



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

(21) PI 0716803-9 A2



(22) Data de Depósito: 11/09/2007
(43) Data da Publicação: 05/11/2013
(RPI 2235)

(51) Int.Cl.:
H02K 1/32
H02K 9/08

(54) Título: MÁQUINA ELÉTRICA COM UM ROTOR
INTERNAMENTE RESFRIADO

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 14/09/2006 DE 10 2006 043 169.3

(73) Titular(es): Siemens Aktiengesellschaft

(72) Inventor(es): Sebastian Weiss

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

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007059493 de
11/09/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/031804de
20/03/2008

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÁQUINA ELÉTRICA COM UM ROTOR INTERNAMENTE RESFRIADO"**.

A invenção refere-se a uma máquina elétrica com um rotor internamente resfriado.

5 Um fator de limitação de potência das máquinas elétricas é a qualidade da dissipação da perda de calor. Particularmente nas modalidades nas quais as partes quentes dentro da máquina não são resfriadas diretamente pelo meio de resfriamento, é difícil fazer uso da massa ativa que é usada. Zonas específicas, nas quais a dissipação das perdas de calor é pro-
10 blemática, são os enrolamentos finais e o rotor. Se é possível passar o calor especificamente dessas duas zonas para a área circundante, a potência de uma máquina elétrica pode ser aumentada, com o volume físico permanecendo o mesmo.

DE 42 42 132 A1 revela um sistema de resfriamento para uma
15 máquina elétrica que é na forma de um sistema de circuito de resfriamento interno. No caso desse resfriamento interno, é possível que o fluxo passe axialmente através dos canais de resfriamento do rotor em ambas as direções. Um circuito de resfriamento interno da máquina é gerado usando os canais de resfriamento do rotor para que o fluxo passe direto em duas dire-
20 ções. A fim de fazer esse circuito de resfriamento operar, duas ventoinhas são necessárias, em cada uma das faces de extremidade do rotor.

DE 44 43 427 C2 revela um sistema de circuito de resfriamento interno no qual o fluxo passa através do rotor a partir de uma extremidade. O fluxo do ar de resfriamento é soprado contra o enrolamento final por meio
25 das pás da ventoinha que são providas no rotor e localizadas radialmente dentro do enrolamento final. O ar de resfriamento flui através de canais de resfriamento, que são dispostos na circunferência do estator, para a outra extremidade da máquina, onde ele passa através do enrolamento final para o rotor, e finalmente entra nos canais de resfriamento do rotor, dos quais ele
30 é passado para as pás da ventoinha novamente.

A invenção é baseada no objetivo de melhorar o desempenho de resfriamento de uma máquina elétrica com um rotor internamente resfriado,

sem usar um impulsor de ventoinha montado separadamente no rotor.

Esse objetivo é atingido por uma máquina elétrica tendo um núcleo de estator laminado em um alojamento e tendo um rotor, cuja máquina elétrica tem um circuito de resfriamento interno compreendendo canais de resfriamento do rotor que passam axialmente através do rotor e são dispo-
5 tos em dois círculos concêntricos, em cujo circuito de resfriamento interno um refrigerante gasoso pode circular onde as pás da ventoinha e um primeiro recurso para guiar o refrigerante dos canais de resfriamento do rotor em um dos dois círculos concêntricos através de um enrolamento final para os
10 canais de resfriamento do rotor no outro dos dois círculos concêntricos são providos em uma primeira face de extremidade do rotor da máquina.

A orientação do refrigerante que, por exemplo, pode ser ar ou um gás inerte através dos canais de resfriamento do rotor em ambas as direções nos vários círculos concêntricos, sendo que o circuito do refrigerante
15 é acionado por pás de ventoinha que são encaixadas na face de extremidade do rotor e é, nesse caso, soprado diretamente sobre um enrolamento final pelo recurso para guiar o refrigerante, resulta em ótimo resfriamento em particular nessas áreas nas quais a dissipação das perdas de calor é problemática. Nesse caso, as pás da ventoinha pragmaticamente se estendem axial-
20 mente da face de extremidade do rotor, mas podem também ter, cada uma, alguma outra forma conveniente. Desde que a solução de acordo com a invenção não exige um impulsor de ventoinha separado, nenhuma maquinaria adicional do eixo do rotor para a montagem do impulsor da ventoinha é necessária aqui, assim tornando possível também obter um comprimento físico
25 axial mais curto da máquina elétrica, além da economia dos custos.

Em uma forma vantajosa do refinamento, o primeiro recurso para guiar o refrigerante é na forma de um cilindro de guia de ar, que é disposto entre os dois círculos concêntricos, se estende axialmente da primeira face de extremidade do rotor para em frente das pás da ventoinha e tem
30 uma parte que aponta para fora em frente das pás da ventoinha. Nesse caso, o cilindro de guia de ar não precisa ter uma forma estritamente cilíndrica em frente da parte que aponta para fora, mas pode corresponder essencial-

mente com metade de um hiperbolóide de rotação de armação única. O fluxo do refrigerante que surge dos canais de resfriamento do rotor, por exemplo, no exterior dos dois círculos concêntricos é, assim, passado diretamente para o enrolamento final em uma maneira simples. Essa parte do cilindro do guia de ar que é disposta axialmente em frente das pás da ventoinha e aponta para fora cria um espaço que se estende da saída dos canais de resfriamento do rotor na face de extremidade do rotor relevante para as pás da ventoinha. Isso melhora consideravelmente a orientação do refrigerante no circuito de resfriamento interno.

10 Em uma modalidade vantajosa adicional, um segundo recurso, para guiar o refrigerante, que é formado identicamente ao primeiro recurso para guiar o refrigerante é disposto em uma segunda face de extremidade do rotor. Isso, da mesma maneira, melhora consideravelmente a orientação de resfriamento no circuito de resfriamento interno na área do enrolamento final, no lado da segunda face de extremidade do rotor.

15 Em uma modalidade vantajosa adicional, as pás da ventoinha na primeira face de extremidade do rotor são projetadas tal que elas alimentam o refrigerante radialmente para fora. A força que age radialmente para fora no refrigerante, nesse caso, tem sobreposta nela a força inercial do refrigerante que surge dos canais de resfriamento do rotor para formar uma força total que já age no refrigerante essencialmente na direção do enrolamento final. Isso também melhora o fluxo direto desde que menos rotação ocorre nesse caso em comparação, por exemplo, com uma alimentação axial na qual o fluxo do refrigerante é guiado somente pelo recurso para orientar o refrigerante para o enrolamento final.

20 Em uma modalidade vantajosa adicional, as pás da ventoinha axialmente estendidas são providas na segunda face de extremidade do rotor e são projetadas tal que um fluxo de refrigerante que é causado pelas pás da ventoinha provida na primeira face de extremidade do rotor é aumentado. Isso significa que as pás da ventoinha na segunda face de extremidade do rotor alimentam o refrigerante em uma direção que aponta entre radialmente e axialmente para dentro, quando as pás da ventoinha na primeira

face de extremidade do rotor são providas para alimentar em uma direção entre radialmente e axialmente para fora.

Em uma modalidade vantajosa adicional, essa parte de pelo menos um cilindro do guia de ar que aponta para fora repousa diretamente em uma borda de extremidade radialmente fluente respectiva das pás da ventoinha ou fica axialmente em uma curta distância dessas bordas de extremidade. Isso suprime de maneira virtualmente completa os fluxos de vazamento com relação ao fluxo do refrigerante que passa através dos canais de resfriamento do rotor.

Em uma modalidade vantajosa adicional, essa parte do pelo menos um cilindro do guia de ar que aponta para fora se estende radialmente pelo menos para uma borda circunferencial, que está localizada radialmente no exterior, das pás da ventoinha. Isso evita que fluxos ramificados desviem do enrolamento final.

Em uma modalidade vantajosa adicional, quando o rotor é na forma de um rotor do tipo gaiola de esquilo, as pás da ventoinha são formadas no anel de curto-circuito correspondente. Portanto, não existe necessidade de produzir as pás de ventoinha separadamente e encaixá-las separadamente no rotor.

Em uma modalidade vantajosa adicional, os canais de resfriamento do rotor têm uma seção transversal com uma circunferência que é maior do que essa de um círculo com a mesma área de seção transversal. Nesse caso, por meio de exemplo, a seção transversal pode ter uma circunferência corrugada ou pode ter uma forma poligonal ou pode ser na forma de uma estrela. Isso proporciona uma maior área de transferência de calor para resfriar o rotor.

Em uma modalidade vantajosa adicional, para cada círculo concêntrico na face de extremidade do rotor, um ponto central de um canal de resfriamento do rotor e uma pá da ventoinha são dispostos radialmente do interior para fora em uma linha. Isso resulta, por assim dizer, em lá existindo uma pá de ventoinha dedicada para cada canal de resfriamento do rotor, assim melhorando o efeito de alimentação das pás da ventoinha no refrige-

rante.

Em uma modalidade vantajosa adicional, a soma das áreas da seção transversal dos canais de resfriamento do rotor em um dos dois círculos concêntricos é igual à soma das áreas da seção transversal dos canais de resfriamento do rotor no outro dos dois círculos concêntricos. Isso garante que exista um fluxo uniforme através dos canais de resfriamento do rotor nos vários círculos concêntricos, assim evitando a rotação resultante de velocidades de fluxo diferentes.

Em uma modalidade vantajosa adicional, canais de resfriamento primários, através dos quais um meio de resfriamento flui, para um circuito de resfriamento externo são providos na circunferência do alojamento. A dissipação do calor para um meio de resfriamento primário, que pode ser gasoso ou líquido, melhora consideravelmente o novo resfriamento do refrigerante no circuito interno.

Em uma modalidade vantajosa adicional, os canais de resfriamento primários são, nesse caso, dispostos em uma forma helicoidal na circunferência do alojamento. Isso resulta em resfriamento mais uniforme com relação à circunferência do alojamento, em comparação com os canais de resfriamento primários que são proporcionados somente nos cantos, por exemplo, de um alojamento retangular, resultando em um projeto mais simples do que, por exemplo, no caso de uma estrutura sinuosa dos canais de resfriamento primários.

Em uma modalidade vantajosa adicional, a altura da declividade entre voltas sucessivas dos canais de resfriamento primários helicoidalmente dispostos é, nesse caso, menor na área dos enrolamentos finais do que na área entre os enrolamentos finais. O efeito de resfriamento é, portanto, particularmente elevado nessas áreas nas quais o novo resfriamento do refrigerante no circuito interno é proporcionado por intermédio do meio de resfriamento primário.

Em uma modalidade vantajosa adicional, nervuras de resfriamento são providas na circunferência do alojamento. Isso resulta em uma área de superfície particularmente grande ficando disponível para troca de

calor com o ambiente ou o meio de resfriamento primário.

Em uma modalidade vantajosa adicional, a máquina é na forma de uma máquina assíncrona. Nesse caso, as pás da ventoinha podem ser fundidas diretamente em um anel de curto-circuito, por exemplo, de um rotor fundido em molde de alumínio.

A invenção será descrita e explicada em mais detalhes no texto seguinte com referência às modalidades exemplares que são ilustradas nas figuras, nas quais:

Figura 1 mostra metade de uma máquina elétrica, na forma de um corte longitudinal,

Figura 2 mostra um detalhe de um núcleo de estator laminado e rotor, na forma de uma seção transversal.

A figura 1 mostra metade de uma máquina elétrica com um núcleo de estator laminado 6 e um rotor 2 em um alojamento 3, na forma de uma seção transversal. Os canais de resfriamento do rotor 1a, 1b são dispostos em dois círculos concêntricos entre o eixo do rotor 2 e a parte ativa 4. Pás da ventoinha 5 são encaixadas na face de extremidade do rotor esquerda e alimentam o refrigerante circulado, que flui para fora dos canais de resfriamento do rotor 1a localizados no círculo externo, radialmente para fora. Junto com o movimento inercial do refrigerante fluindo para fora dos canais de resfriamento do rotor 1a, isso resulta em um movimento direcionado de maneira essencialmente radial do refrigerante, sendo que o cilindro de guia de ar 7, que é encaixado entre os dois círculos concêntricos, garante que o refrigerante seja soprado diretamente sobre o enrolamento final 8, e que nenhuma rotação ocorra com o refrigerante fluindo de volta para o lado direito da máquina através dos canais de resfriamento do rotor 1b que são dispostos no círculo interno. Um cilindro de guia de ar 7 é, da mesma maneira, encaixado na face de extremidade do rotor no lado direito a fim de guiar o refrigerante em uma maneira adequada através dos espaços entre o alojamento 3 e a parte ativa 4, onde o novo resfriamento do refrigerante pelo meio de resfriamento primário (não ilustrado) também acontece. A linha tracejada mostra a trajetória de fluxo do refrigerante com o fluxo passando através do

rotor 2 proveniente das duas extremidades. As pás da ventoinha 5 que são encaixadas na face de extremidade do rotor fazem com que o refrigerante, por exemplo, ar, gire e isso resulta em uma elevação da pressão radial. Essas pás da ventoinha 5 podem ser fundidas diretamente nos anéis de curto-circuito no caso, por exemplo, de máquinas assíncronas com rotores fundidos em molde de alumínio.

A figura 2 mostra um detalhe de um núcleo do estator laminado 6 e rotor 2, na forma de uma seção transversal. Um canal de resfriamento do rotor 1a, 1b e uma pá da ventoinha 5 são dispostos do interior para fora para cada círculo concêntrico. A fim de ampliar a área de troca de calor, os canais de resfriamento do rotor 1a, 1b têm uma seção transversal quadrilátera ao invés de uma seção transversal redonda. Nesse caso, a área da seção transversal dos canais de resfriamento do rotor 1a, 1b é do mesmo tamanho em ambos os círculos concêntricos, dessa maneira evitando a rotação causada por velocidades de fluxo diferentes.

Em resumo, a invenção refere-se a uma máquina elétrica com um rotor internamente resfriado. A fim de melhorar o desempenho de resfriamento para uma máquina tal como essa sem usar um impulsor de ventoinha encaixado separadamente no rotor, uma máquina elétrica é proposta tendo um núcleo de estator laminado e um rotor em um alojamento, cuja máquina elétrica tem um circuito de resfriamento interno compreendendo canais de resfriamento do rotor que passam axialmente através do rotor e são dispostos em dois círculos concêntricos, em cujo circuito de resfriamento interno um refrigerante gasoso pode circular, sendo que as pás da ventoinha e um primeiro recurso para guiar o refrigerante dos canais de resfriamento do rotor em um dos dois círculos concêntricos através de um enrolamento final para os canais de resfriamento do rotor no outro dos dois círculos concêntricos são providos em uma primeira face de extremidade do rotor da máquina. Isso resulta em ótimo resfriamento em particular nessas áreas nas quais a dissipação das perdas de calor é problemática.

REIVINDICAÇÕES

1. Máquina elétrica tendo um núcleo de estator laminado (6) em um alojamento (3) e tendo um rotor (2), cuja máquina elétrica tem um circuito de resfriamento interno compreendendo canais de resfriamento do rotor (1a, 1b) que passam axialmente através do rotor (2) e são dispostos em dois círculos concêntricos, em cujo circuito de resfriamento interno um refrigerante gasoso pode circular onde as pás da ventoinha (5) e um primeiro recurso para guiar o refrigerante (7) dos canais de resfriamento do rotor (1a) em um dos dois círculos concêntricos através de um enrolamento final (8) para os canais de resfriamento do rotor (1b) no outro dos dois círculos concêntricos são providos em uma primeira face de extremidade do rotor da máquina, sendo que o primeiro recurso para guiar o refrigerante é na forma de um cilindro de guia de ar (7), que é disposto entre os dois círculos concêntricos, se estende axialmente da primeira face de extremidade do rotor para em frente das pás da ventoinha (5) e tem uma parte que aponta para fora em frente das pás da ventoinha (5), sendo que um segundo recurso, para guiar o refrigerante (7), que é formado identicamente ao primeiro recurso para guiar o refrigerante (7) é disposto em uma segunda face de extremidade do rotor, sendo que essa parte de pelo menos um cilindro do guia de ar (7) que aponta para fora repousa diretamente em uma borda de extremidade radialmente fluente respectiva das pás da ventoinha (5) ou fica axialmente em uma curta distância dessas bordas de extremidade, sendo que essa parte do pelo menos um cilindro do guia de ar (7) que aponta para fora se estende radialmente pelo menos para uma borda circunferencial, que está localizada radialmente no exterior, das pás da ventoinha (5) e sendo que as pás da ventoinha ficam localizadas radialmente para fora do círculo concêntrico externo dos canais de resfriamento.

2. Máquina elétrica, de acordo com a reivindicação 1, na qual as pás da ventoinha (5) na primeira face de extremidade do rotor são projetadas tal que elas alimentam o refrigerante radialmente para fora.

3. Máquina elétrica, de acordo com uma das reivindicações pre-

cedentes,

na qual as pás da ventoinha axialmente estendidas são providas na segunda face de extremidade do rotor e são projetadas tal que um fluxo de refrigerante que é causado pelas pás da ventoinha (5) providas na primeira face de extremidade do rotor é aumentado.

4. Máquina elétrica, de acordo com uma das reivindicações precedentes,

na qual quando o rotor (2) é na forma de um rotor do tipo gaiola de esquilo, as pás da ventoinha (5) são formadas no anel de curto-circuito correspondente.

5. Máquina elétrica, de acordo com uma das reivindicações precedentes,

na qual os canais de resfriamento do rotor (1a, 1b) têm uma seção transversal com uma circunferência que é maior do que essa de um círculo com a mesma área de seção transversal.

6. Máquina elétrica, de acordo com uma das reivindicações precedentes,

na qual, para cada círculo concêntrico na face de extremidade do rotor, um ponto central de um canal de resfriamento do rotor (1a, 1b) e uma pá da ventoinha (5) são dispostos radialmente do interior para fora em uma linha.

7. Máquina elétrica, de acordo com uma das reivindicações precedentes,

na qual a soma das áreas da seção transversal dos canais de resfriamento do rotor (1a) em um dos dois círculos concêntricos é igual à soma das áreas da seção transversal dos canais de resfriamento do rotor (1b) no outro dos dois círculos concêntricos.

8. Máquina elétrica, de acordo com uma das reivindicações precedentes,

na qual canais de resfriamento primários, através dos quais um meio de resfriamento flui, para um circuito de resfriamento externo são providos na circunferência do alojamento.

9. Máquina elétrica, de acordo com a reivindicação 8,
na qual os canais de resfriamento primários são dispostos em
uma forma helicoidal na circunferência do alojamento.

5 10. Máquina elétrica, de acordo com a reivindicação 9,
na qual a altura da declividade entre voltas sucessivas dos ca-
nais de resfriamento primários helicoidalmente dispostos é menor na área
dos enrolamentos finais (8) do que na área entre os enrolamentos finais (8).

10 11. Máquina elétrica, de acordo com uma das reivindicações
precedentes,
na qual nervuras de resfriamento são providas na circunferência
do alojamento.

12. Máquina elétrica, de acordo com uma das reivindicações
precedentes,
na qual a máquina é na forma de uma máquina assíncrona.

FIG 1

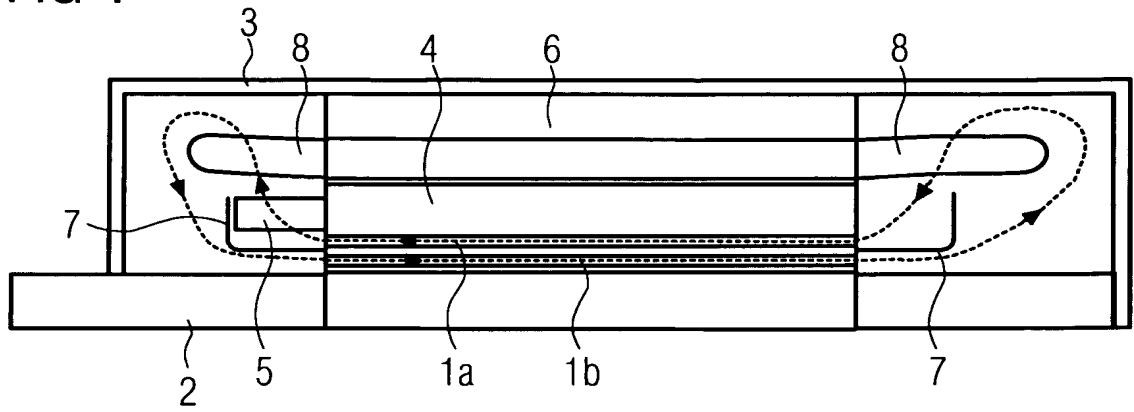
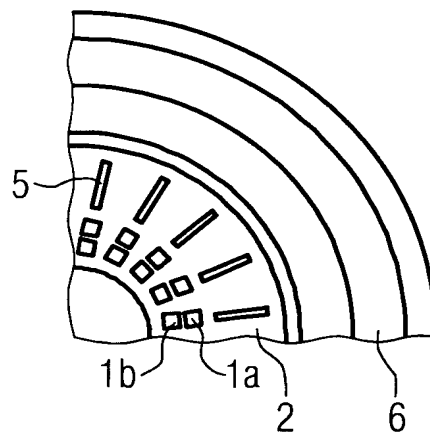


FIG 2



RESUMO

Patente de Invenção: "**MÁQUINA ELÉTRICA COM UM ROTOR INTERNAMENTE RESFRIADO**".

A invenção refere-se a uma máquina elétrica com um rotor internamente resfriado. A fim de melhorar a potência de resfriamento de uma tal máquina sem o uso de uma roda de ventoinha encaixada separadamente no rotor, a invenção propõe uma máquina elétrica com uma pilha de laminado de estator e um rotor em um alojamento, cuja máquina elétrica tem um circuito de resfriamento interno compreendendo canais de resfriamento do rotor, que passam axialmente através do rotor e são dispostos em dois círculos concêntricos, em cujo circuito de resfriamento interno um refrigerante gasoso pode ser circulado, sendo que as pás da ventoinha e um primeiro recurso para guiar o refrigerante dos canais de resfriamento do rotor em um dos dois círculos concêntricos através de uma cabeça de enrolamento para os canais de resfriamento do rotor no outro dos dois círculos concêntricos são providos no caso da máquina em um primeiro lado da extremidade do rotor. Como um resultado, particularmente essas regiões são resfriadas otimamente na qual a dissipação do calor perdido é problemática.