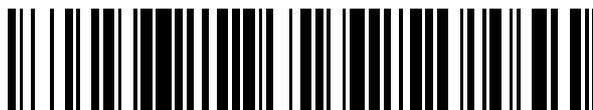


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 574**

51 Int. Cl.:
H02K 23/30 (2006.01)
H02K 23/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08872707 .8**
96 Fecha de presentación: **19.11.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2248246**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.2010**

54 Título: **MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DEL DEVANADO ROTÓRICO DE UNA MÁQUINA ELÉCTRICA, ASÍ COMO UNA MÁQUINA ELÉCTRICA CON UN DEVANADO ROTÓRICO FABRICADO DE ACUERDO CON DICHO MÉTODO.**

30 Prioridad:
22.02.2008 DE 102008000377

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.12.2011

73 Titular/es:
**Robert Bosch GmbH
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:
ROOS, Gerald

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 370 574 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

Método para la fabricación del devanado rotórico de una máquina eléctrica, así como una máquina eléctrica con un devanado rotórico fabricado de acuerdo con dicho método

5 La presente invención hace referencia a un método para la fabricación del devanado rotórico de una máquina eléctrica de acuerdo con la clase de la reivindicación 1, así como una máquina eléctrica con un devanado rotórico fabricado de acuerdo con dicho método, de acuerdo con la clase de la reivindicación 9.

Estado del arte

10 A partir de la declaración de patente DE 10 2004 062 813 A1, se conoce la selección de la cantidad de ranuras y dientes de polo que se alternan en la periferia de un rotor conmutador, de manera tal que difiera de la cantidad de polos de excitación en el estator. La cantidad de las denominadas bobinas de dientes individuales es igual a la cantidad de delgas del conmutador, sin embargo, es el doble en comparación con la cantidad de dientes de polo y de ranuras. Además, las bobinas enrolladas distribuidas uniformemente sobre los dientes de polo, entran en contacto con los terminales de conexión de las delgas, con un ancho de paso predeterminado para las delgas. A partir de la primera bobina, se enrollan todas las demás bobinas enrolladas una tras otra de manera que atraviesen, respectivamente en el diente de polo que presenta el error de ángulo mínimo en relación con un paso polar.

20 En los ejemplos de ejecución representados y descritos en dicha declaración de patente, resulta problemático el hecho de que el hilo de devanado se conduce para el contacto de las bobinas con las delgas del conmutador, frecuentemente de manera alternada, por una parte, directamente desde una ranura hacia el terminal de conexión de una delga y, por otra parte, se debe conducir desde la ranura a través de una zona periférica mayor hacia el terminal de conexión. Por lo tanto, con un enrollamiento progresivo que atraviesa, dicho hilo de devanado conducido por una zona periférica se desliza sobre los hilos de devanado conducidos directamente hacia las ranuras, en el sentido de las delgas y, de esta manera, se dificultan otros contactos con los terminales de conexión de las delgas.

25 En los ejemplos de ejecución de acuerdo con la figura 8 y 10 de dicha declaración de patente, los hilos de conexión se enganchan parcialmente en los terminales de conexión de las delgas, de manera que entre el hilo conducido hacia la delga y el hilo que se aparta de la delga, sólo se genera un ángulo agudo con la desventaja de que los ojales de hilo conformados de esta manera, retornan elásticamente en los terminales de conexión. Dado que en el hilo de devanado establece contacto con el terminal de conexión mediante el denominado empalme retorcido en caliente, el esmalte aislante del hilo de devanado se funde en la zona del ojal, en este caso existe el riesgo de que se produzcan cortocircuitos en los terminales de conexión adyacentes al ojal de hilo de devanado.

30 Para reducir la ondulación de par y para incrementar la densidad de par de las máquinas de corriente continua, los documentos JP2007282500 y DE102006036835 recomiendan proporciones entre la cantidad de polos magnéticos, la de bobinas y la de delgas del conmutador, con las que se pueden reducir las cabezas de bobina y el volumen del devanado.

35 Mediante la presente solución para evitar los problemas de contacto, se pretende mejorar el paso del hilo en los terminales de conexión de las delgas, así como evitar un retorno elástico crítico de los ojales de hilo.

Revelación de la presente invención

40 El método para la fabricación del devanado rotórico de una máquina eléctrica, con las características identificativas de la reivindicación 1, presenta la ventaja que consiste en la reducción considerable de un retorno elástico de los ojales del hilo de devanado en los terminales de conexión de las delgas, en tanto que entre el hilo de devanado que se dirige a un terminal de conexión y el hilo de devanado que se aparta de dicho terminal, se encuentra dispuesto un diente de polo y, de esta manera, se garantiza un enlazamiento de los terminales de conexión. Además, otra ventaja consiste en que en el caso de dichas bobinas, el hilo de devanado no se pueden deslizar hacia el conmutador ante un enrollamiento progresivo de las bobinas que atraviesa, entre la bobina y el terminal de conexión, dado que entre el hilo de devanado dirigido y el apartado se encuentran como máximo dos dientes de polo y, por lo tanto, el hilo de devanado no se extiende a lo largo de una periferia mayor.

45 Por consiguiente, dichas ventajas se obtienen también en una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 9, cuyo devanado rotórico se fabrica de acuerdo con el método de la reivindicación 1.

Mediante las medidas mencionadas en las reivindicaciones relacionadas, se logran acondicionamientos y perfeccionamientos ventajosos de las características indicadas en la reivindicación 1.

50 De esta manera, se logra un paso del hilo de devanado perfeccionado e uniforme del lado del conmutador del rotor, dado que, al menos, en una parte de las bobinas enrolladas una tras otra de manera que atraviesen, el hilo de

devanado se conduce a través desde la bobina hacia la delga o bien, desde la delga hacia la bobina respectivamente entre otros dos dientes de polo dispuestos próximos a la delga. Además, se debe considerar que entre la respectiva delga y el paso del hilo de devanado se encuentran como máximo dos dientes de polo. Alternativamente, en la ejecución de rotores, en los que entre el conmutador y los dientes de polo del rotor existe espacio suficiente, puede resultar ventajoso si en una parte, preferentemente la primera, de las bobinas enrolladas una tras otra de manera que atraviesen, el hilo de devanado se conduce apartándose desde la bobina hacia la delga, así como desde la delga hacia la siguiente bobina, respectivamente a través de un anillo de soporte dispuesto sobre el eje del rotor, en donde las bobinas se desplazan hacia la delga respectivamente, al menos, 90°.

Para reducir la ondulación de par y para perfeccionar la conmutación, se reduce convenientemente la inductancia en los dientes de polo de manera tal que, al menos, las bobinas provistas con un error de ángulo en relación con un paso polar, se enrollen de manera distribuida sobre dos dientes de polo enfrentados entre sí. Además, de esta manera, los componentes de fuerza radiales generados mediante la alimentación eléctrica de las bobinas, en los dientes de polo enfrentados entre sí, se elimina de manera ventajosa la misma magnitud y, por lo tanto, se eliminan en su totalidad. Además, convenientemente se dividen todas las bobinas y se enrollan respectivamente sobre dos dientes de polo enfrentados entre sí. Además, el devanado rotórico se puede fabricar de una manera muy simple, cuando las bobinas divididas se enrollan una tras otra de manera que atraviesen, respectivamente como mitades de bobinas en una conexión en serie. Alternativamente, se prevé que en caso necesario las bobinas divididas, respectivamente como mitades de bobinas, se conecten paralelas en relación con sus delgas iniciales y finales en común. Para una conformación simétrica de bobinas, resulta ventajoso cuando las bobinas con un error de ángulo y las bobinas sin error de ángulo, se enrollan uniformemente una tras otra de manera que atraviesen. En el perfeccionamiento de la presente invención, para lograr una ondulación de par favorable o una distribución de peso uniforme a lo largo de la periferia del rotor, puede resultar ventajoso cuando, al menos, en una parte de las bobinas distribuidas sobre los dientes de polo enfrentados, las mitades de bobinas se enrollan respectivamente con diferentes cantidades de vueltas.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, la presente invención se explica en detalle a modo de ejemplo mediante los dibujos. Muestran:

Figura 1 una representación esquemática de la máquina eléctrica conforme a la presente invención, en una vista frontal,

Figura 2 el desarrollo de la máquina de la figura 1 en una representación esquemática, con una primera bobina de diente individual,

Figuras 3a a 3f muestran esquemáticamente diferentes formas de conexiones del hilo de devanado, con una pluralidad de delgas adyacentes del conmutador,

Figura 4 muestra en un primer ejemplo de ejecución la tabla del devanado creada de acuerdo con dicho ejemplo, y

Figuras 5a a 5e muestran en una representación esquemática la fabricación del devanado rotórico de acuerdo con la tabla de devanado en cinco secciones según la figura 3,

Figura 6 muestra la tabla del devanado para un segundo ejemplo de ejecución con 10 bobinas divididas,

Figura 7 muestra en una representación esquemática la fabricación de 4 bobinas del devanado rotórico, de acuerdo con una sección restante de la tabla del devanado según la figura 6,

Figura 8 muestra como otro ejemplo de ejecución la primera sección de una tabla de devanado, con un sentido de devanado diferente en comparación con la tabla de acuerdo con la figura 6, y

Figura 9 muestra en una representación esquemática la fabricación de 4 bobinas del devanado rotórico, de acuerdo con la sección de la tabla del devanado según la figura 8,

Figura 10 muestra la tabla del devanado para un cuarto ejemplo de ejecución con veinte bobinas divididas, y

Figura 11 muestra en una representación esquemática la fabricación del devanado rotórico, de acuerdo con una primera sección de la tabla del devanado según la figura 10,

Figura 12 muestra la tabla del devanado para un quinto ejemplo de ejecución con veinte bobinas divididas,

Figura 13a muestra en una representación esquemática la fabricación de las primeras cuatro secciones de bobinas, de acuerdo con la primera sección de la tabla del devanado según la figura 12, y

Figura 13b muestra en una representación esquemática la fabricación de las cuatro secciones de bobina conectadas paralelamente, de acuerdo con una segunda sección de la tabla del devanado según la figura 12,

5 Figura 14 muestra la primera sección de una tabla de devanado para un sexto ejemplo de ejecución con una configuración de conexión diferente en relación con la tabla de devanado de acuerdo con la figura 12, y

Figura 15 muestra en una representación esquemática la fabricación de la primera sección del devanado rotórico, de acuerdo con la tabla de devanado según la figura 14.

Descripción de los ejemplos de ejecución

10 En la figura 1 se representa esquemáticamente para un primer ejemplo de ejecución, un motor de corriente continua de seis polos excitado magnéticamente de manera permanente, como una máquina eléctrica en una vista frontal, y es indicado con 10. Esta clase de máquinas se emplean preferentemente para accionamientos de ajuste, grupos de ventilación y similares en vehículos a motor, y ante esfuerzos elevados deben operar en lo posible de manera fiable durante toda la vida útil del vehículo a motor. En correspondencia, su conformación debe ser lo más resistente posible. La máquina eléctrica 10 presenta un estator 11 de seis polos que actúa conjuntamente con un rotor conmutador 13, a continuación denominado rotor, a través de un núcleo de aire de trabajo 12. El rotor 13 está compuesto por un paquete de chapas 14 que se encuentra fijado sobre un eje de rotor 15 alojado a ambos lados. En la periferia del paquete de chapas 14 se encuentran dispuestos diez dientes de polo Z distribuidos uniformemente, entre los cuales se conforman respectivamente ranuras N para el alojamiento de veinte bobinas S en total de un devanado rotórico 18. Además, las bobinas S se fabrican como bobinas de dientes individuales, de a pares con un diente de polo Z en cada caso mediante un dispositivo automático de enrollamiento. Además, las bobinas S se interconectan de una manera particular con un conmutador 16 montado en la superficie frontal del paquete de chapas 14, sobre el eje del rotor 15. El conmutador 16 presenta veinte delgas L dispuestas uniformemente distribuidas a lo largo de la periferia, que actúan junto con dos escobillas de carbón B1 y B2 fijas. Las escobillas de carbón se encuentran apartadas entre sí en 180°, y son alimentadas con corriente continua para el accionamiento de la máquina eléctrica. Además, los diez dientes de polo Z del rotor 13 actúan junto con tres pares de polos de excitación del estator 11. Para lograr una ondulación de par lo más reducida posible de la máquina eléctrica, la cantidad de dientes de polo difiere de la cantidad de polos de excitación P.

La figura 2 muestra en una representación esquemática, un desarrollo del motor de corriente continua 10 de la figura 1, con el cual se explica en detalle a continuación el método de devanado para la fabricación y disposición de las bobinas S sobre los dientes de polo Z del rotor 13. En dicho desarrollo se puede observar el estator 11 de seis polos, los diez dientes de polo Z1 a Z10, las primeras dos bobinas de dientes individuales S1 y S2, así como las veinte delgas L1 a L20 del conmutador 16. La disposición de la primera bobina S1 se puede seleccionar libremente y en este caso se asigna al tercer diente Z3. Además, el primer diente de polo Z1 se asigna en este caso al centro de un polo norte N del estator 11. Dicha correspondencia también se puede seleccionar libremente. Por otra parte, la correspondencia de las delgas del conmutador L con los dientes de polo Z, que también se puede seleccionar libremente, en este caso se pueden seleccionar de manera tal que el primer diente de polo Z1 se encuentre dispuesto justo a la altura de la entalladura de las delgas, entre las delgas L1 y L20 del conmutador 16. De acuerdo con la figura 2, dicha posición debe presentar ahora en la periferia la posición angular de $\varphi = 0^\circ$. De esta manera, se logra que el diente de polo Z2 adyacente se encuentre en la posición de 36° , y que la siguiente entalladura de las delgas se encuentre en la posición de 18° . Además, se establece que todas las bobinas S establecen contacto con su extremo inicial respectivamente en una delga inicial La, y con su extremo final en una delga final Le. De acuerdo con la figura 2, las delgas L1 para la primera bobina S1 conforman la delga inicial La1 que se puede seleccionar libremente. Mediante la disposición seleccionada en este caso de la posición de la delga L1, se logra por lo tanto un desalineamiento angular φ_0 de 63° entre la delga inicial La1 de la bobina S1 y el diente de polo Z3 provisto para dicha bobina. En la figura 2 se encuentra la posición óptima de la bobina S1, en el centro inferior de un polo del estator 11. Dicha posición presenta un error de ángulo $W_f = 0^\circ$.

Para poder enrollar las bobinas de dientes individuales S directamente en los dientes de polo Z de acuerdo con la clase de un devanado ondulado, para todas las bobinas S se determina un ancho de paso para las delgas Y, que garantiza que el extremo de cada bobina establezca contacto con una delga libre L. En la figura 2 se proporciona un ancho de paso para las delgas Y de siete delgas, es decir: $Y = 7$.

Como se ha representado y debatido de manera detallada en la declaración de patente DE 10 2004 062 813 A1 anteriormente mencionada, se pueden determinar en primer lugar de manera continua la delga inicial La y la delga final Le para todas las bobinas. Después se determina para cada bobina adicional del rotor 13 que suceda a la bobina S1, en un primer paso para cada diente de polo Z, el error de ángulo W_f en relación con el paso polar del estator 11, mediante la siguiente fórmula:

$$(1) \quad Wf(j) = \cos [2\pi * p/z * (j-Lai/M)]$$

A partir del error de ángulo de la segunda bobina S2 determinado de esta manera para cada diente de polo Z, en una etapa posterior se determina aquel diente de polo en el que la bobina S2 presente el error de ángulo Wf más reducido. De esta manera, para la bobina S2 en el diente de polo Z5 se determina el error de ángulo más reducido Wf = 18° o bien, el mayor valor de coseno del error de ángulo máx. = 0,951. El mismo error de ángulo se presenta también en los dientes de polo Z8, Z10 y Z3, hecho que se puede aprovechar para una conexión óptima de las bobinas.

De esta manera, para todas las bobinas S se determinan las delgas iniciales y finales La y Le, así como el respectivo diente de polo Z óptimo. En la declaración de patente mencionada anteriormente, con dichos valores se crea ahora la tabla de devanado necesaria para un dispositivo automático de devanado, en donde el hilo de devanado se conduce respectivamente desde la delga inicial La directamente hacia la bobina S o bien, desde la bobina S hacia la delga final Le. Sin embargo, en el caso de cantidades elevadas de bobinas se presentan problemas en relación con el paso del hilo entre el conmutador 16 y las bobinas S, de manera tal que se requiere la disposición de las conexiones de bobinas en las delgas 16.

En las figuras 3a a 3f se representan esquemáticamente diferentes opciones para el realizar las conexiones. Además, el hilo de devanado 17 se conduce respectivamente alrededor de un terminal de conexión 16a de las delgas L. Además, a continuación dichas soluciones se indican como enganches, en los cuales se conduce el hilo de devanado directamente desde el terminal de conexión 16a de una delga L hacia una ranura N. Este es el caso para las ejecuciones de acuerdo con las figuras 3a, 3b, 3c y 3e. Dichas conexiones se indican a continuación como enganches que rodean, en los cuales el hilo de devanado 17 se conduce desde un terminal de conexión 16a del conmutador 16, alrededor del eje del rotor sobre un anillo de soporte 19 de material aislante dispuesto entre el conmutador 16 y el paquete de chapas 14, hacia la ranura N. Este es el caso para las ejecuciones de acuerdo con las figuras 3d y 3f. Dado que en el denominado empalme retorcido en caliente para el contacto de las delgas L, el terminal de conexión 16 con un electrodo de barra se curva logrando un gancho hacia la delga, y se funde con el hilo de devanado 17 mediante corriente eléctrica, el esmalte aislante se funde en la zona del ojal 17c en el hilo de devanado 17, dispuesta alrededor de los terminales de conexión 16a. Además, resulta importante que los ojales 17c se conduzcan lo más ajustados posible alrededor de los terminales de conexión 16a, y después de su enganche o bien, de su enganche por alrededor de los terminales de conexión 16a retornen elásticamente lo menos posible, para que en el caso de los terminales de conexión 16 dispuestos adyacentes y ajustados entre sí, las delgas adyacentes L no se cortocircuiten por encima de los ojales 17c. Este es el caso para las ejecuciones de acuerdo con las figuras 3a, 3b, 3c y 3d, en las cuales el hilo de devanado se conduce apartándose nuevamente desde un lado hacia el terminal de conexión, y hacia el otro lado. En el enganche de acuerdo con la figura 3a, en cada conexión de delga se disponen dos dientes de polo Z entre el hilo de devanado 17 suministrado y el hilo que se aparta. En la ejecución de acuerdo con la figura 3b, se disponen entre el hilo de devanado 17 suministrado y el que se aparta, en las conexiones de las delgas adyacentes, alternadamente un diente de polo o bien, dos dientes de polo Z. En la ejecución de acuerdo con la figura 3c, se dispone entre el hilo de devanado 17 suministrado y el que se aparta respectivamente un diente de polo Z. Un ojal 17c ajustado y con un retorno elástico reducido se logra también cuando se realiza un enganche de los terminales de conexión 16a de acuerdo con la figura 3d, dado que también en este caso el hilo de devanado 17 se conduce desde un lado hacia el terminal de conexión 16a y se aparta hacia el otro lado. Por el contrario, se deben evitar las ejecuciones problemáticas de acuerdo con las figuras 3e y 3f. En el enganche de acuerdo con la figura 3e, entre el hilo de devanado 17 conducido hacia el terminal de conexión 16a y el hilo apartado de dicho terminal, sólo se conforma respectivamente un ángulo agudo reducido, dado que el suministro y el apartamiento se realizan de manera aproximadamente perpendicular, desde la delga L hacia una y la misma ranura. En este caso, con un diámetro en aumento del hilo, el hilo de devanado 17 en la zona del ojal 17c retorna elásticamente con el riesgo de que se produzcan cortocircuitos en las delgas. El riesgo de un ojal 17c que retorne elásticamente de manera intensificada también existe en una ejecución de acuerdo con la figura 3f, en la que en el enganche por alrededor, el suministro y el apartamiento del hilo de devanado 17 entre los terminales de conexión 16a y las bobinas S, se realizan hacia uno y el mismo lado sobre el cuerpo de soporte 19, apartándose de manera aproximadamente paralela hacia la respectiva ranura.

Para poder aprovechar óptimamente el espacio entre el conmutador 16 y el paquete de chapas 14 del rotor 13, para las uniones de las conexiones de las bobinas S con las delgas L, en particular ante una cantidad elevada de bobinas, puede resultar útil conectar la primera parte de las bobinas S enrolladas a través, mediante un enganche por alrededor con las delgas L de acuerdo con la figura 3d, de manera tal que a continuación cuando se enrolla la última parte de las bobinas a través, dichas bobinas se puedan conectar con las delgas L mediante el enganche. Además, para el enganche se utiliza una de las soluciones de acuerdo con las figuras 3a, 3b ó 3c. Por consiguiente, para los siguientes ejemplos de ejecución se crean las tablas de devanado necesarias de manera tal que, al menos, en una última parte enrollada de las bobinas S, el hilo de devanado 17 en contacto con un terminal de conexión 16a de una delga L se conduzca desde un lado de la delga L, y se aparte desde el otro lado, y de manera que entre la

5 ranura N desde la cual se conduce el hilo de devanado 17 de la delga L, y la ranura hacia la cual se aparta dicho hilo desde la delga L, se disponga, al menos, un diente de polo Z, sin embargo, dos dientes de polo Z como máximo. Para poder lograr lo anteriormente mencionado, al menos, en una parte de las bobinas S enrolladas una tras otra de manera que atraviesen, se debe conducir el hilo de devanado 17 desde la bobina S hacia la delga L o bien, desde la delga L hacia la bobina S atravesando respectivamente entre otros dos dientes de polo Z dispuestos próximos a la delga L, en donde entre la delga L y el paso del hilo de devanado se pueden disponer como máximo dos dientes de polo Z.

10 En el primer ejemplo de ejecución de acuerdo con las figuras 1 y 2, de acuerdo con las especificaciones descritas anteriormente, se crea una tabla de devanado representada en la figura 4 para un motor de corriente continua de seis polos, con la siguiente información:

Cantidad de pares de polos $p = 3$

Cantidad de dientes de polo Z = 10

Cantidad de delgas L = 20

Cantidad de bobinas S = 20

15 Ancho de paso para delgas Y = 7

Cantidad de vueltas $W_z = 14$ o bien 15

Desalineamiento angular (diente de polo 1 en relación con la delga 1) $\beta = 0^\circ$

20 Un dispositivo automático de devanado no representado procesa por líneas la tabla de devanado creada de acuerdo con la figura 4, en donde las bobinas S1 a S20 se enrollan una tras otra atravesando, y entran en contacto respectivamente con las delgas L del conmutador 16 asignadas a dichas bobinas. En las figuras 5a a 5e se representa esquemáticamente en un desarrollo del rotor la fabricación de las bobinas de acuerdo con la tabla de devanado de la figura 4, de acuerdo con las secciones de la tabla a hasta f, y se describe a continuación:

25 De acuerdo con la sección a, el hilo de devanado 17 entran en contacto en primer lugar con su extremo inicial 17a en la delga L1. El hilo se conduce desde allí hacia la ranura 10, y a través de ella hacia el lado posterior del rotor, y desde allí hacia el diente de polo Z3. En este punto, la bobina S1 se enrolla con 14 vueltas hacia la izquierda alrededor del diente de polo Z3, como se indica mediante una flecha. El extremo final de la bobina se conduce a través del lado posterior del rotor hacia la ranura N5. Desde allí se conduce el hilo de devanado 17 a través de la ranura 5 hacia el conmutador 16, y allí entra en contacto con la delga L8. Desde allí se enrolla la bobina S2 con 15 vueltas hacia la derecha alrededor del diente de polo Z5, y el extremo final de la bobina se conduce después a través de la ranura N7 hacia el lado posterior del rotor. Desde allí el hilo de devanado 17 llega a través de la ranura N8 hasta el lado del conmutador, en donde entra en contacto con la delga 15. Desde allí el hilo de devanado 17 se conduce a través de la ranura N7 hacia el lado posterior del rotor y después hacia el diente de polo Z10. Allí se enrolla la bobina S3 con 14 vueltas hacia la izquierda, y el extremo final de la bobina se conduce después por el lado posterior del rotor, a través de la ranura N2 hacia el lado del conmutador, y en este punto entra en contacto con la delga L2. Desde allí se enrolla la bobina S4 con 15 vueltas hacia la derecha alrededor del diente de polo Z2, y el extremo final de la bobina se conduce después por el lado posterior del rotor, a través de la ranura N4 hacia el lado posterior del rotor. Desde allí el hilo de devanado 17 llega a través de la ranura N5 hasta el lado del conmutador, en donde entra en contacto con la delga L9. El hilo de devanado se conduce desde la delga L9 a lo largo de la flecha indicada en el desarrollo del rotor en la figura 5b. Además, el hilo de devanado se conduce con sus secciones representadas mediante líneas punteadas, respectivamente desde el lado izquierdo del desarrollo del rotor hacia el lado derecho.

45 En ese punto, desde la delga L9 se conduce el hilo de devanado 17 a través de la ranura N4 hacia el lado posterior del rotor, y después hacia el diente de polo Z7. Allí se enrolla la bobina S5 con 14 vueltas hacia la izquierda, y el extremo final de la bobina se conduce después por el lado posterior del rotor, a través de la ranura N9 hacia el lado del conmutador, y en este punto entra en contacto con la delga L16. Desde allí se enrolla la bobina S6 con 15 vueltas hacia la derecha alrededor del diente de polo Z9, y el extremo final de la bobina se conduce después a través de la ranura N1 hacia el lado posterior del rotor. Desde allí el hilo de devanado 17 llega a través de la ranura N2 hasta el lado del conmutador, en donde entra en contacto con la delga L3. Desde allí el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N1 hacia el lado posterior del rotor y después hacia el diente de polo Z4. Allí se enrolla la bobina S7 con 14 vueltas hacia la izquierda, y el extremo final de la bobina se conduce después por el lado posterior del rotor, a través de la ranura N6 hacia el lado del conmutador, y en este punto entra en contacto con la delga L10. Desde allí se enrolla la bobina S8 con 15 vueltas hacia la derecha alrededor del diente de polo Z6, y el extremo final de la bobina se conduce después a través de la ranura N8 hacia el lado posterior del rotor. Desde allí el hilo de devanado 17 llega a través de la ranura N9 hasta el lado del conmutador y en este punto entra en contacto

con la delga L17. El hilo de devanado se conduce desde la delga L17 a lo largo de la flecha indicada en el desarrollo del rotor en la figura 5c.

De la misma manera, las bobinas S9 a S12 se enrollan una tras otra atravesando de acuerdo con la sección c de la tabla de devanado de acuerdo con la figura 4, como se representa en el desarrollo del rotor de acuerdo con la figura 5c.

De la misma manera, también las bobinas S13 a S16 se fabrican de acuerdo con el desarrollo del rotor según la figura 5d, de acuerdo con la sección d de la tabla de devanado según la figura 4, así como las bobinas S17 a S20 se fabrican de acuerdo con el desarrollo del rotor según la figura 5e, de acuerdo con la sección e de la tabla de devanado de la figura 4. Después de que las 20 bobinas S se hayan enrollado una tras otra de manera que atraviesen, el extremo final 17b del hilo de devanado finalmente entra en contacto nuevamente con la delga L1.

En dicho ejemplo de ejecución todas las bobinas S se encuentran enganchadas en las delgas L. De acuerdo con el esquema de enganche según la figura 3c, el suministro y el apartamiento del hilo de devanado se establece respectivamente hacia ambos lados de la delga, de manera tal que en todos los casos, entre el suministro y el apartamiento del hilo, se encuentre respectivamente un diente de polo Z. Para lograr esto también en las bobinas S que se encuentran más apartadas de sus conexiones con las delgas, los extremos finales de las bobinas se conducen a través de las ranuras N que se disponen próximas a la respectiva conexión de la delga. Además, dichos pasos del hilo de devanado presentan una distancia de dos dientes de polo como máximo, para evitar asimetrías magnéticas.

En un segundo ejemplo de ejecución de la presente invención, para la reducción de la ondulación de par y para la reducción de las fuerzas magnéticas radiales que se presentan de un lado en la periferia del rotor, todas las bobinas S provistas de un error de ángulo $w = f > 0^\circ$ en relación con el paso polar, se disponen distribuidas sobre dos dientes de polo Z enfrentados entre sí. En el caso del primer ejemplo de ejecución, esto se realiza cada segunda bobina. De acuerdo con los cálculos de los errores de ángulo para todas las bobinas, de la declaración de patente mencionada anteriormente se conoce que para cada bobina se presentan en una pluralidad de posiciones enfrentadas entre sí, errores de ángulo de igual tamaño o bien, no se presenta ningún error de ángulo. Debido a dichos cálculos conocidos, como modificación del primer ejemplo de ejecución se crea una tabla de devanado de acuerdo con la figura 6, para una máquina eléctrica 10 de acuerdo con la figura 1, con la siguiente información:

Cantidad de pares de polos $p = 3$

Cantidad de dientes de polo $Z = 10$

Cantidad de delgas $L = 20$

Cantidad de bobinas $S = 20$

Ancho de paso para delgas $Y = 7$

Cantidad de vueltas $Wz = 10 \text{ ó } 7$

Desalineamiento angular $\beta = 0^\circ$

Un dispositivo automático de devanado procesa la tabla de devanado de acuerdo con la figura 6, en donde las bobinas S1 a S20 se enrollan una tras otra de manera que atraviesen, y entran en contacto respectivamente con las delgas L del conmutador 16 asignadas a dichas bobinas. En la figura 7 se representa esquemáticamente en un desarrollo de rotor, la fabricación de las bobinas S1 a S4 de acuerdo con la sección a de la tabla de devanado de la figura 6, y se describe a continuación. Además, las bobinas S2 y S4 se dividen en dos mitades S2a y S2b así como S4a y S4b.

De acuerdo con la sección a) el hilo de devanado 17 entra en contacto en primer lugar con su extremo inicial 17a en la delga L1. Desde allí, el hilo de devanado 17 se conduce a través de la ranura N10 hacia el lado posterior del rotor, y después hacia el diente de polo Z3. En ese punto, la bobina S1 se enrolla hacia la izquierda con 10 vueltas, y el extremo final de la bobina se conduce después a través de la ranura N5 hacia el lado del conmutador, y en este punto entra en contacto con la delga L8. Desde allí la primera mitad de bobina S2a de la segunda bobina se enrolla hacia la derecha con 7 vueltas alrededor del diente de polo Z5, y el hilo de devanado se conduce después hacia el diente de polo 8. En este punto, la segunda mitad de bobina S2b se enrolla hacia la derecha con 8 vueltas, y el extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L15. Desde allí, el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N7 hacia el lado posterior del rotor, y después hacia el diente de polo Z10. En este punto, la bobina S3 se enrolla hacia la izquierda con 10 vueltas, y el extremo final de la bobina se conduce después a través de la ranura N2 hacia el lado del conmutador, y en este punto entra en contacto con la delga L2. Desde allí la

5 primera mitad de bobina S4a de la cuarta bobina se enrolla hacia la derecha con 7 vueltas alrededor del diente de polo Z2, y el hilo de devanado se conduce después hacia el diente de polo Z5. En este punto, la segunda mitad de bobina S4b se enrolla hacia la derecha con 7 vueltas, y el extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L9. De la misma manera, el dispositivo automático de devanado procesa las siguientes líneas de la tabla de devanado de acuerdo con la figura 6, y además se enrollan las bobinas sin dividir y las bobinas divididas de manera alternada. Con dicha tabla de devanado se deduce para el segundo ejemplo de ejecución, que de acuerdo con la figura 7 las bobinas divididas S2, S4, S6 ... se enrollan una tras otra atravesando respectivamente como mitades de bobinas S2a y S2b, S4a y S4b, S6a y S6b ... en una conexión en serie. Además, también en este caso las bobinas S se enganchan en las delgas L de acuerdo con la ejecución según la figura 3c, de la misma manera que en el primer ejemplo de ejecución.

10 En un tercer ejemplo de ejecución se representa una primera sección a de una tabla de devanado de acuerdo con la figura 8, en la cual en relación con el segundo ejemplo de ejecución sólo se ha modificado el sentido de devanado de las bobinas S. Además, también se logra un paso de hilo modificado entre las bobinas S y las delgas L.

15 Además, en la figura 9 se representa el contacto del hilo de devanado 17 también en este caso con su extremo inicial 17a con la delga L1. A partir de allí se enrolla la bobina S1 con 10 vueltas hacia la derecha alrededor del diente de polo Z3, y el extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L8. Desde allí el hilo de devanado se conduce hacia el diente de polo Z5. En este punto, la primera mitad de bobina S2a se enrolla hacia la izquierda con 7 vueltas, y el hilo de devanado se conduce después hacia el diente de polo Z8. En este punto, la segunda mitad de bobina S2b se enrolla hacia la izquierda con 7 vueltas, y el extremo final de la bobina entra en contacto con la delga L15. A partir de allí se enrolla la bobina S3 hacia la derecha con 10 vueltas alrededor del diente de polo Z10, y el extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L2. Desde allí el hilo de devanado se conduce después hacia el diente de polo Z2, y en este punto la primera mitad de bobina S4a de la cuarta bobina se enrolla hacia la izquierda con 7 vueltas alrededor. Después, el hilo de devanado se conduce hacia el diente S5 y la segunda mitad de bobina S4b se enrolla con 7 vueltas hacia la izquierda. El extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L9. De la misma manera, el dispositivo automático de devanado enrolla una tras otra de manera que atravesen todas las bobinas restantes o bien, las mitades de bobinas restantes, de acuerdo con la tabla de devanado según la figura 8. En dicha ejecución, se puede evitar el paso de los extremos finales de las bobinas a través de las ranuras adyacentes, dado que se puede realizar un enganche directo de las conexiones de bobina en las delgas L, de acuerdo con la ejecución según la figura 3a, según lo cual se disponen dos dientes de polo entre el suministro y el apartamiento del hilo de devanado en las delgas L.

25 La figura 10 muestra en un cuarto ejemplo de ejecución, la tabla de devanado para una máquina eléctrica 10 de la figura 1, en la que todas las bobinas S se enrollan divididas respectivamente sobre dientes de polo Z enfrentados entre sí. Además, las mitades de bobina se conectan respectivamente en serie. Para dicha máquina eléctrica resulta válida la siguiente información:

35 Cantidad de pares de polos $p = 3$

Cantidad de dientes de polo $Z = 10$

Cantidad de delgas $L = 20$

Cantidad de bobinas $S = 20$

Ancho de paso para delgas $Y = 7$

40 Cantidad de vueltas $W_z = 2 \times 6 \text{ ó } 7 \times 6$

Desalineamiento angular $\beta = 12^\circ$

En la figura 11 se representa esquemáticamente en un desarrollo del rotor, la fabricación de las primeras cuatro bobinas S1 a S4 de acuerdo con la sección a de la tabla de devanado según la figura 10, con las 8 secciones de bobina S1a, S1b a S4a, S4b, y se describe a continuación.

45 El hilo de devanado 17 entra en contacto en primer lugar con su extremo inicial 17a con la delga L1. Desde allí, dicho hilo se conduce a través de la ranura N10 hacia el lado posterior del rotor, y después se enrolla hacia la derecha la mitad de bobina S1a con 6 vueltas alrededor del diente de polo Z1. A continuación, el hilo de devanado se conduce por el lado posterior del rotor a través de la ranura N8 hacia el lado del conmutador, y desde allí se conduce hacia el diente de polo Z6. En este punto, la segunda mitad de bobina S1b se enrolla hacia la izquierda con 6 vueltas, y el extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L8. Desde allí, la mitad de bobina S2a se enrolla hacia la izquierda con 7 vueltas alrededor del diente de polo Z3, y el hilo de devanado se conduce después a través de la ranura N10 hacia el lado posterior del rotor, y después hacia el diente de polo Z8. En este

punto, la mitad de bobina S2b se enrolla hacia la derecha con 6 vueltas, y el extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L15. Desde allí, el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N7 hacia el lado posterior del rotor, y la bobina S3a se enrolla hacia la derecha con 7 vueltas alrededor del diente de polo Z8. A partir de este punto, el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N5 hacia el lado del conmutador, y la segunda mitad de bobina S3b se enrolla hacia la izquierda con 6 vueltas alrededor del diente de polo Z3. El extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L2. Desde allí, la mitad de bobina S4a se enrolla hacia la izquierda con 7 vueltas alrededor del diente de polo Z10, y después el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N7 hacia el lado posterior del rotor. Desde allí, dicho hilo llega al diente de polo Z5. En este punto, la segunda mitad de bobina S4b se enrolla hacia la derecha con 6 vueltas, y después el extremo final de la bobina entra en contacto con la delga L9.

De la misma manera, las siguientes líneas de la tabla de devanado de acuerdo con la figura 10 se procesan con un dispositivo automático de devanado, y además las bobinas S5 a S20 se enrollan respectivamente por mitades conectadas en serie, sobre dientes de polo enfrentados entre sí. En dicho ejemplo de ejecución, las conexiones de bobina se realizan en las delgas L mediante un enganche de acuerdo con la ejecución de la figura 3b, según lo cual en una parte de las conexiones entre el suministro y el apartamiento del hilo, y las delgas L se dispone respectivamente un diente de polo Z, y en otra parte se disponen respectivamente dos dientes de polo Z.

En un quinto ejemplo de ejecución, se crea una tabla de devanado para una máquina eléctrica 10 de acuerdo con la figura 1, según la cual todas las bobinas se distribuyen en dos mitades de bobina a y b respectivamente sobre dientes de polo enfrentados entre sí, y en donde en comparación con el ejemplo de ejecución anterior, las mitades de bobina Sa y Sb se conectan paralelas en relación con sus delgas iniciales y finales en común La y Le. Para garantizar una conducción de conductores ordenada que no presente problemas entre el conmutador 16 y el paquete de chapa 14 del rotor 13, el dispositivo automático de devanado enrolla las primeras mitades de bobina Sa de las 20 bobinas S respectivamente en una primera sección de devanado A de manera que atraviesen, y después se enrollan una tras otra las segundas mitades de bobina Sb en una segunda sección de devanado B, de manera que atraviesen. De esta manera, se logra que en el primera sección de mitades de bobina Sa enrolladas una tras otra de manera que atraviesen, el hilo de devanado se pueda conducir apartándose desde la respectiva mitad de bobina hacia la delga L, así como desde la delga hacia la siguiente mitad de bobina Sa, respectivamente a través de un anillo de soporte 19 dispuesto sobre el eje del rotor.

Para el quinto ejemplo de ejecución, resulta válida la siguiente información:

Cantidad de pares de polos $p = 3$

Cantidad de dientes de polo Z = 10

Cantidad de delgas L = 20

Cantidad de bobinas Sa = 20; Sb = 20

Ancho de paso para delgas Y = 7

Cantidad de vueltas Wz = 14 ó 13

Desalineamiento angular $\beta = 0^\circ$

En la figura 13a se representa esquemáticamente en un desarrollo del rotor, la fabricación de las mitades de bobina S1a a S4a de acuerdo con la tabla de devanado de la figura 12, según la sección de tabla a, y se describe a continuación.

El hilo de devanado 17 entra en contacto en primer lugar con su extremo inicial 17a en la delga L1. Dicho hilo se conduce después desde dicha posición hacia la derecha hacia el diente de polo Z8. En este punto, la primera mitad de bobina S1a se enrolla hacia la izquierda con 14 vueltas, y el extremo final de la bobina se conduce nuevamente hacia la derecha y entra en contacto con la delga L8. Desde allí el hilo de devanado se conduce hacia la derecha hacia el diente de polo Z10. En este punto, la mitad de bobina S2a se enrolla hacia la derecha con 13 vueltas, y después el extremo final de la bobina se conduce hacia la derecha y entra en contacto con la delga L15. Desde allí el hilo de devanado se conduce hacia la derecha hacia el diente de polo Z5. En este punto, la mitad de bobina S3a se enrolla hacia la izquierda con 14 vueltas, y después el extremo final de la bobina se conduce hacia la derecha y entra en contacto con la delga L2. Desde allí el hilo de devanado se conduce nuevamente hacia la derecha hacia el diente de polo Z7. En este punto, se enrolla a través de la bobina S4a hacia la derecha con 13 vueltas, y después el extremo final de la bobina se conduce hacia la derecha y entra en contacto con la delga L9. A partir de allí, el dispositivo automático de devanado procesa todas las demás líneas de la primera mitad de la tabla de devanado en la figura 12, para la fabricación de las mitades de bobinas restantes S5a a S20a. Además, en la figura 13a los hilos

para devanar se conducen desde el lado derecho punteado hacia el lado izquierdo del desarrollo del rotor. El contacto de las mitades de bobina Sa con las delgas L se realiza en este caso mediante el enganche de acuerdo con la figura 3d, según la cual el hilo de devanado entre la delga y la bobina se aparta respectivamente a través de un anillo de soporte 19, en donde las bobinas se encuentran desplazadas hacia la delga respectivamente, al menos, 90° en la periferia del rotor.

En la figura 13b se representa esquemáticamente en un desarrollo del rotor, la fabricación de las segundas mitades de bobina Sb a partir de la tabla de devanado de acuerdo con la figura 12, según la sección de tabla b, y se describe a continuación.

Después de que la primera mitad de bobina 20a de la bobina veinte se enrolle sobre el diente de polo Z3, y que el extremo final de la bobina entre en contacto con la delga L1, el hilo de devanado 17 se conduce desde la delga L1 hacia el diente de polo Z3. En este punto, la mitad de bobina S1b se enrolla hacia la derecha con 14 vueltas, y el extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L8. Desde allí, el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N5 hacia el lado posterior del rotor, y después la mitad de bobina S2b se enrolla hacia la izquierda con 12 vueltas alrededor del diente de polo Z5. El extremo final de la bobina se conduce después por el lado posterior del rotor a través de la ranura N7, y del lado del conmutador entra en contacto con la delga L15. A partir de allí se enrolla la mitad de bobina S3b hacia la derecha con 14 vueltas alrededor del diente de polo Z10, y el extremo final de la bobina entra en contacto con la delga L2. Desde allí, el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N2 hacia el lado posterior del rotor, y después la bobina S4b se enrolla hacia la izquierda con 12 vueltas alrededor del diente de polo Z2. El extremo final de la bobina se conduce después por el lado posterior del rotor a través de la ranura N4 hacia el lado del conmutador, y allí entra en contacto con la delga L9. A partir de este punto, todas las mitades de bobinas restantes S5b a S20b se enrollan una tras otra sobre los dientes de polo de manera que atraviesen, y de esta manera el dispositivo automático de devanado procesa la segunda mitad de la tabla de devanado de acuerdo con la figura 12. El contacto de las mitades de bobina Sb con las delgas L, se realiza en este caso mediante el enganche de acuerdo con el esquema según la figura 3a, según la cual entre el suministro y el apartamiento del hilo de devanado en las delgas, se encuentran respectivamente dos dientes de polo Z. Mediante la división de la fabricación de bobinas en dos secciones de devanado de acuerdo con la tabla de devanado de la figura 12, se garantiza que mediante el enganche por alrededor en las delgas L, las conexiones de las bobinas en la primera sección de la tabla de devanado no interfieran en las conexiones de las bobinas de la segunda sección de devanado mediante el enganche en las delgas L, así como de manera inversa el enganche en la segunda sección no interfiera en el enganche por alrededor en la primera sección.

En un sexto ejemplo de ejecución se presenta una modificación del ejemplo de ejecución anterior, en el que se crea una tabla de devanado representada parcialmente de acuerdo con la figura 14, en la cual se modifica el sentido de devanado para las cuarenta mitades de bobinas. Además, en este caso en la primera sección de las mitades de bobinas S1a a S20a enrolladas a través, las conexiones de las bobinas en las delgas L no se deben realizar mediante un enganche por alrededor de acuerdo con la figura 13a, sino que se deben realizar mediante un enganche de acuerdo con la figura 13b. Por consiguiente, los extremos finales de las bobinas se deben conducir en gran medida por el lado posterior del rotor a través de otras ranuras N que se encuentren próximas a la respectiva conexión de la delga. En la figura 15 se representa esquemáticamente en un desarrollo del rotor, la fabricación de las mitades de bobina S1a a S4a de la tabla de devanado de acuerdo con la figura 14, según la sección de tabla a, y se describe a continuación.

El hilo de devanado 17 entra en contacto en primer lugar con su extremo inicial 17a con la delga L1. Desde allí, el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N10 hacia el lado posterior del rotor, y después sobre el diente de polo Z8. En ese punto, la bobina S1a se enrolla hacia la derecha con 12 vueltas, y el extremo final de la bobina se conduce después a través de la ranura N5 hacia el lado del conmutador, y en este punto entra en contacto con la delga L8. Desde allí, el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N3 hacia el lado posterior del rotor, y después a través de la ranura N2 hacia el diente de polo Z10. En este punto, la bobina S2a se enrolla hacia la izquierda con 12 vueltas, y el extremo final de la bobina entra en contacto después con la delga L15. Desde allí, el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N7 hacia el lado posterior del rotor, y después hacia el diente de polo Z5. En este punto, la mitad de bobina S3a se enrolla hacia la derecha con 12 vueltas, y el extremo final de la bobina se conduce por el lado posterior del rotor a través de la ranura N2 hacia el lado del conmutador, y en este punto entra en contacto con la delga L2. Desde allí, el hilo de devanado se conduce a través de la ranura N10 hacia el lado posterior del rotor, y desde allí se conduce a través de la ranura N9 hacia el lado del conmutador. A partir de allí se enrolla la mitad de bobina S4a hacia la izquierda con 12 vueltas alrededor del diente de polo Z7, y después el extremo final de la bobina entra en contacto con la delga L9. De la misma manera, se fabrican a continuación todas las mitades de bobinas restantes S5a a S20a y S1b a S20b. La conexión de las bobinas en las delgas L se realiza en este caso, en comparación con la figura 13a, mediante el enganche del hilo de devanado en lugar del enganche por alrededor en las delgas L.

La presente invención no se limita a los ejemplos de ejecución representados, dado que en relación con la información de la cantidad de pares de polos, la cantidad de dientes y el ancho de paso de las delgas, se deduce una pluralidad de combinaciones en relación con la realización del devanado rotórico de una máquina eléctrica 10 de

- acuerdo con la figura 1. Además, también en las ejecuciones de devanado sin una distribución de las bobinas, se pueden dividir las bobinas S enrolladas una tras otra de manera que atraviesen, en dos grandes secciones de devanado eventualmente diferentes, y además las bobinas de la primera sección de devanado pueden entrar en contacto con las delgas L mediante el devanado por alrededor. Para un contacto sin problemas de las bobinas S con las delgas L, resulta eventualmente ventajoso cuando las bobinas con un error de ángulo W_f y las bobinas sin error de ángulo W_f se enrollan en un secuencia uniforme de manera que atraviesen. Dado que para ello, al menos, en una parte de las bobinas S el hilo de devanado se debe conducir hacia las delgas L o bien, desde las delgas L a través de una ranura dispuesta en las proximidades, resulta conveniente para lograr eventualmente una conmutación mejorada y una ondulación de par reducida cuando, al menos, en una parte de las bobinas S distribuidas sobre los dientes de polo Z enfrentados, las mitades de bobinas S_a y S_b se enrollan respectivamente con diferentes cantidades de vueltas, como es el caso en las tablas de devanado de acuerdo con las figuras 10 y 12. El desalineamiento angular φ entre el diente de polo 1 y la entalladura de la delga L1, se selecciona preferentemente de manera tal que en lo posible la delga L1 no se encuentre frente a una ranura N, a través de la cual se conduce el hilo de devanado desde la delga L1 hacia la bobina S1.
- 15 Otras alternativas para la fabricación conforme a la presente invención de los devanados rotóricos S de máquinas eléctricas, se deducen a partir del hecho de que en una primera sección de bobinas enrolladas de manera que atraviesen, las mitades de bobinas de las bobinas divididas se conectan paralelas entre sí, y a partir del hecho de que en una segunda sección de bobinas, las mitades de bobinas de las bobinas restantes divididas se conectan respectivamente en serie. Otra alternativa para las bobinas divididas consiste en el enrollamiento de las primeras mitades de bobinas S_a en una primera sección de devanado de manera que atraviesen, y de las segundas mitades de bobinas S_b nuevamente divididas en dos secciones de bobinas S_{b1} y S_{b2} , de manera que atraviesen conectadas en serie en la segunda sección de devanado.

REIVINDICACIONES

1. Método para la fabricación del devanado rotórico de una máquina eléctrica (10), preferentemente de un motor de corriente continua con, al menos, cuatro polos de excitación (P) en el estator (11) y con un rotor conmutador (13) que presenta una pluralidad de ranuras (N) y dientes de polo (Z) en la periferia, que difiere de la cantidad de polos de excitación, y con una pluralidad de bobinas de dientes individuales (S) y la misma cantidad de delgas del conmutador (L) que es, al menos, el doble en comparación con la cantidad de dientes de polo, en donde las bobinas de dientes individuales se encuentran enrolladas de manera uniformemente distribuidas sobre los dientes de polo, preferentemente enrolladas de manera que atraviesen, y entra en contacto con terminales de conexión (16a) de las delgas, con un ancho de paso predeterminado para las delgas (Y), en donde partiendo de la primera bobina (S1), las bobinas enrolladas una tras otra se enrollan respectivamente sobre aquellos dientes de polo (Z) que presentan el mínimo error de ángulo (Wf) eléctrico en relación con un paso polar ($360^\circ/2p$), y en donde, al menos, en el caso de una última sección de devanado (B) enrollada de las bobinas (S), preferentemente en todas las bobinas, el hilo de devanado (17) conectado respectivamente entre dos bobinas (S) con una delga (L) se suministra desde un lado de la delga (L) y se aparta desde el otro lado, y en donde entre la ranura (N) desde la cual se suministra el hilo de devanado (17) de la delga (L), y la ranura (N) hacia la cual se dirige dicho hilo apartándose de la delga (L) se encuentra dispuesto, al menos, un diente de polo (Z), sin embargo, se pueden encontrar como máximo dos dientes de polo (Z), **caracterizado porque** en una sección de devanado (A), preferentemente la primera, de las bobinas enrolladas una tras otra de manera que atraviesen, el hilo de devanado (17) se aparta desde la bobina (S) hacia la delga (L), así como desde la delga (L) hacia la siguiente bobina (S) respectivamente a través de un anillo de soporte (19) dispuesto sobre un eje del rotor (15), en donde las bobinas (S) se encuentran desplazadas hacia la delga (L) respectivamente, al menos, 90° en la periferia del rotor.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque**, al menos, en una sección de devanado (A o bien, B) de las bobinas enrolladas una tras otra de manera que atraviesen, el hilo de devanado (17) se conduce a través desde la bobina (S) hacia la delga (L) o bien, desde la delga (L) hacia la bobina (S) respectivamente entre otros dos dientes de polo (Z) dispuestos próximos a la delga (L), de manera tal que entre la delga (L) y el paso del hilo de devanado (17) se encuentren dispuestos como máximo dos dientes de polo (Z).
3. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque**, al menos, las bobinas (S) provistas con un error de ángulo (Wf) en relación con un paso polar (Pt), se disponen sobre dos dientes de polo (Z) enfrentados entre sí.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** todas las bobinas (S) se enrollan de manera dividida respectivamente sobre dos dientes de polo (Z) enfrentados entre sí.
5. Método de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado porque** las bobinas divididas (S) se enrollan una tras otra de manera que atraviesen, respectivamente como mitades de bobinas (Sa, Sb) en una conexión en serie.
6. Método de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado porque** las bobinas divididas (S), respectivamente como mitades de bobinas (Sa, Sb), se conectan paralelas en relación con sus delgas iniciales y finales (La, Lb) en común.
7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** las bobinas (S) con un error de ángulo (Wf) y las bobinas (S) sin error de ángulo, se enrollan uniformemente de manera que atraviesen.
8. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque**, al menos, en una parte de las bobinas (S) distribuidas sobre los dientes de polo (Z) enfrentados, las mitades de bobinas (Sa, Sb) se enrollan respectivamente con diferentes cantidades de vueltas.
9. Máquina eléctrica, en particular una máquina de corriente continua (10) con, al menos, cuatro polos de excitación (P) en el estator (11) y con un rotor conmutador (13) que presenta una pluralidad de ranuras (N) y dientes de polo (Z) en la periferia, que difiere de la cantidad de polos de excitación (P), y con un devanado rotórico (18) cuya cantidad de bobinas de dientes individuales (S) es igual a la cantidad de delgas del conmutador (L) que es, al menos, el doble en comparación con la cantidad de dientes de polo (Z), en donde las bobinas de dientes individuales (S) se enrollan distribuidas uniformemente sobre los dientes de polo (Z), preferentemente se enrollan de manera que atraviesen, y en donde las bobinas (S) enrolladas una tras otra respectivamente sobre aquellos dientes de polo (Z) que presenten el mínimo error de ángulo (Wf) eléctrico en relación con un paso polar ($360^\circ/2p$), y en donde, al menos, en el caso de una última sección de devanado (B) enrollada de las bobinas (S), preferentemente en todas las bobinas, el hilo de devanado (17) conectado respectivamente entre dos bobinas (S) con una delga (L) se suministra desde un lado de la delga (L) y se aleja desde el otro lado, y en donde entre la ranura (N) desde la cual se suministra el hilo de devanado (17) de la delga (L), y la ranura (N) hacia la cual se dirige dicho hilo apartándose de la delga (L) se encuentra dispuesto, al menos, un diente de polo (Z), sin embargo, se pueden encontrar como máximo dos dientes de polo (Z), **caracterizada porque** en una sección de devanado (A), preferentemente la

primera, de las bobinas enrolladas una tras otra de manera que atraviesen, el hilo de devanado (17) se aparta desde la bobina (S) hacia la delga (L), así como desde la delga (L) hacia la siguiente bobina (S) respectivamente a través de un anillo de soporte (19) dispuesto sobre un eje del rotor (15), en donde las bobinas (S) se encuentran desplazadas hacia la delga (L) respectivamente, al menos, 90° en la periferia del rotor.

FIG. 1

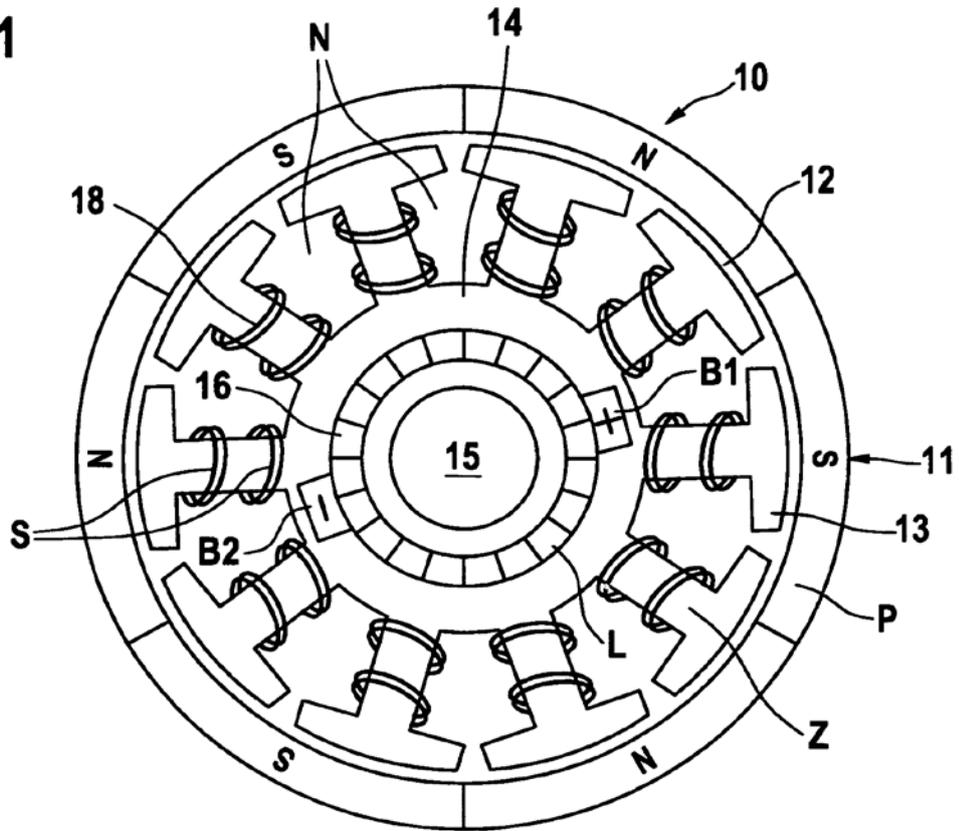


FIG. 2

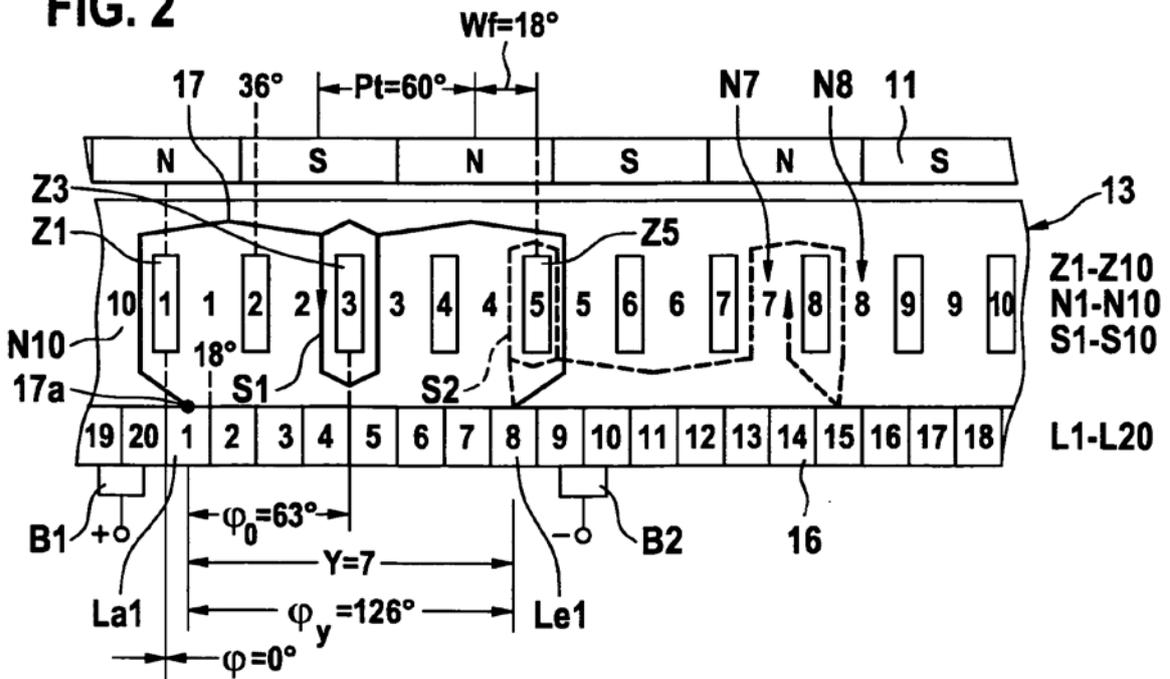


FIG. 3A

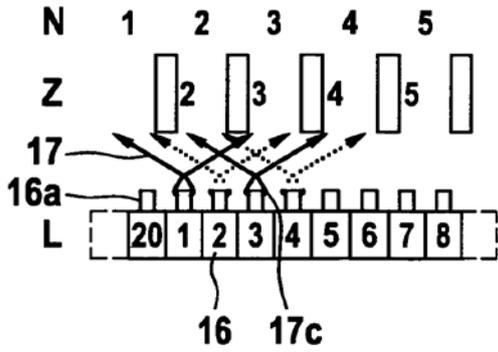


FIG. 3B

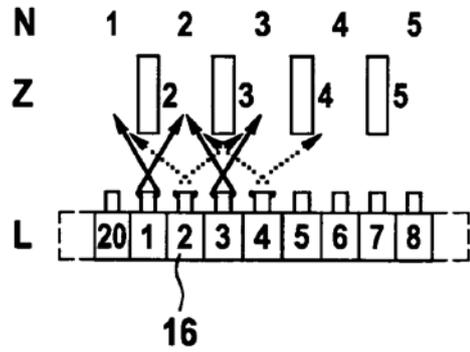


FIG. 3C

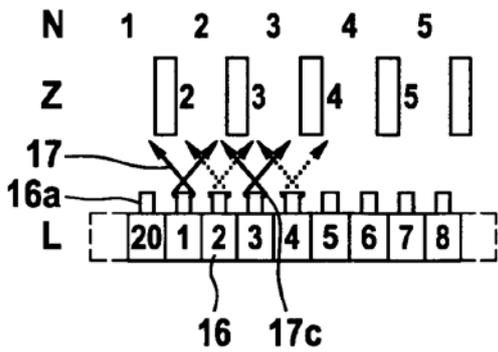


FIG. 3D

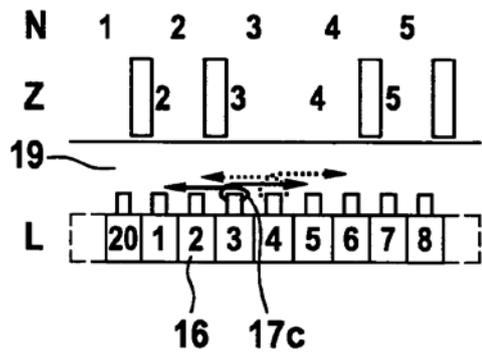


FIG. 3E

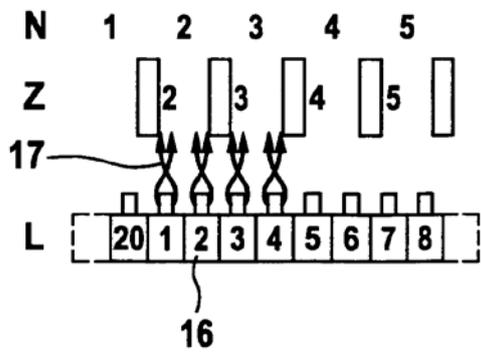


FIG. 3F

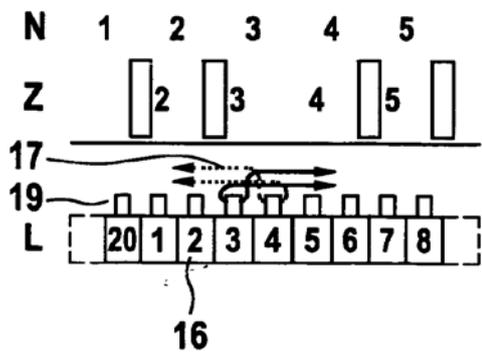


FIG. 4

Bobina	La	N	Diente de polo	Vueltas	li=izq. re=der.	N	N	Le
1	1	10	3	14	li	5	-	8
2	8	-	5	15	re	7	8	15
3	15	7	10	14	li	2	-	2
4	2	-	2	15	re	4	5	9
5	9	4	7	14	li	9	-	16
6	16	-	9	15	re	1	2	3
7	3	1	4	14	li	6	-	10
8	10	-	6	15	re	8	9	17
9	17	8	1	14	li	3	-	4
10	4	-	3	15	re	5	6	11
11	11	5	8	14	li	10	-	18
12	18	-	10	15	re	2	3	5
13	5	2	5	14	li	7	-	12
14	12	-	7	15	re	9	10	19
15	19	9	2	14	li	4	-	6
16	6	-	4	15	re	6	7	13
17	13	6	9	14	li	1	-	20
18	20	-	1	15	re	3	4	7
19	7	3	6	14	li	8	-	14
20	14	-	8	15	re	10	1	1

FIG. 5A

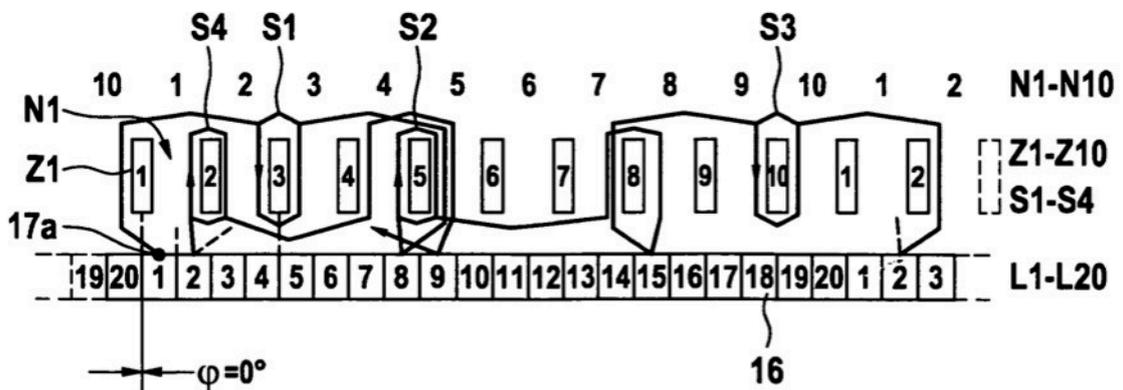


FIG. 5B

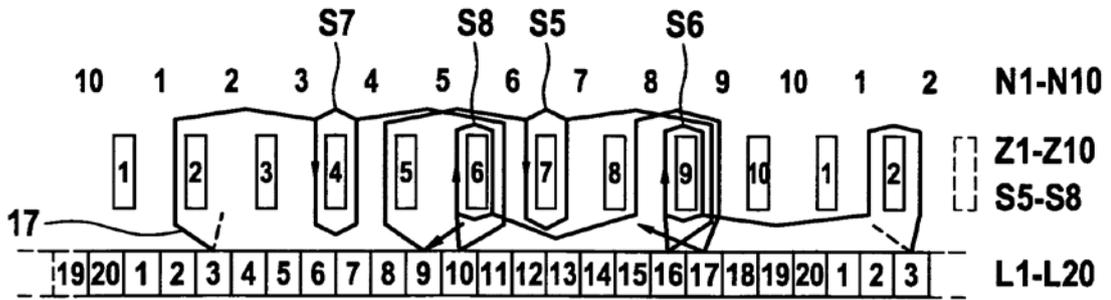


FIG. 5C

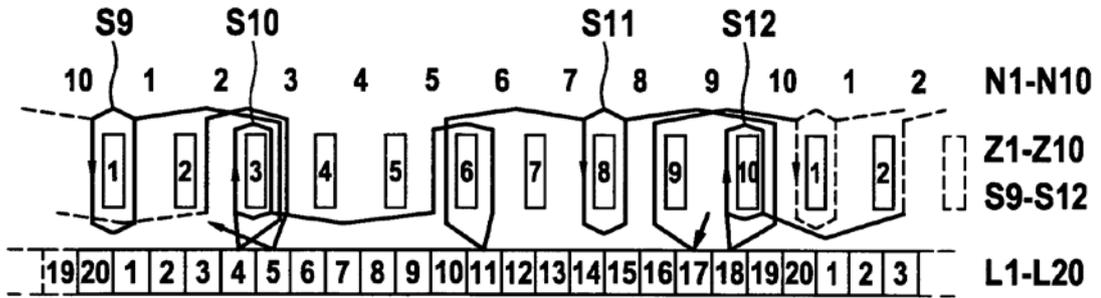


FIG. 5D

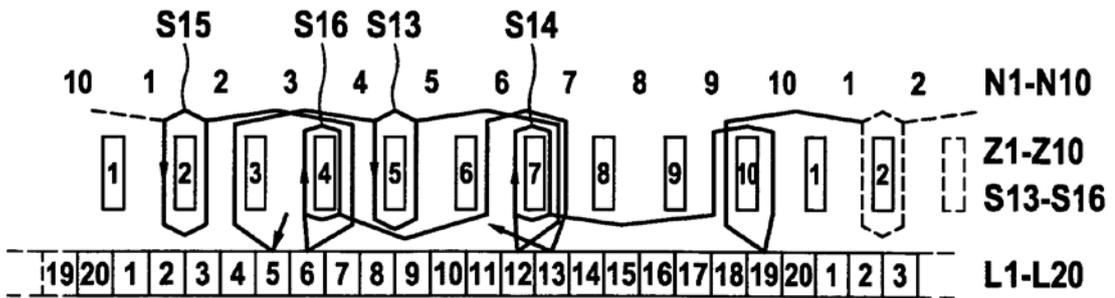


FIG. 5E

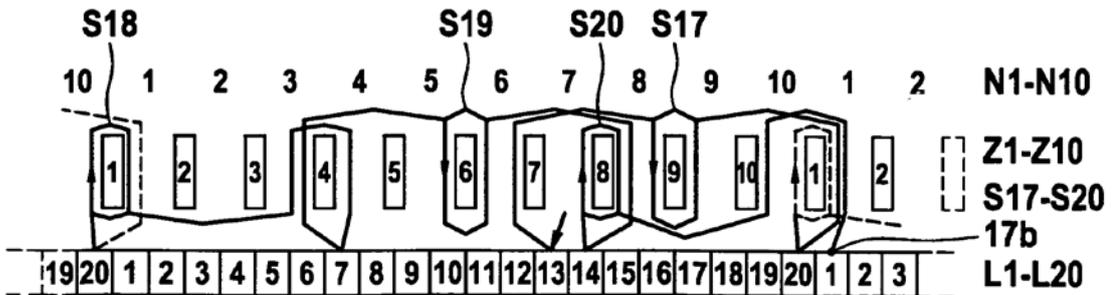


FIG. 6

Bobina	La	N	Diente de polo	Vueltas	li=izq. re=der	N	Diente de polo	Vueltas	li=izq. re=der	Vueltas	li=izq. re=der	Le
1	1	10	3	10	li	5	-	-	li	-	-	8
2	8	-	5	7	re	-	8	7	re	7	re	15
3	15	7	10	10	li	2	-	-	li	-	-	2
4	2	-	2	7	re	-	5	7	re	7	re	9
5	9	4	7	10	li	9	-	-	li	-	-	16
6	16	-	9	7	re	-	2	7	re	7	re	3
7	3	1	4	10	li	6	-	-	li	-	-	10
8	10	-	6	7	re	-	9	7	re	7	re	17
9	17	8	1	10	li	3	-	-	li	-	-	4
10	4	-	3	7	re	-	6	7	re	7	re	11
11	11	5	8	10	li	10	-	-	li	-	-	18
12	18	-	10	7	re	-	3	7	re	7	re	5
13	5	2	5	10	li	7	-	-	li	-	-	12
14	12	-	7	7	re	-	10	7	re	7	re	19
15	19	9	2	10	li	4	-	-	li	-	-	6
16	6	-	4	7	re	-	7	7	re	7	re	13
17	13	6	9	10	li	1	-	-	li	-	-	20
18	20	-	1	7	re	-	4	7	re	7	re	7
19	7	3	6	10	li	8	-	-	li	-	-	14
20	14	-	8	7	re	-	1	7	re	7	re	1



FIG. 7

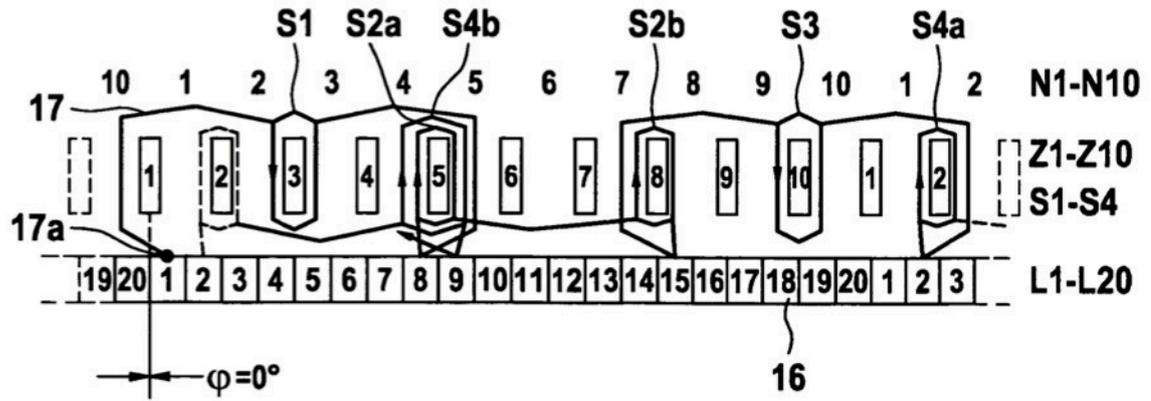


FIG. 8

Bobina	La	N	Z	Vueltas	li=izq. re=der.	N	Z	Vueltas	li=izq. re=der.	Le
1	1	-	3	10	re	-	-	-	-	8
2	8	-	5	7	li	-	8	7	li	15
3	15	-	10	10	re	-	-	-	-	2
4	2	-	5	7	li	-	5	7	li	9

FIG. 9

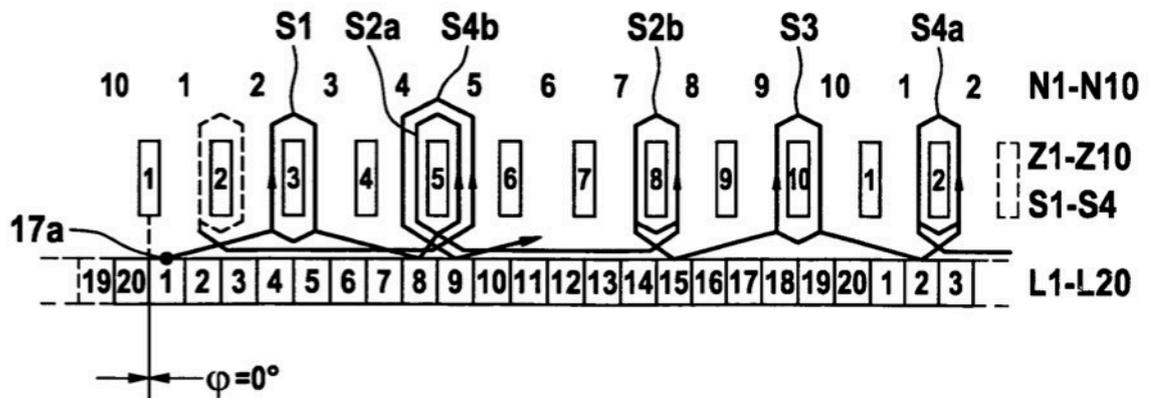


FIG. 10

Bobina	La	N	Diente de polo	Vueltas	li=izq. re=der.	N	Diente de polo	Vueltas	li=izq. re=der.	Diente de polo	Vueltas	li=izq. re=der.	Le
1	1	10	1	6	re	8	6	6	li	6	6	li	8
2	8	-	3	7	li	10	8	7	re	8	6	re	15
3	15	7	8	6	re	5	3	6	li	3	6	li	2
4	2	-	10	7	li	7	5	7	re	5	6	re	9
5	9	4	5	6	re	2	10	6	li	10	6	li	16
6	16	-	7	7	li	4	2	7	re	2	6	re	3
7	3	1	2	6	re	9	7	6	li	7	6	li	10
8	10	-	4	7	li	1	4	7	re	9	6	re	17
9	17	8	9	6	re	6	4	6	li	4	6	li	4
10	4	-	1	7	li	8	6	7	re	6	6	re	11
11	11	5	6	6	re	3	1	6	li	1	6	li	18
12	18	-	8	7	li	5	3	7	re	3	6	re	5
13	5	2	3	6	re	10	8	6	li	8	6	li	12
14	12	-	5	7	li	2	10	7	re	10	6	re	19
15	19	9	10	6	re	7	5	6	li	5	6	li	6
16	6	-	2	7	li	9	7	7	re	7	6	re	13
17	13	6	7	6	re	4	2	6	li	2	6	li	20
18	20	-	9	7	li	6	4	7	re	4	6	re	7
19	7	3	4	6	re	1	9	6	li	9	6	li	14
20	14	-	8	7	li	3	1	7	re	1	6	re	1



FIG. 11

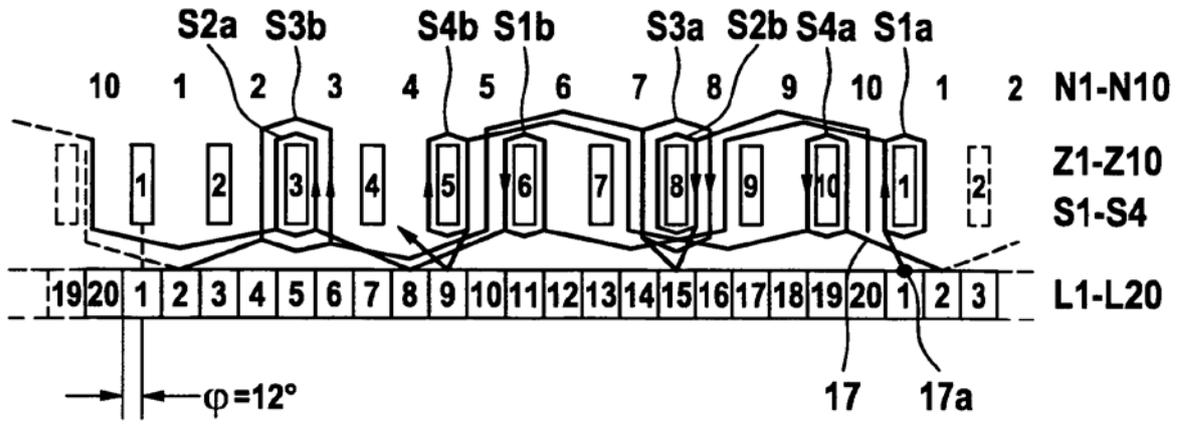


FIG. 12

Bobina	La	N	Diente de polo	Vueltas	li=izq. re=der.	N	Le
1a	1	-	8	14	li	-	8
2a	8	-	10	13	re	-	15
3a	15	-	5	14	li	-	2
4a	2	-	7	13	re	-	9
5a	9	-	2	14	li	-	16
6a	16	-	4	13	re	-	3
7a	3	-	9	14	li	-	10
8a	10	-	1	13	re	-	17
9a	17	-	6	14	li	-	4
10a	4	-	8	13	re	-	11
11a	11	-	3	14	li	-	18
12a	18	-	5	13	re	-	5
13a	5	-	10	14	li	-	12
14a	12	-	2	13	re	-	19
15a	19	-	7	14	li	-	6
16a	6	-	9	13	re	-	13
17a	13	-	4	14	li	-	20
18a	20	-	6	13	re	-	7
19a	7	-	1	14	li	-	14
20a	14	-	3	13	re	-	1
1b	1	-	3	14	re	-	8
2b	8	5	5	12	li	7	15
3b	15	-	10	14	re	-	2
4b	2	2	2	12	li	4	9
5b	9	-	7	14	re	-	16
6b	16	9	9	12	li	1	3
7b	3	-	4	14	re	-	10
8b	10	6	6	12	li	8	17
9b	17	-	1	14	re	-	4
10b	4	3	3	12	li	5	11
11b	11	-	8	14	re	-	18
12b	18	10	10	12	li	2	5
13b	5	-	5	14	re	-	12
14b	12	7	7	12	li	9	19
15b	19	-	2	14	re	-	6
16b	6	4	4	12	li	6	13
17b	13	-	9	14	re	-	20
18b	20	1	1	12	li	3	7
19b	7	-	6	14	re	-	14
20b	14	8	8	12	li	10	1

FIG. 13A

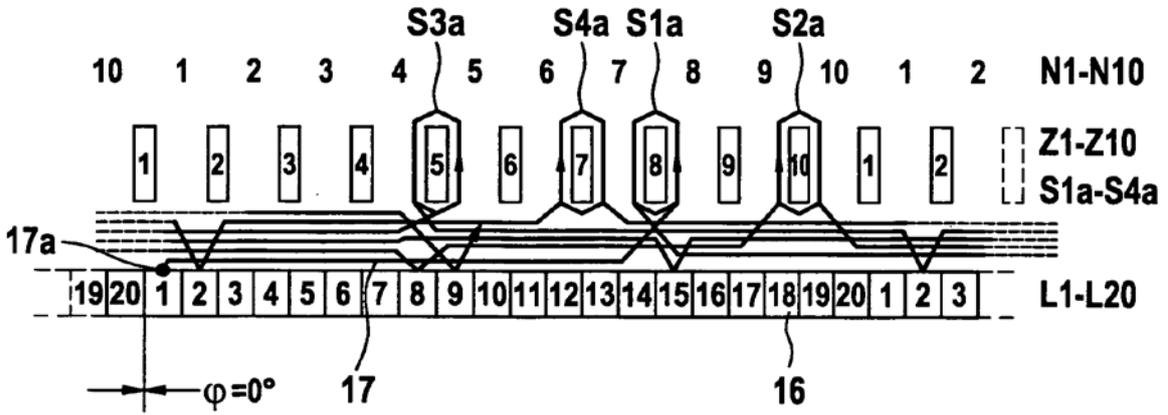


FIG. 13B

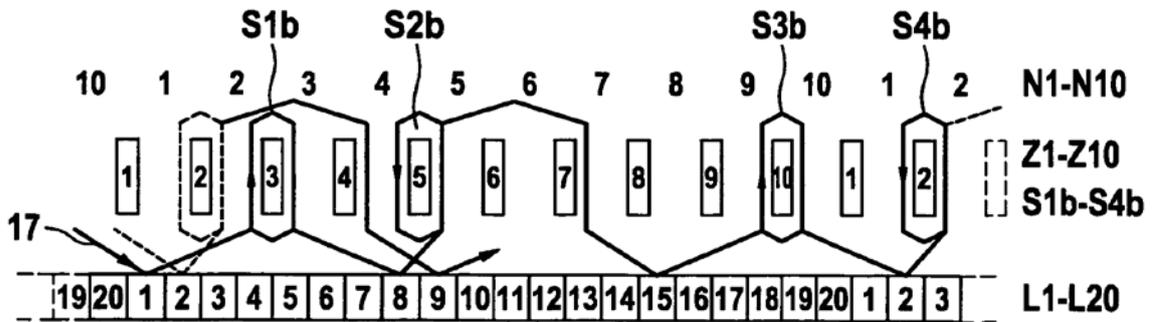


FIG. 14

Bobina	La	N	Z	Vueltas	li=izq. re=der.	N	Z	Vueltas	li=izq. re=der.	Le
1a	1	10	8	12	re	5	-	-	-	8
2a	8	3	-	-	-	2	10	12	li	15
3a	15	7	5	12	re	2	-	-	-	2
4a	2	10	-	-	-	9	7	12	li	9
5a	9	4	2	12	re	9	-	-	-	16

FIG. 15

