



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 271 885**

51 Int. Cl.:
F04D 29/24 (2006.01)
F04D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **04731592 .4**
86 Fecha de presentación : **07.05.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1625304**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **15.02.2006**

54 Título: **Bomba centrífuga multifásica.**

30 Prioridad: **17.05.2003 DE 103 22 382**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

73 Titular/es: **KSB Aktiengesellschaft**
Johann-Klein-Strasse 9
67227 Frankenthal, DE

72 Inventor/es: **Urban, Jörg;**
Kochanowski, Wolfgang;
Brecht, Bernhard y
Scharpf, Stephan

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

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

Bomba centrífuga multifásica.

El presente invento hace referencia a una bomba centrífuga de tipo multifásico en la que cada fase de la bomba presenta una carcasa compuesta de una o varias piezas y un rodete alojado en su interior, las fases de la bomba están dispuestas entre una pieza terminal de entrada y una pieza terminal de salida y están sujetas entre éstas a través de medios de unión para la conexión a un sistema de transmisión de corrientes, todos los rodetes están dispuestos sobre un árbol de bomba soportado por un mínimo de dos cojinetes de bomba, un extremo del árbol de bomba está provisto de un acoplamiento para un medio de unión de un mecanismo de propulsión y en la que existen medios de apoyo externos situados en la zona de las piezas terminales para la fijación de la bomba centrífuga en una ubicación de instalación.

Este tipo de bombas centrífugas en forma de bombas compuestas están diseñadas para poder transportar un fluido a alta presión. Están configuradas como dispositivos independientes cuyos árboles están unidos por intercalación de un elemento de conexión a una máquina propulsora, por ejemplo un electromotor o una turbina. Tanto la bomba centrífuga como la máquina propulsora se montan juntas sobre una misma placa base o sobre un mismo lecho. Entre sus aplicaciones normalmente se incluye la de bomba de alimentación multifásica en centrales eléctricas u otras instalaciones en las que se exige trabajar a una presión elevada. A consecuencia de la estructura multifásica y de la disposición de las fases de la bomba entre las piezas terminales, durante su fabricación puede acometerse fácilmente una adaptación a distintas condiciones de funcionamiento pudiendo variar el número y el diseño de las fases de bomba. Asimismo, los medios de unión y el árbol de bomba deben corresponderse con la longitud total de la bomba centrífuga y, en función de la longitud del aparato, cabría la necesidad de ampliar la placa base o el lecho de la bomba.

Este tipo de bombas centrífugas ya se dan a conocer en los documentos DE 22.04.995 A1, DE 26.14.163 B1 y en el diccionario de bombas centrífugas de KSB, 3ª edición actualizada, página 185. En estas bombas compuestas multifásicas los cojinetes del árbol de la bomba están situados en el exterior de éste y a una cierta distancia de las piezas terminales de la bomba centrífuga. La distancia entre los cojinetes de la bomba se ve ampliada por la necesidad de un espacio para la aplicación de un sellado de los árboles que impida el escape de líquidos de la carcasa de la bomba centrífuga. Desde el punto de vista de la física de oscilación, el hecho de ampliar la distancia entre los cojinetes del árbol por ese motivo es perjudicial ya que puede traducirse en oscilaciones no deseadas de las piezas giratorias. Y la admisión de fuerzas de los conductos, que se transmiten a la bomba centrífuga a través de las piezas terminales, influye negativamente en la relación de fuerzas de dicha bomba centrífuga.

Para fijar esta clase de bombas centrífugas en un lugar de aplicación dado se emplean medios de apoyo externos previstos en las piezas terminales o entre las piezas terminales de la bomba centrífuga. Elegir incorrectamente el emplazamiento de dichos medios de apoyo externos, que generalmente incluyen patas, listones o tornapuntas, puede provocar en relación con la bomba centrífuga montada repercusiones negativas

sobre el comportamiento de oscilación de las piezas giratorias.

El presente invento se basa en el objetivo de optimizar el comportamiento de oscilación del sistema giratorio de una bomba centrífuga y de posibilitar un funcionamiento a revoluciones elevadas. La solución de este problema prevé que la distancia máxima L_L entre las caras delanteras orientadas frente a frente de dos cojinetes de bomba es inferior o igual al producto de la altura de fase mínima L_M por el número de fases de bomba menos 1.

Con esta solución se consigue una construcción especialmente rígida de la pieza giratoria, también denominada rotor, de una bomba centrífuga. Para ello se coloca una cara frontal de cojinete de bomba en forma de cojinete de deslizamiento en aquel lugar en el que el intersticio de un cojinete de deslizamiento posee su inicio o su orificio de admisión. En el caso de cojinetes de rodamiento, se trata de la superficie delantera de un anillo guía que garantiza la distancia mínima. Gracias a la distancia extremadamente pequeña entre los cojinetes de la bomba se obtiene una construcción especialmente estable de todo el sistema giratorio. Así, la suspensión del árbol queda situada inmediatamente al lado de los rodets, los cuales soportan cargas elevadas.

La altura de fase mínima L_M adecuada para la distancia de los cojinetes se calcula a partir de la distancia entre centros mínima proyectada sobre el árbol de la bomba y medida en dirección axial la cual separa dos anchuras de salida de rodete consecutivas. Asimismo, también puede utilizarse la distancia entre las entradas de dos rodets consecutivos.

Las realizaciones prevén que un cojinete de bomba situado en el lado de presión esté instalado de forma ya conocida en la proyección de la sección transversal de la tubuladura de presión orientada al árbol de la bomba. Del mismo modo también puede instalarse el cojinete de bomba en la última fase de la bomba o entre fases de bombas, o en fases de bombas, que precedan a la última fase de bomba según la dirección de la corriente. A través de esta medida, y en especial en el caso de bombas centrífugas con un número de fases superior a nueve, se obtiene una disposición bastante más rígida de un rotor compuesto por árbol y rodets.

De igual modo, la colocación de un cojinete del lado de succión en la primera fase de la bomba y la disposición de un cojinete del lado de succión entre fases de bombas o en fases de bombas consecutivas que sigan a la primera fase son medidas que sirven para reducir la distancia entre cojinetes.

Se consideran cojinetes de bomba externos aquellos cojinetes que estén situados lo más cerca posible del extremo del lado de presión o del lado de succión, según corresponda, del árbol de la bomba y entre los que estén montados sobre dicho árbol de la bomba todos o una parte de los rodets de las fases de la bomba. Una fase de bomba está constituida por un rodete y una carcasa que lo rodea, compuesta ésta por una o varias piezas de transporte de la corriente. Las piezas adicionales especiales, como inductores, dispositivos de compensación, rodets auxiliares o juntas de estanqueidad, no son a este respecto fases de bomba.

Se obtiene una construcción de bomba rígida cuando la distancia entre los centros de dos cojinetes externos L_L es igual o inferior a la distancia L_A entre los medios de apoyo medida en la dirección del árbol. Puesto que los medios de apoyo están colocados en la

zona de las piezas terminales, se consigue un comportamiento de oscilación general mejorado. Con esto se obtiene una disposición especialmente extensa de los medios de apoyo, por lo que la fijación de la bomba centrífuga en su emplazamiento último es altamente elevada. De este modo, las fuerzas de los conductos que actúan sobre la bomba centrífuga se derivan hacia una base de forma segura y sin repercusiones negativas sobre la pieza giratoria de la bomba.

Los medios de unión están dispuestos en las piezas terminales de modo ya conocido, por lo que se garantiza la cohesión entre las piezas principales de la bomba centrífuga.

Puesto que el cojinete del lado de succión del árbol de bomba siempre queda dentro de la carcasa de la bomba, a diferencia de una disposición de los cojinetes en la que éstos se encuentran situados fuera de la carcasa de transporte de la presión, se ahorra un sellado adicional del árbol y se obtiene una mejora en la seguridad de funcionamiento. La reducción de la distancia entre cojinetes mejora el comportamiento general de oscilación de la pieza giratoria.

Según otra realización, se sitúa un cojinete del lado de presión en la pieza terminal de escape. Esta medida también mejora el flujo de la fuerza entre los conductos que se conectan a la bomba centrífuga y la base del emplazamiento. No importa si de este modo se crea un posible flujo de fuerza rectilíneo, puesto que esto ya no ejerce influencia negativa alguna en el comportamiento de oscilación de la pieza giratoria.

La disposición de un sellado del árbol en la zona situada entre un extremo del árbol y el cojinete de bomba más próximo también ha demostrado ser ventajoso ya que la suspensión más rígida del árbol se traduce en una disminución de las influencias negativas sobre el sellado.

Las piezas terminales de admisión y/o escape están diseñadas como piezas individuales y están situadas junto a piezas de fase de bomba transmitiendo la fuerza. Estas piezas terminales de admisión y/o escape también pueden ser componentes integrales de piezas de fase de bomba.

Con un número elevado de fases de bomba, por ejemplo en caso de emplearse más de diez fases, se ha demostrado la conveniencia de calcular la distancia de cojinetes mínima L_{Lmin} medida entre caras frontales de cojinete enfrentadas entre sí a partir del número de fases de bomba reducido en un valor entre 2 y 5, multiplicado por la altura mínima de fase.

En los dibujos se representan ejemplos de realización que se describirán a continuación. Las figuras muestran:

La figura 1 muestra una sección de una bomba centrífuga;

La figura 2 muestra la disposición de un cojinete en el lado de succión.

En el ejemplo de realización de la figura 1 se representa una bomba centrífuga de cinco fases cuyos rodetes 1 giran en las carcasas 2 de cada fase y están fijados juntos sobre un árbol de bomba 3. Las fases de la bomba están dispuestas entre una pieza terminal de admisión 4 y una pieza terminal de escape 6 y disponen de piezas de fase de bomba 2.1-2.5 que están diseñadas para la transmisión de la presión y admiten otras instalaciones de transporte de la corriente. En el ejemplo, las piezas de fase de bomba 2.1-2.4 están constituidas de forma idéntica. En la mitad inferior del ejemplo de realización, la pieza terminal de

admisión 4 presenta dos piezas, de las cuales la pieza anular individual 4 está situada en la pieza de fase de bomba 2.6 de la primera fase de modo que ésta transmite la fuerza. Esta pieza de fase de bomba 2.6 incluye al mismo tiempo el orificio de succión 5 de la bomba centrífuga y hace las veces de cubierta de la carcasa. En la mitad superior del ejemplo de realización, la pieza de fase de bomba 2.6 de la primera fase es parte integral de la pieza terminal de admisión 4 y conforma toda una pieza junto con ésta.

Sucede lo mismo con la pieza terminal de escape

6. Ésta presenta varias piezas en la mitad superior del dibujo y es una parte integral de la pieza de fase de bomba 2.5 de la última, aquí quinta, fase de la bomba. La pieza de fase de bomba 2.5 posee una mayor longitud que las piezas de fase de bomba precedentes 2.1-2.4 de las otras fases de la bomba. Ésta incluye un espacio de recogida mayor, del que surge una tubuladura de presión 7 mediante la cual se transporta un fluido hacia un sistema de conductos conectado.

La pieza terminal de escape 6 está realizada en la mitad inferior del dibujo como pieza individual en forma de anillo y, en la mitad superior del dibujo, como pieza integral de la carcasa 2.5. Al mismo tiempo conforma el apoyo para los medios de unión externos 8 con los que se mantienen unidas todas las piezas de la bomba. En este caso, los medios de unión 8 aparecen representados como tirantes que atraviesan los orificios correspondientes de las piezas terminales 4, 6 y que garantizan la sujeción conjunta de la bomba centrífuga con la ayuda de piezas de tornillo.

En las piezas terminales 4 y 6 hay dispuestos medios de apoyo 9, 10 que permiten la fijación de la bomba centrífuga en su emplazamiento futuro. La distancia L_A entre los medios de apoyo 9, 10 es mayor que la distancia L_L entre los cojinetes 11, 12 del árbol de bomba 3. Uno de los extremos 13 del árbol, que se conectará con un dispositivo propulsor, se encuentra junto al cojinete 11 del lado de presión, el cual está dispuesto en la carcasa 2.5 de la última fase de bomba, en este caso la quinta. Esta quinta fase de bomba dispone de un collar 14 que sobresale desde el extremo de propulsión de la pieza de fase de bomba 2.5 en un diámetro inferior hacia el interior de la pieza de fase de bomba 2.5 y con ello crea el acoplamiento para el cojinete 11. Adicionalmente, en dicho collar 14 existe el espacio suficiente para colocar en su interior un dispositivo de compensación del empuje axial 15.

El cojinete 11 está situado aproximadamente en el centro de la tubuladura de presión 7, con lo cual es posible obtener un buen recorrido de las fuerzas en lo que se refiere a las fuerzas de los conductos admitidas o las fuerzas de oscilación desviadas.

El otro cojinete 12 del árbol de bomba 3 situado en el lado de succión se encuentra en este ejemplo de realización entre las fases primera y segunda y está apoyado en el interior de la carcasa 2.1 de la primera fase.

Entre el cojinete 11 y el extremo del árbol 13 hay dispuesto un dispositivo de sellado 16 del árbol. Los cojinetes 11 y 12 están diseñados como cojinetes lubricados por el fluido bombeado y puede tratarse de cojinetes de deslizamiento y/o de rodamiento. La elección de uno u otro dependerá del fluido bombeado y de la carga a la que estén sometidos los cojinetes. Gracias a la utilización de cojinetes que se lubrican con el fluido bombeado se elimina la necesidad

de realizar paradas de mantenimiento para comprobar el estado del lubricante ajeno.

A consecuencia de la disposición de los cojinetes 11, 12 entre los medios de apoyo 9, 10, transmisores de la fuerza, de la bomba centrífuga las fuerzas de los conductos, que actúan en la zona del orificio de succión 5 y de la tubuladura de presión 7 sobre la bomba centrífuga, se absorbe de forma óptima mejorando el comportamiento de oscilación. Debido a que la distancia entre los cojinetes L_L de la pieza giratoria de la bomba centrífuga multifásica es tan corta, se obtiene una firmeza excepcional del sistema giratorio ante las oscilaciones, con lo cual se aumenta de forma considerable la seguridad de funcionamiento de una bomba centrífuga de este tipo.

Adicionalmente, la corta distancia L_L entre los cojinetes 11, 12 permite construir una bomba centrífuga multifásica también corta influyendo así positivamente en las oscilaciones del árbol de la bomba y en su régimen de giro crítico. Esto se traduce en una mejora de la línea elástica del árbol de la bomba, con lo cual pueden reducirse como ventaja adicional las dimensiones del espacio que queda entre las piezas giratorias y las piezas fijas. Así, se incrementa el grado de rendimiento, ya que se reducen considerablemente las

pérdidas de corriente por los espacios de separación sin afectar a la seguridad de funcionamiento. Asimismo, el hecho de que la construcción pueda ser menos larga supone también una reducción de los costes ya que disminuye el gasto de material y el coste de funcionamiento.

El diseño de las piezas terminales 4, 6 como piezas independientes tiene la ventaja adicional de que éstas pueden fabricarse de un material distinto. Cuando debido al fluido de bombeo utilizado deben emplearse aceros nobles de alto valor para las piezas en contacto con el fluido, las piezas terminales, unidas a los medios de unión 8 transmisores de la fuerza, pueden estar hechas de un material más económico reduciéndose así los costes.

La figura 2 muestra la utilización de una estrella de entrada que se encuentra en el interior del orificio de succión 5. Ésta dispone de un muñón al cojinete 17 que está engranado con el cojinete 12 del lado de succión. El cojinete 12 tiene en este caso forma de una caja metida en un orificio perforado 18 del extremo del árbol 18 del lado de succión. A través de otros orificios de engrase correspondientes no representados se garantiza la circulación del fluido a través del cojinete 12.

REIVINDICACIONES

1. Bomba centrífuga de tipo multifásico en la que cada fase de la bomba presenta una carcasa compuesta de una o varias piezas y un rodete alojado en su interior, las fases de la bomba están dispuestas entre una pieza terminal de entrada y una pieza terminal de salida, situadas a una distancia axial entre sí, y están sujetas entre éstas a través de medios de unión para la conexión a un sistema de transmisión de corrientes, todos los rodetes están dispuestos sobre un árbol de bomba soportado por un mínimo de dos cojinetes de bomba, un extremo del árbol de bomba está provisto de un acoplamiento para un medio de unión de un mecanismo de propulsión y en la que existen medios de apoyo externos situados en la zona de la pieza terminal de admisión y la pieza terminal de escape para la fijación de la bomba centrífuga en una ubicación de instalación, **caracterizada** por el hecho de que la distancia máxima (L_L) entre las caras delanteras orientadas frente a frente de dos cojinetes de bomba (11, 12) es inferior o igual al producto de la altura de fase mínima (L_M) por el número de fases de bomba (2.1-2.5) menos 1.

2. Bomba centrífuga según la reivindicación 1 **caracterizada** por el hecho de que la distancia entre centros mínima proyectada sobre el árbol de la bomba (3) y medida en dirección axial que separa dos anchuras de salida de rodete consecutivas da como resultado la altura de fase mínima (L_M).

3. Bomba centrífuga según la reivindicación 1 o 2 **caracterizada** por el hecho de que un cojinete de bomba (11) situado en el lado de presión está instalado de forma ya conocida en la proyección de la sección transversal de la tubuladura de presión orientada al árbol de la bomba (3).

4. Bomba centrífuga según la reivindicación 3 **caracterizada** por el hecho de que en la última fase de la bomba (2.5) hay dispuesto un cojinete (11) del lado de presión.

5. Bomba centrífuga según la reivindicación 3 o 4 **caracterizada** por el hecho de que se sitúa un cojinete (11) del lado de presión entre fases de bombas, o en fases de bombas, que precedan a la última fase de bomba (2.5) según la dirección de la corriente.

6. Bomba centrífuga según una de las reivindicaciones de la 1 a la 5 **caracterizada** por el hecho de

que en la primera fase de la bomba (2.1) hay dispuesto un cojinete (12) del lado de succión.

7. Bomba centrífuga según una de las reivindicaciones de la 1 a la 5 **caracterizada** por el hecho de que el cojinete (12) del lado de succión se sitúa entre fases de bombas o en fases de bombas consecutivas que sigan a la primera fase (2.1).

8. Bomba centrífuga según una de las reivindicaciones de la 1 a la 7 **caracterizada** por el hecho de que la distancia (L_L) entre dos cojinetes externos (11, 12) con la máxima separación es igual o inferior a la distancia (L_A) entre los medios de apoyo medida (9, 10) en la dirección del árbol.

9. Bomba centrífuga según una de las reivindicaciones de la 1 a la 8 **caracterizada** por el hecho de que los medios de apoyo (9, 10) están situados en la zona de las piezas terminales (4, 6).

10. Bomba centrífuga según una de las reivindicaciones de la 1 a la 9 **caracterizada** por el hecho de que los medios de unión (8) están situados en las piezas terminales (4, 6).

11. Bomba centrífuga según una de las reivindicaciones de la 1 a la 10 **caracterizada** por el hecho de que el cojinete (11) del lado de presión está situado en la pieza terminal de escape (6).

12. Bomba centrífuga según una de las reivindicaciones de la 1 a la 11 **caracterizada** por el hecho de que en la zona situada entre el extremo del árbol (13) y el cojinete más próximo (11, 12) hay dispuesto un dispositivo de sellado (16) del árbol.

13. Bomba centrífuga según una de las reivindicaciones de la 1 a la 11 **caracterizada** por el hecho de que las piezas terminales de admisión y/o escape (4, 6) están diseñadas como componentes individuales y transmiten la fuerza estando situadas junto a las piezas de fase de bomba (2.5, 2.6).

14. Bomba centrífuga según las reivindicaciones de la 1 a la 13 **caracterizada** por el hecho de que las piezas terminales de admisión y/o escape (4, 6) son componentes integrales de las piezas de fase de bomba (2.5, 2.6).

15. Bomba centrífuga según una de las reivindicaciones de la 1 a la 13 **caracterizada** por el hecho de que la distancia de cojinetes mínima (L_{Lmin}) medida entre caras frontales de cojinete enfrentadas entre sí es igual al número de fases de bomba reducido en un valor entre 2 y 5, multiplicado por la altura mínima de fase.

Fig. 1

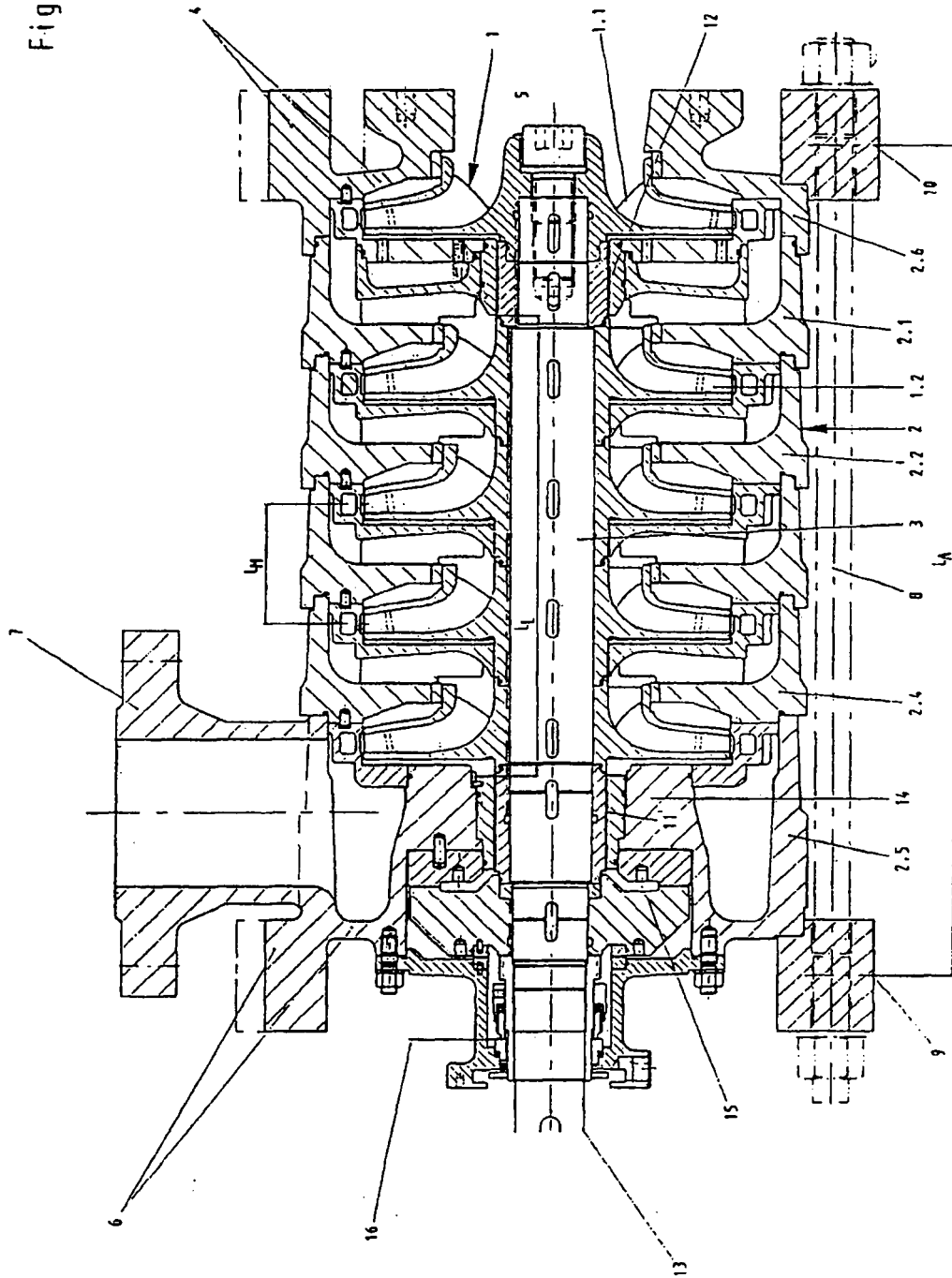


Fig. 2

