

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 678 920**

51 Int. Cl.:

F04D 13/06 (2006.01)

F04D 29/041 (2006.01)

F04D 29/046 (2006.01)

F04D 29/42 (2006.01)

F04D 29/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2017** **E 17150835 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018** **EP 3208464**

54 Título: **Bomba centrífuga**

30 Prioridad:

17.02.2016 DE 102016202417

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

20.08.2018

73 Titular/es:

**BÜHLER MOTOR GMBH (100.0%)
Anne-Frank-Str. 33-35
90459 Nürnberg, DE**

72 Inventor/es:

EHRMANN, JÜRGEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 678 920 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.

5 La invención concierne a una bomba centrífuga (1), especialmente para el transporte de un refrigerante en vehículos, que comprende una carcasa de bomba fabricada de un material primitivamente conformable, constituida por un cabezal de bomba (16) que forma una sola pieza con un racor de aspiración (2), un racor de impulsión (3), al menos un rayo (11) y un portacojinete (12) en el que está montado un contracojinete (10), en donde está apoyada una primera zona (4) de un eje (5), alrededor del cual está montado de manera giratoria un rodete de bomba (6) por medio de un cojinete liso (7) inmovilizado en dicho rodete (6), manteniendo el al menos un rayo (11) al portacojinete (12) en una posición central dentro del cabezal de bomba (16), y un bote de entrehierro (30) que separa un espacio húmedo de un espacio seco y en el que está apoyada una segunda zona (28) del eje (5), estando alojado un estator bobinado (19) en el espacio seco y estando alojado un rotor de imán permanente (20) de un motor de corriente continua electrónicamente conmutado en el espacio húmedo, y formando el rotor de imán permanente (20) con el rodete de bomba (6) una unidad constructiva.

15 En los motores de combustión interna del sector de los vehículos automóviles están presentes en general como bomba de agua refrigerante principal unas bombas centrífugas mecánicas accionadas por el cigüeñal a través de una correa dentada. Como apoyo o como sustitución cuando el motor de combustión esté parado, se utilizan unas bombas eléctricas de agua refrigerante adicional que están configuradas en general como motores de corriente continua electrónicamente conmutados. Dado que éstos están dispuestos en la proximidad inmediata o directamente en el motor de combustión, éstos están expuestos a las altas temperaturas y cargas de vibración del motor de combustión. Tales vibraciones pueden ser generadas por el motor eléctrico y la parte hidráulica de la propia bomba de agua refrigerante. Las bombas de agua refrigerante principal pueden hacerse funcionar también eléctricamente y presentan los mismos problemas. Incluso en vehículos eléctricos son necesarias bombas de agua refrigerante que, por ejemplo, proporcionen una refrigeración por acumulador eléctrico.

25 Se conoce por el documento DE 10 2010 019502 A1 una bomba de agua refrigerante de la clase genérica expuesta en la que un rodete de bomba está montado de manera giratoria sobre un eje central que está apoyado e inmovilizado, por un lado, en un bote de entrehierro y, por otro, en un cabezal de bomba. Un cojinete liso cilíndrico hueco es parte integrante del rodete de bomba y se puede apoyar axialmente en superficies frontales planas de contracojinetes. Uno de los contracojinetes está alojado dentro del cabezal de bomba en un portacojinete y está unido a través de rayos rectos con el cabezal de bomba. Las vibraciones que se producen durante el funcionamiento se transmiten de esta manera del rodete al cabezal de la bomba con una amplia falta de amortiguación. Asimismo, se producen ruidos originados por fluctuaciones de la posición radial del rodete de bomba alrededor del eje.

35 Se conoce por el documento más próximo DE 10 2006 021 244 A1 una bomba centrífuga, concretamente para el transporte de refrigerante en vehículos, que comprende una carcasa de bomba fabricada de un material primitivamente conformable, constituida por un cabezal de bomba que forma una sola pieza con un racor de aspiración, un racor de impulsión, un rayo y un portacojinete en el que está montado un contracojinete, en donde está apoyada una primera zona de un eje, alrededor del cual está montado un rodete de bomba de manera móvil por medio de un cojinete liso inmovilizado en dicho rodete, manteniendo el rayo al portacojinete en una posición central dentro del cabezal de bomba, y un bote de entrehierro que separa un espacio húmedo de un espacio seco y en el que está apoyada una segunda zona del eje, estando alojado un estator bobinado en el espacio seco y estando alojado un rotor de imán permanente de un motor de corriente continua electrónicamente conmutado en el espacio húmedo, y formando el rotor de imán permanente con el rodete de bomba una unidad constructiva, presentando el cojinete liso una superficie de cojinete radial de forma de envolvente cilíndrica interior y una superficie de cojinete axial, y pudiendo apoyarse axialmente la superficie de cojinete axial en una superficie de un contracojinete que está sujeto en el portacojinete, estando unido el portacojinete con el racor de aspiración de tal manera que se puede producir al menos una variación de la dirección de vibración entre el portacojinete y el racor de aspiración.

45 Se conoce por el documento DE 101 40 613 A1 una bomba centrífuga, en particular para el transporte de refrigerante en vehículos, que revela un cojinete liso dotado de una superficie de cojinete axial convexa o cóncava y un contracojinete correspondiente.

50 Por tanto, el cometido de la invención consiste en proporcionar en una bomba centrífuga de la clase genérica expuesta un centrado del rodete de la bomba y una amortiguación de vibraciones que se transmiten del rodete de la bomba al cabezal de la misma y, por tanto, a la carcasa de la bomba centrífuga, con lo que se deben evitar ampliamente ruidos desagradables.

55 Este problema se resuelve según la invención por medio de las características de la reivindicación 1. Una superficie de cojinete axial convexa o cóncava del cojinete liso coopera con una superficie cóncava o convexa de un contracojinete y produce un autocentrado del rodete de la bomba dentro del espacio de la misma. Se minimiza así un movimiento de fluctuación radial y se reducen las vibraciones que parten del rodete de la bomba. Las vibraciones adicionalmente generadas son amortiguadas a través de al menos una variación de la dirección de vibración entre el portacojinete y el racor de aspiración. La energía de vibración se transforma en energía calorífica por efecto del

rozamiento interior y se evacua ésta por medio del refrigerante. De esta manera, se evitan o atenúan ampliamente los ruidos desagradables. Cada variación de dirección produce una amortiguación de vibraciones. Las variaciones de dirección se expresan por medio de puntos de inflexión en curvas. Por este motivo, se propone que los rayos entre el portacojinete y el racor de aspiración describan una curva con al menos un punto de inflexión.

5 En las reivindicaciones subordinadas se presentan perfeccionamientos de la invención. Como quiera que una primera zona de transición entre un rayo y el portacojinete en dirección axial está claramente distanciada de una segunda zona de transición entre el mismo rayo y el racor de aspiración, se pueden acoplar y transmitir vibraciones de una manera menos directa, con lo que se produce un efecto de amortiguación.

10 Este efecto se consigue especialmente cuando la primera zona de transición no se solapa axialmente con la segunda zona de transición.

Se ha manifestado como ventajoso que los rayos sobresalgan del racor de aspiración en dirección sustancialmente radial y hagan transición axialmente hacia el portacojinete. Se consigue así al menos una variación de dirección de aproximadamente 90° para la propagación de las vibraciones.

15 Por consiguiente, se consigue una amortiguación aún mejor cuando los rayos entre el portacojinete y el racor de aspiración describen una curva con al menos dos puntos de inflexión.

Para reducir de antemano la tendencia a la vibración se aspira a realizar un autocentrado del rodete de la bomba. Por este motivo, la superficie de cojinete axial del cojinete liso debe ser de configuración convexa y la superficie del contracojinete debe ser de configuración cóncava. Es imaginable también configurar la superficie de cojinete axial del cojinete liso con forma cóncava y la superficie del contracojinete con forma convexa.

20 Una superficie de cojinete axial convexa o una superficie de contracojinete convexa está realizada en forma de un segmento de aro de rodadura de bolas al que se unen siempre una superficie interior cilíndrica hueca y una superficie exterior cilíndrica.

Convenientemente, están presentes tres rayos entre el portacojinete y el racor de aspiración y estos rayos forman una sola pieza con el cabezal de bomba. Sin embargo, son imaginables también uno o dos rayos.

25 Una segunda forma de realización de la invención prevé que el cojinete liso y/o el contracojinete presenten collares anulares que sirvan como tope axial.

30 Particularmente en la segunda forma de realización es ventajoso que los radios de las superficies de cojinete axial del cojinete liso y del contracojinete se diferencien ligeramente uno de otro, con lo que se presenta un contacto preferiblemente en la zona próxima al eje. En esta zona es más pequeño el radio de rozamiento, con lo que se presenta una menor resistencia mecánica. Asimismo, la superficie de asiento es más pequeña que en el caso de radios iguales, con lo que las faltas de precisión de fabricación pueden tener una repercusión menos negativa. Las superficies de asiento pueden agrandarse por efecto del desgaste durante la vida útil.

35 Para evitar una sobredeterminación está presente entre el eje (5) y el cojinete liso (7) una insignificante rendija anular y el montaje radial se efectúa durante el funcionamiento por medio del contracojinete (10). Debido a diferencias de presión existe una tracción axial del rodete de bomba en dirección al racor de aspiración, con lo que el cojinete liso (7) se mantiene en contacto con el contracojinete (10). Gracias a la geometría esférica de las superficies de cojinete axial se pueden absorber las fuerzas de cojinete radial relativamente pequeñas. Se centra así el rodete de bomba (6) en el contracojinete (10). La superficie de cojinete radial del cojinete liso (7) sirve sustancialmente como apoyo en estado de reposo o en presencia de impactos actuantes desde fuera sobre la bomba centrífuga.

40 Según un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el cojinete liso (7) y/o el contracojinete (10) se ensamblan por conformación primitiva. Esto da como resultado una unión muy sólida e íntima. Para aumentar aún más la robustez de la unión, el cojinete liso (7) y/o el contracojinete (10) presentan un moleteado en el perímetro exterior. De este modo, el material circundante puede unirse aún mejor durante la conformación primitiva con el respectivo cojinete.

45 Para el cojinete liso (7) y el contracojinete (10) se pueden emplear emparejamientos de materiales diferentes, por ejemplo acero con acero con acero con plástico o cerámica con cerámica o cerámica con plástico. Como material plástico adecuado se ha acreditado un plástico con fibras de carbón, especialmente polisulfuro de fenileno (PPS) con 30% de fibras de carbón. Si se emplea acero como material del cojinete, éste se fabrica en general mediante conformación en frío. Para conseguir una alta resistencia a la abrasión, este cojinete puede estar realizado como un cojinete de acero templado.

50 El cabezal de la bomba puede consistir en material sintético manipulable por técnicas de fundición inyectada o, en caso de mayores exigencias impuestas a la resistencia y a las propiedades de sustracción de calor, puede consistir en un material metálico apto para fundición a presión, tal como aluminio (fundición a presión de aluminio).

A continuación, se describe la invención ayudándose de ejemplos de realización que se explican con más detalle apoyándose en las figuras. Muestran en éstas:

La figura 1, una representación en corte de una bomba centrífuga según la invención,

La figura 2, un fragmento ampliado A de la figura 1,

5 La figura 3, una bomba centrífuga según el estado de la técnica,

La figura 4, un contracojinete con collar anular,

La figura 5, un cojinete liso con collar anular,

La figura 6, una representación en corte de una segunda forma de realización,

La figura 7, una representación estilizada de un rayo,

10 La figura 8, una variante del rayo y

La figura 9, una segunda variante del rayo.

Nota: Los símbolos de referencia con apóstrofo y los símbolos de referencia sin apóstrofo designan detalles del mismo nombre en los dibujos y en la descripción de éstos. Se trata aquí del empleo en otra forma de realización del estado de la técnica y/o el detalle es una variante. Las reivindicaciones, la introducción de la descripción, la lista de
15 símbolos de referencia y el resumen contienen, en aras de una mayor sencillez, solamente símbolos de referencia sin apóstrofo.

La figura 1 muestra una representación en corte con las partes de una bomba centrífuga esenciales para la invención. En particular, se han representado: un cabezal de bomba 16 con un racor de aspiración 2, un racor de impulsión 3, unos rayos 11, un portacojinete 12 y una brida 26 del cabezal de bomba, así como un rodete de bomba 6 dispuesto sobre un eje 5, en el que está fijado un cojinete liso 7 que monta el rodete de bomba 6 de manera móvil sobre el eje 5 por medio de una superficie de cojinete radial 8 y que se apoya axialmente en un contracojinete 10 alojado en el portacojinete 12. El cojinete liso 7 presenta en su lado frontal una superficie de cojinete axial esférica convexa 9 que casa y coopera con una superficie cóncava 23 del contracojinete 10. El contracojinete 10 está fijado en el portacojinete 12 y sirve tanto para el montaje axial como para el centrado del rodete de bomba 6. El rodete de bomba 6 está representado aquí sin un imán permanente que se una directamente a una rueda de paletas 27. El eje 5 está apoyado por una primera zona 4 en el portacojinete 12 y por una segunda zona adicional 28 en un bote de entrehierro no visible aquí.
20

La figura 2 muestra la zona de cojinete del detalle A de la figura 1 en forma un poco agrandada, con el cabezal de bomba 16, el racor de aspiración 2, el rayo 11, el portacojinete 12, el eje 5 con su primera zona (zona extrema) 4, el cojinete liso 7, el contracojinete 10 y el rodete de bomba 6. Se pueden apreciar aquí más claramente que en la figura 1 la superficie de cojinete radial 8, así como la superficie de cojinete axial esférica 9 del cojinete liso 7 y la superficie cóncava 23 del contracojinete 10.
30

La figura 3 muestra una bomba centrífuga 1' conocida por el estado de la técnica, con un cabezal de bomba 16' que comprende un racor de aspiración 2', unos rayos 11', un portacojinete 12' y una brida 26' de dicho cabezal, un bote de entrehierro 30' que comprende un fondo de bote 29', un tubo de entrehierro 17', una brida 31' del bote de entrehierro y un alojamiento de eje 18' que sobresale del fondo 29' del bote, un rodete de bomba 6', que comprende un anillo magnético 33' y una rueda de paletas 27 conectada a éste, así como un cojinete liso 7', un estator 19', un rotor de imán permanente 20', una placa de circuito impreso 35' y una carcasa de estator 32'. El estator 19' y la placa de circuito impreso 35' están alojados en un espacio seco que está limitado por el bote de entrehierro 30' y la carcasa de estator 32'. El estator está constituido por un devanado anular 36' y unas chapas polares de garras 37'. El rodete de bomba 6' está alojado en un espacio de bomba 34' formado por el cabezal de bomba 16' y el tubo de entrehierro 30' de manera que puede girar sobre un eje 5' que está alojado y apoyado en el alojamiento de eje 18' y el portacojinete 12'. En el portacojinete 12' está alojado un contracojinete 10' que sirve como arranque axial para el cojinete liso 7'. Los rayos 11' unen el cabezal de bomba 16' con el portacojinete 12' en línea recta.
35

La figura 4 muestra una forma de realización alternativa de un contracojinete 10'' que comprende un primer cilindro hueco 24'' y un collar anular 22'' cóncavo en su lado frontal. Una superficie de contracojinete axial 23'' está formada por el lado frontal del primer cilindro hueco 24'' y el collar anular 22''.
40

La figura 5 muestra una forma de realización alternativa de un cojinete liso 7'' que comprende un segundo cilindro hueco 25'' y un collar anular 21'' convexo en su lado frontal. Una superficie de cojinete axial 9'' está formada por el lado frontal del segundo cilindro hueco 25'' y el collar anular 21''.
45

La figura 6 muestra una representación en corte de una segunda forma de realización de la invención en la que se

5 utilizan las formas alternativas del cojinete liso 7'' y del contracojinete 10'' de las figuras 4 y 5. Se muestran un cabezal de bomba 16'', que comprende unos rayos 11'', un portacojinete 12'' y el contracojinete 10'', un rodete de bomba 6'', que comprende una rueda de paletas 27'', el cojinete liso 7'' y un anillo magnético 33'', y un eje 5'' que está alojado con una primera zona 4'' en el contracojinete 10''. El cojinete liso 7'' está unido fijamente con el rodete de bomba 6'' y el contracojinete 10'' está unido fijamente con el portacojinete 12''. La superficie de cojinete axial convexa 9'' y la superficie de contracojinete cóncava 23'' conducen a un autocentrado del rodete de bomba 6''. Los radios de las superficies cóncavas o convexas se diferencian aquí insignificadamente uno de otro, con lo que las dos superficies se tocan primordialmente en su zona próxima al eje. Debido al desgaste, el tamaño de las superficies en contacto puede agrandarse a lo largo de su vida útil. El collar anular convexo 21'' y el collar anular cóncavo 22'' sirven también como tope axial durante el montaje en el rodete de bomba 6'' o en el portacojinete 12''.

10 La figura 7 muestra una representación estilizada de un rayo 11''' que no presenta puntos de inflexión 15, sino que sobresale radialmente de un racor de aspiración 2''' y se une axialmente a un portacojinete 12'''. Una zona de transición 13''' entre el rayo 11''' y el portacojinete 12''' está alejada, en la medida de la longitud D''', de una zona de transición 14''' entre el racor de apoyo 2''' y el rayo 11'''.

15 La figura 8 muestra una representación estilizada de una variante de la figura 7 con un racor de aspiración 2''', un rayo 11'''' y un portacojinete 12'''. El rayo 11'''' presenta un punto de inflexión 15'''. El rayo 11'''' sobresale radialmente del racor de aspiración 2''' y se une radialmente al portacojinete 12'''. Una zona de transición 13'''' entre el rayo 11'''' y el portacojinete 12'''' está alejada, en la medida de la longitud D''', de una zona de transición 14'''' entre el racor de aspiración 2''' y el rayo 11''''.

20 La figura 9 muestra una representación estilizada de otra variante de las figuras 7 y 8 con un racor de aspiración 2''', un rayo 11'''' y un portacojinete 12'''. El rayo 11'''' presenta dos puntos de inflexión 15'''. El rayo 11'''' sobresale radialmente del racor de aspiración 2'''' y se une radialmente al portacojinete 12'''''. Una zona de transición 13'''' entre el rayo 11'''' y el portacojinete 12'''' está alejada, en la medida de la longitud D''''', de una zona de transición 14'''' entre el racor de aspiración 2'''' y el rayo 11''''.

25 Son imaginables también geometrías de transición entre estos ejemplos. La forma del rayo puede diferir considerablemente también de las representaciones; en particular, la superficie en corte transversal de los rayos puede variar netamente a lo largo de su recorrido.

Lista de símbolos de referencia

- | | | |
|----|----|-------------------------------|
| | 1 | Bomba centrífuga |
| 30 | 2 | Racor de aspiración |
| | 3 | Racor de impulsión |
| | 4 | Primera zona |
| | 5 | Eje |
| | 6 | Rodete de bomba |
| 35 | 7 | Cojinete liso |
| | 8 | Superficie de cojinete radial |
| | 9 | Superficie de cojinete axial |
| | 10 | Contracojinete |
| | 11 | Rayo |
| 40 | 12 | Portacojinete |
| | 13 | Primera zona de transición |
| | 14 | Segunda zona de transición |
| | 15 | Punto de inflexión |
| | 16 | Cabezal de bomba |
| 45 | 17 | Tubo de entrehierro |
| | 18 | Alojamiento de eje |
| | 19 | Estator |
| | 20 | Rotor de imán permanente |

ES 2 678 920 T3

	21	Collar anular convexo
	22	Collar anular cóncavo
	23	Superficie de contracojinete axial
	24	Primer cilindro hueco
5	25	Segundo cilindro hueco
	26	Brida de cabezal de bomba
	27	Rueda de paletas
	28	Segunda zona
	29	Fondo de bote
10	30	Bote de entrehierro
	31	Brida de bote de entrehierro
	32	Carcasa de estator
	33	Anillo magnético
	34	Espacio de bomba
15	35	Placa de circuito impreso
	36	Devanado anular
	37	Chapa polar de garras

REIVINDICACIONES

1. Bomba centrífuga (1), especialmente para el transporte de un refrigerante en vehículos, que comprende una carcasa de bomba fabricada de un material primitivamente conformable, constituida por un cabezal de bomba (16) que forma una sola pieza con un racor de aspiración (2), un racor de impulsión (3), al menos un rayo (11) y un portacojinete (12) en el que está montado un contracojinete (10), en donde está apoyada una primera zona (4) de un eje (5), en torno al cual está montado de manera giratoria un rodete de bomba (6) por medio de un cojinete liso (7) inmovilizado en el rodete de bomba (6), manteniendo el al menos un rayo (11) al portacojinete (12) en una posición central dentro del cabezal de bomba (16), y un bote de entrehierro (30) que separa un espacio húmedo de un espacio seco y en el que está apoyada una segunda zona (28) del eje (5), estando alojado un estator bobinado (19) en el espacio seco y estando alojado un rotor de imán permanente (20) de un motor de corriente continua electrónicamente conmutado en el espacio húmedo, y formando el rotor de imán permanente (20) con el rodete de bomba (6) una unidad constructiva, **caracterizada** por que el cojinete liso (7) presenta una superficie de cojinete radial (8) de forma de envolvente cilíndrica interior y una superficie de cojinete axial convexa o cóncava (9), la superficie de cojinete axial (9) puede apoyarse axialmente en una superficie de contracojinete (23) de un contracojinete cóncavo o convexo (10) que está sujeto en el portacojinete (12), y el portacojinete (12) está unido con el racor de aspiración (2) de tal manera que se puede producir al menos una variante de la dirección de vibración entre el portacojinete (12) y el racor de aspiración (2), describiendo el rayo o los rayos (11) entre el portacojinete (12) y el racor de aspiración (2) una curva con al menos un punto de inflexión (15).
2. Bomba centrífuga según la reivindicación 1, **caracterizada** por que una primera zona de transición (13) entre un rayo (11) y el portacojinete (12) en dirección axial está netamente distanciada de una segunda zona de transición (14) entre el mismo rayo (11) y el racor de aspiración (2).
3. Bomba centrífuga según la reivindicación 2, **caracterizada** por que la primera zona de transición (13) no se solapa axialmente con la segunda zona de transición (14).
4. Bomba centrífuga según la reivindicación 2 o 3, **caracterizada** por que el rayo o los rayos (11) sobresalen del racor de aspiración (2) en dirección sustancialmente radial y hacen transición axialmente hacia el portacojinete (12).
5. Bomba centrífuga según la reivindicación 1, 2, 3 o 4, **caracterizada** por que el rayo o los rayos (11) entre el portacojinete (12) y el racor de aspiración (2) describen una curva con al menos dos puntos de inflexión (15).
6. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que la superficie de cojinete axial (9) del cojinete liso (7) es de configuración convexa y la superficie (23) del contracojinete (10) es de configuración cóncava.
7. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que la superficie de cojinete axial (9) o la superficie de contracojinete (23) es un segmento de aro de rodadura de bolas.
8. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que están presentes uno, dos o tres rayos (11) entre el portacojinete (12) y el racor de aspiración (2) y estos rayos forman una sola pieza con el cabezal de bomba (16).
9. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que el cojinete liso (7) y/o el contracojinete (10) presentan un collar anular (21, 22).
10. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que los radios de las superficies de cojinete axial (9, 23) del cojinete liso (7) y del contracojinete (10) se diferencian insignificadamente una de otra, con lo que se presenta preferiblemente un contacto en la zona próxima al eje.
11. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que entre el eje (5) y el cojinete liso (7) está presente una rendija anular insignificante y el apoyo radial durante el funcionamiento se efectúa a través del contracojinete (10).
12. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que el cojinete liso (7) y/o el contracojinete (10) se han ensamblado por conformación primitiva.
13. Bomba centrífuga según la reivindicación 12, **caracterizada** por que el cojinete liso (7) y/o el contracojinete (10) presentan un moleteado en el perímetro exterior.
14. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que el cojinete liso (7) es de acero y el contracojinete (10) es de plástico, especialmente de plástico con fibras de carbón, o viceversa.
15. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que el cojinete liso (7) y/o el cojinete (10) son de acero.

16. Bomba centrífuga según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que el cojinete liso (7) y/o el contracojinete (10) son de cerámica.

Fig. 1

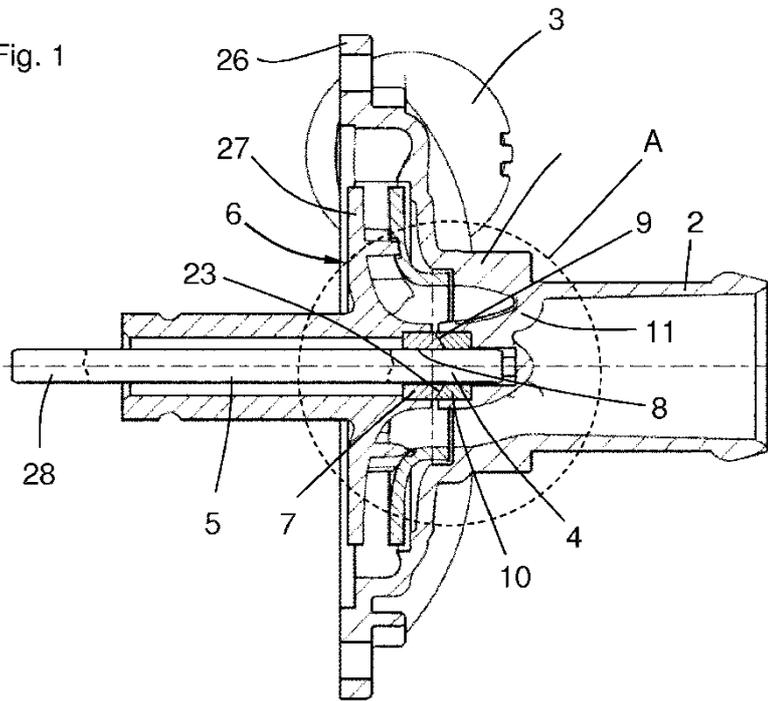
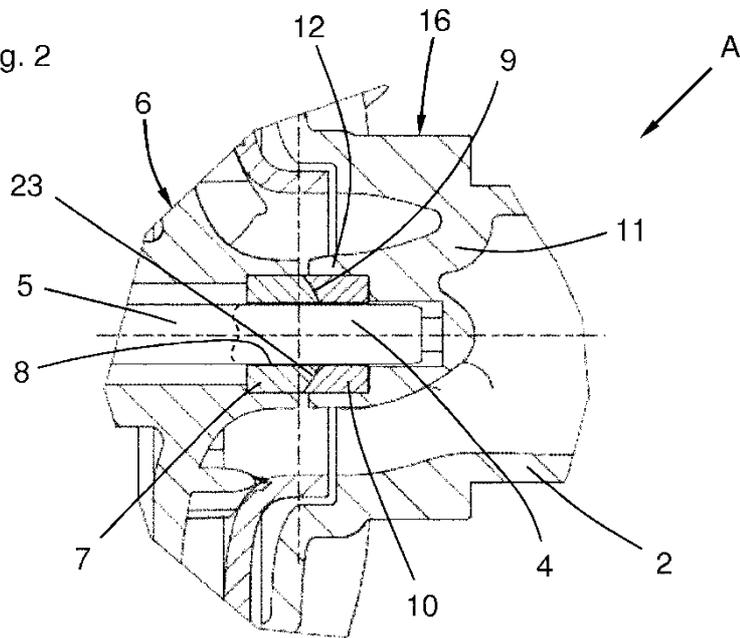


Fig. 2



ESTADO DE LA TÉCNICA

Fig. 3

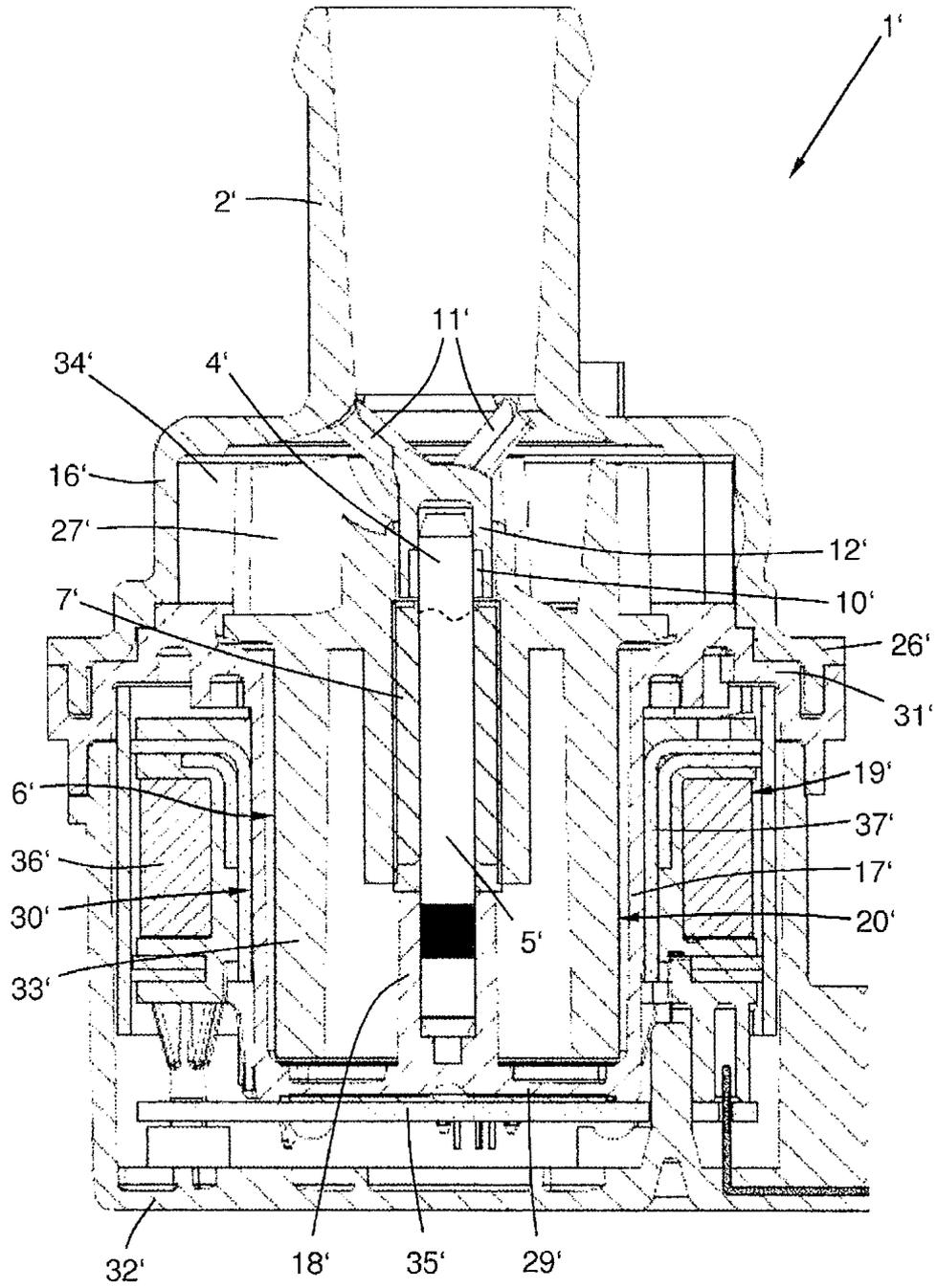


Fig. 4

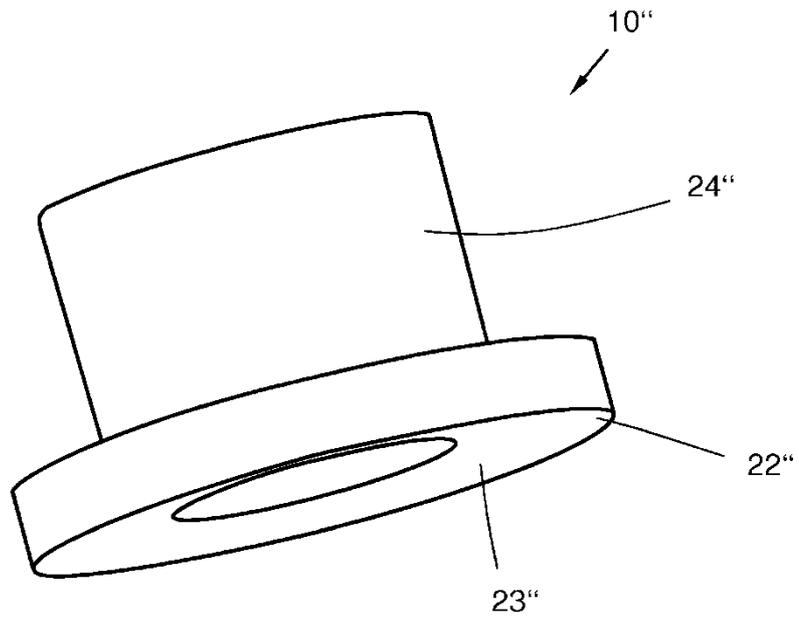


Fig. 5

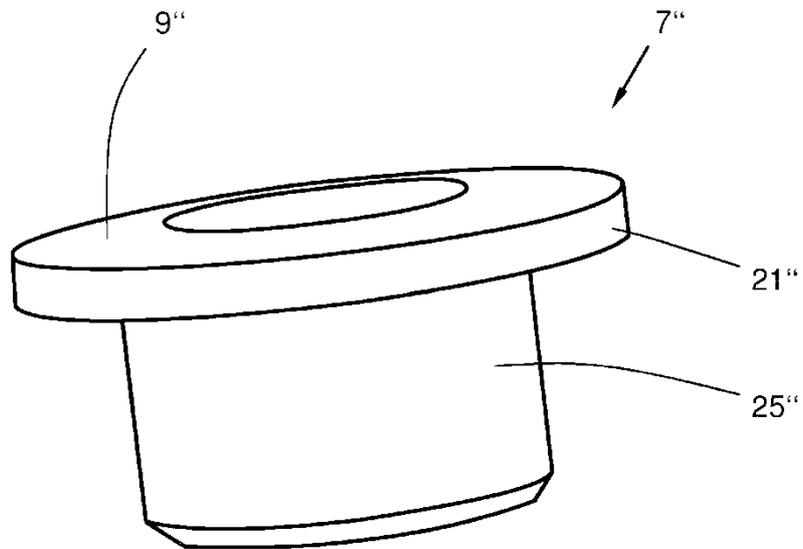


Fig. 6

