

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 727**

51 Int. Cl.:

**F04B 39/02** (2006.01)  
**F04B 39/00** (2006.01)  
**F04B 39/12** (2006.01)  
**F01M 11/02** (2006.01)  
**F01M 1/06** (2006.01)  
**F16C 3/10** (2006.01)  
**F16C 3/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2011 PCT/BR2011/000452**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2012 WO12075554**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2011 E 11846712 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 2649317**

54 Título: **Cigüeñal para un compresor de refrigeración alternativo**

30 Prioridad:

**06.12.2010 BR PI1009161**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.02.2021**

73 Titular/es:

**WHIRPOOL S.A. (100.0%)**  
**Av. das Nações Unidas, 12.995, 32° andar**  
**Brooklin Novo**  
**04578-000 São Paulo SP, BR**

72 Inventor/es:

**MANKE, ADILSON LUIZ y**  
**CAPESTRINI, LAERTE**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

ES 2 805 727 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**

Cigüeñal para un compresor de refrigeración alternativo

5 Sector de la invención

La presente invención hace referencia a un cigüeñal para un compresor de refrigeración alternativo que tiene un orificio de lubricación mejorado.

10 Bases para la invención

Una compresión tiene la función de aumentar la presión de un volumen determinado de fluido hasta la presión requerida para llevar a cabo un ciclo de refrigeración.

15 La figura 1 muestra esquemáticamente las piezas principales del conjunto móvil de un compresor de refrigeración de tipo alternativo, en el que se utiliza un sistema de biela/manivela para convertir el movimiento giratorio del motor eléctrico en el movimiento alternativo de un émbolo.

20 Por lo tanto, la figura 1 muestra un árbol principal 1 (o cuerpo del árbol) conectado a una clavija 2 excéntrica por medio de una pestaña 3. La clavija 2 excéntrica está conectada por medio de una biela 4 a un émbolo 5 que se desplaza en el interior del cilindro 6a de un bloque 6 del cilindro. El conjunto es accionado por un motor eléctrico 7, en el que una bomba 8 fijada al árbol 1 o al rotor 7a del motor eléctrico 7 alimenta el conjunto con aceite lubricante 9.

25 La industria de la refrigeración está muy preocupada por el rendimiento de los compresores de refrigeración. De hecho, se han realizado muchos trabajos y estudios para mejorar este rendimiento, principalmente aquellos dirigidos a reducir las pérdidas mecánicas de las piezas móviles, tales como las generadas en los cojinetes radiales de un compresor.

30 La pérdida mecánica en los cojinetes radiales se genera por el contacto entre las superficies de las piezas y la fricción viscosa resultante de la presencia de aceite lubricante.

Las pérdidas causadas por el contacto de las superficies del árbol y el cojinete siguen la siguiente ecuación:

$$\text{Pot} = F_a \times \omega \times R,$$

35 donde

$$F_a = \mu \times N,$$

40 en la que

Pot = potencia generada por la fricción;  
 Fa = fuerza de fricción;  
 ω = velocidad angular relativa;  
 45 R = radio del árbol;  
 μ = coeficiente de fricción dinámica; y  
 N = fuerza normal.

50 Las pérdidas por fricción viscosa (por la cizalladura del aceite lubricante debida al movimiento entre el árbol y el cojinete) siguen la siguiente ecuación:

$$\text{Pot: cte} \times f(\omega) \times (\eta \times \omega^2 \times R^3 \times L) / c$$

55 en la que

Pot = potencia generada por la fricción;  
 ω = velocidad relativa entre superficies;  
 η = viscosidad del aceite;  
 R = radio del árbol;  
 60 L = ancho útil del cojinete;  
 c = holgura radial entre superficies; y

$$\epsilon = \text{relación de excentricidad árbol/cojinete}$$

65 Para reducir estas pérdidas mecánicas, se conocen soluciones en la técnica actual, que implican alterar la geometría de las piezas componentes para reducir la fricción. Entre este tipo de solución, se puede mencionar la posibilidad de

reducir el diámetro del árbol y de la clavija excéntrica.

Puesto que la reducción en la pérdida viscosa es proporcional al cubo del radio del árbol, la reducción en el diámetro del cojinete es una de las alternativas más interesantes para reducir la pérdida mecánica en un cojinete.

5 No obstante, existen algunas dificultades técnicas asociadas con esta reducción continua en el diámetro del cuerpo del árbol principal y de la clavija excéntrica, tales como:

- 10 a) reducción del momento de inercia y, en consecuencia, la resistencia del árbol se reduce;  
b) la reducción en la capacidad de bombeo centrífugo de un aceite, debido a la reducción en el diámetro del árbol, provoca una reducción en el radio máximo de centrifugación del aceite; y  
c) reducción de la capacidad de bombeo de aceite en una zona de transición entre el cuerpo del árbol y la clavija excéntrica.

15 Para disminuir dichas dificultades asociadas con el punto (a), es posible, por ejemplo, fabricar un cigüeñal de un material que tenga mayor resistencia mecánica, tal como fundición de hierro nodular o acero.

20 Con respecto a las dificultades asociadas con el punto (b) citado anteriormente, es posible superarlas, por ejemplo, optando por recurrir a una solución sugerida en la Patente de US 6,416,296 B1.

Con respecto a las dificultades asociadas con el punto (c) citado anteriormente, de hecho, son una limitación técnica para reducir los diámetros del árbol principal y de la clavija excéntrica, principalmente cuando están asociados con valores elevados de la excentricidad de la clavija excéntrica, porque el espacio disponible para mecanizar un orificio de lubricación (responsable de transferir el aceite entre el cuerpo del árbol y la clavija excéntrica) es muy limitado.

25 Los orificios del árbol conocidos en la técnica generalmente tienen dos configuraciones principales, tal como se muestra en las figuras 2 y 3.

30 En la figura 2, la configuración comprende un orificio 10 que comienza en la cara 2a de un cilindro que define una clavija 2 excéntrica y se dirige hacia el centro del cuerpo del árbol principal 1 hasta llegar a un orificio 11 transversal al eje geométrico del árbol 1.

35 Dicha configuración tiene una limitación con respecto al proceso de bombeo de aceite, porque para transferir el aceite desde el canal de lubricación del cuerpo del árbol principal a la clavija excéntrica, se requiere que el mismo se vea obligado a fluir hacia el centro del cuerpo, en dirección opuesta a la fuerza centrífuga generada por la rotación del árbol. Por lo tanto, en dicha configuración, el volumen de aceite transferido a la clavija excéntrica es inversamente proporcional a la profundidad radial máxima "E" a la que se fuerza el aceite contra la fuerza centrífuga (profundidad del orificio 11 en la dirección radial).

40 Con respecto a la configuración representada en la figura 3, un orificio de la clavija 2 excéntrica termina en una posición que se entrelaza directamente con el canal de lubricación 12 del cuerpo del árbol principal 1 (canal helicoidal que define un canal superficial comúnmente utilizado en parte del proceso para bombear aceite desde el depósito del compresor). Esta configuración, aunque elimina dicho problema asociado con el proceso para bombear aceite en dirección opuesta a la fuerza centrífuga, muestra un mejor rendimiento cuando un cojinete axial es plano, lo que actúa como una junta de estanqueidad mecánica evitando que el aceite sea totalmente expulsado del árbol cuando el canal de lubricación del cuerpo del árbol no está cubierto por un cojinete radial de bloque. Es decir, esta configuración es efectiva cuando dicho cojinete axial impide o limita la fuga de aceite que podría ser expulsado del árbol por la fuerza centrífuga de la acción.

50 Aunque existen soluciones que utilizan las soluciones explicadas anteriormente como base para cambios menores en un diseño, las complejidades geométricas de dichos orificios y sus procesos aumentan cuando se utiliza una combinación de diámetros del árbol y de la clavija excéntrica de valores inferiores a 14 mm y excentricidades superiores a 8,0 mm.

#### 55 Objetivos de la invención

60 Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es dar a conocer un árbol de un compresor de refrigeración que tiene un orificio que permite una reducción significativa en las dimensiones del cigüeñal sin limitar sustancialmente la excentricidad de la clavija excéntrica y limitando mínimamente el volumen de aceite bombeado a la clavija excéntrica y al émbolo.

#### Características de la invención

65 Los objetivos de la presente invención mencionados anteriormente se consiguen mediante un compresor que generalmente comprende un árbol principal (o cuerpo del árbol) conectado a una clavija excéntrica y que tiene un orificio de lubricación que se extiende a través de dicha clavija excéntrica y a través de, al menos, parte del cuerpo

del árbol principal, en el que uno de los bordes del orificio está en la superficie cilíndrica de la clavija excéntrica y la línea central del orificio está contenida en un primer plano B-B que no comprende un eje geométrico que pasa a través de la línea central del cuerpo del árbol principal y está girada en un ángulo "B" con respecto a un segundo plano P definido por las líneas centrales del cuerpo del árbol principal y la clavija excéntrica, cuya configuración permite proporcionar un orificio con una limitación mínima al bombeo de aceite y unos grosores de pared adecuados, garantizando una profundidad radial igual o menor de 4,0 mm, en la que la profundidad radial es medida desde una superficie interior del orificio de lubricación con respecto a la superficie cilíndrica del cuerpo del árbol principal. El árbol principal y la clavija excéntrica están conectados por medio de una pestaña periférica que generalmente define el cojinete axial (y que también generalmente incorpora una masa de contrapeso), y el orificio de lubricación (24) comprende, además, unos grosores mínimos de pared ("esp. 1" y "esp. 2") de 1,00 mm.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista esquemática que muestra las piezas principales del conjunto móvil de un compresor de refrigeración de tipo alternativo;  
 la figura 2 muestra una vista, en corte, del borde de un cigüeñal de compresor convencional, en el que está dispuesta una clavija excéntrica;  
 la figura 3 muestra una vista, en corte, del borde de otro tipo de cigüeñal de compresor convencional, en el que está dispuesta una clavija excéntrica;  
 la figura 4 muestra una vista superior de un cigüeñal de compresor, según una realización preferente de la presente invención;  
 la figura 5 muestra una vista, en corte, indicada en la figura 4, del borde de un árbol de compresor, en el que está dispuesta la clavija excéntrica, según la realización preferente de la presente invención;  
 la figura 6 muestra una vista, en corte, del borde de un árbol de compresor en el que está dispuesta una clavija excéntrica, según una realización alternativa de la presente invención;  
 la figura 7 muestra una vista superior de un cigüeñal de compresor, según una realización alternativa de la presente invención;  
 la figura 8 muestra una vista, en corte, indicada en la figura 7, del borde de un árbol de compresor, en el que está dispuesta una clavija excéntrica, según la realización alternativa de la presente invención;  
 la figura 9 muestra un gráfico que muestra los resultados experimentales de medir una fuga de aceite (capacidad de bombeo) de un árbol, en el que se ha variado la profundidad máxima ("E") del orificio de lubricación 24 con respecto a la superficie del cuerpo del árbol;  
 la figura 10 muestra un gráfico que muestra el resultado de un estudio técnico para 4 excentricidades diferentes de una clavija excéntrica, en el que el orificio 24 se mantuvo fijo con respecto al árbol del cuerpo.

Descripción detallada de la invención

A continuación, la presente invención se describirá con más detalle en base a ejemplos de ejecución representados en los dibujos. Se debe interpretar que los principios de la presente invención pueden ser aplicados a cualquier tipo, tamaño o configuración de un compresor alternativo.

Las figuras 4 y 5 muestran una realización preferente del cigüeñal de la presente invención, en la que la figura 4 es una vista superior y la figura 5 es una vista, en corte parcial, de la parte del borde del árbol en el que está dispuesta una clavija excéntrica.

Tal como se puede ver en estas figuras, el cigüeñal 1 de la presente invención comprende un árbol principal 21 conectado a una clavija excéntrica 2 por medio de una pestaña periférica 3.

Para evitar los problemas e inconvenientes asociados con las soluciones para los orificios de la técnica actual, el cigüeñal 1 de la presente invención comprende un orificio 24 cuyo borde comienza (o termina, según la técnica de mecanizado utilizada) en la superficie cilíndrica 2b de la clavija 2, y termina (o comienza, según la técnica de mecanizado utilizada) en la superficie cilíndrica 21a del cuerpo del árbol principal 21, tal como se puede ver en las figuras 4 y 5.

Un canal helicoidal de lubricación (no mostrado) está dispuesto en la superficie cilíndrica 21a del árbol principal 21. Dicho canal de lubricación es conocido por los expertos en la técnica y, por lo tanto, no se describirá en detalle en este documento.

Tal como se muestra en las figuras 4 y 5, el orificio 24 está en un primer plano B-B que no contiene el eje geométrico que pasa a través de la línea central del árbol principal 21 y está girado en un ángulo "B" con respecto a un segundo plano P definido por las líneas centrales del árbol principal 21 y de la clavija excéntrica 2 para minimizar la profundidad máxima "E" de la superficie interior del orificio 24 con respecto a la superficie cilíndrica 21a del árbol principal 21.

Por lo tanto, minimizando la profundidad máxima "E" (o maximizando el radio mínimo "R1"), se obtiene una menor limitación al flujo de aceite desde dicho árbol principal 21 a la clavija excéntrica 2.

Por lo tanto, utilizando una configuración del orificio de la presente invención, se consigue un alto grado de flexibilidad en la posición del orificio 24, en la que se puede obtener una profundidad radial máxima "E" (valores por debajo de 4,0 mm) combinando correctamente los ángulos "B" y "D" ("D" es un ángulo en la posición de inicio del orificio 24 en la superficie 2b de la clavija excéntrica), cuando se consideran las dimensiones proporcionadas por la excentricidad "A", el diámetro "F" del orificio 24 y los diámetros del árbol principal 21 y de la clavija 2 excéntrica del cigüeñal 1.

El beneficio alcanzado al aumentar el radio mínimo "R1" (o al reducir la máxima profundidad radial "E") del caudal de aceite se puede ver en la figura, que muestra la relación inversamente proporcional entre la reducción en la máxima profundidad radial "E" y el aumento del caudal de aceite.

Para conseguir un mecanizado correcto de un orificio 24, según la realización preferente de la invención, la herramienta de perforación debe ser introducida desde un ángulo "D" con respecto al centro de la clavija excéntrica y, en el plano B-B, el orificio 24 tiene una inclinación en ángulo "T" con respecto a la línea central del árbol principal 21, en la que dichos ángulos ("D" y "T") están definidos por:

- excentricidad "A" de la clavija excéntrica;
- diámetro del árbol principal 21 y de la clavija excéntrica 2; y
- distancia axial entre el inicio y el final (alturas "H" y "C") del orificio en las superficies del árbol principal 21 y la clavija excéntrica 2.

El inicio del orificio en la superficie cilíndrica 2b de la clavija 2 excéntrica permite utilizar ángulos "I" de aproximadamente 45°, que, en combinación con el ángulo "B", permiten que dicho orificio esté dispuesto en una zona que garantice grosores de pared satisfactorios ("esp. 1" y "esp. 2" en la figura 5, por encima de 1,0 mm) incluso con la utilización de árboles que tienen:

- un diámetro del cuerpo y de la clavija excéntrica menor de 14,0 mm;
- diámetros del orificio "F" de 2,5 mm o mayores;
- excentricidades de 12,00 mm o mayores;
- menores grosores de la pestaña periférica que define el asiento axial.

Tras el análisis del proceso de fabricación requerido para el mecanizado de dicho orificio 24, teniendo en cuenta que se fabrican árboles con diferentes excentricidades en el mismo equipo, es posible simplificar este proceso (reducción de tiempo en la preparación o configuración de las máquinas) manteniendo una posición fija del orificio 24 con respecto al cuerpo del árbol 21 para un rango determinado de excentricidades "A".

Tal como se muestra en la figura 4, manteniendo fijo el ángulo "B" y el radio mínimo "RO", la posición inicial del orificio 24 en la superficie 2b de la clavija excéntrica definida por el ángulo "D", resulta ser variable con excentricidad "A". La figura 8 muestra esta situación para diferentes excentricidades (excentricidades de 6, 8, 10 y 12 mm).

La figura 6 muestra una realización alternativa de la presente invención, en la que el orificio 24 no es un orificio que pasa completamente a través del árbol principal 21 del cigüeñal 1. En este sentido, la figura 6 muestra el cigüeñal en una vista, en corte, correspondiente al corte B-B mostrado en la realización de la figura 4.

En este caso, se utiliza un orificio 25 complementario que interconecta el orificio 24 con un canal helicoidal en la superficie del árbol principal 21.

Dicho orificio 25 complementario puede ser perpendicular a la superficie del árbol principal 21, tal como se muestra en la figura 6, o puede tener otro tipo de dirección adecuado.

Adicionalmente, en otra realización alternativa, tal como se muestra en las figuras 7 y 8, el orificio 24 puede terminar total o parcialmente en la superficie axial 3a del reborde periférico 3 de manera similar a la terminación del orificio de lubricación representado en la figura 3. La profundidad máxima "E" se convierte en cero porque el radio mínimo "R1" es mayor que el radio "Rc" del cuerpo del árbol principal 21 y, en consecuencia, allí ya no será necesario garantizar un grosor mínimo "esp. 2".

Para esta configuración concreta en la que el orificio 24 alcanza parcialmente el cuerpo del árbol principal, dicho orificio 24 ya no está completamente formado en esta zona y, por lo tanto, pasa a formar un canal (semicilíndrico) sobre la superficie cilíndrica 21a del cuerpo del árbol principal 21, que puede ser conectada directamente a un canal helicoidal de lubricación normalmente dispuesto en dichos árboles.

Adicionalmente, la presente invención no solo es aplicable a cigüeñales con clavija excéntrica dispuesta axialmente en uno de los bordes del cuerpo principal, sino que también se puede utilizar en cigüeñales en los que una clavija excéntrica 2 está dispuesta entre los cojinetes de un cigüeñal con cojinete doble.

La presente invención permite obtener un alto grado de flexibilidad en el diseño de un orificio del cigüeñal de un compresor, permitiendo la presente invención:

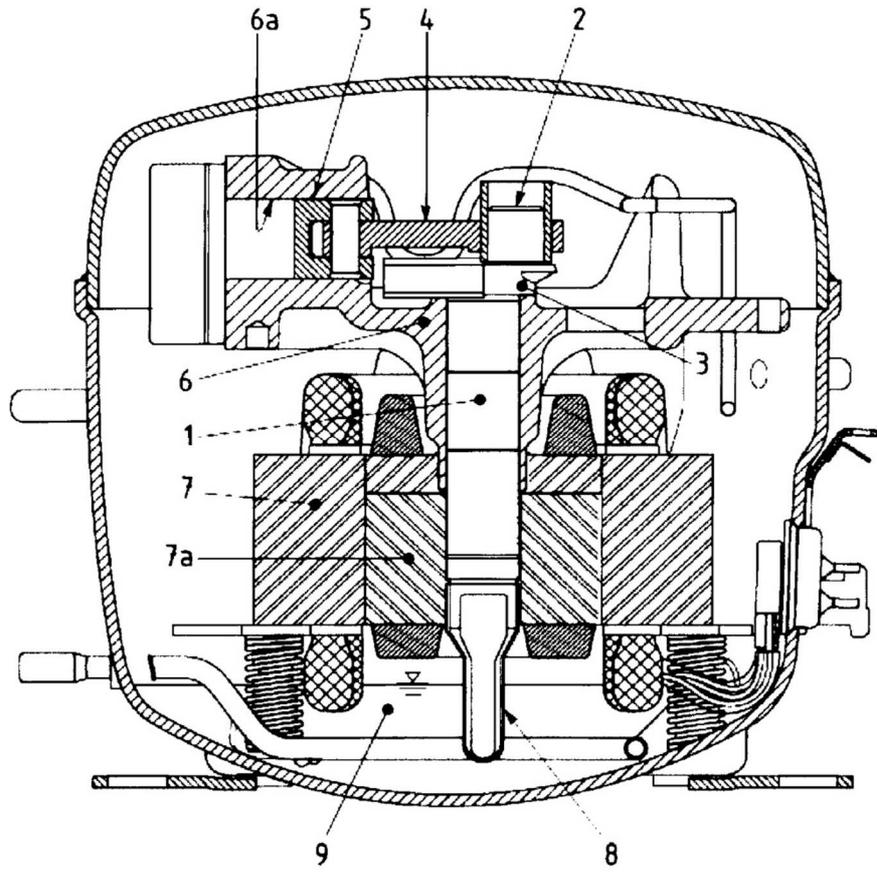
- 5 - aumentar los grosores ("esp. 1" y "esp. 2") de la pared del árbol, garantizando de este modo una profundidad radial máxima "E" adecuada para el proceso de bombeo de aceite; y
- disponer el inicio y el final del orificio en una zona fuera de la carga del cojinete (la zona en la que se producen más presiones sobre la película lubricante durante el régimen hidrodinámico);
- 10 - simplificar el proceso de mecanizado (reducción en el tiempo de preparación o configuración del mecanizado), mediante el cual se mantiene una posición fija del orificio 24 con respecto al cuerpo del árbol 21 para un rango determinado de excentricidades "A".

De hecho, la presente invención da a conocer la utilización de cigüeñales que tienen diámetros extremadamente pequeños (y, en consecuencia, tienen una baja pérdida viscosa) incluso con altas excentricidades (12,0 mm o mayores) manteniendo de este modo una excelente capacidad de bombeo de aceite, resistencia mecánica y  
15 facilidad de fabricación.

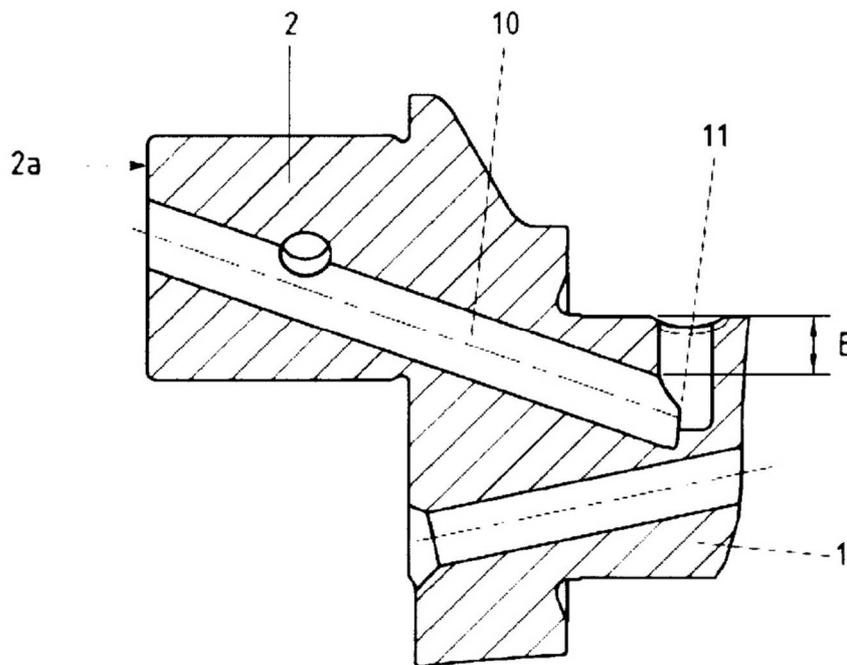
Se debe entender que la descripción proporcionada en base a las figuras anteriores solo se refiere a posibles realizaciones para el cigüeñal de la presente invención, en las que el verdadero alcance del objetivo de la presente invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.  
20

**REIVINDICACIONES**

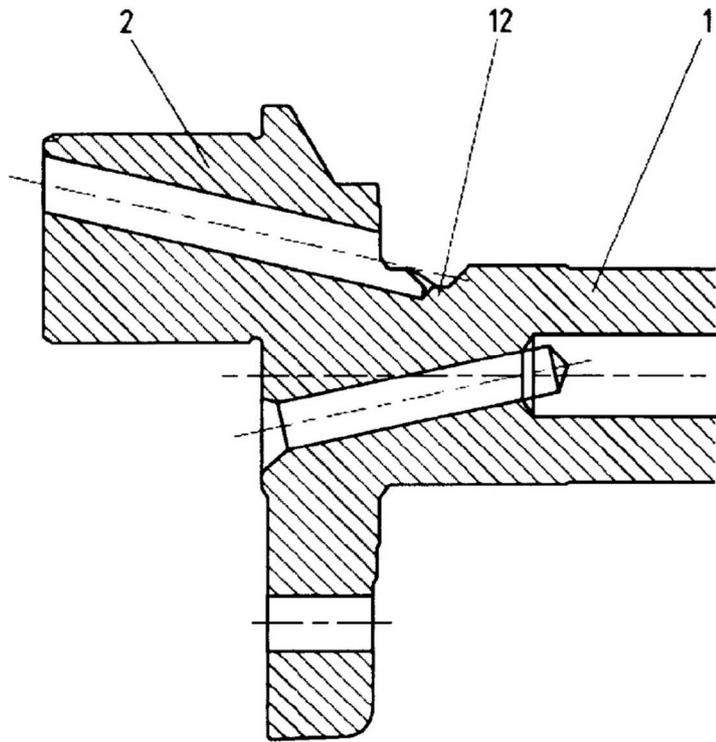
1. Compresor alternativo provisto de un cigüeñal (1) que actúa como una bomba centrífuga de aceite, comprendiendo el cigüeñal (1) un árbol principal (21) conectado a una clavija excéntrica (2) y que tiene un orificio de lubricación (24) extendido que se extiende linealmente desde una superficie cilíndrica (2b) de dicha clavija (2) excéntrica hasta una superficie cilíndrica (21a) del cuerpo del árbol principal, en el que dicho orificio (24) de lubricación tiene una línea central contenida en un primer plano (B-B), siendo el primer plano (B-B) paralelo a un árbol geométrico coincidente con la línea central del árbol principal (21), pero que no contiene el mismo, y está desplazado angularmente un ángulo (B) con respecto a un segundo plano (P) definido por la línea central de dicho árbol principal (21) y la línea central de dicha clavija (2) excéntrica, garantizando una profundidad radial (E) de 4,0 mm o menos, en el que la profundidad radial es medida desde la superficie interior del orificio (24) de lubricación con respecto a la superficie cilíndrica del cuerpo de dicho árbol principal (21), en el que dicho árbol principal (21) está conectado a dicha clavija excéntrica (2) por medio de una pestaña periférica (3), y en el que el orificio de lubricación (24) está posicionado y dimensionado para dar como resultado un grosor de pared mínimo ("esp. 1" y "esp. 2") de 1,00 mm.



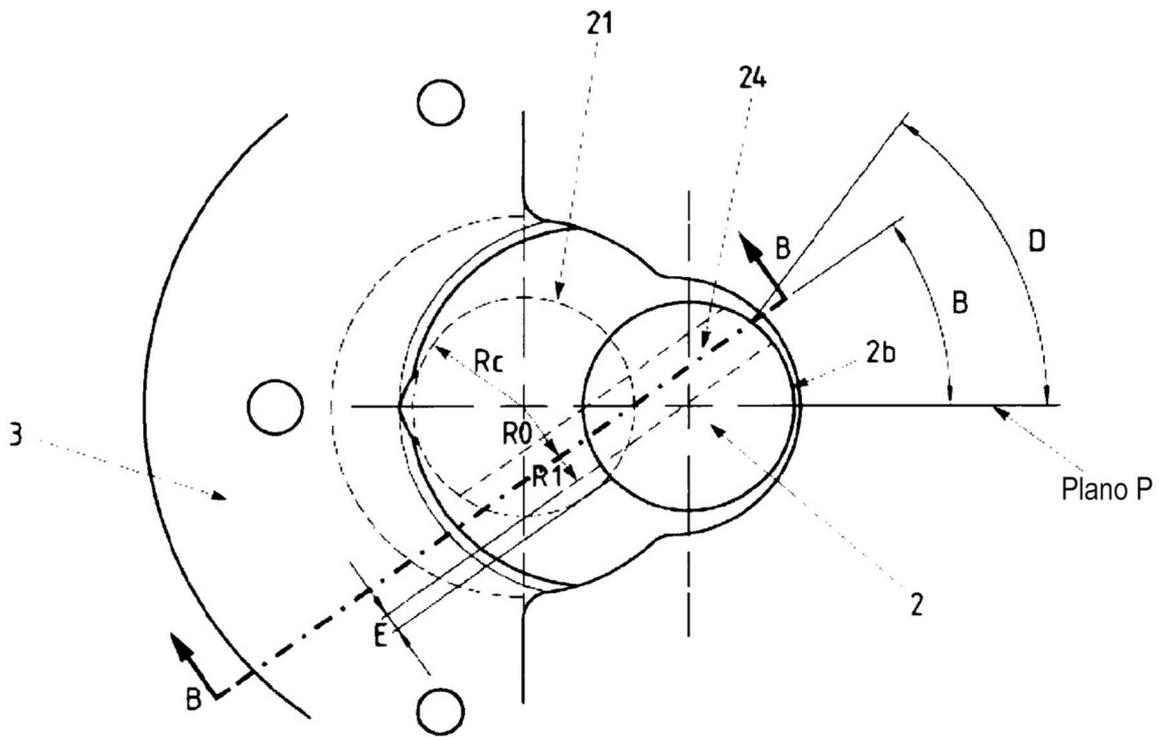
**Fig.1**



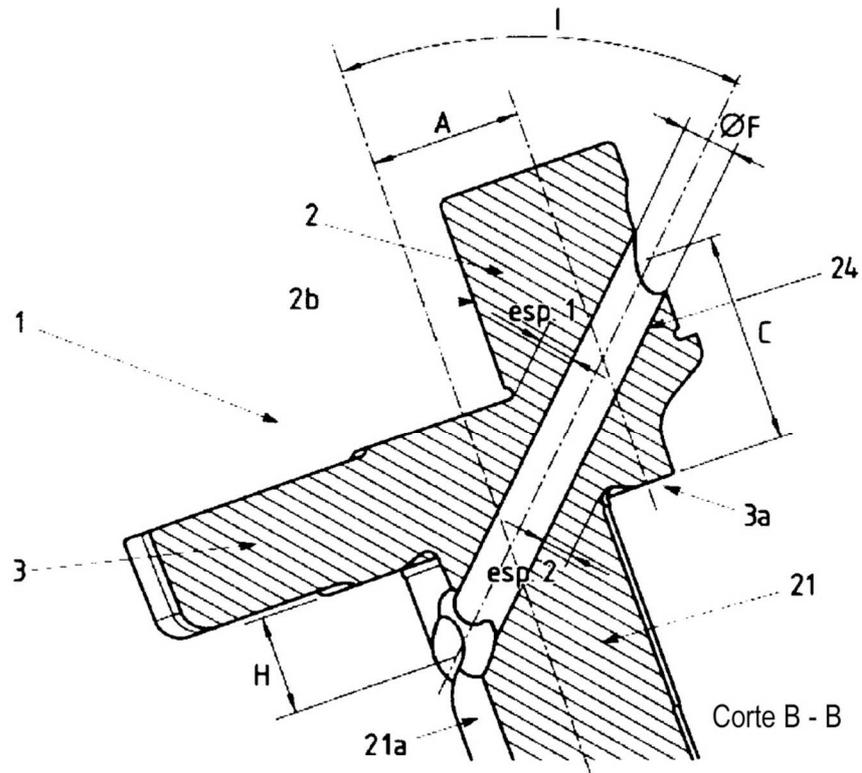
**Fig.2**



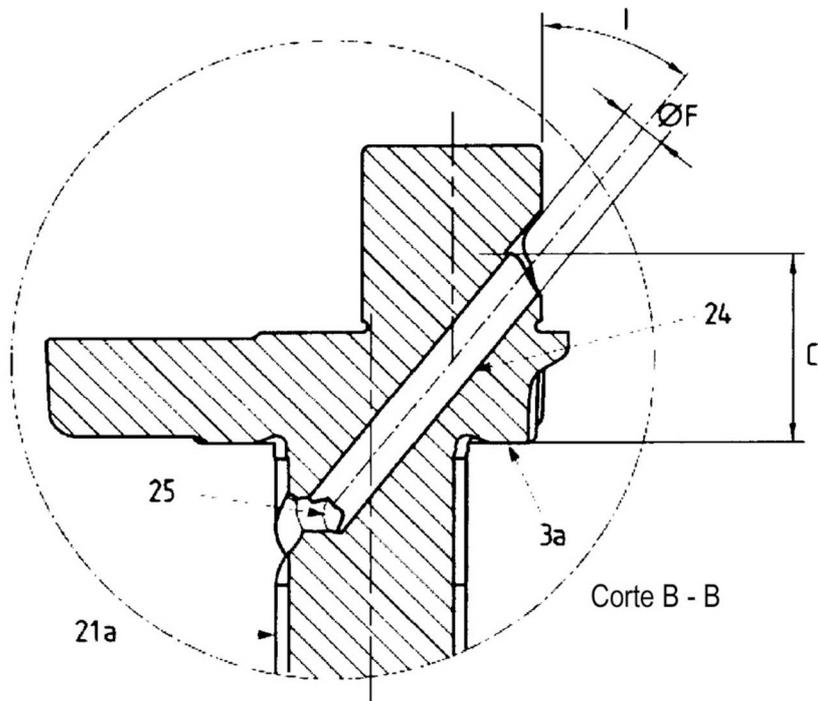
**Fig.3**



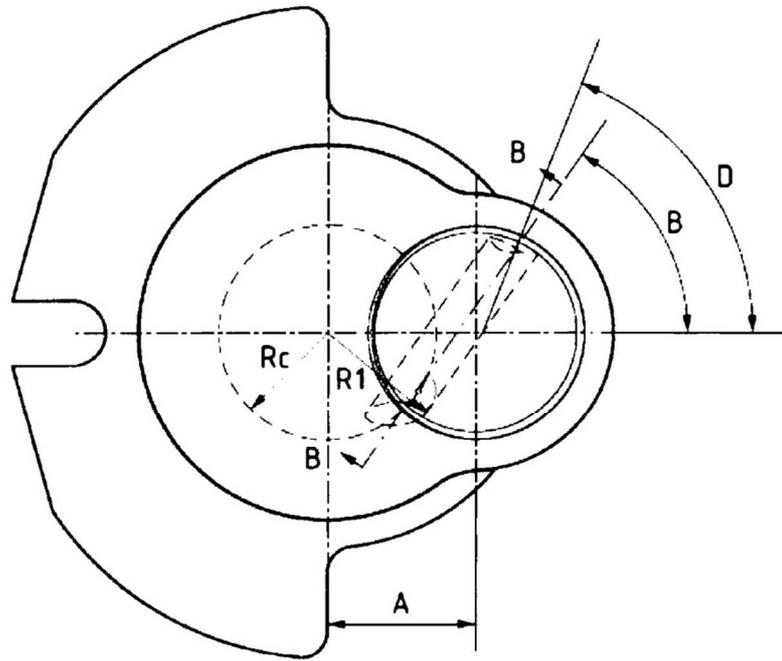
**Fig.4**



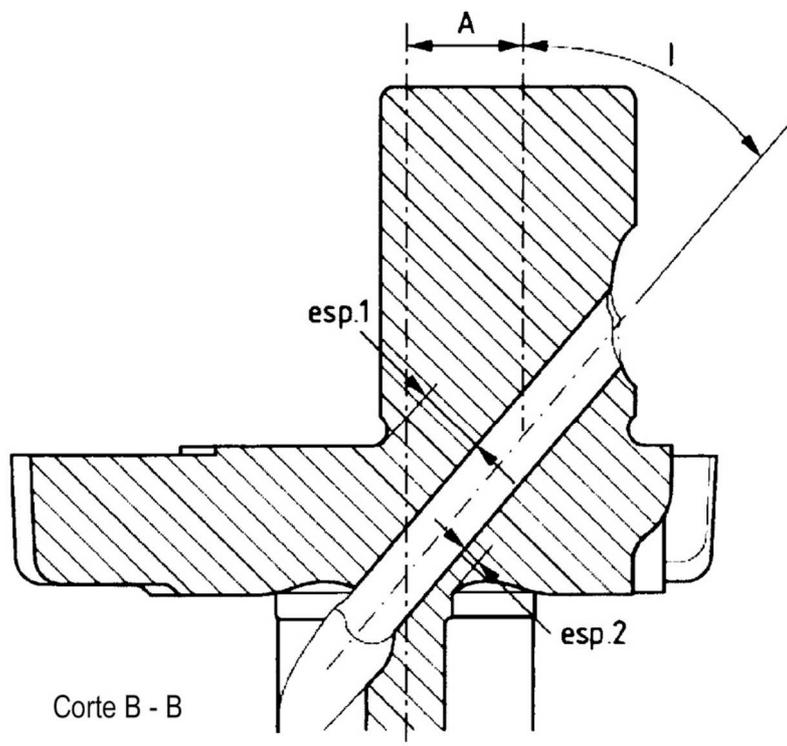
**Fig.5**



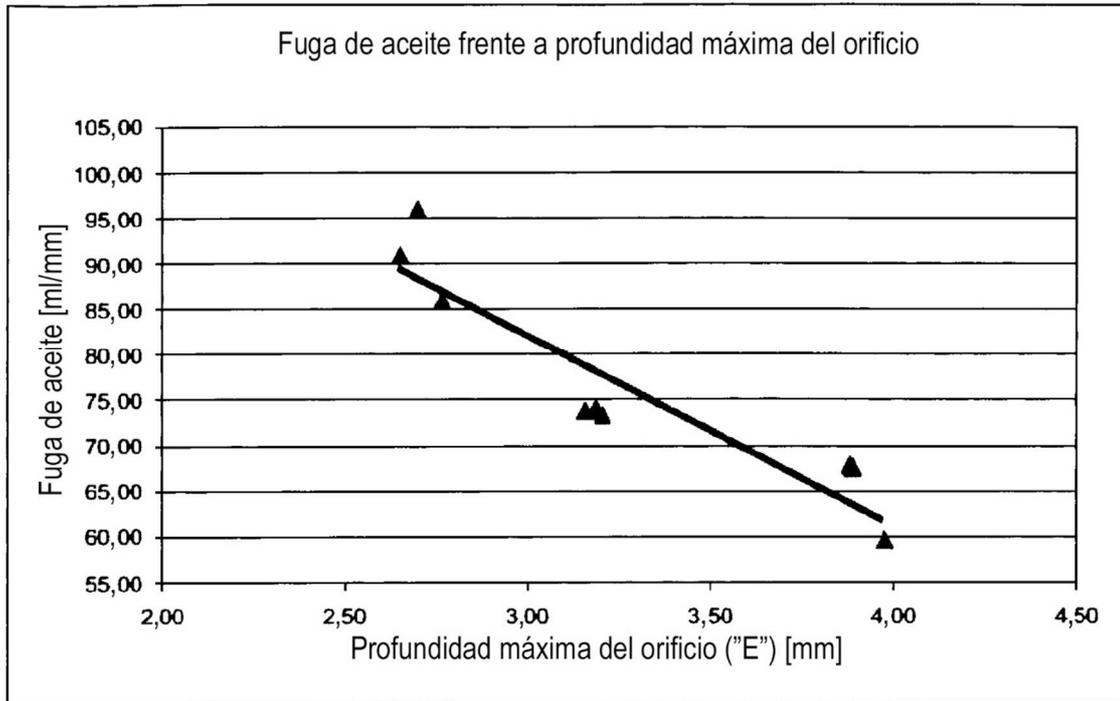
**Fig.6**



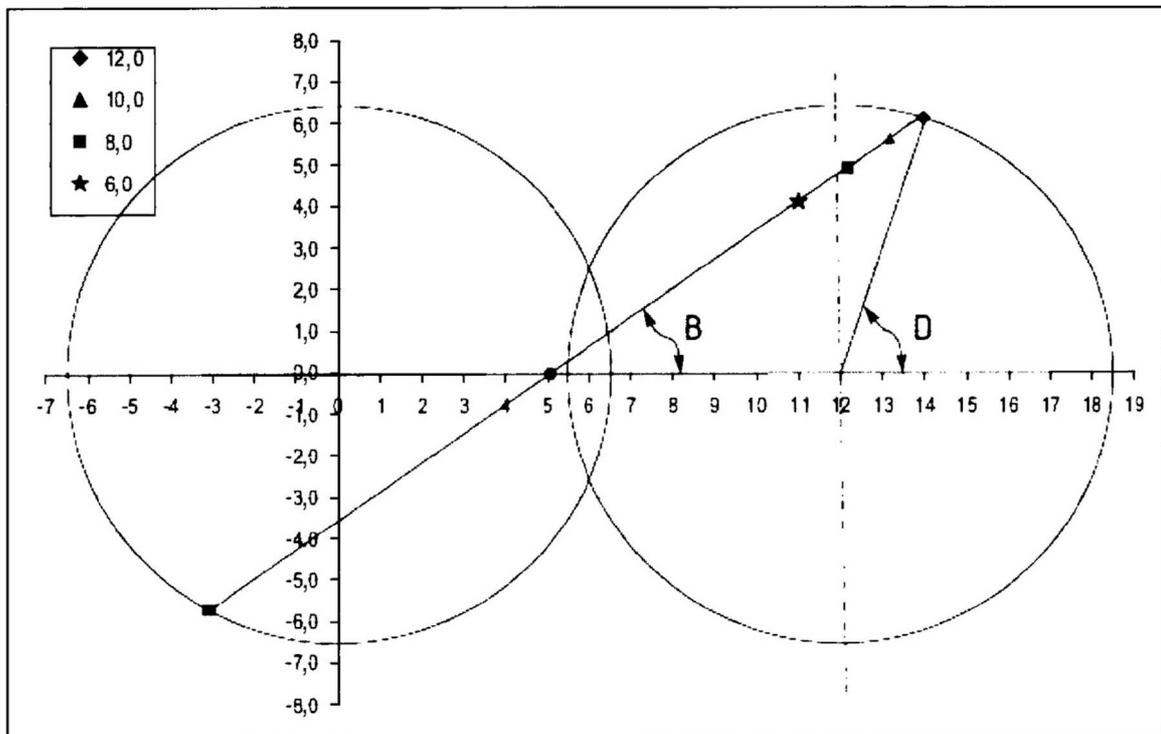
**Fig.7**



**Fig.8**



**Fig.9**



**Fig.10**

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- US 6416296 B1

10