

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 189**

51 Int. Cl.:

F04D 1/00 (2006.01)

F04D 1/06 (2006.01)

F04D 29/041 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2021** **E 21165805 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024** **EP 3913225**

54 Título: **Bomba centrífuga multietapa para transportar un fluido**

30 Prioridad:

20.05.2020 EP 20175833

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

18.06.2024

73 Titular/es:

SULZER MANAGEMENT AG (100.0%)

Neuwiesenstrasse 15

8401 Winterthur, CH

72 Inventor/es:

MAROCCIA, BRUNO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 973 189 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 centrífuga multietapa para transportar un fluido

5 La invención se refiere a una bomba centrífuga multietapa para transportar un fluido de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente. Una bomba centrífuga multietapa de este tipo se conoce a partir del documento CN106762854 A.

10 Las bombas centrífugas para transportar un fluido, por ejemplo, un líquido como el agua, se utilizan en muchas industrias diferentes. Algunos ejemplos incluyen la industria del petróleo y el gas, la industria de generación de energía, la industria química, la industria del agua o la industria de la pulpa y el papel. Las bombas centrífugas multietapa tienen al menos dos impulsores y un árbol para hacer rotar los impulsores. Los impulsores pueden configurarse, por ejemplo, como impulsores radiales o como impulsores axiales o semiaxiales o como impulsores helicoaxiales. Asimismo, los impulsores pueden configurarse como impulsores abiertos o como impulsores cerrados, donde se proporciona una cubierta en el impulsor, cubriendo dicha cubierta al menos parcialmente las paletas del impulsor, o bien un impulsor semiabierto.

20 Asimismo, se conoce configurar un impulsor como un impulsor de succión individual o como un impulsor de succión doble. En el caso de un impulsor de succión individual, el fluido se acerca al impulsor solo desde un lado, es decir, el impulsor tiene solo un lado de succión. En el caso de un impulsor de doble succión, el fluido se acerca al impulsor desde ambos lados, es decir, el impulsor tiene dos lados de succión. También se conoce el diseño de bombas centrífugas con una combinación de impulsor(es) de succión individual e impulsores de succión doble.

25 En una bomba centrífuga multietapa, una pluralidad de impulsores está montada en el eje a prueba de par, en donde los impulsores están dispuestos en serie en el árbol.

30 Muchas bombas centrífugas multietapa están provistas de al menos una disposición de equilibrado para equilibrar al menos parcialmente el empuje axial que generan los impulsores durante el funcionamiento de la bomba. La disposición de equilibrado deberá reducir el empuje axial total generado por los impulsores giratorios (fuerzas hidráulicas) y que actúan sobre el cojinete axial o el cojinete de empuje. El empuje residual debe ser absorbido por el cojinete, cuyo tamaño, peso y coste es proporcional a la magnitud de dicho empuje residual, por lo tanto, existe la necesidad de reducir el empuje residual tanto como sea posible. Además de esto, las fuerzas altas están asociadas con pérdidas mecánicas más altas que, en última instancia, reducen la eficiencia de la bomba.

35 Se sabe equilibrar el empuje axial en buena medida mediante una disposición adecuada de los impulsores, por ejemplo, mediante una disposición espalda con espalda, por lo que el empuje generado por un impulsor se compensa al menos parcialmente por una fuerza equivalente pero opuesta que actúa sobre otro impulsor instalado simétricamente en el árbol.

40 Más generalmente, la bomba multietapa comprende un primer conjunto de impulsores y un segundo conjunto de impulsores, en donde el primer conjunto de impulsores y el segundo conjunto de impulsores están dispuestos en una disposición espalda con espalda, de modo que el empuje axial generado por el primer conjunto de impulsores se dirija en sentido opuesto al empuje axial generado por el segundo conjunto de impulsores. Por supuesto, también es posible que el primer conjunto de impulsores y/o el segundo conjunto de impulsores comprenda solo un impulsor.

45 Sin embargo, en algunas realizaciones, la disposición espalda con espalda no es completamente efectiva porque, como ejemplo, el número total de etapas es impar y todos los impulsores están configurados como impulsores de succión individual, o porque el número total de etapas es par, pero uno de los impulsores está configurado como un impulsor de succión doble y todos los demás impulsores están configurados como impulsores de succión individual y se usa un impulsor de primera etapa de doble succión. Adicionalmente, hay otras razones, por las que la disposición espalda con espalda no equilibra completamente el empuje axial o por las que la disposición espalda con espalda podría no ser apropiada. Estas razones incluyen, por ejemplo, complicaciones de fabricación asociadas con una disposición espalda con espalda.

50 Una medida conocida para disponer los impulsores de manera que el empuje axial esté equilibrado (al menos aproximadamente) independientemente del número de etapas es un diseño completamente simétrico. La idea básica detrás de este diseño es "dividir" el flujo de entrada total en dos corrientes distintas e iguales, cada uno de los cuales alimenta un conjunto diferente de impulsores, por ejemplo, la primera corriente se guía al primer conjunto de impulsores y la segunda corriente se guía al segundo conjunto de impulsores. Después de que cada corriente haya pasado el respectivo conjunto de impulsores, las dos corrientes se fusionan en la última etapa de la bomba, en donde dicha última etapa comprende un impulsor de doble succión.

55 La figura 1 es una representación esquemática que ilustra una bomba centrífuga multietapa 1' conocida que tiene dicha disposición simétrica. La bomba centrífuga multietapa 1' tiene una carcasa de bomba 2' con una primera entrada 31' y una segunda entrada 32', así como una salida 4' para el fluido a transportar. La bomba 1' tiene un árbol 7' que define una dirección axial A'. En el eje 7' están montados dos impulsores de primera etapa 5' y un impulsor de última

etapa 6', que está dispuesto entre los dos impulsores de primera etapa 5'. Cada impulsor 5', 6' comprende un lado de succión S' para recibir el fluido y un lado de descarga D' para descargar el fluido. Los dos impulsores de primera etapa 5' están configurados como impulsores de succión individuales, es decir, cada impulsor de primera etapa 5' tiene solo un lado de succión. El impulsor de última etapa 6' está configurado como un impulsor de doble succión 6' que tiene un primer lado de succión S1' y un segundo lado de succión S2'. Aguas arriba de la carcasa de bomba 2', el flujo de entrada I' se divide en dos corrientes distintas e iguales, en concreto, un primer flujo I1' y un segundo flujo I2'.

La primera corriente I1' se guía a la primera entrada 31' y la segunda corriente I2' se guía a la segunda entrada 32'. La primera entrada 31' está en comunicación fluida con el lado de succión S' de uno de los impulsores de primera etapa 5' mediante una primera línea de succión 81' y la segunda entrada 32' está en comunicación fluida con el lado de succión S' de los otros impulsores de primera etapa 5' por una segunda línea de succión 82'. Después de que la primera corriente I1' haya pasado el impulsor de primera etapa 5', se guía al primer lado de succión S1' del impulsor de última etapa 6'. Después de que la segunda corriente I2' haya pasado el impulsor de primera etapa 5', se guía al segundo lado de succión S2' del impulsor de última etapa 6'. En el impulsor de última etapa 6', la primera corriente I1' y la segunda corriente I2' se reúnen entre sí y, después de haber pasado el impulsor de última etapa 6', se descargan a través de la salida 4' como se indica por la flecha O'.

Este diseño totalmente simétrico da como resultado, al menos aproximadamente, un equilibrio completo del empuje axial, de modo que el empuje residual sea igual a cero.

Aunque este diseño simétrico demostró su valor en la práctica, tiene algunos inconvenientes. El diseño requiere dos entradas 31', 32' en la carcasa de bomba 2', que es más complejo y requiere más esfuerzos durante la fabricación. Asimismo, el diseño requiere una unión en Y, es decir, una parte adicional para conectar la bomba 1' a una tubería. Esto hace que la bomba sea más cara, más pesada y podría aumentar la susceptibilidad a problemas. Adicionalmente, cuanto mayor sea el número de etapas de la bomba 1', mayor será la distancia entre la primera entrada 31' y la segunda entrada 32'. Por tanto, también aumenta la unión en Y requerida, lo que puede causar problemas, por ejemplo, problemas mecánicos como vibraciones, aumento de peso y similares.

Partiendo de este estado de la técnica, por lo tanto, un objeto de la invención es proponer una bomba centrífuga multietapa para transportar un fluido, proporcionando al menos un equilibrio parcial del empuje axial y evitando dichos inconvenientes de las realizaciones de la técnica anterior. La materia objeto de la invención que satisface este objeto está caracterizada por las funcionalidades de la respectiva reivindicación independiente.

Por tanto, de acuerdo con la invención, se propone una bomba centrífuga multietapa para transportar un fluido, que comprende una carcasa de bomba con una entrada y una salida para el fluido, dos impulsores de primera etapa y un impulsor de última etapa para transportar el fluido desde la entrada a la salida, y un árbol para rotar cada impulsor alrededor de una dirección axial, en donde cada impulsor comprende un lado de succión para recibir el fluido y un lado de descarga para descargar el fluido, en donde el impulsor de última etapa está configurado como un impulsor de doble succión, que tiene un primer lado de succión y un segundo lado de succión, en donde el impulsor de última etapa está dispuesto entre los dos impulsores de primera etapa con respecto a la dirección axial, y en donde cada impulsor de primera etapa está dispuesto con el lado de succión del impulsor de primera etapa orientado hacia uno del primer y segundo lado de succión del impulsor de última etapa, en donde los impulsores de primera etapa están configurados cada uno como impulsores de succión individuales.

La configuración de acuerdo con la invención permite un diseño completamente simétrico de la hidráulica de la bomba multietapa, proporcionando así un equilibrio del empuje axial generado por los impulsores giratorios. Sin embargo, solo se requiere una entrada y no hay necesidad de una unión en Y fuera de la carcasa de la bomba. El fluido que entra en la bomba a través de la entrada se divide solo dentro de la carcasa de la bomba, por ejemplo, por la configuración de la carcasa de entrada, en un primer flujo y un segundo flujo, en donde la primera corriente se guía al lado de succión de uno de los impulsores de primera etapa y la segunda corriente se guía al lado de succión del otro impulsor de primera etapa. Los dos impulsores de primera etapa están dispuestos en una disposición cara a cara, es decir, el ojo del impulsor en el lado de succión del impulsor de primera etapa está orientado hacia el ojo del impulsor en el lado de succión del otro impulsor de primera etapa.

Dado que solo hay una entrada en la carcasa de la bomba, la bomba puede integrarse mucho más fácilmente en una tubería sin requerir ninguna tubería específica, como una unión en Y. Esto también reduce el material requerido y el peso de la bomba, de modo que la bomba multietapa se vuelve menos costosa. Adicionalmente, el esfuerzo para instalar la bomba se reduce considerablemente.

Asimismo, la unidad que comprende la entrada, los dos impulsores de primera etapa y el impulsor de última etapa pueden extenderse fácilmente a una bomba multifase que tenga más de dos etapas sin modificaciones mayores a dicha unidad. La entrada de la bomba junto con los dos impulsores de primera etapa y el impulsor de última etapa pueden permanecer básicamente iguales independientemente del número total de etapas de la bomba multietapa. Preferentemente, el lado de succión de cada impulsor de primera etapa está en comunicación fluida con la entrada por medio de una línea de succión, con cada línea de succión dispuesta dentro de la carcasa de la bomba. Cada línea de succión puede configurarse como un canal, por ejemplo, como un canal delimitado por la carcasa de la bomba, en

donde dicho canal guía el fluido que entra a través de la entrada al lado de succión de uno de los impulsores de primera etapa.

De acuerdo con una primera realización preferida, la bomba centrífuga multietapa tiene exactamente tres impulsores, en concreto, los dos impulsores de primera etapa y el impulsor de última etapa.

Asimismo, se prefiere que la bomba centrífuga multietapa comprenda dos líneas de cruce, cada uno de los cuales conecta el lado de descarga de uno de los impulsores de primera etapa con uno de los lados de succión primero y segundo del impulsor de última etapa.

De acuerdo con una segunda realización preferida, la bomba centrífuga de acuerdo con la invención comprende un primer conjunto de impulsores y un segundo conjunto de impulsores, en donde cada conjunto de impulsores comprende uno de los impulsores de primera etapa, y en donde el primer conjunto de impulsores y/o el segundo conjunto de impulsores comprende al menos un impulsor de etapa intermedia. Con una configuración de este tipo, la bomba multietapa puede diseñarse con tres o más etapas.

Preferentemente, cada uno del primer conjunto y del segundo conjunto de impulsores comprende un impulsor de etapa intermedia.

Asimismo, se prefiere que el primer conjunto de impulsores y el segundo conjunto de impulsores estén configurados en una disposición espalda con espalda, para equilibrar al menos parcialmente el empuje axial generado por el primer conjunto de impulsores y el segundo conjunto de impulsores, respectivamente.

En particular, para las realizaciones, en las que se minimizará el empuje axial residual, el primer conjunto de impulsores y el segundo conjunto de impulsores comprenden el mismo número de impulsores.

También para aquellas realizaciones que tienen más de dos etapas, se prefiere que la bomba comprenda dos líneas de cruce, cada uno de los cuales conecta el lado de descarga de uno de los impulsores de etapa intermedia con uno de los lados de succión primero y segundo del impulsor de última etapa.

En algunas realizaciones, al menos una línea de cruce está configurada como una línea externa dispuesta fuera de la carcasa de la bomba.

También es posible que cada línea de cruce esté configurada como una línea externa dispuesta fuera de la carcasa de la bomba.

Preferentemente, la bomba centrífuga multietapa está configurada como una bomba entre cojinetes.

Otras medidas y realizaciones ventajosas de la invención resultarán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes.

La invención se explicará con más detalle a continuación con referencia a realizaciones de la invención y con referencia a los dibujos. Se muestran en una representación esquemática:

Figura 1: una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con la técnica anterior.

Figura 2: una primera realización de una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con la invención, y

Figura 3: una segunda realización de una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con la invención.

La figura 1 muestra una representación esquemática de una bomba centrífuga multietapa 1' de acuerdo con la técnica anterior y configurada como una bomba centrífuga de dos etapas 1'. Dado que la figura 1 ya se ha explicado anteriormente en la descripción de la técnica anterior, no son necesarias más explicaciones. Con el fin de diferenciar la disposición de la técnica anterior sobre las realizaciones según la invención, los componentes de la bomba 1' que representan la técnica anterior se designan en la figura 1 con números de referencia que tienen un apóstrofo (coma invertida) detrás del número de referencia respectivo.

La figura 2 muestra una representación esquemática de una primera realización de una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con la invención, que se designa en su entidad con el número de referencia 1. La bomba 1 está diseñada como una bomba centrífuga para transportar un fluido, por ejemplo, un líquido como el agua.

La bomba centrífuga multietapa 1 comprende una carcasa de bomba 2 que tiene una entrada 3 y una salida 4 para el fluido a transportar. La bomba centrífuga 1 comprende, además, dos impulsores de primera etapa 5 y un impulsor de última etapa 6 interpuesto entre los dos impulsores de primera etapa 5, así como un árbol 7 para rotar cada impulsor 5, 6 alrededor de una dirección axial A. La dirección axial A está definida por el eje del árbol 7. Cada impulsor 5, 6 está montado en el árbol 7 a prueba de par. El árbol 7 tiene un extremo de accionamiento 71, que puede conectarse a una

unidad de accionamiento (no mostrada) para accionar la rotación del árbol 7 alrededor de la dirección axial A. La unidad de accionamiento puede comprender, por ejemplo, un motor eléctrico. El otro extremo del árbol 7 se denomina extremo no impulsor 72.

5 Cada uno de los impulsores de primera etapa 5 está en comunicación fluida con la entrada 3. Una primera línea de succión 81 constituye la comunicación de fluido entre la entrada 3 y el impulsor de primera etapa 5 en el lado izquierdo en la figura 2, y una segunda línea de succión 82 constituye la comunicación de fluido entre la entrada 3 y el impulsor de primera etapa en el lado derecho vista de la figura 2. Cada línea de succión 81, 82 puede configurarse como un canal que está delimitado por la carcasa de bomba 2 o una carcasa de entrada (no mostrada) que es parte de la carcasa de bomba 2. El flujo de entrada I del fluido a transportar entra en la carcasa de bomba 2 a través de la entrada 3 y luego se divide en una primera corriente que pasa a través de la primera línea de succión 81 y una segunda corriente que pasa a través de la segunda línea de succión 82.

15 Cada uno de los impulsores de primera etapa 5 está configurado como impulsores de succión 5 individuales, es decir, como impulsores 5 que tienen solo un lado de succión S. El lado de succión S del impulsor 5 es el lado donde está dispuesto el ojo del impulsor 5, es decir, el lado desde donde el fluido se acerca al impulsor 5. Cada impulsor tiene un lado de descarga D, es decir, el lado donde se descarga el fluido del impulsor 5. Con respecto a los impulsores de primera etapa 5, se puede disponer una voluta o un difusor en el lado de descarga D.

20 El impulsor de última etapa 6 está configurado como un impulsor de doble succión 6, es decir, el fluido se acerca al impulsor 6 desde ambos lados con respecto a la dirección axial A. Por lo tanto, el impulsor 6 de última etapa tiene un primer lado de succión S1 en el lado izquierdo en la figura 2 y un segundo lado de succión S2 en el lado derecho en la figura 2. El impulsor de última etapa 6 tiene un lado de descarga D que está en comunicación fluida con la salida 4 de la bomba. El flujo de salida del fluido descargado a través de la salida 4 se indica mediante la flecha O en la figura 2.

La primera realización de la bomba centrífuga multietapa 1 está configurada como una bomba centrífuga 1 de dos etapas con los dos impulsores 5 de primera etapa y el impulsor 6 de última etapa constituyendo el impulsor 6 de segunda etapa.

30 Los dos impulsores de primera etapa 5 están dispuestos con el lado de succión S del respectivo impulsor de primera etapa 5 orientado hacia uno del primer S1 y segundo lado de succión S2 del impulsor de última etapa 6. El impulsor de primera etapa 5 en el lado izquierdo de la figura 2 está dispuesto de tal manera que su lado de succión S mira hacia el primer lado de succión S1 del impulsor de última etapa 6. El impulsor 5 de primera etapa en el lado derecho de la figura 2 está dispuesto de tal manera que su lado de succión S mira hacia el segundo lado de succión S2 del impulsor 6 de última etapa. Por tanto, los dos lados de succión S de los impulsores de primera etapa 5 están enfrentados entre sí. Por lo tanto, el empuje axial generado por uno de los impulsores 5 de primera etapa compensa el empuje axial generado por el otro de los impulsores 5 de primera etapa. El empuje residual generado por los dos impulsores de primera etapa 5 es al menos aproximadamente cero. Dado que el impulsor de última etapa 6 está configurado como un impulsor de succión doble 6 con el primer lado de succión S1 y el segundo lado de succión S2, el empuje axial residual generado por el impulsor 6 de última etapa es al menos aproximadamente cero.

45 Para guiar la primera corriente desde el lado de descarga D del impulsor de primera etapa 5 al primer lado de succión S1 se proporciona una primera línea de cruce 91 entre el lado de descarga D del impulsor de primera etapa 5 y el primer lado de succión S1 del impulsor de última etapa 6. Para guiar la segunda corriente desde el lado de descarga D del impulsor de primera etapa 5 al segundo lado de succión S2, se proporciona una segunda línea de cruce 92 entre el lado de descarga D del impulsor de primera etapa 5 y el segundo lado de succión S1 del impulsor de última etapa 6. Cada línea de cruce 91, 92 puede incluir un difusor.

50 Cabe señalar que cada una de las líneas de cruce 91, 92 puede configurarse como una línea interna completamente dispuesta dentro de la carcasa de la bomba 2 o como una línea externa dispuesta al menos parcialmente fuera de la carcasa de la bomba 2 como se indica mediante el guion discontinuo líneas 90 en la figura 2.

55 La bomba centrífuga 1 comprende cojinetes (no mostrados) en ambos extremos del árbol 7, es decir, en o cerca del extremo no accionado 72 del árbol, y cerca del extremo de accionamiento 71 del árbol 7, es decir, la bomba centrífuga 1 está diseñada como una bomba entre cojinetes.

60 Durante el funcionamiento de la bomba multietapa 1, el flujo de entrada I del fluido entra en la carcasa de la bomba 2 a través de la entrada 3 y luego se divide en la primera corriente que pasa a través de la primera línea de succión 81 al lado de succión S del impulsor izquierdo de la primera etapa 5 (de acuerdo con la representación en la figura 2) y la segunda corriente que pasa a través de la segunda línea de succión 82 al lado de succión S del impulsor derecho de primera etapa 5 (de acuerdo con la representación en la figura 2).

65 La primera corriente se descarga en el lado de descarga del impulsor de primera etapa 5 en la primera línea de cruce 91 y se guía al primer lado de succión S1 del impulsor de última etapa 6. La segunda corriente se descarga en el lado de descarga D del impulsor de primera etapa 5 en la segunda línea de cruce 92 y se guía al segundo lado de succión

S2 del impulsor de última etapa 6. En el impulsor 6 de última etapa, la primera corriente y la segunda corriente se reúnen entre sí y salen de la bomba 1 a través de la salida 4 como flujo de salida O.

La figura 3 muestra una representación esquemática de una segunda realización de una bomba centrífuga multietapa 1 de acuerdo con la invención. En la siguiente descripción de la segunda realización de la bomba centrífuga multietapa 1 solo se explican con más detalle las diferencias con la primera realización. Las explicaciones con respecto a la primera realización también son válidas de la misma manera o de manera análoga para la segunda realización. Los números de referencia iguales designan las mismas características que se han explicado con referencia a la primera realización o características funcionalmente equivalentes.

La segunda realización está configurada como una bomba multietapa 1 que tiene más de dos etapas. En este caso, la bomba multietapa 1 está configurada como una bomba centrífuga de tres etapas. Cabe señalar que el número de tres etapas es solo ilustrativo. En otras realizaciones, la bomba multietapa 1 puede comprender más de tres etapas.

Asimismo, cabe señalar que el módulo que comprende la entrada 3, los dos impulsores de primera etapa 5 y el impulsor de última etapa 6 es esencialmente el mismo que en la primera realización. Es una ventaja importante que dicho módulo pueda configurarse esencialmente de la misma manera independientemente del número total de etapas de la bomba centrífuga 1.

De acuerdo con la segunda realización, la bomba centrífuga multietapa 1 comprende un primer conjunto de impulsores 51 y un segundo conjunto de impulsores 52, en donde cada conjunto de impulsores 51, 52 comprende uno de los impulsores de primera etapa 5. Adicionalmente, cada conjunto de impulsores 51, 52 comprende al menos un impulsor de etapa intermedia 55.

En otras realizaciones, solo el primer conjunto de impulsores 51 o solo el segundo conjunto de impulsores 52 comprende al menos un impulsor de etapa intermedia 55.

En la segunda realización, cada uno del primer conjunto y del segundo conjunto de impulsores 51, 52 comprende exactamente un impulsor de etapa intermedia 55.

En otras realizaciones, cada uno del primer conjunto y el segundo conjunto de impulsores 51, 52 comprende más de un impulsor intermedio 55.

Preferentemente y como se muestra en la figura 3, el primer conjunto de impulsores 51 y el segundo conjunto de impulsores 52 están configurados en una disposición espalda con espalda.

En la segunda realización, el primer conjunto de impulsores 51 y el segundo conjunto de impulsores 52 comprende el mismo número de impulsores 5, 55.

En otras realizaciones, el primer conjunto de impulsores 51 y el segundo conjunto de impulsores 52 comprende diferentes números de impulsores 5, 55.

Cada impulsor de etapa intermedia 55 está dispuesto aguas abajo de uno de los impulsores de primera etapa 5 y aguas arriba del impulsor de última etapa 6.

En la segunda realización, la primera línea de cruce 91 conecta el lado de descarga D del impulsor de primera etapa 5 izquierdo (de acuerdo con la representación en la figura 3) con el impulsor de etapa intermedia 55 del primer conjunto de impulsores 51. La segunda línea de cruce 92 conecta el lado de descarga D del impulsor de primera etapa 5 derecho (de acuerdo con la representación en la figura 3) con el impulsor de etapa intermedia 55 del segundo conjunto de impulsores 52.

Se proporciona una tercera línea de cruce 93 configurada para conectar el lado de descarga D del impulsor de etapa intermedia 55 del primer conjunto de impulsores 51 con el primer lado de succión S1 del impulsor de última etapa 6. Adicionalmente, se proporciona una cuarta línea de cruce 94 configurada para conectar el lado de descarga D del impulsor de etapa intermedia 55 del segundo conjunto de impulsores 52 con el segundo lado de succión S2 del impulsor de última etapa 6.

Durante el funcionamiento de la bomba multietapa 1, el flujo de entrada I del fluido entra en la carcasa de la bomba 2 a través de la entrada 3 y luego se divide en la primera corriente que pasa a través de la primera línea de succión 81 al lado de succión S del impulsor izquierdo de la primera etapa 5 (de acuerdo con la representación en la figura 3) y la segunda corriente que pasa a través de la segunda línea de succión 82 al lado de succión S del impulsor de primera etapa 5 derecho (de acuerdo con la representación en la figura 3). La primera corriente se descarga en el lado de descarga D del impulsor de primera etapa 5 en la primera línea de cruce 91 y se guía al lado de succión S del impulsor de etapa intermedia 55 del primer conjunto de impulsores 51. Después de haber pasado este impulsor de etapa intermedia 55, la primera corriente es guiada por la tercera línea de cruce 93 al primer lado de succión S1 del impulsor de última etapa 6. La segunda corriente se descarga en el lado de descarga D del impulsor de primera etapa 5 en la

segunda línea de cruce 92 y se guía al lado de succión S del impulsor de etapa intermedia 55 del segundo conjunto de impulsores 52. Después de haber pasado este impulsor de etapa intermedia 55, la segunda corriente es guiada por la cuarta línea de cruce 94 al segundo lado de succión S2 del impulsor de última etapa 6. En el impulsor 6 de última etapa, la primera corriente y la segunda corriente se reúnen entre sí y salen de la bomba 1 a través de la salida 4 como flujo de salida O.

El experto en la materia entenderá fácilmente cómo esta configuración puede expandirse a más de tres etapas.

REIVINDICACIONES

1. Una bomba centrífuga multietapa para transportar un fluido, que comprende una carcasa de bomba con una entrada (3) y una salida (4) para el fluido, dos impulsores de primera etapa (5) y un impulsor de última etapa (6) para transportar el fluido desde la entrada (3) hasta la salida (4), y un árbol (7) para rotar cada impulsor (5, 6) alrededor de una dirección axial (A), en donde cada impulsor (5, 6) comprende un lado de succión (S, S1, S2) para recibir el fluido y un lado de descarga (D) para descargar el fluido, en donde el impulsor de última etapa (6) está configurado como un impulsor de doble succión (6), que tiene un primer lado de succión (S1) y un segundo lado de succión (S2), en donde el impulsor de última etapa (6) está dispuesto entre los dos impulsores de primera etapa (5) con respecto a la dirección axial (A), y en donde cada impulsor de primera etapa (5) está dispuesto con el lado de succión (S) del impulsor de primera etapa (5) orientado hacia uno de los lados de succión primero y segundo (S1, S2) del impulsor de última etapa (6), **caracterizada por que** cada uno de los impulsores de primera etapa (5) está configurado como impulsores de succión (5) individuales.
2. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el lado de succión (5) de cada impulsor de primera etapa (5) está en comunicación fluida con la entrada (3) por medio de una línea de succión (81, 82), con cada línea de succión (81, 82) dispuesta dentro de la carcasa de bomba (2).
3. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene exactamente tres impulsores (5, 6), en concreto, los dos impulsores de primera etapa (5) y el impulsor de última etapa (6).
4. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende dos líneas de cruce (90, 91, 92), cada una de las cuales conecta el lado de descarga (D) de uno de los impulsores de primera etapa (5) con uno de los lados de succión primero y segundo (S1, S2) del impulsor de última etapa (6).
5. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que comprende un primer conjunto de impulsores (51) y un segundo conjunto de impulsores (52), en donde cada conjunto de impulsores (51, 52) comprende uno de los impulsores de primera etapa (5), y en donde el primer conjunto de impulsores (51) y/o el segundo conjunto de impulsores (52) comprende al menos un impulsor de etapa intermedia (55).
6. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con la reivindicación 5, en donde cada uno del primer conjunto y el segundo conjunto de impulsores (51, 52) comprende un impulsor de etapa intermedia (55).
7. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5-6, en donde el primer conjunto de impulsores (51) y el segundo conjunto de impulsores (52) están configurados en una disposición espalda con espalda.
8. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en donde el primer conjunto de impulsores (51) y el segundo conjunto de impulsores (52) comprenden el mismo número de impulsores (5, 55).
9. Una bomba multietapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6-8, que comprende dos líneas de cruce (93, 94), cada una de las cuales conecta el lado de descarga (D) de uno de los impulsores de etapa intermedia (55) con uno de los lados de succión primero y segundo (S1, S2) del impulsor de última etapa (6).
10. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4-9, en donde al menos una línea de cruce (90) está configurada como una línea externa dispuesta fuera de la carcasa de bomba (2).
11. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4-10, en donde cada línea de cruce (90) está configurada como una línea externa dispuesta fuera de la carcasa de bomba (2).
12. Una bomba centrífuga multietapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurada como una bomba entre cojinetes.

Fig.1

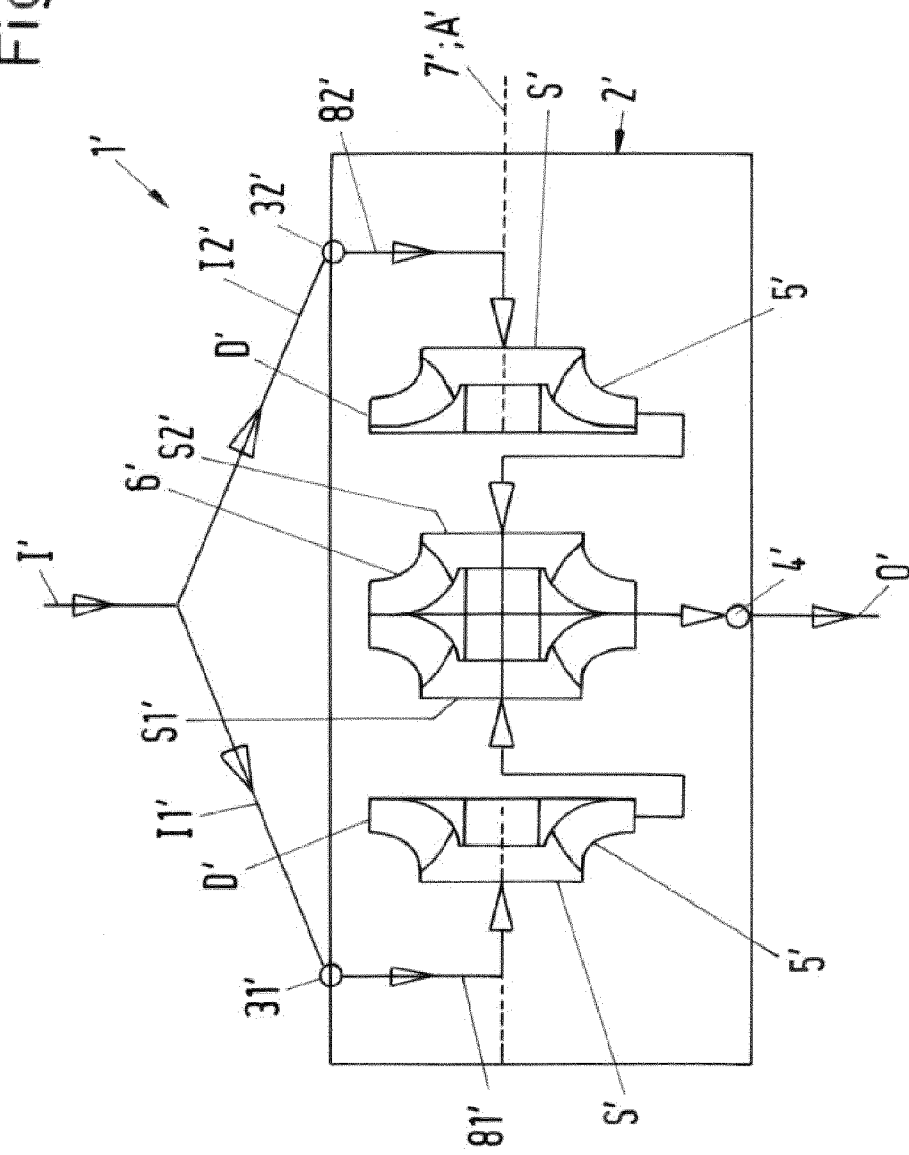


Fig.2

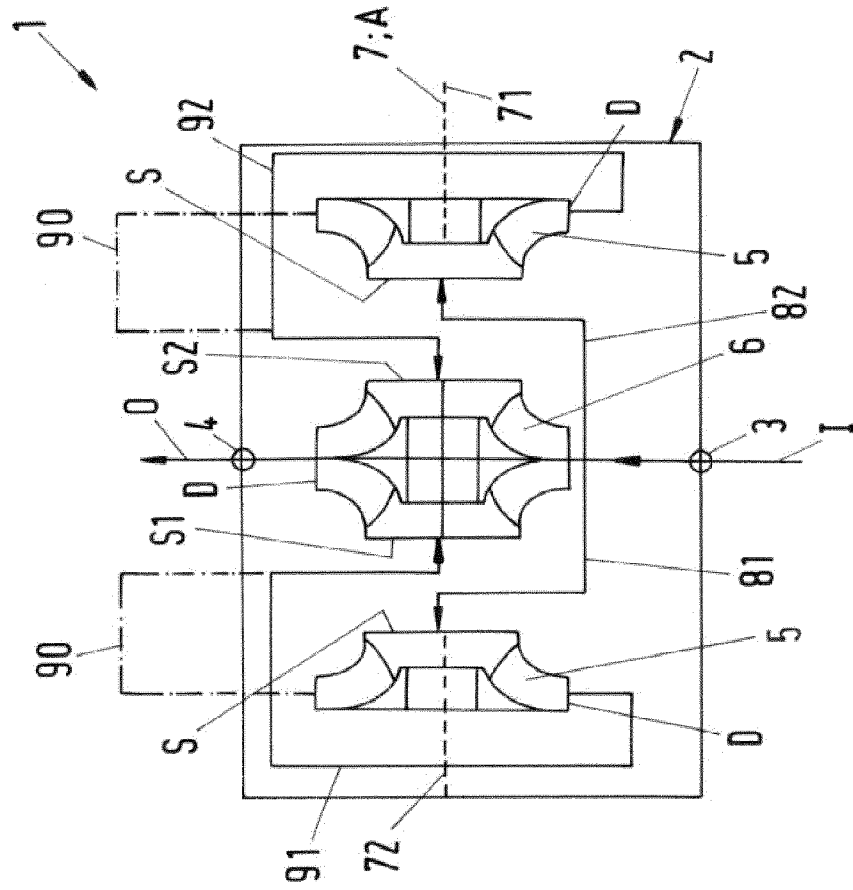


Fig. 3

