- Rotor de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 7, caracterizado por que los bulones radiales (24), que pertenecen a un listón de retención (23) respectivo, están enroscados en un listón opuesto común (20).
- 9.- Rotor de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que están previstos medios (28, 32, 33) para el aseguramiento de los bulones radiales (24) contra una rotación.
- 30 10.- Rotor de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que los bulones radiales (24) presentan, respectivamente, en el extremo interior una escotadura (32) con una superficie de apoyo rectangular (33), y por que los bulones radiales (24) están asegurados contra una rotación por medio de listones de seguridad (28) insertados axialmente en las escotaduras (19) y que se apoyan en las superficies de apoyo (33).

35



*Fig.1*

