



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0912861-1 B1



(22) Data do Depósito: 15/05/2009

(45) Data de Concessão: 31/03/2020

(54) Título: ROTOR DE UMA MÁQUINA ELÉTRICA SÍNCRONA MULTIPOLAR COM POLOS SALIENTES

(51) Int.Cl.: H02K 1/24; H02K 1/08.

(30) Prioridade Unionista: 19/05/2008 FR 0853243.

(73) Titular(es): JEUMONT ELECTRIC.

(72) Inventor(es): DANIEL LALOY; GUY LEGOIX; BRAHIM AMMAR.

(86) Pedido PCT: PCT FR2009050917 de 15/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/150357 de 17/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/11/2010

(57) Resumo: ROTOR DE UMA MÁQUINA ELÉTRICA SÍNCRONA MULTIPOLAR COM POLOS SALIENTES. A presente invenção refere-se a um rotor de uma máquina elétrica síncrona multipolar, que comporta uma pluralidade de polos salientes (10), cada polo saliente (10) sendo envolvido por uma bobina indutora (13); uma coroa (4) que integra essa pluralidade de polos salientes (10); esse rotor sendo caracterizado pelo fato de cada polo saliente (10) comportar: um corpo polar (1) solidário a essa coroa (4); duas pontas polares (2a, 2b) amovíveis fazendo-se face de ambos os lados do corpo polar; peças frontais contornando as extremidades desse corpo polar (1), para manter radialmente essa bobina indutora (13) em sua parte transversal; esse corpo polar (1) que comporta duas ranhuras (6a) abertas de ambos os lados desse corpo polar (1) e cuja forma é adaptada para receber essas pontas polares (2a, 2b); essas peças frontais (5) bloqueando os deslocamentos dessas pontas polares (2a, 2b) nessas ranhuras (6a).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**ROTOR DE UMA MÁQUINA ELÉTRICA SÍNCRONA MULTIPOLAR COM POLOS SALIENTES**".

[0001] A presente invenção refere-se ao domínio das máquinas giratórias elétricas síncronas, compreendendo um conjunto estatórico e um conjunto rotórico, o conjunto rotórico girando em relação ao conjunto estatórico em torno de um eixo de rotação.

[0002] Mais particularmente, a presente invenção se refere a um rotor de uma máquina elétrica síncrona multipolar, com polos salientes.

De forma geral, os rotores com polos salientes têm polos indutores situados na periferia de uma coroa do circuito magnético.

[0003] Esses rotores são geralmente utilizados nas aplicações à velocidade lenta até 1000 rpm em polos folheados e 1500 rpm em polos maciços.

[0004] De forma conhecida, o rotor de uma máquina elétrica síncrona com polos salientes comporta:

- uma parte central formada pela coroa do circuito magnético e por uma árvore central; para os rotores de pequeno diâmetro a árvore central e a coroa do circuito magnético formam apenas uma única peça;

- polos salientes ou polos formados por uma parte central denominada corpo de polo ou indiferentemente corpo polar e de uma parte periférica denominada sapata polar; cada polo é percorrido, em sua parte central por uma indução constante; ao contrário, na superfície do polo a nível de um desenvolvimento polar, a indução é pulsada em consequência da rotação diante dos entalhes do estator;

- bobinas indutoras que envolvem cada corpo polar formadas por um empilhamento de espiras.

[0005] As máquinas síncronas são máquinas elétricas, cuja velo-

cidade de rotação da árvore é igual à velocidade de rotação do campo magnético. A magnetização das máquinas giratórias com polos salientes é obtida pelo indutor formado pela bobina indutora que envolve o corpo polar.

[0006] As bobinas indutoras são dispostas em torno dos corpos polares segundo várias maneiras.

[0007] De acordo com uma primeira realização conhecida de um rotor multipolar com polos salientes, cada polo compreendendo um corpo polar e uma sapata polar é levada sobre uma jante ou sobre uma árvore por meio de chaves, de ligações, ou parafusos. Nessa realização, a bobina é montada sobre o corpo polar antes da montagem deste sobre a jante ou sobre a árvore. Independentemente do sistema de encaixe utilizado para a montagem do corpo polar sobre a jante ou a árvore, o encaixe é muito solicitado, quando da rotação do rotor.

[0008] Com efeito, os corpos polares, as bobinas indutoras e as sapatas polares sendo afastados do centro de rotação, são submetidos a uma força centrífuga, quando da rotação do rotor, a força centrífuga sendo tanto mais importante que o diâmetro do rotor e a velocidade de rotação do rotor são importantes (a força centrífuga sofrida pelos sólidos em rotação é proporcional ao seu afastamento e à sua massa). Assim, o sistema de encaixe deve suportar os esforços gerados pela rotação do rotor dos conjuntos restituídos, isto é, as peças maciças, tais como o corpo polar, a sapata polar e a bobina indutora enrolada em torno do corpo polar. Assim, os sistemas de encaixe dos corpos polares do tipo parafuso só são convenientes para pequenas velocidades de rotação; os sistemas de encaixe dos corpos polares do tipo chaves ou extremidades são convenientes para velocidades de rotação do rotor mais importantes, mas necessitam, ao contrário, das usinagens muito precisas e muito onerosas das peças, assim como uma qualidade mecânica exigente dos materiais.

[0009] Além disso, deve ser observado que segundo essa primeira realização a colocação dos conjuntos corpo polar / bobina / sapata polar sobre a jante aciona uma manipulação muito delicada e complexa para efetuar devido às massas importantes das peças a deslocar e a ajustar.

[00010] A fim de evitar uma importante solicitação dos encaixes ligando o corpo polar à jante de rotor síncrono, uma segunda realização conhecida de rotor síncrono com polos salientes consiste em utilizar um corpo polar que faz parte integrante da jante ou da árvore. Só o desenvolvimento polar maciço é levado e fixado sobre o corpo polar por meio de numerosos parafusos. A bobina indutora é instalada em torno do corpo polar antes da montagem da sapata polar. A colocação em posição da sapata polar necessita, por um lado, de uma manipulação delicada, pois é uma peça pesada e, por outro lado, uma aparelhagem adaptada. Além disso, o modo de fixação da sapata polar por meio de parafuso sobre o corpo polar impõe necessariamente a utilização de um corpo polar maciço mais robusto que a utilização de um corpo folheado formado de uma sucessão de chapas magnéticas de alguns milímetros de espessura.

[00011] Independentemente da realização retida até aqui, a colocação de elementos pesados que apresentam massas elevadas dificilmente manipuláveis, tais como os corpos polares bobinados ou ainda as sapatas polares levados sobre os corpos polares, é uma operação longa, onerosa e que necessita da utilização de aparelhagens especiais.

[00012] Nesse contexto, a invenção visa a fornecer um rotor de máquina elétrica síncrona multipolar, com polos salientes, cuja montagem seja simples, rápida, assegurando um posicionamento preciso de cada bobina em torno de cada corpo polar correspondente.

[00013] Para isso, a invenção propões um rotor de uma máquina

giratória síncrona multipolar, comportando:

- uma pluralidade de polos salientes, cada polo saliente sendo envolvido por uma bobina indutora;

- uma coroa integrando essa pluralidade de polos salientes;

[00014] Esse rotor sendo caracterizado pelo fato de cada polo saliente dessa pluralidade de polos salientes comportar:

- um corpo polar solidário a essa coroa;

- pelo menos dois cantos polares amovíveis fazendo-se parte de ambos os lados do corpo polar;

- peças frontais, contornando as extremidades desse corpo polar, para manter radialmente essa bobina indutora em sua parte transversal;

esse corpo comportando duas ranhuras abertas de ambos os lados desse corpo polar e cuja forma é adaptada para receber essas pelo menos duas pontas polares;

essas peças frontais bloqueando os deslocamentos de pelo menos duas pontas polares nessas ranhuras.

[00015] Graças à invenção, é possível efetuar facilmente uma montagem das pontas polares sobre corpos polares que fazem parte integrante do rotor, sem utilização de aparelhagem particular. Esse dispositivo permite se livrar da manipulação de peças pesadas, tais como as sapatas ou ainda os corpos polares. Com efeito, os corpos polares fazem parte integrante da coroa do rotor, e só as pontas polares correspondentes às extremidades da sapata polar, são levadas sobre o corpo polar. Isto evita, portanto, dispor de uma pluralidade de sistemas de encaixe de peças pesadas que são muito solicitadas, quando da rotação do rotor pela força centrífuga.

[00016] O rotor de máquina elétrica síncrona multipolar com polos salientes, de acordo com a invenção, pode também apresentar uma ou várias das características abaixo, consideradas individualmente ou se-

gundo todas as combinações tecnicamente possíveis:

- cada polo saliente dessa pluralidade de polos salientes comporta uma primeira série e uma segunda série, comportando, cada uma, uma pluralidade de pontas polares ajustadas ao longo desse corpo polar, cada ponta polar dessa primeira série fazendo face a uma ponta polar dessa segunda série;

- essas ranhuras são feitas em contínuo ao longo desse corpo polar;

- cada ponta polar comporta uma garra de encaixe que se encaixa nessa ranhura, a forma dessa garra de encaixe sendo adaptada à manutenção radial dessa bobina indutora;

- essas pontas polares mantêm radialmente essa bobina indutora em sua parte longitudinal;

- cada uma dessas pontas polares comporta pelo menos um conduto de evacuação apto ao resfriamento dessa bobina indutora;

- esse corpo polar é uma peça folheada formada por uma sucessão de chapas magnéticas.

[00017] Outras características e vantagens da invenção sobressaem mais claramente da descrição que dela é dada abaixo, a título indicativo e de modo nenhum limitativo, com referência às figuras anexadas, dentre as quais:

- a figura 1 representa uma vista em corte por um plano perpendicular ao eixo de rotação do rotor, de um rotor com polos salientes de uma máquina elétrica síncrona;

- a figura 2 representa uma vista de topo de um corpo polar de um rotor com polos salientes, tal como representa na figura 1.

[00018] A figura 1 representa uma vista em corte por um plano perpendicular ao eixo de rotação do rotor, de um rotor 100 com polos salientes de uma máquina elétrica síncrona.

[00019] A figura 1 representa mais particularmente um polo salien-

te 10 dentre uma pluralidade de polos salientes do rotor 100.

[00020] Cada polo saliente 10 comporta um corpo de polo ou corpo polar 1 envolvido de uma bobina indutora 13. O corpo polar 1 é preferencialmente um corpo polar folheado formado por um empilhamento de chapas de aço magnético. O corpo polar 1 faz parte integrante de uma jante 4 que constitui a roda polar do circuito magnético da máquina elétrica síncrona. Preferencialmente, a jante 4 é uma peça folheada constituída de um empilhamento de chapas magnéticas montado a quente sobre uma árvore ou um cubo (não representado).

[00021] A bobina indutora 13 é fabricada com um condutor em cobre de seção circular ou retangular que envolve o corpo polar com um certo número de espiras. A bobina indutora 13 é bobinada sobre mandris e aglomeradas separadamente antes de ser montada sobre o corpo polar. A bobina indutora 13 pode comportar uma defasagem de espiras com uma alternância de uma espira sobre três ou quatro espiras, de modo a formar alhetas de ventilação que permitem aumentar eficazmente o resfriamento.

[00022] A bobina indutora 13 pode também ser bobinada, de forma a ter um perímetro interno da bobina indutora 13 superior ao perímetro externo do corpo polar 1, de forma a criar uma passagem 16 para a circulação de um fluido de resfriamento e assim facilitar o resfriamento da superfície interna da bobina indutora 13.

[00023] O isolamento das espiras da bobina indutora 13 é realizado por fitas isolantes pré-impregnadas de uma resina termoendurecível. A bobina é em seguida colocada sob prensa e sofre um tratamento térmico, o que permite obter um conjunto compacto com uma excelente condutividade térmica.

[00024] Segundo um outro modo da invenção, a bobina indutora 13 é realizada com fios envolvidos com fitas em fibra de vidro. O fio isolado é em seguida enrolado sobre várias camadas. Entre cada ca-

mada de fios, interpõe-se um verniz ou uma resina que tem por papel dar a rigidez final da bobina indutora 3, após polimerização.

[00025] Também, é possível, segundo um outro modo de realização da invenção, realizar a bobina indutora 13 com fios de cobre esmaltados termo-aderentes. Os fios termoaderentes são fios de cobre esmaltados recobertos de uma camada externa termocolante que permite obter uma colagem das espiras ligadas por polimerização dessa camada externa sob o efeito da temperatura e se livrar de uma fase de aplicação de um verniz ou de uma resina, quando da realização da bobina indutora 13.

[00026] A manutenção tangencial da bobina indutora 13, quando da rotação do rotor é realizada em grande parte pela resistência própria da bobina indutora 13, essa resistência sendo obtida essencialmente em função da qualidade mecânica do verniz ou da resina que serve para aglomerar as espiras entre si por polimerização. Se o esforço tangencial da força centrífuga for tal que o esforço de cisalhamento entre as espiras ultrapassará o esforço máximo que pode suportar o verniz ou a resina, a bobina indutora 13 tende a se deformar por enchimento sem eu centro. Convém então dispor de um ou de vários cantos de escoramento (na representado), também denominados cantos interpolares, que permitem levar o esforço de cisalhamento a um valor aceitável pelas partes das bobinas compreendidas entre os cantos de escoramento. Geralmente, os cantos de escoramento as parafusados sobre a jante 4 entre cada corpo polar 1, deforma a manter as bobinas indutoras 13 colocadas contra os corpos polares 1.

[00027] A manutenção radial da bobina indutora 13 é realizada em sua parte superior pelas pontas polares 2a e 2b, e em sua parte inferior por um jogo de molas comprimidas 14. A manutenção radial da bobina indutora 13 em sua parte inferior pode também ser realizada por qualquer outro meio equivalente permitindo uma manutenção da bobi-

na indutora 13 colocada contra as pontas polares 2a e 2b.

[00028] Por exemplo, a manutenção radial da bobina indutora em sua parte inferior pode ser feita por meio de uma chapa suporte dobrada em forma de V disposta no nível de um espaço inter-polo, isto é, entre dois polos salientes. A chapa suporte é mantida bloqueada por meio de blocos de fixação que são montadas à força, de forma a manter colocada a bobina indutora 13 contra as pontas polares 2a e 2b com uma certa pressão.

[00029] Pontas polares 2a e 2b ficam situadas, por par, de ambos os lados do corpo polar 1 em todo o seu comprimento, um único par ponta polar 2a e 2b estando representado sobre cada corpo polar 1 da figura 1. Os pares de pontas polares 2a e 2b mantêm em pó a bobina indutora 3 de ambos os lados do corpo polar 1. Para isso, o corpo polar 1 comporta entalhes 6a correspondentes à forma dos encaixes 6b das pontas polar 2a e 2b; os entalhes 6a sendo usinados em todo o comprimento do corpo polar 1, formando assim um conduto. Os encaixes 6b permitem a colocação por encaixe, depois por deslizamento nos entalhes 6a das pontas polares 2a e 2b sem outro meio de fixação. O encaixe é feito a partir de cada extremidade do corpo polar 1 e o deslizamento segundo o sentido longitudinal desse corpo polar 1. Os encaixes 6b têm a forma, por exemplo, de um gancho orientado sensivelmente para o centro do rotor, compostos de uma primeira parte 7 de seção sensivelmente triangular, unindo uma segunda parte 9 de seção sensivelmente retangular, as duas partes 7 e 9 sendo ligadas por um elemento curvado 8.

[00030] A forma particular dos encaixes 6b permite uma manutenção radial das pontas polares 2a e 2b, e permite encaixar solicitações ocasionadas pela força centrífuga da bobina indutora 3, quando da rotação do rotor, e notadamente da componente radial.

[00031] A figura 2 representa uma vista de topo de um corpo polar

1 de um rotor 100 com polos salientes 10 de uma máquina elétrica síncrona, de acordo com a invenção, representado com referência à figura 1.

[00032] A figura 2 ilustra particularmente uma série de pontas polares 2a e 2b colocadas em, por exemplo, sobre o corpo polar 1 e bloqueando radialmente a bobina indutora 3 do polo.

[00033] Faces 5, situadas nas extremidades do corpo polar 1 (só uma face 5 foi representada), são mantidas solidárias à jante 4 por meio de um sistema de fixação do tipo parafuso. As faces 5 são peças maciças em aço usinadas, forjadas ou moldadas que permitem manter em posição as pontas polares 2a e 2b, após sua colocação sobre o corpo polar 1. Elas evitam assim qualquer deslocamento longitudinal das pontas polares 2a e 2b. Com efeito, nas extremidades do corpo polar 1, as faces 5 obstruem os entalhes 6a do corpo polar 1, correspondente aos entalhes 6b de modo que as pontas polares 2a e 2b não possam mais ser desmontadas, nem deslocadas no sentido longitudinal do corpo polar 1. As faces 5 permitem também manter radialmente a parte frontal da bobina indutora 13 e posiciona axialmente o conjunto da bobina indutora 13.

[00034] A utilização combinada das pontas polares 2a e 2b, e das faces 5 em substituição de uma sapata polar segundo a técnica anterior permite dispor de duas zonas 21 e 22 de não recobrimento, em cada extremidade da bobina indutora 3. Essas zonas 21 e 22 melhoram o resfriamento da bobina indutora 3, aumentando sua superfície de contato com o ar ambiente ou qualquer outro fluido de resfriamento.

[00035] As pontas polares 2a e 2b podem comportar condutos de evacuação 7, favorecendo também o resfriamento da bobina indutora 13, e do rotor, pela circulação do fluido de resfriamento. Os condutos de evacuação 7 atravessam as pontas polares 2a e 2b no nível da face de contato entre estas e o corpo polar 1. Assim, os condutos de

evacuação 7 permitem ao fluido de resfriamento escapar e se renovar, após ter feito trocas térmicas com a superfície interna da bobina indutora 13.

[00036] A montagem do rotor com polos salientes de uma máquina síncrona ilustrada é realizada facilmente e de modo rápido com um número restrito de aparelhagem.

[00037] A bobina indutora 13, fabricada separadamente, é introduzida em torno do corpo polar 1, previamente isolado do rotor e é escoreada tangencialmente sobre o corpo polar 1.

[00038] As pontas polares 2a e 2b são introduzidas por deslizamento sobre o corpo polar 1 por meio dos entalhes 6a.

[00039] As faces 5 são em seguida introduzidas e fixadas sobre a jante 4 ou sobre o corpo polar 1 por meio de parafuso. As pontas polares são assim bloqueadas longitudinalmente.

[00040] A bobina indutora 13 é mantida radialmente em sua parte externa pelas pontas polares 2a e 2b, e em sua parte interna por um jogo de molas comprimidas ou qualquer outro meio equivalente.

[00041] O jogo de molas exerce uma certa pressão de contato sobre a bobina indutora 13, de forma a mantê-la radialmente quando da parada e da rotação do rotor 100.

[00042] Todas as operações descritas para a montagem das pontas polares 2a e 2b, e das faces 5 sobre o corpo polar 1 são realizadas facilmente sem aparelhagem particular.

[00043] Enfim, o jogo de montagem, da ordem de alguns milímetros, necessária à descida da bobina indutora 13 em torno do corpo polar 1 é em seguida preenchida por folhas isolantes, geralmente folhas de estratificado, de espessura adequada para limitar o jogo tangencial.

[00044] Assim, a invenção tem por objetivo a realização de um rotor multipolar, com polos salientes, de uma máquina elétrica síncrona,

permitindo a montagem simples e rápida, sem aparelhagens especiais.

[00045] A forma astuciosa das pontas polares permite, ao mesmo tempo, uma montagem rápida e fácil e ao mesmo tempo uma manutenção da bobina indutora, quando da parada e quando da rotação do rotor. Quando é necessário limpar, reparar ou substituir uma bobina indutora, a operação de desmontagem é, ao mesmo tempo amplamente facilitada, sem o recurso a aparelhagens especiais, e rápida.

[00046] Foi essencialmente descrito um rotor multipolar com polos salientes de uma máquina elétrica síncrona, comportando um corpo polar folheado; todavia, a invenção é também aplicável a um rotor multipolar com polos salientes de uma máquina elétrica síncrona que comporta um corpo polar monobloco maciço integrado a uma jante maciça que constitui a roda polar do circuito magnético.

REIVINDICAÇÕES

1. Rotor de uma máquina giratória síncrona multipolar, comportando:

- uma pluralidade de polos salientes (10), cada polo saliente (10) sendo envolvido por uma bobina indutora (13);

- uma coroa (4) que integra essa pluralidade de polos salientes (10);

cada polo saliente (10) dessa pluralidade de polos salientes (10) comportando:

- um corpo polar (1) solidário a essa coroa (4);

- pelo menos duas pontas polares (2a, 2b) amovíveis fazendo-se face de ambos os lados do corpo polar; peças frontais, que contornam as extremidades desse corpo polar (1),

caracterizado pelo fato de que cada polo saliente (10) da pluralidade de polos salientes compreende peças frontais (5), contornando as extremidades desse corpo polar (1), para manter radialmente essa bobina indutora (13) em sua parte transversal;

esse corpo polar (1) comportando duas ranhuras (6a) abertas de ambos os lados desse corpo polar (1) e cuja forma é adaptada para receber essas pontas polares (2a, 2b);

essas peças frontais (5) bloqueando os deslocamentos dessas pontas polares (2a, 2b) nessas ranhuras (6a).

2. Rotor de uma máquina giratória síncrona multipolar, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de polo saliente (10) dessa pluralidade de polos salientes (10) comportar uma primeira série e uma segunda série, comportando, cada um, uma pluralidade de pontas polares (2a, 2b) dispostas ao longo desse corpo polar (1), cada ponta polar (2a) dessa primeira série fazendo face a uma ponta polar (2b) dessa segunda série.

3. Rotor de uma máquina giratória síncrona multipolar, de

acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado pelo fato de essas ranhuras (6a) serem fabricadas em contínuo ao longo desse corpo polar (1).

4. Rotor de uma máquina giratória síncrona multipolar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de cada ponta polar (2a, 2b) comportar uma garra de encaixe (6b) que se encaixa nessa ranhura (6a), a forma dessa garra de encaixe (6b) sendo adaptada para a manutenção radial dessa bobina indutora (13).

5. Rotor de uma máquina giratória síncrona multipolar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de essas pontas polares (2a, 2b) manterem radialmente essa bobina indutora (13) em sua parte longitudinal.

6. Rotor de uma máquina giratória síncrona multipolar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de cada uma dessas pontas polares (2a, 2b) comportar pelo menos um conduto de evacuação (7) apto ao resfriamento dessa bobina indutora (13).

7. Rotor de uma máquina giratória síncrona multipolar, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de esse corpo polar (1) ser uma peça folheada formada por uma sucessão de chapas magnéticas.

1/1

