



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0614553-1 A2**



(22) Data de Depósito: 26/07/2006
(43) Data da Publicação: 29/03/2011
(RPI 2099)

(51) *Int.Cl.:*
H02K 15/085

(54) Título: **PROCESSO PARA O ENROLAMENTO DE UMA MÁQUINA ELÉTRICA E CORPO AUXILIAR DE ENROLAMENTO**

(30) Prioridade Unionista: 08/08/2005 DE 10 2005 037 375.5

(73) Titular(es): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

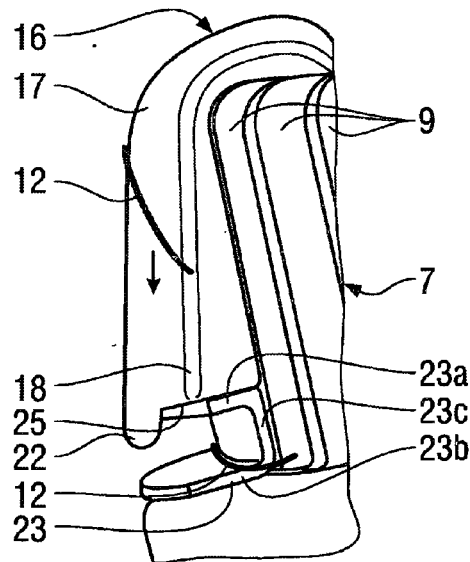
(72) Inventor(es): EDUARD LYSCHICK, FRIDOLIN MAHLMEISTER, MICHAEL MENZ, NORBERT WÖHNER

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006064667 de 26/07/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/017380 de 15/02/2007

(57) **Resumo:** PROCESSO PARA O ENROLAMENTO DE UMA MÁQUINA ELÉTRICA E CORPO AUXILIAR DE ENROLAMENTO. A presente invenção refere-se a um processo para o enrolamento de uma máquina elétrica, que contém um corpo de base com ranhuras para a recepção de condutores elétricos (12) de um sistema de enrolamento. Nos lados frontais do corpo de base, as ranhuras apresentam aberturas frontais da ranhura. Para o enrolamento, no lado frontal é disposto um corpo auxiliar de enrolamento (16), de tal modo que, dentro de uma área de ponte que passa na direção da circunferência, ele cobre, pelo menos, uma das aberturas frontais da ranhura. Os condutores elétricos (12) são inseridos em uma das ranhuras, cuja abertura frontal da ranhura se situa em um lado da área de ponte, e são conduzidos para fora através da abertura frontal da ranhura não coberta. Então, no lado frontal é mudada a direção dos condutores, por meio do corpo auxiliar de enrolamento (16) e são conduzidos para uma outra das aberturas frontais da ranhura não coberta, que está situada no outro lado da área de ponte. Após o término do enrolamento, o corpo auxiliar de enrolamento (16) é removido de novo.





PI0614553-1

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO PARA O ENROLAMENTO DE UMA MÁQUINA ELÉTRICA E CORPO AUXILIAR DE ENROLAMENTO**".

Descrição

5 A presente invenção refere-se um processo para o enrolamento de uma máquina elétrica que contém um eixo de rotação e um corpo de base com dois lados frontais axiais, bem como, com ranhuras para a recepção de condutores elétricos de um sistema de enrolamento, sendo que, nos lados frontais, as ranhuras apresentam, respectivamente, uma abertura frontal
10 da ranhura. Além disso, a invenção refere-se a um corpo auxiliar de enrolamento para a realização do processo.

Um processo deste tipo é empregado, por exemplo, para o enrolamento de um corpo de base executado como estator ou pacote de chapa de estator. Recentemente o enrolamento ocorre com um denominado
15 dispositivo de enrolamento de agulha, sendo que, um bocal de enrolamento do dispositivo de enrolamento de agulha introduz um condutor elétrico no interior de um furo do estator em uma das ranhuras e se movimenta na direção axial, isto é, na direção do eixo de rotação. No lado frontal o bocal de enrolamento (= agulha) é movimentado, em primeiro lugar, um pouco mais
20 para fora, na direção axial. Depois disto, o pacote de chapa de estator é girado em torno do eixo de rotação, até que a abertura frontal da ranhura, daquela ranhura na qual o condutor elétrico é conduzido de volta na direção contrária, dentro do furo do estator, aparece na altura do bocal de enrolamento. Sobre o lado frontal oposto o processo se desenvolve de modo
25 simétrico. Isto é repetido de acordo com o número de espiras desejado, de tal modo que, em ambos os lados frontais se formam cabeças de enrolamento.

O sistema de enrolamento pode abranger vários enrolamentos parciais que são introduzidos em seqüência no pacote de chapa de estator
30 com o processo descrito. Neste caso, os comprimentos do trajeto de mudança de direção nos lados frontais em enrolamentos parciais introduzidos mais tarde são maiores que nos enrolamentos parciais produzidos primeiro. Com

isto, os comprimentos médios das bobinas diferem entre si dos enrolamentos parciais individuais. Além disso, o emprego do material aumenta nos enrolamentos parciais introduzidos posteriormente, pelo que os enrolamentos parciais individuais também podem apresentar diferenças com relação a sua resistênci

5 resistênci

Estas conseqüências indesejadas podem ser compensadas por meio de elementos de captação controlados em ambos os lados frontais. Contudo o emprego deles é muito dispendioso e retarda o tempo de ritmo do processo de enrolamento.

10 Além disso, durante a mudança de direção do condutor elétrico na área dos lados frontais, pode se formar uma alta tensão de tração que pode levar a um alongamento não permitido e, como resultado disso, a uma redução da seção transversal do condutor elétrico. Além disso, o condutor elétrico também pode ser danificado.

15 Por isto, uma tarefa da invenção consiste em indicar um processo do tipo mencionado no início, que pode ser realizado de modo simples, e com o qual pode ser obtido um enrolamento de primeira qualidade na área dos lados frontais.

Esta tarefa é solucionada através das características da reivindicação de patente 1 independente. No caso do processo de acordo com a invenção se trata de um processo, no qual para a fabricação de um primeiro enrolamento parcial do sistema de enrolamento

20 cação de patente 1 independente. No caso do processo de acordo com a invenção se trata de um processo, no qual para a fabricação de um primeiro enrolamento parcial do sistema de enrolamento

a) em, pelo menos, um dos lados frontais é disposto um corpo auxiliar de enrolamento, de tal modo que, dentro de uma área de ponte que passa na direção da circunferência, ele cubra, pelo menos, uma das aberturas frontais da ranhura,

25 na direção da circunferência, ele cubra, pelo menos, uma das aberturas frontais da ranhura,

b) os condutores elétricos

b1) são inseridos em, pelo menos, uma das ranhuras, cuja abertura frontal da ranhura se situa em um lado da área de ponte, e são conduzidos para fora através da abertura frontal da ranhura não coberta,

30 conduzidos para fora através da abertura frontal da ranhura não coberta,

b2) no lado frontal têm a direção mudada por meio do corpo auxiliar

de enrolamento, e são conduzidos para uma outra das aberturas frontais da ranhura não coberta que está situada no outro lado da área de ponte, e

- 5 c) após a produção do primeiro enrolamento parcial, o corpo auxiliar de enrolamento é removido de novo.

Através do corpo auxiliar de enrolamento empregado no processo de acordo com a invenção são evitados os problemas até o momento de dificuldades durante o enrolamento que surgem no contexto com dispositivos de enrolamento de agulha. O corpo auxiliar de enrolamento é uma ferramen-
10 ta simples que pode ser colocada sem problemas nos lados frontais antes do início do processo de enrolamento propriamente dito e, após o término, também pode ser removido, do mesmo modo, com facilidade novamente. Seu emprego, portanto, está ligado com pouco dispêndio técnico. Neste caso, o processo de enrolamento pode referir-se a uma parte do enrolamento ou
15 também ao enrolamento todo.

A mudança de direção dos condutores elétricos ocorre no lado frontal por meio deste corpo auxiliar de enrolamento vantajoso. Neste caso, o condutor elétrico é conduzido sobre uma superfície do corpo auxiliar de enrolamento, em particular, deslizando, isto é, com um coeficiente de atrito
20 relativamente baixo e, em particular, com manutenção de uma tensão de tração predeterminada. Com isto são evitadas tensões de tração muito altas. O condutor elétrico não sofre nenhuma redução da seção transversal indesejada e nenhum dano, por exemplo, de seu isolamento elétrico. Neste caso, a condução do condutor elétrico pode ocorrer na direção da circunferência -
25 portanto, em torno do corpo de enrolamento - ou/e, pelo menos, parcialmente também na direção axial - portanto, para longe do corpo auxiliar de enrolamento.

Além disso, o corpo auxiliar de enrolamento possibilita uma disposição controlada das camadas individuais dos condutores elétricos, pelo
30 que resulta uma forma definida da cabeça de enrolamento no lado frontal. Em particular, desta forma, também podem ser produzidos enrolamentos parciais introduzidos em seqüência com, comprimentos de espiras, em es-

sência, iguais e, com resistências elétricas, em essência, iguais.

No todo, o emprego do corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a invenção conduz, portanto, a um enrolamento muito preciso e de alta qualidade. Em particular, comparado com um enrolamento sem corpo auxili-
5 ar de enrolamento, é obtida uma redução do comprimento da bobina média. Isto conduz a um aperfeiçoamento dos dados de operação elétricos da máquina elétrica com simultânea redução de emprego de material.

Execuções vantajosas do processo de acordo com a invenção resultam das características das reivindicações dependentes da reivindica-
10 ção 1.

É vantajosa uma variante, na qual o corpo auxiliar de enrolamento apresenta, pelo menos, um prolongamento de fixação axial, com o qual, em relação à disposição no lado frontal, ele é introduzido em uma abertura do corpo de base. Neste caso desta abertura, pode se tratar, em parti-
15 cular, de uma das aberturas frontais da ranhura coberta através do corpo auxiliar de enrolamento ou também de um outro furo dentro do corpo de base, como, por exemplo, o furo do estator. O prolongamento de fixação possibilita, portanto, uma disposição direta do corpo auxiliar de enrolamento no corpo de base. As cabeças de enrolamento que se formam nos dois lados
20 frontais do corpo de base no decorrer do processo de enrolamento encostam, então, diretamente no corpo de base. Deste modo resulta um comprimento de construção axial muito curto e, além disso, um bom acoplamento térmico das cabeças de enrolamento no corpo de base.

Em uma outra execução preferida, no lado frontal está disposto
25 um disco final com, pelo menos, um elemento de separação projetado axialmente, por exemplo, na forma de uma alma de separação ou de um pino de separação ou dedo. O corpo auxiliar de enrolamento apresenta, pelo menos, um rebaixo de fixação axial, com o qual, em relação à disposição no lado frontal, ele é introduzido no elemento de separação previsto, em parti-
30 cular, na área de ponte. O corpo auxiliar de enrolamento posicionado deste modo protege os elementos de separação, que são constituídos, em particular, de um material sintético isolante, de um dobramento e/ou de um dano,

devido à tensão de tração dos condutores elétricos. Do mesmo modo, o corpo auxiliar de enrolamento impede um dano dos condutores elétricos através de um atrito mecânico muito alto no elemento de separação.

Além disso, de modo vantajoso, entre o lado frontal e o corpo auxiliar de enrolamento, na área de ponte, pode ser posicionado um primeiro elemento de guia, em particular, isolante elétrico e que apresenta, por exemplo, um perfil em U ou L, no qual, após a condução por meio do corpo auxiliar de enrolamento, os condutores elétricos são colocados. Após a mudança de direção e a condução dos condutores elétricos por meio do corpo auxiliar de enrolamento eles deslizam para o primeiro elemento de guia. Esta mudança de direção dos condutores elétricos ocorre sem atuação perturbadora de forças transversais sobre o elemento de guia. Em particular, são impedidos um deslocamento lateral involuntário do elemento de guia e um prejuízo da função de isolamento elétrico, do contrário possível através disto.

De preferência, durante a fabricação do primeiro enrolamento parcial, o primeiro elemento de guia é fixado em sua posição por meio do corpo auxiliar de enrolamento. Disso resulta uma alta precisão de acabamento. Em particular, em virtude do elemento de guia fixado na posição, o isolamento elétrico é garantido entre os enrolamentos parciais adjacentes aos condutores elétricos ou entre os condutores elétricos e o corpo de base.

Além disso, é vantajoso se, após a produção do primeiro enrolamento parcial, axialmente adjacente ao primeiro elemento de guia for posicionado um outro elemento de guia, para a recepção dos condutores elétricos de um outro enrolamento parcial. Com isto podem ser dispostos enrolamentos parciais com empilhamento axial adjacente bem rente nos lados frontais do corpo de base. O resultado é uma montagem compacta com uma dimensão reduzida na direção axial.

É preferido se, no outro elemento de guia estiver disposto um outro corpo auxiliar de enrolamento, por meio do qual, durante a fabricação do outro enrolamento parcial, os condutores elétricos são conduzidos. Em essência, resultam as mesmas vantagens como já foi descrito no contexto com o primeiro corpo auxiliar de enrolamento empregado de acordo com a

reivindicação 1.

Uma outra tarefa da invenção consiste em indicar um corpo auxiliar de enrolamento para a realização do processo indicado no início, que possibilite um enrolamento de alta qualidade na área dos lados frontais.

5 Esta tarefa é solucionada através das características da reivindicação de patente 8. Para a condução, a mais deslizante possível de condutores elétricos, o corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a invenção apresenta uma parede externa lisa com cantos da parede externa arredondados e com contorno da superfície, em particular, arredondado.

10 A parede externa lisa e os cantos da parede externa arredondados impedem uma alta tensão de tração durante a condução dos condutores elétricos em torno do corpo auxiliar de enrolamento. Pelo contrário, a condução ocorre consideravelmente deslizante com um coeficiente de atrito muito baixo. Com isto são evitados alongamentos não permitidos e reduções da
15 seção transversal resultantes disso, bem como, um dano do condutor elétrico. Deste modo surge um enrolamento de qualidade muito alta.

Em particular, o corpo auxiliar de enrolamento pode ser fabricado de um material metálico, por exemplo, de alumínio. Com isto a parede externa lisa e também os cantos da parede externa arredondados podem ser
20 produzidos sem grande dispêndio técnico. Além disso, o corpo auxiliar de enrolamento assume, em particular, a forma de uma seção de arco de círculo. Com isto, ele é adaptado à geometria do corpo de base, normalmente em forma de cilindro.

Execuções vantajosas do corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a invenção resultam das características das reivindicações dependentes da reivindicação 8.
25

Em uma execução vantajosa, um lado inferior do corpo auxiliar de enrolamento que passa, aproximadamente, perpendicular à parede externa é executado, pelo menos, parcialmente como superfície de contato
30 para um elemento de guia dos condutores elétricos. Uma atuação conjunta entre o corpo auxiliar de enrolamento e este elemento de guia conduz a um enrolamento do corpo de base particularmente vantajoso.

Além disso, é preferido que, a superfície de contato seja executada como cavidade no lado inferior. Com isto, o primeiro elemento de guia pode ser fixado em sua posição, de tal modo que, ele não pode ser deslocado durante o processo de enrolamento. Deste modo, as cabeças de enrolamento nos dois lados frontais podem ser produzidas particularmente exatas e, sobretudo, também previsíveis e reproduzíveis. Não precisam ser previstas tolerâncias de segurança, pelo que também é possível um dimensionamento da máquina elétrica que se estenda aos limites permitidos.

Além disso, é vantajoso se, a parede externa do corpo auxiliar de enrolamento apresentar um ressalto, que se estenda através da superfície de contato do lado inferior. O fio elétrico é conduzido para longe através deste ressalto, que assume, em particular, a forma de uma saliência de guia, e desliza depois para o elemento de guia disposto embaixo. Com isto, é possível uma colocação bem precisa e uniforme dos condutores elétricos, sem que seja produzida uma bobina alta não permitida. Deste modo é assegurado o intervalo para a carcaça da máquina elétrica, por exemplo, necessário para a manutenção de trechos de ar e/ou de fuga.

De acordo com duas execuções alternativas, em seu lado inferior, o corpo auxiliar de enrolamento apresenta meios de fixação. Na primeira execução está previsto um prolongamento de fixação que se estende para fora do lado inferior. Na segunda execução está previsto um rebaixo de fixação axial que, partindo do lado inferior se estende para dentro do corpo auxiliar de enrolamento. Em ambos os casos, é possível uma colocação simples nos lados frontais do corpo de base. Em particular, após o término do processo de enrolamento, essa ligação mecânica provisória também pode ser facilmente solta de novo.

Outras características, vantagens e particularidades da invenção resultam da descrição, a seguir, de exemplos de execução com auxílio do desenho. São mostrados:

na figura 1 - um exemplo de execução de um corpo de base, a ser enrolado, de uma máquina elétrica com discos finais dispostos nos lados frontais, em uma vista de cima,

na figura 2 - o corpo de base de acordo com a figura 1 em uma representação em corte transversal,

nas figuras 3 e 4 um exemplo de execução de um elemento de guia e de um corpo auxiliar de enrolamento colocado sobre o disco final de acordo com a figura 1, durante um processo de enrolamento,

na figura 5 - o corpo auxiliar de enrolamento de acordo com as figuras 3 e 4 que apresenta rebaixos de fixação em seu lado inferior,

na figura 6 - um exemplo de execução de um outro elemento de guia empregado em ligação com corpo auxiliar de enrolamento de acordo com as figuras de 3 a 5,

na figura 7 - o elemento de guia de acordo com a figura 6 no estado enrolado,

na figura 8 - um exemplo de execução de dois elementos de guia de acordo com a figura 6 já enrolados, e de um terceiro elemento de guia de acordo com a figura 6 ainda a ser enrolado, bem como, de um corpo auxiliar de enrolamento colocado sobre o disco final de acordo com a figura 1, durante um terceiro processo de enrolamento parcial,

na figura 9 - um exemplo de execução de um corpo auxiliar de enrolamento com um prolongamento de fixação em seu lado inferior e

nas figuras de 10 a 12 - exemplos de execução de corpos auxiliares de enrolamento com diversas coberturas de arco de círculo.

Partes correspondentes entre si são dotadas dos mesmos números de referência nas figuras de 1 a 12.

Na figura 1 está representado um exemplo de execução de uma máquina elétrica 1 executada como motor elétrico com um corpo de base 2 a ser enrolado e um rotor 4 apoiado, podendo girar, em torno de um eixo de rotação 3. O corpo de base 2 pertence a um estator da máquina elétrica 1 e é executado como pacote de chapa de estator. Ele apresenta lados frontais 5 e 6 axiais, nos quais está disposto, respectivamente, um disco final 7 ou 8 eletricamente isolante. Os discos finais 7 e 8 apresentam almas de separação 9 projetadas axialmente e distribuídas de modo uniforme na direção da circunferência.

De acordo com a representação em corte transversal da figura 2, o corpo de base 2 apresenta um furo interno do estator, no qual está posicionado o rotor 4 não representado na figura 2. No corpo de base 2, adjacente a uma parede interna deste furo interno do estator, estão previstas ranhuras 10 que passam axialmente e distribuídas de modo uniforme ao longo da circunferência. Eventualmente, divergindo da direção axial exata, o percurso da ranhura também pode apresentar uma ligeira inclinação. Entre as ranhuras 10 estão dispostas almas da ranhura 11.

Os discos finais 7 e 8 isolantes estão dispostos nos lados frontais 5 e 6, de tal modo que, suas almas de separação 9 se alinham com as almas da ranhura 11. O número das almas de separação 9 e das almas da ranhura 11 é igual.

Dentro das ranhuras 10 são posicionados condutores elétricos 12 de um sistema de enrolamento 13 elétrico a ser colocado no corpo de base 2. No exemplo de execução de acordo com a figura 2, o corpo de base 2 é mostrado em um estado de enrolamento parcial. Somente em algumas das ranhuras 10 estão dispostos condutores elétricos 12. Nos lados frontais 5 e 6 as ranhuras 10 apresentam aberturas frontais da ranhura 14, das quais os condutores elétricos 12 se projetam para fora, a fim de, fora do corpo de base 2, poderem mudar de direção nos lados frontais 5 e 6 e ser conduzidos a uma outra das ranhuras 10. No exemplo de execução de acordo com as figuras 1 e 2, esta mudança de direção e condução dos condutores elétricos 12 ocorre por meio dos discos finais 7 e 8 isolantes. Na figura 2 esta mudança de direção e condução dos condutores está indicada de modo esquemático.

Os discos finais 7 e 8 podem ser empregados de modo universal. Com eles podem ser realizados sistemas de enrolamento 13 para diversos números de pólos. Durante o enrolamento do corpo de base 2 e também dos discos finais 7 e 8 com os condutores elétricos 12 podem ocorrer tensões de tração muito altas e um atrito alto entre as almas de separação 9 e os condutores elétricos 12. Por um lado, isto pode levar a um dobramento e/ou a danos das almas de separação e, por outro lado, a um dano dos con-

dutores elétricos, por exemplo, de seu isolamento elétrico.

A fim de evitar estes efeitos desvantajosos durante o processo de enrolamento, em uma área de ponte 15, as almas de separação 9 são cobertas por meio de um corpo auxiliar de enrolamento 16 mostrado nas
5 figuras de 3 a 6 e, com isto, protegidas. O corpo auxiliar de enrolamento 16 é executado como sapata de enrolamento e tem a forma de uma seção de arco de círculo. Sua parede externa 17 é lisa e possui cantos da parede externa 18 arredondados. Ele apresenta um contorno da superfície arredondado e, no exemplo de execução, é fabricado de alumínio.

10 Durante o enrolamento do corpo de base 2, a mudança de direção e a condução dos condutores elétricos 12 não ocorre mais por meio das almas de separação 9 dos discos finais 7 ou 8, porém, por meio do corpo auxiliar de enrolamento 16. Para a produção de um enrolamento parcial com
15 várias espiras, respectivamente, um corpo auxiliar de enrolamento 16 é disposto em um dos dois lados frontais 5 e 6, de tal modo que, dentro da área de ponte 15, que passa na direção da circunferência, ele não cubra as aberturas frontais da ranhura 14 que não são enroladas durante este processo de enrolamento parcial. O condutor elétrico 12 é introduzido em uma das
20 ranhuras 10, cuja abertura frontal da ranhura 14 se situa em um lado da área de ponte 15 voltada para a direção da circunferência, e é conduzido para fora através da respectiva abertura frontal da ranhura 14 não coberta. Então, no lado frontal 5 ou 6 correspondente, ele sofre uma mudança de direção por meio do corpo auxiliar de enrolamento 16, e é conduzido a uma outra das aberturas frontais da ranhura 14 não coberta, que está situada no outro
25 lado da área de ponte 15 voltado para a direção da circunferência, a fim de, ali ser introduzido na respectiva ranhura 10, e ser conduzido para o outro lado frontal 6 ou 5. Ali, o processo se repete de modo simétrico, de tal modo que, é produzida uma espira completa. De acordo com o número de espiras previsto, este processo descrito para uma espira é repetido. Após a conclusão
30 deste processo de enrolamento parcial, os corpos auxiliares de enrolamento 16 dispostos de modo auxiliar sobre os dois lados frontais 5 e 6 são retirados de novo. O processo de enrolamento descrito pode ser realizado,

em particular, de modo automático por meio de um dispositivo de enrolamento de agulha.

Em um lado inferior 19 do corpo auxiliar de enrolamento 16 estão previstos rebaixos de fixação 20 que, partindo do lado inferior 19 se estendem para dentro do corpo auxiliar de enrolamento 16. Os rebaixos de fixação 20 servem para a recepção das almas de separação 9. Também em suas duas faces laterais voltadas para a direção da circunferência, cada corpo auxiliar de enrolamento 16 possui um rebaixo 21 lateral, por meio do qual, cada uma das duas almas de separação 9, dispostas na borda da área de ponte 15, é retida e protegida.

A parede externa 17 possui um ressalto 22 que na direção da circunferência não se estende através de toda seção de arco de círculo, que o corpo auxiliar de enrolamento 16 restante cobre. O ressalto 22 serve, como também a parede externa 17 lisa, para condução visada dos condutores elétricos 12. O condutor elétrico 12, que deve ser introduzido agora, é conduzido, no contexto com a mudança de direção, na área externa do corpo de base 2 através da parede externa 17 lisa do corpo auxiliar de enrolamento 16 e - como indicado nas figuras 4 e 6 através de setas de direção - é puxado para baixo. O ressalto 22, previsto na extremidade nessa direção de movimento, deixa o condutor elétrico 12 deslizar ou escorregar para dentro, de modo visado, em um elemento de guia 23 com perfil em U (figuras 3 e 4) ou elemento de guia 24 com perfil em L (figura 6) disposto entre o corpo auxiliar de enrolamento 16 e o disco final 7. O elemento de guia 23 perfilado em U possui duas abas em U 23a e 23b, bem como, uma base em U 23c. O elemento de guia 24 perfilado em L possui uma aba em L 24a, bem como, uma base em L 24b. Além disso, ambos os elementos de guia 23 e 24 são executados em forma de arco de círculo. No estado mostrado nas figuras 4 e 6, cada espira do condutor elétrico 12 já se encontra no respectivo elemento de guia 23 ou 24 correspondente, enquanto que a próxima espira já está sendo produzida, sendo que, o condutor elétrico 12 é conduzido ao longo da parede externa 17 lisa do corpo auxiliar de enrolamento 16.

No lado inferior 19 do corpo auxiliar de enrolamento 16, adjacen-

te ao ressalto 22 está prevista uma superfície de contato 25 para o elemento de guia 23 ou 24. Por meio da superfície de contato 25 o elemento de guia 23 ou 24 é fixado em sua posição, de tal modo que, durante o processo de enrolamento não ocorre nenhum deslocamento de posição indesejado. Os elementos de guia 23 e 24 possuem uma função de isolamento elétrico, que é garantida em toda a extensão em virtude desta fixação na posição vantajosa após o processo de enrolamento. No caso de outros isolamentos conhecidos de enrolamentos parciais do sistema de enrolamento 13, sob a influência de tensões de tração durante o processo de enrolamento, pode vir a ocorrer um deslocamento do isolamento e, com isto, uma piora das propriedades do isolamento. Esta desvantagem é contornada através da fixação na posição do elemento de guia 23 ou 24.

O corpo auxiliar de enrolamento 16 possibilita um enrolamento mais uniforme possível dos elementos de guia 23 e 24 com as espiras individuais do condutor elétrico 12. As dimensões de um enrolamento parcial 26 produzido deste modo e mostrado na figura 7, antes de tudo, podem ser ajustadas previamente através de um correspondente dimensionamento do corpo auxiliar de enrolamento 16 e do elemento de guia 23 ou 24. Neste caso, é obtido, em particular, um bom aproveitamento de espaço, sobretudo na direção radial. No caso de outros processos de enrolamento que trabalham sem o corpo auxiliar de enrolamento 16 e o elemento de guia 23 ou 24, os enrolamentos parciais resultantes se estendem mais na direção axial e menos na direção radial. Com isto surge uma montagem total axialmente mais longa. Em oposição a isto, a máquina elétrica 1 que é enrolada com o processo de enrolamento mais em conta e mediante o emprego dos elementos de guia 23 e 24 favoráveis é caracterizada por um aproveitamento de espaço consideravelmente melhor e, com isto, por um alongamento axial mais curto. Neste caso, o processo de enrolamento favorável e os elementos de guia 23 e 24 favoráveis podem ser empregados ou em combinação ou também como medida individual, portanto, ou o processo de enrolamento ou os elementos de guia 23 e 24.

Além disso, o sistema de enrolamento 13 resultante disto tam-

bém está encostado na área dos lados frontais 5 e 6, nos quais são formadas cabeças de enrolamento não representadas em detalhes, bem rente no corpo de base 2, de tal modo que, é proporcionado um bom acoplamento térmico. Isto tem um efeito favorável sobre a dissipação do calor, que surge nos condutores elétricos 12, na área das cabeças de enrolamento, através do pacote de chapa de estator do corpo de base 2.

De acordo com a representação da figura 7, o elemento de guia 24 perfilado em L apresenta, na área externa do canto de dobramento, entre a aba em L 24a e a base em L 24b, uma abertura 27 na qual pode se encaixar uma base em L 28b de um outro elemento de guia 28 perfilado em L. Deste modo pode ser realizada uma montagem de vários elementos de guia 24 ou 28 empilhados na direção axial e fixados na posição. Na figura 8, a título de exemplo, é mostrada uma forma de execução com três elementos de guia 24, 28 e 29 empilhados adjacentes um ao outro. Neste caso, as bases em L 28b e 29b dos elementos de guia 28 e 29 estão fixadas na abertura 27 do elemento de guia 24 ou 28 situado abaixo, e a base em L 24b do elemento de guia 24 mais inferior está fixada em uma abertura 30 do disco final 7 executada de modo análogo.

O exemplo de execução de acordo com a figura 8 mostra um estado, no qual os elementos de guia 24 e 28 já estão completamente enrolados com o enrolamento parcial 26 ou com um enrolamento parcial 31. Em oposição, o terceiro elemento de guia 29 é justamente enrolado com os condutores elétricos 12 de um outro enrolamento parcial 32.

A condução dos condutores elétricos 12 ocorre por meio de um corpo auxiliar de enrolamento 33 que está colocado sobre as almas de separação 9 do disco final 7. Contudo, em contraste com o corpo auxiliar de enrolamento 16, sua extensão de abrangência é adaptada à dimensão mais longa, na direção axial, da montagem em pilha dos três elementos de guia 24, 28 e 29. Além disso, a superfície de contato 25 para o terceiro elemento de guia 29 é formada por meio de uma cavidade 34 no lado inferior 19 do corpo auxiliar de enrolamento 33. Isto resulta uma fixação na posição muito boa do terceiro elemento de guia 29.

Na figura 9 está representado um outro exemplo de execução de um corpo auxiliar de enrolamento 35. Em contraste com os corpos auxiliares de enrolamento 16 e 33, o corpo auxiliar de enrolamento 35 apresenta em seu lado inferior 19, ao invés de rebaixos de fixação 20, pelo menos, um prolongamento de fixação 36 que se estende para fora, axialmente para baixo, do lado inferior 19 e está destinado para o encaixe em uma das ranhuras 10 do corpo de base 2. Portanto, para a duração do processo de enrolamento, o corpo auxiliar de enrolamento 35 é inserido diretamente no corpo de base 2. Um disco final 7 ou 8, como no caso dos exemplos de execução descritos anteriormente, não é necessário.

Nas figuras 10 a 12 são mostrados outros exemplos de execução para corpos auxiliares de enrolamento 37, 38 e 39 que são empregados durante o processo de enrolamento em conexão com o disco final 7 ou 8. Eles se diferenciam no tamanho de cada seção de arco de círculo coberta. Os corpos auxiliares de enrolamento de 37 a 39 são destinados, respectivamente, para formas de execução distintas da máquina elétrica 1. Em particular, deste modo, podem ser realizados sistemas de enrolamento 13 com vários números de pólos.

Os corpos auxiliares de enrolamento de 37 a 39 têm, cada um, uma outra área de cobertura 40, 41 ou 42. É coberto, respectivamente, um outro número de aberturas frontais da ranhura 14, e é feita a ponte para a condução do condutor elétrico 12. Os elementos de guia, respectivamente, colocados juntos - não visíveis nas figuras de 10 a 12 - cobrem a mesma seção de arco de círculo que os corpos auxiliares de enrolamento de 37 a 39.

Através do emprego dos corpos auxiliares de enrolamento 16, 33, 35, 37, 38 ou 39, e, em particular, também dos elementos de guia 23, 24, 28 ou 29, é obtida uma moldagem exata do sistema de enrolamento 13 na área dos lados frontais 5 e 6, portanto, uma moldagem exata das cabeças de enrolamento. Em particular, dessa forma podem ser realizadas cabeças de enrolamento com uma dimensão radial relativamente grande e axial curta. Em particular, o espaço radial até a extensão externa do corpo de base 2

é todo usado praticamente. Em virtude deste bom aproveitamento de espaço na direção radial resulta um encurtamento na direção axial, de tal modo que, também outros componentes da máquina elétrica 1, como, por exemplo, a carcaça e/ou as placas do mancal podem ser executados encurtados axialmente. Com isto, é reduzido o emprego de material. Além disso, os dados elétricos de operação da máquina elétrica são melhorados. Deste modo se eleva, por exemplo, o grau de eficiência em função das perdas de cobre menores.

Além disso, o emprego dos corpos auxiliares de enrolamento 16, 33, 35, 37, 38 ou 39 e, em particular, também dos elementos de guia 23, 24, 28 ou 29 possibilita uma execução comparável dos diversos enrolamentos parciais 26, 31 e 32 do sistema de enrolamento 13. Em particular, estes enrolamentos parciais 26, 31 e 32 possuem praticamente um mesmo ou, pelo menos, bem semelhante, comprimento de bobina médio, bem como, uma resistência elétrica, em essência, igual.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para o enrolamento de uma máquina elétrica (1) que contém um eixo de rotação (3) e um corpo de base (2) com dois lados frontais (5, 6) axiais, bem como, com ranhuras (10) para a recepção de condutores elétricos (12) de um sistema de enrolamento (13), sendo que, em cada um dos lados frontais (5, 6) as ranhuras (10) apresentam uma abertura frontal da ranhura (14) e, para a fabricação de um primeiro enrolamento parcial (26) do sistema de enrolamento (13)

a) em, pelo menos, um dos lados frontais (5, 6) é disposto um corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 35; 37; 38; 39), de tal modo que, dentro de uma área de ponte (15; 40; 41; 42) que passa na direção da circunferência, ele cobre, pelo menos, uma das aberturas frontais da ranhura (14),

b) os condutores elétricos (12)

b1) são inseridos em uma das ranhuras (10), cuja abertura frontal da ranhura (14) se situa em um lado da área de ponte (15; 40; 41; 42), e são conduzidos para fora através da abertura frontal da ranhura (14) não coberta,

b2) no lado frontal (5, 6) têm a direção mudada por meio do corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 35; 37; 38; 39) e são conduzidos para uma outra das aberturas frontais da ranhura (14) não coberta, que está situada no outro lado da área de ponte (15; 40; 41; 42), e

c) após a produção do primeiro enrolamento parcial (26), o corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 35; 37; 38; 39) é removido de novo.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, o corpo auxiliar de enrolamento (35) apresenta, pelo menos, um prolongamento de fixação (36) axial, com o qual, em relação à disposição no lado frontal (5, 6), ele é introduzido em uma abertura (10) do corpo de base (2).

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, no lado frontal (5, 6) está disposto um disco final (7, 8) com,

pelo menos, um elemento de separação (9) projetado axialmente, e o corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 35; 37; 38; 39) apresenta, pelo menos, um rebaixo de fixação (20) axial, com o qual, em relação à disposição no lado frontal (5, 6), ele é introduzido no elemento de separação (9).

5 4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, entre o lado frontal (5, 6) e o corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 35; 37; 38; 39), na área de ponte (15; 40; 41; 42), é posicionado um primeiro elemento de guia (23; 24), no qual, após a condução por meio do corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 35; 37; 38; 39), os condutores elétricos
10 (12) são colocados.

5. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que, durante a fabricação do primeiro enrolamento parcial (26), o primeiro elemento de guia (23; 24) é fixado em sua posição por meio do corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 35; 37; 38; 39).

15 6. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que, após a produção do primeiro enrolamento parcial (26), axialmente adjacente ao primeiro elemento de guia (24) é posicionado um outro elemento de guia (28, 29) para a recepção dos condutores elétricos (12) de um outro enrolamento parcial (31; 32).

20 7. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que, no outro elemento de guia (29) é disposto um outro corpo auxiliar de enrolamento (33), por meio do qual, durante a fabricação do outro enrolamento parcial (32), os condutores elétricos (12) são conduzidos.

25 8. Corpo auxiliar de enrolamento para a realização do processo de acordo com uma das reivindicações anteriores que, para a condução, a mais deslizante possível, de condutores elétricos (12) apresenta uma parede externa (17) lisa com cantos da parede externa (18) arredondados e com contorno da superfície, em particular, arredondado.

30 9. Corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que, um lado inferior (19) que passa, aproximadamente, perpendicular à parede externa (17) é executado, pelo menos, parcialmente como superfície de contato (25) para um elemento de guia (23;

24; 28; 29) dos condutores elétricos (12).

10. Corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que, a superfície de contato (25) é executada como cavidade (34) no lado inferior (19).

5 11. Corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que, a parede externa (17) apresenta um ressalto (22) que se estende através da superfície de contato (25) do lado inferior (19).

10 12. Corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que, está previsto, pelo menos, um prolongamento de fixação (36) axial que se estende para fora do lado inferior (19).

15 13. Corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que, está previsto, pelo menos, um rebaixo de fixação (20) axial que, partindo do lado inferior (19) se estende para dentro do corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 37; 38; 39).

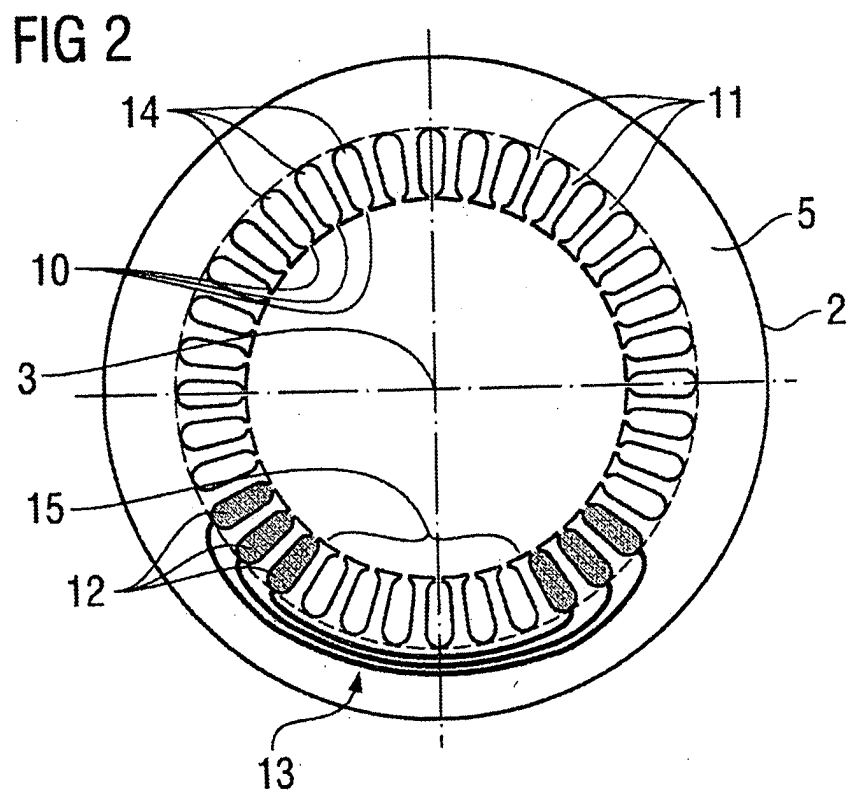
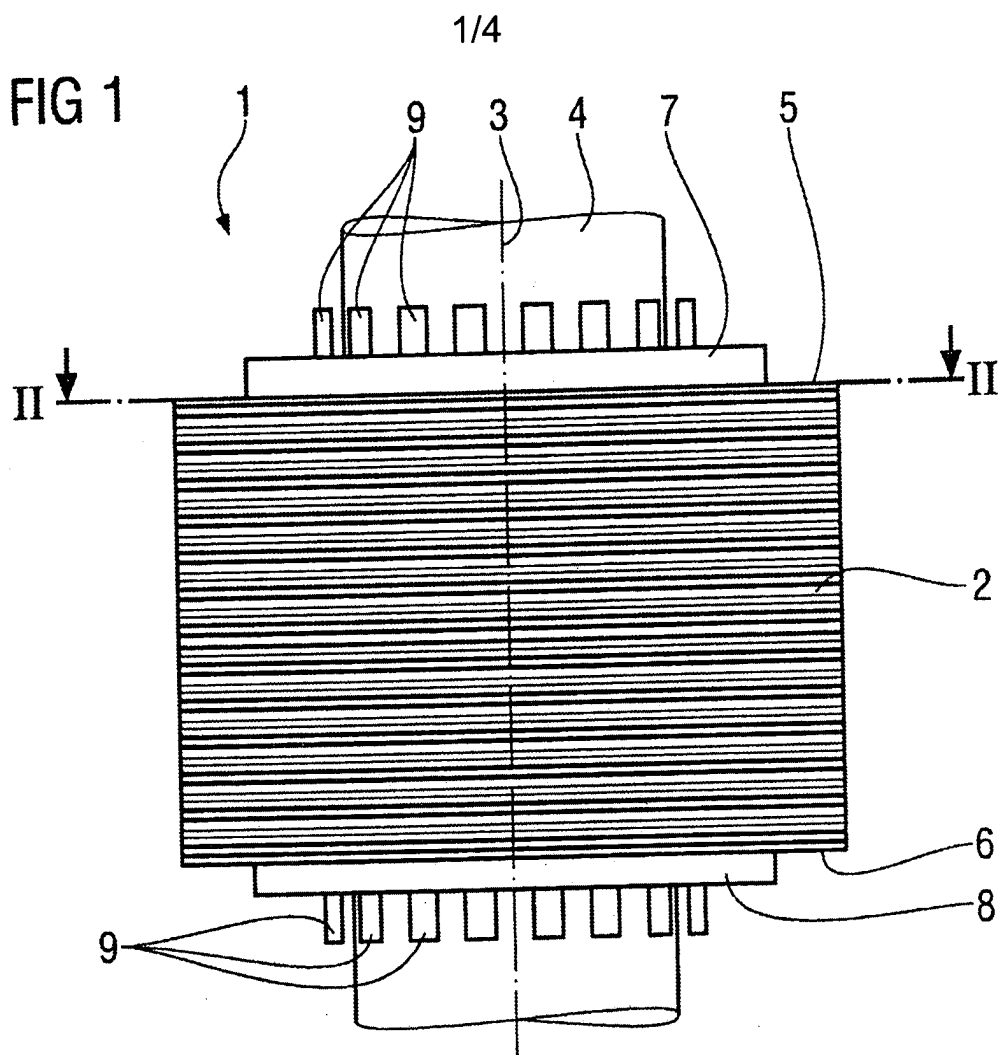


FIG 3

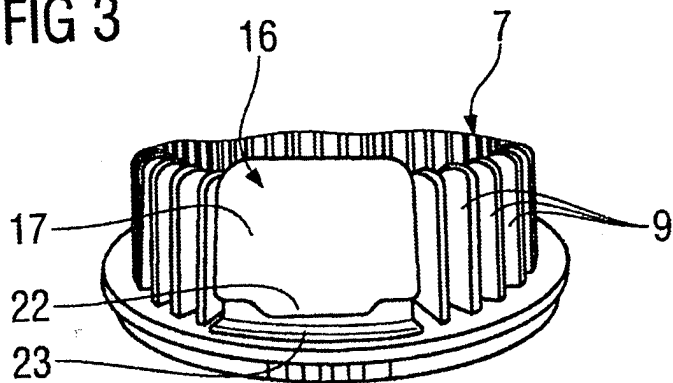


FIG 4

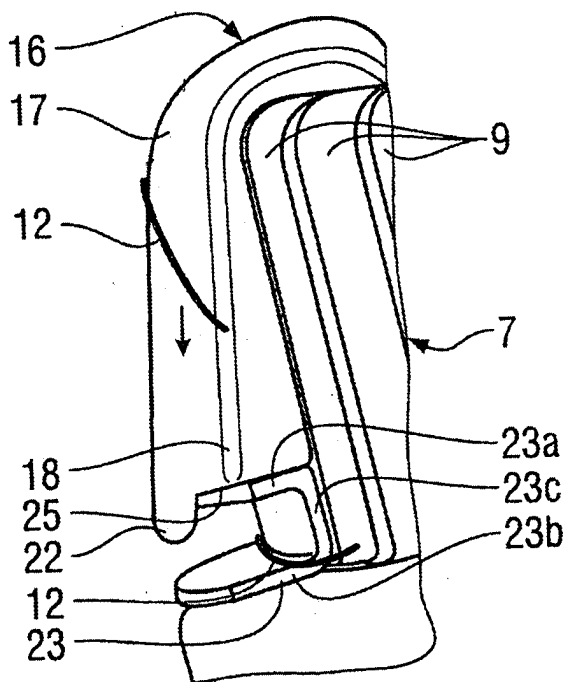


FIG 5

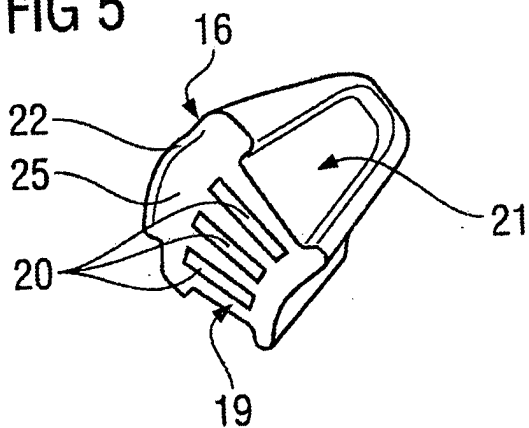


FIG 6

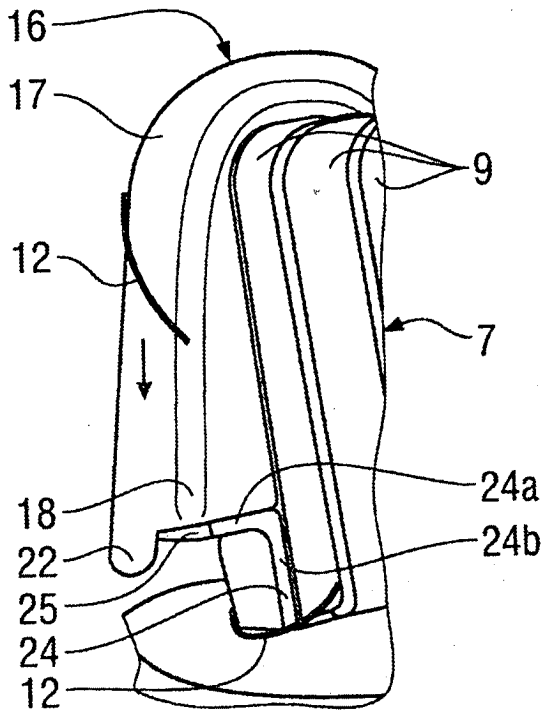


FIG 7

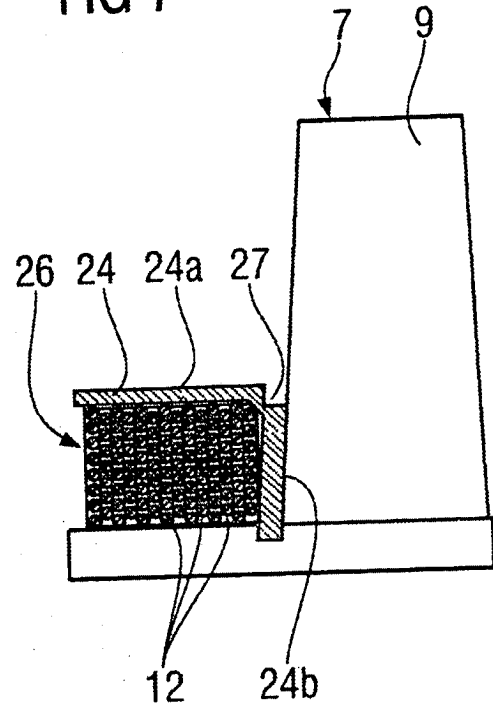


FIG 8

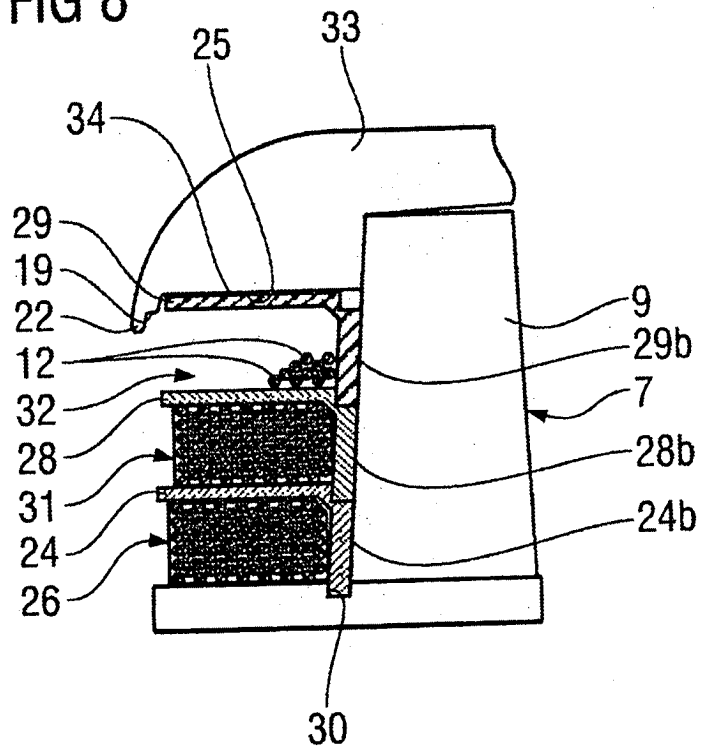


FIG 9

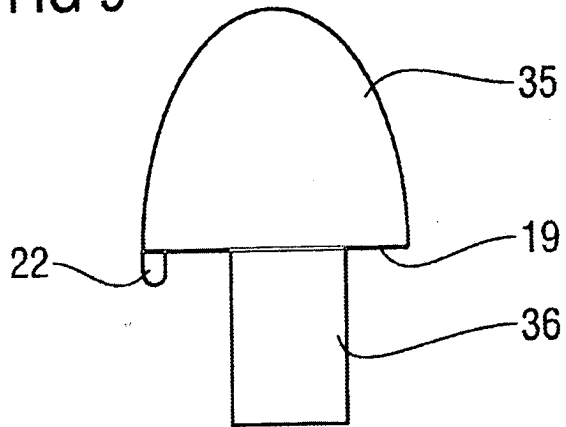


FIG 10

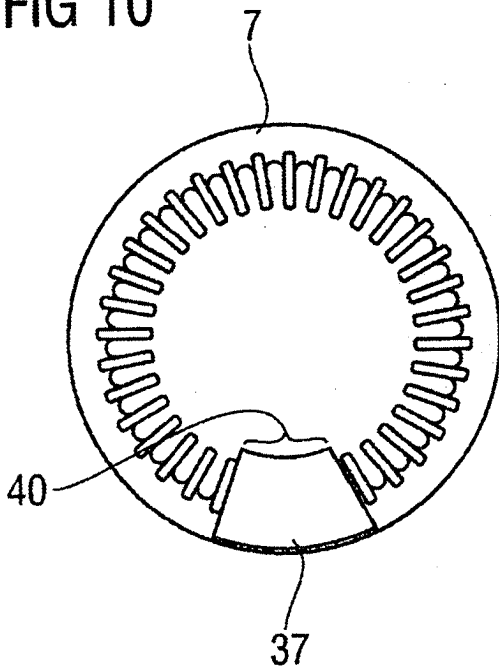


FIG 11

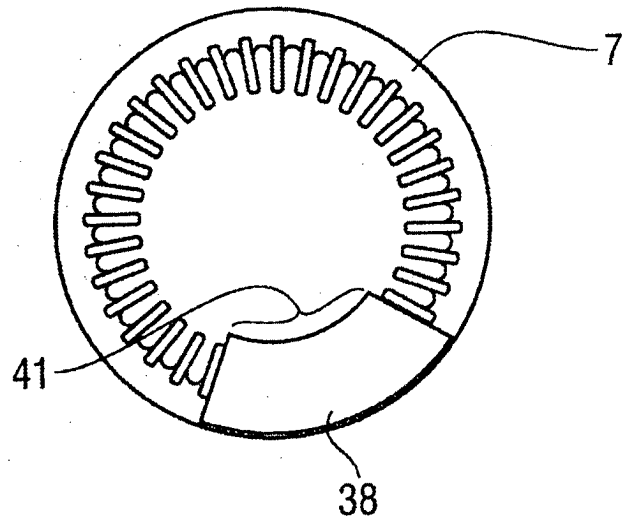
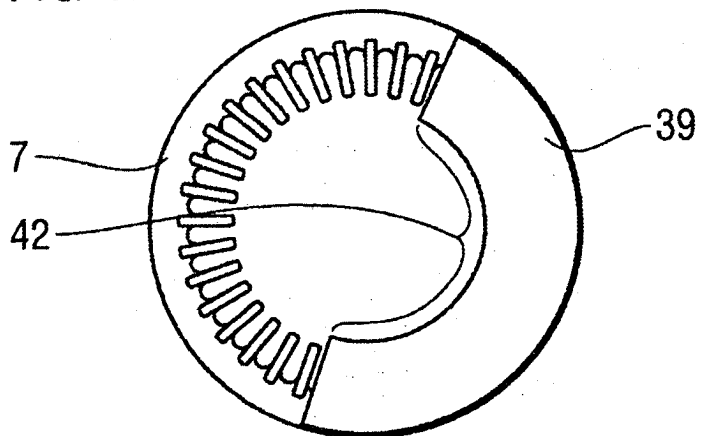


FIG 12



PI0614553-1

RESUMO

Patente de Invenção: "PROCESSO PARA O ENROLAMENTO DE UMA MÁQUINA ELÉTRICA E CORPO AUXILIAR DE ENROLAMENTO".

A presente invenção refere-se a um processo para o enrolamento de uma máquina elétrica, que contém um corpo de base com ranhuras para a recepção de condutores elétricos (12) de um sistema de enrolamento. Nos lados frontais do corpo de base, as ranhuras apresentam aberturas frontais da ranhura. Para o enrolamento, no lado frontal é disposto um corpo auxiliar de enrolamento (16), de tal modo que, dentro de uma área de ponte que passa na direção da circunferência, ele cobre, pelo menos, uma das aberturas frontais da ranhura. Os condutores elétricos (12) são inseridos em uma das ranhuras, cuja abertura frontal da ranhura se situa em um lado da área de ponte, e são conduzidos para fora através da abertura frontal da ranhura não coberta. Então, no lado frontal é mudada a direção dos condutores, por meio do corpo auxiliar de enrolamento (16) e são conduzidos para uma outra das aberturas frontais da ranhura não coberta, que está situada no outro lado da área de ponte. Após o término do enrolamento, o corpo auxiliar de enrolamento (16) é removido de novo.

Novo relatório descritivo, incorporando as alterações correspondentes às das páginas 1-8 do pedido PCT conforme Relatório de Exame Preliminar.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO PARA O ENROLAMENTO DE UMA MÁQUINA ELÉTRICA E CORPO AUXILIAR DE ENROLAMENTO**".

Descrição

5 A presente invenção refere-se um processo para o enrolamento de uma máquina elétrica que contém um eixo de rotação e um corpo de base com dois lados frontais axiais, bem como, com ranhuras para a recepção de condutores elétricos de um sistema de enrolamento, sendo que, nos lados frontais, as ranhuras apresentam, respectivamente, uma abertura frontal da ranhura. Além disso, a invenção refere-se a um corpo auxiliar de enrolamento para a realização do processo.

10 Um processo deste tipo é empregado, por exemplo, para o enrolamento de um corpo de base executado como estator ou pacote de chapa de estator. Recentemente o enrolamento ocorre com um denominado dispositivo de enrolamento de agulha, sendo que, um bocal de enrolamento do dispositivo de enrolamento de agulha introduz um condutor elétrico no interior de um furo do estator em uma das ranhuras e se movimenta na direção axial, isto é, na direção do eixo de rotação. No lado frontal o bocal de enrolamento (= agulha) é movimentado, em primeiro lugar, um pouco mais para fora, na direção axial. Depois disto, o pacote de chapa de estator é girado em torno do eixo de rotação, até que a abertura frontal da ranhura, daquela ranhura, na qual o condutor elétrico é conduzido de volta, na direção contrária, dentro do furo do estator, apareça na altura do bocal de enrolamento. Sobre o lado frontal oposto o processo se desenvolve de modo simétrico. Isto é repetido de acordo com o número de espiras desejado, de tal modo que, em ambos os lados frontais se formam cabeças de enrolamento.

20 O sistema de enrolamento pode abranger vários enrolamentos parciais que são introduzidos em seqüência no pacote de chapa de estator com o processo descrito. Neste caso, os comprimentos do trajeto de mudança de direção nos lados frontais em enrolamentos parciais introduzidos mais tarde são maiores que nos enrolamentos parciais produzidos primeiro. Com

isto, os comprimentos médios das bobinas diferem entre si dos enrolamentos parciais individuais. Além disso, o emprego do material aumenta nos enrolamentos parciais introduzidos posteriormente, pelo que os enrolamentos parciais individuais também podem apresentar diferenças com relação a sua
5 resistência elétrica.

Estas conseqüências indesejadas podem ser compensadas por meio de elementos de captação controlados em ambos os lados frontais. Contudo o emprego deles é muito dispendioso e retarda o tempo de ritmo do processo de enrolamento.

10 Além disso, durante a mudança de direção do condutor elétrico na área dos lados frontais, pode se formar uma alta tensão de tração que pode levar a um alongamento não permitido e, como resultado disso, a uma redução da seção transversal do condutor elétrico. Além disso, o condutor elétrico também pode ser danificado.

15 Da patente DE 12 57 268 B, da patente DE 11 70 526 B, da patente GB 1 048 719 A, da patente JP 60 148360 A, da patente GB 1 060 738 A e da patente US 3.441.228 A são conhecidos, respectivamente, processos para o enrolamento de um estator de uma máquina elétrica, nos quais o respectivo estator apresenta ranhuras abertas para dentro, nas quais são enro-
20 ladas bobinas. Para isso, em cada um dos lados frontais estão dispostos, respectivamente, corpos auxiliares de enrolamento, que podem cobrir, por exemplo, também várias aberturas da ranhura. Os corpos auxiliares de enrolamento apresentam, respectivamente, um prolongamento de fixação axial, com o qual, para a disposição no lado frontal eles são introduzidos em uma
25 abertura do estator, por exemplo, nas ranhuras do estator ou no furo do estator. Os condutores elétricos das bobinas são enrolados nas ranhuras, de tal modo que nos lados frontais são formadas cabeças de enrolamento. Após a produção do enrolamento, os corpos auxiliares de enrolamento são respectivamente removidos de novo.

30 Além disso, da patente FR 2 569 503 A1 é conhecido um processo para o enrolamento de um estator de uma máquina elétrica, no qual os corpos auxiliares de enrolamento são colocados em um suporte de enro-

lamento no lado frontal.

Por isto, uma tarefa da invenção consiste em indicar um processo do tipo mencionado no início, que pode ser realizado de modo simples, e com o qual pode ser obtido um enrolamento de primeira qualidade na área dos lados frontais.

Esta tarefa é solucionada através das características da reivindicação de patente 1 independente.

Através do corpo auxiliar de enrolamento empregado no processo de acordo com a invenção são evitados os problemas até o momento de dificuldades durante o enrolamento que surgem no contexto com dispositivos de enrolamento de agulha. O corpo auxiliar de enrolamento é uma ferramenta simples que pode ser colocada sem problemas nos lados frontais antes do início do processo de enrolamento propriamente dito e, após o término, também pode ser removido, do mesmo modo, com facilidade novamente. Seu emprego, portanto, está ligado com pouco dispêndio técnico. Neste caso, o processo de enrolamento pode referir-se a uma parte do enrolamento ou também ao enrolamento todo.

A mudança de direção dos condutores elétricos ocorre no lado frontal por meio deste corpo auxiliar de enrolamento vantajoso. Neste caso, o condutor elétrico é conduzido sobre uma superfície do corpo auxiliar de enrolamento, em particular, deslizando, isto é, com um coeficiente de atrito relativamente baixo e, em particular, com manutenção de uma tensão de tração predeterminada. Com isto são evitadas tensões de tração muito altas. O condutor elétrico não sofre nenhuma redução da seção transversal indesejada e nenhum dano, por exemplo, de seu isolamento elétrico. Neste caso, a condução do condutor elétrico pode ocorrer na direção da circunferência - portanto, em torno do corpo de enrolamento - ou/e, pelo menos, parcialmente também na direção axial - portanto, para longe do corpo auxiliar de enrolamento.

Além disso, o corpo auxiliar de enrolamento possibilita uma disposição controlada das camadas individuais dos condutores elétricos, pelo que resulta uma forma definida da cabeça de enrolamento no lado frontal.

Em particular, desta forma, também podem ser produzidos enrolamentos parciais introduzidos em seqüência com, comprimentos de espiras, em essência, iguais e, com resistências elétricas, em essência, iguais.

5 No todo, o emprego do corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a invenção conduz, portanto, a um enrolamento muito preciso e de alta qualidade. Em particular, comparado com um enrolamento sem corpo auxiliar de enrolamento, é obtida uma redução do comprimento da bobina média. Isto conduz a um aperfeiçoamento dos dados de operação elétricos da máquina elétrica com simultânea redução de emprego de material.

10 No lado frontal é disposto um disco final com, pelo menos, um elemento de separação projetado axialmente, por exemplo, na forma de uma alma de separação ou de um pino de separação ou dedo. O corpo auxiliar de enrolamento apresenta, pelo menos, um rebaixo de fixação axial, com o qual, em relação à disposição no lado frontal, ele é introduzido no elemento
15 de separação previsto, em particular, na área de ponte. O corpo auxiliar de enrolamento posicionado deste modo protege os elementos de separação, que são constituídos, em particular, de um material sintético isolante, de um dobramento e/ou de um dano, devido à tensão de tração dos condutores elétricos. Do mesmo modo, o corpo auxiliar de enrolamento impede um dano
20 dos condutores elétricos através de um atrito mecânico muito alto no elemento de separação.

Execuções vantajosas do processo de acordo com a invenção resultam das características das reivindicações dependentes da reivindicação 1.

25 De forma vantajosa, entre o lado frontal e o corpo auxiliar de enrolamento, na área de ponte, pode ser posicionado um primeiro elemento de guia, em particular, isolante elétrico e que apresenta, por exemplo, um perfil em U ou L, no qual, após a condução por meio do corpo auxiliar de enrolamento, os condutores elétricos são colocados. Após a mudança de direção e
30 a condução dos condutores elétricos por meio do corpo auxiliar de enrolamento eles deslizam para o primeiro elemento de guia. Esta colocação dos condutores elétricos ocorre sem atuação perturbadora de forças transversais

sobre o elemento de guia. Em particular, são impedidos um deslocamento lateral involuntário do elemento de guia e um prejuízo da função de isolamento elétrico, do contrário possível através disto.

5 De preferência, durante a fabricação do primeiro enrolamento parcial, o primeiro elemento de guia é fixado em sua posição por meio do corpo auxiliar de enrolamento. Disso resulta uma alta precisão de acabamento. Em particular, em virtude do elemento de guia fixado na posição, o isolamento elétrico é garantido entre os enrolamentos parciais adjacentes aos condutores elétricos ou entre os condutores elétricos e o corpo de base.

10 Além disso, é vantajoso se, após a produção do primeiro enrolamento parcial, axialmente adjacente ao primeiro elemento de guia for posicionado um outro elemento de guia, para a recepção dos condutores elétricos de um outro enrolamento parcial. Com isto podem ser dispostos enrolamentos parciais com empilhamento axial adjacente bem rente nos lados frontais do corpo de base. O resultado é uma montagem compacta com uma
15 dimensão reduzida na direção axial.

É preferido se, no outro elemento de guia estiver disposto um outro corpo auxiliar de enrolamento, por meio do qual, durante a fabricação do outro enrolamento parcial, os condutores elétricos são conduzidos. Em
20 essência, resultam as mesmas vantagens como já foi descrito no contexto com o primeiro corpo auxiliar de enrolamento empregado de acordo com a reivindicação 1.

Uma outra tarefa da invenção consiste em indicar um corpo auxiliar de enrolamento para a realização do processo indicado no início, que
25 possibilite um enrolamento de alta qualidade na área dos lados frontais.

Esta tarefa é solucionada através das características da reivindicação de patente 6.

A parede externa lisa e os cantos da parede externa arredondados impedem uma alta tensão de tração durante a condução dos condutores
30 elétricos em torno do corpo auxiliar de enrolamento. Pelo contrário, a condução ocorre consideravelmente deslizante com um coeficiente de atrito muito baixo. Com isto são evitados alongamentos não permitidos e reduções da

seção transversal resultantes disso, bem como, um dano do condutor elétrico. Deste modo surge um enrolamento de qualidade muito alta.

5 Em particular, o corpo auxiliar de enrolamento pode ser fabricado de um material metálico, por exemplo, de alumínio. Com isto a parede externa lisa e também os cantos da parede externa arredondados podem ser produzidos sem grande dispêndio técnico. Além disso, o corpo auxiliar de enrolamento assume, em particular, a forma de uma seção de arco de círculo. Com isto, ele é adaptado à geometria do corpo de base, normalmente em forma de cilindro.

10 Em seu lado inferior, o corpo auxiliar de enrolamento apresenta meios de fixação. Está previsto um prolongamento de fixação axial, que partindo do lado inferior se estende para dentro do corpo auxiliar de enrolamento. Com isso, é possível uma colocação simples nos lados frontais do corpo de base. Em particular, após o término do processo de enrolamento, essa
15 ligação mecânica provisória também pode ser facilmente solta de novo.

Execuções vantajosas do corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a invenção resultam das características das reivindicações dependentes da reivindicação 6.

20 Em uma execução vantajosa, um lado inferior do corpo auxiliar de enrolamento que passa, aproximadamente, perpendicular à parede externa é executado, pelo menos, parcialmente como superfície de contato para um elemento de guia dos condutores elétricos. Uma atuação conjunta entre o corpo auxiliar de enrolamento e este elemento de guia conduz a um enrolamento do corpo de base particularmente vantajoso.

25 Além disso, é preferido que, a superfície de contato seja executada como cavidade no lado inferior. Com isto, o primeiro elemento de guia pode ser fixado em sua posição, de tal modo que, ele não pode ser deslocado durante o processo de enrolamento. Deste modo, as cabeças de enrolamento nos dois lados frontais podem ser produzidas particularmente exatas
30 e, sobretudo, também previsíveis e reproduzíveis. Não precisam ser previstas tolerâncias de segurança, pelo que também é possível um dimensionamento da máquina elétrica que se estenda aos limites permitidos.

Além disso, é vantajoso se, a parede externa do corpo auxiliar de enrolamento apresentar um ressalto, que se estenda através da superfície de contato do lado inferior. O fio elétrico é conduzido para longe através deste ressalto, que assume, em particular, a forma de uma saliência de guia, e desliza depois para o elemento de guia disposto embaixo. Com isto, é possível uma colocação bem precisa e uniforme dos condutores elétricos, sem que seja produzida uma bobina alta não permitida. Deste modo é assegurado o intervalo para a carcaça da máquina elétrica, por exemplo, necessário para a manutenção de trechos de ar e/ou de fuga.

10 Outras características, vantagens e particularidades da invenção resultam da descrição, a seguir, de exemplos de execução com auxílio do desenho. São mostrados:

na figura 1 - um exemplo de execução de um corpo de base, a ser enrolado, de uma máquina elétrica com discos finais dispostos nos lados frontais, em uma vista de cima,

na figura 2 - o corpo de base de acordo com a figura 1 em uma representação em corte transversal,

nas figuras 3 e 4 - um exemplo de execução de um elemento de guia e de um corpo auxiliar de enrolamento colocado sobre o disco final de acordo com a figura 1, durante um processo de enrolamento,

na figura 5 - o corpo auxiliar de enrolamento de acordo com as figuras 3 e 4 que apresenta rebaixos de fixação em seu lado inferior,

na figura 6 - um exemplo de execução de um outro elemento de guia empregado em ligação com corpo auxiliar de enrolamento de acordo com as figuras de 3 a 5,

na figura 7 - o elemento de guia de acordo com a figura 6 no estado enrolado,

na figura 8 - um exemplo de execução de dois elementos de guia de acordo com a figura 6 já enrolados, e de um terceiro elemento de guia de acordo com a figura 6 ainda a ser enrolado, bem como, de um corpo auxiliar de enrolamento colocado sobre o disco final de acordo com a figura 1, durante um terceiro processo de enrolamento parcial,

na figura 9 - um exemplo de execução de um corpo auxiliar de enrolamento com um prolongamento de fixação em seu lado inferior e

nas figuras de 10 a 12 - exemplos de execução de corpos auxiliares de enrolamento com diversas coberturas de arco de círculo.

5 Partes correspondentes entre si são dotadas dos mesmos números de referência nas figuras de 1 a 12.

Na figura 1 está representado um exemplo de execução de uma máquina elétrica 1 executada como motor elétrico com um corpo de base 2 a ser enrolado e um rotor 4 apoiado, podendo girar, em torno de um eixo de rotação 3. O corpo de base 2 pertence a um estator da máquina elétrica 1 e é executado como pacote de chapa de estator. Ele apresenta lados frontais 5 e 6 axiais, nos quais está disposto, respectivamente, um disco final 7 ou 8 eletricamente isolante. Os discos finais 7 e 8 apresentam almas de separação 9 projetadas axialmente e distribuídas de modo uniforme na direção da circunferência.

De acordo com a representação em corte transversal da figura 2, o corpo de base 2 apresenta um furo interno do estator, no qual está posicionado o rotor 4 não representado na figura 2. No corpo de base 2, adjacente a uma parede interna deste furo interno do estator, estão previstas ranhuras 10 que passam axialmente e distribuídas de modo uniforme ao longo da circunferência. Eventualmente, divergindo da direção axial exata, o percurso da ranhura também pode apresentar uma ligeira inclinação. Entre as ranhuras 10 estão dispostas almas da ranhura 11.

Os discos finais 7 e 8 isolantes estão dispostos nos lados frontais 5 e 6, de tal modo que, suas almas de separação 9 se alinham com as almas da ranhura 11. O número das almas de separação 9 e das almas da ranhura 11 é igual.

Dentro das ranhuras 10 são posicionados condutores elétricos 12 de um sistema de enrolamento 13 elétrico a ser colocado no corpo de base 2. No exemplo de execução de acordo com a figura 2, o corpo de base 2 é mostrado em um estado de enrolamento parcial. Somente em algumas das ranhuras 10 estão dispostos condutores elétricos 12. Nos lados frontais

5 e 6 as ranhuras 10 apresentam aberturas frontais da ranhura 14, das quais os condutores elétricos 12 se projetam para fora, a fim de, fora do corpo de base 2, poderem mudar de direção nos lados frontais 5 e 6 e ser conduzidos a uma outra das ranhuras 10. No exemplo de execução de acordo com as
5 figuras 1 e 2, esta mudança de direção e condução dos condutores elétricos 12 ocorre por meio dos discos finais 7 e 8 isolantes. Na figura 2 esta mudança de direção e condução dos condutores está indicada de modo esquemático.

Os discos finais 7 e 8 podem ser empregados de modo universal. Com eles podem ser realizados sistemas de enrolamento 13 para diversos números de pólos. Durante o enrolamento do corpo de base 2 e também dos discos finais 7 e 8 com os condutores elétricos 12 podem ocorrer tensões de tração muito altas e um atrito alto entre as almas de separação 9 e os condutores elétricos 12. Por um lado, isto pode levar a um dobramento
15 e/ou a danos das almas de separação e, por outro lado, a um dano dos condutores elétricos, por exemplo, de seu isolamento elétrico.

A fim de evitar estes efeitos desvantajosos durante o processo de enrolamento, em uma área de ponte 15, as almas de separação 9 são cobertas por meio de um corpo auxiliar de enrolamento 16 mostrado nas
20 figuras de 3 a 6 e, com isto, protegidas. O corpo auxiliar de enrolamento 16 é executado como sapata de enrolamento e tem a forma de uma seção de arco de círculo. Sua parede externa 17 é lisa e possui cantos da parede externa 18 arredondados. Ele apresenta um contorno da superfície arredondado e, no exemplo de execução, é fabricado de alumínio.

25 Durante o enrolamento do corpo de base 2, a mudança de direção e a condução dos condutores elétricos 12 não ocorre mais por meio das almas de separação 9 dos discos finais 7 ou 8, porém, por meio do corpo auxiliar de enrolamento 16. Para a produção de um enrolamento parcial com várias espiras, respectivamente, um corpo auxiliar de enrolamento 16 é dis-
30 posto em um dos dois lados frontais 5 e 6, de tal modo que, dentro da área de ponte 15, que passa na direção da circunferência, ele não cubra as aberturas frontais da ranhura 14 que não são enroladas durante este processo

de enrolamento parcial. O condutor elétrico 12 é introduzido em uma das ranhuras 10, cuja abertura frontal da ranhura 14 se situa em um lado da área de ponte 15 voltada para a direção da circunferência, e é conduzido para fora através da respectiva abertura frontal da ranhura 14 não coberta. Então, no lado frontal 5 ou 6 correspondente, ele sofre uma mudança de direção por meio do corpo auxiliar de enrolamento 16, e é conduzido a uma outra das aberturas frontais da ranhura 14 não coberta, que está situada no outro lado da área de ponte 15 voltado para a direção da circunferência, a fim de, ali ser introduzido na respectiva ranhura 10, e ser conduzido para o outro lado frontal 6 ou 5. Ali, o processo se repete de modo simétrico, de tal modo que, é produzida uma espira completa. De acordo com o número de espiras previsto, este processo descrito para uma espira é repetido. Após a conclusão deste processo de enrolamento parcial, os corpos auxiliares de enrolamento 16 dispostos de modo auxiliar sobre os dois lados frontais 5 e 6 são retirados de novo. O processo de enrolamento descrito pode ser realizado, em particular, de modo automático por meio de um dispositivo de enrolamento de agulha.

Em um lado inferior 19 do corpo auxiliar de enrolamento 16 estão previstos rebaixos de fixação 20 que, partindo do lado inferior 19 se estendem para dentro do corpo auxiliar de enrolamento 16. Os rebaixos de fixação 20 servem para a recepção das almas de separação 9. Também em suas duas faces laterais voltadas para a direção da circunferência, cada corpo auxiliar de enrolamento 16 possui um rebaixo 21 lateral, por meio do qual, cada uma das duas almas de separação 9, dispostas na borda da área de ponte 15, é retida e protegida.

A parede externa 17 possui um ressalto 22 que na direção da circunferência não se estende através de toda seção de arco de círculo, que o corpo auxiliar de enrolamento 16 restante cobre. O ressalto 22 serve, como também a parede externa 17 lisa, para condução visada dos condutores elétricos 12. O condutor elétrico 12, que deve ser introduzido agora, é conduzido, no contexto com a mudança de direção, na área externa do corpo de base 2 através da parede externa 17 lisa do corpo auxiliar de enrolamento

16 e - como indicado nas figuras 4 e 6 através de setas de direção - é puxado para baixo. O ressalto 22, previsto na extremidade nessa direção de movimento, deixa o condutor elétrico 12 deslizar ou escorregar para dentro, de modo visado, em um elemento de guia 23 com perfil em U (figuras 3 e 4) ou
5 elemento de guia 24 com perfil em L (figura 6) disposto entre o corpo auxiliar de enrolamento 16 e o disco final 7. O elemento de guia 23 perfilado em U possui duas abas em U 23a e 23b, bem como, uma base em U 23c. O elemento de guia 24 perfilado em L possui uma aba em L 24a, bem como, uma base em L 24b. Além disso, ambos os elementos de guia 23 e 24 são execu-
10 tados em forma de arco de círculo. No estado mostrado nas figuras 4 e 6, cada espira do condutor elétrico 12 já se encontra no respectivo elemento de guia 23 ou 24 correspondente, enquanto que a próxima espira já está sendo produzida, sendo que, o condutor elétrico 12 é conduzido ao longo da parede externa 17 lisa do corpo auxiliar de enrolamento 16.

15 No lado inferior 19 do corpo auxiliar de enrolamento 16, adjacente ao ressalto 22 está prevista uma superfície de contato 25 para o elemento de guia 23 ou 24. Por meio da superfície de contato 25 o elemento de guia 23 ou 24 é fixado em sua posição, de tal modo que, durante o processo de enrolamento não ocorre nenhum deslocamento de posição indesejado. Os
20 elementos de guia 23 e 24 possuem uma função de isolamento elétrico, que é garantida em toda a extensão em virtude desta fixação na posição vantajosa após o processo de enrolamento. No caso de outros isolamentos conhecidos de enrolamentos parciais do sistema de enrolamento 13, sob a influência de tensões de tração durante o processo de enrolamento, pode vir a
25 ocorrer um deslocamento do isolamento e, com isto, uma piora das propriedades do isolamento. Esta desvantagem é contornada através da fixação na posição do elemento de guia 23 ou 24.

O corpo auxiliar de enrolamento 16 possibilita um enrolamento mais uniforme possível dos elementos de guia 23 e 24 com as espiras individuais do condutor elétrico 12. As dimensões de um enrolamento parcial 26
30 produzido deste modo e mostrado na figura 7, antes de tudo, podem ser ajustadas previamente através de um correspondente dimensionamento do

corpo auxiliar de enrolamento 16 e do elemento de guia 23 ou 24. Neste caso, é obtido, em particular, um bom aproveitamento de espaço, sobretudo na direção radial. No caso de outros processos de enrolamento que trabalham sem o corpo auxiliar de enrolamento 16 e o elemento de guia 23 ou 24, os enrolamentos parciais resultantes se estendem mais na direção axial e menos na direção radial. Com isto surge uma montagem total axialmente mais longa. Em oposição a isto, a máquina elétrica 1 que é enrolada com o processo de enrolamento mais em conta e mediante o emprego dos elementos de guia 23 e 24 favoráveis é caracterizada por um aproveitamento de espaço consideravelmente melhor e, com isto, por um alongamento axial mais curto. Neste caso, o processo de enrolamento favorável e os elementos de guia 23 e 24 favoráveis podem ser empregados ou em combinação ou também como medida individual, portanto, ou o processo de enrolamento ou os elementos de guia 23 e 24.

Além disso, o sistema de enrolamento 13 resultante disto também está encostado na área dos lados frontais 5 e 6, nos quais são formadas cabeças de enrolamento não representadas em detalhes, bem rente no corpo de base 2, de tal modo que, é proporcionado um bom acoplamento térmico. Isto tem um efeito favorável sobre a dissipação do calor, que surge nos condutores elétricos 12, na área das cabeças de enrolamento, através do pacote de chapa de estator do corpo de base 2.

De acordo com a representação da figura 7, o elemento de guia 24 perfilado em L apresenta, na área externa do canto de dobramento, entre a aba em L 24a e a base em L 24b, uma abertura 27 na qual pode se encaixar uma base em L 28b de um outro elemento de guia 28 perfilado em L. Deste modo pode ser realizada uma montagem de vários elementos de guia 24 ou 28 empilhados na direção axial e fixados na posição. Na figura 8, a título de exemplo, é mostrada uma forma de execução com três elementos de guia 24, 28 e 29 empilhados adjacentes um ao outro. Neste caso, as bases em L 28b e 29b dos elementos de guia 28 e 29 estão fixadas na abertura 27 do elemento de guia 24 ou 28 situado abaixo, e a base em L 24b do elemento de guia 24 mais inferior está fixada em uma abertura 30 do disco

final 7 executada de modo análogo.

O exemplo de execução de acordo com a figura 8 mostra um estado, no qual os elementos de guia 24 e 28 já estão completamente enrolados com o enrolamento parcial 26 ou com um enrolamento parcial 31. Em oposição, o terceiro elemento de guia 29 é justamente enrolado com os condutores elétricos 12 de um outro enrolamento parcial 32.

A condução dos condutores elétricos 12 ocorre por meio de um corpo auxiliar de enrolamento 33 que está colocado sobre as almas de separação 9 do disco final 7. Contudo, em contraste com o corpo auxiliar de enrolamento 16, sua extensão de abrangência é adaptada à dimensão mais longa, na direção axial, da montagem em pilha dos três elementos de guia 24, 28 e 29. Além disso, a superfície de contato 25 para o terceiro elemento de guia 29 é formada por meio de uma cavidade 34 no lado inferior 19 do corpo auxiliar de enrolamento 33. Isto resulta uma fixação na posição muito boa do terceiro elemento de guia 29.

Na figura 9 está representado um outro exemplo de execução de um corpo auxiliar de enrolamento 35. Em contraste com os corpos auxiliares de enrolamento 16 e 33, o corpo auxiliar de enrolamento 35 apresenta em seu lado inferior 19, ao invés de rebaxos de fixação 20, pelo menos, um prolongamento de fixação 36 que se estende para fora, axialmente para baixo, do lado inferior 19 e está destinado para o encaixe em uma das ranhuras 10 do corpo de base 2. Portanto, para a duração do processo de enrolamento, o corpo auxiliar de enrolamento 35 é inserido diretamente no corpo de base 2. Um disco final 7 ou 8, como no caso dos exemplos de execução descritos anteriormente, não é necessário.

Nas figuras 10 a 12 são mostrados outros exemplos de execução para corpos auxiliares de enrolamento 37, 38 e 39 que são empregados durante o processo de enrolamento em conexão com o disco final 7 ou 8. Eles se diferenciam no tamanho de cada seção de arco de círculo coberta. Os corpos auxiliares de enrolamento de 37 a 39 são destinados, respectivamente, para formas de execução distintas da máquina elétrica 1. Em particular, deste modo, podem ser realizados sistemas de enrolamento 13 com vá-

rios números de pólos.

Os corpos auxiliares de enrolamento de 37 a 39 têm, cada um, uma outra área de cobertura 40, 41 ou 42. É coberto, respectivamente, um outro número de aberturas frontais da ranhura 14, e é feita a ponte para a
5 condução do condutor elétrico 12. Os elementos de guia, respectivamente, colocados juntos - não visíveis nas figuras de 10 a 12 - cobrem a mesma seção de arco de círculo que os corpos auxiliares de enrolamento de 37 a 39.

Através do emprego dos corpos auxiliares de enrolamento 16,
10 33, 35, 37, 38 ou 39, e, em particular, também dos elementos de guia 23, 24, 28 ou 29, é obtida uma moldagem exata do sistema de enrolamento 13 na área dos lados frontais 5 e 6, portanto, uma moldagem exata das cabeças de enrolamento. Em particular, dessa forma podem ser realizadas cabeças de enrolamento com uma dimensão radial relativamente grande e axial curta. Em particular, o espaço radial até a extensão externa do corpo de base 2
15 é todo usado praticamente. Em virtude deste bom aproveitamento de espaço na direção radial resulta um encurtamento na direção axial, de tal modo que, também outros componentes da máquina elétrica 1, como, por exemplo, a carcaça e/ou as placas do mancal podem ser executados encurtados axialmente. Com isto, é reduzido o emprego de material. Além disso, os dados
20 elétricos de operação da máquina elétrica são melhorados. Deste modo se eleva, por exemplo, o grau de eficiência em função das perdas de cobre menores.

Além disso, o emprego dos corpos auxiliares de enrolamento 16,
25 33, 35, 37, 38 ou 39 e, em particular, também dos elementos de guia 23, 24, 28 ou 29 possibilita uma execução comparável dos diversos enrolamentos parciais 26, 31 e 32 do sistema de enrolamento 13. Em particular, estes enrolamentos parciais 26, 31 e 32 possuem praticamente um mesmo ou, pelo menos, bem semelhante, comprimento de bobina médio, bem como, uma
30 resistência elétrica, em essência, igual.

Novo quadro reivindicatório (total de 9 reivindicações), incorporando as emendas às reivindicações conforme Relatório de Exame Preliminar.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para o enrolamento de uma máquina elétrica (1) que contém um eixo de rotação (3) e um corpo de base (2) com dois lados frontais (5, 6) axiais, bem como, com ranhuras (10) para a recepção de condutores elétricos (12) de um sistema de enrolamento (13), sendo que, nos
5 lados frontais (5, 6), as ranhuras (10) apresentam, respectivamente, uma abertura frontal da ranhura (14) e, para a fabricação de um primeiro enrolamento parcial (26) do sistema de enrolamento (13)
- a) em, pelo menos, um dos lados frontais (5, 6) é disposto um corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 37; 38; 39), de tal modo que, dentro de
10 uma área de ponte (15; 40; 41; 42) que passa na direção da circunferência, ele cobre, pelo menos, uma das aberturas frontais da ranhura (14),
- b) os condutores elétricos (12)
- 15 b1) são inseridos em, pelo menos, uma das ranhuras (10), cuja abertura frontal da ranhura (14) se situa em um lado da área de ponte (15; 40; 41; 42) e são conduzidos para fora através da abertura frontal da ranhura (14) não coberta,
- b2) no lado frontal (5, 6) têm a direção mudada por meio do corpo
20 auxiliar de enrolamento (16; 33; 37; 38; 39) e são conduzidos para uma outra das aberturas frontais da ranhura (14) não coberta, que está situada no outro lado da área de ponte (15; 40; 41; 42),
- c) no lado frontal (5, 6) está disposto um disco final (7, 8) com, pelo me-
25 nos, um elemento de separação (9) projetado axialmente, e o corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 37; 38; 39) apresenta, pelo menos, um rebaixo de fixação (20) axial, com o qual, em relação à disposição no lado frontal (5, 6), ele é introduzido no elemento de separação (9), e
- d) após a produção do primeiro enrolamento parcial (26), o corpo auxiliar
30 de enrolamento (16; 33; 37; 38; 39) é removido de novo.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, entre o lado frontal (5, 6) e o corpo auxiliar de enrolamento (16;

33; 37; 38; 39), na área de ponte (15; 40; 41; 42), é posicionado um primeiro elemento de guia (23; 24), no qual, após a condução por meio do corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 35; 37; 38; 39), os condutores elétricos (12) são colocados.

5 3. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que, durante a fabricação do primeiro enrolamento parcial (26), o primeiro elemento de guia (23; 24) é fixado em sua posição por meio do corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 37; 38; 39).

10 4. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que, após a produção do primeiro enrolamento parcial (26), axialmente adjacente ao primeiro elemento de guia (24) é posicionado um outro elemento de guia (28, 29) para a recepção dos condutores elétricos (12) de um outro enrolamento parcial (31; 32).

15 5. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que, no outro elemento de guia (29) é disposto um outro corpo auxiliar de enrolamento (33), por meio do qual, durante a fabricação do outro enrolamento parcial (32), os condutores elétricos (12) são conduzidos.

20 6. Corpo auxiliar de enrolamento para a realização do processo de acordo com uma das reivindicações anteriores que, para a condução, a mais deslizante possível, de condutores elétricos (12) apresenta uma parede externa (17) lisa com cantos da parede externa (18) arredondados e com contorno da superfície, em particular, arredondado, e está previsto, pelo menos, um rebaixo de fixação (20) axial que, partindo de um lado inferior (19) que passa aproximadamente perpendicular à parede externa (17)
25 se estende para dentro do corpo auxiliar de enrolamento (16; 33; 37; 38; 39).

30 7. Corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que, o lado inferior (19) é executado, pelo menos, parcialmente como superfície de contato (25) para um elemento de guia (23; 24; 28; 29) dos condutores elétricos (12).

8. Corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que, a superfície de contato (25) é executada

como cavidade (34) no lado inferior (19).

9. Corpo auxiliar de enrolamento de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que, a parede externa (17) apresenta um resalto (22) que se estende através da superfície de contato (25) do lado inferior (19).