



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 709**

51 Int. Cl.:
F04D 17/12 (2006.01)
F04D 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07704262 .0**
96 Fecha de presentación : **31.01.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1979622**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.10.2008**

54 Título: **Unidad de compresor.**

30 Prioridad: **03.02.2006 EP 06002310**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.11.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.11.2010

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es: **Gausmann, Rainer y**
Mathijssen, Gaston

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 347 709 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).

UNIDAD DE COMPRESOR**DESCRIPCIÓN**

[0001] La invención se refiere a una unidad de compresor, especialmente para
5 funcionamiento submarino, que comprende un compresor, con un rotor de
compresor, que presenta una o varias fases de compresor, y que comprende, además,
un motor eléctrico con un estator y con un rotor de motor y que comprende una
carcasa hermética al gas, que está provista con una entrada y una salida, en la que el
rotor del motor presenta dos cojinetes radiales dispuestos, respectivamente, en el lado
10 extremo, un primer cojinete radial y un segundo cojinete radial, en la que el rotor del
compresor presenta dos cojinetes radiales dispuestos, respectivamente, en el lado
extremo, un tercer cojinete radial y un cuarto cojinete radial y en la que un
acoplamiento está dispuesto entre los dos rotores, que transmite pares de torsión.

[0002] Los desarrollos más recientes en el campo de la construcción de compresores
15 se enfocan también a la disposición submarina de compresores grandes, que deben
servir para el transporte de gases naturales. En virtud de las condiciones especiales
de funcionamiento, en particular debido a la accesibilidad muy limitada tanto para
fines de mantenimiento como también por medio de conductos de suministro, el
mundo técnico se encuentra ante grandes desafíos. Las disposiciones pertinentes
20 sobre el medio ambiente prohíben cualquier intercambio de sustancia entre los
equipos a instalar y el agua marina circundante. A ello hay que añadir que el agua
marina es un medio agresivo y hay que hacer frente a condiciones extremas de
presión y de temperatura en las diferentes profundidades del mar. Otro requerimiento
consiste en que los equipos deben presentar, por una parte, un tiempo de actividad
25 extraordinariamente alto y, por otra parte, deben estar configurados casi libres de
mantenimiento. Adicionalmente es un agravante la contaminación considerable del
medio a transportar, parcialmente agresivo químicamente.

[0003] Una unidad de compresor del tipo mencionado al principio se conoce ya a
partir de la solicitud de patente internacional WO 02/099286 A1. Con el objetivo de
30 la simplificación sin compromiso para la reducción del gasto de mantenimiento y al
mismo tiempo un periodo de actividad alto, se propone allí configurar el rotor del
compresor en una sola pieza con el rotor del motor y alojarlos, respectivamente, en el
extremo solamente por medio de dos cojinetes radiales. Adicionalmente, está
previsto un alojamiento axial separado. Sin embargo, a medida que se incrementa el
35 tamaño de la construcción, se muestra que el rotor del motor muy dominante

5 dinámicamente en virtud de su peso propio alto puede ocasionar fuertes oscilaciones, especialmente en virtud del desequilibrio térmico a diferentes temperaturas de funcionamiento y números de revoluciones correspondientes, lo que reduce el tiempo de actividad o bien acorta en una medida inaceptable los intervalos de mantenimiento.

[0004] Además, se conoce a partir de la solicitud de patente europea EP 1 074 746 B1 equipar un turbo compresor con tres cojinetes radiales, de manera que el rotor del motor está en conexión con el rotor del compresor por medio de un acoplamiento. El rotor del motor muy dominante dinámicamente está alojado en este caso por medio
10 de dos de los tres cojinetes radiales y el rotor del compresor está alojado en el extremo del rotor general resultante con un solo cojinete radial. También aquí se muestra a partir de un orden de magnitud determinado que las vibraciones pueden llegar a ser relativamente grandes.

[0005] Se conocen a partir de los documentos US 2002/0037772 A1, DE 37 29 486
15 C1m, que se considera como el estado más próximo de la técnica, a partir del documento US 2004/0179961 A1 y a partir del documento WO 2004/094833 A1, respectivamente, compresores con motor eléctrico conectado directamente, que está rodeado por una carcasa común, en los que los rotores del motor eléctrico y del compresor están alojados radial y axialmente de diferentes maneras. Por ejemplo, a
20 partir d estos documentos se conoce una disposición con cuatro cojinetes y con un acoplamiento elástico entre el árbol del compresor y el árbol del motor eléctrico.

[0006] Partiendo de los problemas e inconvenientes del estado de la técnica, la invención se ha planteado el cometido de crear una unidad de compresor mejorada del tipo mencionado al principio, que presenta un tiempo de actividad largo con un
25 gasto de mantenimiento solamente reducido y especialmente se caracteriza por un volumen sólo reducido de oscilaciones.

[0007] Para la solución del cometido, la invención propone una unidad de compresor de acuerdo con la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes contienen, respectivamente, desarrollos ventajosos de la invención.

[0008] La ventaja especial de la invención reside en el dominio máximo eficiente de las vibraciones del rotor, en particular aquéllas que son provocadas por el desequilibrio térmico. El alojamiento bilateral del rotor del motor conduce en primer lugar a una amortiguación eficiente del rotor del motor muy dominante en virtud de su peso propio. Las vibraciones que se producen a pesar de todo no pueden excitar el
35 rotor del compresor, en virtud de su alojamiento igualmente bilateral, hasta

vibraciones inaceptables, puesto que también éste experimenta una buena amortiguación en los dos puntos de apoyo. De esta manera, se puede dominar dinámicamente también un tamaño de construcción grande incluso a altos números de revoluciones.

5 **[0009]** Otras ventajas proporciona la disposición del acoplamiento entre los dos rotores, que no sólo se refieren al montaje. En la configuración propuesta, especialmente el rotor del compresor se puede fabricar de tipo de construcción discrecional, por ejemplo de una pieza o con fases individuales aplicadas sobre un árbol, que pueden estar divididas, dado el caso, en la dirección circunferencial o
10 pueden estar configuradas en una sola pieza. No se plantean problemas de unión en virtud del rotor de compresor separado y alojado en los extremos. En particular, el rotor del compresor se puede llevar también siempre para fines de mantenimiento separado de los cojinetes radiales para etapas de mecanización individuales, por ejemplo se puede realizar sin problemas una sobre-rotación separada del árbol o un
15 equilibrado. El aspecto de montaje tiene una importancia especial, puesto que en este campo de aplicación especial se emplean con preferencia cojinetes radiales encapsulados, que giran alrededor de 360° y están realizados no divididos. Por lo tanto, el rotor no puede presentar a ambos lados del punto de apoyo diámetros mayores que el diámetro interior del cojinete radial. La configuración encapsulada y,
20 por lo tanto, periférica de una sola pieza de los cojinetes radiales es especialmente ventajosa porque éstos se pueden exponer, por lo tanto, a medios agresivos sin daño y no son necesarios suministros adicionales de vapor de bloqueo o medias de obturación similares. En particular, una junta de obturación de vapor de bloqueo habitual en otro caso no es ninguna posibilidad económicamente ventajosa en las
25 condiciones especiales de funcionamiento, especialmente debido a la mala accesibilidad y a la deficiente disponibilidad que resulta de ello de gas de bloqueo limpio.

[0010] Además, la disposición y la configuración del acoplamiento ofrecen potencial constructivo adicional, para influir dinámicamente en los dos rotores en el
30 sentido de acuerdo con la invención. La configuración del acoplamiento como acoplamiento elástico, que solamente transmite pares de torsión, permite un desacoplamiento del rotor del compresor con respecto a las vibraciones de flexión del rotor del motor. En este caso, una opción especialmente conveniente es la utilización de un árbol esbelto apto para torsión y flexible en virtud de su esbeltez, es
35 decir, esencialmente poco resistente a la flexión, como acoplamiento entre los dos

rotores. Un árbol de este tipo (designado en inglés también como Quill-Shaft) es una variante esencialmente libre de mantenimiento y de construcción especialmente sencilla de un acoplamiento elástico. Pero, además, tiene también la ventaja de que puede transmitir fuerzas axiales y de esta manera solamente se requiere un alojamiento axial para los dos rotores.

[0011] Se ha revelado que es especialmente conveniente una disposición vertical de la unidad de compresor, a saber, una disposición vertical del rotor del motor y del rotor del compresor, de manera que un eje de giro común se extiende en dirección vertical. El compresor está diseñado en este caso de manera conveniente de tal forma que en virtud de las presiones diferenciales que resultan en las diferentes fases, se obtiene en el régimen nominal un empuje, que corresponde esencialmente a la fuerza de peso del rotor y la orientación del empuje se selecciona de tal forma que éste se compensa con la fuerza de peso. De esta manera, el alojamiento axial de la disposición se puede dimensionar relativamente pequeño, puesto que las fuerzas de apoyo que se producen allí durante el funcionamiento con número nominal de revoluciones son reducidas.

[0012] De manera conveniente, la carcasa de la unidad de compresor está realizada de dos partes, de manera que está prevista una unión parcial entre el compresor y el motor esencialmente en la zona del acoplamiento. De esta manera, especialmente en el caso de módulos grandes, se puede realizar el transporte en el estado despiezado y también este tipo de construcción dividido abre la posibilidad de una gama de productos modulares. A este respecto, hay que resaltar que el compresor en virtud de las presiones funcionales fuertemente variables, especialmente en virtud de las diferentes presiones de aspiración y de circulación de salida, puede variar en gran medida en su tamaño de construcción, mientras que hay que garantizar más fácilmente una constancia de la unidad de motor. En esta forma de realización, la configuración de acuerdo con la invención despliega ventajas adicionales, puesto que también en caso de división de la unidad de compresor en la zona del acoplamiento, los dos rotores se mantienen, respectivamente, en las carcasas parciales radialmente en su posición segura.

[0013] A continuación se describe en detalle la invención con la ayuda de un ejemplo de realización especial con referencia a los dibujos. La forma de realización mostrada debe entenderse solamente para la ilustración como ejemplo de la invención. En este caso:

La figura 1 muestra una sección transversal a través de una representación

esquemática de una unidad de compresor de acuerdo con la invención.

La figura 2 muestra una representación en sección de acuerdo con la sección AA en la figura 1.

[0014] La figura 1 muestra una sección a lo largo de una unidad de compresor 1 de acuerdo con la invención, que presenta como componentes esenciales un motor 2 y un compresor 3 en una carcasa 4 configurada hermética al gas. La carcasa 4 está provista con una unión parcial axial 5, de manera que se puede despiezar en dos carcasas parciales. La primera carcasa parcial 61 aloja el motor 2 y la segunda carcasa parcial 62 aloja el compresor 3. En la zona de la segunda carcasa parcial 62, la carcasa 4 está provista con una entrada 6 y con una salida 7, de manera que a través de la entrada 6 se aspira, por medio de un racor de aspiración 8, el fluido a comprimir y a través de la salida 7 se descarga el fluido comprimido.

[0015] La unidad de compresor 1 está dispuesta vertical en el funcionamiento, de manera que un rotor 15 del motor 2 sobre un rotor 9 del compresor 3 se unen bajo la intercalación de un acoplamiento 18 para formar un árbol 19 común, que gira alrededor de un eje de giro vertical común 60.

[0016] El rotor de motor 15 está alojado en dos cojinetes radiales, un primer cojinete radial 21 en el extremo superior del rotor del motor 15 y un segundo cojinete radial 22 en el extremo inferior.

[0017] El rotor del compresor 9 está alojado igualmente en ambos extremos con un cojinete radial, un tercer cojinete radial 23 en la posición superior y un cuarto cojinete radial 24 en la posición inferior.

[0018] En el extremo superior del árbol común 19, es decir, en el extremo superior del rotor del motor 15 está previsto un cojinete axial 25. El cojinete radial y el cojinete axial trabajan electromagnéticamente y están realizados en cada caso encapsulados. Los cojinetes radiales se extienden en este caso en la dirección circunferencial alrededor del punto de apoyo respectivo del árbol 19 y están configurados en este caso de forma giratoria alrededor de 360° y de forma no dividida.

[0019] El acoplamiento 18 entre los dos rotores 9, 15 está fijado en el lado extremo por medio de tornillos 71 en los dos rotores. El acoplamiento 18 está configurado como árbol esbelto, poco resistente a la flexión y apto para torsión que, en virtud de su mecanización especial puede transmitir pares de torsión altos, de manera que es torsionado de forma comparable a un muelle de torsión alrededor de su longitud. Tales árboles se designan también como Quill-Shaft. Este acoplamiento elástico

transmite, como consecuencia de su configuración 18 especial, el par de torsión entre el motor 2 y el compresor 3 y los desacopla ambos en la mayor medida posible de la vibración del otro componente respectivo. En particular, no se transmiten vibraciones de flexión. Además, el acoplamiento 18 está en condiciones de transmitir fuerzas
5 axiales, de manera que solamente es necesario un cojinete axial 25 común para el motor 2 y el compresor 3.

[0020] El compresor 3 configurado como compresor centrífugo presenta tres fases de compresor 11, que están en conexión, respectivamente, por medio de una sobrecirculación 33. Las diferencias de presión que resultan en las fases del
10 compresor 11 generan un empuje en el rotor del compresor 9, que se transmite a través del acoplamiento 18 sobre el rotor del motor 15 y que está dirigido en contra de la fuerza de peso de todo el rotor resultante que está constituido por el rotor del compresor 9, el acoplamiento 18 y el rotor del motor 15, de manera que se lleva a cabo una compensación del empuje en la mayor medida posible en el régimen
15 nominal. De esta manera, el cojinete axial 25 puede estar dimensionado comparativamente más pequeño que en una disposición horizontal.

[0021] Los cojinetes electromagnéticos 21 – 24, 25 están refrigerados por medio de un sistema de refrigeración 31 a temperatura de servicio, de manera que el sistema de refrigeración 31 prevé una toma 32 en una sobrecirculación del compresor 3 Desde la
20 toma 32 se conduce a través de tuberías una parte del medio de transporte, que es con preferencia gas natural, a través de un filtro 35 y a continuación a través de dos tuberías separadas se conduce hacia los puntos de apoyo exteriores respectivos (primer cojinete radial 21 y cuarto cojinete radial 24 así como el cojinete axial 25). Esta refrigeración a través del medio de transporte frío ahorra conductos de
25 suministro adicionales.

[0022] El rotor del motor 15 está rodeado por un estator 16, que presenta un encapsulamiento 39, de manera que el medio de transporte agresivo no daña los arrollamientos del estator 16. El encapsulamiento está diseñado en este caso con preferencia de tal forma que puede soportar toda la presión de servicio. Esto es
30 debido a que está prevista una refrigeración 40 separada del estator, que transporta un medio de refrigeración propio 41 a través de un intercambiador de calor 43 por medio de una bomba 42. Al menos el encapsulamiento 39 está realizado de tal forma que la sección, que se extiende entre el estator 16 y el rotor del motor 15, presenta, en efecto, un espesor de pared fino, pero en el caso de un llenado completo de la
35 refrigeración 40 del estator a través del medio de refrigeración 41, está en

condiciones de resistir la presión de diseño. De esta manera, se evita pérdidas mayores de corrientes turbulentas en esta zona y se mejora el rendimiento de toda la disposición.

5 **[0023]** El rotor del compresor 9 presenta de manera conveniente un árbol de compresor 10, sobre el que están montadas las fases individuales del compresor 11. Esto se puede realizar de manera preferida por medio de una adaptación de la retracción térmica, por ejemplo por medio de polígonos. Otra forma de realización prevé una soldadura de las diferentes fases del compresor 11 entre sí, de la que resulta un rotor de compresor 9 de una sola pieza.

10 **[0024]** La figura 2 muestra una sección (A-A) a través del rotor del motor 15 en la zona del motor 2. El rotor del motor 2 presenta escotaduras, en las que están insertados elementos conductores 50.

REIVINDICACIONES

1.- Unidad de compresor (1), especialmente para funcionamiento submarino, que comprende un compresor (3), con un rotor de compresor (9), que presenta una o varias fases de compresor (11), y que comprende, además, un motor eléctrico (2) con
5 un estator (16) y con un rotor de motor (15) y que comprende una carcasa (4) hermética al gas, que está provista con una entrada (6) y una salida (7), en la que el rotor del motor (15) presenta dos cojinetes radiales (21, 22) dispuestos, respectivamente, en el lado extremo, un primer cojinete radial (21) y un segundo cojinete radial (22), en la que el rotor del compresor presenta dos cojinetes radiales
10 (23, 24) dispuestos, respectivamente, en el lado extremo, un tercer cojinete radial (23) y un cuarto cojinete radial (24) y en la que un acoplamiento (39) está dispuesto entre los dos rotores (15, 9), que transmite pares de torsión, caracterizada porque el rotor del compresor (9) y el rotor del motor (15) conectados por medio del acoplamiento (39) forman un rotor común que se extienden en dirección vertical, de
15 manera que el compresor está diseñado de tal forma que en virtud de las presiones diferenciales que resultan en las diferentes fases, se obtiene en el régimen nominal un empuje, que corresponde esencialmente a la fuerza de peso del rotor y la orientación del empuje se selecciona de tal forma que éste se compensa con la fuerza de peso.

2.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada
20 porque el acoplamiento (39) está configurado como acoplamiento elástico.

3.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los cojinetes radiales están configurados como cojinetes electromagnéticos.

4.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones
25 anteriores, caracterizada porque al menos un cojinete axial está previsto en uno de los rotores (15, 9).

5.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el acoplamiento está configurado como árbol esbelto y apto para torsión entre los dos rotores (15, 9).

30 6.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque está previsto exactamente un cojinete axial.

7.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque en la disposición vertical, el rotor del motor (15) está dispuesto sobre el rotor del compresor (9).

35 8.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones

anteriores, caracterizada porque el cojinete axial (25) está dispuesto en la zona superior del rotor del motor (15).

9.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el rotor del motor (15) está configurado en tipo de construcción de capas apiladas.

10.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el rotor del motor está configurado en tipo de construcción continua y con elementos conductores (50) insertados en escotaduras, que se extienden en la dirección longitudinal.

11.- Unidad de compresor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el cojinete radial y el cojinete axial están configurados encapsulados.

Sigue una página de dibujos.

15

20

FIG 1

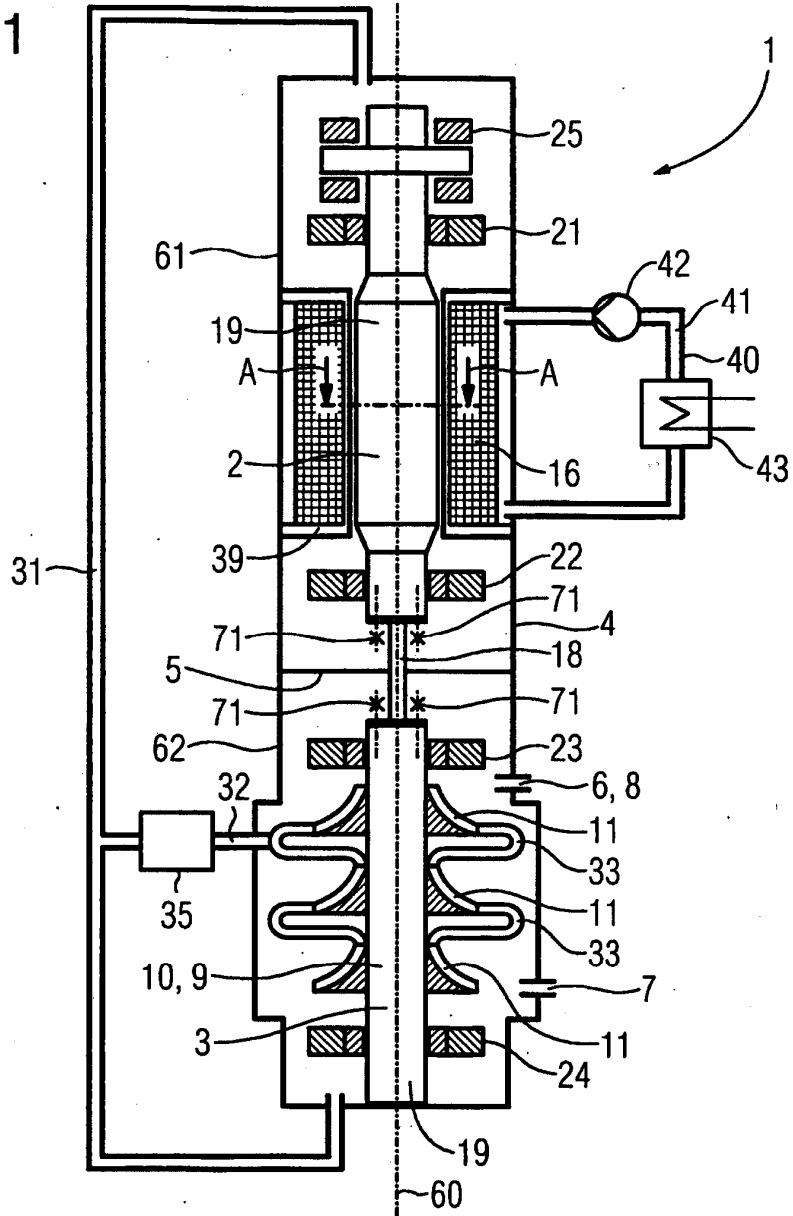


FIG 2

