

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 276**

51 Int. Cl.:

**H02K 15/04** (2006.01)

**H02K 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.04.2009 PCT/EP2009/002787**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.08.2010 WO10085986**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2009 E 09776539 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019 EP 2266192**

54 Título: **Estátor o rotor para máquinas eléctricas y método para su fabricación**

30 Prioridad:

**17.04.2008 DE 102008019479**

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

**20.07.2020**

73 Titular/es:

**ELMOTEC STATOMAT VERTRIEBS GMBH  
(100.0%)  
Max-Planck-Strasse 22-24  
61184 Karben, DE**

72 Inventor/es:

**SADIKU, SADIK y  
WITWER, KEITH, A.**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 774 276 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

Estátor o rotor para máquinas eléctricas y método para su fabricación

5 La invención se refiere a un método de fabricación de un estátor o rotor para máquinas eléctricas con un devanado ondulado distribuido, cuyos alambres se forman continuamente de forma ondulada en barras introducidas en las ranuras del estátor o rotor y en cabezas de devanado que sobresalen sobre una cara frontal del estátor o rotor y que conectan respectivamente barras adyacentes de un alambre, en donde las cabezas de devanado de dos alambres que tienen dos barras adyacentes asociadas, que se encuentran en las mismas ranuras, sobresalen en los extremos opuestos de las ranuras más allá de las superficies de los extremos del estátor o del rotor.

10 Por otra parte, la innovación se refiere a un estátor o rotor cilíndrico de una máquina eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 7.

15 La invención se basa en el método descrito en US 2006/0022547 A1 y el estátor o rotor fabricado según este método. Este prevé que un devanado ondulado distribuido de dos grupos o hebras enrollados en sí mismos se componga de alambres de devanado rectangulares, en donde cada hebra se produce por bobinado en una plantilla plana y en forma de tira, cruzamiento de los alambres en la zona de cabeza de devanado y aplanamiento posterior. Ambas mitades de devanado de una capa aplanadas se encuentran al final en las ranuras del estátor o del rotor en cada posición en un determinado plano, por lo que no están entrelazadas. Cada uno de los alambres de devanado asociado por pares, situado en las mismas ranuras de devanado del alambre de las dos hebras, están conectados entre sí solamente por soldadura en un extremo. Aunque una capa formada de dos mitades de devanado superpuestas debería tener el espesor de dos veces el espesor del alambre, en ciertos puntos se cruzan tres alambres tan estrechamente espaciados que se produce una cierta falta de uniformidad en el espesor, que aumenta en varias capas.

25 En US 6750581 B2, US 6759779 B2, US 6826823 B2 y US 6862797 B2 se describen devanados ondulados en los que los alambres de devanado se entrelazan entre sí. No se especifica un método de fabricación. Si, como se suele pretender, el devanado ondulado prefabricado se extiende varias veces alrededor de la circunferencia de un estátor o rotor, que tiene que formar 25 o más capas, debe trabajarse la irregularidad en la hebra de devanado en las posiciones en las que se encuentre la transición de una capa a la siguiente, de modo que una fabricación mecanizada es difícil.

US 6.759.779 B2 describe un motor de arranque para un vehículo de motor con un devanado de alambre continuo, en donde el alambre tiene una sección transversal rectangular.

EP 1 179 880 A2 describe un estátor, en donde un devanado introducido en el estátor se separa y vuelve a conectarse.

30 US 2007/0 200 449 A1 describe un devanado de un estátor que se introduce según la técnica de la horquilla en el estátor, en donde los elementos individuales del devanado se conectan entre sí después de la introducción.

35 De EP 1 469 579 A1 también se conoce la fabricación de un devanado ondulado distribuido para un estátor o rotor, en el que todos los alambres de devanado que forman una capa de dos capas se enrollan paralelamente entre sí en un solo proceso de devanado en una plantilla con una sección transversal hexagonal que tiene dos superficies laterales paralelas provistas de ranuras transversales que se conectan a ambos bordes longitudinales a través de superficies de los extremos con forma de tejado a dos aguas. El proceso de devanado se desarrolla helicoidalmente a lo largo de la plantilla, sin embargo, la inclinación se limita a las superficies de los extremos sin ranuras con forma de tejado a dos aguas, mientras que los alambres de devanado se extienden en las ranuras de las superficies laterales paralelas sin inclinación transversalmente al eje longitudinal central de la plantilla. En cada espira de los alambres de devanado paralelos alrededor de la plantilla, una parte de los alambres se coloca en las ranuras, cuyas ranuras opuestas han sido previamente ocupadas durante el mismo bobinado. Después de que se haya alcanzado un cierto número de espiras, la plantilla de varias partes se reduce en la sección transversal y se saca de la bobina formada. Después, la bobina, que tiene una sección transversal hexagonal, se aplanan en dos capas, en donde las barras de los alambres formadas sobre ambas superficies laterales de la plantilla se presionan una contra la otra.

45 En el último método de devanado mencionado, los alambres se colocan de forma continua con una inclinación constante sobre las superficies de los extremos en forma de tejado a dos aguas de la plantilla. Sin embargo, debido a la elasticidad inherente restante no están planos, ni tampoco se presionan desde el exterior contra estas superficies ni se mantienen en las ranuras. La flexión de los alambres alrededor de los bordes que limitan las superficies de los extremos en forma de tejado a dos aguas junto con la flexión para lograr la inclinación axial de las espiras de alambre producen una torsión de los alambres rectangulares en toda la zona de la cabeza de devanado que tiene un efecto perjudicial en la fase entre la retirada de la bobina de la plantilla y el aplanamiento. Normalmente, en este método de devanado conocido, la superficie lateral exterior de un alambre situado sobre la superficie lateral de la platilla debería situarse también sobre toda la longitud de una cabeza de devanado en el exterior. Sin embargo, la tensión de torsión en el alambre y los bordes de flexión que se extienden oblicuamente a sus bordes longitudinales provocan un giro

alrededor de su eje longitudinal y curvaturas, de modo que, durante el aplanamiento, las secciones de alambre que se superponen o que se cruzan entre sí se presionan en parte entre sí con sus bordes laterales en lugar de con sus superficies laterales y tampoco se garantiza el curso paralelo de los alambres de una hebra en la zona de la cabeza de devanado.

5 Por ello, la invención se basa en la tarea de proporcionar un estátor o rotor del tipo mencionado al principio con un devanado ondulado entrelazado y distribuido con un curso de alambre uniforme y un espesor mínimo de la capa de dos capas también en las cabezas de devanado, así como proporcionar un método de fabricación adecuado para dicho estátor o rotor.

10 La presente tarea se logra con respecto al método por el hecho de que, para formar dos hebras de alambres que primero se entrelazan en sí mismas y luego entre sí,

- se producen varias espiras de bobina al mismo tiempo bobinando  $n$  alambres paralelos alimentados por una guía de alambre con un espacio intermedio sobre una plantilla en forma de tira que gira alrededor de su eje longitudinal, por
- 15 – lo que para un estátor o rotor con un número de ranuras divisible entre  $2n$  que se van a ocupar con el devanado ondulado, alternativamente en una etapa de trabajo A se producen respectivamente una barra y una sección de cabeza doble por flexión con la longitud de alambre de una cabeza de devanado de cada uno de los alambres paralelos de la plantilla con una separación intermedia predeterminada con respecto a la separación de las ranuras del estátor o rotor, y
- 20 – en una etapa de trabajo B, las barras formadas en la etapa de trabajo A, manteniendo su separación intermedia junto con el primer extremo adyacente de las secciones de cabeza asociadas, y la guía de alambre junto con el segundo extremo de estas secciones de cabeza, se desplazan entre sí por  $n$  veces la distancia intermedia predeterminada en una dirección predeterminada axialmente a lo largo del eje de rotación de la plantilla y, por lo tanto, se generan cabezas de devanado,
- 25 – hasta que después de repetir las etapas de trabajo A y B varias veces, se generen aún las barras para las últimas  $n$  ranuras del estátor o rotor en la plantilla,
- y luego las dos hebras de alambre entrelazadas y prefabricadas individualmente se enrollan una sobre la otra en una posición axial relativa, en la que las barras generadas por los alambres paralelos correspondientes en los lados opuestos de la plantilla en forma de tira se colocan de forma que se solapen y, a continuación, se insertan en las ranuras del estátor o rotor en dirección transversal a su extensión longitudinal en estado adyacente como
- 30 un devanado ondulado interrelacionado.

La invención proporciona la ventaja de que el devanado ondulado pueda estar compuesto por dos hebras de una sola capa para ser prefabricadas con barras desplazadas transversalmente a la hebra y que pueda entrelazarse con todos los alambres. Las cabezas de devanado saltan alternativamente de una capa interior radial a una capa exterior y viceversa, es decir, están inclinadas con respecto a la dirección circunferencial del estátor o rotor. Sin embargo, los

35 alambres se doblan puntualmente en las transiciones de las barras a las cabezas de devanado y en sus puntas, y preferiblemente, solo alrededor de ejes de flexión que se extiendan a lo largo de la hebra y transversalmente. De esta manera, los alambres rectangulares pueden alinearse también de manera uniforme en las cabezas de devanado, para que después del montaje apunten radialmente hacia el exterior y hacia el interior con superficies laterales opuestas. La deformación en la punta de las cabezas de devanado que conlleva a que, en la vista en planta, en un lado de la

40 punta una superficie lateral y, en el otro lado, la superficie lateral opuesta del alambre rectangular se forme la superficie exterior de la cabeza de devanado, es tan fuerte que el alambre se deforma plásticamente y después mantiene su forma.

En una realización preferida de la invención, cada una de las dos hebras entrelazadas entre sí tiene de dos a cinco veces más barras que ranuras tiene el estátor o rotor, y las hebras entrelazadas en sí mismas y entre sí se forman continuamente y se unen entre las segundas y penúltimas barras de tal manera que las cabezas de devanado de dos

45 alambres que están determinadas para las mismas ranuras, se cruzan entre sí a medida que avanzan de una ranura a otra en la proyección en una superficie transversal a la dirección longitudinal de las ranuras. Este método es favorable desde el punto de vista de la fabricación porque el devanado ondulado puede formarse de manera uniforme sin la discontinuidad en la transición de una capa de dos capas a la siguiente, como la que hay, por ejemplo, en US 6750581 B2.

50

Normalmente cada hebra de alambre entrelazada en sí misma se aplanará individualmente con  $n$  alambres y luego las dos hebras de alambre se enrollarán una sobre la otra. También existe la posibilidad de enrollar primero las dos hebras de alambre prefabricadas individualmente de la forma más plana posible una sobre la otra y luego aplanarlas una contra la otra.

55 En la reivindicación 7 se caracteriza un estátor o rotor cilíndrico producido por el método descrito anteriormente. Este se caracteriza por las características especificadas en la parte caracterizadora de esta reivindicación.

A continuación se describirá con más detalle un ejemplo de realización de la invención mediante un dibujo. En el dibujo muestran:

- 5 La Figura 1 en vista lateral, dos hebras de alambre entrelazadas en sí mismas, onduladas, individualmente prefabricadas, formadas por tres alambres respectivamente, para un devanado ondulado distribuido de un estátor con 42 ranuras, así como una vista lateral de un devanado ondulado en estado plano expandido compuesto entrelazando las hebras de alambre;
- la Figura 2 una vista de extremo de una de las hebras de alambre según la Figura 1 a mayor escala;
- la Figura 3 una vista lateral de una cabeza de devanado de una de las hebras de alambre según la Figura 1 a una escala muy ampliada;
- 10 la Figura 4 una vista en planta axial de una cabeza de devanado de una de las hebras de alambre según la Figura 1 después de la introducción en un estátor a una escala muy ampliada;
- las Figura 5 y 6 vistas en planta de los extremos frontales de un estátor con 42 ranuras, después de introducir uno de los tres pares de alambres de un devanado ondulado distribuido, que se extiende cuatro veces alrededor de la circunferencia formando cuatro capas de dos capas;
- 15 la Figura 7 un esquema de devanado de un devanado ondulado distribuido de un par de alambres para un estátor con 42 ranuras en un devanado, y
- la Figura 8 el esquema de devanado del devanado ondulado distribuido según la Figura 7 después de la inserción en tres capas de dos capas en un estátor.

20 Como se muestra en la Figura 1, primero se producen dos hebras 10 y 12 paralelas a partir de varias hebras paralelas entrelazadas entre sí que, a continuación, se unen para formar un devanado ondulado designado con el número de referencia 14, que se insertan en un estátor o rotor.

25 Las dos hebras 10 y 12 en este ejemplo son idénticas, pero también podrían tener cabezas de devanado de distinta forma. Cada una de ellas se compone de tres alambres 15 paralelos cuyo principio se designa con 16 o 16' y su final con 18 o 18'. En cada una de las dos hebras de alambre 10, 12, los tres alambres 15 se extienden de forma ondulada entre su principio y su final, formando barras 20 rectas que se introducen en las ranuras del estátor o rotor y cabezas de devanado 22, que conectan barras 20 adyacentes del mismo alambre en los extremos. En el estado terminado de un estátor, las cabezas de devanado 22 sobresalen más allá de los lados frontales del paquete de láminas del estátor.

30 La hebra de alambre 10 o 12 se forma de forma ondulada, enrollando los tres alambres 15, como se describe en US 2006/0022547 A1, de forma simultánea, paralelamente uno lado del otro en una plantilla plana o en forma de tira que se puede rotar, que también incluye dos pernos retráctiles que forman las cabezas de devanado 22. Durante el movimiento de devanado intermitente, la guía de alambre está fijada axialmente con respecto a la plantilla, pero cada vez, después de que los alambres 15 hayan pasado a través de los pernos mencionados formando la flexión en la punta de tres cabeza de devanado 22, la guía de alambre y la plantilla se desplazan axialmente una con respecto a la otra después la retracción del perno, separando las patas de las cabezas de devanado 22. Mediante la Figura 1 se reconoce que en las cabezas de devanado las patas se colocan en una posición cruzada. Como también se puede reconocer en la Figura 1, en las cabezas de devanado superiores el primer alambre 15 cruza los otros dos alambres paralelos y el central cruza el tercer alambre.

35 En las cabezas de devanado inferiores 22 es al contrario. Ahí el tercer alambre 15 cruza el primero y segundo, y el alambre central cruza el primero. De esta manera los tres alambres 15 se entrelazan entre sí después de quitar la plantilla plana y pueden ser manejados como una hebra de alambre 10 o 12 interrelacionada. Debido a que la plantilla plana y en forma de tira tiene un cierto espesor por razones de resistencia y en el devanado ondulado que se va a producir según US 2006/0022547 A1 todos las barras 20 de una hebra de alambre 10 o 12 tienen que estar situadas en un plano común para posteriormente estar en el mismo radio en las ranuras radiales de un estátor o rotor cilíndrico, las hebras de alambre 10, 12 se prensan de manera conocida en la plantilla después de la formación ondulada en la plantilla de la forma más aplanada posible en un plano común, lo que normalmente no se logra del todo debido a que los puntos de cruce de los alambres en las cabezas de devanado 22 se oponen a este esfuerzo.

40 Mientras que en el método conocido según US 2006/0022547 A1 las dos hebras de alambre 10 o 12 aplanadas simplemente se superponen una sobre otra en la dirección longitudinal solo con el desplazamiento mostrado de sus principios 16, 16' y sus finales 18, 18' y se introducen en esta simple formación de capas, tal como se describe, por ejemplo, en US 7281312 B2 mediante las Figura 8 a 11, en un estátor o rotor con ranuras abiertas radialmente hacia el interior, la presente invención se diferencia de este estado de la técnica en que las hebras de alambre 10 y 12, normalmente también se entrelazan entre sí en la posición relativa que se muestra en la Figura 1 por medio de un

devanado mutuo, después de un proceso de aplanamiento, para que todo el devanado ondulado 14 sea una hebra de alambre interrelacionada, que posteriormente y también según US 7281312 B2 se puede insertar en un paquete de láminas del estátor. El bobinado mutuo de las dos hebras de alambre 10 y 12 es necesario para solapar respectivamente las barras 20 asociadas por pares con los alambres 10 y 12. De este modo, p. ej., en la Figura 1, las tres primeras barras 20 de la hebra 10, empezando por la izquierda, que se han formado en la parte posterior de la plantilla plana que no se ha mostrado, se solapan con la cuarta, quinta y sexta barra de la hebra 12. Las tres barras mencionadas en último lugar se han formado en el lado delantero de la plantilla plana. Después de que las barras 4 a 6 de la hebra 12 se hayan colocado sobre las barras 1 a 3 de la hebra 10, la hebra 10 debe llevarse, a través de una etapa de bobinado, a la parte superior de la hebra 12 para colocar las barras 4 a 6 de la hebra 10 sobre las barras 7 a 9 de la hebra 12. A continuación, mediante un movimiento de bobinado adicional, que se puede realizar fácilmente de forma manual, pero también puede realizarse por medio de una plantilla muy plana, la hebra 12 se puede colocar sobre la hebra 10 para colocar las barras 10 a 12 de la hebra 12 formadas en la parte delantera de la plantilla en las barras 7 a 9, contando desde la izquierda, de la hebra 10 formadas en la parte posterior de la plantilla. Es fácil ver que, después de superponer todas las barras de las hebras 10 y 12, se obtiene una capa óptima delgada de dos capas del devanado ondulado 14, si las barras 20 formadas según la Figura 2 se acercan primero con una cierta distancia intermedia correspondiente al espesor de la plantilla mediante el aplanamiento de las hebras 10 y 12, hasta que en la vista final según la Figura 2 estén directamente adyacentes entre sí sin distancia intermedia. En el estado entrelazado de las dos hebras 10 y 12, a continuación, se obtiene una capa de dos capas que es igual de gruesa que dos barras de alambres 20 planas superpuestas. Debido a que las cabezas de devanado 22 se extienden oblicuamente entre las dos capas, esta capa de dos capas tampoco es más gruesa en la región de las cabezas de bobina.

El devanado ondulado elegido como ejemplo de realización según la Figura 1 está determinado para un estátor con 42 ranuras. Se entiende que según el mismo método de fabricación también se puede producir un devanado ondulado distribuido con dos hebras de alambre con sólo dos hebras, pero también con, p. ej., cuatro a ocho o más alambres por hebra. Se recomienda, como se muestra en la Figura 1, superponer las dos hebras 10 y 12 en la dirección longitudinal para compensar el número de alambres al desplazarse y conectar eléctricamente entre sí los finales de alambre 18 y 18', para que la corriente en las barras situadas en la misma ranura tenga la misma dirección y los principios de alambre 16 y 16' estén dispuestos directamente uno al lado del otro en el mismo lado del estátor.

Las Figuras 3 y 4 muestran una cabeza de devanado en vista lateral o vista en planta a una escala más ampliada. Se reconoce que el alambre 15 primero se ha doblado 180° contra sí mismo. Después, las dos patas de la cabeza de devanado 22 se han separado, de modo que en el punto de flexión se ha producido también una flexión lateral alrededor de un eje situado transversalmente al primer eje de flexión. Los procesos de flexión en la punta de las cabezas de devanado con forma de tejado a dos aguas, indicada con el número de referencia 23, dan lugar a una deformación plástica tan fuerte que la forma obtenida se mantiene después. Además, la Figura 4 muestra claramente que las cabezas de devanado 22 deformadas de esta manera están conectadas de forma natural en dos capas inmediatamente adyacentes, al igual que las barras 20 conectadas por ellas. La transición entre las dos capas se encuentra en la punta 23 de las cabezas de devanado 22.

En el ejemplo de realización según la Figura 1, las hebras de alambre 10 y 12, así como el devanado ondulado 14 compuesto por las mismas, tiene solo tantas barras como para que en un estátor de 42 ranuras se produzca una sola capa de dos capas. En otras palabras, cada alambre 15 se extiende solo una vez alrededor del perímetro y en cada ranura solo hay dos barras.

Las Figuras 5 a 8 muestran además un devanado de cuatro o tres capas para un estátor con también 42 ranuras, en donde por razones de visibilidad solo se muestra un único par de alambres que se encuentra en las ranuras 1, 4, 7, 37 y 40. Para completar el devanado ondulado distribuido, en realidad se necesita un segundo par de alambres que se sitúe en las ranuras 2, 5, 8 ... 38 y 41, así como un tercer par de alambres que se sitúe en las ranuras 3, 6, 9 ... 39 y 42. De la comparación de las dos vistas frontales del estátor según la Figura 5 y 6 destaca que, en las secciones de perímetro respectivas donde en un extremo del estátor se encuentran las cabezas de devanado de uno de los alambres, el otro alambre tiene sus cabezas de devanado en el otro extremo del estátor. Los principios de alambre 16 y 16' sobresalen radialmente hacia fuera de las ranuras 1 y 4. Los finales de alambre 18 y 18' se extienden radialmente hacia dentro desde las ranuras 1 o 40 y están situados en el mismo extremo axial del estátor que los principios de alambre 16, 16'. Estos tienen una distancia de perímetro corta y, por lo tanto, se pueden conectar eléctricamente entre sí fácilmente, de modo que en el estado acabado para cada par de hebras asociados mutuamente solo se necesitan dos conectores.

Las Figuras 5 y 6 muestran la forma ya uniforme de las cabezas de devanado en todas las posiciones a través de todo el perímetro en ambos extremos del estátor. Esta uniformidad también se puede explicar en las transiciones desde una capa de dos capas a la siguiente con referencia a las Figuras 7 y 8. La Figura 7 es un devanado o el estado extendido de un devanado ondulado según la invención, compuesto aquí solo de un par de alambres asociados, es decir, la situación según la Figura 5 y 6, en donde se indican los números de las ranuras para tres vueltas alrededor del perímetro del estátor. Los pequeños círculos simbolizan barras de la hebra 10 y pequeñas barras cuadradas de la hebra 12. Se reconoce que, entre las ranuras 4 y 7, una línea sólida conecta las barras de la hebra 12 marcadas con un cuadrado. Cuando se mira la cara frontal del estátor de la Figura 6, estas son las cabezas de devanado entre las

ranuras 4 y 7 indicadas con líneas finas. Al mismo tiempo, en la Figura 7, una línea discontinua conecta las barras marcadas con pequeños círculos de la hebra 10, representada por un solo alambre. Con ello se indican las cabezas de devanado en el otro extremo del estátor que no se pueden ver cuando se mira la cara frontal del estátor de la Figura 6. En consecuencia, la Figura 5 muestra las cabezas de devanado de la hebra 10, dibujadas con líneas más gruesas, entre las ranuras 4 y 7.

Por lo tanto, la Figura 7 y 8 representan desarrollos de las proyecciones de las cabezas de devanado existentes en los extremos opuestos del estátor en un plano transversal del eje longitudinal central del estátor, en donde las líneas continuas simbolizan las cabezas de devanado en el lado de conexión del estátor visible para el observador según la Figura 6 y las líneas discontinuas simbolizan las cabezas de devanado en el extremo opuesto del estátor invisibles para el observador. Se puede reconocer, tanto en el desarrollo de tres capas de dos capas según la Figura 7, así como en la representación de la Figura 8, donde las capas de tres capas se muestran una encima de la otra, que las líneas continuas y discontinuas se alternan y cruzan. Cabe destacar que incluso donde las transiciones se encuentran desde la primera a la segunda capa y desde la segunda a la tercera capa, las líneas continuas y las líneas discontinuas que simbolizan las cabezas de devanado en secciones de perímetro axialmente opuestas del estátor, se cruzan y alternan con bastante regularidad, no como otras secciones del perímetro. La uniformidad del esquema de devanado de la Figura 7 y 8 representa una confirmación del hecho de que, con hebras de alambre 10 y 12 onduladas y entrelazadas entre sí de manera uniforme, independientemente del número de alambres y del número de ranuras, si este último es divisible por el número doble de alambres, se puede producir un estátor o rotor con un devanado muy uniforme, como se muestra en las Figuras 5 y 6.

Para la puesta en práctica, tan importante como la uniformidad del esquema de devanado de la Figura 7 y 8 es la precisión de la formación y la colocación de los alambres, de forma que se crucen solo en los lugares predeterminados y queden alineados de manera uniforme con su sección transversal rectangular, es decir, que estén en una posición plana y no inclinados unos con respecto a otros. Esto se puede lograr con el método de fabricación propuesto con dos hebras de un solo alambre 10, 12 de una sola capa prefabricadas individualmente en las que, gracias a la formación descrita de las puntas 23 de las cabezas de devanado 22, tanto estas como las barras 20 pueden producirse con una alineación uniforme de los bordes laterales de los alambres 15. Por lo tanto, no es problemático colocar las barras y las cabezas de devanado de las dos hebras de alambre 10, 12 entrelazadas entre sí, una encima de la otra y luego, manteniendo la alineación uniforme de los alambres, insertarlas en las ranuras abiertas radialmente hacia afuera o hacia adentro de un estátor o rotor. También puede ser, por ejemplo, un estátor o rotor de un motor lineal eléctrico.

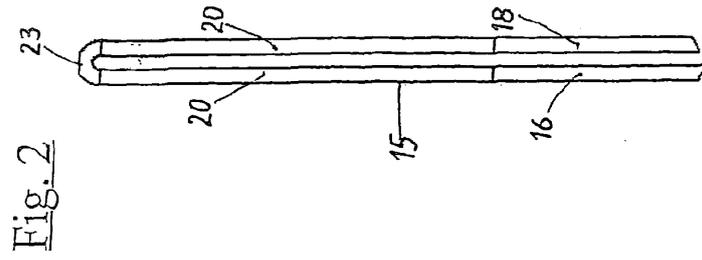
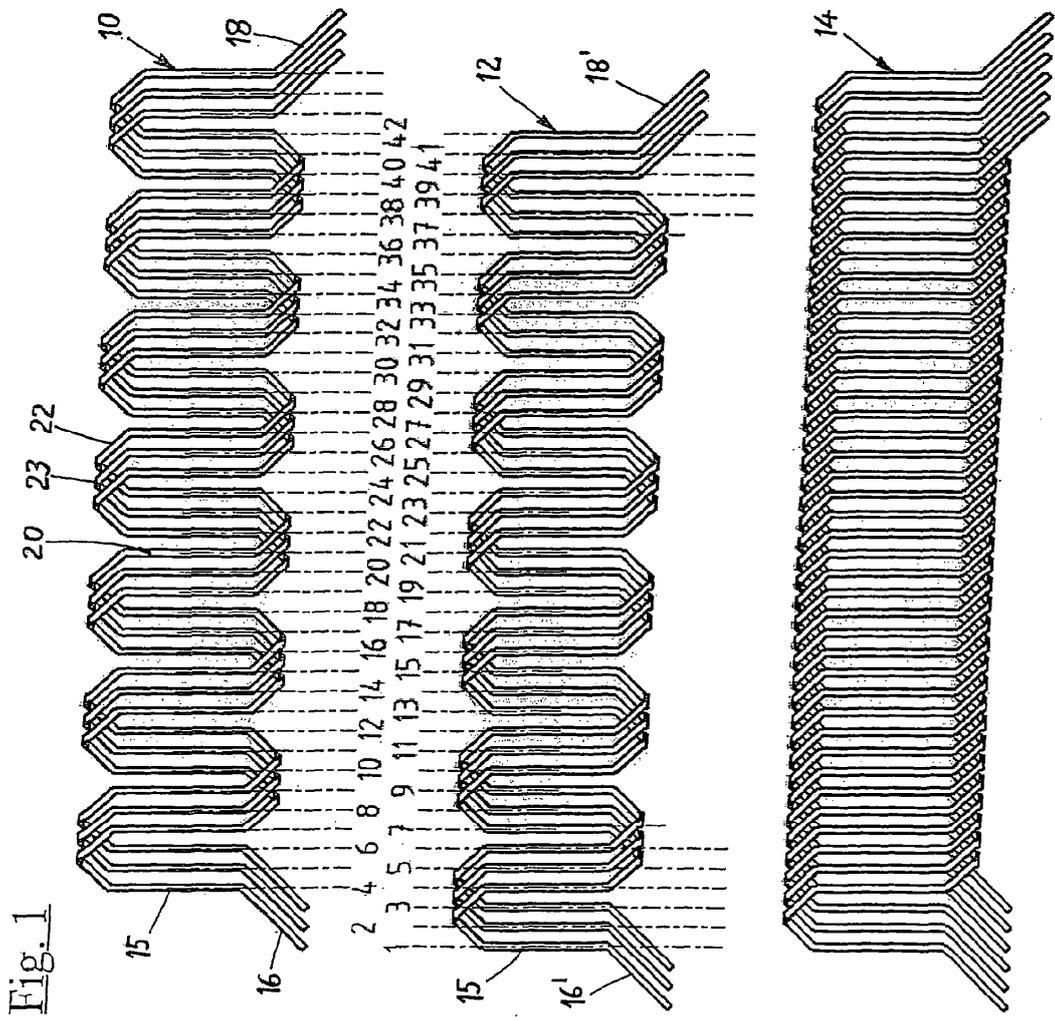
## REIVINDICACIONES

1. Método para la fabricación de un estátor o rotor para máquinas eléctricas con un devanado ondulado distribuido, cuyos alambres (15) se forman continuamente de forma ondulada en barras (20) introducidas en las ranuras del estátor o rotor y en cabezas de devanado (22) que sobresalen sobre una cara frontal del estátor o rotor y que conectan, respectivamente, barras (20) adyacentes de un alambre (15), en donde las cabezas de devanado (22) de dos alambres (15) que tienen dos barras (20) adyacentes asociadas, que se encuentran en las mismas ranuras, sobresalen en los extremos opuestos de las ranuras más allá de las superficies de los extremos del estátor o del rotor, caracterizado por que para formar dos hebras de alambre (10, 12) entrelazadas primero en sí mismas y luego entre sí, respectivamente
- se producen varias espiras de bobina al mismo tiempo bobinando n alambres (15) paralelos alimentados por una guía de alambre con una distancia intermedia sobre una plantilla en forma de tira que gira alrededor de su eje longitudinal, por
  - lo que para un estátor o rotor con un número de ranuras divisible entre 2 n que se van a ocupar con el devanado ondulado, alternativamente en una etapa de trabajo A se producen respectivamente una barra (20) y una sección de cabeza doble por flexión con la longitud de alambre de una cabeza de devanado (22) de cada uno de los alambres (15) paralelos de la plantilla con una separación intermedia predeterminada con respecto a la separación de las ranuras del estátor o rotor, y
  - en una etapa de trabajo B, las barras (20) formadas en la etapa de trabajo A, manteniendo su separación intermedia junto con el primer extremo adyacente de las secciones de cabeza asociadas, y la guía de alambre junto con el segundo extremo de estas secciones de cabeza, se desplazan entre sí por n veces la distancia intermedia predeterminada en una dirección predeterminada axialmente a lo largo del eje de rotación de la plantilla y, por lo tanto, se generan cabezas de devanado (22),
  - hasta que después de repetir las etapas de trabajo A y B varias veces, se generen aún las barras para las últimas n ranuras del estátor o rotor en la plantilla,
  - y luego las dos hebras de alambre entrelazadas y prefabricadas individualmente se enrollan una sobre la otra en una posición axial relativa, en la que las barras generadas por los alambres paralelos correspondientes en los lados opuestos de la plantilla en forma de tira se colocan de forma que se solapen y, a continuación, se insertan en las ranuras del estátor o rotor en dirección transversal a su extensión longitudinal en estado adyacente como un devanado ondulado interrelacionado.
2. Método según la reivindicación 1 caracterizado por que cada una de las dos hebras (10, 12) entrelazadas entre sí tiene de dos a cinco veces más barras (20) que ranuras tiene el estátor o rotor, y las hebras entrelazadas (10, 12) en sí mismas y entre sí, se forman continuamente y se unen entre las segundas y penúltimas barras (20) de tal manera que las cabezas de devanado (22) de dos alambres (15) que están determinadas para las mismas ranuras, se cruzan entre sí a medida que avanzan de una ranura a otra en la proyección en una superficie transversal a la dirección longitudinal de las ranuras.
3. Método según la reivindicación 1 caracterizado por que las hebras de alambre entrelazadas en sí mismas (10, 12) se aplanan individualmente o después de enrollarse en un devanado ondulado (14) interrelacionado.
4. Método según la reivindicación 3 caracterizado por que las hebras de alambre entrelazadas (10, 12) se aplanan solo hasta que en una vista final de las hebras de alambre (10, 12) extendida, dos barras (20) conectadas por una cabeza de devanado (22) se encuentren adyacentes una a la otra sin distancia intermedia o con una distancia intermedia mínima.
5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado por que las hebras de alambre (10, 12) se forman y entrelazan a partir de alambres (15) paralelos, uniformemente alineados con sección transversal rectangular, en donde durante la etapa de trabajo A los alambres (15) se colocan en la plantilla con una de sus superficies laterales y se doblan 180°alrededor de un primer eje de flexión que se encuentra paralelo al eje longitudinal central de la plantilla para formar secciones de cabeza, y las patas formadas en el proceso se doblan durante la etapa de trabajo B en la zona de esta flexión y en los extremos de las secciones de cabeza en cada caso alrededor de ejes de flexión que se encuentran transversalmente al primer eje de flexión, de tal manera que se forman cabezas de devanado (22) en forma de tejado a dos aguas en la vista lateral de la plantilla en forma de tira.
6. Método según la reivindicación 5 caracterizado por que se utilizan alambres rectangulares (15), cuya anchura medida en la dirección longitudinal de la plantilla, teniendo en cuenta el aislamiento de la ranura y/o del alambre y un juego necesario para la inserción de los alambres (15) en las ranuras, se selecciona para que se adapte a la anchura de la ranura.
7. Estátor o rotor cilíndrico de una máquina eléctrica con ranuras, cuya anchura está diseñada para recibir barras de alambre (20) de sección transversal rectangular con sus caras laterales interiores y exteriores alineadas radialmente, y con un devanado ondulado distribuido (14) que comprende dos hebras (10, 12) que tienen n alambres (15) continuos en forma de ondas con barras (20) y cabezas de devanado (22) en forma de tejado a dos aguas y entrelazadas entre

5 sí, en donde las hebras (10, 12) del devanado ondulado (14) se enrollan de manera continua y uniforme con los n  
 10 alambres (15) que tienen las barras (20) y las cabezas de devanado (22) en una plantilla plana en forma de tira y los  
 15 alambres (15) de una hebra (10) están asociados a los alambres (15) de la otra hebra (12) por pares, de manera que  
 los dos alambres (15) de cada par se encuentran en las mismas ranuras y sus cabezas de devanado (22) son extremos  
 opuestos de los que se encuentran en las mismas ranuras, de las barras adyacentes (20), en donde las dos hebras  
 de alambre (10, 12) se enrollan una alrededor de la otra en una posición relativa en la que las barras (20) de los  
 alambres (15) asociados por pares asumen alternativamente la posición radialmente exterior y la posición radialmente  
 interior en las sucesivas ranuras que ocupan, caracterizado por el hecho de que los alambres (15), en las puntas (23)  
 de las cabezas de devanado (22) en forma de tejado a dos aguas, se doblan hacia afuera o hacia adentro 180° con  
 respecto al eje del cilindro de tal manera que la deformación en la punta de las cabezas de devanado (22) es tan fuerte  
 que el alambre se deforma plásticamente y conserva su forma después de doblarlo, y además las dos patas de las  
 cabezas de devanado (22) están dobladas en direcciones circunferenciales opuestas según su extensión de tal  
 manera que las caras laterales opuestas de un alambre (15) forman la superficie exterior axial de una cabeza de  
 devanado (22) y, en la vista de plano axial de una cabeza de devanado (22), las dos barras adyacentes (20) asumen  
 posiciones radialmente diferentes en sus respectivas ranuras.

8. Rotor o estátor según la reivindicación 7 caracterizado por que los alambres (15) asociados por pares se extienden  
 al menos dos veces alrededor del perímetro de un estátor y rotor, de este modo, directamente adyacente en las  
 ranuras, forman más de una capa de dos capas y que incluso en la zona de una transición de una capa a la siguiente  
 capa, las barras ( 20) de los dos alambres (15) asociados asumen alternativamente en las ranuras sucesivas una  
 posición más interior y más exterior, de modo que las dos cabezas de devanado (22) que conectan los extremos  
 opuestos de las barras (20) que se encuentran en dos ranuras sucesivas se cruzan en una proyección sobre una  
 superficie que se encuentra transversalmente al eje longitudinal central del estátor o rotor.

9. Estátor o rotor según la reivindicación 7 u 8 caracterizado por que las dos hebras de alambre (10, 12) corresponden  
 en longitud y forma de las ondas y se entrelazan por enrollado mutuo alrededor en esa posición relativa en la que los  
 extremos de los alambres (15) asociados por pares tienen, en la misma cara frontal del estátor o rotor, la distancia  
 más pequeña.



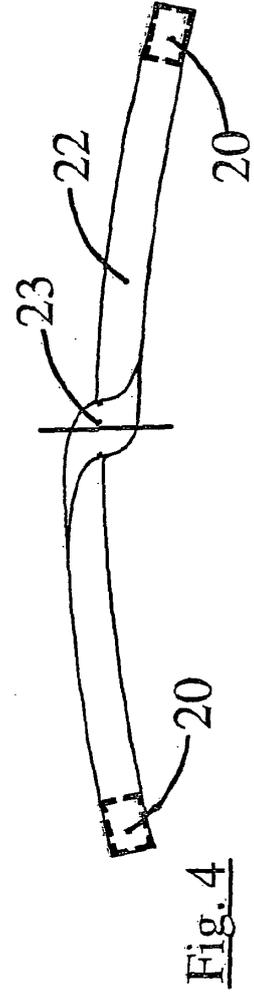
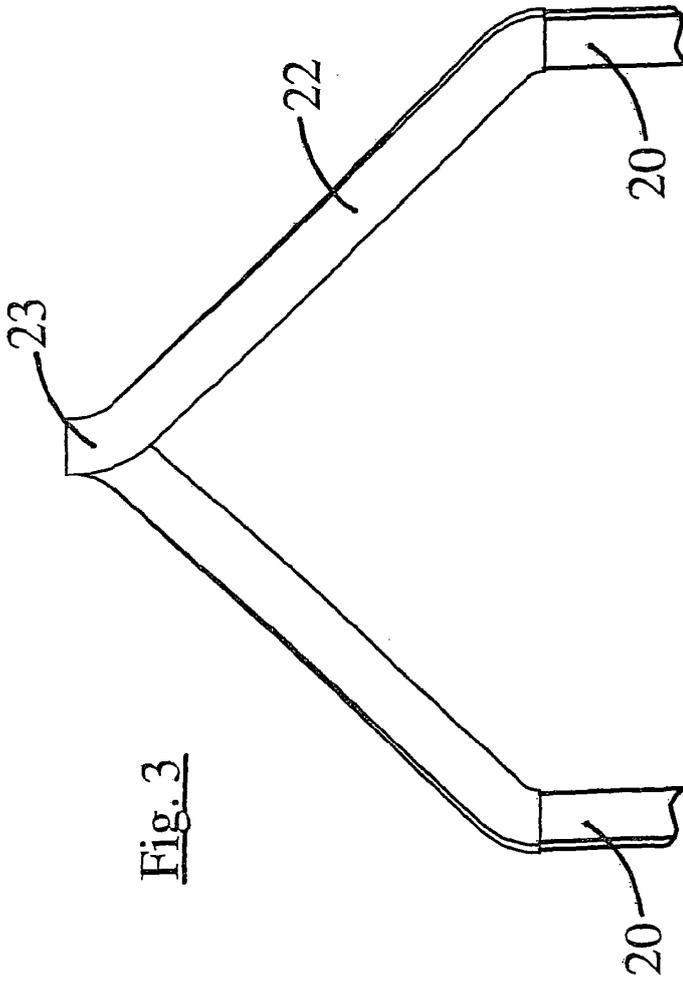




Fig. 7

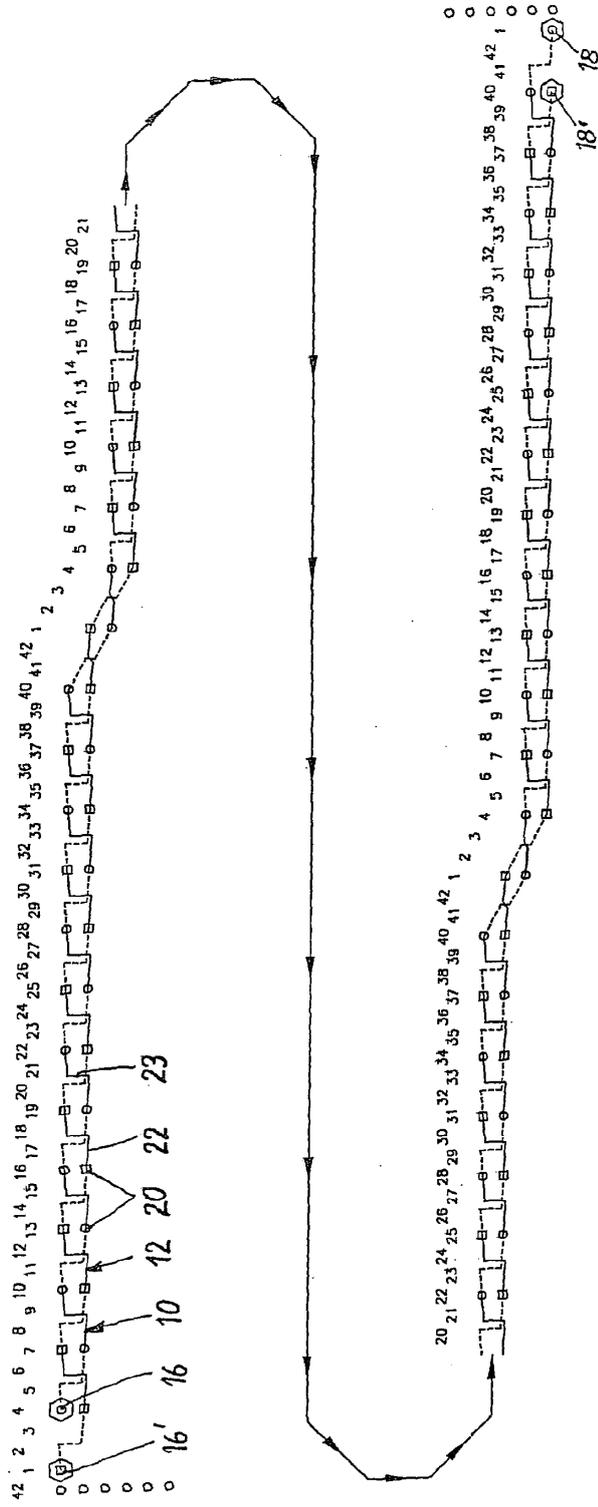


Fig. 8

