



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 969**

51 Int. Cl.:  
**F04C 2/10** (2006.01)  
**F04C 14/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03011033 .2**  
96 Fecha de presentación : **19.05.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1363025**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.11.2003**

54 Título: **Bomba volumétrica con ajuste de volumen desplazado.**

30 Prioridad: **17.05.2002 DE 102 22 131**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.11.2011**

73 Titular/es: **SCHWÄBISCHE HÜTTENWERKE  
AUTOMOTIVE GmbH  
Wilhelmstrasse 67  
73433 Aalen-Wasseralfingen, DE**

72 Inventor/es: **Missel, Gerold**

74 Agente: **Sugrañes Moliné, Pedro**

ES 2 367 969 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 volumétrica con ajuste de volumen desplazado.

La invención se refiere a una bomba volumétrica con un ajuste de su volumen desplazado específico. La bomba comprende al menos dos rodets de desplazamiento alojados de forma giratoria que están en engrane de desplazamiento entre ellos para desplazar un fluido de trabajo bajo aumento de presión de un lado de baja presión de la bomba a un lado de alta presión de la bomba durante un accionamiento giratorio de al menos uno de los rodets de desplazamiento. Asimismo, la invención se refiere a un sistema que comprende la bomba para la alimentación de un grupo con un fluido de trabajo o lubricante. En sus usos preferibles, la bomba sirve para alimentar aceite lubricante un motor de combustión interna, es decir, en este uso constituye la bomba de aceite lubricante del motor. Por volumen desplazado específico se entiende el volumen desplazado de la bomba referido a un número de revoluciones de uno de los rodets de desplazamiento [volumen desplazado/número de revoluciones].

En las bombas volumétricas, por ejemplo bombas de ruedas dentadas, el volumen desplazado específico es constante y, por tanto, el volumen desplazado es proporcional al número de revoluciones de los rodets de desplazamiento, mientras el grado de llenado de las celdas de desplazamiento formadas por los rodets de desplazamiento sea del 100%.

En muchos casos de aplicación esta proporcionalidad resulta molesta. Por ejemplo, en una prensa, para la marcha rápida se requiere una gran cantidad de suministro de aceite a presión, pero en la fase final de la carrera de trabajo de la prensa ya sólo se requiere una presión alta, mientras que la necesidad de volumen de desplazamiento de aceite se reduce a cero. Dado que el número de revoluciones de accionamiento de la bomba generalmente se mantiene constante, se produce un exceso de corriente de aceite que se encuentra bajo alta presión y que recircula a un depósito de aceite conllevando una pérdida de energía.

Un exceso de corriente de aceite también resulta molesto por ejemplo en bombas de lubricante de motor y bombas de alimentación de aceite de cajas de cambio automáticas de automóviles. Aunque estos grupos, a un bajo número de revoluciones de motor y, por tanto, a un bajo número de revoluciones de bomba, especialmente en ralentí, requieren un volumen de desplazamiento mínimo, y a un alto número de revoluciones requieren una presión de aceite mínima, la necesidad de fluido a un número de revoluciones más alto está muy por debajo de la línea de proporcionalidad.

El volumen desplazado específico de bombas debería estar adaptado a la necesidad del consumidor, por ejemplo un motor de combustión interna, una caja de cambios automática o una prensa, es decir que debería ser ajustable. En las bombas volumétricas conocidas, el ajuste del volumen desplazado específico se realiza mediante un ajuste del engrane de desplazamiento de los rodets de desplazamiento. Se conoce toda una serie de mecanismos de ajuste para ello.

En el documento DE 198 47 132 C2 se describe una bomba de ruedas dentadas exteriores, cuyo volumen desplazado específico está regulado de tal forma que a partir de un número de revoluciones límite predefinido ya sólo aumenta de forma proporcionalmente inferior al número de revoluciones o incluso se mantiene constante mientras sigue aumentando el número de revoluciones de accionamiento de la bomba. La bomba presenta dos ruedas cilíndricas con dentado recto que están alojadas en una cámara de desplazamiento de la bomba y que están engranadas entre ellas. El engrane de desplazamiento queda realizado por el engrane de los dientes de las dos ruedas cilíndricas. Para limitar el volumen desplazado específico de la bomba, una de las dos ruedas cilíndricas está alojada de forma giratoria sobre un émbolo. El émbolo está alojado de forma deslizable en sentido recto dentro de una carcasa de la bomba y, para su deslizamiento, en un lado del émbolo, se somete a un fluido transportado por la bomba desde el lado de alta presión de la bomba. Contra la presión del fluido actúa un elemento de resorte en el lado opuesto del émbolo. Por el equilibrio de fuerzas de la presión del fluido y la fuerza elástica resulta la posición de deslizamiento del émbolo y, por tanto, también la posición axial de la rueda cilíndrica alojada sobre el émbolo, con respecto a la otra rueda cilíndrica no deslizable. Por lo tanto, por el movimiento de deslizamiento del émbolo se modifica la longitud de engrane axial de las dos ruedas cilíndricas y, por tanto, el volumen desplazado específico de la bomba. El émbolo se somete a un fluido del lado de alta presión, de tal forma que a medida que aumenta la presión del fluido se reduce la longitud de engrane de las dos ruedas cilíndricas contra la fuerza elástica de retroceso del elemento de resorte.

Bombas con ruedas dentadas exteriores comparables en cuanto al ajuste del volumen desplazado específico se conocen por los documentos DE 41 21 074 A1, DE-A-100 43 842 y DE 35 28 651 A1.

Por el documento EP 1 182 351 se conoce también una bomba de ruedas dentadas interiores, cuyo volumen desplazado específico puede ajustarse. La bomba presenta una rueda interior con dentado exterior y una rueda hueca con dentado interior que están alojadas de forma giratoria alrededor de ejes de giro excéntricas en una cámara de desplazamiento de la carcasa de la bomba siendo accionadas de forma giratoria para el desplazamiento del fluido. Los dos rodets de desplazamiento constituyen celdas de desplazamiento que se expanden desde un punto del engrane más profundo de los dientes hasta un punto del menor engrane de los dientes y celdas de desplazamiento que se comprimen desde el punto del menor engrane de los dientes hasta el punto del engrane más profundo de los

dientes. En la zona de las celdas de transporte que se expanden desemboca una entrada en la cámara de desplazamiento, y en la zona de las celdas de desplazamiento que se comprimen, en la cámara desemboca una salida. Las celdas de fluido que se expanden succionan fluido de la entrada y las celdas de desplazamiento que se comprimen desplazan el fluido a través de la salida. Para poder ajustar el volumen desplazado específico de la bomba, la

5 rueda hueca con dentado interior está alojada de forma giratoria en un anillo excéntrico. El anillo excéntrico también está alojado en la carcasa de forma giratoria alrededor de un eje de giro excéntrico con respecto al eje de giro de la rueda hueca. Mediante un ajuste de la posición de ángulo de giro del anillo excéntrico con respecto a la entrada y la salida se realiza el ajuste del volumen desplazado específico. Para ajustar la posición de ángulo de giro del anillo excéntrico, un émbolo actúa sobre el anillo excéntrico a través de una cremallera, convirtiéndose en movimientos

10 axiales del émbolo en movimientos giratorios de ajuste del anillo excéntrico. Al igual que el émbolo en las bombas con ruedas dentadas exteriores conocidas, el émbolo se somete en un lado a la presión de fluido del lado de alta presión y a la fuerza elástica de un elemento de resorte de retroceso que actúa contra la presión de fluido.

Los mecanismos de ajuste conocidos requieren grandes fuerzas de retroceso durante el funcionamiento completo de la bomba. Si el elemento de retroceso que actúa contra la presión de fluido que actúa sobre el émbolo es un elemento de resorte, la cámara de resorte que aloja el elemento de resorte debe ser muy larga debido a las fuerzas elásticas necesarias. Dado el caso, el elemento de resorte tiene que estar realizado como resorte múltiple, por ejemplo un resorte doble.

15

La invención tiene el objetivo de proporcionar una bomba volumétrica que presente un dispositivo de ajuste que ahorre espacio, que sea económico y que sea estable durante el funcionamiento permanente, para un ajuste del volumen desplazado específico de la bomba.

20

Este objetivo se consigue mediante una bomba volumétrica indicada en la reivindicación 1.

La invención se refiere a una bomba volumétrica, cuyo volumen desplazado específico puede ajustarse y que comprende una carcasa con una cámara de desplazamiento, con al menos dos rodetes de desplazamiento alojados en la cámara de desplazamiento y con un dispositivo de ajuste para el ajuste de su volumen desplazado específico.

25 En la cámara de desplazamiento desembocan al menos una entrada y al menos una salida para un fluido que ha de ser desplazado por la bomba. La entrada está comunicada con un lado de baja presión de la bomba y la salida está comunicada con un lado de alta presión de la bomba. Por lado de baja presión se entiende el sistema completo de conducción de fluido desde un depósito de fluido hasta la entrada a la cámara de desplazamiento, es decir, el sistema completo de conducción de fluido corriente arriba desde la entrada incluidos los canales de suministro de fluido formados dentro de la carcasa. Por lado de alta presión se entiende el sistema completo de conducción de fluido directamente corriente abajo desde la salida de la cámara de desplazamiento hasta al menos un grupo siguiente que es alimentado del fluido por la bomba. Si ha de alimentarse una pluralidad de grupos, el lado de alta presión está formado por la parte del sistema de conducción de fluido que se extiende corriente abajo desde la salida hasta incluido al menos el último de los grupos que se han de alimentar.

30

Los al menos dos, preferentemente exactamente dos rodetes de desplazamiento pueden accionarse de forma giratoria y están en engrane de desplazamiento entre ellos para desplazar el fluido, bajo un aumento de presión, de la entrada a la salida. Para poder ajustar el volumen desplazado específico de la bomba, los rodetes de desplazamiento pueden ajustarse unos respecto a otros o con respecto a la entrada de fluido o con respecto a la salida de fluido, o bien, con respecto a la entrada de fluido y la salida de fluido.

35

El dispositivo de ajuste comprende un émbolo que para el ajuste de los rodetes de desplazamiento está acoplado con al menos uno de los rodetes de desplazamiento. Especialmente si la bomba volumétrica está configurada como bomba de ruedas dentadas exteriores, el acoplamiento puede consistir en que, como en las bombas de ruedas dentadas exteriores conocidas, uno de los rodetes de desplazamiento está alojado de forma giratoria sobre el émbolo pudiendo deslizarse axialmente junto al émbolo y con respecto al otro rodete de desplazamiento. No obstante, el acoplamiento también puede realizarse por un engranaje de ajuste que convierte un movimiento de ajuste del émbolo en un movimiento de ajuste de los rodetes de desplazamiento. Un ejemplo de un acoplamiento de este tipo para una bomba de ruedas dentadas interiores se conoce por ejemplo por el documento EP 1 182 351 mencionado.

40

45

Del dispositivo de ajuste forman parte además una primera cámara de presión y una segunda cámara de presión para someter el émbolo a la presión de fluido del lado de alta presión. El émbolo se extiende con una primera superficie de émbolo al interior de la primera cámara de presión y con una segunda superficie de émbolo al interior de la segunda cámara de presión. La presión de fluido que actúa sobre el émbolo en la primera cámara de presión actúa contra la presión de fluido que actúa sobre el émbolo en la segunda cámara de presión. Las dos cámaras de presión están comunicadas con el lado de alta presión respectivamente a través de una comunicación de fluido. La comunicación de fluido con el lado de alta presión puede estar realizada respectivamente de forma independiente, es decir,

50 las dos cámaras de presión pueden estar comunicadas paralelamente con el lado de alta presión. No obstante, las dos cámaras de presión también pueden estar comunicadas primero entre ellas y estar comunicadas después juntas con el lado de alta presión. Por último, la comunicación de fluido del lado de alta presión también puede estar realizado de tal forma que una de las dos cámaras de presión esté conectada con el lado de alta presión y que la otra de las dos cámaras de presión esté comunicada con dicha cámara de presión conectada directamente, estando comunicada sólo de esta forma con el lado de alta presión. En este último caso, la comunicación puede estar realizada

55

60

pasando por el interior del émbolo o, preferentemente, fuera del émbolo.

Además, el dispositivo de ajuste comprende un elemento de resorte, preferentemente un resorte mecánico que actúa contra la presión de fluido que actúa sobre el émbolo en la primera cámara de presión. Una cámara de resorte en la que está dispuesto el elemento de resorte está realizada preferentemente por la segunda cámara de presión.

5 No obstante, en principio también sería posible que el elemento de resorte estuviera dispuesto fuera de la segunda cámara de presión actuando contra la presión de fluido en la primera cámara de presión.

En una posición de partida del émbolo en la que los rodets de desplazamiento desplazan ya, preferentemente son idénticas las presiones de fluido en las dos cámaras de presión, de modo que, en la posición de partida, el elemento de resorte no está sometido a la presión de fluido. No obstante, en principio, también pueden elegirse presiones de fluido diferentes en la posición de partida. De este forma, la presión de fluido en la segunda cámara de presión puede ser menor que la presión de fluido en la primera cámara de presión, a fin de mantener el elemento de resorte bajo una pretensión en la posición de partida del émbolo. En la posición de partida del émbolo, la posición de los rodets de desplazamiento preferentemente es tal que la bomba presente su mayor volumen desplazado específico.

10 Mediante el movimiento de ajuste del émbolo contra la fuerza elástica del elemento de resorte, por tanto, se reduce el volumen desplazado específico en esta realización preferible. No obstante, también es posible otro desarrollo del volumen desplazado específico a lo largo del número de revoluciones, por ejemplo de tal forma que a medida que aumente el número de revoluciones, el volumen desplazado específico se incremente inicialmente desde un valor de partida correspondiente a la posición de partida del émbolo, disminuyendo al sobrepasar un número de revoluciones de accionamiento correspondiente al volumen desplazado específico máximo.

Además, el dispositivo de ajuste presenta un regulador que regula la presión de fluido de al menos una de las dos cámaras de presión en función de una magnitud de regulación decisiva para el desplazamiento de fluido, de modo que se ajusta una característica de desplazamiento de la bomba que es ventajosa en lo que se refiere al volumen desplazado específico. La magnitud de regulación se toma preferentemente en el lado de alta presión y puede ser, por ejemplo, la temperatura del fluido o de un grupo que se ha de alimentar de aceite lubricante por la bomba, o bien, la viscosidad del fluido. Preferentemente, la magnitud de regulación es una presión de fluido del lado de alta presión y en lo sucesivo se denomina presión de regulación de fluido para diferenciarla de otras presiones de fluido y para señalar su uso como magnitud de regulación. En particular, la presión de regulación de fluido puede aplicarse directamente en un regulador configurado como regulador de fluido, para influir en el regulador. En variantes alternativas, la magnitud de regulación es el número de revoluciones de un motor alternativo o de otro grupo que se ha de alimentar, o bien, en el caso de movimientos no rotativos, una frecuencia comparable. De manera ventajosa, la magnitud de regulación puede estar formada de forma sintética, especialmente según una línea de necesidad o de un campo de líneas características de necesidad del grupo que se ha de alimentar o de una pluralidad de grupos que se han de alimentar. A título de ejemplo se menciona también aquí el campo de líneas características de necesidad aplicado a lo largo del número de revoluciones, o bien, sólo una línea característica de necesidad de un motor alternativo. En particular, un aparato de control de motor puede generar la magnitud de regulación y aplicarla en el regulador de forma eléctrica u óptica como magnitud de regulación. Por lo tanto, la magnitud de regulación no tiene que ser inevitablemente una magnitud física que resulte directamente de la actividad de la bomba, sino que, en su lugar, también puede ser una magnitud característica de un grupo que se ha de alimentar, por ejemplo de un motor o de otro componente que esté en contacto con el fluido. Una magnitud de regulación de este tipo también se toma preferentemente en el lado de alta presión.

20  
25  
30  
35  
40

En una primera variante, la primera cámara de presión está comunicada con el lado de alta presión y la segunda cámara de presión está comunicada, en el primer estado del regulador, con la primera cámara de presión a través del regulador. En una segunda variante, la primera cámara de presión y la segunda cámara de presión están comunicadas, en el primer estado del regulador, individualmente o juntas con el lado de alta presión a través del regulador. Por lo tanto, en la segunda variante, en el primer estado del regulador, las dos cámaras de presión son alimentadas del fluido del lado de alta presión a través del regulador. En ambas variantes, en el segundo estado del regulador, el regulador desconecta la segunda cámara de presión del lado de alta presión. Preferentemente, en ambas variantes, en el segundo estado de regulador, comunica la segunda cámara de presión con el lado de baja presión.

45

En tanto que a pesar del desplazamiento de fluido la magnitud de regulación no alcance un valor predefinido, las presiones en las dos cámaras de presión preferentemente son siempre idénticas, de modo que no actúa ninguna fuerza de presión de fluido sobre el elemento de resorte. En un primer estado de regulador, el regulador cortocircuita la al menos una de las dos cámaras de presión, cuya presión de fluido regula, directamente con el lado de alta presión o con la otra de las dos cámaras de presión, de modo que se produce una compensación de presión sin retardo. Esto aumenta la dinámica de regulación. Además, de esta manera, en el primer estado de regulador, el elemento de resorte no tiene que compensar presiones diferenciales, sino que sólo tiene que garantizar un contacto de tope mecánico seguro del émbolo en la posición para el desplazamiento máximo. Por lo tanto, el elemento de resorte puede ser blando y corto en la dirección del movimiento del émbolo.

50  
55

Preferentemente, el elemento de resorte está concebido de tal forma que cumpla justo con la función 'fail safe' garantizando en esta función el mantenimiento de una presión mínima en el lado de alta presión. En aplicaciones preferibles, como la alimentación de un motor alternativo con aceite lubricante, la presión mínima es de dos bares o menos. Por lo tanto, el elemento de resorte está concebido e instalado preferentemente de tal forma que cede a una

60

fuerza que corresponde a una diferencia de presión de dos bares o menos entre las cámaras de presión. En el caso de diferencias de presión inferiores al valor predefinido por la concepción y la instalación, el elemento de resorte fuerza el émbolo a la posición para el desplazamiento máximo.

- 5 Preferentemente, mediante el regulador se modifica la presión de la segunda cámara de presión, por ejemplo, se reduce continuamente o en una o varias etapas conforme va aumentando la presión de regulación de fluido, la temperatura o el número de revoluciones. Sin embargo, en lugar de ello, en principio también sería posible incrementar la presión de la primera cámara de presión conforme va aumentando la presión de regulación de fluido, la temperatura o el número de revoluciones. También sería posible regular de forma coordinada las presiones en las dos cámaras de presión mediante el regulador para obtener la característica de alimentación deseada.
- 10 Preferentemente, el regulador es un regulador de múltiples estados capaz de adoptar varios estados de regulador discretos, es decir, estados o posiciones de conmutación. Cuál de las posiciones de conmutador adopta el regulador lo determina la magnitud de regulación. Si como magnitud de regulación se usan la presión de regulación de fluido y como regulador se usa un regulador de fluidica, especialmente una válvula reguladora, la posición de conmutación es determinada preferentemente por la diferencia de la fuerza que ejerce la presión de regulación de fluido y una fuerza de retroceso que actúa contra la presión de regulación de fluido. En una forma de realización sencilla, preferible, el regulador es un regulador de dos estados que en una primera de dos posiciones de conmutación comunica la segunda cámara de presión con el lado de alta presión de la bomba y, en una segunda posición de conmutación, la comunica con el lado de baja presión de la bomba. Preferentemente, una válvula de regulación forma el regulador, de forma especialmente preferible una válvula de varios pasos con al menos dos posiciones de conmutación.
- 15
- 20 En otras formas de realización preferibles, en lugar de un regulador con estados discretos de regulador, está previsto un regulador continuo, preferentemente una válvula proporcional, cuyos estados de regulador cambian continuamente en función de la magnitud de regulación.

En lugar de mandar el regulador discreto o continuo por fluidica, en una forma de realización igualmente preferible, el regulador puede ser un regulador electromagnético que evidentemente regula igualmente una presión de fluido.

- 25 Preferentemente, la bomba volumétrica está realizada como bomba de ruedas dentadas, siendo unos ejemplos de realización preferibles tanto las bombas de ruedas dentadas exteriores como las bombas de ruedas dentadas interiores. Si la bomba volumétrica es una bomba de ruedas dentadas exteriores, el primer y el segundo rodete de desplazamiento están formados respectivamente por una rueda cilíndrica con dentado exterior. La cámara de desplazamiento está formada sustancialmente por las superficies laterales de la carcasa que envuelven las ruedas cilíndricas situadas en engrane de dientes, y por superficies de estanqueización opuestas a las superficies frontales de las ruedas cilíndricas y axialmente orientadas hacia las mismas. Una de las dos ruedas cilíndricas está alojada de forma giratoria sobre el émbolo y puede deslizarse axialmente de forma recta junto al émbolo dentro de la carcasa, con respecto a la otra rueda cilíndrica. El émbolo forma las superficies de estanqueización de la cámara de desplazamiento, orientadas axialmente hacia la rueda cilíndrica alojada con esta movilidad. En esta forma de realización, la primera cámara de presión y la segunda cámara de presión se encuentran en la prolongación axial a ambos lados de la rueda cilíndrica deslizable. Detalles preferibles de una bomba de ruedas dentadas exteriores se describen en el documento DE 198 47 132 C2.
- 30
- 35

- Si la bomba volumétrica es una bomba de ruedas dentadas interiores, un juego de ruedas dentadas compuesto por una rueda interior con dentado exterior y una rueda hueca con dentado interior, cuyos dientes están en engrane mutuo, forman el primer y el segundo rodete de desplazamiento. En lo que se refiere a una forma de realización preferible se remite a la reivindicación 10.
- 40

Además, en lo que se refiere a otras características especialmente preferibles de la invención se remite también a las reivindicaciones dependientes.

- A continuación, con la ayuda de las figuras se describen algunos ejemplos de realización preferibles de la invención. Las características que quedan manifiestas en los ejemplos de realización constituyen, cada una por si sola y en cualquier combinación de características, variantes ventajosas de los objetos de las reivindicaciones, así como las configuraciones descritas anteriormente. Muestran:
- 45

La figura 1 una bomba de ruedas dentadas exteriores en sección longitudinal,

la figura 2 una bomba de ruedas dentadas exteriores en sección transversal,

- 50 la figura 3 una bomba de ruedas dentadas interiores en una posición de partida en sección transversal,

la figura 4 una bomba de ruedas dentadas interiores en una posición final,

la figura 5 la bomba de ruedas dentadas interiores en sección longitudinal y

la figura 6 la bomba de ruedas dentadas interiores en otra sección transversal.

Muestran la figura 1 en sección longitudinal y la figura 2 en la sección transversal A-A una bomba de ruedas denta-

das exteriores, cuyo volumen desplazado específico se regula de tal forma que en una gama de revoluciones inferior el volumen desplazado de la bomba y, junto a éste, la presión de fluido del lado de alta presión se incrementan con el número de revoluciones de forma más fuerte que en una gama superior. En el ejemplo de realización, la regulación es de dos etapas con un volumen desplazado específico constante en la gama de revoluciones inferior hasta el número de revoluciones límite. Al alcanzar el número de revoluciones límite, la bomba se regula a la baja, es decir, el volumen desplazado específico se reduce de tal forma que la presión de fluido se mantiene constante en caso de un siguiente aumento del número de revoluciones.

Una carcasa 3 de la bomba constituye una cámara de desplazamiento 4 en la que un primer rodete de desplazamiento 1 está alojado de forma giratoria alrededor de su eje de giro  $D_1$  y un segundo rodete de desplazamiento 2 está alojado de forma giratoria alrededor de su eje de giro  $D_2$ . Los rodetes de desplazamiento 1 y 2 son ruedas cilíndricas con dentado exterior. Los dos dentados exteriores están designados por 1a y 2a. Los rodetes de desplazamiento 1 y 2 se encuentran en engrane de dientes con sus dentados 1a y 2a. En la zona de engrane de los rodetes de desplazamiento 1 y 2 desemboca, en un lado, una entrada 5, y en un lado opuesto, una salida 6 como mejor se puede ver en la figura 2. Durante un accionamiento giratorio de los rodetes de desplazamiento 1 y 2, mediante el engrane de dientes se succiona fluido de la entrada 5 y se desplaza a través de la salida 6 bajo un aumento de presión. En la figura 2, este proceso de desplazamiento está indicado por las flechas de dirección para el fluido y el sentido de giro de los rodetes de desplazamiento 1 y 2. La conducción completa del fluido dentro y fuera de la bomba hasta el aumento de presión se entiende por lado de baja presión en el sentido de la invención.

El accionamiento giratorio de los rodetes de desplazamiento 1 y 2 se realiza a través de un árbol de accionamiento alojado de forma giratoria por la carcasa 3. El rodete de desplazamiento 1 está fijado sobre el árbol de accionamiento estando asegurado contra la torsión y el deslizamiento. El rodete de desplazamiento 1 accionado puede ejercer, con respecto a la carcasa 3, sólo movimientos de giro alrededor de su eje de giro  $D_1$ .

El segundo rodete de desplazamiento 2 está alojado de forma giratoria alrededor de su eje de giro  $D_2$  entre dos cuerpos de émbolo 7 y 8 en una sección de unión que une los dos cuerpos de émbolo 7 y 8 en ellos, y no puede deslizarse con respecto a los cuerpos de émbolo 7 y 8. Los dos cuerpos de émbolo 7 y 8 forman un émbolo de doble efecto que puede deslizarse en sentido recto de un lado a otro a lo largo del eje de giro  $D_2$  del rodete de desplazamiento 2, dentro de un taladro de la carcasa 3. Mediante un movimiento de deslizamiento que ejerce el émbolo 7/8 junto al segundo rodete de desplazamiento 2 con respecto al primer rodete de desplazamiento 1 se modifica la longitud axial del engrane de dientes de los dos rodetes de desplazamiento 1 y 2 y, como consecuencia, el volumen desplazado específico de la bomba.

La carcasa 3 forma, por un lado del émbolo 7/8, una primera cámara de presión 9, y por el otro lado del émbolo 7/8, una segunda cámara de presión 10 opuesta a la primera cámara de presión 9 a lo largo de un eje de giro  $D_2$ . El émbolo 7/8 estanqueiza con su cuerpo de émbolo 7 la primera cámara de presión 9 y con su cuerpo de émbolo 8 estanqueiza la segunda cámara de presión 10. El émbolo 7/8 separa fluidicamente las dos cámaras de presión 9 y 10 entre ellas. La superficie de émbolo del cuerpo de émbolo 7 que en la primera cámara de presión 9 puede someterse a una presión  $P_9$  es igual de grande que la superficie de émbolo del cuerpo de émbolo 8 que en la segunda cámara de presión 10 puede someterse a una presión  $P_{10}$ , de forma que en ambos lados de émbolo opuestos actúa la misma fuerza de presión sobre el émbolo 7/8, en tanto que reine la misma presión en las dos cámaras de presión 9 y 10.

En la segunda cámara de presión 10 está alojado un resorte de compresión mecánico como elemento de resorte 13. El elemento de resorte 13 se apoya axialmente en un fondo de la cámara de presión 10, y en el lado axialmente opuesto se apoya en un cuerpo de émbolo 8. Cuando el elemento de resorte 13 se encuentra axialmente bajo tensión de presión, actúa contra la presión de fluido  $P_9$  que actúa sobre el émbolo 7/8 en la primera cámara de presión 9. La segunda cámara de presión 10 forma al mismo tiempo también la cámara de resorte, es decir, la cámara de instalación para el elemento de resorte 13.

Para poder someter a presión las cámaras de presión 9 y 10, la primera cámara de presión 9 se comunica con el lado de alta presión por una primera comunicación de fluido 11. Para poder comunicar con el lado de alta presión también la segunda cámara de presión 10, está prevista una segunda comunicación de fluido 12. La segunda comunicación de fluido 12 está comunicada con el lado de alta presión a través de una válvula reguladora 15. La válvula reguladora 15 es una válvula distribuidora con dos posiciones de conmutación. En una primera posición de conmutación representada en la figura 1, la válvula reguladora 15 comunica la segunda comunicación de fluido 12 con la primera comunicación de fluido 11 y establece la comunicación de la segunda cámara de presión 10 con el lado de alta presión, evitando el émbolo 7/8. En una segunda posición de conmutación, separa la segunda cámara de presión 10 del lado de alta presión y cierra la primera comunicación de fluido 11. En la segunda posición de conmutación, la primera cámara de presión 9 permanece comunicada con el lado de alta presión o al menos está cerrada. En la segunda posición de conmutación, la válvula reguladora 15 comunica la segunda cámara de presión 10 con el lado de baja presión. En el ejemplo de realización, en la segunda posición de conmutación de la válvula reguladora 15, la segunda cámara de presión 10 está comunicada con un depósito de fluido 20. En los usos preferibles de la bomba, por ejemplo como bomba de aceite lubricante para un motor de combustión interna, el depósito de fluido 20 es un cárter de fluido. Las comunicaciones de fluido 11 y 12 están dispuestas directamente cerca de la bomba, estando integradas preferentemente en la carcasa 3 de la bomba. Preferentemente, también la válvula

reguladora 15 está integrada en la carcasa 3 o al menos montada por fuera en la carcasa 3. Por lo tanto, la primera cámara de presión 9, y en la primera posición de conmutación de la válvula reguladora 15 también la segunda cámara de presión 10, reciben su fluido a presión preferentemente desde dentro de la carcasa 3. No obstante, en principio también sería posible que recibieran su fluido a presión desde un punto adecuado del lado de alta presión, corriente abajo de la carcasa 3.

La válvula reguladora 15 se conmuta en función de una presión de regulación de fluido  $P_R$ . Se mantiene en la primera posición de conmutación que corresponde a una posición de partida de la válvula reguladora 15 y del émbolo 7/8, mediante un elemento de retroceso 16, que en el ejemplo de realización está realizado como elemento de resorte mecánico. El elemento de retroceso 16 actúa contra la presión de regulación de fluido  $P_R$ . En cuanto la presión de regulación de fluido  $P_R$  ha alcanzado una presión límite, la válvula reguladora 15 salta de la primera posición de conmutación a su segunda posición de conmutación contra la fuerza de retroceso del elemento de retroceso 16.

La presión de regulación de fluido  $P_R$  se toma en el lado de alta presión de la bomba. En principio, se puede tomar directamente en la cámara de desplazamiento 4, en su lado de alta presión, en su salida 6, desde dentro de la carcasa 3 detrás de la cámara de desplazamiento 4 o directamente cerca de la carcasa 3, corriente abajo de ésta, pero preferentemente, la presión de regulación de fluido  $P_R$  se toma en un punto del lado de alta presión en el que la presión de fluido corresponde con la mayor precisión posible a la presión de fluido de un consumidor que se ha de alimentar del fluido. Si el consumidor es, por ejemplo, el motor alternativo de un automóvil, la presión de regulación de fluido  $P_R$  es preferentemente la presión de la llamada galería principal. Por consiguiente, la válvula reguladora 15 está comunicada, a través de una comunicación de fluido, con el punto correspondiente del lado de alta presión. Un punto adecuado para la toma de la presión de regulación de fluido  $P_R$  se encuentra especialmente entre el consumidor y el último filtro antes del consumidor.

El modo de acción de la regulación de bomba se describe a continuación para un uso preferible de la bomba como bomba de aceite lubricante para un motor alternativo, suponiendo que la bomba es accionada por el cigüeñal del motor directamente o a través de un engranaje y, por tanto, en función del número de revoluciones del motor.

El ajuste de la válvula reguladora 15 es tal que en una gama de revoluciones inferior del motor que por ejemplo en un turismo puede ser de hasta 1.500 o 2.000 revoluciones por minuto o hasta números de revoluciones aún más elevadas, adopta su primera posición de conmutación en la que comunica ambas cámaras de presión 9 y 10 con el lado de alta presión y en la que en las dos cámaras de presión reina la misma presión  $P_9 = P_{10}$  del lado de alta presión. Por lo tanto, en la gama de revoluciones inferior, la presión  $P_{10}$  en la segunda cámara de presión 10 es idéntica a la presión  $P_9$  en la primera cámara de presión 9. En la gama de revoluciones inferior, especialmente en el ralentí del motor, se desea un volumen desplazado específico lo más grande posible para poder garantizar la alimentación de aceite lubricante del motor también durante bajos números de revoluciones. Por lo tanto, en la primera posición de conmutación de la válvula reguladora 15, la longitud de engrane axial de los dos rodetes de desplazamiento 1 y 2 es máxima, como está representado en la figura 1. La longitud de engrane máxima corresponde en el ejemplo de realización a la longitud de los dos rodetes de desplazamiento 1 y 2 que tienen la misma longitud. Se mantiene durante el desplazamiento cero, especialmente durante la parada de los rodetes de desplazamiento 1 y 2 y, como ya se ha mencionado, en la gama de revoluciones inferior del motor y, por tanto, también en la gama de revoluciones inferior de los rodetes de desplazamiento 1 y 2, hasta un número de revoluciones límite determinado por la válvula reguladora 15.

El primer rodete de desplazamiento 1 es accionado de forma giratoria alrededor de su eje de giro  $D_1$  por el cigüeñal y, a través del engrane de dientes, acciona también el segundo rodete de desplazamiento 2 alrededor del eje de giro  $D_2$  de éste. Mediante el engrane de dientes se succiona aceite lubricante desde el lado de baja presión, es decir desde el cárter de aceite 20, a través de la entrada 5 a la cámara de desplazamiento 4. En la cámara de desplazamiento 4 tiene lugar el desplazamiento por un espacio de desplazamiento que está encerrado de forma estanca por las superficies laterales de la carcasa 3 alrededor de los círculos de cabezas de diente de los rodetes de desplazamiento 1 y 2, así como por superficies de estanqueización axiales, hacia la salida 6. Las superficies de estanqueización axiales para el rodete de desplazamiento 1 están formadas por la carcasa 3 y aquellas para el rodete de desplazamiento 2 están formadas por los dos cuerpos de émbolo 7 y 8. En el lado de alta presión de la bomba, el aceite se desplaza al motor a través de un filtro de aceite, se enfría en un refrigerador detrás del motor y, finalmente, se reconduce al cárter 20 y se reduce a la presión del lado de baja presión.

Al aumentar el número de revoluciones del motor y, por tanto, al mismo tiempo también el número de revoluciones de la bomba, aumenta la presión de regulación de fluido  $P_R$  conforme a la característica de la bomba. Una vez alcanzado el número de revoluciones límite, también la presión de regulación de fluido  $P_R$  es tan grande que bajo su efecto la válvula reguladora 15 conmuta a su segunda posición de conmutación. En la segunda posición de conmutación de la válvula reguladora 15, la cámara de presión 10 está comunicada con el lado de baja presión, a saber, con el cárter 20. En el segundo estado de conmutación de la válvula reguladora 15, por lo tanto, la primera cámara de presión 9 se encuentra bajo la alta presión  $P_9$  del lado de alta presión y la segunda cámara de presión 10 se encuentra bajo la presión  $P_{10}$  del lado de baja presión, que en comparación es despreciable. El émbolo 7/8 y, junto a éste, el segundo rodete de desplazamiento 2 alojado de forma giratoria se deslizan axialmente bajo el efecto de la presión  $P_9$ , contra la fuerza de elasticidad del elemento de resorte 13. Por el deslizamiento se reduce la longitud de

engrane de los rodetes de desplazamiento 1 y 2 y, por consiguiente, el volumen desplazado específico de la bomba. La reducción del volumen desplazado específico tiene como consecuencia una disminución de la presión de fluido en el lado de alta presión, es decir de la presión de regulación de fluido  $P_R$ . Cuando la presión de regulación de fluido  $P_R$  baja por debajo del valor límite, la válvula reguladora 15 vuelve a su primera posición de conmutación en la que comunica la segunda cámara de presión 10 con la primera cámara de presión 9 a través de las dos comunicaciones de fluido 11 y 12. Por lo tanto, a partir de alcanzar el número de revoluciones límite, la bomba se regula para mantener el valor límite de la presión de regulación de fluido  $P_R$ . Mediante la regulación se consigue una limitación de la presión y, por consiguiente, también una limitación del volumen desplazado de la bomba. La presión de fluido del lado de alta presión aumenta en la gama de revoluciones inferior del primer rodete de desplazamiento 1 hasta el número de revoluciones límite, sustancialmente de forma proporcional al número de revoluciones, y al alcanzar el número de revoluciones límite se dobla hacia una horizontal, es decir que la presión de fluido del lado de alta presión se mantiene constante en la gama de revoluciones por encima del número de revoluciones límite.

Sustituyendo la válvula reguladora 15 por otra válvula reguladora con más de dos posiciones de conmutación discretas o por una válvula reguladora continua, por ejemplo una válvula proporcional, también pueden realizarse otros desarrollos de presión. Por ejemplo, puede resultar ventajoso que el desarrollo de presión descrito se ajuste en la gama de revoluciones inferior y en una gama de revoluciones media siguiente, mientras que en una gama de revoluciones alta siguiente a la gama de revoluciones media, la presión de fluido del lado de alta presión vuelva a incrementarse con el número de revoluciones del primer rodete de desplazamiento 1 accionado. Para la realización de un desarrollo de presión de este tipo, la válvula reguladora 15 del ejemplo de realización podría sustituirse por una válvula reguladora con tres posiciones de conmutación, comunicando la segunda cámara de presión 10 en la gama de revoluciones superior, a través de un elemento reductor de presión, con el lado de alta presión para apoyar al elemento de resorte 13.

Las figuras 3 a 6 muestran una bomba de ruedas dentadas interiores con un ajuste según la invención del volumen desplazado específico de la bomba.

Las figuras 3 y 4 muestran la bomba de ruedas dentadas interiores respectivamente en sección transversal. El primer rodete de desplazamiento 1 de la bomba de ruedas dentadas interiores está formado por una rueda interior accionada de forma giratoria con un dentado exterior 1a. El segundo rodete de desplazamiento 2 está formado por una rueda hueca con un dentado interior 2i. El dentado exterior 1a tiene un diente menos que el dentado interior 2i. El primer rodete de desplazamiento 1 está colocado, a prueba de torsión, sobre un árbol accionado de forma giratoria. El segundo rodete de desplazamiento 2 está alojado de forma giratoria dentro de la carcasa 3 de la bomba. El eje de giro  $D_1$  del primer rodete de desplazamiento 1 se extiende paralelamente a una distancia, es decir de forma excéntrica con respecto al eje de giro  $D_2$  del segundo rodete de desplazamiento 2. La excentricidad está designada por "e".

El primer rodete de desplazamiento 1 y el segundo rodete de desplazamiento 2 forman entre ellos un espacio de desplazamiento de fluido dividido en celdas de desplazamiento 24 cerradas unas respecto a otras de forma estanca a la presión. Las distintas celdas de desplazamiento 24 están formadas respectivamente entre dos dientes sucesivos del primer rodete de desplazamiento 1 y del segundo rodete de desplazamiento 2. Desde un lugar del engrane de dientes más profundo hasta un lugar del menor engrane de dientes, las celdas de desplazamiento 24 se agrandan crecientemente en el sentido de giro para volver a decrecer a continuación desde el lugar del menor engrane de dientes hasta el lugar del engrane de dientes más profundo. Las celdas de desplazamiento 24 que se agrandan, es decir que se expanden, están comunicadas con la entrada 5 de la cámara de desplazamiento 4 y las celdas de desplazamiento 24 que se reducen, es decir que se comprimen, están comunicadas con la salida 6 de la cámara de desplazamiento 4. La entrada 5 y la salida 6 están formadas por aberturas de ranura reniformes, situadas lateralmente a continuación de las celdas de desplazamiento 25, en superficies de estanqueización de la carcasa 3 axialmente opuestas a los rodetes de desplazamiento 1 y 2. La abertura que constituye la entrada 5 recubre celdas de desplazamiento 24 en expansión y la abertura que constituye la salida 6 recubre celdas de desplazamiento 24 en compresión de los dos rodetes de desplazamiento 1 y 2. En la zona del lugar del engrane de dientes más profundo y en la zona del lugar del menor engrane de dientes, la carcasa forma almas de estanqueización entre la entrada 5 y la salida 6. Durante el accionamiento giratorio de los rodetes de desplazamiento 1 y 2 se succiona fluido por las celdas de desplazamiento 24 en expansión del lado de baja presión, se transporta a través del lugar del menor engrane de dientes y en el lado de alta presión se desplaza por la salida 6 bajo una presión más elevada.

Para poder modificar el volumen desplazado específico, el segundo rodete de desplazamiento 2 está alojado en un anillo excéntrico 21 que está alojado de forma giratoria por la carcasa 3 y cuya posición de ángulo de giro puede ajustarse con respecto a la carcasa 3. El segundo rodete de desplazamiento 2 está alojado de forma libremente giratoria en el anillo excéntrico 21 mediante un cojinete giratorio deslizante. La figura 3 muestra el anillo excéntrico 21 y los rodetes de desplazamiento 1 y 2 en una posición de partida en la que el volumen desplazado específico de la bomba es el máximo. Al girar el anillo excéntrico 21 en contra del sentido de giro de los rodetes de desplazamiento 1 y 2, el eje de giro  $D_2$  del segundo rodete de desplazamiento 2 se mueve desde la posición de partida en contra del sentido de giro alrededor del eje de giro  $D_1$  del primer rodete de desplazamiento 1. La figura 4 muestra el anillo excéntrico 21 en su posición final en la que el volumen desplazado específico de la bomba ha alcanzado su valor mínimo. La posición final representada en la figura 4 es la posición cero de la bomba en la que, en el caso ideal, no se transporta fluido.



Las figuras 5 y 6 muestran un mecanismo de ajuste para el ajuste de la posición de ángulo de giro del anillo excéntrico 21. El anillo excéntrico 21 tiene forma de cuenco con un cuerpo anular que forma el anillo excéntrico en sí como pared de cuenco, con un fondo de cuenco y con una espiga 22 que sobresalen axialmente del fondo del cuenco. La espiga 22 es concéntrica con respecto al cuerpo anular del anillo excéntrico 21. La espiga 22 está provista de un dentado frontal 23. El dentado 23 está en engrane de dientes con el dentado 26 de un émbolo 25. El émbolo 25 está alojado dentro de la carcasa 3 de la bomba pudiendo deslizarse de un lado a otro, y con su dentado 26 forma una cremallera. El émbolo 25 estanqueiza por uno de sus lados una primera cámara de presión 9 y por su otro lado una segunda cámara de presión 10.

En lo que se refiere a la carga del émbolo 25 con el fluido a presión del lado de alta presión, el émbolo 25 del segundo ejemplo de realización corresponde al émbolo 7/8 del primer ejemplo de realización. También el elemento de resorte 13 corresponde en su función a aquél del primer ejemplo de realización. El circuito de regulación para cargar las dos cámaras de presión 9 y 10 con el fluido a presión del lado de alta presión, incluida la válvula reguladora para la aplicación de presión en función de la presión de regulación de fluido o para la reducción de presión en la segunda cámara de presión 10 igualmente corresponde al primer ejemplo de realización, de modo que para evitar repeticiones se remite a las descripciones relativas al primer ejemplo de realización.

Por el deslizamiento del émbolo 25 causado por la presión de fluido y el elemento de resorte 13, a través del engrane de dientes de los dos dentados 26 y 23, el anillo excéntrico 21 gira alrededor de su eje de giro  $D_1$ . El ajuste de giro del anillo excéntrico 21 provoca, como ya se ha descrito, el ajuste de giro de los rodets de desplazamiento 1 y 2 con respecto a la entrada 5 y la salida 6 a la cámara de desplazamiento 4 de la bomba. Como resultado, para la bomba de ruedas dentadas interiores se obtiene el mismo tipo de ajuste del volumen desplazado específico que en la bomba de ruedas dentadas exteriores del primer ejemplo de realización.

En lo que se refiere a más detalles de la bomba de ruedas dentadas interiores y su ajuste, se hace referencia al documento EP 1 182 351 de la solicitante, por lo que aquí puede prescindirse de una descripción detallada.

**Lista de signos de referencia**

25	1	Rodete de desplazamiento
	1a	Dentado
	2	Rodete de desplazamiento
	2a, 2i	Dentado
	3	Carcasa
30	4	Cámara de desplazamiento
	5	Entrada
	6	Salida
	7	Cuerpo de émbolo
	8	Cuerpo de émbolo
35	9	Cámara de presión
	10	Cámara de presión
	11	Comunicación de fluido
	12	Comunicación de fluido
	13	Elemento de resorte
40	14	-
	15	Regulador, válvula reguladora
	16	Elemento de retroceso
	17	-
	18	-
45	19	-

	20	Cárter de fluido
	21	Anillo excéntrico
	22	Espiga
	23	Dentado
5	24	Celdas de desplazamiento
	25	Émbolo
	26	Dentado
	D <sub>1</sub>	Eje de giro
	D <sub>2</sub>	Eje de giro
10	P <sub>9</sub>	Presión de fluido
	P <sub>10</sub>	Presión de fluido
	P <sub>R</sub>	Presión de regulación de fluido

## REIVINDICACIONES

1. Bomba volumétrica con volumen desplazado específico ajustable con

- 5 a) una carcasa (3) que contiene una cámara de desplazamiento (4) en la que desembocan, en un lado de baja presión de la bomba, al menos una entrada (5) para un fluido, y en un lado de alta presión de la bomba, al menos una salida (6) para un fluido,
- 10 b) al menos dos rodets de desplazamiento (1, 2) que pueden accionarse de forma giratoria y que están alojados en la cámara de desplazamiento (4) y que están en engrane de desplazamiento entre ellos para desplazar el fluido desde la entrada (5) hasta la salida (6), pudiendo ajustarse los rodets de desplazamiento (1, 2) de tal forma que por un ajuste de los rodets de desplazamiento (1, 2) uno con respecto a otro o con respecto a la entrada (5) y/o la salida (6), se ajusta el volumen desplazado específico de la bomba,
- c) un émbolo (7/8; 25) que, para el ajuste de los rodets de desplazamiento (1, 2), está acoplado con al menos uno de los rodets de desplazamiento (1, 2),
- 15 d) una primera cámara de presión (9) y una segunda cámara de presión (10) para cargar el émbolo (7/8; 25) respectivamente con el fluido del lado de alta presión, actuando una presión de fluido ( $P_9$ ) de la primera cámara de presión (9), que actúa sobre el émbolo (7/8; 25), contra una presión de fluido ( $P_{10}$ ) de la segunda cámara de presión (10), que actúa sobre el émbolo (7/8; 25).
- e) una primera comunicación de fluido (11) que comunica la primera cámara de presión (9) con el lado de alta presión, y con una segunda comunicación de fluido (12) que comunica la segunda cámara de presión (10) con el lado de alta presión,
- 20 f) un elemento de resorte (13) que actúa contra la presión de fluido ( $P_9$ ) que actúa sobre el émbolo (7/8; 25) en la primera cámara de presión (9), y
- g) un regulador (15) que regula la presión de fluido ( $P_{10}$ ) de la segunda cámara de presión (10) en función de una magnitud de regulación ( $P_R$ ) del lado de alta presión, decisiva para el desplazamiento de fluido de la bomba,

**caracterizada porque**

- 25 h) el regulador (15) corta la segunda comunicación de fluido (12) cuando la magnitud de regulación ( $P_R$ ) sobrepasa un valor predefinido.
2. Bomba volumétrica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la magnitud de regulación ( $P_R$ ) es una presión de regulación de fluido del lado de alta presión.
- 30 3. Bomba volumétrica según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** al regulador (15) está conectado un conducto de comunicación por el que el fluido del lado de alta presión, que se encuentra bajo la presión de regulación de fluido ( $P_R$ ), puede suministrarse al regulador (15) desde fuera de la carcasa (3) de la bomba.
- 35 4. Bomba volumétrica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el regulador (15) es o comprende una válvula reguladora en la que como magnitud de regulación ( $P_R$ ) se aplica una presión de regulación de fluido ( $P_R$ ) del lado de alta presión de la bomba, actuando contra la presión de regulación de fluido ( $P_R$ ) una fuerza de retroceso de un elemento de retroceso (16).
5. Bomba volumétrica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el regulador (15) es una válvula reguladora con al menos dos posiciones de conmutación discretas (estados de regulador) que se conmutan en función de la magnitud de regulación ( $P_R$ ).
- 40 6. Bomba volumétrica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** en un primer estado de regulador el regulador (15) comunica la segunda cámara de presión (10) con el lado de alta presión de la bomba y en un segundo estado de regulador la comunica con el lado de baja presión de la bomba, adoptando el regulador (15) el segundo estado de regulador cuando el valor de la magnitud de regulación ( $P_R$ ) es superior al primer estado de regulador.
- 45 7. Bomba volumétrica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el regulador (15) en un primer estado de regulador comunica la segunda cámara de presión (10) con la primera cámara de presión (9) y en un segundo estado de regulador la separa de la primera cámara de presión (9) y la comunica con el lado de baja presión de la bomba, adoptando el regulador (15) el segundo estado de regulador cuando el valor de la magnitud de regulación ( $P_R$ ) es superior al primer estado de regulador.
- 50 8. Bomba volumétrica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la bomba es una bomba de ruedas dentadas exteriores y los al menos dos rodets de desplazamiento (1, 2) son ruedas cilíndricas con dentado exterior que están en engrane de dientes entre ellos para desplazar el fluido desde la entrada (5) hasta la salida (6), formando el émbolo (7/8) un cojinete giratorio para uno de los rodets de desplazamiento (1, 2), y

en el que el deslizamiento axial del émbolo (7/8) modifica una longitud de engrane axial de los rodets de desplazamiento (1, 2) y **con ello** se ajusta el volumen desplazado específico de la bomba.

5 9. Bomba volumétrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** la bomba es una bomba de ruedas dentadas interiores y los al menos dos rodets de desplazamiento (1, 2) son una rueda interior con dentado exterior y una rueda hueca con dentado interior que estando en engrane de dientes forman celdas de desplazamiento que desplazan el fluido desde la entrada (5) hasta la salida (6), presentando la rueda hueca al menos un diente más que la rueda interior, comprendiendo la bomba volumétrica:

10 - un anillo excéntrico (21) que está alojado de forma giratoria dentro de la carcasa (3) alrededor de un eje de giro ( $D_1$ ) del anillo excéntrico y que aloja uno de los rodets de desplazamiento (1, 2) de forma giratoria alrededor de su eje de giro ( $D_2$ ), siendo excéntricos uno respecto a otro el eje de giro ( $D_1$ ) del anillo excéntrico y el eje de giro ( $D_2$ ) del rodete de desplazamiento (2) alojado de forma giratoria por el anillo excéntrico (21),

- y un engranaje de ajuste (23, 26) que acopla el anillo excéntrico (21) con el émbolo (25) y que convierte un movimiento de ajuste del émbolo (25) en un movimiento de giro del anillo excéntrico (21) para ajustar los rodets de desplazamiento (1, 2) con respecto a la entrada (5) y la salida (6).

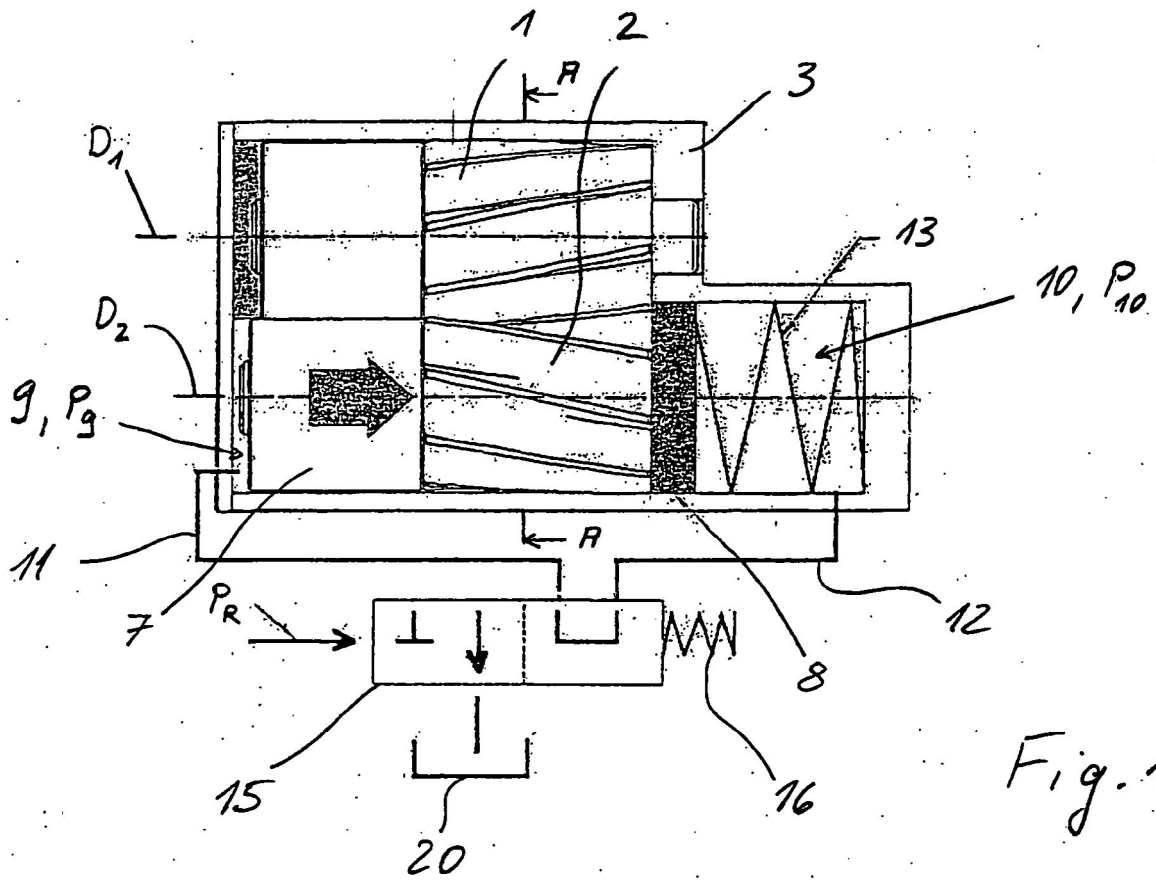


Fig. 1

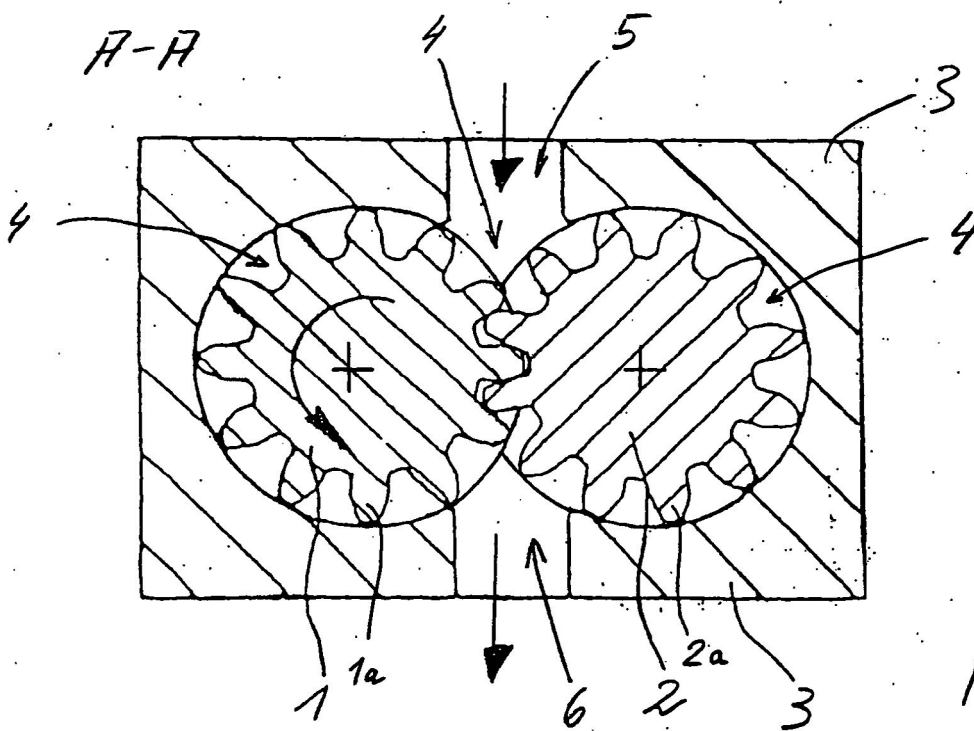
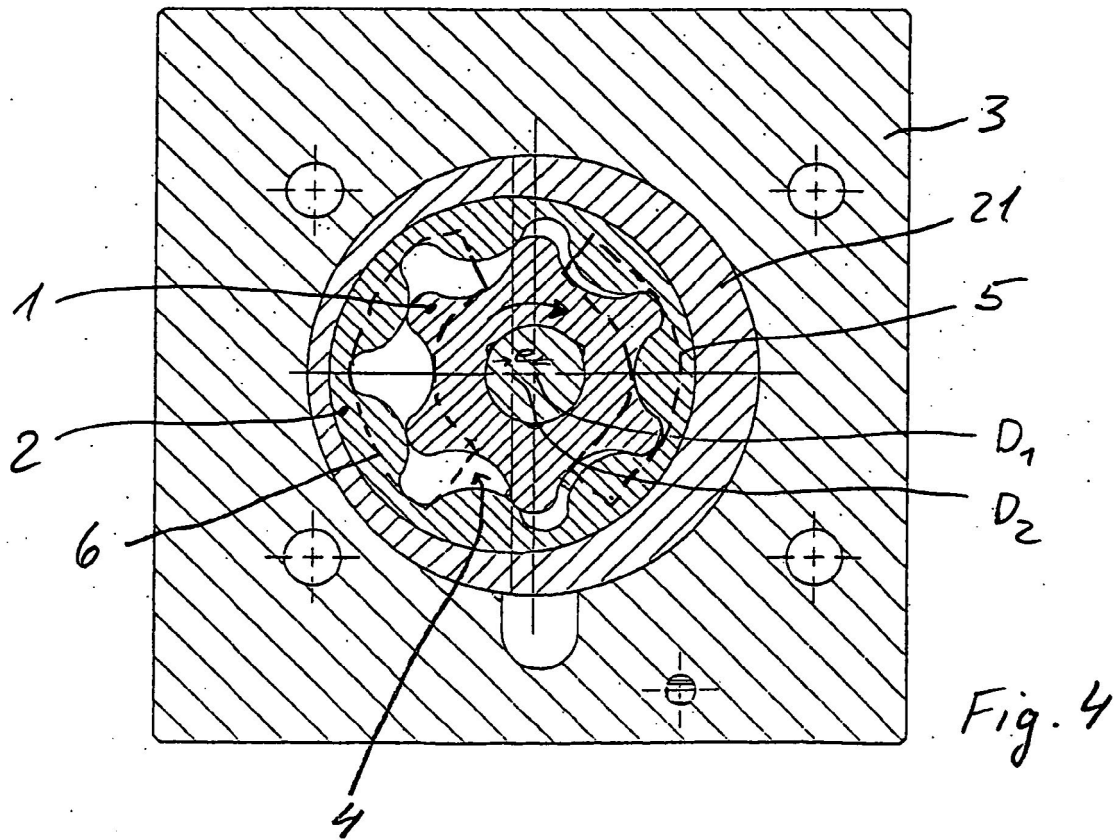
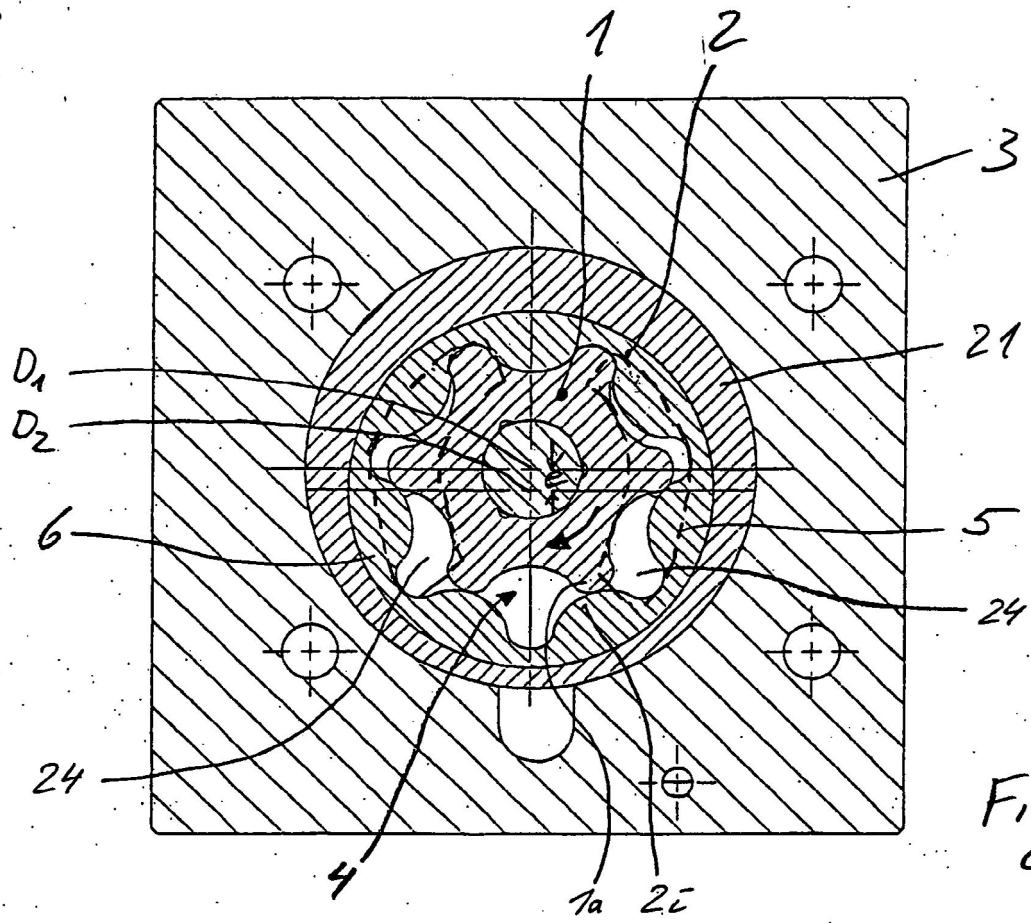


Fig. 2



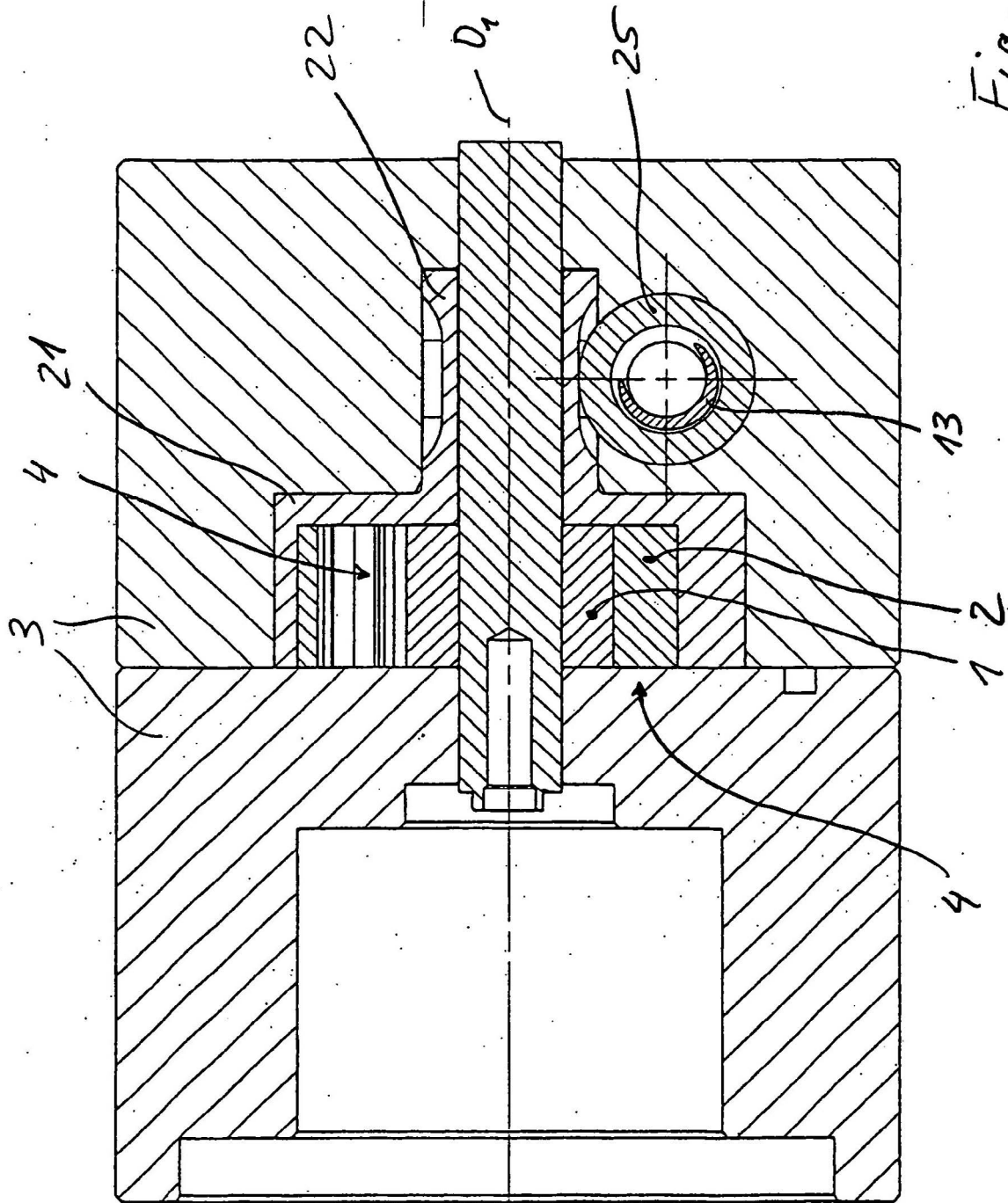


Fig. 5

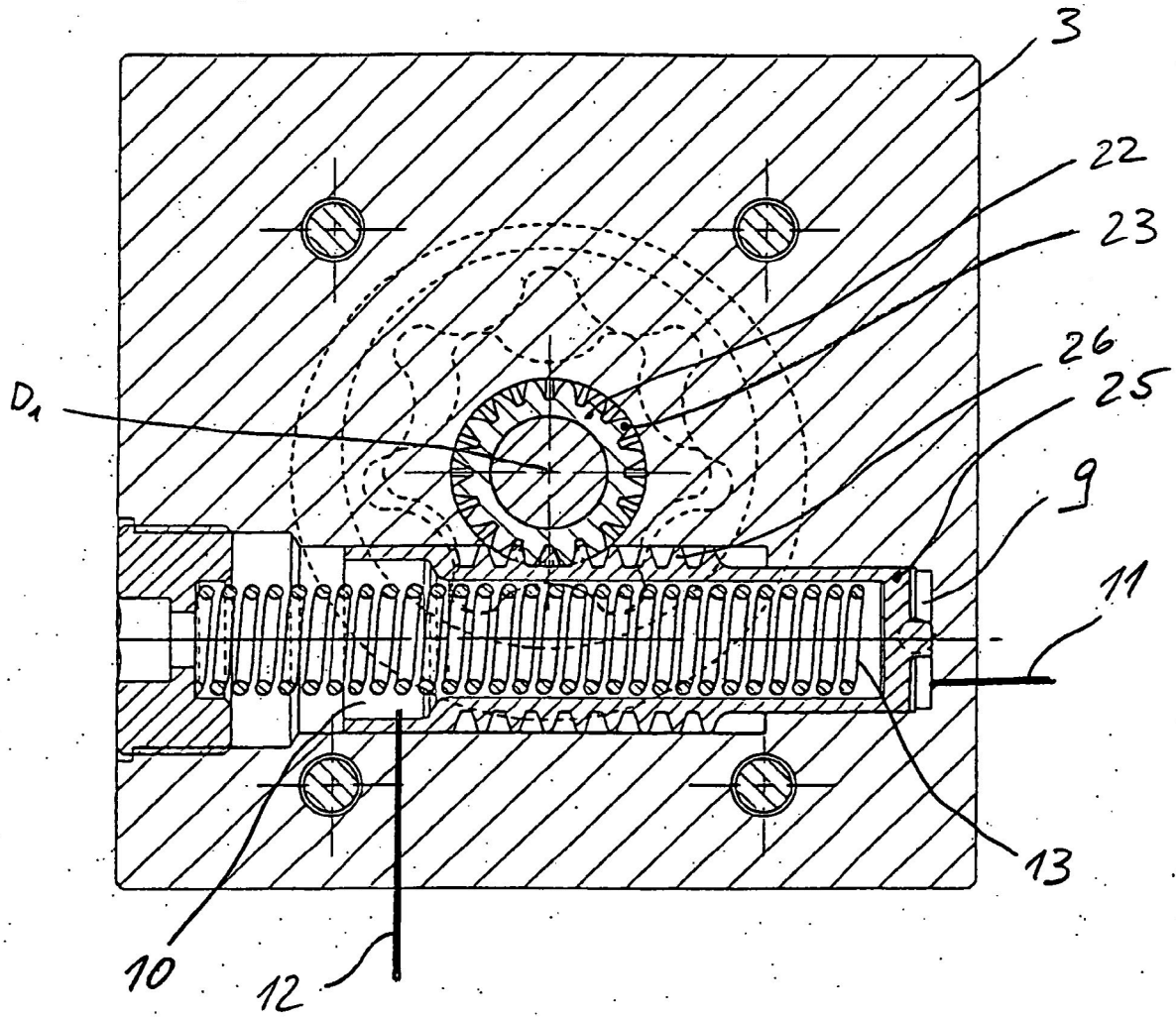


Fig. 6