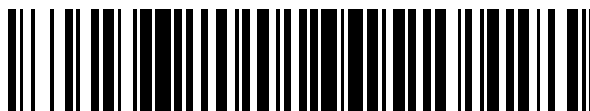


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 890**

51 Int. Cl.:

H02K 1/32 (2006.01)

H02K 5/128 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2011** **E 11151219 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2014** **EP 2477313**

54 Título: **Una máquina eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.12.2014

73 Titular/es:

BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
Schöneberger Ufer 1
10785 Berlin, DE

72 Inventor/es:

NORDLUND, ERIK;
JÄGERS, THERESE y
SIMA, MIKAEL

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, José Antonio

ES 2 525 890 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).

UNA MÁQUINA ELÉCTRICA

Descripción

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION Y TÉCNICA ANTERIOR

[0001] La presente invención se refiere a una máquina eléctrica que comprende un estator que tiene un cuerpo de estator con un bobinado de estator bobinado alrededor del mismo y configurado para crear eléctricamente una pluralidad de polos de estator dispuestos alrededor de la periferia interna del cuerpo de estator, medios configurados para conectar dicho bobinado de estator a una fuente o receptor de CA, un rotor dispuesto de forma giratoria dentro de dicho estator y teniendo un cuerpo de rotor que comprende un conjunto laminado de placas anulares aisladas eléctricamente entre sí apiladas axialmente respecto a un eje de rotación del rotor, dicho cuerpo de rotor teniendo una pluralidad de imanes permanentes recibidos en el mismo, y medios que sellan el rotor y un espacio que rodea circunferencialmente el rotor y que separan el rotor y el estator para impedir que el flujo de aire desde los alrededores de la máquina alcance el rotor y dicho espacio.

[0002] Tal máquina eléctrica puede funcionar como motor y/o generador, aunque esta divulgación se centrará principalmente en la operación de la misma como un motor

[0003] Mediante el uso de una pluralidad de imanes permanentes para producir el flujo magnético del rotor se logra un motor síncrono llamado motor síncrono de imán permanente. Tal motor tiene bajas pérdidas de rotor en comparación con un motor de inducción y por ello una mayor eficiencia. Puede ser también construido con un mayor número de polos, en comparación con un motor de inducción, sin sacrificar el rendimiento, por lo que puede tener una capacidad de par superior.

[0004] La presente invención es particularmente aplicable a máquinas eléctricas en forma de motores del tipo definido en la introducción para crear una fuerza de tracción de un vehículo ferroviario, especialmente un vehículo sobre raíles, y esta aplicación de tal máquina eléctrica se discutirá principalmente más adelante, sin por ello restringir la invención a ello. Tal motor que, por supuesto, puede funcionar como un generador al frenar el vehículo, es particularmente ventajoso para un vehículo de este tipo para el cual es una característica importante una alta capacidad de par con respecto a un determinado tamaño del motor.

[0005] La eficiencia de refrigeración de tal máquina eléctrica determina la máxima potencia de funcionamiento cuando tal máquina eléctrica funciona como un motor y la potencia máxima que

puede suministrarse por ello en el caso de función generador, en la que el enfriamiento de los imanes permanentes es casi siempre muy crítico. Si la temperatura de los imanes permanentes sube por encima de un cierto nivel, normalmente en la zona de 200°C, los imanes se desmagnetizarán irreversiblemente al menos parcialmente, por lo que debe garantizarse que dicho nivel de temperatura nunca pueda alcanzarse. Además, la eficiencia de la máquina eléctrica también disminuirá ligeramente en operación normal de la misma con una temperatura creciente de los imanes permanentes lo que hace de la refrigeración eficiente una característica importante.

[0006] Para máquinas eléctricas de otros tipos que las máquinas de imanes permanentes un flujo de aire de refrigeración puede pasar a través de toda la máquina, es decir, alcanzando el estator así como el rotor y el espacio que separa el rotor y el estator. Sin embargo, puede ocurrir ensuciamiento y contaminación como resultado de que polvo, especialmente polvo metálico, llegue al rotor y se pegue al mismo como consecuencia de la presencia de los imanes permanentes, lo cual es la razón de la presencia de dichos medios de sellado en una máquina eléctrica del tipo definido en la introducción. Especialmente en el caso de tal máquina eléctrica utilizada para crear una fuerza de tracción en un vehículo ferroviario dicho motor se encuentra un entorno agresivo en el que se crea una gran cantidad de polvo, como polvo metálico de discos de frenado, y que puede mediante el aire de refrigeración alcanzar el rotor e influir sobre la función apropiada de la máquina. Máquinas eléctricas de este tipo conocidas, tal como se conocen por EP 2256907 A1, normalmente tienen un sistema primario de refrigeración para refrigeración forzada por enfriamiento del cuerpo del estator mediante circulación de agua de refrigeración, mediante la cual se enfría entonces el rotor por transferencia de calor del mismo fuera del cuerpo/carcasa del estator. Sin embargo, este enfriamiento forzado puede fallar y la potencia al motor eléctrico se cortará, pero cuando esté instalado en un vehículo ferroviario éste seguirá moviéndose. Esto significa que la máquina eléctrica todavía producirá pérdidas en vacío, pero la refrigeración forzada no está funcionando, por lo que es fundamental enfriar el rotor para proteger a los imanes de las altas temperaturas. En máquinas eléctricas conocidas de este tipo puede estar conectado un impulsor al eje del rotor para crear un flujo de aire de refrigeración para refrigerar el estator incluso si el sistema de refrigeración primario falla. Sin embargo, esto sólo da lugar a mala refrigeración del rotor y por ello de los imanes permanentes del mismo.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0007] El objeto de la presente invención es proporcionar una máquina eléctrica del tipo definido en la introducción que está mejorado en al menos algún aspecto con respecto a tales máquinas eléctricas ya conocidas.

[0008] Este objeto se obtiene según la invención proporcionando tal máquina eléctrica con las características listadas en la parte caracterizante de la adjunta reivindicación 1.

[0009] Un flujo de aire de refrigeración a través del cuerpo del rotor que resulta en un enfriamiento eficaz del cuerpo del rotor y por ello de los imanes permanentes recibidos en el mismo se asegurará por la disposición de dichos canales primero y segundo del cuerpo del rotor como se conoce para un cuerpo de rotor por WO 2008/059852 A1 también si un dicho sistema de enfriamiento primario fallara, ya que el flujo de aire continuará mientras el rotor gire y el motor produzca pérdidas. Por lo tanto, los imanes permanentes estarán protegidos eficazmente contra tal fallo de un sistema de refrigeración primario. Además, la refrigeración eficaz del cuerpo del rotor significa que la potencia a la que la máquina eléctrica puede operar cuando funciona como un motor y la potencia disponible por ello en el caso de la función de generador puede ser aumentada. Además, para un cierto nivel de tal potencia los imanes permanentes pueden mantenerse a un nivel de temperatura más bajo que si el cuerpo del rotor se enfriara sólo indirectamente mediante la refrigeración del estator, lo que se traduce en una mayor eficiencia de la máquina eléctrica.

[0010] Además, por las características de la formación del cuerpo del rotor por placas igualmente diseñados que tienen al menos un orificio pasante para dicho primer canal y al menos una hendidura que se extiende desde una ubicación a la misma distancia que dicho agujero pasante del centro de la placa y a la periferia de la misma, y por el apilamiento de dichas placas mientras que se giran entre sí alrededor del centro de las mismas con el fin de determinar la ubicación, el número y la sección transversal de dichos segundos canales se obtienen ventajas importantes. El uso de tales placas igualmente diseñadas para construir el cuerpo del rotor tendrá una influencia positiva en los costes de producción del rotor. Esta apariencia de dichas placas también se traduce en una alta flexibilidad con respecto a la posición y la longitud de dichos canales cuando se montan dichas placas para formar el cuerpo del rotor.

[0011] Según una realización de la invención, dichos segundos canales se extienden sustancialmente de forma radial respecto a dicho eje de rotación del rotor desde el primer canal respectivo a la abertura en la periferia del cuerpo del rotor. Tal extensión de dichos segundos canales resulta en una creación eficiente de un flujo de aire a través de estos canales y por ello

también dentro de dichos primeros canales conectados a ellos por fuerzas de inercia que actúan sobre el aire presente en los segundos canales al girar el rotor.

[0012] De acuerdo con otra realización de la invención, el rotor comprende una pluralidad de segundos canales por primer canal que tiene conexiones a ellos distribuidas a lo largo de la extensión del primer canal. Se puede por esto evitar que se creen regiones calientes en cualquier parte del rotor.

[0013] De acuerdo con otra realización de la invención, dichas conexiones de dichos segundos canales se distribuyen sustancialmente de modo uniforme sobre la extensión del respectivo primer canal, lo que promueve un enfriamiento eficaz de todo el rotor mientras gire.

[0014] De acuerdo con otra realización de la invención, dichos primeros canales se extienden sustancialmente de forma axial a través del cuerpo del rotor respecto a dicho eje de rotación del rotor. Una de las ventajas de tal extensión de los primeros canales es que esto hace que sea normalmente más fácil asegurar que la presencia de estos canales no tendrá una influencia notable sobre el flujo magnético dentro del rotor como si la extensión fuera de otra manera. Por otra parte, el caudal en el interior de los canales puede mantenerse a un alto nivel cuando los canales tienen una extensión recta.

[0015] De acuerdo con otra realización de la invención, el rotor tiene una pluralidad de polos definidos por dichos imanes permanentes y dispuestos en el cuerpo del rotor alrededor de dicho eje de rotación, y dichos primeros canales se extienden respecto a una sección transversal del cuerpo del rotor a través de porciones del cuerpo de rotor que separan dos polos adyacentes de rotor. Esto resulta en un mínimo de perturbación del flujo magnético dentro del rotor causado por la presencia de dichos primeros canales.

[0016] De acuerdo con otra realización de la invención, el cuerpo de rotor tiene un dicho primer canal en cada dicha porción que separa polos adyacentes de rotor, y entonces se prefiere que el cuerpo del rotor tenga el mismo número de dichos primeros canales que el número de polos del rotor. Esto se traduce en un enfriamiento eficaz del rotor. El número de polos del rotor es normalmente 2-24 o 6-12 y en una realización particular 8.

[0017] De acuerdo con otra realización de la invención, dichos primeros canales están sustancialmente distribuidos de manera uniforme alrededor de dicho eje de rotación del rotor, lo que también promueve un enfriamiento eficaz y uniforme del rotor.

[0018] De acuerdo con otra realización de la invención, al menos uno de dichos primeros canales tiene una abertura hacia el exterior del cuerpo del rotor en una superficie de extremo del cuerpo del rotor en ambos extremos axiales del cuerpo del rotor. Esto significa que puede conducirse aire a dicho primer canal desde ambos lados del rotor y en consecuencia puede

usarse aire desde ambos lados del mismo para enfriar el rotor y por ello el aire que fluye a través del rotor puede tener una temperatura menor que si viniera desde sólo un extremo del mismo. Eso también facilita una refrigeración eficiente de todo el cuerpo del rotor.

[0019] De acuerdo con otra realización de la invención, se dispone una pluralidad de proyecciones, tales como aletas, en dicha superficie de extremo del cuerpo del rotor y se configura para agitar aire para entrar en dichos primeros canales cuando gira el rotor. Tal acción de agitación influirá positivamente en el flujo de aire de refrigeración del rotor.

[0020] La invención también se refiere a un rotor para una máquina eléctrica de vehículo ferroviario que tiene las características del rotor en la máquina eléctrica de acuerdo con la presente invención como se define anteriormente. Las ventajas de un rotor de este tipo en una máquina eléctrica de vehículo ferroviario aparecen claramente a partir de la discusión anterior. Lo mismo es aplicable a una máquina eléctrica de vehículo ferroviario a la que la presente invención también se refiere.

[0021] La invención también se refiere a una disposición de accionamiento para un vehículo ferroviario que comprende una máquina eléctrica según la invención, el uso de una máquina eléctrica según la invención en una disposición de accionamiento para generar una fuerza de tracción de un vehículo ferroviario así como un vehículo ferroviario con una disposición de accionamiento para generar una fuerza de tracción del vehículo incluyendo al menos una máquina eléctrica según la presente invención. También las características ventajosas y las ventajas de tales disposición de accionamiento, uso y vehículos aparecen claramente a partir de la discusión anterior de las diferentes formas de realización de una máquina eléctrica según la presente invención.

[0022] Otras ventajas así como características ventajosas de la invención aparecerán a partir de la siguiente descripción.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0023] Con referencia a los dibujos adjuntos a continuación sigue una descripción específica de realizaciones de la invención citadas como ejemplos.

Fig. 1 es una vista muy esquemática en alzado lateral que ilustra el estator y el rotor de una máquina eléctrica del tipo al que se refiere la presente invención,

Fig. 2 es una vista en perspectiva de una máquina eléctrica del tipo al que se refiere la presente invención,

Fig. 3 muestra la máquina según la figura 2 en una vista en sección longitudinal,

Fig. 4 es una vista en alzado lateral que ilustra una placa utilizada para formar el cuerpo del rotor de una máquina eléctrica según una primera realización de la presente invención,
 Fig. 5 es una vista en perspectiva parcialmente seccionada de una parte de una máquina eléctrica según dicha primera forma de realización de la presente invención,
 5 Fig. 6 es una vista ampliada de una parte de la máquina eléctrica mostrada en la figura 5, y
 Fig. 7 es una vista en perspectiva muy simplificada de una parte de extremo axial del rotor de una máquina eléctrica según una segunda realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE LA INVENCION

10
 [0024] La figura 1 muestra esquemáticamente en una vista axial extrema algunos de las partes principales de una máquina eléctrica de vehículo ferroviario del tipo al que se refiere la presente invención y que se describe más en detalle en EP 2 264 860. Esta máquina eléctrica tiene un estator 1 con un cuerpo de estator 2 con un devanado de estator (no mostrado) alrededor y
 15 configurado para crear eléctricamente una pluralidad de polos de estator dispuestos alrededor de la periferia interior del cuerpo del estator. Dicho bobinado del estator se recibe en ranuras radiales 3 en el cuerpo de estator, que se extiende por toda la longitud de este cuerpo. 48 ranuras están de esta manera uniformemente distribuidas alrededor de la periferia interna del cuerpo de estator 2, de manera que 12 de dichas ranuras pertenecen a un polo de estator en el
 20 caso de una máquina eléctrica de cuatro polos como en la realización mostrada en la figura 1. El número total de ranuras y la cantidad de ranuras por polo puede ser, por supuesto, cualquier otra imaginable
 [0025] La máquina eléctrica comprende, además, un rotor 4 con un cuerpo de rotor 5 que, como el cuerpo del estator, está hecho de un conjunto laminado de placas anulares aisladas
 25 eléctricamente entre sí de acero magnético axialmente apiladas respecto a un eje de rotación 6 del rotor para mantener en niveles bajos las pérdidas por corrientes parásitas en estos cuerpos. El cuerpo del rotor 5 está conectado de forma rígida respecto a la rotación a un eje de rotor 7 que debe ser conectado al eje de ruedas de un vehículo, posiblemente a través de una caja de engranajes.
 30 [0026] El cuerpo de rotor 5 comprende una pluralidad de ranuras longitudinales 8, 9 que se extienden en paralelo con dicho eje de rotación 6 del cuerpo del rotor. Se muestra en la figura 1 cómo cuatro de estas ranuras están dispuestas por cada polo del rotor, dos 8 con una sección transversal más pequeña y dos 9 con una sección transversal mayor. Las ranuras 9 tienen en el presente caso, que es un ejemplo ilustrativo de una posibilidad entre muchas, una sección

rectangular de aproximadamente 10 x 55 mm y una longitud de unos 300 mm. Se disponen imanes permanentes 10, aquí con una sección de 10 x 13 mm y una longitud de 37 mm, en cada una de dichas ranuras en forma de un paquete de imanes permanentes dispuestos en una capa, en un plano, juntos en la dirección transversal y longitudinal de la ranura con imanes permanentes dispuestos en la misma ranura que tienen la misma dirección de polaridad magnética que es sustancialmente perpendicular a dicha capa formada por dicho paquete, y los lados de los polos norte N y sur S de estos imanes se indican por dos ranuras 8, 9 en la figura 1. Ocho imanes permanentes están dispuestos en una relación a tope en la dirección longitudinal en cada uno de tales paquetes de imanes permanentes, y dos imanes permanentes están dispuestos lado a lado en la dirección transversal de una ranura 8 y cuatro en esa dirección de una ranura 9.

[0027] La máquina eléctrica también tiene medios configurados para conectar el bobinado del estator a una fuente o receptor de CA, que en el presente caso es una línea de alimentación de CA o un generador impulsado por diesel del vehículo 14 indicado esquemáticamente. Sin embargo, cualquier tipo de fuente de CA es concebible, y la corriente alterna puede muy bien ser creada por un inversor conectado a una fuente de corriente continua en el otro lado del mismo y, por ejemplo, controlado según un patrón de modulación de ancho de pulso. La caja 15 en la figura 2 indica equipos de control para la máquina eléctrica, como un convertidor, y dicha fuente de CA está aquí indicada por la caja 16. "Receptor de CA" se refiere en esta descripción al caso de una máquina eléctrica que opera en el modo generador.

[0028] La Fig. 3 muestra otra posible apariencia de un rotor en una máquina eléctrica según la presente invención, los imanes permanentes 10 están dispuestos de manera diferente respecto a la figura 1 enterrados en el cuerpo del rotor en la periferia del mismo. Esta máquina eléctrica tiene medios configurados para generar un flujo de aire para refrigerar partes de la máquina eléctrica, y estos medios incluyen un impulsor 17 con palas 18 fijadas al eje del rotor 7 en un extremo 19 del cuerpo del estator a fin de generar un flujo de aire de forma sustancialmente axial respecto a un eje de rotación del rotor hacia el otro extremo 20 del cuerpo del estator. La máquina eléctrica tiene una disposición para dirigir el flujo de aire generado por el impulsor 17 y que comprende medios de sellado 21 del rotor y un espacio 22 que rodea circunferencialmente el rotor 4 y separa el rotor y el estator para impedir que el flujo de aire desde los alrededores de la máquina llegue al rotor y a dicho espacio. Dichos medios 21 dirigen junto con una caja de ventilador 23 dicho flujo de aire de refrigeración hacia las vueltas extremas 24, 25 del bobinado de estator para refrigerar las mismas. La máquina eléctrica también puede tener un sistema de refrigeración primario que no se muestra para circular agua en el estator, lo que significa que el

rotor por ello también se enfriará mediante la transferencia de calor desde el rotor al estator. Sin embargo, esta operación de enfriamiento forzado puede fallar mientras el vehículo en el que está dispuesta la máquina sigue funcionando y la máquina todavía produce pérdidas en vacío como consecuencia de la presencia de imanes permanentes girando en el rotor.

5 **[0029]** Es fundamental que la temperatura de los imanes permanentes nunca alcance un nivel en el cual una se iniciará una desmagnetización irreversible de los imanes. Tal nivel de temperatura crítica es normalmente de alrededor de 200°C, y es en tal caso un objetivo asegurar que la temperatura de los imanes permanentes nunca pueda exceder 180°C con independencia de fallo de dicho sistema de refrigeración forzada en cualquier condición de
10 operación, tales como temperatura del ambiente o la velocidad real de rotación del rotor, al producirse un fallo de este tipo.

[0030] La Fig. 4 ilustra el aspecto de una dicha placa anular 26 utilizada para formar un cuerpo de rotor al ser apilada axialmente sobre otras placas tales o similarmente diseñadas. Se muestra cómo se proporciona la placa con ranuras 8', 9' para recibir imanes permanentes y por
15 ello definiendo ocho polos de rotor 27 distribuidos uniformemente alrededor de la circunferencia del rotor. La placa 26 está provista de un agujero pasante 28 en cada porción 29 que separa las ranuras para polos de rotor adyacentes. Dos de estos 8 orificios pasantes 28' y 28'' están conectados a una hendidura 30 que se extiende a la periferia de la placa

[0031] Al apilar dichas placas igualmente diseñadas mientras se giran ocasionalmente $n \times 45^\circ$,
20 donde $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ o 7 , entre sí, se obtendrá un rotor que tiene primeros canales 31 que se extienden axialmente respecto a dicho eje de rotación del rotor y segundos canales 32 conectando el respectivo primer canal a un dicho espacio 22 circunferencial que rodea el rotor por apertura en la periferia del cuerpo del rotor. Tal apilamiento se lleva a cabo preferiblemente de manera que los primeros canales se proporcionan con sustancialmente el mismo número de
25 segundos canales y los segundos canales están distribuidos uniformemente a lo largo de la extensión longitudinal del respectivo primer canal y por ello del rotor. Los primeros canales tienen cada uno preferiblemente una abertura 33 al exterior del cuerpo del rotor en una superficie de extremo del cuerpo del rotor en ambos extremos axiales del cuerpo del rotor. Las dimensiones típicas de un rotor formado por dichas placas 26 y mostrado en las figuras 5 y 6
30 son las siguientes. Diámetro del rotor 359 mm, sección transversal de los primeros canales de 12x20 mm, diámetro de segundos canales 5 mm y distancia entre segundos canales adyacentes a lo largo de la extensión de los primeros canales 15 mm.

[0032] El diseño de dicho rotor con dichos primeros y segundos canales origina la siguiente influencia sobre el enfriamiento del rotor. Siempre que el rotor gira el aire presente en dichos

primeros y segundos canales 31 y 32 será expulsado por fuerzas centrífugas de los segundos canales 32 a dicho espacio 22, mientras se crea un flujo de aire a través del cuerpo del rotor desde dichas aberturas 33 de los primeros canales y a la abertura 35 de los segundos canales en este espacio. El aire por ello recibirá calor del rotor y transferirá éste a la carcasa del estator que rodea el rotor mientras se mueve en dicho espacio 22 hacia dicha superficies de extremo 34 donde será arrastrado adentro de los primeros canales de nuevo para enfriamiento continuo del cuerpo del rotor. Así, esta acción de refrigeración no requiere ningún suministro de energía ni funcionamiento preciso de equipo de control alguno, pero se garantizará, siempre y cuando el rotor gire y dichos imanes permanentes generen pérdidas en vacío calentando el rotor. El enfriamiento también será muy eficiente, ya que tiene lugar dentro del rotor en lugares casi uniformemente distribuidos longitudinalmente y transversalmente respecto al eje de rotación del rotor. Las aberturas 35 de dichos segundos canales tienen preferiblemente una extensión redondeada conectando el canal con la superficie de la periferia del rotor para aumentar el flujo de aire fuera del rotor.

[0033] Una parte de un rotor visto desde un extremo axial del mismo en una máquina eléctrica según una segunda realización de la invención está muy esquemáticamente ilustrada en la figura 7. El espesor de las placas 26' apiladas para formar el rotor no está a escala, y ellas, de hecho, serán más delgadas respecto a las otras dimensiones del rotor. Se muestra cómo los primeros canales 31' de este rotor tienen una sección circular, típicamente con un diámetro en el orden de 10-15 mm. Una pluralidad de salientes en forma de aletas 36 están dispuestos en la superficie de extremo del cuerpo del rotor 34' y configurados para agitar el aire para que entre en los primeros canales 31' al girar el rotor. Esto resulta en un mezclado del aire cerca de dicha superficie de extremo del rotor y por ello en una transferencia más eficiente de calor desde el rotor al aire que fluye a través de dichos canales para refrigerar el rotor. Tales salientes pueden tener formas muy otras que las mostradas en la figura 7 e incluso estar formados por cabezas de tornillos.

[0034] Al proporcionar un rotor de acuerdo con la invención con primeros y segundos canales deben hacerse las siguientes consideraciones al determinar las dimensiones, la densidad y la ubicación de estos canales. Un área creciente de sección de estos canales aumenta el caudal de aire en dichos canales y por ello el efecto de enfriamiento de este flujo de aire. Otro resultado positivo de dicha sección creciente es un peso inferior del rotor. Sin embargo, para un flujo magnético más eficiente en el interior del rotor dicha área de sección se ha de mantener lo más pequeña posible. Por lo tanto, es un objetivo encontrar el mejor compromiso teniendo en cuenta estos hechos cuando se disponen dichos canales.

[0035] La invención no está, por supuesto, restringida de ninguna manera a las realizaciones descritas anteriormente, pero muchas posibilidades de modificaciones de las mismas serán evidentes para una persona con experiencia ordinaria en la técnica sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

5 **[0036]** Para una máquina eléctrica con un rotor muy corto podría principalmente ser suficiente tener dichos primeros canales abiertos sólo en una superficie de extremo del cuerpo del rotor y cerrados en la otra superficie de extremo del mismo. Cada primer canal puede entonces tener tan sólo uno o dos segundos canales conectados al mismo.

10 **[0037]** El número de canales primeros y segundos puede ser arbitrario, y el número de primeros canales puede ser por ejemplo la mitad o el doble del número de polos del rotor. En el caso de un rotor largo puede ser ventajoso tener segundos canales dispuestos con una densidad más alta en la región media (vista axialmente) del rotor que cerca de los extremos del mismo para tener más aire saliendo del rotor en la región media y fluyendo en dicho espacio a lo largo de la periferia del rotor para el intercambio de calor con el mismo.

15

Reivindicaciones

1. Una máquina eléctrica que comprende:

- un estator (1) que tiene un cuerpo de estator (2) con un bobinado de estator bobinado a su alrededor y configurado para crear eléctricamente una pluralidad de polos de estator dispuestos alrededor de la periferia interna del cuerpo de estator,
- medios (15) configurados para conectar dicho bobinado de estator a una fuente o receptor de CA (16),

- un rotor (4) dispuesto de forma giratoria dentro de dicho estator y teniendo un cuerpo de rotor (5) que comprende un conjunto laminado que comprende placas anulares mutuamente aisladas eléctricamente (26, 26') apiladas axialmente respecto a un eje de rotación del rotor, dicho cuerpo de rotor teniendo una pluralidad de imanes permanentes (10) recibidos en el mismo,

- medios (21) que sellan el rotor y un espacio (22) que rodea circunferencialmente el rotor y separando el rotor y el estator para evitar que el flujo de aire desde los alrededores de la máquina alcance el rotor y dicho espacio,

caracterizada porque dichas placas de cuerpo de rotor (26, 26') están apiladas de manera que forman:

- al menos dos primeros canales (31, 31 ') que se extienden en el interior del cuerpo del rotor (5) desde un extremo axial del cuerpo del rotor a un extremo axial opuesto del mismo y que tienen una abertura (33) hacia el exterior del cuerpo del rotor en una superficie de extremo (34) de este último en al menos uno de estos extremos axiales, y
- al menos un segundo canal separado (32) asociado con cada primer canal (31, 31') y conectando el respectivo primer canal a dicho espacio (22) que rodea circunferencialmente el rotor por abertura en la periferia del cuerpo del rotor de manera que con el giro del rotor se expulse aire hacia fuera desde dicho segundo canal a dicho espacio mientras se crea un flujo de aire a través del cuerpo del rotor desde dicha abertura del primer canal (31, 31') y a dicha abertura (35) del segundo canal (32) adentro de dicho espacio mientras se refrigera el cuerpo del rotor,

porque dicho cuerpo del rotor (5) está formado por dichas placas igualmente diseñadas (26, 26') que tienen al menos un orificio pasante (28, 28') para un dicho primer canal (31) y al menos una hendidura (30) que se extiende desde una ubicación a la misma distancia que dicho agujero pasante desde el centro de la placa y a la periferia de la misma, y **porque** dichas placas (26, 26 ') se apilan mientras son giradas entre sí

alrededor del centro de las mismas de forma que determinan la ubicación, el número y la sección de dichos segundos canales (32).

2. Una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** dichos
5 segundos canales (32) se extienden sustancialmente de forma radial con respecto a dicho eje de rotación del rotor (4) desde el respectivo primer canal (31, 31') a la abertura en la periferia del cuerpo del rotor.
3. Una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** el rotor
10 comprende una pluralidad de segundos canales (32) por primer canal (31, 31') que tienen conexiones a ellos distribuidas a lo largo de la extensión del primer canal.
4. Una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada porque** dichas
15 conexiones de dichos segundos canales (32) están sustancialmente distribuidas de manera uniforme sobre la extensión del respectivo primer canal (31, 31').
5. Una máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** dichos primeros canales (31, 31') se extienden sustancialmente
20 axialmente a través del cuerpo del rotor (5) con respecto a dicho eje de rotación del rotor.
6. Una máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el rotor tiene una pluralidad de polos (27) definidos por dichos imanes
permanentes (10) y dispuestos en el cuerpo del rotor (5) alrededor de dicho eje de rotación, y **porque** dichos primeros canales (31, 31') se extienden con respecto a una sección transversal
25 del cuerpo del rotor a través de porciones del cuerpo de rotor (29) que separa dos polos de rotor adyacentes.
7. Una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada porque** el cuerpo
30 del rotor (5) tiene un dicho primer canal (31, 31') en cada dicha porción (29) que separa polos de rotor adyacentes (27).
8. Una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada porque** el cuerpo del rotor (5) tiene el mismo número de dichos primeros canales (31, 31') que el número de polos del rotor (27).

9. Una máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** dichos primeros canales (31, 31') están sustancialmente distribuidos de manera uniforme alrededor de dicho eje de rotación del rotor (4).

5

10. Una máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** al menos uno de dichos primeros canales (31, 31') tiene una abertura (33) al exterior del cuerpo del rotor en una superficie de extremo del cuerpo del rotor en ambos extremos axiales del cuerpo del rotor.

10

11. Una máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** una pluralidad de proyecciones (36), tales como aletas, están dispuestas en dicha superficie de extremo del cuerpo de rotor (34') y configuradas para agitar aire entre dichos primeros canales con la rotación del rotor.

15

12. Un rotor para una máquina eléctrica de vehículo ferroviario, **caracterizado porque** tiene las características de un rotor (4) en la máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

20

13. Una máquina eléctrica de vehículo ferroviario **caracterizada porque** es una máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

14. Una disposición de accionamiento para un vehículo ferroviario, **caracterizada porque** comprende una máquina eléctrica según la reivindicación 13.

25

15. Uso de una máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11 en una disposición de accionamiento para generar una fuerza de tracción de un vehículo ferroviario.

30

16. Un vehículo ferroviario que tiene una disposición de accionamiento para generar una fuerza de tracción del vehículo que incluye al menos una máquina eléctrica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

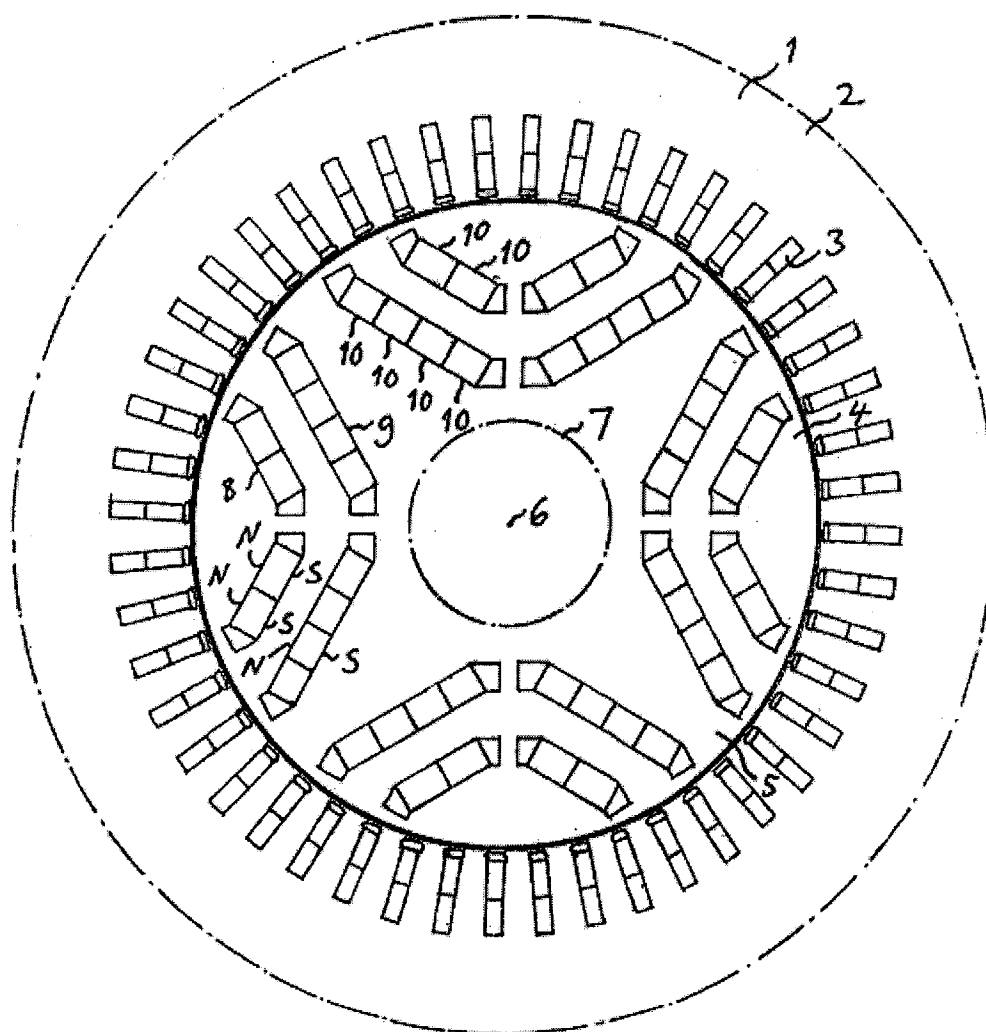
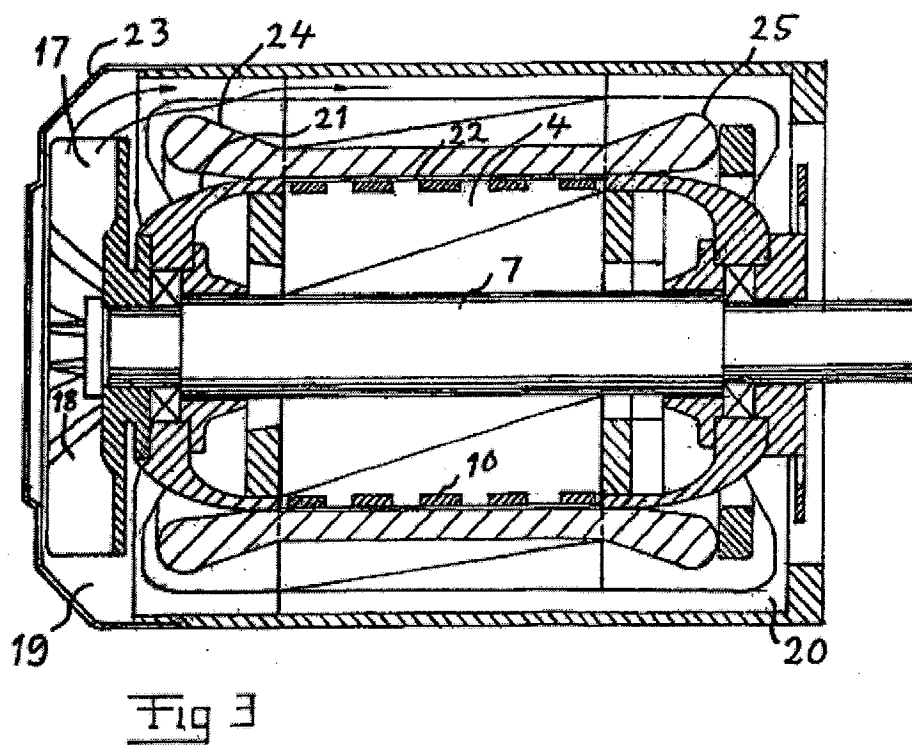
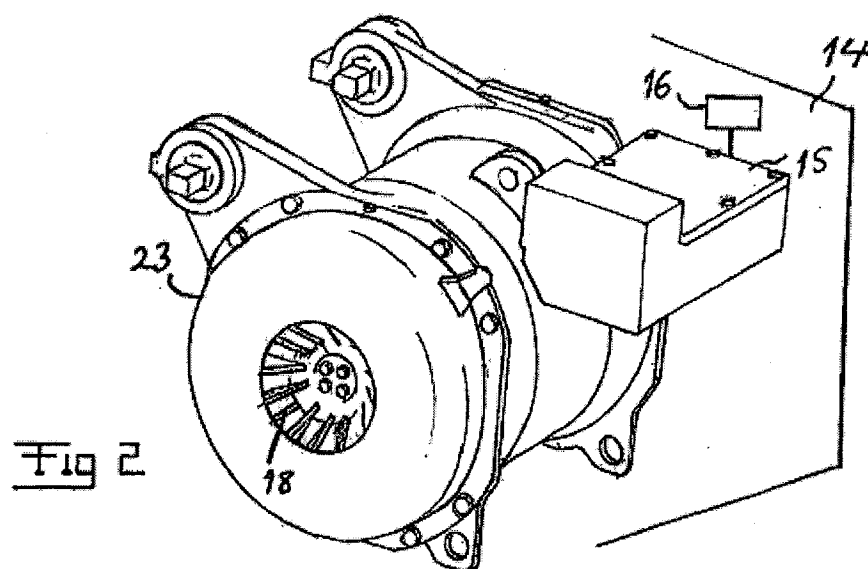


Fig 1



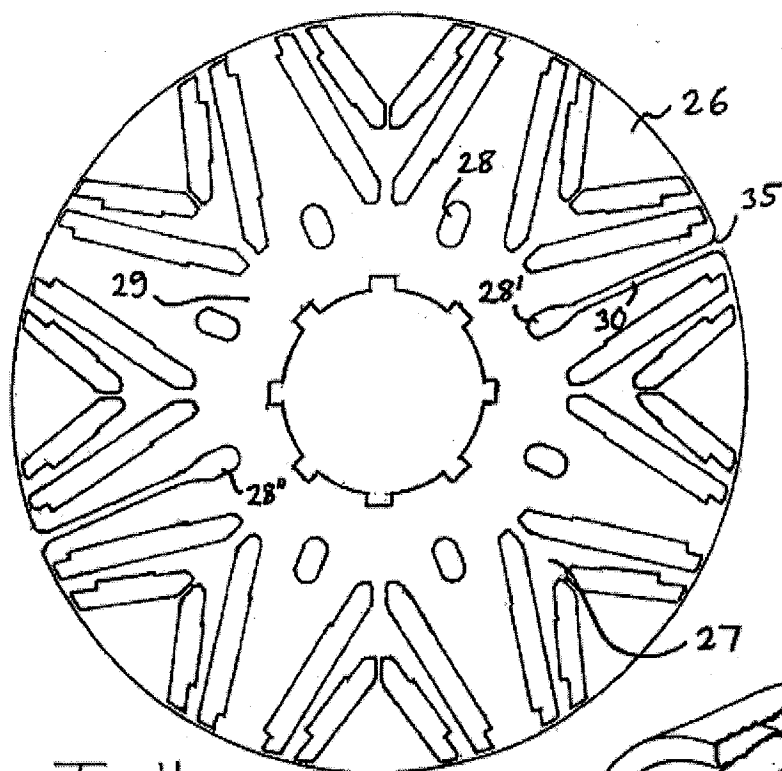


Fig 4

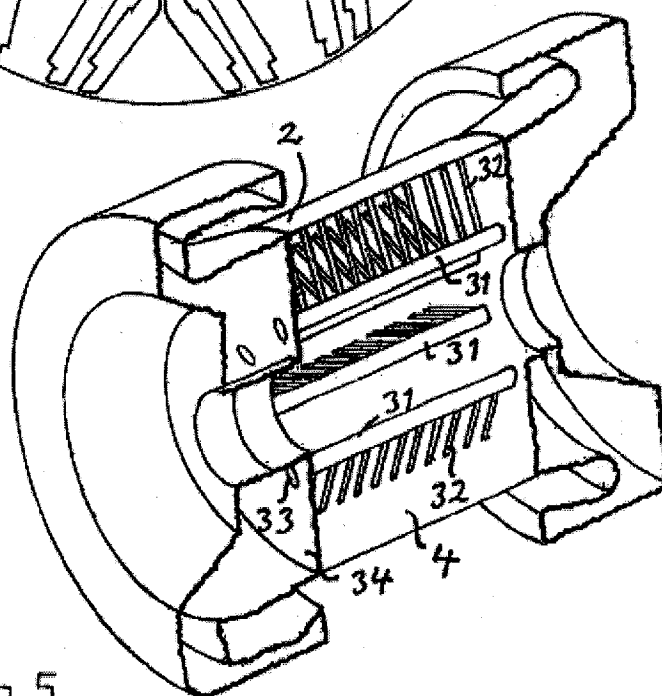


Fig 5

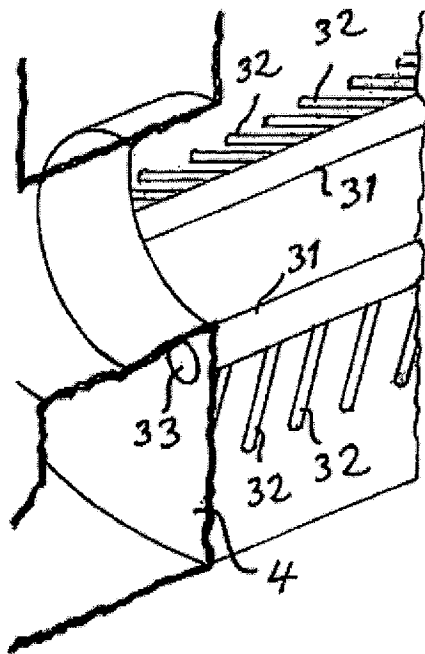


Fig 6

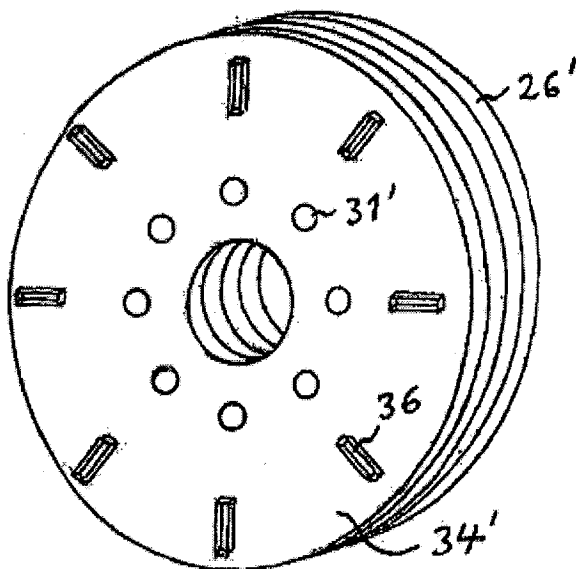


Fig 7