

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 943**

51 Int. Cl.:

H02K 3/18 (2006.01)

H02K 15/00 (2006.01)

H02K 3/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2002 E 02290951 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2012 EP 1251622**

54 Título: **Bobina para máquina eléctrica giratoria**

30 Prioridad:

17.04.2001 FR 0105188

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

12.03.2013

73 Titular/es:

**MOTEURS LEROY-SOMER (100.0%)
BOULEVARD MARCELLIN LEROY
16000 ANGOULÉME, FR**

72 Inventor/es:

**EYDELIE, ANDRÉ;
GILLES, CHRISTOPHE;
JADEAU, LAURENT;
AUGIER, PHILIPPE y
GUILLOT, JEAN-MARIE**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 397 943 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

Bobina para máquina eléctrica giratoria.

5 La presente invención se refiere a las máquinas giratorias eléctricas y, más particularmente, pero no exclusivamente, a los motores síncronos.

La invención tiene por objeto una nueva bobina utilizada para la construcción de una máquina giratoria eléctrica, destinada a ser colocada sobre un diente de un circuito magnético de estator.

10 La patente DE 700 420 se refiere a una bobina de este tipo.

Se conoce en particular a partir de la patente US nº 4.617.725 una máquina dinamoeléctrica que comprende unos bobinados formados por un conjunto de conductores paralelos arrollados simultáneamente alrededor del cuerpo magnético de un polo.

15 La nueva bobina según la invención se define en la reivindicación 1.

20 Gracias a la invención, el flujo magnético visto por cada una de las espiras, debido a las líneas de campo magnético a lo largo del diente, es sustancialmente el mismo y se reduce de esta manera la aparición de corrientes de circulación parásitas en la bobina, y por tanto las pérdidas por efecto Joule, en particular a las velocidades de rotación elevadas del rotor.

25 Además, la invención permite realizar un estator particularmente compacto, ya que presenta unas bobinas cuyas cabezas son cortas. Además, las espiras de la bobina pueden estar muy juntas, lo cual permite un buen llenado de las muescas del estator.

Los hilos utilizados son ventajosamente de sección circular, con el fin de facilitar la operación de arrollamiento, y de diámetro comprendido entre 0,3 y 2,5 mm.

30 El número de espiras es por ejemplo superior o igual a 10, y el número de hilos del haz está comprendido entre 3 y 20, por ejemplo. La sección interior de la bobina es por ejemplo superior o igual a algunos cm^2 , por ejemplo una decena de cm^2 .

35 En una forma de realización particular, la sección interior de la bobina es sustancialmente rectangular.

40 La sección interior de la bobina es más grande en un lado que en el otro, de manera que se permite su montaje sobre un diente que presenta un perfil complementario, con un cierto efecto de apriete. Este efecto de apriete es particularmente útil para contribuir a inmovilizar una bobina de sustitución preimpregnada, montada en el estator, sin que sea necesario proceder a una nueva impregnación de este último con una resina aislante. Por tanto, la bobina puede presentar una sección interior que presenta unas caras opuestas no paralelas que forman un ángulo, comprendiendo el estator dientes que presentan caras opuestas no paralelas que forman el mismo ángulo.

45 Los hilos del haz, pelados en sus extremos, están curvados ventajosamente para formar unos ganchos que permiten una conexión fácil a unos cables de llegada de la corriente. En una forma de realización particular, estos ganchos están dirigidos hacia un plano medio de la bobina, perpendicular al eje de arrollamiento.

50 La invención tiene asimismo por objeto una sucesión de bobinas que comprende por lo menos dos bobinas conectadas eléctricamente cada una por un extremo a un cable conductor eléctrico con funda, localmente pelado a nivel de la conexión con cada bobina.

La invención tiene asimismo por objeto un estator de máquina eléctrica giratoria que comprende varias bobinas tal como las definidas anteriormente, colocadas sobre los dientes del circuito magnético del estator.

55 En una forma de realización particular, las bobinas presentan una sección interior cuya dimensión en el lado grande es superior a la dimensión de los dientes, medida a lo largo del eje del estator, con el fin de disponer de un espacio suficiente para permitir el paso de un detector que permite suministrar una señal representativa de la rotación del rotor, comprendiendo este detector por ejemplo un sensor de efecto Hall.

60 La invención tiene asimismo por objeto un motor síncrono que comprende un estator que presenta unas bobinas tal como las definidas anteriormente.

65 La invención encuentra una aplicación ventajosa en las máquinas que comprenden un estator bobinado sobre dientes y un rotor con imanes permanentes con concentración de flujo. En un estator bobinado sobre dientes, cada diente sirve de núcleo para un arrollamiento. Además, el número de dientes n_{dientes} depende del número de pares de polos n_{pares} y del número de fases n_{fases} preferentemente según la fórmula $n_{\text{dientes}} = n_{\text{pares}} * n_{\text{fases}}$. La combinación de

un rotor con concentración de flujo y de un estator bobinado sobre dientes permite disponer de una máquina relativamente potente de poco volumen, lo cual permite en particular el montaje del motor en voladizo en el extremo de un árbol, provocando una disminución del número de arrollamientos. Además, el número de dientes y de bobinas puede ser relativamente bajo, lo cual facilita la fabricación y disminuye el precio de coste.

5 La invención tiene asimismo por objeto un procedimiento para reparar un estator de máquina eléctrica giratoria, que comprende unas bobinas tal como las definidas anteriormente, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- 10 - retirar la bobina defectuosa,
- sustituirla por una bobina preimpregnada,
- 15 - inmovilizar esta bobina sobre el diente correspondiente por efecto de cuña, gracias a una anchura no constante del diente.

Las características y ventajas de la presente invención se desprenderán tras la lectura de la siguiente descripción detallada, de ejemplos de realización no limitativos de la invención, y tras el examen del dibujo adjunto, formando este último parte integrante de la descripción, en el que:

- 20 - la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un motor síncrono según un ejemplo de realización de la invención,
- la figura 2 es una vista esquemática desde arriba según la flecha II de la figura 1,
- 25 - la figura 3 representa aisladamente, en perspectiva y de una manera esquemática, el estator,
- la figura 4 representa aisladamente, en perspectiva, un sector del circuito magnético del estator,
- 30 - la figura 5 ilustra el ensamblaje del sector de la figura 4 con un sector idéntico,
- la figura 6 representa aisladamente, en perspectiva, una bobina individual,
- la figura 7 es una sección según VII-VII de la figura 6,
- 35 - la figura 8 representa de manera esquemática una sucesión de bobinas utilizada para la fabricación del estator,
- la figura 9 ilustra de manera esquemática la colocación de las sucesiones de bobinas sobre el estator,
- 40 durante la fabricación del estator,
- la figura 10 es una vista análoga a la figura 9, muy esquemática y simplificada, habiendo sido colocadas todas las sucesiones, para ilustrar el trayecto circular de los cables de llegada de la corriente, y
- 45 - la figura 11 es un esquema que proporciona un ejemplo de conexión eléctrica de las bobinas entre sí.

En las figuras 1 y 2 se ha representado un motor síncrono 10 de acuerdo con la invención, que comprende un estator 100 y un rotor 200. El motor 10 es sin escobillas, con rotor con concentración de flujo y con estator bobinado sobre dientes, y funciona con corriente trifásica.

50 El estator 100 comprende un cárter 110 en acero, que presenta una aletalateral 111 para el paso en particular de los conductores eléctricos de alimentación de los arrollamientos del estator. El cárter está provisto, en el exterior, de patas 112 de fijación y de un gancho de elevación 113.

55 El estator 100 comprende un circuito magnético que comprende, en el ejemplo representado, una pluralidad de sectores 120 idénticos, uno de los cuales está representado aisladamente en perspectiva en la figura 4.

Cada sector 120 está constituido por un paquete de chapas magnéticas idénticas superpuestas y pinzadas entre sí de manera que constituyen un conjunto unitario, obteniéndose el pinzado según una técnica conocida en sí misma gracias a unas deformaciones puntuales de cada chapa en varios puntos de enganche 121. La utilización de un paquete de chapas magnéticas permite limitar las pérdidas por corrientes inducidas. Como variante, el circuito magnético del estator podría estar formado por la superposición de chapas, cada una de forma general anular, en las que se estarían recortados todos los dientes 130 del estator. También como variante, los sectores podrían comprender varios dientes cada uno. Dos sectores 120 forman, cuando están ensamblados, un diente 130 que sirve para el montaje de una bobina individual 340, tal como se puede observar en particular en la figura 3. El número de dientes n_{dientes} es en el ejemplo descrito igual a 12, estando el motor destinado a ser alimentado con corriente

trifásica y comprendiendo el rotor 8 polos. Evidentemente, el número de polos del rotor podría ser diferente, y en particular ser igual a 12 o 16 por ejemplo. El estator podría presentartambién, aunque esto adolezca de determinados inconvenientes tal como se ha explicado anteriormente, un número de dientes en el estator que no esté relacionado con el número de pares de polos n_{pares} del rotor y con el número de fases n_{fases} por la relación

$$n_{\text{dientes}} = n_{\text{pares}} * n_{\text{fases}}.$$

Cada sector 120 comprende en sus lados 123a y 123b destinados a cooperar con los sectores 120 adyacentes unos relieves respectivos 124a y 124b. Estos relieves 124a y 124b presentan unas formas complementarias, con un perfil generalmente triangular en vista desde arriba, uno en hueco y el otro en saliente, con dos lados sustancialmente rectilíneos unidos por una parte redondeada. La cooperación de los relieves 124a y 124b contribuye al correctoposicionamiento de los sectores 120 entre sí durante el ensamblaje del circuito magnético del estator. Cada sector 120 también comprende, en sus lados 123a y 123b, unas acanaladuras 125a y 125b respectivas, cada una de sección transversal semicircular, situadas en la proximidad de los relieves 124a y 124b, y que forman unos orificios 125 de sección circular cuando los sectores 120 están ensamblados. Estos orificios 125 sirven para el montaje de tres detectores 190, tal como se precisará a continuación.

Se observa en la figura 5 que el entrehierro E, en la interfaz entre dos sectores 120 adyacentes, pasa por el centro del diente 130 correspondiente, lo cual permite reducir las pérdidas magnéticas ya que el flujo magnético puede circular sin encontrarse con el entrehierro de un semidiente al semidiente adyacente de un mismo sector 120, durante el funcionamiento de la máquina.

El conjunto de los sectores 120 se inserta a presión en el cárter cilíndrico 110 y la cohesión del circuito magnético formado por el conjunto de los sectores 120 está garantizada por las fuerzas de compresión radiales ejercidas por el cárter 110 sobre los sectores 120.

Cada sector 120 define una muesca 140 cuyos lados opuestos 141a y 141b forman cada uno un ángulo i de más de 90° con las zonas adyacentes 142a y 142b del fondo de la muesca 140, a su vez perpendiculares a los radios que pasan por la línea de conexión del diente en cuestión con el fondo de la muesca. En el ejemplo de realización descrito, el ángulo i vale $90,4^\circ$, siendo este valor evidentemente sólo un ejemplo.

Los lados 123a y 123b de los sectores están generalmente alineados cada uno con un radio, excepto por los relieves 124a, 124b, 125a y 125b, y la anchura de cada diente 130 aumenta ligeramente, excepto por los recortes 144a o 144b realizados en la proximidad de su extremo libre 131 dirigido hacia el rotor, a medida que se aleja del rotor.

Se observará con el examen de la figura 5 que cada diente 130 no comprende, en la proximidad de su extremo libre 131, ninguna expansión polar, al contrario que un gran número de estatores conocidos que no son del tipo bobinado sobre dientes. El extremo libre 131 es una parte de cilindro de revolución, de igual eje que el eje de rotación del rotor, y cóncavo hacia el rotor.

En el ejemplo representado, las partes extremas 132a y 132b de cada diente 130, situadas entre su extremo libre 131 y los recortes 144a o 144b, están alineadas con los lados 141a y 141b, respectivamente.

El fondo de cada muesca comprende una zona media 142c que conecta las zonas 142a y 142b y perpendicular a un radio que corta la muesca 140 a la mitad de su anchura, representado en trazo discontinuo en la figura 5.

Tal como se ha mencionado anteriormente, cada diente 130 recibe una bobina individual 340, que ocupa en cada muesca 140 adyacente al diente 130 en cuestión, sustancialmente la mitad del volumen de esta muesca.

En la figura 6 se ha representado aisladamente una bobina individual 340. Ésta está formada por el arrollamiento alrededor de un eje geométrico de arrollamiento W de un haz 341 de hilos eléctricos esmaltados 342, siendo este haz sustancialmente plano en sección transversal, tal como se puede observar en la figura 7.

Cuando se observa el haz 341 en sección transversal a nivel de las espiras, su dimensión más grande está orientada de manera sustancialmente perpendicular al eje de arrollamiento W.

En el ejemplo considerado, el haz 341 comprende diez conductores individuales 342, cada uno de sección circular. El haz 341 forma una veintena de espiras 343 superpuestas. Los conductores 342 están aislados eléctricamente unos de otros a nivel de las espiras gracias a la utilización de hilo esmaltado. Los conductores 342 están pelados en sus extremos para formar unos extremos de conexión eléctrica 344a y 344b, curvados cada uno en forma de gancho hacia un plano medio de la bobina, perpendicular al eje de arrollamiento W. Estos ganchos, al final del proceso de fabricación de la bobina, están abiertos hacia el cuerpo de ésta.

En la figura 6 se observa que todos los conductores 342 del extremo 344a están curvados hacia arriba y después hacia el cuerpo de la bobina mientras que los hilos del extremo 344b están curvados hacia abajo y después hacia el cuerpo de la bobina. Los extremos 344a y 344b no sobresalen sustancialmente fuera del plano de las dos caras

extremas de la bobina. Las espiras que constituyen el cuerpo de la bobina se pueden mantener en estado superpuesto, antes de la impregnación por una resina, mediante unas bandas de tela adhesiva 345. Se introducen unos manguitos de funda aislante 346 sobre las partes del haz 341 que se extienden entre los extremos 344a y 344b y el cuerpo de la bobina.

5 La sección interior de la bobina 340 presenta una forma general rectangular, tal como se puede observar en la figura 8. Las bobinas 340 se bobinan sobre unas formas que comprenden dos caras grandes opuestas, planas, que forman entre sí el mismo ángulo que los lados 141a y 141b de un diente, de manera que la anchura de la sección interior de cada bobina varía sustancialmente de una cara de extremo a la cara opuesta. Se puede constatar intentando montar una bobina a la inversa sobre un diente 130 del estator 100.

15 Se puede observar en la figura 8 que las bobinas 340 están conectadas eléctricamente por un extremo de conexión eléctrica 344a o 344b a unos conductores eléctricos con funda 150, parcialmente pelados, antes de ser montadas sobre los dientes 130 del estator 100. Los ganchos formados por los extremos 344a y 344b están dispuestos de manera que se adapten sustancialmente al diámetro exterior de los conductores eléctricos 150 en las partes peladas 151. Estas partes peladas pueden estar formadas no solamente en los extremos de los conductores eléctricos 150 sino también entre estos últimos, mediante retirada a lo largo de una longitud limitada de la funda aislante de material de plástico.

20 En el ejemplo descrito, se forman unas sucesiones de dos bobinas 340 que se montan a continuación sobre los dientes 130 correspondientes, tal como se ilustra en la figura 9. Unas láminas 349 de aislante están interpuestas entre los dientes y el fondo de las muescas y las bobinas. Se pueden observar los extremos de estas láminas 349 en la figura 5.

25 Durante el montaje de las bobinas 340 sobre los dientes 130, se deslizan unos calzos de sujeción 160 en los recortes 144a, 144b para cerrar las muescas 140. Estos calzos 160 comprenden unos tabiques que se extienden entre las partes de las dos bobinas 340 alojadas en la muesca 140 en cuestión.

30 Una vez colocadas todas las bobinas 340, los cables 150 se extienden según unos trayectos sustancialmente circulares de un lado del circuito magnético del estator, retirado con respecto a los extremos libres 131 de los dientes, tal como se representa en la figura 10, estando estos cables unidos entre sí mediante unas abrazaderas, y se procede a la impregnación del estator con una resina aislante, de manera convencional. En la figura 11 se ha facilitado el esquema de conexión eléctrica de las doce bobinas 340.

35 Se comprende que la utilización de bobinas individuales 340 instaladas de la manera que se acaba de describir es particularmente ventajosa porque facilita enormemente la sustitución de las bobinas 340. En efecto, para sustituir una bobina 340 basta, con el rotor 200 retirado, con desoldar los extremos 344a y 344b de una bobina de las partes peladas 151 correspondientes, retirar los calzos 160 en cuestión y extraer la bobina 340. A continuación, se puede colocar una bobina 340 de sustitución, impregnada con resina, siendo introducida sobre el diente 130 anteriormente liberado, y después soldar sus extremos 344a y 344b sobre las partes peladas 151. La reparación se puede realizar en el sitio, sin tener que enviar la máquina al fabricante y sin tener que proceder a una nueva impregnación del estator, lo cual permite acortar el tiempo de reparación. La convergencia de los lados 141a y 141b del diente 130 hacia el rotor y la forma correspondiente de la sección interior de la bobina contribuyen a su inmovilización sobre el diente 130. El motor 10 se puede suministrar ventajosamente con una o varias bobinas 340 de sustitución preimpregnadas.

El rotor 200 es con concentración de flujo y comprende ocho imanes 270, que se extienden radialmente, dispuestos entre unas piezas polares 230. Estos imanes 270 son de imantación transversal.

50 Unos flancos extremos están fijados al árbol del rotor a uno y otro lado de éste, para bloquear axialmente las piezas polares 230 y los imanes 270. Estos flancos definen un nivel de la máquina. El rotor 200 puede comprender varios niveles separados por unos flancos intermedios y el número de imanes 270 por nivel puede estar comprendido por ejemplo entre 4 y 64, pudiendo ser igual a 8 como en el ejemplo representado para un motor de 8 polos. Cuando se utilizan varios niveles y están separados por unos flancos intermedios, el número de flancos será preferentemente igual al número de las etapas más uno.

Los flancos mencionados anteriormente pueden estar realizados por ejemplo en aluminio o en acero amagnético. Se realizan unos taladros roscados 500 en los flancos en su periferia para permitir la fijación de tornillos de equilibrado.

60 Tal como se puede observar en la figura 2 en particular, uno de los flancos presenta un borde radialmente exterior circular, situado retirado con respecto al borde radialmente exterior de las piezas polares 230 y del borde radialmente exterior de los imanes 270.

65 Por tanto se dispone una zona anular A alrededor del flanco, que permite la lectura del campo magnético de los imanes 270 del rotor por medio de detectores 190 que se pueden apreciar en la figura 2.

5 Los detectores 190 están, en el ejemplo de realización descrito, en un número de tres, siendo el motor trifásico, y comprenden cada uno un sensor de efecto Hall dispuesto para detectar el campo magnético por encima de la zona periférica A del rotor 200, alrededor de un flanco extremo. La lectura del campo magnético se realiza según un eje paralelo al eje de rotación del rotor, recubriendo el sensor de efecto Hall la zona periférica A. Los detectores 190 están montados, en el ejemplo ilustrado, sobre tres dientes consecutivos 130 situados en la proximidad de la aleta 111.

10 Cada detector 190 está fijado por un tornillo 191 sobre un diente 130 del estator, estando este tornillo 191 introducido en un orificio 125. Cada detector 190 se extiende según el eje radial Z_u , Z_v o Z_w del diente asociado y atraviesa la bobina 340 introducida sobre este diente. Las bobinas 340 presentan para ello una sección interior cuya longitud es suficientemente grande para permitir el paso del detector 190. El espacio dispuesto entre una bobina y el diente correspondiente para el paso del detector puede ser del orden de 5 mm, por ejemplo, permitiendo un espacio de este tipo aislar la bobina y el diente allí donde no hay aislante 349.

15 La lectura directa del campo magnético de los imanes 270 permanentes es ventajosa porque permite evitar tener que aplicar al rotor unos elementos específicos que sirven únicamente para la lectura de la posición angular del rotor. La fabricación del rotor se encuentra simplificada y la fiabilidad reforzada. Además, el montaje de los detectores 190 en el espacio comprendido entre las bobinas 340 y los dientes 130 resulta particularmente compacto, permitiendo al mismo tiempo un acceso fácil a los detectores 190 con el fin de sustituirlos si es necesario.

20 Cada detector 190 está colocado en el interior de una bobina 340 de fase dada, estando los tres detectores 190 asociados a unas bobinas de fases diferentes, dispuestas sobre unos dientes de ejes radiales Z_u , Z_v y Z_w tal como se puede observar en la figura 2. Cada detector 190 permite detectar qué polaridad del rotor está situada enfrente de la bobina asociada (y por tanto de la fase en cuestión) en un instante dado. Cada detector 190 comprende un circuito electrónico de conformado de las señales suministradas por el sensor de efecto Hall, con el fin de reducir la sensibilidad a las corrientes parásitas. Según la posición del rotor, hay seis posibilidades de combinación de las diferentes señales suministradas por los detectores 190. Cada cambio de triplete constituido por los estados de las señales suministradas por los detectores 190 corresponde a una posición angular determinada del rotor. Se puede conocer así en unos instantes precisos la posición angular del rotor, y calcular mediante interpolación la posición del rotor entre estos instantes, conociendo su velocidad. Por tanto, la excitación de los bobinados 340 se puede realizar así de manera óptima, con el desfase deseado.

35 El rotor 200 comprende, en por lo menos uno de los flancos extremos, unas aletas 291 de refrigeración, visibles en la figura 1 en particular. Se observará que se obtiene una acción de refrigeración complementaria gracias a la presencia de lóbulos 235 formados por las piezas polares 230 en la periferia del rotor, que permiten generar una corriente de aire de refrigeración en el propio núcleo del motor y reducir las ondulaciones de par.

40 La invención permite fabricar unas máquinas giratorias eléctricas a partir de una gama de circuitos magnéticos de estatores y de rotores prefabricados, de diferentes diámetros, presentando los estatores unos dientes convencionales. Se elegirán las dimensiones axiales de los circuitos magnéticos del rotor y del estator en función de la potencia a proporcionar, apilando un número mayor o menor de sectores y de piezas polares. Sólo las bobinas se podrán fabricar a medida para un circuito magnético de estator realizado a partir de elementos prefabricados, determinando el número de espiras de la bobina, el diámetro de los hilos conductores del haz plano y el número de estos hilos, en función de las prestaciones solicitadas por el usuario de la máquina.

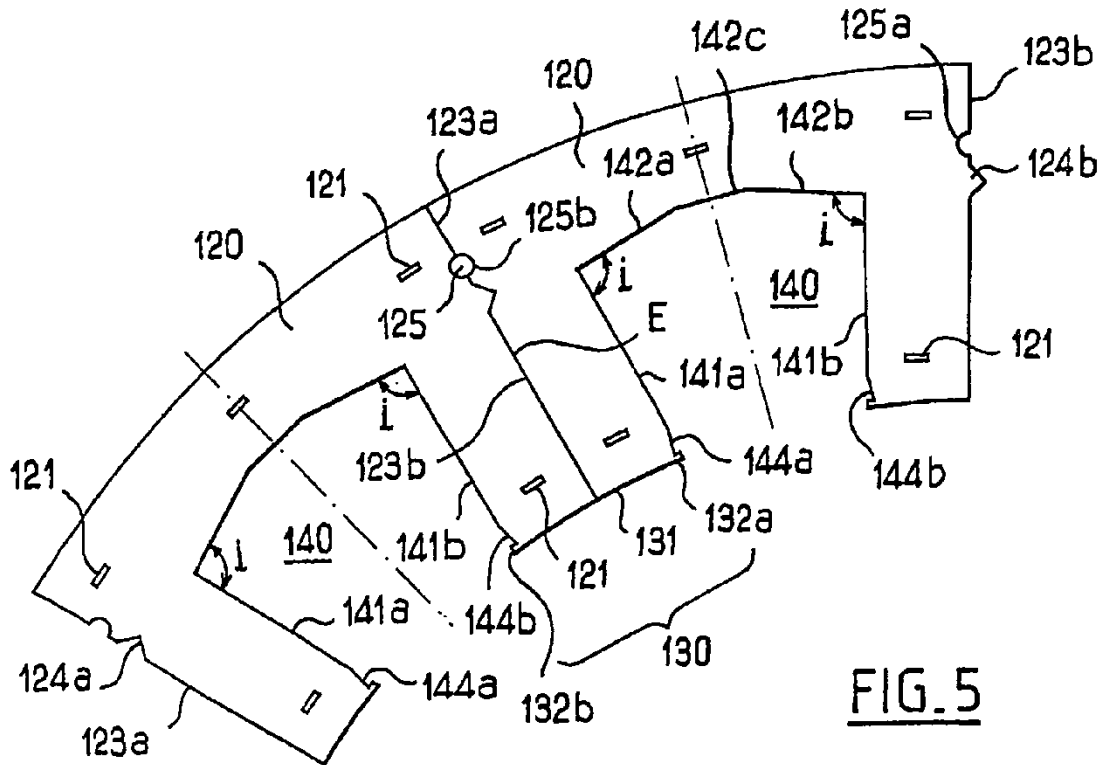
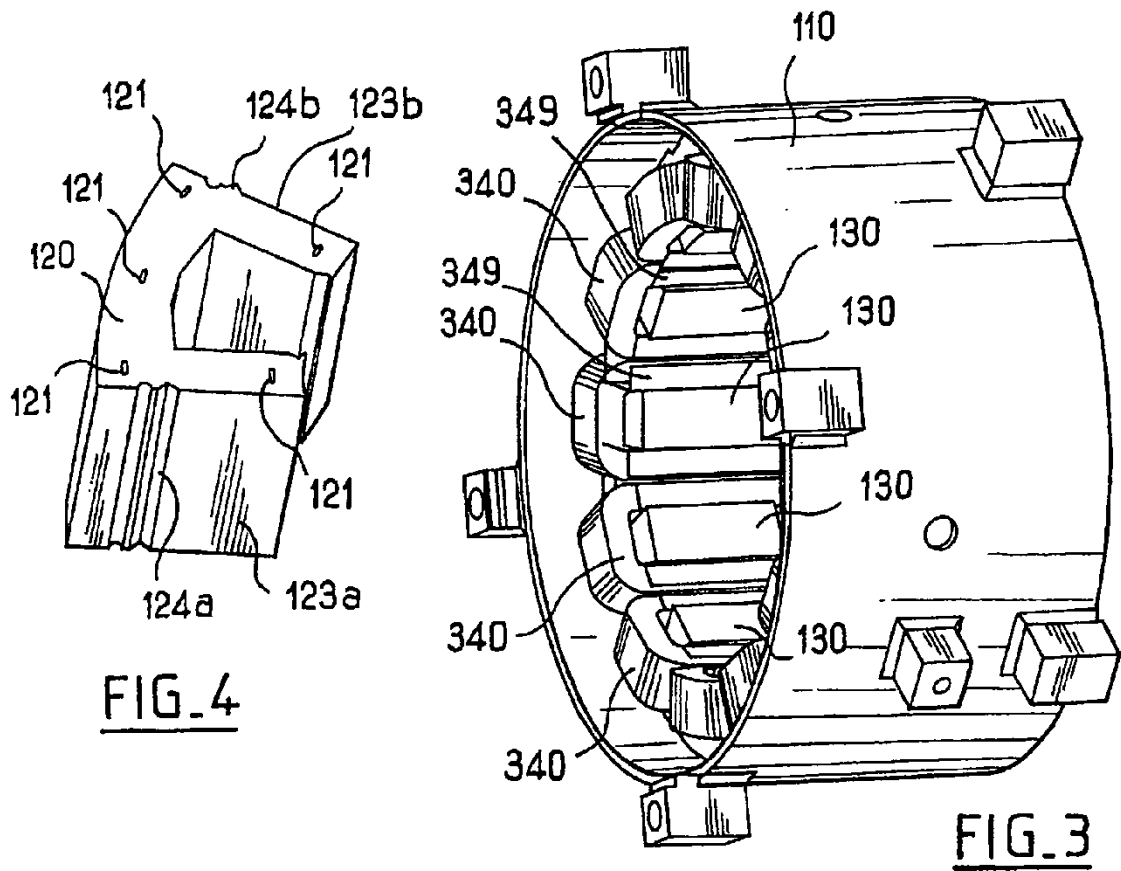
45 La invención no está limitada a un motor síncrono y se aplica asimismo a la fabricación de una generadora. El rotor puede ser interior o exterior.

50 La potencia eléctrica de la máquina puede estar comprendida por ejemplo entre 1 y 750 kW. La velocidad de rotación del rotor puede estar comprendida por ejemplo entre 1000 y 10000 rpm. Una máquina de acuerdo con la invención también puede encontrar aplicaciones cuando la velocidad es inferior a 1000 rpm. El diámetro exterior de la máquina puede estar comprendido por ejemplo entre 50 mm y 1 m; en las aplicaciones más habituales, el diámetro exterior podrá estar comprendido entre 100 y 600 mm.

55 La invención no está limitada a un número de polos particulares ni a la alimentación del estator con corriente trifásica. La corriente puede ser polifásica con n_{fases} fases, siendo n diferente de tres.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Bobina (340) para máquina eléctrica giratoria, que comprende un haz (341) de hilos (342) aislados, sustancialmente plano, arrollado alrededor de un eje de arrollamiento (W) para formar una pluralidad de espiras superpuestas, presentando la sección transversal del haz, a nivel de las espiras superpuestas, una dimensión grande orientada de manera sustancialmente perpendicular al eje de arrollamiento (W) de la bobina, caracterizada porque la sección interior de la bobina es más anchapor un lado que por el otro, presentando la sección interior unas caras opuestas no paralelas.
- 10 2. Bobina según la reivindicación anterior, caracterizada porque los hilos (342) son de sección circular.
3. Bobina según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los hilos están esmaltados.
- 15 4. Bobina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el diámetro de los hilos está comprendido entre 0,3 y 2,5 mm.
5. Bobina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque su sección interior es sustancialmente rectangular.
- 20 6. Bobina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los hilos (342) del haz (341) están pelados en sus extremos (344a, 344b) y curvados para formar unos ganchos.
7. Bobina según la reivindicación anterior, caracterizada porque los ganchos (344a, 344b) están dirigidos hacia un plano medio de la bobina, perpendicular al eje de arrollamiento (W).
- 25 8. Bobina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque está conectada a un cable eléctrico con funda (150), parcialmente pelado a nivel de la conexión (151) con la bobina.
- 30 9. Sucesión de bobinas, que comprende por lo menos dos bobinas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, conectadas eléctricamente cada una por un extremo (344a, 344b) a un cable conductor eléctrico con funda (150), localmente pelado a nivel de la conexión (151) con cada bobina.
- 35 10. Estator de máquina eléctrica giratoria, que comprende varias bobinas (340) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, introducidas cada una sobre un diente (130) de un circuito magnético del estator.
- 40 11. Estator según la reivindicación anterior, caracterizado porquelas bobinas (340) presentan una sección interior cuya dimensión del lado grande es superior a la dimensión de los dientes, medida a lo largo del eje del estator, con el fin de disponer de un espacio suficiente para permitir el paso de un detector (190) que permite suministrar una señal representativa de la rotación del rotor.
- 45 12. Estator según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque cada una delas bobinas (340) presentan una sección interior que presenta unas caras opuestas no paralelas que forman un ángulo, y porqueel estator comprende unos dientes (130) que presentan unas caras opuestas no paralelas que forman el mismo ángulo.
- 50 13. Procedimiento para reparar un estator de máquina eléctrica giratoria, que comprende unas bobinas tales como las definidas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
- retirar la bobina defectuosa,
 - sustituirla por una bobina preimpregnada,
 - inmovilizar esta bobina sobre el diente correspondiente por efecto de cuña, gracias a una anchura no constante del diente.



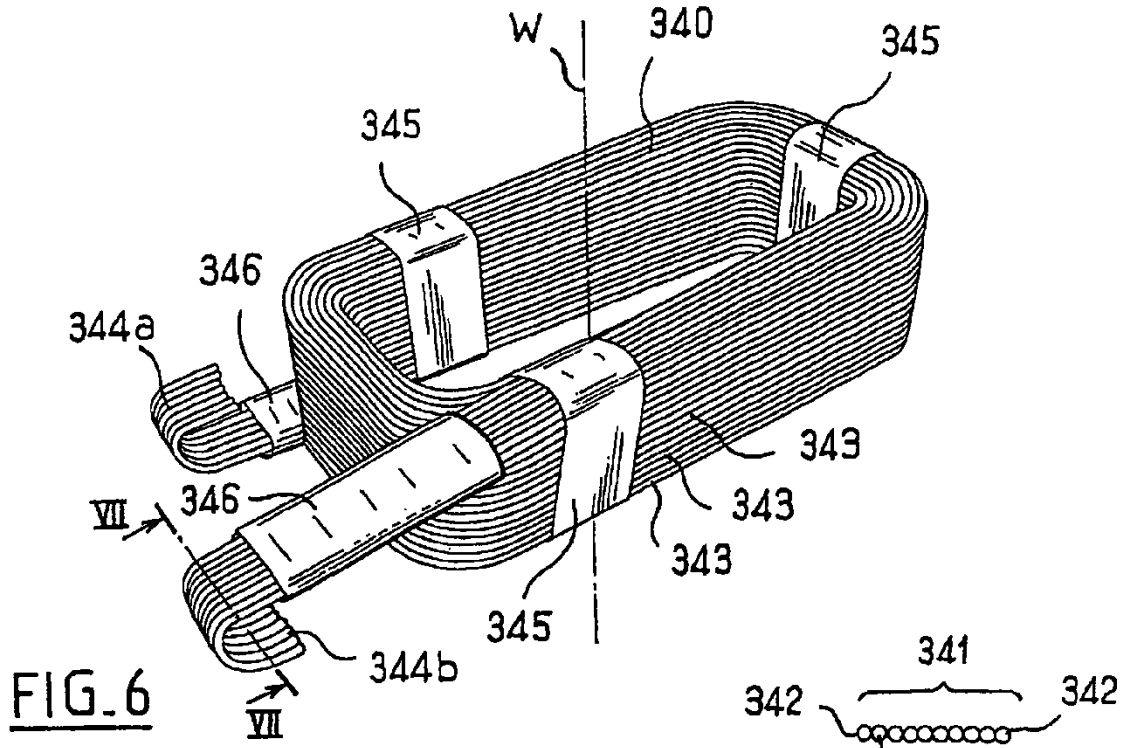


FIG. 6

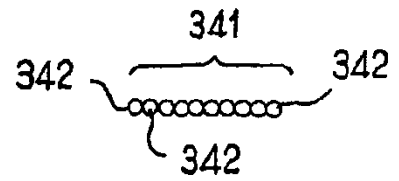


FIG. 7

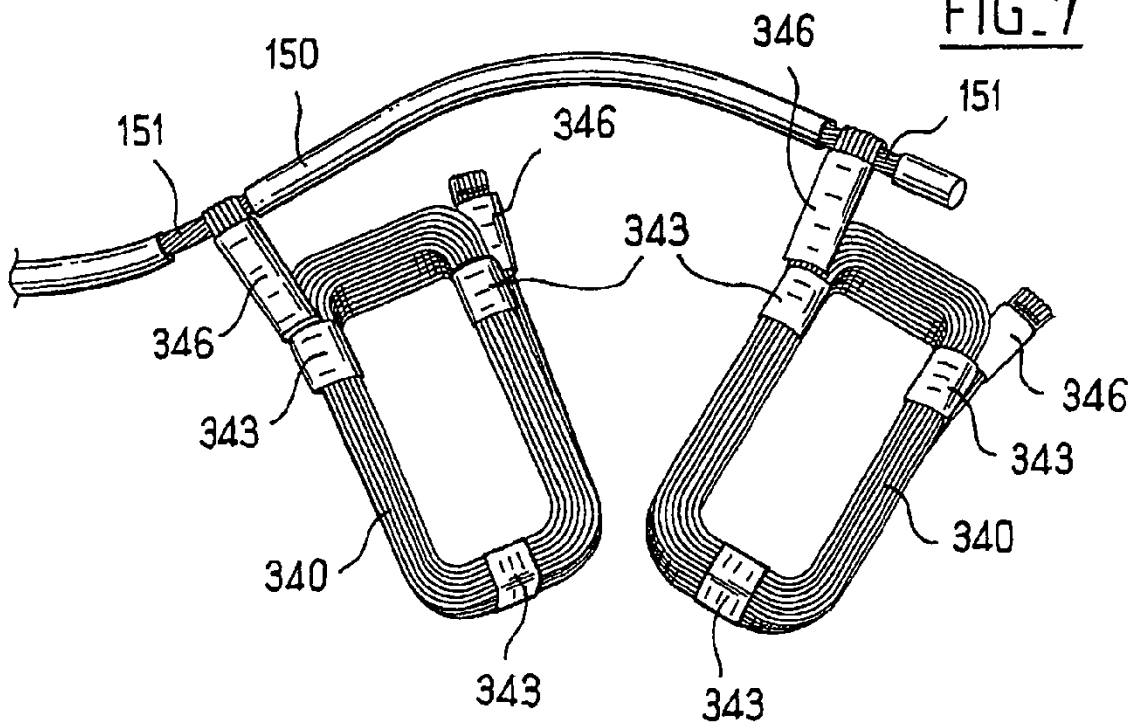


FIG. 8

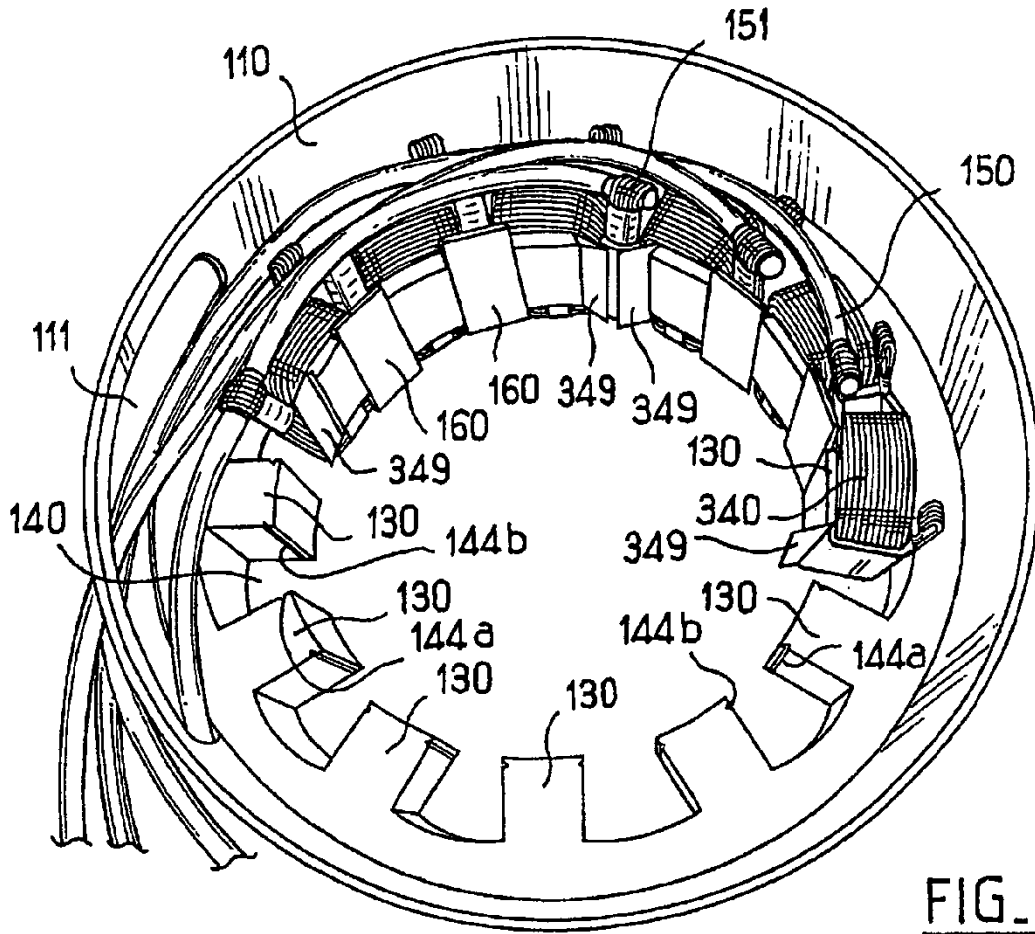


FIG. 9

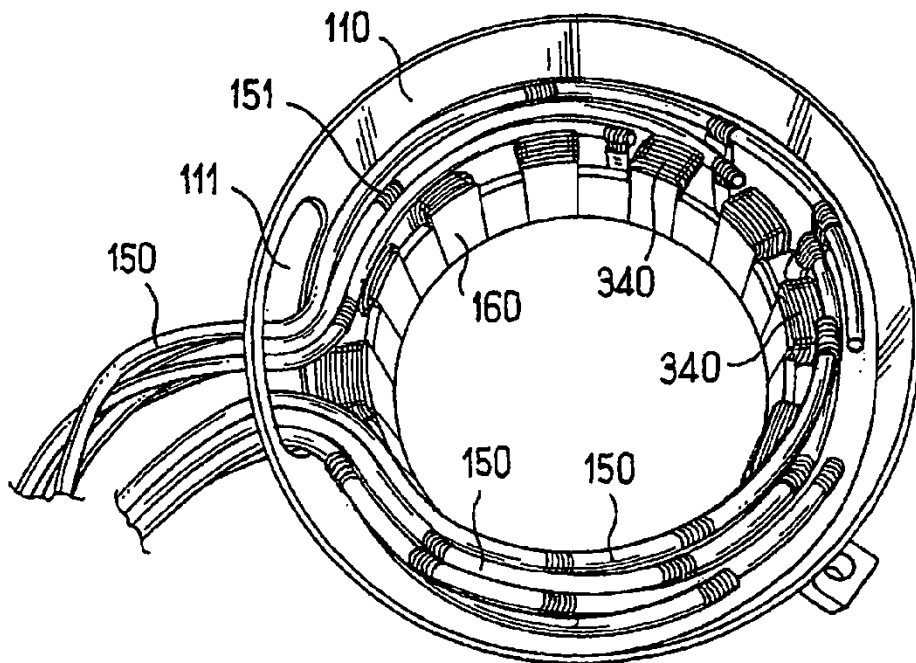


FIG. 10

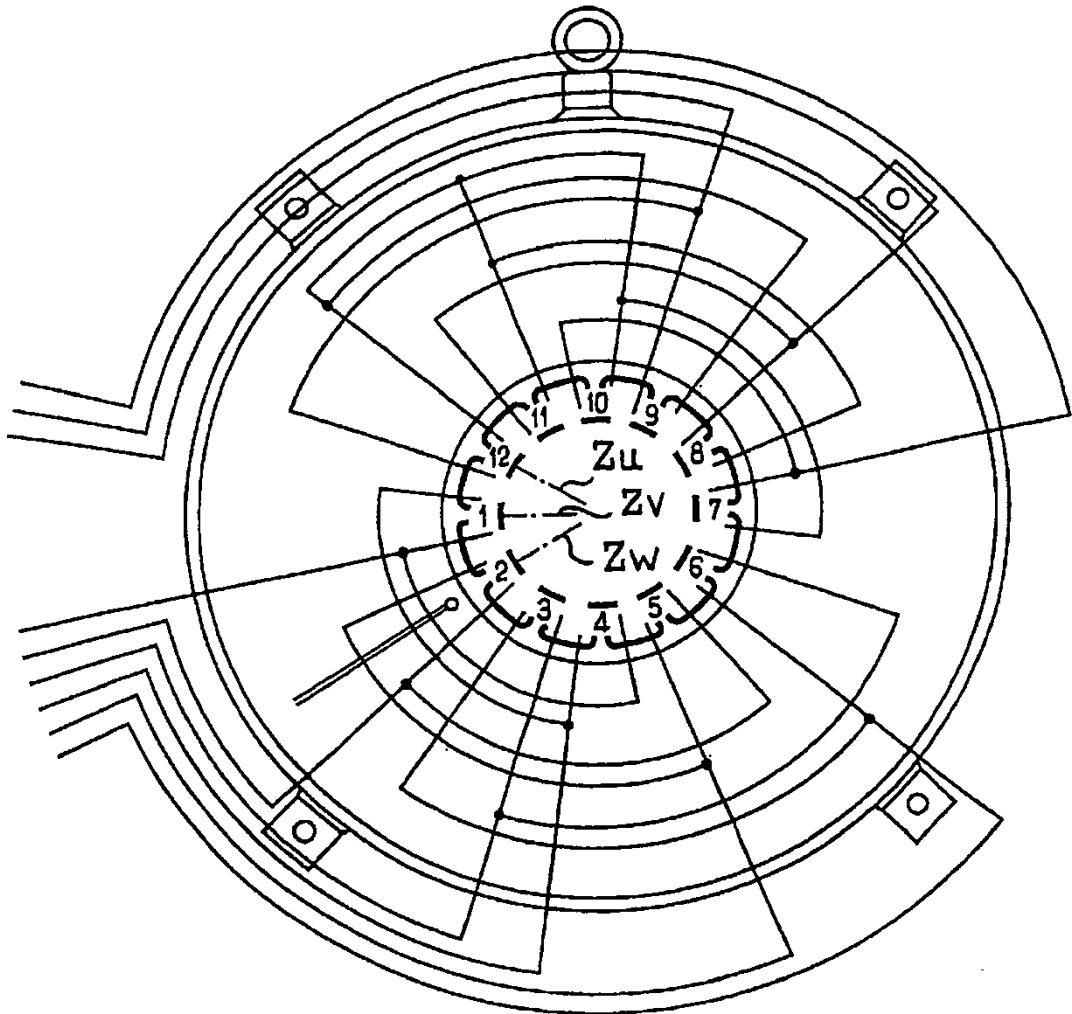


FIG. 11