

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 759**

51 Int. Cl.:

**F04D 29/04** (2006.01)

**F04D 13/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2005 PCT/DE2005/000508**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2005 WO05090792**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2005 E 05729129 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 1727987**

54 Título: **Bomba**

30 Prioridad:

**18.03.2004 DE 102004013744**

**20.04.2004 DE 102004019718**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.05.2017**

73 Titular/es:

**MEDOS MEDIZINTECHNIK AG (100.0%)**

**Obere Steinfurt 10**

**52222 Stolberg, DE**

72 Inventor/es:

**REUL, HELMUT;**

**AKDIS, MUSTAFA y**

**MARSEILLE, OLIVER**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 610 759 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**

**Bomba**

La presente invención hace referencia a una bomba. La invención hace referencia en particular a una bomba centrífuga para transportar sangre.

5 Del estado de la técnica se conocen numerosas bombas con ruedas de álabes. Por ejemplo, en el área técnica vinculada a la medición puede remitirse a diferentes documentos:

En US 6,116,862 se muestra una bomba para sangre con una rueda con álabes que se monta con un rodamiento de bolas y que se centra en dirección radial a través de un resalte en forma de estrella.

10 En EP 0 904 117 B1 se describe una bomba para sangre, en donde una rueda con álabes se fija igualmente mediante un rodamiento de bolas. La alineación radial tiene lugar mediante un manguito que, mediante un resalte, se une a una carcasa principal de la bomba y es allí guiado como apoyo deslizante.

En DE 100 16 422 A1 y DE 101 08 810 A1 se describe respectivamente una bomba para sangre en donde una rueda con álabes se instala de forma fija en una carcasa.

15 En DT 298 21 565 U1 se muestra una bomba para sangre sin apoyos. El accionamiento de una rueda de álabes tiene lugar mediante un acoplamiento magnético. La rueda de álabes puede desplazarse libremente en una carcasa de la bomba dentro de un juego limitado y, al accionar la rueda de álabes, transporta sangre en una dirección de salida radial. Para poder hacer salir la sangre que circula radialmente, la rueda de álabes ejerce un impulso sobre la sangre. Para que la rueda de álabes que está rotando no se sitúe axialmente en la carcasa debido a un impulso opuesto, los álabes de la rueda de álabes presentan pequeñas superficies de soporte en su lado  
20 alejado del flujo de entrada.

En EP 0 599 138 A2 se dispone una rueda de álabes de una bomba para sangre sobre un árbol que sobresale en una carcasa separada.

En US 5,840,070 se muestra un rotor en un vástago, donde tanto en las ruedas de álabes del rotor, como también en el vástago, tiene lugar una alineación a través de varios imanes.

25 En DT 26 18 829 A1 se muestra una bomba centrífuga de varios escalones, en donde cada escalón de la bomba está hecho de plástico y experimenta una deformación a través de una pretensión axial, donde las paredes laterales de la carcasa de cada escalón son presionadas contra un tubo de pared doble, para lograr allí una conexión hermética.

30 En JP 2002-315824 A se sugiere una bomba para sangre, en donde una rueda de álabes se monta de forma axial y radial sin contacto. El apoyo axial se sitúa aguas abajo de la rueda de álabes y está realizado en forma de dos superficies esféricas, de las cuales una se hace de forma cóncava y la otra de forma convexa. Una de esas superficies presenta unas ranuras que disminuyen de forma tangencial, de manera que al rotar la rueda de álabes la sangre es presionada como un acolchado fluido entre las superficies esféricas. De este modo, la rueda de álabes, durante el funcionamiento, se sitúa sobre un acolchado fluido. La estabilización radial tiene lugar mediante  
35 imanes pasivos o solamente mediante un acolchado fluido en un hueco de presión dinámico. El hueco de presión mencionado se sitúa entre un anillo ubicado aguas arriba de la rueda de álabes y la carcasa. El anillo ubicado aguas arriba, del lado externo, está provisto de un dibujo en espiga sobre la superficie, para que tenga lugar la estabilización.

40 En la solicitud WO 98/11650 A1 se muestran ejemplos de realización de una bomba para sangre con un sistema de rotor - estator ventajoso, pero muy complejo, de manera que el rotor es montado y puede ser accionado sin contacto dentro de una carcasa de la bomba de rotación, a través de fuerzas magnéticas. El flujo principal atraviesa el rotor con sus álabes de forma axial o, en otra forma de realización, es acelerado de forma centrífuga. La bomba presenta un canal secundario, donde la abertura de salida del canal secundario está orientada hacia el canal de entrada de flujo y, en la dirección axial de la carcasa de la bomba, está cubierta con respecto al flujo  
45 principal.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar una bomba más rentable y que presente poco desgaste.

50 En cuanto a la posible utilización en el área de la técnica vinculada a la medicina como bomba para sangre, la presente invención se refiere, además, a otros aspectos. En el estado de la técnica, por ejemplo, según la patente US 6,116,862 antes mencionada, para montar la rueda de álabes es normal utilizar dos cojinetes deslizantes que

5 se encuentran expuestos al desgaste, de los que uno tiene forma de apoyo esférico de cazoleta, y el otro forma de apoyo de árbol y casquillo. El apoyo esférico de cazoleta sirve para absorber las cargas axiales en la rueda de álabes, las cuales se producen primero a través de las fuerzas de acoplamiento entre los imanes de acoplamiento del motor y de las ruedas de álabes. Además, en la dirección axial actúan fuerzas de flujo que se producen como fuerzas de presión hidráulicas durante la rotación de la rueda de álabes. Los imanes de acoplamiento se realizan de manera que para todo el intervalo de funcionamiento de la bomba las fuerzas de acoplamiento siempre sean tan elevadas que la rueda de álabes ejerza una fuerza de compresión resultante sobre el apoyo esférico de cazoleta.

10 El apoyo deslizante de árbol y casquillo en el canal de entrada de flujo de la bomba provoca una estabilización radial de la rueda de álabes y sirve, por una parte, para absorber las fuerzas de flujo radiales que pueden producirse, por ejemplo, en el caso de una ubicación asimétrica del rotor y, por otra parte, sirve para absorber las fuerzas de desequilibrio producidas por las tolerancias de fabricación o heterogeneidades. Además, el apoyo deslizante capta algunas fuerzas de vuelco provenientes del apoyo esférico de cazoleta.

15 Dentro del marco de estudios *in vivo*, en los cuales se probaron unas bombas para sangre de esa clase, era frecuente observar el problema de la formación de coágulos en el área de entrada de flujo hacia la bomba. En los resaltes para la fijación del casquillo en el centro del canal de entrada de flujo se produjeron depósitos de trombos durante los estudios con sangre. En cambio, en el apoyo posterior esférico de cazoleta, debido al intenso lavado de ese apoyo mediante un flujo de lavado forzado a través de perforaciones de lavado, no se observaron depósitos de trombos. Con respecto a la aplicación técnica vinculada a la medicina, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar una bomba para sangre, en la cual se dificulte la formación de depósitos de trombos en el área del flujo de entrada de la bomba.

20 Para solucionar ese problema, en EP 1 013 294 A1 se sugiere una bomba para sangre, en la cual el apoyo deslizante con árbol y casquillo fue reemplazado por un cojinete magnético.

25 Se alcanzarán otros objetos según la invención a través de una bomba, en particular de una bomba centrífuga para transportar sangre, con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 se indican otras variantes ventajosas.

30 La bomba según la reivindicación 1 puede producirse de manera muy conveniente. En JP 2002-315824 A, la rueda de álabes, durante el funcionamiento, no se apoya axialmente como un cuerpo, sino que se apoya sobre una película de presión, generando las ranuras que se estrechan de forma tangencial. En la presente invención, de manera opcional, puede prescindirse de este tipo de medidas caras según el aspecto antes mencionado. En cuanto a ese aspecto, en la presente invención se ha comprobado que el apoyo radial puede ser decisivo dependiendo de la forma de realización.

Debe explicarse que, en el marco de la presente solicitud, un apoyo según la mecánica de fluidos puede incluir también los casos de cojinetes especiales con apoyo hidrodinámico (es decir de Reynolds) y con apoyo de otra película de fluido, como formas especiales de realización.

35 Además, según la mecánica de fluidos, un apoyo radial puede realizarse de forma muy rentable, porque el centrado de la rueda de álabes puede tener lugar de forma automática con una formación adecuada del apoyo según la mecánica de fluidos. Esto sucede cuando en el caso de la desviación de la rueda de álabes hacia aquella área en donde la rueda de álabes se acerca a una pared de la carcasa, se ejerce sobre la rueda de álabes una fuerza de recuperación que supera a la fuerza de desviación, hasta que la misma se sitúa nuevamente de forma centrada en el canal de entrada.

40 El apoyo mecánico en el extremo de la rueda de álabes que se encuentra apartado de la entrada en particular puede ser un apoyo esférico de cazoleta u otro apoyo de rótula. Como apoyo de rótula se entiende un apoyo en donde la rueda de álabes puede realizar un movimiento pivotante desde un eje principal sin desplazarse radialmente o al menos sin desplazarse esencialmente de forma radial en el apoyo axial físico.

45 La fuerza de recuperación puede ejercerse como fuerza de centrado, en particular en una circunferencia de la rueda de álabes, ya que de ese modo se generan brazos de palanca ventajosamente grandes, de manera que incluso una fuerza de recuperación reducida puede ser suficiente como para compensar un momento precisamente elevado que expulse la rueda de álabes.

50 Según otro aspecto de la invención, se alcanzarán los objetos a través de una bomba con una rueda de álabes y con una carcasa al caracterizarse la bomba por el hecho de que se proporciona un manguito anular que rodea la rueda de álabes y que se encuentra fijado en la misma, dentro de una pared circundante de la carcasa.

Un manguito anular vinculado a la rotación de la rueda de álabes, que se extiende alrededor de la rueda de álabes, hace que la bomba sea particularmente accesible al contar con un apoyo anterior según la mecánica de fluidos. A través de la rotación del manguito anular durante la rotación de la rueda de álabes se elimina esencialmente la

probabilidad de áreas muertas de flujo en el manguito anular. Además, un apoyo según la mecánica de fluidos puede ejercer fuerzas de recuperación especialmente efectivas en la circunferencia del manguito anular.

5 Una forma de construcción especialmente rentable, que además es muy compacta, posibilita la disposición del manguito anular alrededor de la rueda de álabes. Cabe señalar que el manguito anular no debe extenderse necesariamente sobre toda la longitud axial del cuerpo de álabes. No obstante, dicho manguito debe estar  
10 dispuesto alrededor de al menos más del cuarto situado aguas arriba, mejor sobre la mitad situada aguas arriba, del cuerpo de álabes. De manera ideal, el cuerpo de álabes de la rueda de álabes con su punta situada aguas arriba se encuentra adelantado axialmente al menos hasta la altura del inicio situado aguas arriba del manguito anular. Una característica de este tipo ofrece una forma de construcción muy compacta. Se incrementa además la  
15 inercia de masa de la rueda de álabes alrededor del apoyo esférico de cazoleta, lo cual estabiliza adicionalmente la rueda de aletas en contra de una desviación.

El anillo de cojinete, en JP 2002-315824 A, se dispone de forma axial completamente antes del cuerpo de álabes, por tanto aguas arriba durante el funcionamiento. Este no rodea la rueda de álabes.

15 Según otro aspecto, también se alcanzan los objetos a través de una bomba con una rueda de álabes con un eje de rotación y con un canal de flujo principal diagonal axial a través de la rueda de álabes y con un canal de afluencia hacia el canal de flujo principal de la rueda de álabes, donde la bomba presenta un canal secundario con una abertura de alimentación y una abertura de salida, donde la abertura de salida está orientada hacia el canal de afluencia.

20 Con una construcción adecuada, el canal secundario fuerza un flujo secundario con una intensidad tal, que el flujo a través del canal secundario puede ser utilizado para el apoyo, por mecánica de fluidos, de la rueda de álabes. El flujo de apoyo, al recorrer el canal secundario, puede ser conducido separado del flujo principal, donde en particular también el flujo principal puede extenderse orientado esencialmente de forma opuesta a través de la  
25 rueda de álabes. Esto posibilita una circulación de fluido automática a través del apoyo por mecánica de fluidos, sin que deba tener lugar una derivación desde el flujo principal.

25 Se considera ventajoso que una pared de la carcasa, en el área de la abertura de alimentación, presente una extensión continua de la superficie. Todos los puntos discontinuos en la pared del canal absorben la energía del flujo secundario que comienza en la abertura de alimentación, reduciendo con ello la estabilidad radial de la rueda de álabes. En JP 2002-315 824 A, la carcasa, a diferencia de una abertura de alimentación hacia la ranura anular, presenta una ranura interna continua.

30 Para poder aprovechar del mejor modo posible la energía del flujo de salida desde la rueda de álabes se sugiere que la abertura de alimentación esté dispuesta radialmente más hacia el exterior que la extensión del cuerpo de álabes. Con una forma de construcción de este tipo se asegura que el flujo secundario derive sangre justo allí donde esta circula completamente hacia fuera desde los álabes de la rueda de álabes. De este modo, ésta posee la mayor energía en toda el área de la bomba.

35 Puede observarse que, según el mismo aspecto, la abertura de alimentación del canal secundario debería estar dispuesta aguas abajo de una desembocadura de un flujo de lavado, cuando se proporciona un flujo de ese tipo, donde el flujo de lavado vuelve al flujo principal.

40 En particular, el canal secundario puede estar realizado esencialmente en forma de cubierta cilíndrica, esencialmente en forma de cubierta a modo de cono truncado, o puede estar compuesto esencialmente por esas formas. Se considera ventajoso desde el aspecto constructivo que un manguito anular y una pared de la carcasa que lo rodea se extiendan distanciándose paralelamente uno con respecto a otro mediante un movimiento pivotante común. Axialmente hacia abajo del movimiento pivotante, los dos componentes por separado, pero en particular juntos, pueden adoptar sobre todo un ángulo con respecto al eje de rotación de la rueda de álabes de entre aproximadamente 20 y 90°.

45 Se sugiere que durante el funcionamiento de la bomba el flujo de apoyo sea suministrado por un flujo de salida desde la rueda de álabes. Inmediatamente al abandonar la rueda de álabes la cantidad de energía del fluido bombeado es particularmente elevada, de manera que, comparado con un punto situado aguas arriba, existe una diferencia de presión que puede aprovecharse para generar el flujo secundario.

50 Para aprovechar del mejor modo posible el gradiente de energía, el flujo secundario puede desembocar en el flujo de entrada hacia la rueda de álabes. En las proximidades de la rueda de álabes la cantidad de energía del fluido bombeado es la más reducida.

Cabe señalar que una bomba con una rueda de álabes, en particular una bomba para sangre de este tipo, con un flujo de apoyo que durante el funcionamiento se extiende esencialmente de forma opuesta al flujo principal, se considera ventajosa incluso con independencia del resto de las características de la presente invención,

considerándose innovadora. Lo mismo se aplica para una bomba, en particular para una bomba para sangre, en la cual, durante el funcionamiento, un flujo de apoyo es suministrado por un flujo de salida desde la rueda de álabes, así como una bomba, en particular una bomba para sangre en la cual, durante el funcionamiento, un flujo de apoyo desemboca en un flujo de entrada hacia la rueda de álabes.

5 En una forma de realización preferida, un canal secundario se extiende de forma plana y tiene una anchura, en una dimensión perpendicular con respecto a su superficie, de más de 100  $\mu\text{m}$ , preferentemente entre unos 300 y 700  $\mu\text{m}$ , de forma especialmente preferente aproximadamente 500  $\mu\text{m}$ . Los apoyos deslizantes hidrodinámicos tradicionales captan las fuerzas que actúan sobre un rotor, a través de una fuerza de compresión de Reynold que se produce en una película lubricante hidrodinámica. Para ello, el espesor de la película de lubricante debe ser  
10 reducido, de manera que las fuerzas viscosas superen las fuerzas de inercia. Las anchuras de las ranuras convencionales son de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ . Sólo de ese modo, las fuerzas que se producen en la película lubricante viscosa pueden mantener el equilibrio en cuanto a las fuerzas externas que actúan sobre el rotor, impidiendo el apoyo de la pieza giratoria del cojinete sobre el elemento fijo del cojinete. Como se impide un rozamiento mixto, ese apoyo se mantiene libre de desgaste. La desventaja esencial de un apoyo hidrodinámico de este tipo para la aplicación en una bomba para sangre, sin embargo, reside en el hecho de que la anchura reducida de la ranura de lubricación aumenta de forma significativa la tasa de hemólisis, limitando con ello una utilización cuidadosa de la sangre en el paciente. Además, en el caso de anchuras de ranura reducidas de ese modo se  
15 presenta también un mayor peligro de existencia de zonas muertas de flujo, de manera que también se incrementa el peligro del depósito de trombos en el área del cojinete, lo cual forzosamente debe evitarse en el caso de bombas para sangre para una utilización durante un período prolongado. Según un aspecto de la presente invención, sin embargo, la sangre para un apoyo según la mecánica de fluidos puede utilizarse también en el caso anchuras de ranura notablemente superiores, en particular en el caso de anchuras de ranura de hasta aproximadamente 500  $\mu\text{m}$ . Esto reduce considerablemente los riesgos de hemólisis y trombogenicidad.

Además, durante la realización de ensayos complejos sobre la conducción del flujo se ha comprobado que es ventajoso que, durante el funcionamiento, el flujo de apoyo se extienda principalmente de forma axial en un canal secundario que se extienda de forma tangencial y axial. El canal secundario puede ser en particular una ranura anular.  
25

Debe señalarse expresamente que una bomba para sangre con un flujo de apoyo según la mecánica de fluidos que se desarrolle principalmente de forma axial en un canal secundario extendido de forma tangencial y axial, también se considera ventajosa e innovadora, en particular cuando el canal secundario es una ranura anular alrededor de la rueda de álabes. Lo mismo se aplica para una bomba para sangre con un canal secundario para un apoyo según la mecánica de fluidos donde el canal secundario posea una anchura de ranura superior a 100  $\mu\text{m}$ , preferentemente por ejemplo de 300 a 700  $\mu\text{m}$ , de forma especialmente preferente por ejemplo de 500  $\mu\text{m}$ .  
30

De forma alternativa y acumulativa con respecto a lo antes mencionado, se sugiere que el flujo de apoyo, durante el funcionamiento, se encuentre entre 5 y 50 %, preferentemente entre 10 y 50 %, de forma especialmente preferente entre 20 y 50 % y ante todo que ascienda por ejemplo al 30 % del flujo principal. Se ha comprobado que en el caso de una regulación de flujo en ese intervalo se genera un acolchado suficiente según la mecánica de fluidos para la rueda de álabes, evitándose de forma segura el estancamiento del flujo en el canal secundario. Para una bomba para sangre son particularmente adecuados los caudales volumétricos del flujo principal por ejemplo de entre 2 y 8 l/min, preferentemente de entre 3 y 7 l/min, de forma especialmente preferente por ejemplo de 5 l/min. Un flujo secundario, por consiguiente, puede encontrarse en particular entre 0,1 y 4 l/min, preferentemente entre 0,2 y 4 l/min, de forma especialmente preferente entre 0,4 y 4 l/min, sobre todo, por ejemplo, en 1,5 l/min.  
35 40

Se sugiere que la ranura anular esté realizada de manera que el encontrarse centrada la rueda de álabes no se produzca ningún contacto entre la rueda de álabes y una pared circundante de la carcasa de la bomba.

45 Según la invención, la abertura de salida del canal secundario en dirección axial está cubierta por un saliente radial desde la carcasa de la bomba.

La ventaja de una ranura anular continua alrededor de la rueda de álabes consiste en un apoyo sin desgaste, donde un saliente de la carcasa puede cubrir con exactitud la abertura de salida del canal secundario, de manera que, a pesar de la abertura continua, el flujo principal no circula de forma incontrolada a través del canal secundario. De manera adicional con respecto al apoyo según la mecánica de fluidos, puede preverse una limitación mecánica del juego para la rueda de álabes, donde en particular por ejemplo puede limitarse cualquier desviación de forma mecánica en una desviación de 2° de la rueda de álabes con respecto al eje de rotación.  
50

Para la utilización en bombas para sangre se considera particularmente adecuado un canal secundario con una longitud axial de aproximadamente 1 a 10 mm, preferentemente de 2 a 8 mm, de forma especialmente preferente de unos 5 mm. Para la dimensión de la rueda de álabes se sugiere un diámetro de 5 a 40 mm, preferentemente de 5 a 30 mm, de forma especialmente preferente de 15 a 25 mm, principalmente de unos 20 mm. El accionamiento de la rueda de álabes, de manera ventajosa, puede tener lugar mediante un acoplamiento de accionamiento sin contacto con respecto a un motor, en particular mediante un acoplamiento de imanes giratorios. Si los imanes  
55

## ES 2 610 759 T3

están magnetizados de forma axial pueden transmitirse pares de accionamiento mayores desde el motor hacia la rueda de álabes.

Se sugiere proporcionar un dispositivo para aumentar la energía de flujo a través de un canal de flujo principal del fluido que atraviesa la bomba, entre una abertura de alimentación y una abertura de salida del canal secundario. De este modo puede generarse un gradiente de presión significativo entre la alimentación y la salida del canal secundario, lo cual hace que se pueda predecir, de forma segura, la dirección de circulación del fluido en el canal secundario. Los aspectos mencionados y otros aspectos de la invención se explicarán con más detalle a continuación mediante un ejemplo de realización, haciendo referencia al dibujo. En el dibujo muestran:

5 la Figura 1, una sección longitudinal esquemática a través de una bomba de sangre con una rueda de álabes apoyada según la invención;

la Figura 2, una vista esquemática de la bomba para sangre de la Figura 1 según las características que se muestran allí; y

la Figura 3, una ampliación por sectores de la sección longitudinal de la Figura 1 con las vías de flujo marcadas.

15 La bomba para sangre 1 de las Figuras 1, 2 y 3 se compone esencialmente de una carcasa 2 de la bomba con un tubo de entrada 3 de la bomba y un tubo de salida 4 de la bomba. Dentro de la carcasa 2 se encuentran dispuestos un motor 5 y una rueda de álabes 6, donde el motor 5 genera una fuerza de rotación sobre la rueda de álabes 6, mediante un acoplamiento magnético 7, 8. En la parte del motor, se fijan unos imanes 8 en una pieza polar 9, sobre un árbol 10 del rotor.

20 En la parte de la rueda de álabes 6, los imanes 7 se encuentran integrados directamente en la base de un cuerpo central de álabes 12 que lleva unos álabes 11, de la rueda de álabes 6. El cuerpo de álabes central 12 se coloca mediante un apoyo esférico de cazoleta 13, 14 en la dirección axial, con respecto a un eje de rotación 15 de la rueda de álabes 6. Los álabes 11 en particular pueden estar dispuestos de forma recta y de forma radial sobre el cuerpo central de álabes 12 o por ejemplo pueden elevarse en forma helicoidal o de otro modo.

25 El cuerpo de álabes central 12 de la rueda de álabes 6 se une de forma fija a un manguito 18 esencialmente en forma de cubierta cilíndrica en una sección anterior 16 y en forma de cubierta a modo de un cono truncado en una sección posterior 17. El manguito 18 se sitúa con un juego mínimo en una pared 19 de la carcasa 2 de la bomba para sangre 1, donde una ranura anular 20 se mantiene entre la pared 19 y el manguito 18 cuando se centra la rueda de álabes 6. La ranura anular 20, en su desarrollo axial, posee una anchura de ranura esencialmente constante, de aproximadamente 500  $\mu\text{m}$ .

30 Una abertura de alimentación 21 de la ranura anular 20 está situada directamente en un extremo 22 de la rueda de álabes 6 que se encuentra aguas abajo con respecto a un canal de flujo principal 23. Una abertura de salida 24 de la ranura anular 20 está cubierta radialmente por un saliente 25 de la pared 19 de la carcasa 2. En el extremo 22 de la rueda de álabes 6, situado aguas abajo, y en la abertura de alimentación 21 de la ranura anular 20 se conectan un canal de paso de flujo anular 26 para el transporte de sangre a través de la bomba 1. Éste desemboca en el tubo de salida 4.

El radio de los álabes 11 de la rueda de álabes 6 asciende a unos 10 mm y la longitud de la ranura anular asciende a unos 5 mm.

40 Durante el funcionamiento de la bomba de sangre 1 el motor es alimentado por un suministro de flujo 27 y transmite una rotación del árbol 10 de la rueda de álabes 6 a unas 6000 rpm mediante el acoplamiento magnético 7, 8; hacia la rueda de aletas 6. De este modo, el motor 5 es protegido por una carcasa del motor 28 dentro de la carcasa 2 de la bomba, frente a la sangre que entra en la bomba y que circula alrededor del mismo. Los números de revoluciones usuales para una bomba para sangre pueden ubicarse en particular entre 3000 y 10000 rpm, en particular en unos 5000 rpm.

45 La sangre es succionada por la rueda de álabes 6 giratoria, en una dirección de entrada de flujo 29, hacia la bomba de sangre 1, circulando en un flujo principal 30 a través de la rueda de álabes 6, mediante sus álabes. Dentro del canal principal 23 la sangre se acelera a través de los álabes del cuerpo de álabes 12, alcanzando así el extremo 22 de la rueda de álabes 6, situado aguas abajo. Allí circula principalmente hacia el canal principal 26 anular ancho, hacia el tubo de salida de flujo 4.

50 Al mismo tiempo, en la ranura anular 20 se regula un flujo de apoyo 31 orientado de forma axial, entre el manguito 16, 17 y la pared 19 de la carcasa 2. Puesto que el manguito 18 se une de forma fija al cuerpo central de álabes 12 de la rueda de álabes 6, junto con el flujo de apoyo 31 orientado de forma axial se produce también un flujo de rotación en la ranura anular 20. Debido a la gran anchura de la ranura, ésta no contribuye sin embargo de forma significativa a la estabilización radial de la rueda de álabes 6.

## ES 2 610 759 T3

5 La sangre que circula esencialmente de forma axial a través de la ranura anular 20 actúa junto con el manguito 18 en la circunferencia de la rueda de álabes 6, como un apoyo según la mecánica de fluidos. En la ubicación central de la rueda de álabes 6, una distribución de presión simétrica tiene lugar en la ranura anular 20, de manera que la fuerza resultante en dirección radial es un vector nulo. En esa posición, las fuerzas de inclinación que actúan sobre la rueda de álabes 6 por parte del acoplamiento magnético 7, 8 también son iguales a cero. Tan pronto como la rueda de álabes 6, según el juego disponible para la misma, ejecuta un movimiento de inclinación alrededor del cojinete esférico de cazoleta 13, 14, como consecuencia de la ubicación asimétrica de los imanes 7, 8 se produce una fuerza de inclinación en el acoplamiento magnético, el cual ejecuta una fuerza de desviación adicional sobre la rueda de álabes 6 en la dirección desviada. Ese efecto de desviación inestable es intensificado aún más a través de las fuerzas de flujo laterales que se aplican adicionalmente en los álabes del cuerpo central de álabes 12.

10 A través del apoyo 31 según la mecánica de fluidos, sugerido en la presente invención, las fuerzas laterales son sin embargo compensadas y la rueda de álabes 6 se coloca nuevamente en su ubicación central, antes de que el manguito 18 pueda chocar en la pared 19 de la carcasa de la bomba 2. Para ello, el flujo de apoyo 31 atraviesa la ranura anular 20, con unos 2 l/min, mientras que el flujo principal 30 asciende a unos 5 l/min.

15 El flujo de apoyo relativamente intenso es provocado por la gran diferencia de presión entre los dos extremos del manguito, a saber, entre la abertura de alimentación 21 y la abertura de salida 24, la cual se regula durante el funcionamiento de la bomba 1. La rueda de álabes 6 constituye un gradiente de presión en la sangre en la dirección diagonal axial, de manera que la ranura anular 20 del flujo principal 30 es atravesada de forma opuesta aproximadamente en la dirección axial.

20 A un nivel microscópico, el efecto de recuperación de la rueda de álabes se basa en el hecho de que en la desviación lateral de la rueda de álabes 6 alrededor del apoyo esférico de cazoleta 13, 14, en la ranura anular 20, se presenta una altura de la ranura irregular a lo largo de la circunferencia del manguito 18. Como consecuencia, en el área reducida de la ranura hay una presión mayor que en el lado situado de forma opuesta de la ranura anular 20. El desequilibrio resultante provoca la fuerza de recuperación de centrado.

25 Independientemente del apoyo 31 según la mecánica de fluidos, en el cuerpo de álabes 12 de la rueda de álabes 6 se proporcionan perforaciones de lavado 32 que provocan un flujo de lavado 33, de manera que en el apoyo físico 13, 14 de la rueda de álabes 6 se evita igualmente una formación de trombos.

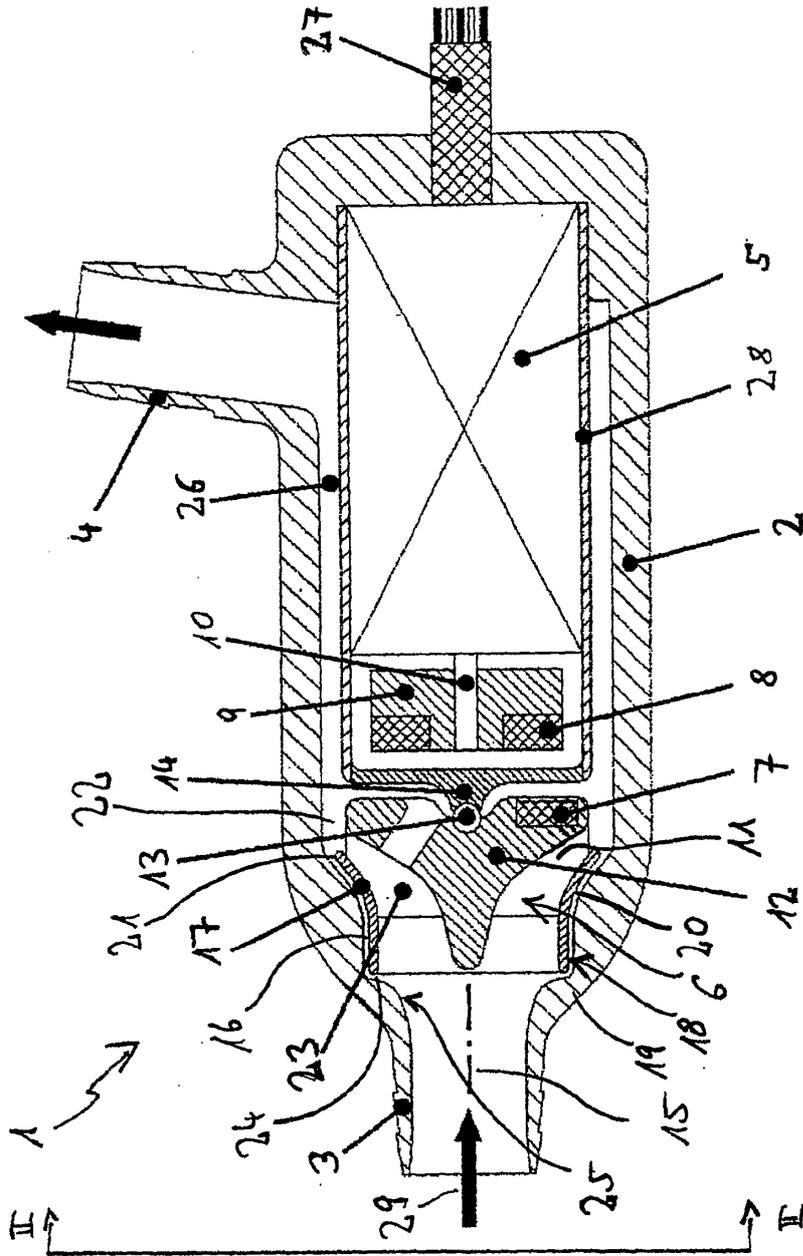
30 Al seleccionar los términos de la presente solicitud, el apoyo esférico de cazoleta 13, 14 actúa como apoyo axial físico, mientras que el flujo de apoyo 31, con la pared 19 y el manguito 18, forma un apoyo radial según la mecánica de fluidos. El cojinete radial según la mecánica de fluidos ejerce su fuerza sobre el lado externo del manguito 18 unido a los álabes 12 y, con ello, en la circunferencia de la rueda de álabes 6. Por lo tanto, la ranura anular 20 sirve como canal secundario, separando el flujo de apoyo 31 del flujo principal 30 a través de la rueda de álabes 6.

35 La abertura de alimentación 21 de la ranura anular 20 se sitúa en el extremo 22 de la rueda de álabes 6, el cual se sitúa aguas abajo y, por tanto, es alimentada directamente por un flujo de salida desde la rueda de álabes 6. En el lado orientado hacia el flujo, la abertura de salida 24 del flujo de apoyo 31 desemboca directamente en el flujo de entrada 29 hacia la rueda de álabes 6.

40 Puesto que la ranura anular 20 presenta esencialmente la forma de cubierta cilíndrica o la forma de cubierta a modo de un cono truncado, el espacio libre que se encuentra disponible para el flujo de apoyo, con respecto al eje de rotación 15, se extiende de forma tangencial y axial, mientras que el flujo de apoyo se presenta mayormente de forma axial.

**REIVINDICACIONES**

1. Bomba (1), en particular bomba centrífuga para transportar sangre, con una rueda de álabes (6) con un eje de rotación (15) y con un canal de flujo principal (23) a través de la rueda de álabes (6) y con un canal de afluencia (29) hacia la rueda de álabes (6) en una carcasa (2, 3), así como con un canal secundario (20) con una abertura de alimentación (21) y una abertura de salida (24), donde la abertura de salida (24) está orientada hacia el canal de afluencia (29), donde:
- el canal de afluencia presenta una sección transversal en dirección axial normal al eje de rotación,
  - el canal de flujo principal está realizado de forma diagonal axial, de manera que durante el funcionamiento un flujo de entrada circula esencialmente de forma axial hacia la rueda de álabes y un flujo de salida circula esencialmente de forma diagonal desde la rueda de álabes, y en donde
  - la rueda de álabes se apoya físicamente en dirección axial y puede ser desviada radialmente por el eje de rotación,
- caracterizada por que la abertura de salida (24) del canal secundario está cubierta por un saliente radial de la carcasa de la bomba.
2. Bomba según la reivindicación 1, caracterizada por que la sección transversal de la carcasa de la bomba se mantiene constante o se ensancha en su dirección axial exclusivamente sobre la rueda de álabes.
3. Bomba según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que el canal secundario es una ranura anular sin contacto entre la rueda de álabes y la pared circundante de la carcasa de la bomba cuando se centra la rueda de álabes, donde una superficie externa de la rueda de álabes está realizada preferentemente lisa.
4. Bomba según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el canal secundario se extiende de forma plana y, en una dimensión perpendicular con respecto a su superficie, presenta una extensión superior a 100 µm, preferentemente de aproximadamente 300 a 700 µm, de forma especialmente preferente de aproximadamente 500 µm.
5. Bomba según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por un manguito anular que rodea la rueda de álabes y que se encuentra fijado en la misma, dentro de la pared circundante de la carcasa, donde el manguito anular preferentemente se extiende de forma axial al menos sobre el cuarto de la longitud de un cuerpo de álabes, situado aguas arriba.
6. Bomba según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que durante el funcionamiento, en el canal secundario circula un flujo de apoyo separado de un flujo principal que se extiende a través de la rueda de álabes.
7. Bomba según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que, durante su funcionamiento, un flujo de apoyo se extiende orientado esencialmente de forma opuesta a un flujo principal.
8. Bomba según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que, durante su funcionamiento, un flujo de apoyo es suministrado desde un flujo de salida por la rueda de álabes, donde preferentemente la abertura de alimentación está dispuesta radialmente más al exterior que la extensión del cuerpo de álabes.
9. Bomba según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que, durante su funcionamiento, al accionarse la rueda de álabes, un cojinete radial, a través de la mecánica de fluidos, ejerce una fuerza de centrado sobre la rueda de álabes en cuanto esta se desvía.
10. Bomba según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que un cojinete axial es un cojinete esférico de cazoleta u otro cojinete de rótula.



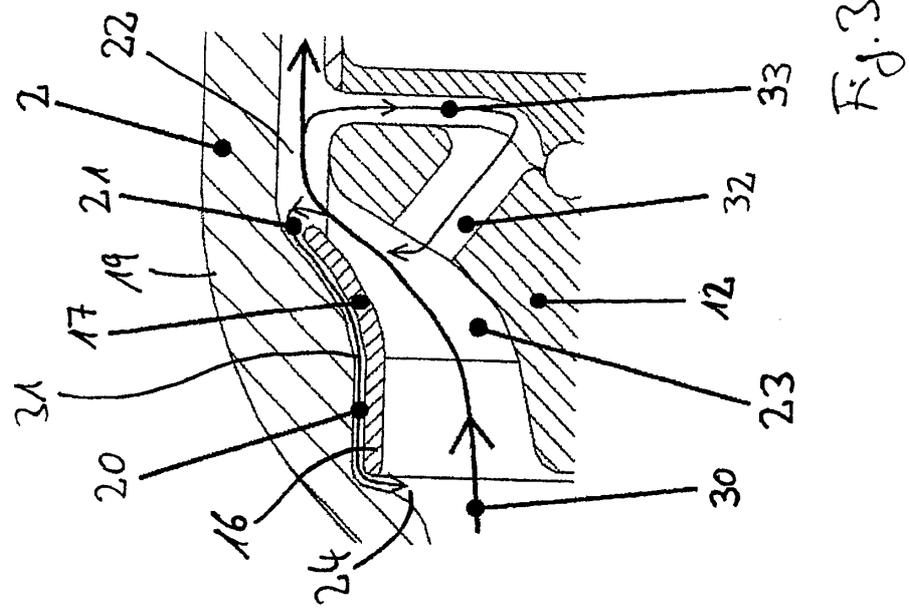


Fig. 3

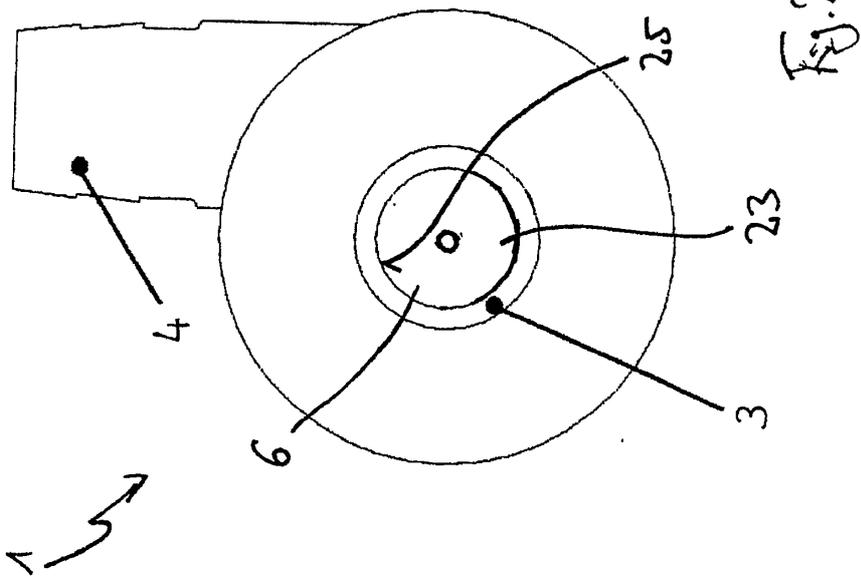


Fig. 2