



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 930**

51 Int. Cl.:
H02K 3/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04255351 .1**

96 Fecha de presentación : **03.09.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1521348**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.04.2005**

54 Título: **Máquina eléctrica.**

30 Prioridad: **03.10.2003 GB 0323232**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

73 Titular/es: **ROLLS-ROYCE plc.**
65 Buckingham Gate
London, SW1E 6AT, GB

72 Inventor/es: **Mitcham, Alan John**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 312 930 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

Máquina eléctrica.

5 La presente invención se refiere a una máquina eléctrica y, más particularmente, a los conjuntos de anillo extremo para un generador de inducción eléctrica de alta velocidad.

10 Generalmente las máquinas de inducción eléctrica denominadas de jaula de ardilla se construyen con de núcleo de rotor en láminas, barras de rotor de cobre que se extienden a través de ese núcleo y anillos de cobre o de aleación de cobre. La figura 1 ilustra una construcción convencional de una máquina de inducción eléctrica de jaula de ardilla. En estas, las barras 1 del rotor se sitúan y fijan dentro de ranuras 2 en un núcleo 3 de rotor. Las barras 1 del rotor son usualmente barras de cobre rectangulares o estiradas en redondo. Las barras 1 del rotor están conectadas a un anillo extremo 4 que actúa para cortocircuitar las barras 1 del rotor en cada extremo del núcleo 3 de rotor. Como se puede ver, el rotor 3 está asegurado alrededor de un árbol 5, que gira en funcionamiento.

15 En aplicaciones de elevada velocidad, los anillos extremos 4 se fabrican generalmente de aleación de cobre de elevada resistencia o de cobre y cromo. Además, en adición al uso de aleación de cobre de alta resistencia, estos anillos extremos 4 se pueden reforzar más mediante zunchado en la forma de envueltas 6 de fibra de carbono.

20 Existen varias dificultades técnicas encontradas en el diseño de rotores de máquinas de inducción de alta velocidad que utilizan esta solución:

- a) La resistencia máxima de las aleaciones de cobre disponibles (hasta 250 MPa) es notablemente menor que la de materiales en láminas disponibles (hasta 700 MPa).
- 25 b) Las barras 1 del rotor están limitadas tanto por su montaje dentro de ranuras 2 en el núcleo 3 del rotor como por su unión a los anillos extremos 4. Por lo tanto, hay un problema potencial (significativo) con el crecimiento radial diferencial (térmico y centrífugo) entre los anillos extremos y el núcleo.
- 30 c) Cualquier sistema de zunchado tiene que ser pretensado para eliminar problemas debidos al crecimiento centrífugo y a la pérdida de equilibrio dinámico.
- d) Los coeficientes de dilatación térmica de los estratificados o conjuntos laminas de de acero y del material de los anillos extremos de cobre son discordantes en un factor de al menos 2. El coeficiente de dilatación térmica de la fibra de carbono (si se usa como zunchado) es sensiblemente menor que el del acero y el del cobre.

35 A la vista de los problemas de esta construcción de máquinas convencionales de inducción de alta velocidad, se ha propuesto una alternativa ilustrada en general en la figura 2. Este enfoque se describe en la patente de Estados Unidos número 5512792 y en la patente Europea número 0609645. En referencia a la figura 2, se verá que láminas radiales en la forma de un núcleo 23 de rotor están presentadas entre anillos extremos 24, extendiéndose barras 21 de rotor dentro de ranuras 22 entre los anillos extremos 24. El núcleo 23 y los anillos extremos 24 se sujetan conjuntamente usando placas extremas de acero y tirantes que pasan a través de las láminas del núcleo 23 y de los anillos extremos 24. Se observará que no existe árbol pasante a través del centro del núcleo 23 de rotor, en comparación con el árbol 5 de la figura 1. En lugar de un tal árbol, las placas extremas 25 están conformadas con muñones enterizos y forjados. Los anillos extremos 24, en tales circunstancias, han consistido previamente en discos de aleación de cobre. Estos discos son usualmente mecanizados a partir de placas de cobre. El esfuerzo máximo en los anillos extremos 24 está limitado por el hecho de que los anillos extremos no tienen un orificio central para un árbol sobre el que se haga girar el núcleo 23. En tales circunstancias, en ausencia de medios especiales en el sistema de sujeción del rotor, los anillos extremos 24 están sometidos a dilatación térmica, que es aproximadamente dos veces la de las láminas de acero del núcleo 23. Este aumento térmico diferencial importante puede, por lo tanto, estar presente en regiones extremas y existe, en consecuencia, la posibilidad de rotura de las barras 21 de rotor constreñidas. Además, la estabilidad a largo plazo y el equilibrio dinámico del rotor 23 se basan en la presión de sujeción continuada dentro del núcleo 23 de rotor. De ese modo, esta presión de sujeción debe ser mantenida en toda la vida útil del rotor en todo momento y a todas las velocidades del rotor. Se apreciará que esto es difícil de conseguir.

55 En la solicitud de patente alemana DE 27 21 211 A1 se describe una máquina eléctrica en la que las caras extremas de las barras de jaula se sitúan contra la cara extrema interior de un anillo de centrado macizo. Un anillo de cortocircuito en forma de L está dispuesto a medio camino a lo largo de las barras de jaula. La forma del anillo de cortocircuito y su posición a media distancia a lo largo de las barras de jaula asegura que se mantenga una cierta distancia desde el anillo de centrado para garantizar el enfriamiento efectivo.

60 De acuerdo con la presente invención, se proporciona una máquina eléctrica que comprende un núcleo de rotor de láminas asegurado sobre un árbol, teniendo la máquina eléctrica barras de rotor que se extienden a través del núcleo de láminas y de los anillos extremos dispuestos en cada extremo de núcleo de rotor de láminas, caracterizada porque cada anillo extremo tiene ranuras para recibir el extremo de las barras de rotor y una sección de sujeción, estando la sección de sujeción retenida entre un anillo de sujeción interior y un anillo de sujeción exterior, los cuales, en posición yuxtapuesta, forman una cavidad de sujeción para retener la sección de sujeción del anillo extremo, estando el anillo de sujeción exterior conectado a las barras del rotor a través del anillo extremo para conseguir integridad estructural.

ES 2 312 930 T3

También de acuerdo con la presente invención, se proporciona un conjunto de anillo extremo para una máquina eléctrica que tiene barras de rotor, comprendiendo el conjunto un anillo extremo con ranuras para barras de rotor y una sección de sujeción, caracterizado porque los extremos de las barras de rotor están aseguradas en las ranuras del anillo extremo y la sección de sujeción del anillo extremo está retenida entre un anillo de sujeción interior y un anillo de sujeción exterior, estando el anillo de sujeción exterior conectado a las barras del rotor a través del anillo extremo para proporcionar integridad estructural.

La sección de sujeción del anillo extremo puede ser agrandada y, en la realización preferida de la presente invención, la sección de sujeción y la cavidad tienen formas conjugadas de cola de milano.

Normalmente, las barras del rotor son huecas. Además, estas barras de rotor huecas pueden ser expandidas dentro de las ranuras del anillo extremo para su retención.

Normalmente, el anillo extremo está formado de cobre o de una aleación de cobre.

Típicamente, los anillos de sujeción están formados de un acero férreo.

Normalmente, el núcleo de rotor está asegurado sobre un árbol.

Generalmente, existe un ajuste de interferencia entre las barras del rotor y los anillos extremos. Además, existe un ajuste de interferencia entre los anillos de sujeción y el árbol.

Generalmente, el anillo de sujeción interior encierra las barras de rotor para reducir al mínimo la resistencia aerodinámica. Alternativamente, el espacio entre el anillo de sujeción interior y la barra de sujeción está relleno. Posiblemente, las ranuras de rotor están completamente cerradas con el fin de reducir más la resistencia aerodinámica del núcleo del rotor en la rotación.

También de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para formar una máquina eléctrica, que comprende:

- a) asegurar un primer anillo de sujeción interior a un extremo de un árbol;
- b) situar un núcleo de láminas sobre ese árbol contra el primer anillo de sujeción interior;
- c) asegurar un segundo anillo de sujeción interior al otro lado del núcleo de rotor sobre el árbol, con lo que el núcleo se pone bajo compresión axial a lo largo del árbol;
- d) situar barras de rotor en ranuras del núcleo del rotor;
- e) situar anillos extremos en apoyo a tope con el respectivo anillo de sujeción interior, con los extremos de las barras del rotor situadas en ranuras de cada anillo extremo respectivo;
- f) situar anillos de sujeción exteriores en una posición de yuxtaposición con un anillo extremo respectivo, con una sección de sujeción de cada anillo extremo sujeta entre el respectivo anillo de sujeción interior y un respectivo anillo de sujeción exterior; y
- g) unir eléctrica y mecánicamente los anillos extremos con las barras de rotor.

Las barras de rotor pueden ser unidas eléctrica y mecánicamente a los anillos extremos mediante soldadura fuerte, cobre soldadura o soldadura de estaño.

Posiblemente, cuando se usen barras de rotor huecas, esas barras de rotor son expandidas hidráulicamente para mejorar la retención de las barras de rotor en las ranuras del núcleo de rotor.

Típicamente, los anillos de sujeción interior y exterior se aseguran conjuntamente por medios apropiados. Normalmente, tales medios incluyen tornillos.

Una realización de la presente invención se describirá ahora a modo de ejemplo y con referencia a la figura 3 de los dibujos que se acompañan.

La figura 3 ilustra un conjunto 30 de núcleo de rotor de acuerdo con la presente invención. Un núcleo 33 de rotor, de láminas, está asegurado a un árbol pasante 35 con conjuntos de anillos extremos. Unas barras 31 de rotor se extienden a través de ranuras 32 en el núcleo 33. Estas barras 31 de rotor están aseguradas por cada extremo a anillos extremos 34. Típicamente, las barras 31 de rotor son barras de cobre estiradas huecas, mientras que los anillos extremos 34 están formados de una aleación de cobre. De acuerdo con la presente invención, estos anillos extremos 34 incluyen secciones de sujeción 36 que tienen una sección transversal en cola de milano. Como se apreciará, los anillos extremos 34 se extienden alrededor del árbol 35 y, según se ilustra, incluyen extremos de ranura, a los cuales se aseguran extremos de las barras 31 de rotor.

ES 2 312 930 T3

De acuerdo con la presente invención, las secciones de sujeción en la forma de secciones en cola de milano están sujetadas entre respectivos anillos de sujeción interiores 37 y anillos de sujeción exteriores 38. Estos anillos de sujeción 37, 38 incluyen secciones o cortes en V que, cuando existe asociación yuxtapuesta entre los anillos 37, 38, forman una cavidad con el fin de retener la sección de sujeción 36 de los anillos extremos 34.

5

El anillo de sujeción interior 37 se asegura sobre el árbol 35 mediante un procedimiento de ajuste de interferencia por contracción con el fin de proporcionar colocación axial y sujeción efectiva del anillo 37 en el árbol y por tanto del núcleo 33 alrededor del árbol 35.

10

Las barras 31 del rotor están situadas, como se indica, dentro de ranuras 32 alrededor de la circunferencia del núcleo 33. Una vez situadas dentro de las ranuras 32, los extremos de las barras 31 del rotor se unen a los anillos extremos 34 por medio de un método apropiado para asegurar la continuidad eléctrica entre esas barras y el anillo 34. Normalmente se unen mediante soldadura fuerte o cobre soldadura o soldadura con aleación de estaño y cobre.

15

Como se ha indicado anteriormente, el núcleo 33 de rotor está formado típicamente de láminas de acero, que están perforadas con el fin de proporcionar ranuras 32 de rotor totalmente cerradas. Mediante una tal disposición, la superficie exterior del núcleo 33 de rotor es lisa, lo que en la rotación proporciona pérdidas de resistencia aerodinámica inferiores en dicha rotación. Además, las ranuras totalmente cerradas 32 aumentan la resistencia mecánica y la integridad del núcleo 33 del rotor.

20

Las barras 31 del rotor son normalmente barras de cobre estiradas huecas. Mediante dilatación hidráulica apropiada, estas barras 31 pueden dilatarse gradualmente con el fin de mejorar más la retención eléctrica y mecánica de las barras 31 del rotor en las ranuras 32 del núcleo 33. La expansión hidráulica impide el movimiento térmico o mecánico entre las barras 31 y el núcleo 33, lo que puede causar, a través de ciclos funcionales, rozamiento de las superficies de acoplamiento mutuo entre estas barras 31 y las superficies de las ranuras 32. Cuando se usa expansión hidráulica, se apreciará que son preferibles barras redondas 31 y ranuras redondas 32, en comparación con otras secciones transversales de barras y ranuras.

25

Como una cuestión práctica, se apreciará que el área de la sección transversal de los anillos extremos 34 será elegida de tal manera que los anillos extremos 34 tengan una densidad de corriente eléctrica similar a la de las barras 31 de rotor aseguradas alrededor del núcleo 33.

30

Típicamente, se usa aleación de cobre con respecto a la formación de los anillos extremos 34. Normalmente, esta aleación de cobre es una aleación de cobre y cromo con un límite elástico del orden de 250 a 300 Newtons por milímetro cuadrado. Las tensiones de rotación presentadas a los anillos extremos 34 y a los anillos de sujeción 37, 38 se pueden estimar por análisis de elementos finitos bidimensionales simétricos con respecto al eje, para determinar las propiedades necesarias de materiales y la manera en que se forman estructuralmente los mejores componentes con el fin de que sean efectivos dentro de una máquina eléctrica funcional. Para obtener soporte apropiado dentro de una máquina eléctrica, típicamente el margen de crecimiento de cada anillo extremo 34 será determinado en términos de dilatación térmica y centrífuga, pero este crecimiento radial será dominado por la mayor resistencia mecánica de los anillos de sujeción 37, 38. En tales circunstancias, no ocurre crecimiento diferencial significativo entre los anillos extremos 34 y el núcleo 33 debido al efecto de anclaje de los anillos 37, 38. Además, las propiedades del cobre en las barras 31 del rotor, ya sean macizas o huecas, permitirán un cierto grado de flexibilidad.

35

40

El conjunto 30 de núcleo de rotor representado en la figura 3 gira a elevada velocidad en funcionamiento dentro de una máquina eléctrica. Por lo tanto, se han de considerar los problemas de resistencia aerodinámica en un diseño funcional. En tales circunstancias, la porción expuesta de las barras 31 del rotor entre los extremos 39 del núcleo y los anillos extremos 34 será apantallada generalmente con un relleno de plástico de baja densidad. Por ejemplo, este relleno puede ser un zunchado epoxídico reforzado con vidrio. La finalidad del apantallamiento es reducir las pérdidas aerodinámicas de del rotor. Alternativamente, el anillo de sujeción interior 37 puede estar configurado para extenderse radialmente a una superficie del perímetro circunferencial al ras con el núcleo 33 de rotor. Con el fin de conseguir esta relación al ras entre la superficie exterior del anillo de sujeción interno 37 y el núcleo 33, estos anillos 37 incluirán orificios de holgura para acomodar las barras 31 de rotor.

45

50

Para mejor comportamiento, los anillos de sujeción 37, 38 están hechos a partir de una aleación con resistividad eléctrica elevada. Tal resistividad eléctrica elevada reducirá al mínimo las pérdidas por corrientes de fuga o de Foucault en las regiones extremas del conjunto 30 de núcleo de rotor. Un ejemplo de un tal material de resistividad eléctrica elevada es un acero férrico con un coeficiente de dilatación térmica similar al del acero utilizado en las láminas del núcleo 33 del rotor. Una tal solución reduce al mínimo cualesquiera problemas potenciales de dilatación radial diferencial entre el núcleo 33 y los anillos de sujeción 37, 38. Se comprenderá que son evitadas diferencias de temperaturas entre los anillos de sujeción 37, 38 y el núcleo 33 por la proximidad relativamente pequeña de estos anillos 37, 38 al núcleo 33 del rotor.

55

60

La presente invención proporciona un conjunto de rotor de alta velocidad para generadores de inducción eléctrica en los que existe soporte adecuado para los anillos extremos 34 mientras se usan sólo materiales convencionales tales como aleación de cobre y cromo para los anillos extremos y aceros ferríticos para los anillos de sujeción 37, 38. En tales circunstancias, no se requieren materiales más caros para conseguir el rendimiento funcional deseado. Además, no es necesario reforzar el conjunto de anillo extremo con características adicionales tales como zunchado según

65

ES 2 312 930 T3

se muestra en la figura 1. La presente configuración del conjunto de núcleo de rotor puede ser acomodada dentro de un diseño convencional de rotor de árbol pasante sin modificación significativa. En tales circunstancias, puede ser posible mejorar generadores de inducción existentes con la presente invención. Se comprenderá también que la presente invención reduce al mínimo los problemas con respecto al crecimiento radial diferencial entre el núcleo 33, y los anillo 34, y los anillos de sujeción 37, 38 de tal manera que se reduzca la posibilidad de rotura de las barras 31 del rotor.

Se comprenderá que la fabricación de un conjunto de núcleo de rotor de acuerdo con la presente invención ha de ser relativamente sencillo para reducir costes de fabricación. De ese modo, de acuerdo con la presente invención, se utilizará una rutina similar a la esbozada a continuación. Se comprenderá que dentro de los pasos del proceso básico del método esbozado en lo que sigue, diferentes fabricantes pueden realizar más funciones adicionales que las requeridas por sus necesidades específicas.

Inicialmente, todos los componentes del presente conjunto de núcleo de rotor se fabricarán en términos de conformación y perforación de ranuras, etc. Como parte de este proceso de fabricación, se hará una determinación en cuanto a las propiedades del material necesario, requeridas por el generador operacional de inducción de alta velocidad que incorpora el núcleo del conjunto de rotor de acuerdo con la presente invención. Como primer paso de fabricación, se colocará un primer anillo de sujeción interior 37 en un extremo del árbol 35. El primer anillo de sujeción interior 37 será normalmente asegurado mediante un ajuste de interferencia en el lugar apropiado del árbol 35 de tal manera que exista una posición radial robusta del anillo de sujeción 37 sobre el árbol 35. Se apreciará que este primer anillo de sujeción 37 estabiliza esencialmente la posición del núcleo 33 del rotor sobre el árbol 35. De ese modo, el núcleo 33 del rotor se sitúa sobre el árbol 35 como el siguiente paso de fabricación del conjunto. Normalmente, existe un ligero ajuste de interferencia debido a la asociación de contracción por parte del núcleo 33 sobre el árbol 35 a través de una abertura central del núcleo 33. Tal posición de ligera interferencia asegurará un buen posicionamiento radial del núcleo 33 sobre el árbol 35 cuando se hace girar a plena velocidad en funcionamiento.

El siguiente paso de fabricación implica asegurar un segundo anillo de sujeción interior 37 en el otro extremo del núcleo 33. El segundo anillo de sujeción interior 37 se asegura al árbol 35 con un ajuste de interferencia de tal manera que el núcleo 33 esté bajo compresión axial.

Una vez que los anillos de sujeción interiores 37 están asegurados sobre el árbol 35 con el núcleo 33 del rotor bajo compresión axial, se insertan las barras 31 de rotor a través de las ranuras 32 del núcleo 33. Cuando los anillos de sujeción interiores 37 se extienden para estar al ras con el núcleo 33 con el fin de reducir los problemas de resistencia aerodinámica, entonces las barras 31 pasan también a través de aberturas en esos anillos de sujeción 37.

Una vez que las barras 31 del rotor están situadas dentro de las ranuras 32 del núcleo 33, se sitúan los anillos extremos 34 sobre los extremos de esas barras 31 en una posición apropiada. Esta posición está normalmente dictada por los extremos de sujeción 36 en cola de milano que se aplican en una parte de cavidad en rebajo del anillo de sujeción interior 37. Los anillos extremos 34 se sitúan a ambos lados del núcleo 33 y normalmente una porción de cada barra de rotor se extiende más allá de su ranura en el anillo extremo 34. Normalmente, los anillos extremos 34 son sujetados temporalmente al anillo de sujeción interior 37 para retenerlos en posición mientras las barra 31 del rotor son conectadas eléctricamente a los anillos extremos 34. Esta conexión eléctrica se realiza usualmente mediante una junta de soldadura fuerte, cobre soldadura o de soldadura de estaño y cobre. Alternativamente, existe un ajuste de interferencia entre las barras y los anillos extremos. El ajuste de interferencia puede ser conseguido dilatando hidráulicamente las barras del rotor o mediante recalado.

Como se ha indicado previamente, es preferible expandir hidráulicamente las barras 31 del rotor en las ranuras 32. Para ello, una manguera o tubo flexible se asegura temporalmente a uno o ambos extremos de las barras 31 para permitir la expansión hidráulica de cada barra 31 ya sea por turnos o colectivamente con el fin de conseguir un buen posicionamiento de las barras 31 dentro de las ranuras 32 del núcleo 33. Se comprenderá que con el fin de conseguir esta expansión hidráulica, las barras 31 deben ser huecas y un extremo estar taponado mientras el otro se conecta a la presión hidráulica, o se puede aplicar presión hidráulica a ambos extremos mediante acoplamientos apropiados.

Una vez que las barras 31 del rotor está aseguradas dentro de ranuras de los anillos extremos 34, se suprime cualquier exceso de longitud de las barras 31 que se extienda más allá de las ranuras 32 de los anillos 34. Además, cuando son huecas, estas barras 31 serán después taponadas en sus extremos con el fin de evitar problemas potenciales de resistencia aerodinámica con orificios abiertos.

Finalmente, se presentan ahora anillos de sujeción exteriores 38 a lo largo del árbol 35 y se aseguran en posición. Estos anillos de sujeción exteriores 38 incluyen un rebajo conjugado para sujetar una sección de sujeción 36 en cola de milano de los anillos extremos 34 en una cavidad formada entre los rebajos opuestos de los anillos de sujeción interiores 37 y los anillos de sujeción exteriores 38. Los anillos de sujeción exteriores 38 son entonces asegurados a los anillos de sujeción interiores 37. Típicamente, los anillos de sujeción 37 y 38 se aseguran mediante tornillos que se extienden entre ellos, pero se pueden utilizar disposiciones alternativas.

Las partes expuestas proporcionan maleabilidad de las barras 31 entre los extremos 39 del núcleo y los anillos extremos 34. La longitud de las partes expuestas de las barras 31 puede ser ajustada para proporcionar mayor maleabilidad, si fuera necesario.

ES 2 312 930 T3

5 Cuando sea necesario, se aplicará apropiadamente material de relleno de plástico de baja densidad particularmente alrededor de cualesquiera partes expuestas de las barras 31 entre los extremos 39 del núcleo 33 y los anillos extremos 34 con el fin de evitar problemas de resistencia aerodinámica. De este modo, se forma un conjunto 30 de núcleo de rotor que puede ser entonces usado como parte de un generador de inducción eléctrica de alta velocidad, con problemas reducidos con respecto a diferencias de crecimientos térmicos y centrífugos entre los diversos componentes del conjunto 30. Tales diferencias de crecimientos reducidas reducirán a su vez el fallo potencial por rotura de las barras 31 del rotor.

10 Se pueden aportar diversas modificaciones y variaciones alternativas. Así, en lugar de proporcionar secciones de sujeción en cola de milano, como se describe con respecto a la figura 3, se apreciará que se pueden usar otras secciones transversales bulbosas entre una sección de sujeción y la cavidad formada entre los anillos de sujeción interiores y exteriores. Así, la sección de sujeción puede ser de forma de campana o bulbosa o tener una sección transversal en forma de T. Además, en lugar de depender simplemente de un tornillo u otra asociación ente el anillo exterior 38 y el anillo interior 37, ese anillo exterior 38 puede ser también asegurado al árbol 35 por medio de un ajuste de interferencia, es decir por contracción del anillo de sujeción 38 sobre el árbol 35.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Un conjunto de anillo extremo para una máquina eléctrica que tiene barras (31) de rotor, comprendiendo el conjunto un anillo extremo (34) con ranuras para las barras (31) del rotor y una sección de sujeción (36), en el que los extremos de las barras (31) del rotor están aseguradas en las ranuras del anillo extremo (34) y la sección de sujeción (36) del anillo extremo (34) es retenida entre un anillo de sujeción interior (37) y un anillo de sujeción exterior (38), los cuales, en posición yuxtapuesta, forman una cavidad de sujeción para retener la sección de sujeción (36) del anillo extremo (34), estando el anillo de sujeción exterior (38) conectado a las barras (31) del rotor a través del anillo extremo (34) para obtener integridad estructural.

10 2. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la sección de sujeción (36) del anillo extremo (34) está ensanchada.

15 3. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque la sección de sujeción (36) y la cavidad de sujeción tienen formas conjugadas en cola de milano.

20 4. Un conjunto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** porque las barras (31) del rotor son huecas.

5 5. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque las barras huecas (31) del rotor están expandidas dentro de las ranuras del anillo extremo (34).

25 6. Un conjunto de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque el anillo extremo (34) está formado de cobre o de una aleación de cobre.

30 7. Un conjunto de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque los anillos de sujeción (37, 38) están formados de un acero ferrítico.

35 8. Un conjunto de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque el conjunto de anillo extremo está asegurado sobre un árbol (35).

40 9. Un conjunto de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque existe un ajuste de interferencia entre las barras (31) del rotor y el anillo extremo (34).

45 10. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque existe un ajuste de interferencia entre los anillos de sujeción (37, 38) y el árbol (35).

50 11. Un conjunto de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque el anillo de sujeción interior (37) encierra las barras (31) del rotor para reducir al mínimo la resistencia aerodinámica.

55 12. Un conjunto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque el espacio entre el anillo de sujeción interior (37) y las barras (31) del rotor está relleno para reducir al mínimo la resistencia aerodinámica.

60 13. Una máquina eléctrica que comprende un núcleo (33) de rotor de láminas asegurado a un árbol (35), teniendo la máquina eléctrica barras (31) de rotor que se extienden a través del núcleo (33) de rotor de láminas y conjuntos de anillos extremos (34) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada anillo extremo (34) tiene ranuras para recibir el extremo de las barras (31) de rotor y una sección de sujeción (36), estando la sección de sujeción (36) retenida entre un anillo de sujeción interior (37) y un anillo de sujeción exterior (38), los cuales, en posición yuxtapuesta, forman una cavidad de sujeción para retener la sección de sujeción (36) del anillo extremo (34), estando el anillo de sujeción exterior (38) conectado a las barras (31) del rotor a través del anillo extremo (34) para obtener integridad estructural.

65 14. Una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizada** porque cada conjunto de anillo extremo es según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12.

15. Un método de formar una máquina eléctrica, **caracterizado** porque comprende los pasos de:

- 70 a) asegurar un primer anillo de sujeción interior (37) a un extremo de un árbol (35);
- b) situar un núcleo (33) de láminas sobre ese árbol (35) contra el primer anillo de sujeción interior (37);
- c) asegurar un segundo anillo de sujeción interior (37) al otro lado del núcleo (33) de rotor sobre el árbol (35), con lo que el núcleo (33) se pone bajo compresión axial a lo largo del árbol (35);
- 65 d) situar barras (31) de rotor en ranuras (32) del núcleo (33) del rotor;

ES 2 312 930 T3

- e) situar anillos extremos (34) en apoyo a tope con el respectivo anillo de sujeción interior (37), con los extremos de las barras (31) del rotor situadas en ranuras de cada anillo extremo respectivo (34);
- 5 f) situar anillos extremos exteriores (38) en una posición yuxtapuesta con un respectivo anillo extremo (34), siendo una sección de sujeción (36) de cada anillo extremo (34) sujeta entre el respectivo anillo de sujeción interno (37) y el respectivo anillo de sujeción externo (38); y
- 10 g) unir eléctrica y mecánicamente los anillos extremos (34) con las barras (31) del rotor, de tal manera que el anillo de sujeción exterior (38) sea conectado a las barras (31) del rotor a través del anillo extremo para conseguir integridad estructural.

16. Un método de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado** porque las barras (31) del rotor se unen eléctrica y mecánicamente a los anillos extremos (34) mediante soldadura fuerte, cobre soldadura o soldadura de cobre y estaño.

15 17. Un método de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado** porque se usan barras huecas (31) de rotor, siendo las barras (31) del rotor expandidas hidráulicamente para mejorar la retención de las barras (31) del rotor en las ranuras del núcleo (33) del rotor.

20 18. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, **caracterizado** porque los anillos de sujeción interior (37) y exterior (38) se aseguran conjuntamente por medios apropiados.

25 19. Un método de acuerdo con la reivindicación 18, **caracterizado** porque los medios apropiados incluyen tornillos.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1.
(TÉCNICA ANTERIOR)

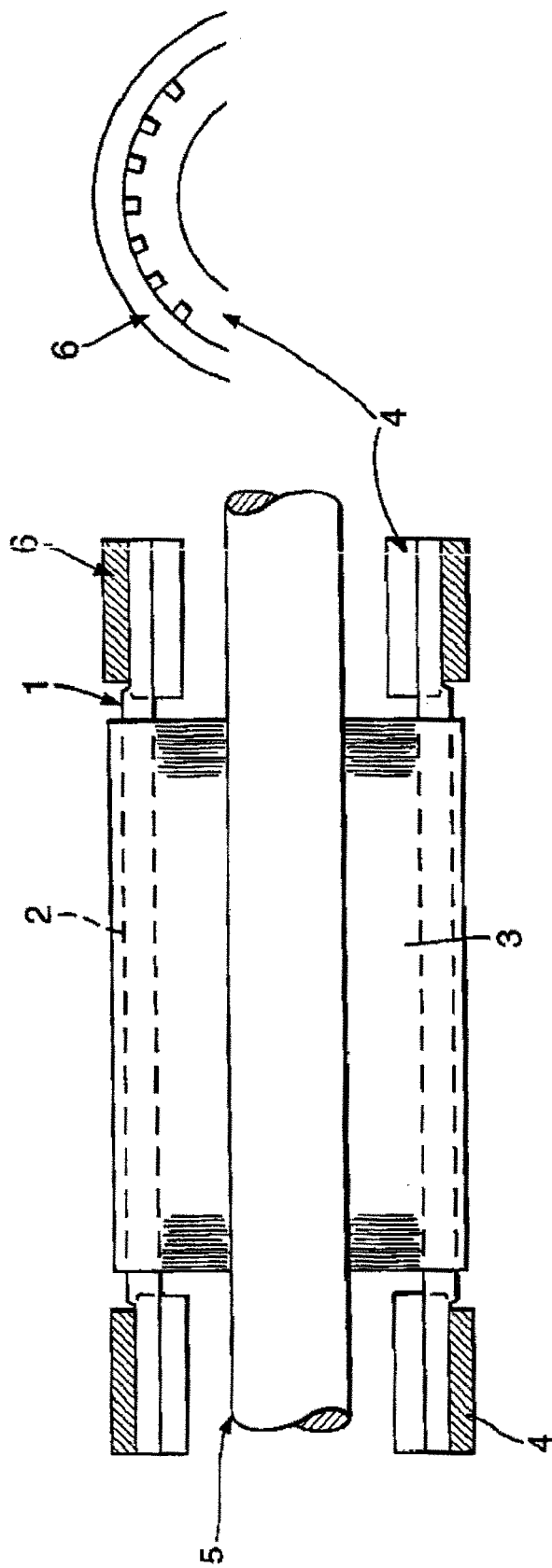


Fig.2.
(TÉCNICA ANTERIOR)

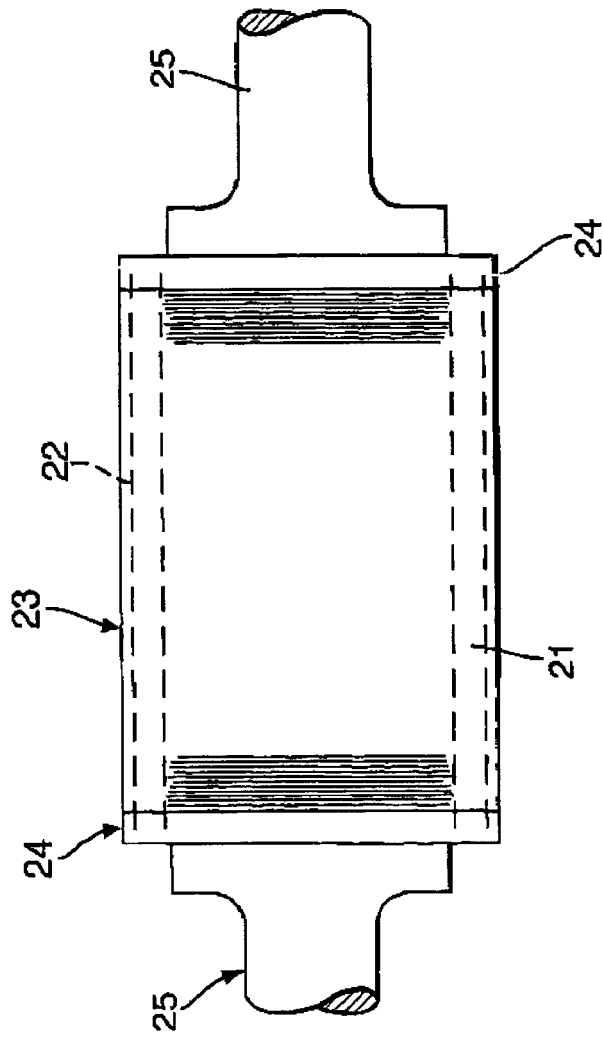


Fig.3.

