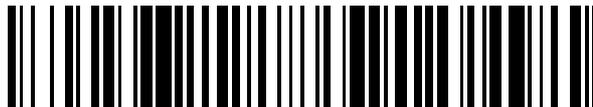


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 341**

51 Int. Cl.:

**H02K 5/128** (2006.01)

**H02K 9/12** (2006.01)

**H02K 1/20** (2006.01)

**H02K 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2016** **E 16169715 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018** **EP 3244513**

54 Título: **Motor eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.05.2019**

73 Titular/es:

**NIDEC ASI S.P.A. (100.0%)**  
**Via Fratelli Gracchi 39**  
**20092 Cinisello Balsamo MI, IT**

72 Inventor/es:

**LUISE, FABIO y**  
**PIERI, STEFANO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 711 341 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**

Motor eléctrico

La presente invención se refiere a un motor eléctrico.

5 La realización de motores eléctricos es conocida en la técnica, donde un estator tiene una cavidad cilíndrica y un rotor cilíndrico está dispuesto dentro de la cavidad de estator, estando el rotor configurado para rotar bajo la acción de un campo magnético generado por el estator.

En algunas aplicaciones, el motor está inmerso en un fluido, el cual fluye también dentro del espacio que separa el rotor del estator. Debido a la rotación del rotor con respecto al estator, el fluido fluye en el espacio de un modo turbulento, generando pérdidas por fricción y reduciendo la eficiencia mecánica del motor.

10 Es más, el fluido en el espacio se sobrecalienta por fricción, y eleva la temperatura de todo el motor, generando problemas obvios. Las pérdidas de potencia por fricción aumentan particularmente si el fluido en el espacio tiene una viscosidad alta y el motor rota a una velocidad alta.

15 Este es particularmente el caso de aparatos donde se emplean motores eléctricos para accionar compresores directamente y se disponen en un mismo alojamiento que el compresor, por ejemplo, en aplicaciones en gasoductos de metano. De hecho, tales motores deben rotar a una velocidad alta, por ejemplo, a 10.000 rpm, y el gas de proceso que fluye en el motor puede estar a alta presión, por ejemplo, de 80 bar a 100 bar, y, consecuentemente, el gas tiene una viscosidad alta y genera pérdidas por fricción elevadas y una cantidad de calor mucho mayor que el calor generado de forma electromagnética común. Otra aplicación con problemas similares está en aparatos de refrigeración, donde el fluido de proceso, por ejemplo, R134A, tiene una viscosidad alta a una presión de 3 bar.

20 Debido a esto y a otros problemas, los motores eléctricos para accionar compresores están a menudo dispuestos en alojamientos separados del alojamiento del compresor, para evitar que el fluido fluya en el espacio de la máquina. No obstante, este tipo de solución no asegura el sellado a los fluidos del alojamiento del compresor, el cual debe tener una abertura para recibir el árbol de transmisión. Es más, los sistemas de sellado del árbol llevan a pérdidas mecánicas adicionales y al consumo del aparato.

25 De otro modo, al motor inundado por el fluido de proceso del compresor se le debe proporcionar un sistema de refrigeración potente, en particular para enfriar el estator del motor, que es su pieza más sensible a la temperatura.

30 El documento WO 2011099603 describe un aparato de motor con una bomba y un motor eléctrico, donde el líquido procesado por la bomba circula también alrededor del rotor. Una cápsula, hecha de materiales con alta resistencia a la presión, a la temperatura y a la erosión, encierra completamente el estator, preservándolo del contacto con el fluido, turbulento y caliente.

35 En este documento, se proporciona un sistema de refrigeración para enfriar la cámara de estator, teniendo el sistema de refrigeración un compresor dedicado y un fluido dedicado, que está separado del fluido de proceso y que disipa su calor en un intercambiador de calor externo. Dado que las presiones de dos fluidos distintos actúan sobre las superficies de la cápsula, debe proporcionarse un sistema de equilibrado de presiones, de otro modo la cápsula podría deformarse o incluso romperse.

40 No obstante, tal sistema de equilibrado requiere rendimientos altos y costes altos, dado que puede no resultar lo suficientemente rápido compensando el desequilibrio de presiones durante un corte transitorio en el funcionamiento de la bomba. Es más, cualquier deformación de la cápsula puede dar como resultado problemas en el sellado del estator, llevando, eventualmente, a la mezcla del líquido de la bomba y del gas de refrigeración y, por lo tanto, al daño del compresor y de la bomba.

45 Otros documentos, tales como WO 2010014647, JP 2001231213, EP 1826887 A2 y WO 2013131820 describen la posibilidad de encerrar un estator de una máquina eléctrica en una cápsula para su aislamiento de un fluido turbulento que fluye en torno al rotor. No obstante, todos estos documentos se enfrentan al problema de la presión aplicada sobre la cápsula reforzando la cápsula o intentando regular una presión interna de la cápsula.

50 El objeto de la presente invención es proporcionar un motor eléctrico adaptado a trabajar en un fluido, obviando los inconvenientes de la técnica anterior previamente mencionados, y un aparato de motor-compresor en línea con un sistema simplificado y fiable para mantener la temperatura del estator en valores aceptables, también cuando se somete a presiones elevadas o a variaciones rápidas de presión.

Estos y otros objetos se consiguen mediante un motor eléctrico de acuerdo a la reivindicación 1 anexa.

Más características y ventajas del motor eléctrico de acuerdo a la presente invención resultarán de la siguiente descripción detallada de una realización preferida de la presente invención, la cual es ilustrada sin limitación en los dibujos anexos, en donde:

La Figura 1 muestra un aparato de motor-compresor en línea de acuerdo a la presente invención.

La Figura 2 muestra una sección de un motor eléctrico del aparato de la Figura 1.

La Figura 3 muestra una sección diferente del motor eléctrico de la Figura 2.

La Figura 4 muestra una sección diferente del motor eléctrico de la Figura 2.

5 La Figura 1 muestra un motor eléctrico 1 de acuerdo a una realización de la presente invención. El motor eléctrico 1 es preferiblemente un motor síncrono o un motor de inducción. El motor eléctrico 1 comprende un estator 11 y un rotor 12. El estator 11 tiene una cavidad 18 de estator, preferiblemente cilíndrica, con un eje A-A que se extiende en una dirección longitudinal X-X. El rotor 12 está dispuesto dentro de la cavidad 18 de estator y puede rotar en torno al eje A-A.

10 El estator 11 tiene una superficie interna, enfrentada al interior de la cavidad 18 de estator, y una superficie externa opuesta. El estator 11 comprende un núcleo 111 de estator, preferiblemente hecho de un material ferromagnético laminado, que tiene una primera porción de extremo y una segunda porción de extremo, separadas en la dirección longitudinal X-X. El estator 11 comprende una pluralidad de ranuras 112 de estator, extendiéndose cada ranura 112 de estator en la dirección longitudinal X-X, por toda la extensión longitudinal del núcleo 111 de estator, teniendo cada ranura 112 de estator una abertura de ranura en la superficie interna del estator 11. El estator 11 comprende un devanado 113 de estator que tiene conductores, que se extienden al menos parcialmente a través de las ranuras 112 de estator de una forma conocida. Hay que destacar que el devanado 113 de estator puede también sobresalir en la dirección longitudinal X-X fuera del núcleo 111 de estator.

20 El rotor 12 tiene una superficie externa, enfrentada a la superficie interna del estator, siendo la superficie externa del rotor preferiblemente lisa, con polos no sobresalientes. El rotor 12 comprende un núcleo 121 de rotor, hecho de un material ferromagnético laminado o voluminoso y que tiene una extensión longitudinal preferiblemente igual a la extensión longitudinal del núcleo 111 de estator. El rotor 12 tiene una pluralidad de ranuras de rotor que se extienden en la dirección longitudinal X-X y un devanado de rotor y/o imanes permanentes y/o una jaula de ardilla.

25 Dado que el devanado 113 de estator sobresale del núcleo 111 de estator, el estator 11 tiene habitualmente una extensión longitudinal mayor que la extensión longitudinal del rotor 12.

El motor eléctrico 1 está configurado de modo que aplicando voltajes y/o corrientes alternas al devanado 113 de estator genera un campo magnético dentro de la cavidad 18 de estator y hace que el rotor 12 rote.

30 Como se describirá con más detalle, el motor eléctrico 1 de acuerdo a la presente invención es adecuado para trabajar inmerso en un fluido que genere pérdidas por fricción altas entre la superficie interna del estator y la superficie externa del rotor. En particular, el motor eléctrico 1 es adecuado para trabajar a una velocidad angular alta inmerso en un fluido que, en las condiciones de trabajo particulares, como presión y temperatura, muestre características de viscosidad alta.

35 El fluido es preferiblemente un gas y la velocidad angular y las condiciones de trabajo particulares que causan pérdidas por fricción elevadas dependen de la naturaleza del gas. Por ejemplo, si el fluido es metano, el cual se percibe comúnmente como un fluido con una viscosidad baja, se pueden dar condiciones de viscosidad alta a una presión entre 80 bar y 100 bar, por ejemplo 85 bar, y a una temperatura entre 20 °C y 50 °C. La velocidad angular alta que causa pérdidas por fricción elevadas puede estar entre 2.000 rpm y 20.000 rpm, por ejemplo, 10.000 rpm. Si el fluido es R134A, condiciones de viscosidad alta se pueden dar a una presión de 3 bar y a una temperatura de 40 °C.

40 La cavidad 18 de estator tiene una entrada 114 de estator para recibir el fluido y una salida 115 de estator para descargar el fluido, de modo que el fluido puede fluir desde la entrada 114 de estator a la salida 115 de estator a través de la cavidad 18 de estator, entre la superficie interna del estator y la superficie externa del rotor y, eventualmente, en canales adicionales, como se describirá con más detalle.

45 De acuerdo a un aspecto, el motor eléctrico 1 comprende un manguito tubular 14. El manguito tubular 14 está dispuesto entre el estator 11 y el rotor 12, coaxial con el eje A-A. El manguito tubular 14 está separado del estator 11 por un primer espacio 15 tubular y del rotor 12 por un segundo espacio 16 tubular. Preferiblemente, el manguito tubular 14 tiene una distancia radial constante con el rotor 12 a lo largo de la extensión longitudinal del rotor 12 y una distancia radial constante con el estator 11 a lo largo de la extensión longitudinal del núcleo 113 de estator, es decir, los espacios 15, 16 tubulares primero y segundo tienen un espesor sustancialmente constante. Distancia radial se refiere a una distancia medida a lo largo de una dirección radial perpendicular al eje A-A.

50 El primer espacio 15 tubular y el segundo espacio 16 tubular son contiguos en la dirección radial, rodeando el primer espacio 15 tubular al segundo espacio 16 tubular. El manguito tubular 14 tiene una superficie externa, enfrentada a la superficie interna del estator, y una superficie interna, enfrentada a la superficie externa del

55

rotor. Preferiblemente, las superficies externa e interna del manguito tubular 14 son lisas, para que se tenga una fricción baja con el fluido que fluye.

El manguito tubular 14 está unido al estator 11 a través de miembros de unión 17. Consecuentemente, el manguito tubular 14 es fijo y no rota de forma conjunta con el rotor 12.

5 El primer espacio 15 tubular se extiende a lo largo de la dirección longitudinal X-X entre una entrada 151 de primer espacio y una salida 152 de primer espacio y, de modo similar, el segundo espacio 16 tubular se extiende a lo largo de la dirección longitudinal X-X entre una entrada 161 de segundo espacio y una salida 162 de segundo espacio. Las entradas y salidas 151, 152, 161, 162 de primer espacio y de segundo espacio tienen preferiblemente una forma de corona circular.

10 Las entradas 151, 161 de primer espacio y de segundo espacio están en comunicación fluida directa con la entrada 114 de estator y las salidas 152, 162 de primer espacio y de segundo espacio están en comunicación fluida directa con la salida 115 de estator. El fluido que entra a la cavidad 18 de estator en la entrada 114 de estator se divide, por lo tanto, en un primer flujo 6a de fluido y en un segundo flujo 6b de fluido, que fluyen respectivamente a través del primer espacio 15 tubular y del segundo espacio 16 tubular y que salen de la  
15 cavidad 18 de estator en dicha salida 115 de estator.

Preferiblemente, el manguito tubular 14 se extiende en la dirección longitudinal X-X durante, al menos, la extensión longitudinal del rotor 12. Por lo tanto, el primer flujo 6a de fluido y el segundo flujo 6b de fluido no se pueden mezclar hasta que hayan pasado todas las partes rotatorias del motor eléctrico 1. Más preferiblemente, el manguito 14 tubular se extiende longitudinalmente durante, al menos, la extensión longitudinal del estator 11. Consecuentemente, el segundo flujo 6b de fluido, incluso después de haber dejado atrás el rotor 12, no entra en contacto con el estator 11 y, en particular, con su devanado 113 de estator, que sobresale del núcleo 111 de estator. Se permiten otras posibilidades, como en el caso de un manguito tubular 14 que se extiende longitudinalmente desde una primera porción de extremo del núcleo 113 de estator hasta el extremo de estator opuesto, correspondiente con el devanado 113 de estator que sobresale de la segunda porción de extremo del  
20 núcleo 111 de estator.

La extensión longitudinal del manguito tubular 14 deberá adaptarse para permitir que el fluido entre al primer espacio 15 tubular y al segundo espacio 16 tubular. La extensión radial del primer espacio 15 tubular, del segundo espacio 16 tubular y del manguito tubular 14 deberá adaptarse para dividir el fluido en el primer flujo 6a de fluido y en el segundo flujo 6b de fluido, de acuerdo a proporciones predeterminadas.

30 Por ejemplo, la distancia radial entre la superficie interna del estator y la superficie externa del rotor puede ser de 12 mm, donde el manguito tubular 14 tiene 3 mm de grosor, el primer espacio 15 tubular tiene 3 mm de grosor y el segundo espacio 16 tubular tiene 6 mm de grosor.

Hay que destacar que el primer flujo 6a de fluido y el segundo flujo 6b de fluido están mezclados hasta que llegan al manguito tubular 14 y se mezclan de nuevo justo después de salir del manguito tubular 14. Consecuentemente, el primer flujo 6a de fluido y el segundo flujo 6b de fluido están, ventajosamente, a la misma presión durante toda la extensión longitudinal del primer espacio 15 tubular y del segundo espacio 16 tubular. Por lo tanto, las superficies interna y externa del manguito tubular 14 no están nunca sujetas a presiones diferentes, independientemente de las condiciones de trabajo del fluido, también en el caso de variaciones súbitas en la velocidad y en la presión del fluido. El motor eléctrico 1 es, por lo tanto, particularmente adecuado para trabajar inmerso en un fluido a alta presión.  
35

El manguito tubular 14 está hecho de un material aislante térmico, aislando de este modo térmicamente al primer espacio 15 tubular del segundo espacio 16 tubular. Ventajosamente, el segundo flujo 6b de fluido, que está en contacto con el rotor 12 y tiene un flujo turbulento con pérdidas por fricción elevadas, no aporta su calor al estator 11 de la máquina eléctrica 1, o lo aporta solo en una parte mínima. En su lugar, el primer flujo 6a de fluido no está en contacto con ninguna pieza rotatoria de la máquina y, por lo tanto, tiene pérdidas por fricción  
40 bajas y una temperatura aceptable.

Incluso si una cantidad pequeña de calor puede fluir desde el segundo flujo 6b de fluido al estator 11 a través del manguito tubular 14 y del primer flujo 6a de fluido, la máquina eléctrica 1 de acuerdo a la presente invención tiene temperaturas de estator más bajas y temperaturas de rotor más altas si se la compara con máquinas eléctricas conocidas. Esto es ventajoso, dado que el estator 11 es generalmente más sensible a la temperatura que el rotor 12 y, consecuentemente, toda la máquina eléctrica 1 y/o su sistema de refrigeración pueden dimensionarse de manera más conveniente. Es también posible que el primer flujo 6a de fluido proporcione por sí solo la refrigeración que necesita la máquina eléctrica. Con un descenso de la temperatura del estator, la máquina eléctrica puede ser realizada con una extensión longitudinal mayor y una extensión radial menor con respecto a los motores eléctricos conocidos, reduciendo de este modo aún más las pérdidas por fricción con una misma potencia de salida.  
45

No obstante, el estator 11 y/o el rotor 12 pueden comprender una pluralidad de canales que se extiendan en la dirección longitudinal X-X para permitir refrigerar aún más el motor eléctrico 1.  
50

- Preferiblemente, el manguito tubular 14 está hecho de un material que tiene aún más características ventajosas, tales como aislamiento eléctrico o resistividad eléctrica alta, para evitar pérdidas por corrientes de Foucault en el manguito tubular debidas al campo magnético variable; permeabilidad magnética baja, para evitar dispersiones del campo magnético; elasticidad, para doblarse y no romperse en caso de tensiones mecánicas; ausencia de poros, para reducir la fricción y evitar flujos de fluido a través del manguito tubular 14; una capacidad de expansión térmica similar a la del núcleo de estator; resistencia a presiones isostáticas elevadas, a altas temperaturas y a ataques químicos. Tal material es, preferiblemente, fibra de vidrio. La combinación óptima de las propiedades anteriormente mencionadas depende, generalmente, de la aplicación en particular.
- 5
- Dentro de la presente aplicación, el término resistividad eléctrica alta se refiere a una resistividad eléctrica mayor de  $10^3 \Omega\text{cm}$ .
- 10
- Preferiblemente, los miembros de unión 17 comprenden una pluralidad de grupos 171, 172, 173 de elementos de unión, estando los grupos 171, 172, 173 de elementos de unión separados en la dirección longitudinal X-X. Preferiblemente, la pluralidad de grupos de elementos de unión comprende un primer grupo 171 de elementos de unión en la primera porción de extremo del núcleo 111 de estator, un segundo grupo 172 de elementos de unión en la segunda porción de extremo del núcleo 111 de estator y un tercer grupo 173 de elementos de unión dispuesto entre los grupos 171, 172 primero y segundo de elementos de unión. Muchos otros grupos 171, 172, 173 de elementos de unión pueden proporcionarse entre los grupos 171, 172 primero y segundo de elementos de unión.
- 15
- De forma ventajosa, el manguito tubular 14 está unido al estator 11 no solo en sus porciones de extremo, sino también en una o más posiciones intermedias. Esto evita la deformación radial del manguito tubular 14 en caso de ondas de presión, particularmente cuando el motor eléctrico 1 tiene una extensión longitudinal alta. De hecho, dado que el manguito tubular 14 está separado del estator 11, puede doblarse y oscilar. Las ondas de presión a ciertas frecuencias pueden causar una resonancia y dañar el manguito tubular 14. Unir el manguito tubular 14 en más posiciones longitudinales aumenta su estabilidad e impide resonancias a bajas frecuencias.
- 20
- 25
- Preferiblemente, cada grupo 171, 172, 173 de elementos de unión comprende una pluralidad de elementos de unión 174 separados angularmente. El primer flujo 6a de fluido puede, por lo tanto, fluir entre los elementos de unión 174, y el manguito tubular 14 puede estar sostenido en todas las direcciones. Preferiblemente, cada elemento de unión 174 está unido a la superficie externa del manguito tubular 14 y a la superficie interna del estator 11 y se aplica, al menos parcialmente, a una abertura de ranura respectiva de estator 11.
- 30
- De acuerdo a un aspecto, un objeto más de esta invención es un aparato 2 de motor y compresor en línea. El aparato 2 comprende un alojamiento 13 con una entrada 131 de alojamiento para recibir un fluido a procesar y una salida 132 de alojamiento para descargar el fluido procesado. El fluido procesado puede ser, por ejemplo, un fluido de viscosidad alta, como metano o R134A en las condiciones de trabajo descritas anteriormente. El aparato 2 también comprende un motor eléctrico 1 como se ha descrito anteriormente.
- 35
- El aparato 2 además comprende un árbol de transmisión 3, directamente acoplado al rotor 12. El árbol de transmisión 3, por lo tanto, rota de forma conjunta con el rotor 12, es decir, con la misma velocidad angular que el rotor 12 y en torno al eje A-A. El rotor 12 tiene una abertura de árbol que se extiende longitudinalmente a través del núcleo 121 de rotor y el árbol de transmisión 3 se extiende a través de la abertura de árbol y sobresale longitudinalmente del núcleo de rotor. El árbol de transmisión 3 está acoplado de forma que puede rotar al alojamiento 13, por ejemplo, por medio de rodamientos mecánicos o rodamientos magnéticos activos, estando los últimos adaptados para reducir la fricción. Preferiblemente, los rodamientos están además configurados para dificultar un movimiento longitudinal del árbol de transmisión 13.
- 40
- El aparato 2 además comprende un compresor 4, directamente acoplado al árbol de transmisión 3. Hay que destacar que el compresor 4, el árbol de transmisión 3 y el motor eléctrico 1 están todos dispuestos dentro del alojamiento 13 del aparato 2. Por lo tanto, todos ellos están inmersos en el fluido.
- 45
- El compresor 4 está configurado para recibir el fluido a procesar desde la entrada 131 de alojamiento, procesar el fluido a procesar recibido y descargar el fluido procesado a través de dicha salida 132 de alojamiento. Debe entenderse que la presión del fluido es, generalmente, mayor para el fluido procesado en la salida 132 de alojamiento que para el fluido a procesar en la entrada 131 de alojamiento, elevándose a través del compresor 4 y, preferiblemente, permaneciendo siempre a presión alta. Por ejemplo, y particularmente en el caso de aplicación para metano, el fluido a procesar puede estar a una presión de 80 bar, mientras el fluido procesado puede estar a una presión de 100 bar.
- 50
- El compresor 4 es preferiblemente un compresor de alta velocidad, por ejemplo, un compresor 4 configurado para rotar a una velocidad angular entre 2.000 rpm a 20.000 rpm, por ejemplo, 10.000 rpm.
- 55
- Preferiblemente, no hay caja de engranajes interpuesta entre el rotor 12 del motor eléctrico 1 y el compresor 4 y el motor eléctrico 1 debe rotar a la misma velocidad angular que el compresor 4, causando posiblemente pérdidas por fricción elevadas. Para permitir que el motor eléctrico 1 alcance una velocidad angular alta similar,

el devanado 113 de estator puede alimentarse con voltaje y/o corriente, por ejemplo, mediante un convertidor eléctrico de frecuencia variable o un convertidor eléctrico de cualquier tipo, configurado para permitir una velocidad de rotación del rotor 12 alta. El convertidor eléctrico está preferiblemente dispuesto fuera del alojamiento 13.

5 Preferiblemente, el compresor 4 comprende una pluralidad de etapas de compresión 41, para procesar el fluido a procesar. La pluralidad de etapas de compresión 41 comprende una primera etapa de compresión 42, que recibe directamente el fluido a procesar a través de la entrada 131 de alojamiento. Preferiblemente, una porción de recirculación del fluido a procesar por el compresor 4 es retirada del compresor 4 en la primera etapa de compresión 42 y recirculada en el alojamiento 13, proporcionando un efecto refrigerante sobre el estator 11, como se describe en adelante en la presente memoria.

10 El alojamiento 13 tiene una primera abertura 133 de recirculación próxima a la primera etapa de compresión 42 y una segunda abertura 134 de recirculación próxima a la entrada 114 de estator. Un conducto 5 de recirculación se extiende entre la primera abertura 133 de recirculación y la segunda abertura 134 de recirculación, de modo que la porción de recirculación del fluido a procesar es retirada de la primera etapa de compresión 42 hacia la entrada 114 de estator a través del conducto 5 de recirculación.

15 Hay que destacar que el fluido retirado en la primera etapa de compresión 42 puede estar, particularmente en aplicaciones para metano, a una presión de 85 bar, es decir, sustancialmente a la misma presión que el fluido que fluye en la cavidad 18 de estator, mientras que el fluido a procesar puede estar a 80 bar y el fluido procesado puede estar a 100 bar.

20 De acuerdo a diferentes realizaciones, la porción de recirculación del fluido a procesar puede retirarse de etapas 41 de compresión diferentes de la primera etapa 42 de compresión, con modificaciones estructurales obvias en la posición de la primera abertura 133 de recirculación. No obstante, se prefiere retirar la porción de recirculación de la primera etapa 42 de compresión, dado que es la etapa 41 de compresión con la presión más baja y dado que el fluido retirado de la primera etapa ha recibido la cantidad mínima de trabajo mecánico del compresor 4. Hay que destacar que el trabajo realizado sobre la porción de circulación se pierde parcialmente.

30 Consecuentemente, el compresor 4 procesa el fluido a procesar forzándolo a moverse de modo que una porción principal del fluido a procesar fluye desde la entrada 131 de alojamiento, a través del compresor 4, hasta la salida 132 de alojamiento. La porción de recirculación del fluido a procesar, en cambio, es retirada de la primera etapa 42 de compresión y es forzada a entrar en la primera abertura 133 de recirculación, a través del conducto 5 de recirculación, hasta la segunda abertura 134 de recirculación, hasta la entrada 114 de estator. Allí, la porción de recirculación se divide en el primer flujo 6a de fluido, en el segundo flujo 6b de fluido y, eventualmente, en otros flujos 6c de fluido. Los flujos primero y segundo 6a, 6b de fluido fluyen respectivamente a través del primer espacio 15 tubular y del segundo espacio 16 tubular, mientras que otros flujos 6c de fluido pueden pasar, por ejemplo, por los canales de estator o de rotor. Mientras el segundo flujo 6b de fluido calienta el rotor 12, el primer flujo 6a de fluido enfría el estator 11 y los otros flujos 6c de fluido eventualmente enfrían el estator 11 y/o el rotor 12. Finalmente, los primero, segundo y otros flujos 6a, 6b, 6c de fluido se mezclan entre sí en la salida 115 de estator y el fluido descargado de la salida 115 de estator es alimentado de nuevo a la primera etapa de compresión 42.

40 Obviamente, una persona experta en la técnica puede aplicar muchas variaciones a la realización particular de la invención descrita, sin salir del alcance de la protección, como se define mediante las reivindicaciones anexas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un motor eléctrico (1) que comprende:

5 - un estator (11) que tiene una cavidad (18) de estator con un eje (A-A) que se extiende en una dirección longitudinal (X-X), teniendo dicha cavidad (18) de estator una entrada (114) de estator para recibir un fluido y una salida (115) de estator para descargar dicho fluido,

- un rotor (12) dispuesto dentro de la cavidad (18) de estator y que puede rotar en torno a dicho eje (A-A),

- un manguito tubular (14), dispuesto entre el estator (11) y el rotor (12), coaxial con dicho eje (A-A) y unido al estator (11) a través de miembros de unión (17), en donde:

10 - el manguito tubular (14) está separado del estator (11) por un primer espacio (15) tubular y del rotor (12) por un segundo espacio (16) tubular, teniendo dicho manguito tubular (14) una resistividad eléctrica mayor de  $10^3 \Omega\text{cm}$ ,

- el segundo espacio (16) tubular se extiende a lo largo de la dirección longitudinal (X-X) entre una entrada (161) de segundo espacio y una salida (162) de segundo espacio,

caracterizado por que:

15 - el primer espacio (15) tubular se extiende a lo largo de la dirección longitudinal (X-X) entre una entrada (151) de primer espacio y una salida (152) de primer espacio,

20 - las entradas (151, 161) de primer y segundo espacio están en comunicación fluida directa con la entrada (114) de estator y las salidas (152, 162) de primer y segundo espacio están en comunicación fluida directa con la salida (115) de estator, de modo que el fluido que entra a la cavidad (18) de estator en dicha entrada (114) de estator se divide en un primer flujo (6a) de fluido y en un segundo flujo (6b) de fluido, que fluyen respectivamente a través del primer espacio (15) tubular y del segundo espacio (16) tubular y que salen de la cavidad (18) de estator en dicha salida (115) de estator.

- el manguito tubular (14) está hecho de un material aislante térmico, aislando térmicamente de este modo al primer espacio (114) tubular del segundo espacio (115) tubular.

25 2. El motor eléctrico (1) como se reivindica en la reivindicación 1, en donde:

- los miembros de unión (17) comprenden una pluralidad de grupos (171, 172, 173) de elementos de unión, estando los grupos (171, 172, 173) de elementos de unión separados en la dirección longitudinal (X-X).

3. El motor eléctrico (1) como se reivindica en la reivindicación 2, en donde:

30 - dicho estator (11) comprende un núcleo (111) de estator hecho de un material ferromagnético, que tiene una primera porción de extremo y una segunda porción de extremo separadas en la dirección longitudinal (X-X),

- dicha pluralidad de grupos (171, 172, 173) de elementos de unión comprende un primer grupo (171) de elementos de unión en la primera porción de extremo del núcleo (111) de estator, un segundo grupo (172) de elementos de unión en la segunda porción de extremo del núcleo (111) de estator y un tercer grupo (173) de elementos de unión dispuesto entre el primer y segundo grupos (171, 172) de elementos de unión.

35 4. El motor eléctrico (1) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en donde:

cada grupo (171, 172, 173) de elementos de unión comprende una pluralidad de elementos de unión (174) separados angularmente.

5. El motor eléctrico (1) como se reivindica en la reivindicación 4, en donde:

40 - dicho manguito tubular (14) tiene una superficie interna enfrentada a una superficie externa del rotor (12) y una superficie externa enfrentada a una superficie interna del estator (11),

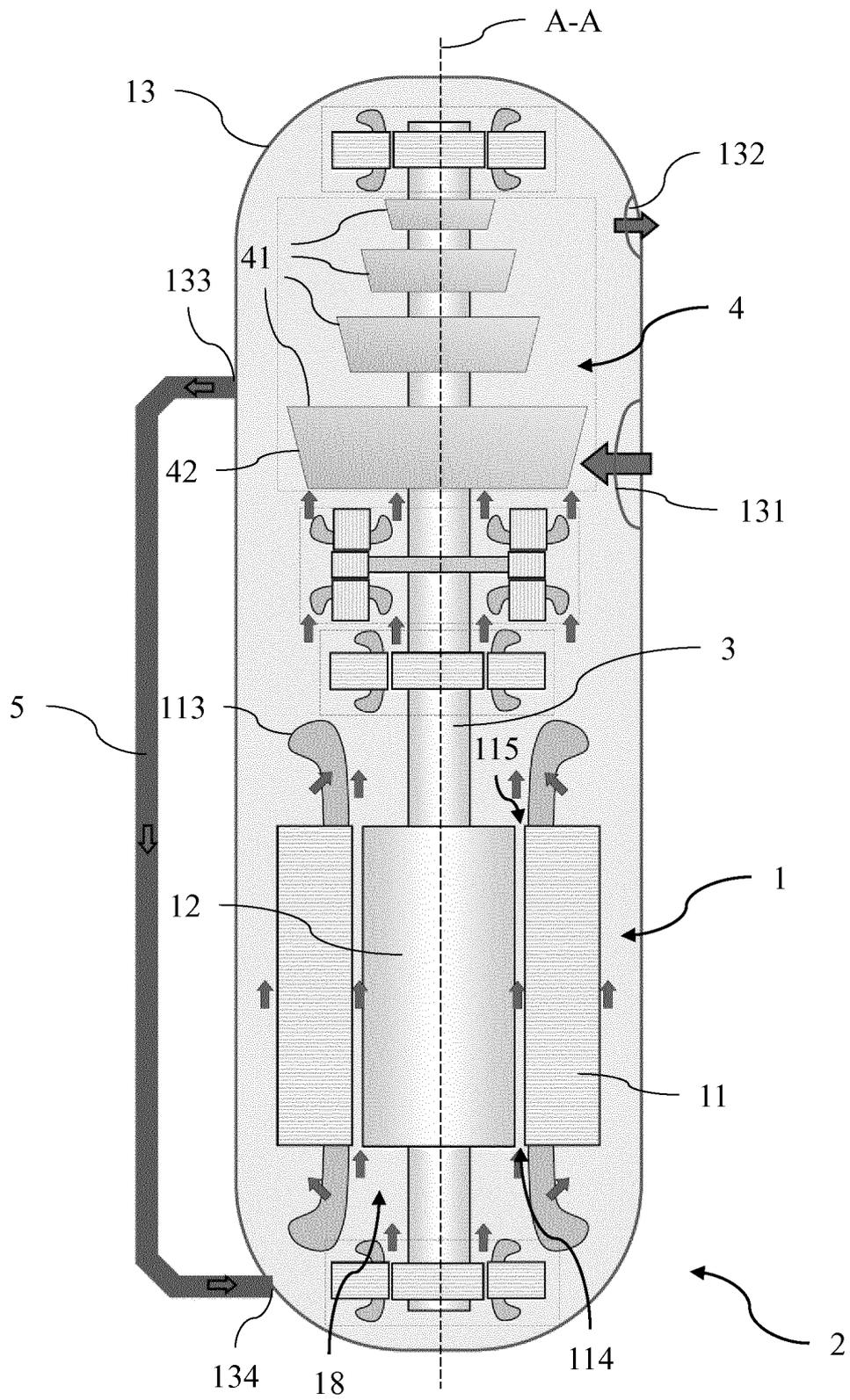
- cada elemento de unión (174) está unido a la superficie externa del manguito tubular (14) y a la superficie interna del estator (11).

6. El motor eléctrico (1) como se reivindica en la reivindicación 5, en donde:

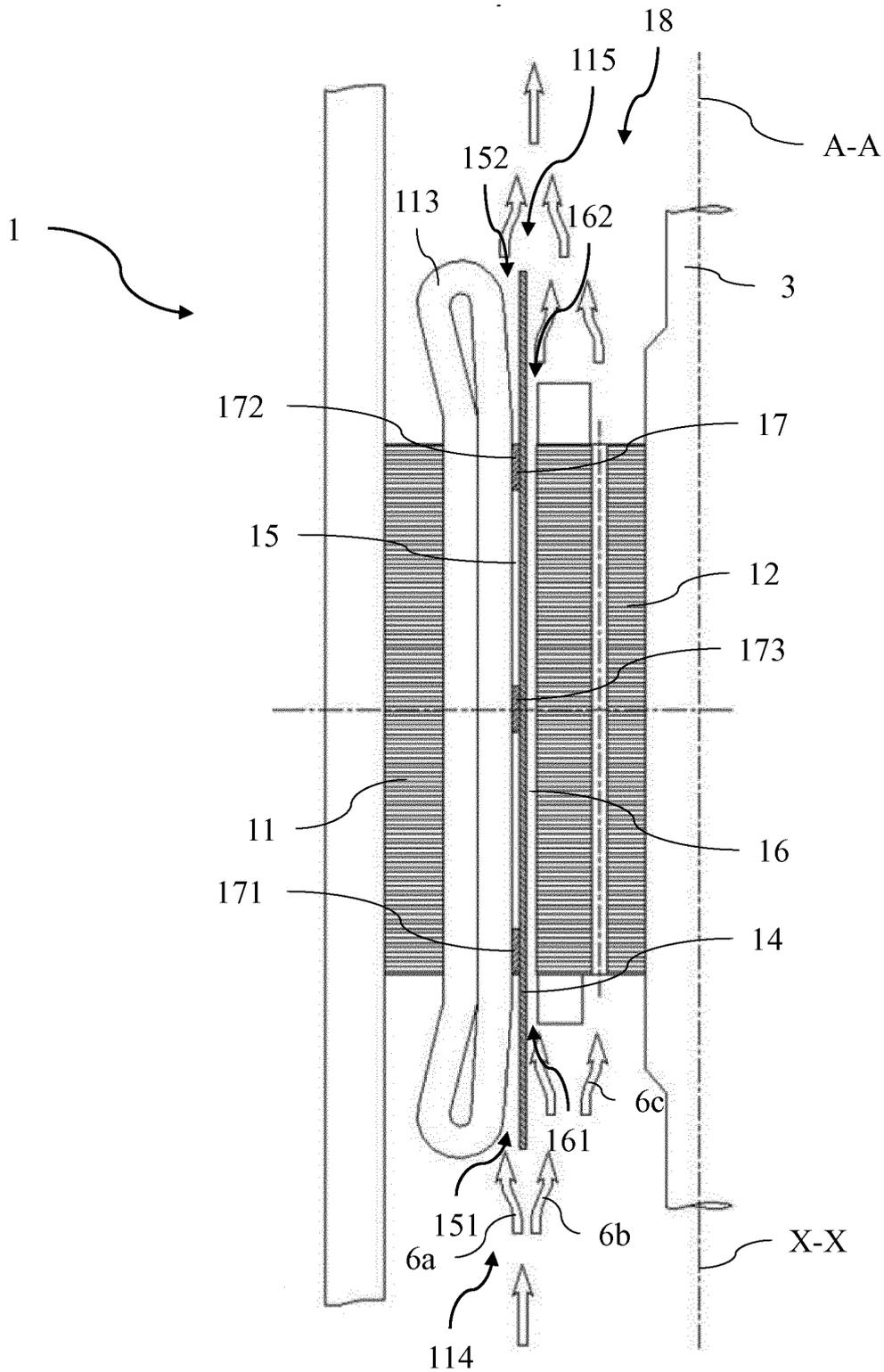
45 - el estator (11) tiene un devanado (113) de estator y una pluralidad de ranuras de estator, extendiéndose el devanado (113) de estator longitudinalmente a través de las ranuras de estator, teniendo cada ranura de estator una abertura de ranura en la superficie interna del estator (11),

- cada elemento de unión (174) se aplica a una abertura de ranura respectiva.

7. El motor eléctrico (1) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde dicho manguito tubular (14) está hecho de fibra de vidrio.
8. El motor eléctrico (1) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde dicho manguito tubular (14) se extiende longitudinalmente durante al menos la extensión longitudinal del rotor (12).
- 5 9. El motor eléctrico (1) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde dicho manguito tubular (14) se extiende longitudinalmente durante al menos la extensión longitudinal del estator (11).
10. El motor eléctrico (1) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde dicho manguito tubular (14) tiene una distancia radial del rotor (12) constante a lo largo de la extensión longitudinal del rotor (12).
- 10 11. Un aparato (2) de motor y compresor en línea que comprende:
- un alojamiento (13) con una entrada (131) de alojamiento para recibir un fluido a procesar y una salida (132) de alojamiento para descargar el fluido procesado,
  - un motor eléctrico (1) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10,
  - un árbol de transmisión (3) directamente acoplado a dicho rotor (12),
- 15 - un compresor (4) directamente acoplado a dicho árbol de transmisión (3),
- en donde:
- dicho compresor (4) y dicho motor eléctrico (1) están dispuestos dentro de dicho alojamiento (13),
  - dicho compresor (4) está configurado para recibir dicho fluido a procesar desde dicha entrada (131) de alojamiento, procesar dicho fluido a procesar y descargar el fluido procesado a través de dicha salida (132) de alojamiento.
- 20 12. Un aparato (2) de motor y compresor en línea como se reivindica en la reivindicación 11, en donde:
- dicho compresor (4) comprende una pluralidad de etapas (41) de compresión, para procesar dicho fluido a procesar,
  - dicha pluralidad de etapas de compresión comprende una primera etapa (42) de compresión, que recibe directamente el fluido a procesar a través de dicha entrada (131) de alojamiento,
  - dicho alojamiento (13) tiene una primera abertura (133) de recirculación próxima a dicha primera etapa (42) de compresión y una segunda abertura (134) de recirculación próxima a dicha entrada (114) de estator,
  - un conducto (5) de recirculación se extiende entre dicha primera abertura (133) de recirculación y dicha segunda abertura (134) de recirculación, de modo que una porción de recirculación de dicho fluido a procesar por el condensador (4) es retirada de dicha primera etapa (42) de compresión hacia la entrada (114) de estator a través de dicho conducto (5) de recirculación,
- 30 - dicho fluido descargado de dicha salida (115) de estator es alimentado a dicha primera etapa (42) de compresión.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

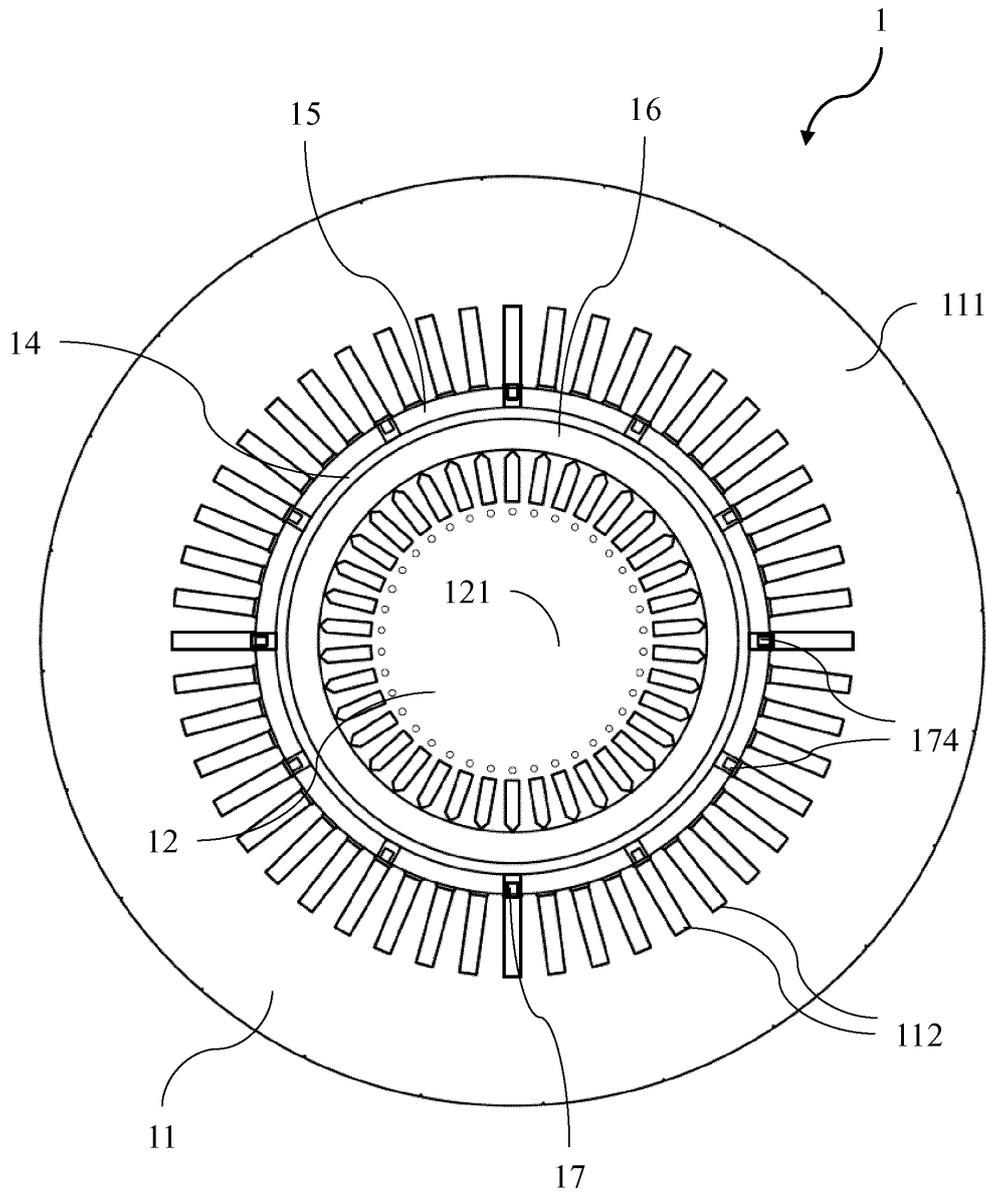


Fig. 3

