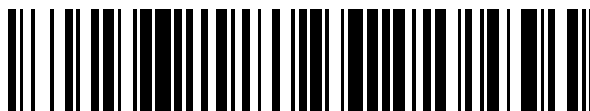


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 438 515**

51 Int. Cl.:

**H02K 9/10** (2006.01)

**H02K 9/22** (2006.01)

**H02K 1/20** (2006.01)

**H02K 1/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2010 E 10807441 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2013 EP 2514077**

54 Título: **Acuerdo y método para enfriar una máquina eléctrica**

30 Prioridad:

**17.12.2009 FI 20096342**

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

**17.01.2014**

73 Titular/es:

**ABB OY (100.0%)  
Strömbergintie 1  
00380 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**MÄKI-ONTTO, PETRI;  
TYLLINEN, YRJÖ y  
KANNINEN, PEKKA**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 438 515 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Acuerdo y método para enfriar una máquina eléctrica

**Alcance de la invención**

5 La invención se refiere a una disposición para enfriar una máquina eléctrica de conformidad con el Preámbulo de la reivindicación 1, a una máquina eléctrica de conformidad con el Preámbulo de la reivindicación 10 y a un procedimiento para enfriar una máquina eléctrica de conformidad con el Preámbulo de la reivindicación 11.

**Antecedentes**

Las máquinas eléctricas se enfrían para eliminar el calor que generan. El calor se genera mayormente en la parte activa de la máquina eléctrica, el estator y el rotor, por pérdidas magnéticas y de resistencia.

10 Las pérdidas en el cobre se crean en los conductores de resistencia de devanados de la máquina eléctrica cuando parte de la corriente eléctrica se transforma en calor. El flujo magnético variable genera pérdidas en el hierro en las partes de hierro del motor y generador, que incluyen pérdidas por corrientes parásitas y de histéresis.

Asimismo, se producen pérdidas mecánicas en máquinas eléctricas rotativas, como rodamientos, o como turbulencia en la superficie del rotor.

15 Las pérdidas de calor así creadas en las máquinas deben disiparse para evitar que las máquinas se calienten hasta alcanzar un equilibrio entre la energía térmica generada y la energía térmica disipada de la máquina.

Se diseñan máquinas eléctricas para cumplir con una clase de aislamiento particular. El aislamiento del devanado se selecciona para permitir una vida útil razonable en la clase de aislamiento elegida. Si la máquina eléctrica funciona en una condición recalentada debido a la sobrecarga o el deterioro del sistema de refrigeración, el tiempo de vida del aislamiento disminuirá rápidamente.

20

Normalmente se utiliza el aire como refrigerante en máquinas eléctricas pequeñas de menos de 1...2 MW. En máquinas eléctricas más grandes, se utiliza un refrigerante líquido; el refrigerante líquido más común es agua. En muchas disposiciones, el refrigerante real es aire que se enfría utilizando agua.

25 En máquinas eléctricas enfriadas con líquido, el agente de enfriamiento no entra en contacto directo con los componentes enfriados. El agente de enfriamiento ingresa en la máquina eléctrica en tubos o canales cerrados y sale de la máquina cuando se calienta. El circuito de enfriamiento es o bien un circuito cerrado, en cuyo caso el agente de enfriamiento calentado se enfría en un intercambiador de calor antes de volver a la máquina eléctrica, o un circuito abierto, en cuyo caso el agente de enfriamiento calentado sale del sistema.

30 En comparación con el enfriamiento del aire en la superficie externa, la eficiencia de la transferencia de calor del enfriamiento líquido es considerablemente mejor. Sin embargo, una desventaja del enfriamiento líquido es que el enfriamiento solo puede estar dirigido a un área pequeña.

El documento DE1231797B divulga una máquina eléctrica que comprende un rotor y un estator hechos de láminas, donde el estator y el rotor consisten de varios paquetes de láminas parciales que están separados por canales de enfriamiento radial. El agente de enfriamiento gaseoso va del extremo del rotor a los canales de enfriamiento radiales del rotor y estator y posteriormente al intercambiador de calor que rodea al estator. El agente de enfriamiento líquido se dirige a los tubos de enfriamiento del intercambiador de calor. Los tubos de enfriamiento se extienden desde un extremo del estator al otro extremo del estator y rodean al estator de manera concéntrica.

35

El documento EP 1286448 divulga un sistema de enfriamiento para máquinas eléctricas donde el gas de enfriamiento fluye a través de canales radiales hacia conductos anulares que rodean al estator y posteriormente a través de un intercambiador de calor y conductos de recirculación hacia el extremo de la máquina.

40

El Documento EP 0299908 muestra disposiciones de enfriamiento para máquinas eléctricas en las que el gas de enfriamiento fluye a través de intercambiadores de calor de canales radiales, y posteriormente hacia los extremos de la máquina.

**Descripción de la invención**

45 El objetivo de la presente invención es crear una disposición y un procedimiento para enfriar una máquina eléctrica de manera eficiente.

Para lograrlo, la invención se caracteriza por los rasgos especificados en la sección de características de las Reivindicaciones 1, 10 y 11. Algunas de las realizaciones preferidas de la invención tienen las características especificadas en las reivindicaciones dependientes.

50 En la disposición de conformidad con la invención para enfriar una máquina eléctrica, la máquina eléctrica

comprende un rotor y un estator ubicados en el extremo de un espacio de aire o entrehierro del rotor. El rotor comprende al menos un canal de enfriamiento axial que se origina desde el primer extremo del rotor que se conecta con al menos dos canales de enfriamiento axialmente sucesivos que son sustancialmente radiales en el rotor. El estator está constituido por láminas que utilizan módulos de núcleo axialmente sucesivos. El estator comprende un canal de enfriamiento radial entre dos módulos de núcleo. El agente de enfriamiento gaseoso pasa a través de los canales de enfriamiento del rotor y del estator desde el extremo del rotor. La superficie externa del módulo de núcleo del estator comprende una camisa de enfriamiento de, como máximo, la longitud del módulo de núcleo del estator y un agente de enfriamiento líquido es conducido a la camisa de enfriamiento.

Una máquina eléctrica de conformidad con la invención comprende un rotor y un estator ubicados en el extremo de un espacio de aire desde el rotor. El rotor comprende al menos un canal de enfriamiento axial que se origina desde el primer extremo del rotor que está conectado al menos a dos canales de enfriamiento axialmente sucesivos que son sustancialmente radiales en el rotor. El estator está compuesto de láminas que utilizan módulos de núcleo axialmente sucesivos. El estator comprende un canal de enfriamiento radial entre los dos módulos de núcleo. El agente de enfriamiento gaseoso es conducido a los canales de enfriamiento del rotor y el estator desde el extremo del rotor. La superficie externa del módulo de núcleo del estator comprende una camisa de enfriamiento de, como máximo, la longitud del módulo de núcleo del estator y un agente de enfriamiento líquido es conducido a la camisa de enfriamiento.

En el procedimiento de conformidad con la invención para enfriar una máquina eléctrica, la máquina eléctrica comprende un rotor y un estator ubicados en el extremo de un espacio de aire del rotor. En el procedimiento, el agente de enfriamiento gaseoso es conducido dentro del rotor hacia el canal de enfriamiento axial que se origina desde el primer extremo del rotor. El canal de enfriamiento está conectado con al menos dos canales de enfriamiento axialmente sucesivos que son sustancialmente radiales en el rotor. El agente de enfriamiento pasa además al estator, a un canal de enfriamiento radial ubicado entre dos módulos de núcleo axialmente sucesivos. El agente de enfriamiento líquido es conducido a una camisa de enfriamiento de, como máximo, la longitud del módulo de núcleo del estator ubicado en la superficie externa del módulo de núcleo del estator.

En la invención, el enfriamiento con líquido para una máquina eléctrica se combina con un enfriamiento con aire en base a los canales de enfriamiento radiales. El rotor y los extremos del devanado se enfrían con agente de enfriamiento gaseoso, y el estator se enfría con un agente de enfriamiento gaseoso y líquido. El estator se enfría a través de conducción hacia la camisa de enfriamiento ubicada contra la parte trasera del estator y a través de convección hacia el agente de enfriamiento gaseoso que circula dentro de la máquina a través de canales de aire radiales. El agente de enfriamiento gaseoso pasa a través del canal de enfriamiento radial del estator y prosigue entre los extremos de dos camisas de enfriamiento axialmente sucesivas.

La camisa de enfriamiento que rodea el estator está compuesta por módulos que son tan largos como un módulo de núcleo único del estator. El tamaño de las camisas de enfriamiento permite que el agente de enfriamiento gaseoso salga libremente de los canales de enfriamiento creados entre los módulos de núcleo del estator. Los tamaños del módulo de camisa de enfriamiento pueden estandarizarse; permitiendo así una fabricación en serie económica.

De conformidad con una realización de la invención, la circulación del agente de enfriamiento de al menos dos camisas de enfriamiento axialmente sucesivas está interconectada. Las camisas de enfriamiento pueden conectarse en serie, en cuyo caso el agente de enfriamiento líquido refrigerado fluye a la primera camisa de enfriamiento, seguida por la segunda camisa de enfriamiento. Las camisas de enfriamiento también pueden estar conectadas en paralelo, en cuyo caso el agente de enfriamiento líquido refrigerado se distribuye a la primera y a la segunda camisas de enfriamiento. Las camisas de enfriamiento también pueden estar conectadas en serie y en paralelo. Para el enfriamiento del estator, se prefiere que la superficie externa del estator esté uniformemente cubierta por una camisa de enfriamiento para que una camisa de enfriamiento esté en la superficie externa de cada módulo de núcleo del estator.

En la disposición de enfriamiento de conformidad con la invención, la camisa de enfriamiento puede enfriar también un agente de enfriamiento gaseoso, en cuyo caso no se requiere un intercambiador de calor independiente para la circulación cerrada del agente de enfriamiento gaseoso. En este caso, el agente de enfriamiento gaseoso se conduce para fluir hasta el extremo del rotor a través de los canales radiales del estator para estar en contacto de transferencia de calor con la camisa de enfriamiento. El sistema de circulación del agente de enfriamiento gaseoso es un sistema de circulación del agente de enfriamiento gaseoso cerrado. El agente de enfriamiento gaseoso circula ya sea en la máquina eléctrica o en la máquina eléctrica y un intercambiador de calor independiente.

Para mejorar la eficiencia de la transferencia de calor entre el agente de enfriamiento líquido que fluye en la camisa de enfriamiento y el agente de enfriamiento gaseoso, la superficie externa de la camisa de enfriamiento puede estar provista de nervios o se pueden instalar nervios independientes en su superficie. Si se utiliza un intercambiador de calor independiente para enfriar el agente de enfriamiento gaseoso, la circulación del agente de enfriamiento líquido del intercambiador de calor puede conectarse en serie o en paralelo con la camisa de enfriamiento.

El agente de enfriamiento gaseoso puede circular en la máquina eléctrica de manera simétrica o asimétrica. En un enfriamiento simétrico, el flujo del agente de enfriamiento gaseoso se divide en dos y el agente de enfriamiento es

llevado al rotor por ambos extremos. El agente de enfriamiento pasa a través del rotor y el estator a través de dos vías simétricas, donde, al igual que en el enfriamiento asimétrico, el agente de enfriamiento gaseoso fluye a través del rotor y estator a través de una vía. En el enfriamiento asimétrico, se instala un soplador en la máquina eléctrica para devolver siempre el agente de enfriamiento gaseoso al mismo extremo de la máquina eléctrica.

5 De conformidad con otra realización de la invención, son generados canales axiales en la superficie externa de la camisa de enfriamiento para el agente de enfriamiento gaseoso. Asimismo, el agente de enfriamiento gaseoso fluye en direcciones opuestas en dos canales paralelos en dirección transversal. En este caso, el agente de enfriamiento gaseoso fluye hacia el primer extremo de la máquina eléctrica en canales alternos, y hacia el otro extremo de la máquina eléctrica en los otros canales. La realización es favorable en una realización de enfriamiento asimétrico  
10 donde el agente de enfriamiento gaseoso es llevado a través del primer extremo de la máquina eléctrica y sale por el otro extremo. Al colocar los canales en paralelo, el diámetro de una máquina eléctrica enfriada asimétricamente puede ser igual al de una máquina eléctrica enfriada simétricamente.

La disposición y procedimiento de conformidad con la invención son favorables para una máquina eléctrica de rotación rápida equipada con imanes permanentes, dado que el agente de enfriamiento gaseoso frío puede enfriar el  
15 rotor que contiene los imanes permanentes.

### Figuras en los dibujos

A continuación la invención se describirá con mayor detalle con ayuda de algunas realizaciones mediante referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 ilustra la disposición de enfriamiento simétrico de la máquina eléctrica.

20 La Figura 2 ilustra la disposición de enfriamiento asimétrico de la máquina eléctrica.

La Figura 3 ilustra la disposición de canalización para un agente de enfriamiento gaseoso.

### Descripción detallada

La máquina eléctrica 1 ilustrada en las figuras es un motor de imanes permanentes o un generador de imanes permanentes. Las Figuras 1 y 2 ilustran un corte transversal de una máquina eléctrica y una disposición para enfriar  
25 una máquina eléctrica.

La máquina eléctrica 1 comprende un rotor 2 y un estator 4 ubicados en el extremo de un espacio de aire 3 desde el rotor 2. El marco o bastidor 5 de la máquina eléctrica rodea la superficie externa 12 del estator 4. El rotor 2 comprende canales de enfriamiento axiales 7 que se originan desde el primer extremo 6a del rotor. Los canales de enfriamiento axiales se extienden hasta el segundo extremo 6b del rotor. Los canales de enfriamiento 7 se unen con  
30 una pluralidad de canales de enfriamiento axialmente sucesivos 8 que son sustancialmente radiales r con respecto al rotor. Los canales de enfriamiento radiales 8 se abren hacia el espacio de aire 3 de la máquina eléctrica 1.

El estator 4 está compuesto por módulos 4a-f de núcleo del estator generados por láminas delgadas apiladas unas sobre otras. Los módulos de núcleo 4a-f son axialmente sucesivos. Un canal de enfriamiento radial 9 se genera entre los módulos de núcleo 4a-f para el agente de enfriamiento colocando un pasador de conducto entre los  
35 módulos de núcleo 4a-f para separarlos entre sí.

La superficie externa 12 del módulo de núcleo del estator 4 comprende, como máximo, una camisa de enfriamiento 10a-f de la longitud L del módulo de núcleo 4a-f del estator 4, a la cual es llevado el agente de enfriamiento líquido 13. La camisa de enfriamiento 10a-f está en contacto de transferencia de calor con la superficie externa 12 del módulo de núcleo del estator 4. El agente de enfriamiento líquido puede ser agua, por ejemplo. La camisa de enfriamiento 10a-f se extiende preferentemente de manera axial hasta la superficie externa 12 del módulo de núcleo  
40 4a-f a lo largo de la distancia para utilizar tanta superficie externa del módulo de núcleo como sea posible como un área de transferencia de calor. La camisa de enfriamiento 10 tiene forma cilíndrica y la superficie interna 11 de la camisa de enfriamiento 10a-f tiene la misma forma que la superficie externa 12 del módulo de núcleo 4a-f del estator. La camisa de enfriamiento 10a-f contiene al menos dos unidades – una para el ingreso del agente de enfriamiento líquido 13 y la otra para su flujo de retorno. El agente de enfriamiento líquido 13 que circula en la camisa de enfriamiento 10a-f se hace circular utilizando una bomba y se enfría en un intercambiador de calor fuera del marco 5 de la máquina eléctrica.  
45

En la máquina eléctrica 1, el rotor 2 se enfría con agente de enfriamiento gaseoso y el estator 4 se enfría con agente de enfriamiento gaseoso 15 y líquido 13. El agente de enfriamiento gaseoso 15 se conduce en el rotor 2 a los canales de enfriamiento axiales 7 que se originan desde el primer extremo 6a del rotor. Los canales de enfriamiento 7 se unen con canales de enfriamiento axialmente sucesivos 8 que son sustancialmente radiales r con el rotor. El agente de enfriamiento 15 fluye hacia los canales de enfriamiento radiales 8 del rotor hacia la periferia del rotor 2 y el espacio de aire 3. Desde el espacio de aire, el agente de enfriamiento 15 es conducido adicionalmente al estator 4, a los canales de enfriamiento radiales 9 que se ubican entre los módulos de núcleo axialmente sucesivos 4a-f y se abren hacia la periferia externa del estator 4. El agente de enfriamiento líquido 13 se conduce a los módulos de  
50  
55

núcleo del estator 4, a las camisas de enfriamiento 10a-f que se ubican en las superficies externas y no son más largas que la longitud L del módulo de núcleo 4a-f del estator 4.

5 Un enfriamiento lo más uniforme posible del estator 4 se logra conectando en paralelo las circulaciones del agente de enfriamiento de las camisas de enfriamiento 10a-f. En este caso, por ejemplo, se generan dos unidades 14 en el marco 5 de la máquina eléctrica 1 para el agente de enfriamiento líquido 13 y se generan colectores de entrada y retorno de las unidades 14 dentro del marco 5. Cada camisa de enfriamiento 10a-f está conectada al colector de entrada y retorno. En este caso, la circulación del agente de enfriamiento de cada camisa de enfriamiento 10a-f es independiente de la circulación del agente de enfriamiento de la otra camisa de enfriamiento 10a-f.

10 Las circulaciones del agente de enfriamiento líquido de las camisas de enfriamiento 10a-f también pueden conectarse entre sí. En la Figura 1, el agente de enfriamiento líquido 13a, b se dirige a las camisas de enfriamiento 10a, 10f que están más cerca de los extremos del rotor 6a-b en ambos extremos de la máquina eléctrica a través de las unidades 14 hechas en el marco 5 de la máquina eléctrica 1. La circulación del agente de enfriamiento de las camisas de enfriamiento 10a, 10f se conecta con la camisa de enfriamiento axialmente siguiente 10b utilizando, por ejemplo, un tubo o manguera 22. El agente de enfriamiento 13a, b se elimina de las camisas de enfriamiento axialmente centrales 10c, 10d en el medio del estator 4 a través de las unidades en el marco 5 de la máquina eléctrica 1.

20 En la Figura 2, el agente de enfriamiento líquido 13 se dirige a la camisa de enfriamiento más cercana al primer extremo 6a del rotor a través de la unidad hecha en el marco 5 de la máquina eléctrica 1. La circulación del agente de enfriamiento de la camisa de enfriamiento 10a se conecta con la camisa de enfriamiento axialmente siguiente 10b utilizando, por ejemplo, un tubo o manguera 22. El agente de enfriamiento 13 se extrae de la camisa de enfriamiento axialmente última 10f por el otro extremo 6b del rotor a través de la unidad hecha en el marco 5 de la máquina eléctrica 1.

25 Las camisas 10a-f del agente de enfriamiento, de la longitud del estator 4, también pueden convertirse en entidades de camisa de enfriamiento más uniformes. Las camisas 10a-f del agente de enfriamiento pueden conectarse entre sí desde varios puntos en los extremos axiales de las camisas de enfriamiento 10a-f utilizando canales para que sea posible el flujo del agente de enfriamiento desde una camisa de enfriamiento 10a-f a la otra. En este caso, los orificios longitudinales en una dirección transversal del estator 4 son generados por los canales de enfriamiento radiales 9 del estator. Los orificios están limitados axialmente a los extremos de las camisas de enfriamiento 10a-f y radialmente a los canales del agente de enfriamiento.

30 En la Figura 1, el agente de enfriamiento gaseoso 15 comprende dos flujos. El primer flujo del agente de enfriamiento gaseoso 15a se dirige al rotor 2 a través del primer extremo 6a del rotor y el segundo flujo del agente de enfriamiento gaseoso 15b se dirige al rotor 2 a través del segundo extremo 6b del rotor. Los flujos de los agentes de enfriamiento gaseosos 15a, b se dirigen a los canales de enfriamiento axiales 7.

35 Los flujos de los agentes de enfriamiento gaseosos 15a, b fluyen hacia el medio axial del rotor 2 desde cada extremo 6a, b del rotor. A medida que los flujos de los agentes de enfriamiento gaseosos 15a, b alcanzan una junta del canal de enfriamiento axial 7 y el canal de enfriamiento radial 8 en el rotor, parte de los flujos de los agentes de enfriamiento gaseosos 15a, b comienzan a fluir hacia los canales de enfriamiento radiales 8, hacia la periferia del rotor 2 y el espacio de aire 3. Desde el espacio de aire 3, el agente de enfriamiento gaseoso 15a, b se hace seguir al estator 4, a una pluralidad de canales de enfriamiento radiales 9. Los canales de enfriamiento radiales 9 se ubican entre los módulos de núcleo axialmente sucesivos 4a-f y se abren hacia la periferia externa del estator 4. El agente de enfriamiento 15a, b que fluye a través del canal de enfriamiento radial 9, circula adicionalmente entre los extremos 23a, b de dos camisas de enfriamiento axialmente sucesivas 10a, b. Entre el marco 5 y la camisa de enfriamiento 10a-f hay un espacio libre que forma un canal para los flujos de los agentes de enfriamiento gaseosos 15a, b para que el agente de enfriamiento gaseoso 15a-b fluya a los extremos del rotor 6a, b.

45 El sistema de circulación del agente de enfriamiento gaseoso es un sistema cerrado, donde el agente de enfriamiento gaseoso circula dentro del marco 5 de la máquina eléctrica 1.

50 El flujo del agente de enfriamiento líquido 13a, b comprende dos flujos. El primer flujo del agente de enfriamiento 13a se dirige a la camisa de enfriamiento axialmente primera 10a que se ubica en la superficie externa del módulo de núcleo axialmente primero 4a. El segundo flujo del agente de enfriamiento 13b se dirige a la camisa de enfriamiento axialmente última 10f que se ubica en la superficie externa del módulo de núcleo axialmente último 4f.

55 Una camisa de enfriamiento 10a-f comprende un cuerpo hueco en forma de anillo alrededor del módulo de núcleo del estator 4a-f. La camisa de enfriamiento 10a-f comprende una unidad de entrada y una unidad de salida para el agente de enfriamiento líquido 13a, b y uno o más canales de flujo para el agente de enfriamiento líquido 13a, b dentro del cuerpo. La longitud del cuerpo en forma de anillo en dirección axial es como máximo la longitud L del módulo de núcleo. La superficie interna del cuerpo en forma de anillo está en contacto de transferencia de calor con el módulo de núcleo 4a-f.

Las camisas de enfriamiento 10a-f están conectadas en dos series. La primera serie de camisas de enfriamiento

5 comienza desde la camisa de enfriamiento axialmente primera 10a y comprende varias camisas de enfriamiento axialmente sucesivas 10a-c. La segunda serie de camisas de enfriamiento comienza desde la camisa de enfriamiento axialmente última 10f y comprende varias camisas de enfriamiento axialmente sucesivas 10f-d. El primer flujo del agente de enfriamiento líquido 13a circula a través de la primera serie de camisas de enfriamiento 10a-c y el segundo flujo del agente de enfriamiento líquido 13b circula a través de la segunda serie de camisas de enfriamiento 10f-d. El primer y segundo flujos de enfriamiento líquido 13a, b se extraen de la máquina eléctrica 1 mediante una o más salidas hechas en el marco 5.

La realización de enfriamiento de la Figura 1 es simétrica y produce un enfriamiento eficiente para los extremos 21 del devanado de la máquina eléctrica.

10 En la Figura 2, el agente de enfriamiento gaseoso 15 se dirige al rotor 2 desde el primer extremo 6a del rotor utilizando un soplador 20. El agente de enfriamiento gaseoso 15 fluye desde el rotor al espacio de aire 3 de la máquina eléctrica 1 a través de canales de enfriamiento radiales 8 y posteriormente a la superficie externa 12 del estator a través de los canales de enfriamiento radiales 9 del estator 4. El agente de enfriamiento gaseoso 15 fluye al otro extremo del estator 4 en el canal axial 18a generado en la superficie externa 16 de la camisa de enfriamiento 10a-f. El agente de enfriamiento gaseoso 15 vuelve al primer extremo 6a del rotor 2 en un canal axial 18b que está radialmente r por encima del canal anterior 18a. Los canales 18a, 18b están radialmente r uno por encima del otro. La realización de enfriamiento es asimétrica.

15 En las Figuras 1-3, el agente de enfriamiento gaseoso 15, 15a-b calentado en el rotor 2 y estator 4 se enfría utilizando las camisas de enfriamiento 10a-f. La superficie externa 16 de la camisa de enfriamiento 10a-f contiene nervios 17 para mejorar la eficiencia de la transferencia de calor entre la camisa de enfriamiento 10a-f y el agente de enfriamiento gaseoso 15, 15a-b.

20 La Figura 3 ilustra canales axiales paralelos 19a, 19b generados en la superficie externa 16 de la camisa de enfriamiento para el agente de enfriamiento gaseoso 15.

25 Los canales axiales 19a, 19b se extienden uniformemente a través de la longitud del estator 4 formado de módulos de núcleo 4a-f. En dos canales paralelos 19a, 19b en dirección transversal, el agente de enfriamiento gaseoso 15 fluye en sentidos opuestos. La realización es favorable en una realización de enfriamiento asimétrica, en la que el agente de enfriamiento gaseoso 15 es introducido a través del primer extremo de la máquina eléctrica 1 y sale a través del otro extremo.

30 El canal 19a, el canal de entrada, en el que el flujo del agente de enfriamiento gaseoso 15 va desde el primer extremo 6a al otro extremo 6b se abre en el fondo mediante los canales de enfriamiento radiales 9 del estator para que el agente 15 de enfriamiento pueda ingresar en el canal 19a. El canal 19b, el canal de retorno, en el que el flujo del agente de enfriamiento gaseoso va del segundo extremo 6b al primer extremo 6a se cierra mediante los canales de enfriamiento radiales 9 del estator para que el agente de enfriamiento 15 pueda fluir al primer extremo 6a. Los canales de entrada y retorno 19a, 19b están interconectados en el segundo extremo de la máquina eléctrica.

35 El agente de enfriamiento gaseoso 15, 15a-b también puede conducirse a un intercambiador de calor independiente donde transfiere su calor al agente de enfriamiento que fluye en el intercambiador de calor. El intercambiador de calor independiente está instalado en la parte superior del estator 4, por ejemplo, o el intercambiador de calor independiente está ubicado fuera del marco 5 de la máquina eléctrica 1. El tipo del intercambiador de calor independiente es un haz de tubos, por ejemplo.

40 Lista de partes: 1 máquina eléctrica; 2 rotor; 3 espacio de aire; 4 estator; 4a-f módulo de núcleo del estator; 5 marco; 6a-b extremo del rotor; 7 canal de enfriamiento; 8 canal de enfriamiento radial; 9 canal de enfriamiento radial del estator; 10a-f camisa de enfriamiento; 11 superficie interna de la camisa de enfriamiento; 12 superficie externa del estator; 13, 13a-b agente de enfriamiento líquido; 14 unidad; 15, 15a-b agente de enfriamiento gaseoso; 16 superficie externa de la camisa de enfriamiento; 17 nervio; 18a, b canal; 19a, b canal; 20 soplador; 21 extremo de devanado; 22 tubo; 23a-b extremo de la camisa de enfriamiento; L longitud; r dirección radial.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una disposición para enfriar una máquina eléctrica, en la que la máquina eléctrica (1) comprende un rotor (2) y un estator (4) ubicados en el extremo de un espacio de aire o entrehierro (3) que se origina desde el rotor (2), comprendiendo el rotor (2) al menos un canal de enfriamiento axial (7) que se origina desde el primer extremo (6a) del rotor, cuyo canal de enfriamiento (7) está conectado con al menos dos canales de enfriamiento axialmente sucesivos (8) que son sustancialmente radiales (r) dentro del rotor, estando el estator (4) compuesto de láminas que utilizan módulos de núcleo axialmente sucesivos (4a-f) y comprendiendo el estator (4) un canal de enfriamiento (9) radial (r) entre dos módulos de núcleo (4a-f) y siendo el agente de enfriamiento gaseoso (15, 15a-b) conducido a los canales de enfriamiento (7, 8, 9) del rotor (2) y el estator (4) desde el extremo (6a) del rotor, caracterizada porque la superficie externa (12) del módulo de núcleo del estator (4a-f) comprende una camisa de enfriamiento (10a-f) de una longitud máxima (L) del módulo de núcleo del estator (4a-f) y el agente de enfriamiento líquido (13, 13a-b) es llevado a la camisa de enfriamiento (10a-f).
- 15 2. Una disposición de conformidad con la reivindicación 1, caracterizada porque el agente de enfriamiento gaseoso (15, 15a, b) conducido a través del canal de enfriamiento radial (9) del estator es hecho pasar entre los extremos (23a, b) de dos camisas de enfriamiento axialmente sucesivas (10a-f).
- 20 3. Una disposición de conformidad con la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque las circulaciones del agente de enfriamiento de al menos dos camisas de enfriamiento axialmente sucesivas (10a-f) están interconectadas.
- 25 4. Una disposición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizada porque el agente de enfriamiento gaseoso (15, 15a-b) se enfría utilizando la camisa de enfriamiento (10a-f).
- 30 5. Una disposición de conformidad con la Reivindicación 4, caracterizada porque la superficie externa (16) de la camisa de enfriamiento (10a-f) contiene nervios (17) para enfriar el agente de enfriamiento gaseoso (15, 15a-b).
- 35 6. Una disposición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque el agente de enfriamiento gaseoso (15, 15a-b) es conducido al rotor (2) desde ambos extremos (6a, 6b) del rotor.
- 40 7. Una disposición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque los canales axiales (19a, 19b) se generan en la superficie externa (16) de la camisa de enfriamiento para el agente de enfriamiento gaseoso y el agente de enfriamiento gaseoso (15, 15a-b) fluye en sentidos opuestos en dos canales paralelos (19a, 19b) en dirección transversal.
- 45 8. Una disposición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque la camisa de enfriamiento (10a-f) comprende un cuerpo hueco en forma de anillo.
- 50 9. Una disposición de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque el sistema de circulación del agente de enfriamiento gaseoso (13, 13a-b) es un sistema cerrado.
10. Una máquina eléctrica que comprende una disposición de conformidad con la reivindicación 1.
11. Un procedimiento para enfriar una máquina eléctrica, en el que la máquina eléctrica (1) comprende un rotor (2) y un estator (4) ubicados en el extremo de un espacio de aire (3) que se origina desde el rotor (2), siendo el agente de enfriamiento gaseoso (15, 15a-b) dirigido a un canal de enfriamiento axial (7) que se origina desde el primer extremo (6a) del rotor, cuyo canal de enfriamiento se conecta con al menos dos canales de enfriamiento axialmente sucesivos (8) que son sustancialmente radiales (r) dentro del rotor, y siendo el agente de enfriamiento (15) dirigido además al estator (4) a un canal de enfriamiento radial (9) entre dos módulos de núcleo axialmente sucesivos (4a-f), caracterizado porque el agente de enfriamiento líquido (13, 13a-b) es dirigido a la camisa de enfriamiento (10a-f) de una longitud máxima (L) del módulo de núcleo del estator (4a-f) ubicado en la superficie externa (12) del módulo de núcleo del estator (4a-f).
12. Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque el agente de enfriamiento líquido (13, 13a-b) es dirigido a la primera camisa de enfriamiento (10a-f) y, desde la primera camisa de enfriamiento (10a-f) a la segunda camisa de enfriamiento axialmente sucesiva (10a-f).
13. Un procedimiento de conformidad con la Reivindicación 11 ó 12, caracterizado porque el agente de enfriamiento gaseoso (15, 15a-b) fluye en el extremo del rotor (2) desde los canales radiales (9) del estator para que el agente de enfriamiento gaseoso (15, 15a-b) esté en contacto de transferencia de calor con la camisa de enfriamiento (10a-f).

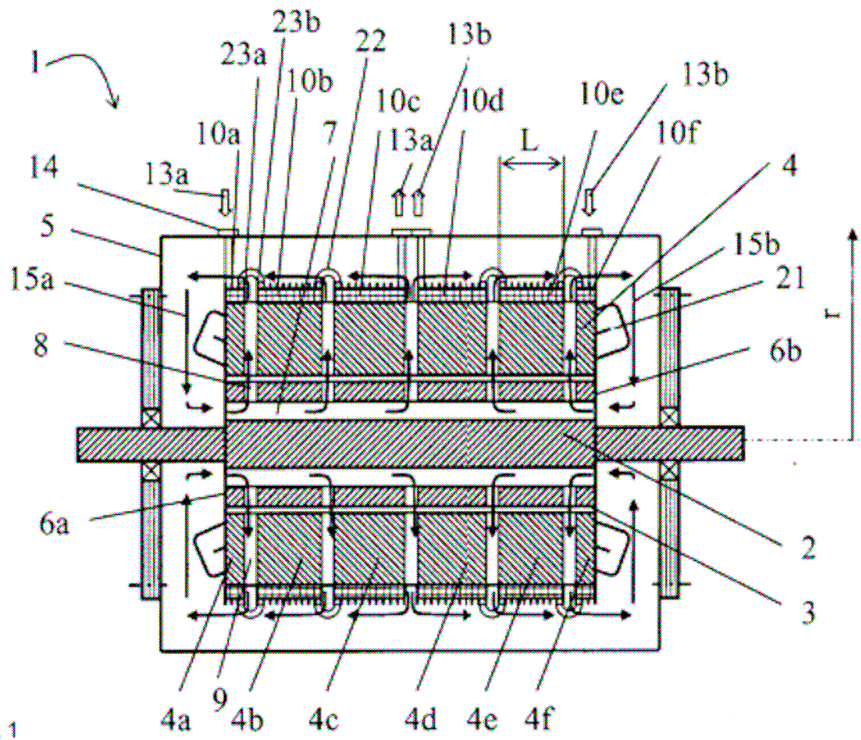


FIGURA 1



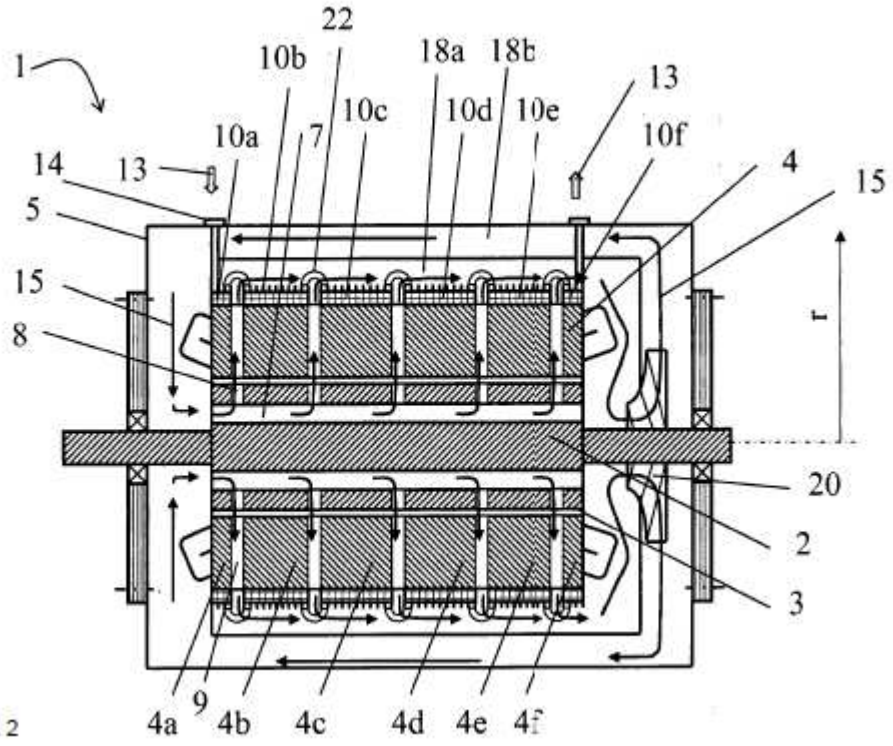


FIGURA 2

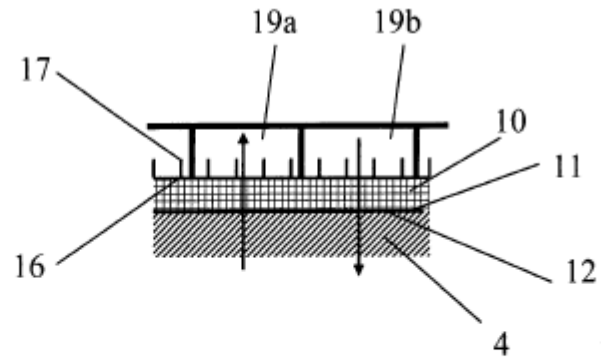


FIGURA 3