



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 319 126**

51 Int. Cl.:
F04B 1/29 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04795074 .6**

96 Fecha de presentación : **12.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1721075**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.11.2006**

54 Título: **Máquinas hidráulicas de pistones largos.**

30 Prioridad: **27.02.2004 US 789739**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.05.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.05.2009

73 Titular/es: **Torvec, Inc.**
11 Pondview Drive
Pittsford, New York 14534, US

72 Inventor/es: **Gleasman, Vernon E.;**
Gleasman, Keith E. y
Wrona, Matthew R. Wrona

74 Agente: **Zea Checa, Bernabé**

ES 2 319 126 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

Máquinas hidráulicas de pistones largos.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a máquinas motoras/de bombeo hidráulicas para líquidos apropiadas para un uso relativamente automovilístico “industrial”, por ejemplo, para transmisiones hidráulicas utilizadas para locomoción de vehículos y/o para almacenar y recuperar líquidos en sistemas acumuladores de ahorro de energía. [Nota: el término “líquido” se utiliza para distinguirse de bombas hidráulicas para “gases”, por ejemplo, bombas para comprimir aire y/u otros gases].

Descripción de la técnica relacionada

Las bombas y los motores hidráulicos son bien conocidos y se utilizan ampliamente, los cuales incluyen pistones alternativos montados en respectivos cilindros formados en un bloque de cilindros y colocados circunferencialmente a una primera distancia radial alrededor del eje de giro de un elemento de accionamiento. Muchas de estas máquinas motoras/de bombeo tienen capacidades de desplazamiento variable, y generalmente son de dos diseños básicos: (a) los pistones realizan un movimiento alternativo en un bloque de cilindros giratorio contra una placa oscilante de inclinación variable pero por lo demás fijo; o bien (b) los pistones realizan un movimiento alternativo en un bloque de cilindros fijo contra una placa oscilante de inclinación variable y giratorio que a menudo se encuentra dividido para incluir un “elemento oscilante” que no gira (es decir, solamente oscila) el cual desliza sobre la superficie de un rotor giratorio y oscilante. Aunque la presente invención es aplicable a ambos diseños, resulta particularmente apropiada y se describe aquí como mejora de este último tipo de máquina en la que los pistones oscilan en un bloque de cilindros fijo.

Tal como se ha indicado anteriormente, la presente invención va dirigida a máquinas hidráulicas de tipo para “líquidos” (distintas de las que son para “gases”) y debe entenderse que los términos “fluido(s)” y “fluido(s) comprimido(s)”, tal como aquí se utilizan en toda la memoria y reivindicaciones, pretenden identificar líquidos no compresibles en lugar de gases compresibles. Debido a la incompresibilidad de los líquidos, los ciclos de trabajo de presión y carga de estos dos tipos diferentes de máquinas hidráulicas son tan radicalmente distintos que los diseños para las máquinas del tipo de compresión de gas no son adecuados para su uso en máquinas de tipo para líquidos, y viceversa. Por lo tanto, las siguientes observaciones deberían entenderse dirigidas y aplicables a máquinas hidráulicas de tipo para líquidos y, principalmente, a las citadas aplicaciones de automoción industrial tales como las identificadas anteriormente en la sección del campo de la técnica.

Las máquinas hidráulicas con bloques de cilindros fijos pueden construirse mucho más ligeras y pequeñas que las máquinas que han de soportar y proteger pesados bloques de cilindros giratorios. Sin embargo, estas máquinas más ligeras requieren conjuntos de placas oscilantes que son difíciles de montar y soportar. Para un funcionamiento a alta presión/alta velocidad, el conjunto de placa oscilante debe quedar soportado de manera que permita el movimiento relativo entre las cabezas de los pistones no giratorios y una superficie de contacto plana de la placa oscilante giratoria y oscilante. Tal como se ha indicado anteriormente, dichas placas oscilantes de la técnica anterior a menudo van divididas en una zona de rotor de giro/oscilación y una zona solamente oscilante, incluyendo esta última la superficie plana que queda en contacto con las cabezas de los pistones no giratorios a través de unos elementos de conexión de tipo “*dog bone*”.

Es decir, las citadas máquinas de bloque de cilindros fijos han utilizado hasta ahora por lo tanto una barra de extensión de tipo “*dog bone*” (es decir, una barra con dos extremos esféricos) para interconectar un extremo de cada pistón con la superficie plana del elemento oscilante pero no giratorio. Un extremo esférico del elemento de conexión “*dog bone*” queda montado giratorio al extremo de la cabeza del pistón, mientras que el otro extremo esférico queda cubierto generalmente por un elemento de “zapata” convencional montado giratorio que tiene que mantenerse en todo momento en contacto total y plano contra la superficie plana del elemento oscilante de la placa oscilante durante todos los movimientos relativos entre las cabezas de los pistones no giratorios y una superficie plana de contacto de la placa oscilante. Tal como es bien conocido en la técnica, estos movimientos relativos siguen unas trayectorias variables no circulares que se producen en todas las inclinaciones de la placa oscilante lejos de 0°. Estos elementos de conexión de tipo “*dog bone*” aumentan mucho la complejidad y el coste de construcción de las placas oscilantes giratorias de estas máquinas más ligeras.

Las barras de tipo “*dog bone*” también se utilizan a veces para interconectar un extremo de cada pistón con los placas oscilantes (pero no giratorios) inclinados de máquinas hidráulicas con bloques de cilindros giratorios. Sin embargo, con mayor frecuencia este último tipo de máquina omite a menudo dichos elementos de conexión de tipo “*dog bone*”, utilizando en su lugar pistones alargados, presentando cada uno una cabeza esférica en un extremo (de nuevo, generalmente cubierta por un elemento de zapata convencional montado giratorio) que hace contacto eficazmente con la superficie plana no giratoria de la placa oscilante. Dichos pistones alargados están diseñados para que una parte significativa del cuerpo cilíndrico axial de cada pistón permanezca soportado por las paredes de su respectivo cilindro en todo momento incluso durante la carrera máxima del pistón. Este soporte adicional para dichos pistones alargados está diseñado para asegurar un mínimo desplazamiento lateral de cada cabeza esférica del pistón a medida que desliza sobre la placa oscilante inclinada pero no giratoria cuando los pistones giran con su bloque de cilindros.

ES 2 319 126 T3

Generalmente, estos pistones alargados se lubrican principalmente por fuga de gases, es decir, la parte del fluido de alta presión que pasa de manera forzada entre las paredes de cada cilindro y la circunferencia exterior de cada cuerpo del pistón a medida que el pistón alternativo acciona o es accionado por fluido a alta presión. Dicha fuga proporciona una buena lubricación solamente si las tolerancias permiten el flujo de suficiente fluido entre las paredes del cilindro y el cuerpo cilíndrico largo del pistón, y una fuga suficiente para asegurar una buena lubricación a menudo afecta negativamente a la eficacia volumétrica de la máquina de bombeo o motora. Por ejemplo, una máquina de 10 pulgadas cúbicas puede utilizar unos 4 galones de fluido por minuto para la fuga. Aunque a menudo pueden utilizarse tolerancias más pequeñas para reducir la fuga, la reducción de dichas tolerancias queda limitada por las necesidades de una lubricación adecuada que aumenta con el tamaño de las cargas de trabajo y presión de la máquina. Por supuesto, dicha fuga se consigue utilizando fluido que por lo demás se utilizaría para accionar o ser accionado por los pistones para realizar trabajo. Por lo tanto, en el ejemplo que se acaba de dar antes, los 4 galones de fluido por minuto utilizados para la lubricación por fuga reducen la eficiencia volumétrica de la máquina.

US2957421 propone una bomba para fluidos de tipo placa oscilante de émbolo alternativo. La bomba tiene un plato oscilante que actúa sobre una placa de leva. La placa de leva tiene una superficie de apoyo que se acopla a unas zapatas conectadas a una serie de émbolos. JP59145374 propone una zapata que consiste en un elemento deslizante y un elemento de detención instalado entre un plato distribuidor y un elemento empujador.

La invención que se describe a continuación va dirigida a mejorar la eficiencia volumétrica de dichas máquinas de pistones alargados mientras que, a la vez, garantiza (a) una lubricación apropiada de los pistones y (b) una simplificación del aparato utilizado para mantener el contacto entre los pistones y la placa oscilante.

Descripción de la invención

La invención dispone una máquina hidráulica según la reivindicación 1.

La invención se describe en varias configuraciones de máquinas hidráulicas, todas las cuales comparten una nueva combinación de características estructurales simples que incluyen pistones alargados que tienen un movimiento alternativo en un bloque de cilindros fijo, cilindros provistos de únicas cavidades de lubricación, y unas zapatas unidas directamente a cada pistón (sin elementos de conexión de tipo “*dog bone*”) que hacen contacto por deslizamiento con una placa oscilante y giratoria o, preferiblemente, con la zona solamente oscilante de una placa oscilante dividida. Estas características estructurales simples se traducen sinérgicamente en (a) un notable aumento de un 90% de la eficiencia volumétrica y (b) dicha mayor eficacia mecánica en la que incluso los ejes de accionamiento de máquinas tan grandes como de 12 pulgadas cúbicas de capacidad pueden girar manualmente cuando la máquina está completamente montada.

Cada máquina descrita puede funcionar como bomba o motor. Una configuración tiene una placa oscilante que, mientras gira siempre con el elemento de accionamiento de la máquina, queda fija en un ángulo de inclinación predeterminado respecto al eje del elemento de accionamiento de modo que los pistones se desplazan siempre una carrera máxima predeterminada. Las placas oscilantes de otras máquinas descritas presentan inclinaciones que pueden variar en una gama de ángulos de manera bien conocida en la técnica para controlar la carrera de los pistones en toda una gama de desplazamientos hasta un máximo en cada sentido. [Sin embargo, los expertos en la materia apreciarán que la invención es igualmente aplicable a máquinas hidráulicas con bloques de cilindros giratorios y placas oscilantes que no giran con los elementos de accionamiento de las máquinas].

En cada máquina de acuerdo con la invención, cada pistón es alargado, presentando una zona del cuerpo axialmente cilíndrica que preferiblemente es substancialmente tan larga como la longitud axial de cada uno de los respectivos cilindros en los cuales realiza un movimiento alternativo. Cada pistón también tiene un extremo de cabeza esférica que, por medio de una zapata convencionalmente giratoria y un aparato relativamente simple, se mantiene en contacto por deslizamiento efectivo con una cara plana de la placa oscilante de la máquina. La longitud axial de cada cuerpo cilíndrico del pistón se selecciona para asegurar un mínimo desplazamiento lateral del primer extremo esférico del pistón en todo momento. Por lo tanto, el pistón para la presente invención es “alargado”. Es decir, incluso cuando cada pistón se extiende a su carrera máxima, esa parte del cuerpo del pistón que sigue soportada dentro de su respectivo cilindro es suficiente para asegurar un pequeño desplazamiento lateral del extremo esférico extendido del pistón siempre durante el funcionamiento de la máquina.

[NOTA: Para facilitar la explicación de la invención, cada pistón que se describe presenta una sección del cuerpo cilíndrica axial y un extremo de cabeza esférica, mientras que cada respectivo cilindro tiene un extremo de válvula y una zona de cabeza abierta más allá de la cual el extremo de cabeza esférica de cada pistón se extiende siempre. Además, para todas las realizaciones preferidas, se supone que cada máquina hidráulica descrita (por ejemplo, ya sea motor o bomba) queda emparejada con una máquina hidráulica similar (por ejemplo, una bomba o motor conjugados) en una disposición de “bucle cerrado” bien conocida (véase figura 10) en el que el fluido de alta presión que sale del orificio de salida 139 de cada bomba 110 se suministra directamente a la entrada 36 del motor asociado 10, mientras que el fluido de baja presión que sale del orificio de salida 37 de cada motor 10 se suministra directamente a la entrada 136 de la bomba asociada 110. Tal como se entiende en la técnica, una parte del fluido en este sistema de bucle cerrado se pierde continuamente por “fuga” y se recoge en un depósito; y el fluido se suministra automáticamente del depósito de nuevo hacia el bucle cerrado, mediante una bomba de carga, para mantener siempre un volumen de fluido predeterminado en el sistema de circuito cerrado].

ES 2 319 126 T3

De acuerdo con la invención, cada cilindro formado dentro de cada bloque de cilindros de cada máquina está provisto de un canal de lubricación respectivo formado en la pared cilíndrica de cada cilindro. Este canal de lubricación queda situado de modo que siempre durante el movimiento alternativo del pistón dentro de su respectivo cilindro, cada canal de lubricación respectivo permanece casi totalmente cerrado por el cuerpo cilíndrico axial del pistón durante su carrera completa. [El movimiento de fluido en estos canales de lubricación se describe con mayor detalle al principio de los dos párrafos siguientes]. Preferiblemente, cada canal de lubricación respectivo está formado circunferencialmente y secciona radialmente cada cilindro.

En el bloque de cilindros fijo de cada máquina también hay formada una pluralidad de conductos adicionales que interconectan cada uno de los canales de lubricación que se han descrito. La interconexión de todos los canales de lubricación, uno a otro, forma un conducto de lubricación continua en el bloque de cilindros. Este conducto de lubricación continua está formado completamente en el interior del bloque de cilindros, preferiblemente atraviesa cada cilindro y queda centrado de manera circunferencial substancialmente a la misma distancia radial que los cilindros quedan centrados alrededor del eje de giro del elemento de accionamiento.

Debe tenerse especial atención al hecho de que, en las configuraciones descritas, el conducto de lubricación continua descrito anteriormente no queda conectado por conductos “de entrada” de fluido o bien “de salida” de fluido sino que al contrario queda cerrado casi totalmente por las zonas del cuerpo cilíndricas de los pistones siempre durante el funcionamiento de la máquina. Por lo tanto, la única fuente de fluido de lubricación que suministra este conducto de lubricación continua es un flujo de fluido mínimo secundario entre cada una de las respectivas paredes cilíndricas de cada cilindro y el cuerpo cilíndrico axial de cada pistón respectivo. Durante el funcionamiento, este conducto de lubricación se llena de manera casi instantánea con un flujo de fluido mínimo inicial de alta presión que entra en el extremo de la válvula de cada cilindro y entonces pasa entre las paredes de cada cilindro y la circunferencia exterior de la parte del cuerpo de cada pistón accionado. Este flujo mínimo secundario mantiene siempre eficazmente una presión elevada dentro del conducto de lubricación continua. Si es necesario, una pluralidad de elementos de estanqueidad, situados cada uno respectivamente cerca del extremo abierto de cada cilindro, puede proporcionar opcionalmente un cierre relativamente hermético para eliminar substancialmente la fuga entre la parte del cuerpo de cada pistón y la parte de la cabeza abierta de cada respectivo cilindro, permitiendo así la salida de solamente una mínima cantidad de gas de este conducto de lubricación a lo largo del extremo abierto de los cilindros. Sin embargo, en práctica real se ha encontrado que solamente una cantidad relativamente mínima de gas del extremo abierto de los cilindros se desplaza a lo largo de los pistones alargados de la invención y, como que solamente se requiere una pequeña cantidad de vapor de gas para una lubricación adecuada de los cojinetes del eje de accionamiento, etc., dichos elementos de estanqueidad opcionales pueden no ser necesarios.

No obstante, el fluido lubricante en este conducto continuo de lubricación cerrado se desplaza constantemente como resultado de las presiones siempre cambiantes en cada uno de los respectivos cilindros a medida que los pistones se mueven alternativamente. Es decir, a medida que la presión en cada cilindro se reduce a baja presión en la carrera de retorno de cada pistón, el fluido de alta presión en el conducto de lubricación de otra manera cerrado es conducido de nuevo entre las paredes de cada cilindro y la circunferencia exterior del cuerpo de cada pistón al extremo de la válvula de cada cilindro experimentando dicha reducción de presión. Sin embargo, el fluido lubricante que es conducido hacia baja presión no “se pierde”, es decir, no hay “fugas” y *no* retorna al depósito para volverse a llenar en el sistema hidráulico de bucle cerrado a través de la bomba de carga. En cambio, este fluido lubricante de baja presión es devuelto inmediatamente al bucle cerrado sin requerir el uso de una bomba de carga, y el conducto cerrado de lubricación continua vuelve a llenarse inmediatamente por la entrada de un flujo similar de fluido de alta presión desde el extremo de la válvula de cada cilindro que experimenta una mayor presión.

El conducto de lubricación descrito proporciona una lubricación apropiada para el movimiento alternativo de alta velocidad de los pistones a la vez que reduce substancialmente la fuga. Durante un funcionamiento exitoso de prototipos industriales construidos de acuerdo con la invención, el escape de gases se redujo en un 90%. Es decir, el escape de gases experimentado por las máquinas hidráulicas industriales convencionales de especificaciones comparables generalmente oscila entre 4-5 galones por minuto, mientras que el escape de gases experimentado por los prototipos de la invención oscila entre 0,5 - 0,7 galones por minuto, aumentando así de manera considerable la eficiencia volumétrica de las máquinas hidráulicas de la invención.

Tal como se ha indicado anteriormente, las máquinas hidráulicas de bloques de cilindros fijos pueden construirse más pequeñas y más ligeras que las máquinas hidráulicas convencionales de bloques giratorios que tienen especificaciones similares. Como resultado de la mejor lubricación de los pistones alargados, la invención descrita hace posible que el uso estos diseños más pequeños y más ligeros cumpla las especificaciones de alta velocidad/alta presión requeridas para el uso automovilístico.

Además, debe prestarse especial atención a los conjuntos de soporte considerablemente simplificados de la invención para las placas oscilantes giratorios variables de las máquinas hidráulicas descritas de la invención. Todos los conjuntos de soporte de la invención descritos aquí omiten los elementos de conexión de tipo “dog bone” que normalmente se montan entre el extremo exterior de cada pistón y la parte solamente oscilante de una placa oscilante giratoria/oscilante convencional. Además, una realización también omite la parte solamente oscilante de una placa oscilante giratoria/oscilante convencional. En todas las realizaciones, se monta una zapata convencional directamente en la cabeza esférica de cada pistón y se mantiene en contacto deslizante efectivo con la parte de la cara plana de la

ES 2 319 126 T3

placa oscilante por medio de un mínimo empuje elástico suficiente para mantener dicho contacto por deslizamiento efectivo en ausencia de presión hidráulica en los extremos de la válvula de los cilindros de la bomba.

Se describen tres mecanismos de soporte simplificados: El primer mecanismo de soporte simplificado comprende un único conjunto de placa de fijación impulsado por un único muelle helicoidal situado circunferencialmente alrededor del eje de giro del elemento de accionamiento de la bomba. El segundo mecanismo de soporte de la invención es incluso más simple, comprendiendo nada más que una zapata convencional montada directamente en la cabeza esférica de cada pistón, aplicándose un mínimo empuje por medio de una pluralidad de muelles, quedando colocado cada muelle respectivamente dentro de la parte del cuerpo de cada pistón respectivo entre la parte del cuerpo de cada pistón respectivo y el extremo de la válvula de cada cilindro respectivo. Aunque el segundo mecanismo de soporte es un poco más difícil de montar que el primero, este último es considerablemente más simple, más ligero, y más económico de fabricar.

El tercero de los mecanismos de soporte simplificados descritos es la disposición preferida. A saber, incluye una placa oscilante dividida tradicional, pero modificada añadiendo unos cojinetes de agujas para sostener la parte solamente oscilante en el elemento rotor oscilante/giratorio. Aunque este tercer mecanismo de soporte también incluye un único conjunto de placa de fijación similar al primer mecanismo de soporte, esta última placa de fijación es impulsada por una pluralidad de muelles, quedando situado cada muelle, respectivamente, circunferencialmente alrededor de la zapata deslizante asociada a la cabeza de cada pistón. Este tercer mecanismo de soporte proporciona un cambio drástico en la dinámica de funcionamiento de las zapatas deslizantes, reduciendo significativamente la velocidad superficial del movimiento relativo entre las zapatas y el plato giratorio y traduciéndose así, en una reducción de desgaste y de costes, y un aumento significativo de la eficacia de la máquina.

Los cambios importantes introducidos por la presente invención proporcionan máquinas hidráulicas que son más ligeras y más pequeñas que las máquinas convencionales que tienen especificaciones similares. Además, tal como se ha indicado anteriormente, pruebas reales de prototipos funcionales han demostrado que la presente invención proporciona máquinas con una eficacia volumétrica y mecánica considerablemente mayor. En resumen, la invención aquí descrita dispone máquinas que tienen una eficacia considerablemente mayor a la vez que se reduce notablemente el peso y el tamaño de las máquinas así como el coste de fabricación y se simplifica el conjunto.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista parcialmente esquemática y en sección transversal de una máquina hidráulica con un bloque de cilindros fijo y una placa giratoria/oscilante que tiene un ángulo de inclinación fijo, mostrándose las características de la invención incorporadas en el bloque de cilindros y la superficie de contacto pistón/placa oscilante.

La figura 2 es una vista parcialmente esquemática y en sección transversal del bloque de cilindros fijo de la máquina hidráulica de la figura 1 según el plano 2-2 con elementos omitidos por motivos de claridad.

La figura 3 es una vista parcialmente esquemática y en sección transversal de una máquina hidráulica con un bloque de cilindros fijo y una placa giratoria/oscilante que tiene un ángulo de inclinación variable, mostrándose de nuevo características de la invención incorporadas en el bloque de cilindros y la superficie de contacto pistón/placa oscilante.

Las figuras 4A y 4B son vistas parcialmente esquemáticas y en sección transversal del conjunto de fijación de la placa oscilante y la zapata del pistón descritos en las figuras 1 y 3, con elementos omitidos por motivos de claridad, mostrándose las posiciones relativas de los extremos de la cabeza de los pistones, zapatas, y arandelas especiales, así como el elemento de fijación impulsado elásticamente que empuja cada zapata deslizante contra la cara plana de la placa oscilante cuando la placa oscilante se encuentra inclinada $+25^\circ$, siendo la vista de la figura 4A según el plano 4A-4A de la figura 3 en la dirección de las flechas, mientras que la vista de la figura 4B es según el plano 4B-4B de la figura 4A.

Las figuras 5A y 5B, 6A y 6B, y 7A y 7B son vistas de los mismos elementos ilustrados en las figuras 4A y 4B cuando la placa oscilante se encuentra inclinada, respectivamente, $+15^\circ$, 0° , y -25° , siendo las vistas respectivas de las figuras 5B, 6B, y 7B según los planos respectivos 5B-5B, 6B-6B, y 7B-7B de las figuras 5A, 6A y 7A.

La figura 8 es una vista ampliada, parcial, esquemática y en sección transversal de solamente un único cilindro y pistón para otra máquina hidráulica similar a las mostradas en las figuras 1 y 3 pero mostrando una segunda realización más simplificada de un conjunto de fijación impulsado elásticamente para las zapatas del pistón de la invención.

La figura 9 es una vista parcialmente esquemática y en sección transversal de otra realización de la invención, mostrándose una parte de otra máquina hidráulica con un bloque de cilindros fijo substancialmente idéntico al ilustrado en la figura 3 pero incluyendo una versión mejorada de una placa oscilante convencional dividida con un ángulo de inclinación variable y que tiene un elemento solamente oscilante montado en un rotor de giratorio/oscilante, omitiendo esta vista el extremo de válvula del bloque de cilindros y las partes de la carcasa así como otros elementos por motivos de claridad.

La figura 10 es una vista de una disposición de “bucle cerrado” de dos máquinas hidráulicas.

Descripción detallada de la invención

El funcionamiento de las máquinas hidráulicas del tipo al cual puede agregarse la invención es bien conocido. Por lo tanto, el funcionamiento no se describirá con detalle. Tal como se ha indicado anteriormente, puede suponerse que cada máquina descrita está conectada a un sistema hidráulico de “bucle cerrado” bien conocido con una bomba o motor conectado de manera apropiada.

Motor hidráulico

Haciendo referencia a la figura 1, un motor hidráulico 10 incluye un bloque de cilindros fijo 12 que tiene una pluralidad de cilindros 14 (solamente se muestra uno) en los que una respectiva pluralidad de pistones de acoplamiento 16 realizan un movimiento alternativo entre la posición retirada del pistón 16 y la posición extendida del pistón 16'. Cada pistón tiene una cabeza esférica 18 que va montada en un cuello 20 en un extremo de una zona del cuerpo cilíndrico axial alargado 22 que, en las realizaciones preferidas mostradas, es substancialmente tan largo como la longitud de cada cilindro respectivo 14.

Cada extremo esférico 18 encaja dentro de una zapata respectiva 24 que desliza sobre una cara plana 26 formada en la superficie de un rotor 28 que, a su vez, se fija a un elemento de accionamiento, a saber, un eje 30 de la máquina. El eje 30 va soportado en unos cojinetes dentro de un orificio 31 en el centro del bloque de cilindros 12. La cara plana 26 del rotor 28 está inclinada un ángulo máximo predeterminado (por ejemplo, 25°) respecto al eje geométrico 32 del eje de accionamiento 30.

Un conjunto de válvula modular 33, que queda atornillado como una tapa en el extremo izquierdo del bloque de cilindros 12, incluye una pluralidad de válvulas de carrete 34 (solamente se muestra una) que regula el suministro de fluido hacia dentro y hacia fuera de los cilindros 14. Tal como se ha indicado anteriormente, cada una de las máquinas descritas puede funcionar como bomba o como motor. Para esta descripción de una realización preferida, la máquina de placas oscilantes de ángulo fijo mostrada en la figura 1 funciona como motor. Por lo tanto, durante la primera mitad de cada vuelta del eje de accionamiento 30, en el extremo de la válvula de cada cilindro respectivo 14 del orificio de entrada 36 entra fluido de alta presión a través de una abertura 37 para accionar cada pistón respectivo de su posición retirada a su posición completamente extendida; y durante la segunda mitad de cada vuelta, un fluido de menor presión sale de cada cilindro respectivo a través de la abertura 37 y una salida de fluido 39 a medida que cada pistón retorna a su posición completamente retirada.

De una forma bien conocida en la técnica: la entrada 36 y la salida 39 de fluido están conectadas preferiblemente a través de unos conductos de “bucle cerrado” a una bomba hidráulica correspondiente de modo que, en todo momento, la presión del fluido impulsa los extremos esféricos 18 y las respectivas zapatas 24 contra una superficie plana 26. La extensión y la retirada en serie de cada pistón respectivo provoca que el rotor 28 gire, accionando así al eje 30.

También, tal como es conocido en la técnica, el motor 10 se conecta a un bucle cerrado de fluido hidráulico circulante con una bomba hidráulica correspondiente (es decir, la bomba 110 mostrada en la figura. 3 y descrita a continuación); y una cara plana 26 se fija en el ángulo de inclinación máximo de manera que, cuando el caudal de fluido hidráulico que circula en el bucle cerrado a través de la entrada 36 y la salida 39 es relativamente pequeña, los pistones 16 realizan un movimiento alternativo relativamente lento, produciéndose un giro relativamente lento del eje de accionamiento 30.

Sin embargo, a medida que aumentan los caudales de circulación de fluido en el bucle cerrado, el movimiento alternativo de los pistones aumenta en consecuencia, y lo mismo ocurre con la velocidad de giro del eje de accionamiento 30. Cuando funciona a velocidades o presiones automovilísticas (por ejemplo, hasta 4000 rpm o 4000 psi), la lubricación de los pistones se vuelve crítica, y las pérdidas por fuga pueden aumentar mucho también. La invención modifica el bloque de cilindros 12 para cubrir las necesidades de lubricación y reducir dichas pérdidas por fuga.

Haciendo ahora referencia a las figuras 1 y 2, la pared cilíndrica de cada cilindro 14 es seccionada radialmente por un canal de lubricación respectivo 40 formado circunferencialmente la misma. Una pluralidad de conductos 42 conecta entre sí todos los canales de lubricación 40 para formar un conducto de lubricación continua en el bloque de cilindros 12. Cada canal de lubricación respectivo 40 queda cerrado substancialmente por el cuerpo cilíndrico axial 22 de cada pistón respectivo 16 durante la carrera completa de cada pistón. Es decir, la circunferencia exterior de cada cuerpo cilíndrico 22 actúa de pared que encierra cada canal de lubricación respectivo 40 en todo momento. De este modo, incluso cuando los pistones 16 realizan un movimiento alternativo a través de carreras máximas, el conducto de lubricación continua que conecta entre sí todos los canales de lubricación 40 permanece substancialmente cerrado. El conducto de lubricación continua 40, 42 está formado de manera simple y económica dentro del bloque de cilindros 12 tal como puede apreciarse mejor a partir de las ilustraciones esquemáticas de la figura 2 en las que el tamaño relativo de los canales y los conductos de conexión y se ha exagerado por motivos de claridad.

Durante el funcionamiento del motor hidráulico 10, todos los canales de lubricación interconectados 40 se llenan de manera casi instantánea por un mínimo flujo de fluido de alta presión desde la entrada 36 entrando en cada cilindro 14 a través de la abertura 37 y siendo forzado a pasar entre las paredes de los cilindros y la circunferencia exterior de cada pistón 16. La pérdida de fluido de lubricación de cada canal de lubricación 40 es limitada por una junta circundante 44 situada cerca del extremo abierto de cada cilindro 14. No obstante, el fluido de lubricación en este conducto cerrado de

ES 2 319 126 T3

lubricación continua de los canales de lubricación 40 fluye moderadamente pero de manera continua como resultado de un mínimo flujo continuo de fluido entre cada una de las respectivas paredes cilíndricas de cada cilindro y el cuerpo cilíndrico axial de cada pistón respectivo en respuesta al movimiento del pistón y a las presiones variables en cada medio ciclo de giro del eje de accionamiento 30 a medida que los pistones realizan un movimiento alternativo. Como
5 que la presión en cada cilindro 14 se reduce a baja presión en la carrera de retorno de cada pistón 16, el fluido de mayor presión en un conducto de lubricación de otra manera cerrado 40, 42 es conducido de nuevo entre las paredes de cada cilindro 14 y la circunferencia exterior de la parte del cuerpo 22 de cada pistón 16 en el extremo de la válvula de cada cilindro 14 que experimenta tal reducción de presión.

10 Sin embargo, el experto en la materia debe prestar especial atención al hecho de que este mínimo flujo de fluido de retorno al cilindro 14 que se ha descrito no se “pierde”. Al contrario, éste retorna inmediatamente al bien conocido bucle cerrado de fluido hidráulico que conecta entre sí la bomba y el motor. Además, este mínimo flujo de fluido no retorna a un depósito y, por lo tanto, no tiene que reponerse en el sistema hidráulico de bucle cerrado por una bomba
15 de un flujo mínimo similar de fluido de alta presión del extremo de la válvula de cada cilindro que experimenta una mayor presión.

Tal como se ha indicado anteriormente, existe una pequeña fuga del conducto cerrado de lubricación continua 42 que conecta entre sí todos los canales de lubricación 40. Es decir, existe todavía un cierto mínimo flujo de fluido que
20 se escapa de este conducto cerrado de lubricación continua a lo largo de las juntas 44 en el extremo de cada cilindro 14. Sin embargo, cualquier mínimo escape es repuesto inmediatamente a través de un mínimo flujo de líquido similar de fluidos a alta presión que entran alrededor del extremo opuesto de cada pistón 16.

La disposición de lubricación que se ha descrito no es sólo considerablemente simple, sino que también permite
25 una simplificación similar del aparato de contacto piñón/placa oscilante de la máquina hidráulica para reducir más el coste de fabricación y funcionamiento.

Para completar la descripción del motor hidráulico 10, el aparato de contacto piñón/placa oscilante mostrado
30 en la figura 1 comprende solamente (a) un rotor 28 montado en un eje de accionamiento 30 utilizando cojinetes convencionales de agujas y axiales y (b) un conjunto simple de fijación impulsado por muelle para mantener las zapatas de los pistones 24 en contacto constante la superficie plana giratoria y oscilante 26 del rotor 28. [Nota: Se describen tres modalidades de los conjuntos de contacto piñón/placa oscilante simplificados de la invención. Aunque solamente se muestra el primero de estos conjuntos de fijación en combinación con el motor y la bomba ilustrados en las figuras 1 y 3, cada uno se describe con mayor detalle a continuación en un apartado separado].

35 La primera modalidad de conjunto de fijación de la invención, tal como se muestra en la figura 1, incluye un muelle helicoidal 50 que se encuentra situado alrededor del eje 30 y alojado en una hendidura apropiada 52 formada en el bloque de cilindros 12 circunferencialmente alrededor del eje 32. Un muelle 50 empuja a un elemento de fijación 54 que se encuentra situado también circunferencialmente alrededor del eje 30 y el eje 32. El elemento de fijación
40 54 va provisto de una pluralidad de aberturas, cada una de las cuales rodea el cuello 20 de un pistón respectivo 16. Una arandela especial respectiva 56 queda situada entre el elemento de fijación 54 y cada zapata 24 del pistón. Cada arandela 56 tiene una prolongación 58 que hace contacto con la circunferencia exterior de una zapata respectiva 24 para mantener la zapata en contacto con la cara plana 26 del rotor 28 en todo momento.

45 El motor hidráulico descrito 10, con su notable simplificación tanto de lubricación como del contacto pistón/placa oscilante, resulta eficaz, fácil de fabricar, y de funcionamiento económico.

Bomba hidráulica variable

50 En la figura 3 se ilustra una segunda realización preferida de una máquina hidráulica de acuerdo con la invención. Una bomba hidráulica variable 110 incluye un bloque de cilindros fijo modular 112 que es idéntico al bloque de cilindros 12 del motor hidráulico 10 mostrado en la figura 1 y descrito anteriormente. El bloque de cilindros 112 tiene una pluralidad de cilindros 114 (solamente se muestra uno) en los que una respectiva pluralidad de correspondientes
55 pistones 116 realizan un movimiento alternativo entre la posición retirada del pistón 116 y las posiciones extendidas variables (mostrándose la extensión máxima en la posición del pistón 116'). Cada pistón tiene una cabeza esférica 118 que queda montada en un cuello 120 en un extremo de una parte del cuerpo cilíndrica axial alargada 122 que, en la realización mostrada, es substancialmente tan larga como la longitud de cada cilindro respectivo 114. Cada cabeza de pistón esférica 118 encaja dentro de una zapata respectiva 124 que desliza sobre una cara plana 126 formada en la
60 superficie de un rotor 128 que, tal como se describirá con mayor detalle a continuación, queda acoplada de manera giratoria a un elemento de accionamiento, a saber, el eje 130 que queda soportado en unos cojinetes dentro de un orificio en el centro del bloque de cilindros 112.

De manera similar a la explicada anteriormente con relación al motor hidráulico 10, se dispone también una bomba
65 variable 110 con un conjunto de válvula modular 133 que queda atornillado como una tapa en el extremo izquierdo del bloque de cilindros modular 112 y, de manera similar, incluye una pluralidad de válvulas de carrete 134 (solamente se muestra una) que regula el suministro de fluido dentro y fuera de los cilindros 114.

ES 2 319 126 T3

Tal como se ha indicado anteriormente, cada una de las máquinas descritas puede funcionar como bomba o como motor. Para la descripción de esta realización preferida, la máquina de placa oscilante de ángulo variable 110 mostrada en la figura 3 funciona como bomba, y el eje de accionamiento 130 es accionado por un accionador principal (no mostrado), por ejemplo, el motor de un vehículo. Por lo tanto, durante la mitad de cada vuelta del eje de accionamiento 130, se extrae fluido de menor presión hacia cada cilindro respectivo 114 entrando en una abertura 137 desde un “bucle cerrado” de fluido hidráulico que circula a través de la entrada 136 mientras que cada pistón 116 se desplaza a una posición extendida; y durante la siguiente mitad de cada vuelta, el accionamiento de cada pistón respectivo 116 de nuevo hacia su posición completamente retirada dirige fluido de alta presión de la abertura 137 hacia el bucle hidráulico cerrado a través de la salida 139. El fluido de alta presión se suministra entonces a través de tuberías de bucle cerrado apropiadas (no mostradas) a una bomba hidráulica conjugada, por ejemplo la bomba 12 descrita anteriormente, provocando que los pistones de la bomba conjugada se desplacen a una velocidad que varía con el volumen (galones por minuto) de fluido de alta presión suministrado de manera conocida en la técnica.

De nuevo una vez más haciendo referencia al bloque de cilindros modular 112, éste está construido de manera idéntica al bloque de cilindros 12 que ya se ha descrito. Es decir, la pared cilíndrica de cada cilindro 114 está cortada radialmente por un canal de lubricación respectivo 140 formado circunferencialmente en el mismo. Una pluralidad de conductos 142 conecta entre sí todos los canales de lubricación 140 para formar un conducto de lubricación continua en el bloque de cilindros 112. Una sección transversal del bloque de cilindros 112 según el plano 2-2 es exactamente igual que la vista en sección transversal del bloque de cilindros 12 de la figura 2.

En efecto, casi toda la descripción anterior relativa al conducto de lubricación continua 40, 42 de la invención en referencia al aparato de motor hidráulico 10 mostrado en las figuras 1 y 2, se aplica igualmente al funcionamiento del conducto de lubricación continua 140, 142 en el bloque de cilindros 112 de la bomba hidráulica 110 que se muestra en la figura 3, incluyendo la minimización bastante extrema de la pérdida de fluido de lubricación de cada canal de lubricación 140 incluyendo opcionalmente una junta circundante 144 situada próxima al extremo abierto de cada cilindro 114. De manera similar, el flujo de fluido lubricante en el conducto cerrado de lubricación continua 140, 142 es moderado pero continuo como resultado de un flujo de fluido mínimo secundario en respuesta al movimiento del pistón y a las presiones variables en cada medio ciclo de giro del eje de accionamiento 130 a medida que los pistones realizan el movimiento alternativo. Es evidente que, como es diferente en la bomba 110, en cada cilindro 114 hay presente fluido de menor presión cuando cada pistón 116 se desplaza a una posición extendida, mientras que la fuente de fluido de alta presión que pasa de manera forzada entre las paredes de los cilindros y la circunferencia exterior de cada pistón 116 se produce a medida que cada pistón 116 es accionado de su posición extendida a su posición completamente retirada por el giro del eje de accionamiento 130 a través del accionador principal (no mostrado).

Sin embargo, el experto en la materia debe prestar especial atención al hecho de que este mínimo flujo de fluido de retorno al cilindro 14 que se ha descrito no se “pierde”. Al contrario, éste retorna inmediatamente al bien conocido bucle cerrado de fluido hidráulico que conecta entre sí la bomba y el motor. Es decir, este mínimo flujo de fluido no retorna a un depósito y, por lo tanto, no tiene que ser repuesto en el sistema hidráulico de bucle cerrado por una bomba de carga. También, aunque pueda existir una fuga mínima que se pierda del conducto cerrado de lubricación continua 140, 142 a lo largo de las juntas 144 en el extremo de cada cilindro 114, cualquiera de dicha fuga mínima se repone inmediatamente por la entrada de un flujo de fluido mínimo similar que entre alrededor del extremo opuesto de cada pistón 116 que experimenta una mayor presión.

Tal como se ha descrito en el preámbulo anterior, la invención permite que el aparato de placa oscilante de la máquina sea (a) simplificado por la omisión de los elementos de conexión de tipo “dog bone” que normalmente van montados entre el extremo exterior de cada pistón y una parte no oscilante de una placa giratoria/oscilante convencional y (b) en las realizaciones ilustradas en las figuras 1 y 3, por la omisión de la propia parte oscilante así como el aparato requerido convencionalmente para montar el elemento oscilante no giratorio a la zona del rotor giratorio/oscilante de la placa oscilante.

Haciendo referencia todavía a la figura 3, el rotor 128 de la bomba 110 está montado giratorio en el eje de accionamiento 130 alrededor de un eje geométrico 129 que es perpendicular al eje geométrico 132. Por lo tanto, mientras el rotor 128 gira con el eje de accionamiento 130, su ángulo de inclinación respecto al eje 130 puede variar de 0° (es decir, perpendicular) a $\pm 25^\circ$. En la figura 3, el rotor 128 se encuentra inclinado $+25^\circ$. Esta inclinación variable se controla como sigue: el giro del rotor 128 alrededor del eje 129 se determina por la posición de un casquillo deslizante 180 que rodea el eje de accionamiento 130, y puede moverse axialmente respecto al mismo. Una conexión de control 182 conecta el casquillo 180 con el rotor 128 de manera que el movimiento del casquillo 180 axialmente sobre la superficie del eje de accionamiento 130 provoca que el rotor 128 gire al alrededor del eje 129. Por ejemplo, a medida que el casquillo 128 se desplaza hacia la derecha en la figura 3, la inclinación del rotor 128 varía siempre de manera continua de la inclinación de $+25^\circ$ mostrada, de nuevo a 0° (es decir, perpendicular), y después a -25° .

El movimiento axial del casquillo 180 es controlado por las garras 184 de una horquilla 186 a medida que la horquilla 186 gira alrededor del eje geométrico del eje de la horquilla 190 mediante la articulación de un brazo de control de la horquilla 188. La horquilla 186 es accionada a través de un servomecanismo convencional lineal (no mostrado) conectado a la parte inferior del brazo de la horquilla 188. Es esta realización preferida, aunque el resto de los elementos de la horquilla 186 se encuentran todos encerrados dentro de una carcasa de una placa oscilante modular 192 y eje de la horquilla 190 queda soportado en unos cojinetes fijados a la carcasa 192, el brazo de control de la horquilla 188 queda colocado fuera de la carcasa 192.

ES 2 319 126 T3

Hay que indicar también que el rotor 128 de la placa oscilante se equilibra a través de una conexión 194 que es substancialmente idéntica a la conexión de control 182 y se conecta de manera similar al casquillo 180 pero en una posición exactamente en el lado opuesto del casquillo 180.

5 Conjuntos de fijación de la zapata del pistón

La presión de fluido impulsa constantemente los pistones 116 en la dirección del rotor 128, y el conjunto de placa de empuje convencional ilustrada se dispone para soportar esa carga. Sin embargo, a las velocidades de funcionamiento requeridas para el uso automovilístico (por ejemplo, 4000 rpm) es necesaria una carga elástica adicional para asegurar un contacto constante entre las zapatas del pistón 124 y la superficie plana 126 del rotor 128. Debido a la omisión de la invención de elementos de conexión de tipo “dog bone” convencionales, las máquinas hidráulicas variables de la presente invención proporcionan dicha carga elástica adicional utilizando uno de tres simples conjuntos de fijación impulsados elásticamente, siendo el primero similar al que ya se ha descrito brevemente con relación al motor hidráulico 10 de la figura 1.

15

(a) Conjunto de fijación con impulsión por muelle único

La siguiente descripción de la primera realización de la invención para un conjunto de fijación continúa haciendo referencia a la figura 3, pero se hace referencia ahora también (a) a la figura 4A, que muestra una vista ampliada según el plano 4A-4A de la figura 3 visto en la dirección de las flechas, y (b) a la figura 4B, que muestra una ampliación de la misma vista mostrada en la figura 1 con partes suprimidas por motivos de claridad.

20

El conjunto de fijación para la bomba 110 incluye un muelle helicoidal 150 que se encuentra posicionado alrededor del eje 130 y alojado en una hendidura apropiada 152 formada en el bloque de cilindros 112 circunferencialmente alrededor del eje 132. El muelle helicoidal 150 impulsa un elemento de fijación 154 que se encuentra situado también circunferencialmente alrededor del eje 130 y el eje 132. El elemento de fijación 154 va provisto de una pluralidad de aberturas circulares 160, cada una de las cuales rodea el cuello 120 de un pistón respectivo 116. Una pluralidad de arandelas especiales 156 se encuentran situadas, respectivamente, entre el elemento de fijación 154 y cada zapata 124 del pistón. Cada arandela 156 presenta una extensión 158 que hace contacto con la circunferencia exterior de una zapata respectiva 124 para mantener la zapata en contacto con la cara plana 126 del rotor 128 en todo momento.

25

30

Las posiciones de los elementos descritos de la placa oscilante y el conjunto de sujeción de la zapata del pistón varían entre sí a medida que se alteran las inclinaciones del rotor 128 durante el funcionamiento de la máquina. Estos cambios de la posición relativa se ilustran en varias inclinaciones del rotor 128, a saber, a +25°, en las figuras 4A y 4B; a +15° en las figuras 5A y 5B; a 0° en las figuras 6A y 6B; y a -25° en las figuras 7A y 7B. [NOTA: el experto en la materia apreciará que cada zapata 124 del pistón tienen una cavidad convencional de equilibrio de la presión centrada en la superficie plana de la zapata 124 que hace contacto con la cara plana 126 del rotor 128, y que cada cavidad respectiva de la zapata está conectada a través de un canal de la zapata 162 apropiado y el canal del pistón 164 para asegurar que la presión de fluido presente en la superficie de contacto zapata/rotor sea equivalente en todo momento con presión de fluido en la cabeza de cada pistón 116. Como que el canal del pistón 164 atraviesa el centro de la cabeza esférica 118 de cada pistón 116, la posición del canal 164 puede utilizarse para facilitar la apreciación de los movimientos relativos de las distintas partes del conjunto de fijación].

35

40

Haciendo referencia a la posición relativa de estos elementos en la inclinación a 0° mostrada en las figuras 6A y 6B, cada canal 164 del pistón (en el centro de cada cabeza esférica 118 de cada pistón 116) tiene la misma posición radial respecto a cada abertura circular respectiva 160 en el elemento de fijación 154. Tal como puede apreciarse en las vistas en las otras inclinaciones ilustradas del rotor de la placa oscilante 128, en todas las inclinaciones aparte de 0°, la posición radial relativa de cada canal 164 del pistón es diferente para cada abertura 160, y las posiciones relativas de cada arandela especial 156 es también distinta.

50

Debe apreciarse que, en cada una de estas inclinaciones ilustradas de la placa oscilante, las distintas posiciones relativas en cada una de las nueve aberturas 160 varían constantemente por sí mismas a medida que el rotor 128 gira y oscila a través de una vuelta completa en cada una de estas inclinaciones. Por ejemplo, a una inclinación de 25° mostrada en la figura 4A, si durante cada vuelta del rotor 128, se observa el movimiento que se produce solamente a través de la abertura 160 en la parte superior (es decir, a las 12:00h) del elemento de fijación 154, la posición relativa de los elementos vistos en la abertura superior 160 variarían en serie para coincidir con las posiciones relativas mostradas en cada una de las distintas ocho aberturas 160.

55

Es decir, en inclinaciones aparte de 0° (por ejemplo a -25° según se muestra en la figura 7A), durante cada vuelta del rotor 128, cada arandela especial 156 desliza sobre la superficie del elemento de fijación 154 a medida que, simultáneamente, cada zapata 124 desliza sobre la cara plana 126 del rotor 128; y cada uno de estos elementos varía respecto a su propia abertura 160 a través de cada una de las distintas posiciones que puede apreciarse en cada una de las otras ocho aberturas 160. Estos movimientos relativos son mayores a $\pm 25^\circ$ y cada uno sigue una trayectoria cíclica (que parece describir una lemniscata, es decir, una “figura en forma de ocho”) que varía de tamaño con las inclinaciones angulares del rotor de la placa oscilante 128 y la posición horizontal de cada pistón 116 en el bloque de cilindros fijo 112.

60

65

ES 2 319 126 T3

Por lo tanto, para asegurar un contacto apropiado entre cada zapata respectiva 124 y la superficie plana 126 del rotor 128, en realizaciones preferidas se selecciona un tamaño para los límites de cada abertura 160 de modo que los bordes de la abertura 160 queden en contacto con más de la mitad de la superficie de cada arandela especial 156 en todo momento durante cada giro del rotor 128 y para todas las inclinaciones del rotor 128, tal como puede apreciarse de las posiciones relativas de arandelas especiales 156 y los bordes de cada una de las aberturas 160 en cada uno de los dibujos de la figura 4A a través de la figura 7A. Tal como puede apreciarse a partir de los dibujos, es preferible un borde circular para cada abertura 160.

(b) Conjunto de fijación con impulsión de pistón por múltiples muelles

La segunda realización del conjunto de fijación de la invención, aunque es ligeramente más difícil de montar, es considerablemente más simple y menos costosa. Esta segunda realización se muestra esquemáticamente en la figura 8 en una vista parcial ampliada, y seccionada transversalmente de un único pistón de otra máquina hidráulica 210. El pistón 216 se encuentra situado en el bloque de cilindros fijo modular 212 dentro del cilindro 214, siendo este último cortado radialmente por un canal de lubricación respectivo 40" formado circunferencial en el mismo. De la misma manera que se ha descrito con referencia a las otras máquinas hidráulicas ya detalladas anteriormente, cada canal de lubricación 40" queda interconectado con canales similares en los otros cilindros de la máquina para formar un conducto de lubricación continua en el bloque de cilindros 212; y, de manera similar, una junta circundante opcional 44" puede colocarse cerca del extremo abierto de cada cilindro 214 para minimizar adicionalmente la pérdida de fluido lubricante de cada canal de lubricación 40".

La única diferencia entre el bloque de cilindros fijo 212 y los bloques de cilindros modulares ilustrados en las figuras 1 y 3 es que el bloque de cilindros fijo 212 no incluye un gran muelle helicoidal circunferencial axial ni una gran hendidura circunferencial axial para sostener el mismo.

Aunque no se ha mostrado, el bloque de cilindros fijo modular 212 de la máquina hidráulica 210 puede conectarse a un conjunto modular de placa oscilante de ángulo fijo (tal como se muestra en la figura 1) o bien a un conjunto modular de placa oscilante de inclinación variable (tal como se muestra en la figura 3), pero en cualquier caso, la máquina hidráulica 210 proporciona un conjunto de fijación mucho más simple. A saber, el conjunto de fijación de esta realización comprende solamente una zapata de pistón convencional respectiva 224 para cada pistón 216 en combinación con solamente un muelle helicoidal respectivo 250, estando asociado también el último a cada pistón respectivo 216.

Cada zapata del pistón 224 es similar a las zapatas convencionales mostradas en el primer conjunto de fijación descrito anteriormente y, de manera similar, va montada en la cabeza esférica 218 del pistón 216 para deslizarse sobre la cara plana 226 formada en la superficie del rotor de la placa oscilante 228 de la máquina de manera similar a la descrita anteriormente. Cada muelle helicoidal 250 queda asentado, respectivamente, circunferencialmente alrededor de la abertura de la válvula hidráulica 237 en el extremo de la válvula de cada cilindro respectivo 214 y situado dentro de la parte del cuerpo de cada pistón respectivo 216.

De nuevo, tal como se ha descrito anteriormente, cada zapata 224 desliza sobre una cara plana 226 del rotor 228 con un movimiento de lemniscata que varía de tamaño con la posición horizontal de cada pistón 216 y la inclinación del rotor 228 respecto al eje 230. Durante el funcionamiento normal de la máquina hidráulica 210, las zapatas 224 se mantienen en contacto con la cara plana 226 de la placa oscilante debido a la presión hidráulica. Por lo tanto, la carga elástica proporcionada por los muelles helicoidales 250 es solamente mínima pero aun suficiente para mantener un contacto por deslizamiento efectivo entre cada zapata 224 y la cara plana 226 en ausencia de presión hidráulica en el extremo de la válvula de cada cilindro respectivo 214.

Se ha encontrado que el mínimo empuje descrito de los muelles 250 no sólo facilita el montaje sino que también es suficiente para impedir la retención de pequeñas partículas de suciedad y residuos de metal que se encuentran durante el montaje y se producen por el desgaste. Además, de nuevo debe prestarse especial atención al hecho de que esta segunda realización proporciona esta función necesaria solamente con unas pocas piezas muy económicas.

(c) Conjunto de fijación con impulsión de zapatas por múltiples muelles

Haciendo referencia a la figura 9, se describe un conjunto de fijación preferido en una máquina hidráulica preferida, a saber, la bomba 310 que, aunque es substancialmente similar a la bomba 110 ilustrada en la figura 3 y descrita en detalle anteriormente, incluye una disposición mejorada de placa oscilante dividida convencional.

Al igual que con las otras máquinas hidráulicas descritas anteriormente, una pluralidad de pistones 316, que incluyen cada uno una zapata deslizante respectiva 324, realizan un movimiento alternativo en los cilindros respectivos 314 formados en el bloque de cilindros 312 que es idéntico a los bloques de cilindros 12 y 112 tal como se ha descrito anteriormente. Cada zapata 324 desliza en la cara plana 326 formada en un elemento oscilante 327 que va montado en un rotor correspondiente 328 a través de unos cojinetes de agujas apropiados 372, 374 que permiten que el elemento oscilante 327 oscile sin girar mientras el rotor 328 oscila y gira de manera conocida en la técnica.

Será evidente para los expertos en la materia que la inclinación del elemento oscilante 327 y el rotor 328 alrededor del eje 329 se controla por la posición de un casquillo deslizante 380, una conexión de control 382 y una conexión

ES 2 319 126 T3

de compensación 394 exactamente de la misma manera que se ha descrito anteriormente con relación a la bomba 110 ilustrada en la figura 3.

5 Las zapatas 324 quedan inmovilizadas mediante un conjunto de fijación substancialmente idéntico al primer conjunto de fijación descrito en detalle en el subapartado anterior (a). Sin embargo, en esta realización preferida, el único muelle helicoidal grande 150 es sustituido por una pluralidad de muelles helicoidales individuales más pequeños tal como sigue:

10 Una placa de fijación 354 se fija al elemento oscilante 327 y por lo demás es idéntica al elemento de fijación 154 descrito en detalle anteriormente con referencia a las figuras 4-7. De manera similar, cada zapata 324 recibe la extensión circunferencial de una arandela especial respectiva 356 que es idéntica a cada arandela especial 156 tal como se ha descrito en detalle anteriormente, y el cuello de cada pistón 316 queda situado dentro de una de una pluralidad correspondiente de respectivas aberturas 360 formadas a través de la placa de fijación 354, todas exactamente similares al aparato del primer conjunto de fijación descrito en detalle en el subapartado anterior (a).

15 Aunque el elemento oscilante 327 no gira con el rotor 328, el movimiento oscilante del elemento oscilante 327 es idéntico al movimiento oscilante del rotor 328 y, por lo tanto, los movimientos relativos entre las zapatas 324 y la superficie plana 326 del elemento oscilante 327 son también idénticos a los descritos en detalle en el apartado anterior (a).

20 En esta realización, una pluralidad de muelles helicoidales individuales 350 proporciona el empuje elástico mínimo que es necesario, en ausencia de presión hidráulica en el extremo de la válvula de cada cilindro 314, para mantener un contacto deslizante efectivo entre cada zapata 324 y la cara plana 326 del elemento oscilante 327. Cada muelle helicoidal 350 queda situado circunferencialmente alrededor de cada zapata 324, quedando capturado entre cada arandela especial 356 y un casquillo formado justo encima del fondo de cada zapata 324.

30 La realización preferida que acaba de describirse proporciona la misma notable mejora de la eficiencia volumétrica con una total lubricación como en las otras realizaciones descritas. Además, también proporciona un cambio drástico en la dinámica de funcionamiento de las zapatas deslizantes, mejorando enormemente la eficacia y reduciendo considerablemente el desgaste y los costes concomitantes asociados a dicho desgaste.

35 Las máquinas hidráulicas de la invención proporcionan todas unas eficiencias volumétricas notablemente mejoradas con una lubricación efectiva así como unos conjuntos de superficie de contacto pistón/placa oscilante que proporcionan ahorros adicionales al ser relativamente simples y económicos de fabricar y al reducirse el número de piezas requeridas para un funcionamiento eficaz.

40 Por lo tanto, debe entenderse que las realizaciones de la invención que aquí se han descrito son simplemente ilustrativas de la aplicación de los principios de la invención. La referencia que se ha hecho aquí a los detalles de las realizaciones ilustradas no pretende limitar el alcance de las reivindicaciones, que por sí mismas enumeran las características de la invención consideradas como esenciales.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Máquina hidráulica (310) que presenta una pluralidad de pistones (316) montados de recíprocamente en respec-
tivos cilindros (314) formados en un bloque de cilindros (312) fijo en una carcasa y dispuestos circunferencialmente
a una primera distancia radial alrededor del eje de giro de un elemento de accionamiento, presentando cada uno de
dichos pistones una parte de cuerpo y un extremo de cabeza conectado a dicha parte de cuerpo, presentando cada
cilindro respectivo un extremo de válvula y una parte de cabeza abierta, una placa oscilante dividida accionada por
dicho elemento de accionamiento y presentando un rotor de inclinación variable (328) que gira y oscila y un elemento
10 oscilante (327) que solamente oscila, y presentando también dichos pistones una carrera que varía de acuerdo con la
inclinación de dicha placa oscilante hasta un máximo predeterminado, en el que:

una cara plana (326) está situada en dicho elemento oscilante;

15 dicho extremo la de cabeza de cada uno de dichos pistones es esférico, está conectado a la citada parte del cuerpo a
través de una zona de cuello estrecha, y se prolonga en todo momento más allá del citado extremo de cabeza de dicho
respectivo cilindro;

20 una zapata deslizante respectiva (324) unida de manera giratoria y directamente a dicha cabeza esférica de cada
uno de dichos pistones sin ningún elemento de conexión de tipo “dog bone”;

25 dicha parte del cuerpo de cada pistón presenta una longitud cilíndrica axial alargada suficiente para quedar sopor-
tada dentro dicho cilindro respectivo para asegurar un mínimo desplazamiento lateral del citado extremo de la cabeza
de dicho pistón dicho cuando dicha zapata está en contacto deslizante relativo con dicha cara plana en todo momento
durante dicha carrera;

30 cada una de dichas zapatas deslizantes respectivas se mantiene en contacto por deslizamiento directo con dicha
cara plana del citado elemento oscilante durante todos los movimientos giratorios relativos entre dicho pistón y dicha
cara plana; y

se dispone un conjunto de fijación para impulsar cada una de dichas zapatas deslizantes hacia dicha cara del citado
elemento oscilante; y

caracterizado por el hecho de que dicho conjunto de fijación comprende:

35 un elemento de fijación (3554) que presenta una pluralidad de aberturas respectivas, estando situado el
contorno de cada una de dicha abertura (360) en la citada placa oscilante cerca de dicha zona de cuello
estrechada de cada pistón respectivo; y

40 una arandela respectiva (356) queda encajada alrededor de dicha zona de cuello estrechada de cada pistón
entre la citada placa de fijación y cada zapata deslizante respectiva, y presentando cada una de dichas
arandelas respectivas una prolongación alineada cilíndricamente para hacer contacto circunferencialmente
con cada una de dichas zapatas deslizantes respectivas;

45 quedando dichas arandelas en contacto por deslizamiento con dicha placa de fijación para el movimiento
relativo respecto a la misma en respuesta a la variación de las posiciones relativas de dichas zapatas de
deslizamiento cuando dicha cara plana del citado rotor se encuentra inclinada respecto al citado eje de giro
del elemento de accionamiento.

50 2. Máquina hidráulica según la reivindicación 1, **caracterizada** por el hecho de que dicho placa oscilante dividida
comprende además unos cojinetes de rodillos (372) para soportar dicho elemento solamente oscilante en dicho rotor
giratorio y oscilante.

55 3. Máquina hidráulica según la reivindicación 1, **caracterizada** por el hecho de que el contorno de cada una de
dichas respetivas aberturas de dicha placa de fijación está diseñado para quedar en contacto con más de la mitad de
la circunferencia exterior de cada una de dichas respectivas arandelas en todo momento durante dichos movimientos
relativos.

60 4. Máquina hidráulica según la reivindicación 3, **caracterizada** por el hecho de que dicha máquina comprende
además un elemento de empuje elástico mínimo (350) suficiente para mantener dicho contacto por deslizamiento
efectivo entre dicha zapata respectiva y la citada cara plana de dicha placa oscilante en ausencia de presión hidráulica
en dicho extremo de la válvula de cada respectivo cilindro.

65 5. Máquina hidráulica según la reivindicación 4, **caracterizada** por el hecho de que dicho elemento de empuje elás-
tico mínimo está provisto de una pluralidad de muelles, quedando situado cada uno de dichos muelles respectivamente
entre dicha placa de fijación y una de las citadas arandelas respectivas.

ES 2 319 126 T3

6. Máquina hidráulica según la reivindicación 4, **caracterizada** por el hecho de que dicho elemento de empuje elástico mínimo está provisto de una pluralidad de muelles, quedando situado cada uno de dichos muelles respectivamente entre dicha zona del cuerpo de cada pistón respectivo y dicho extremo de la válvula de cada cilindro respectivo.

5

10

15

20

25

30

35

40

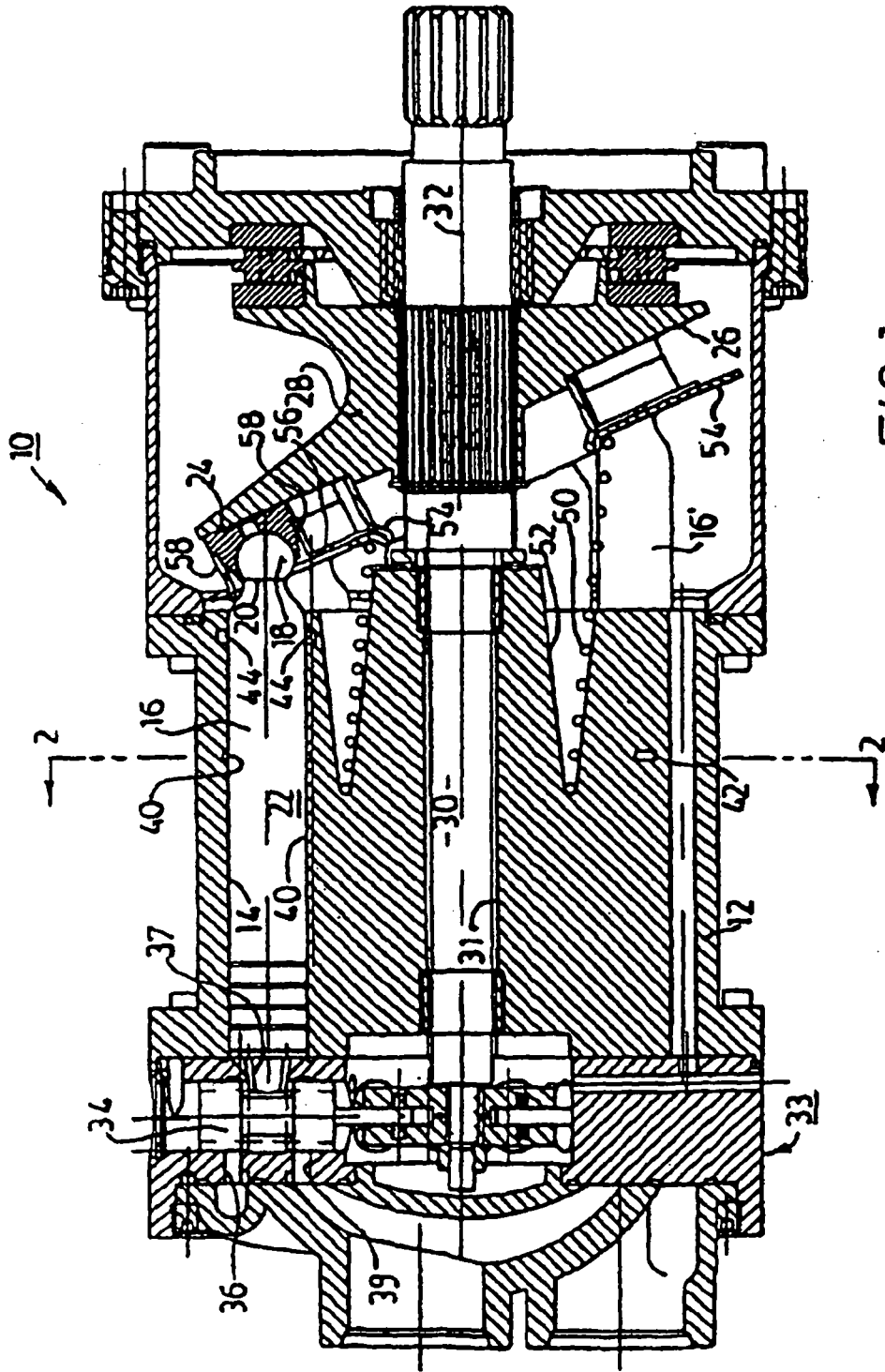
45

50

55

60

65



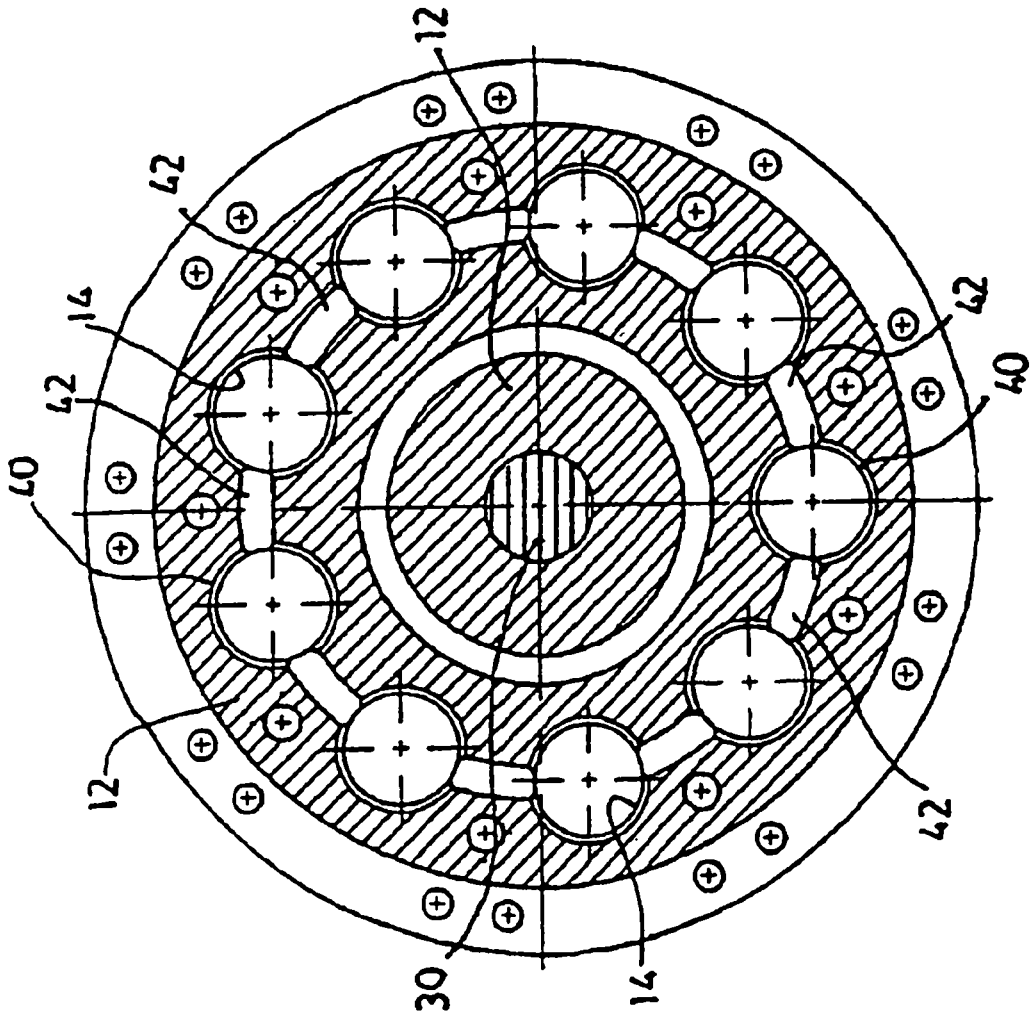


FIG. 2

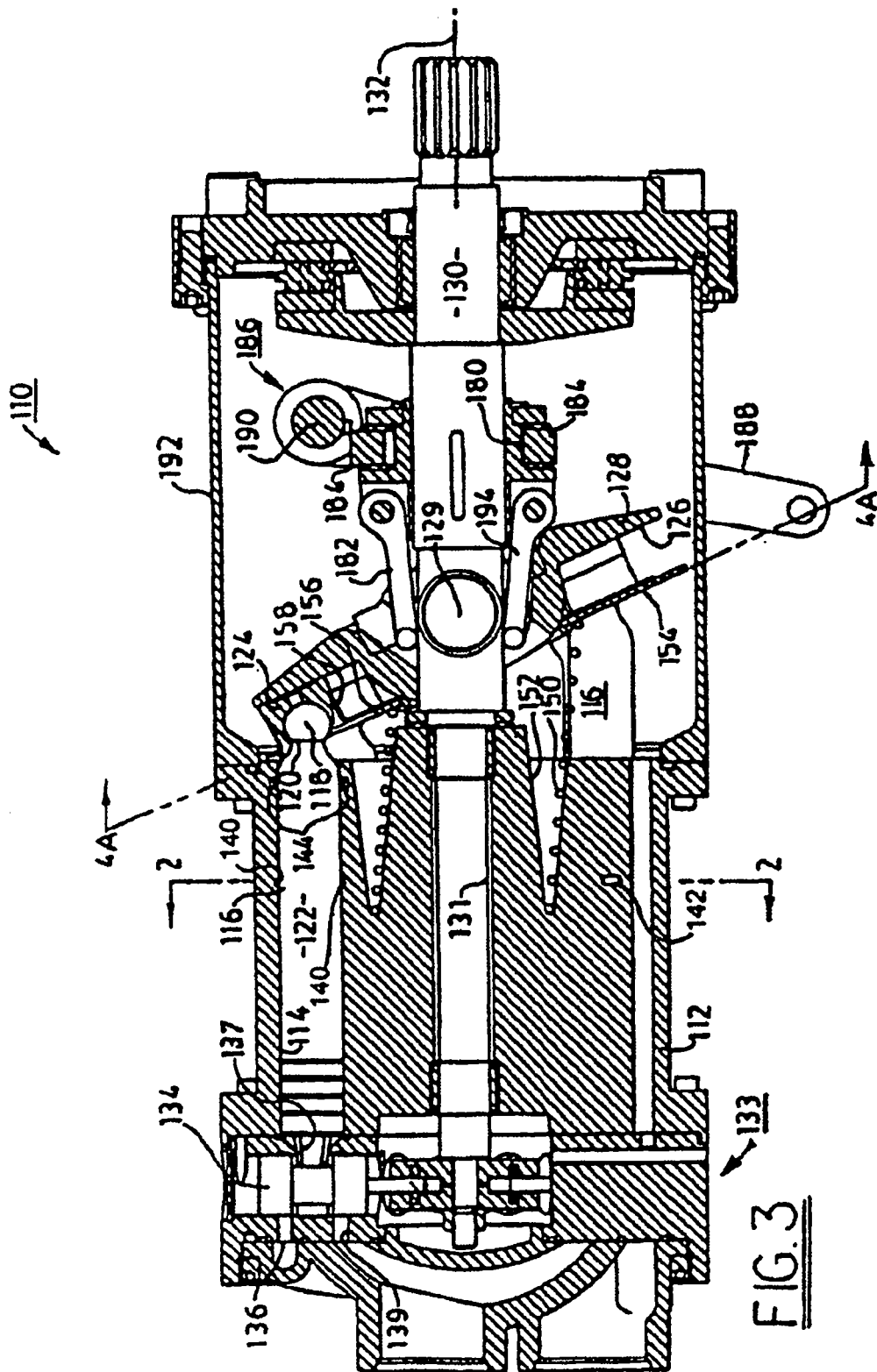


FIG. 3

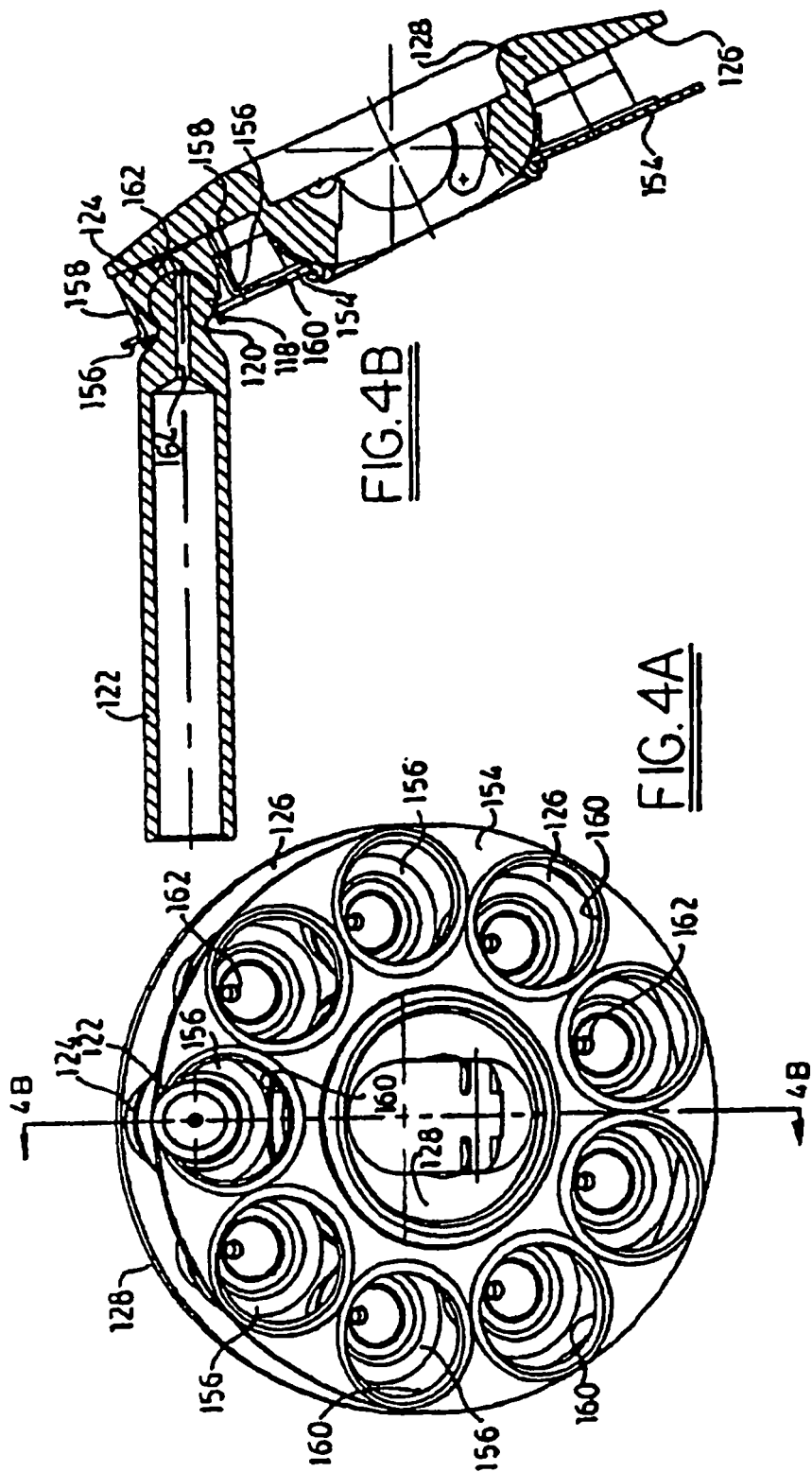
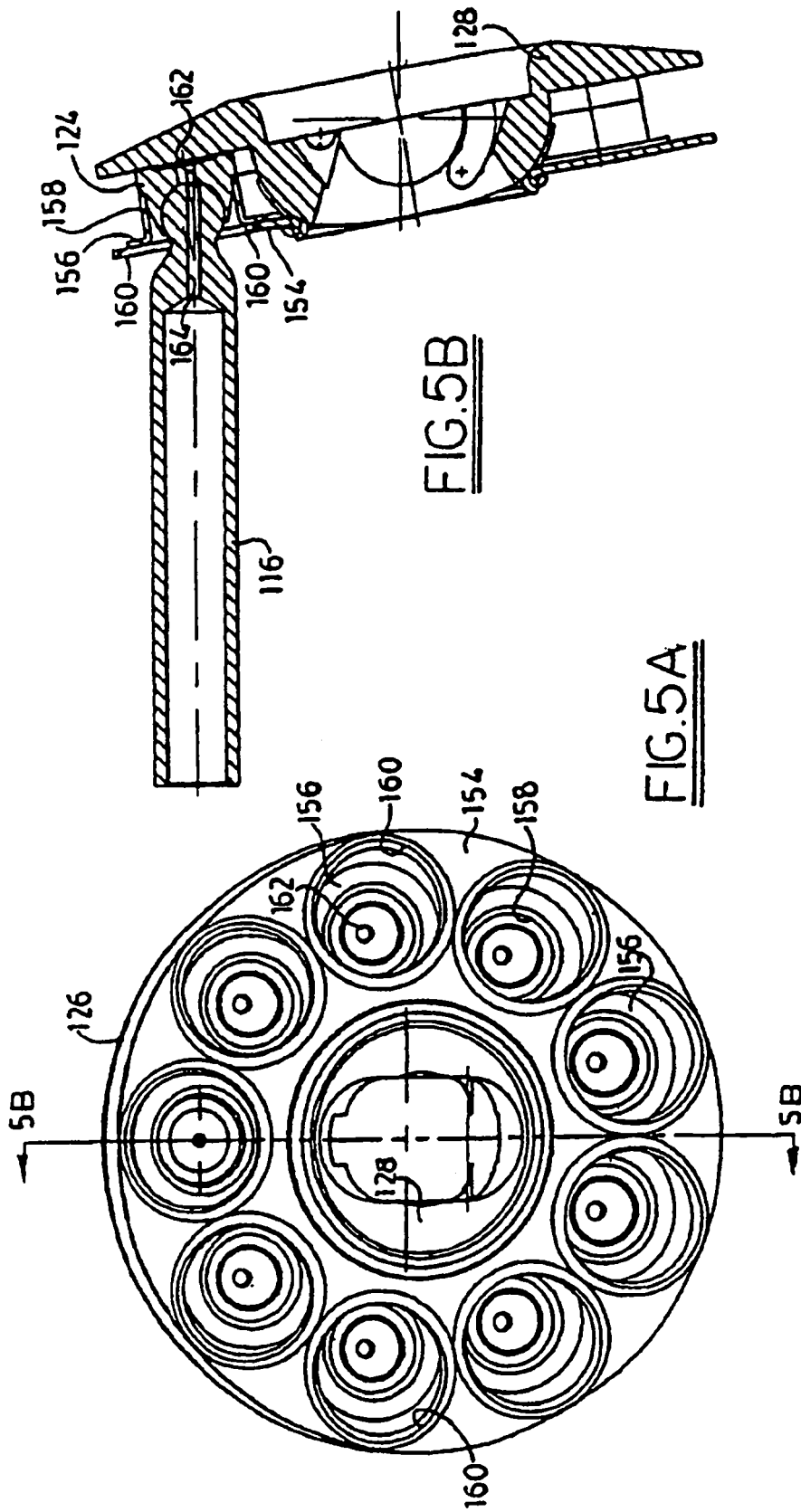
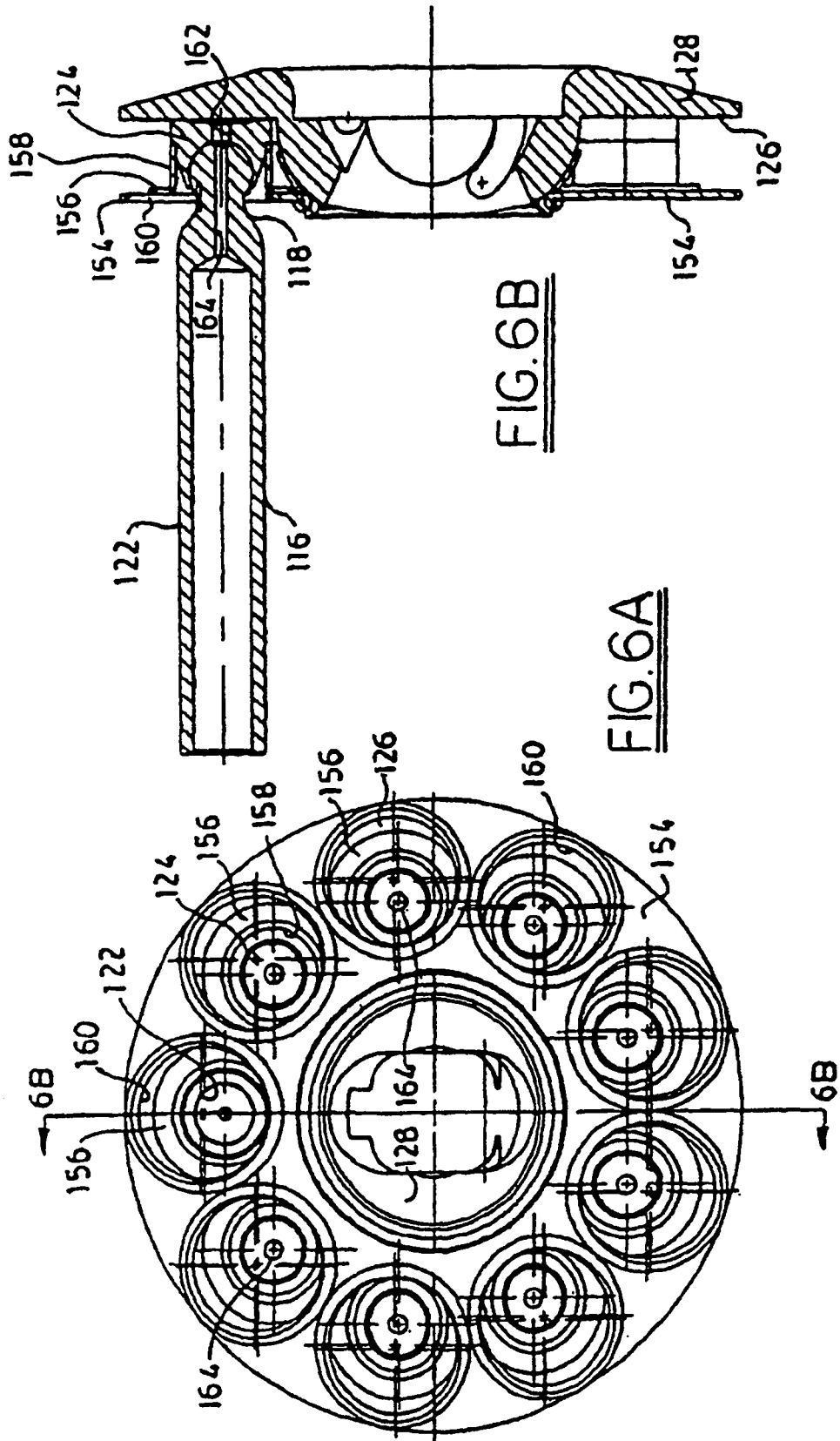
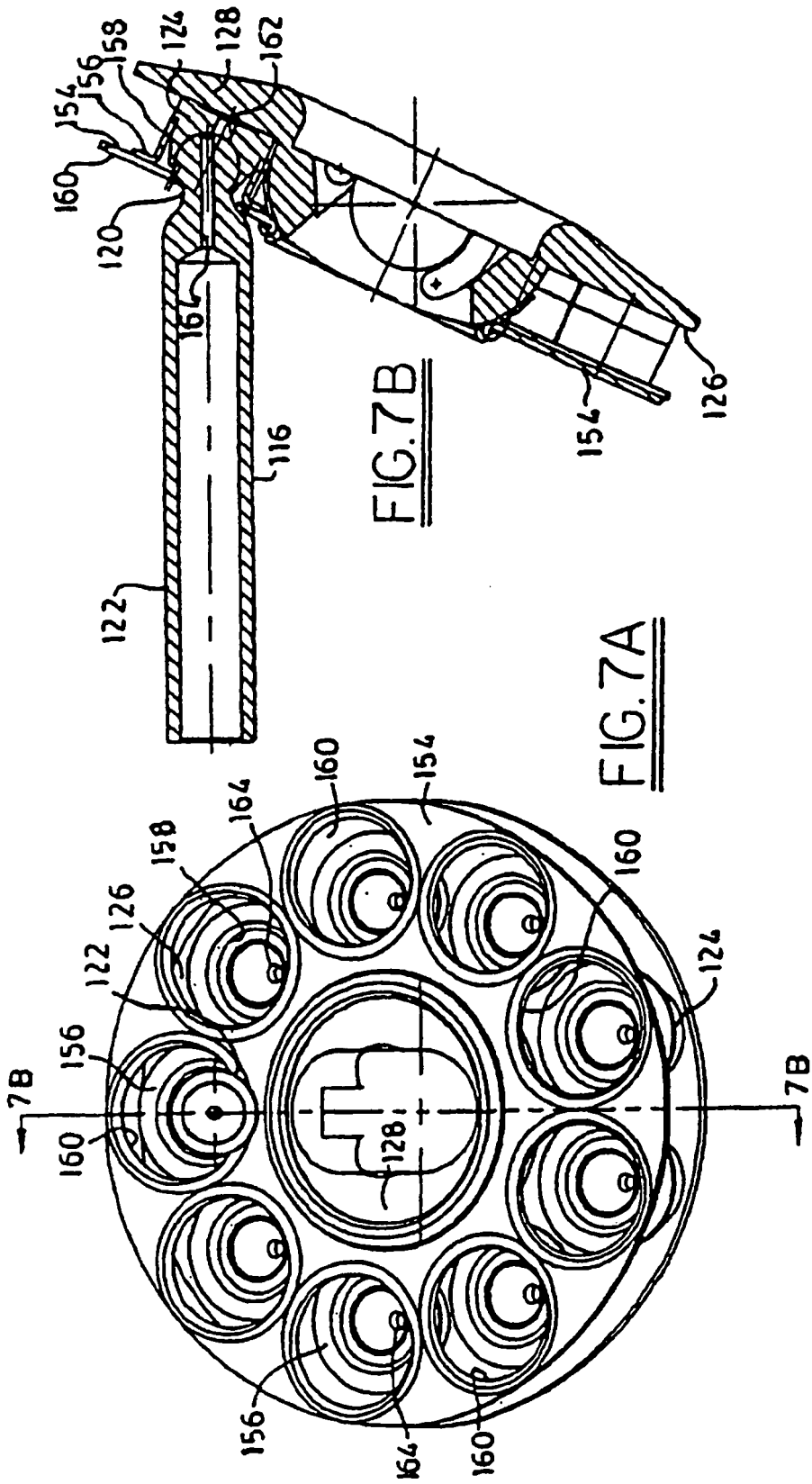


FIG. 4B

FIG. 4A







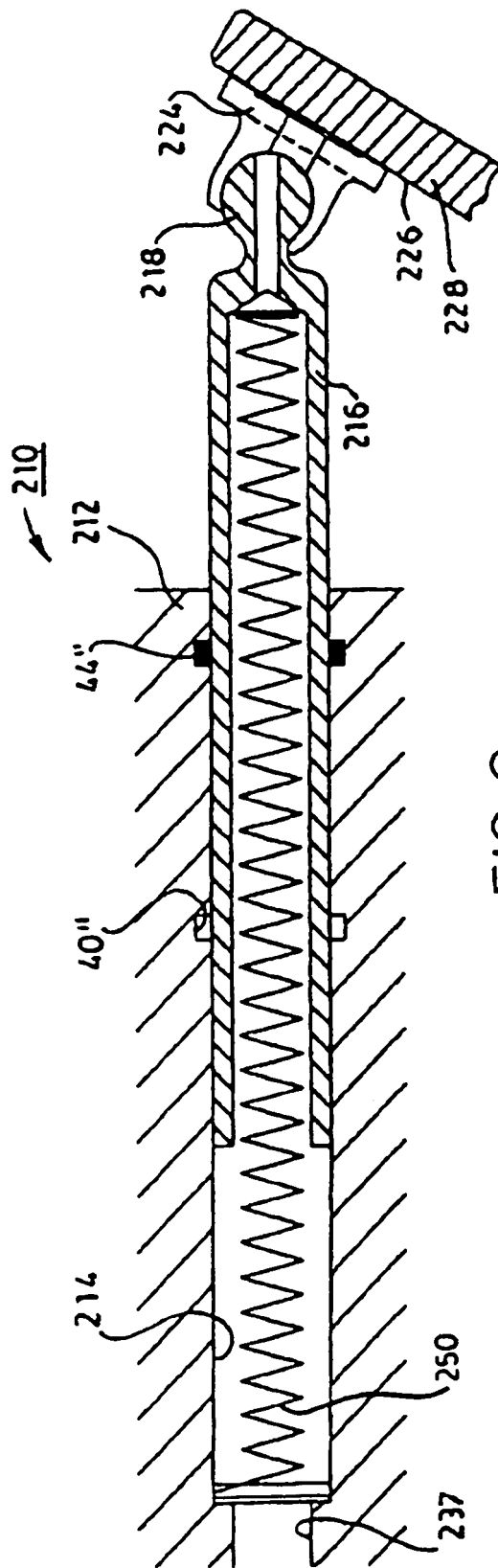
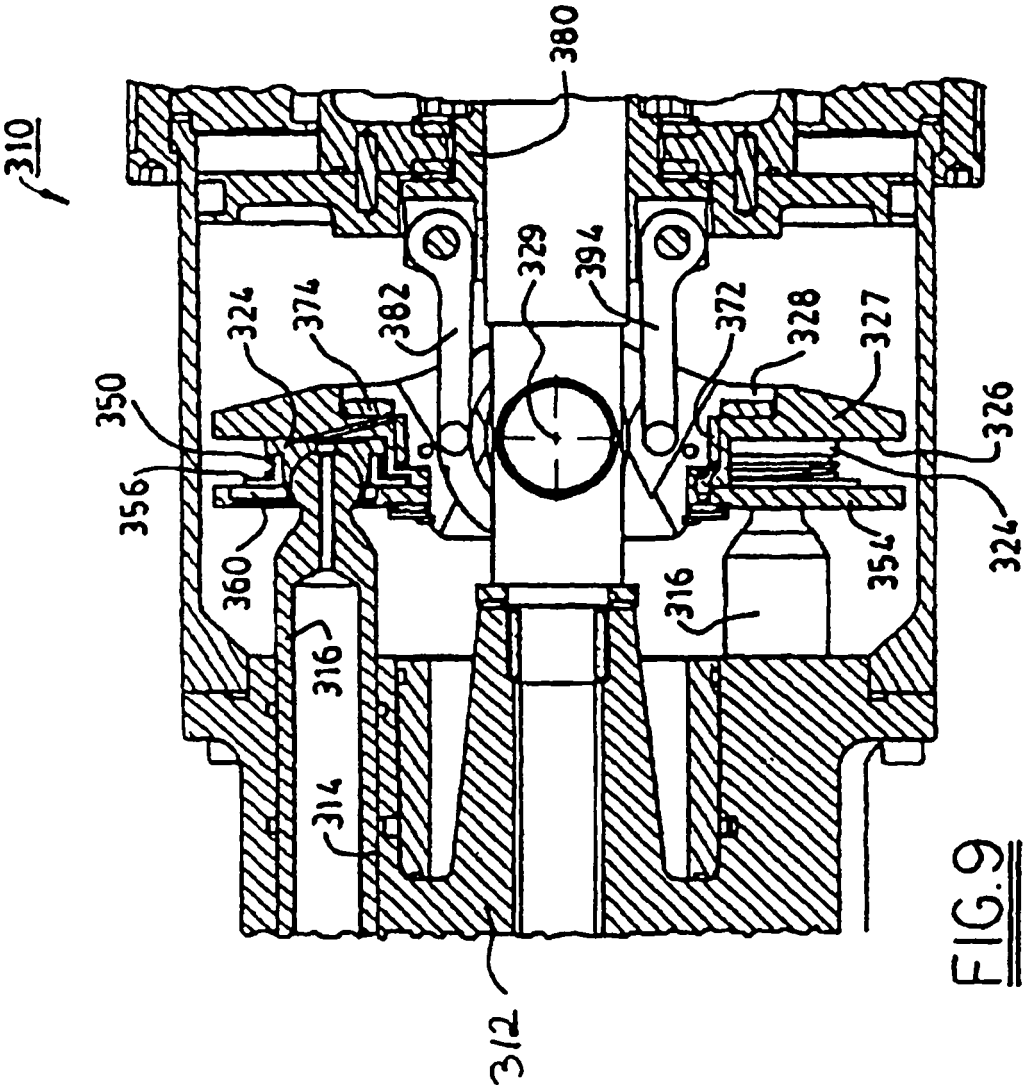


FIG. 8



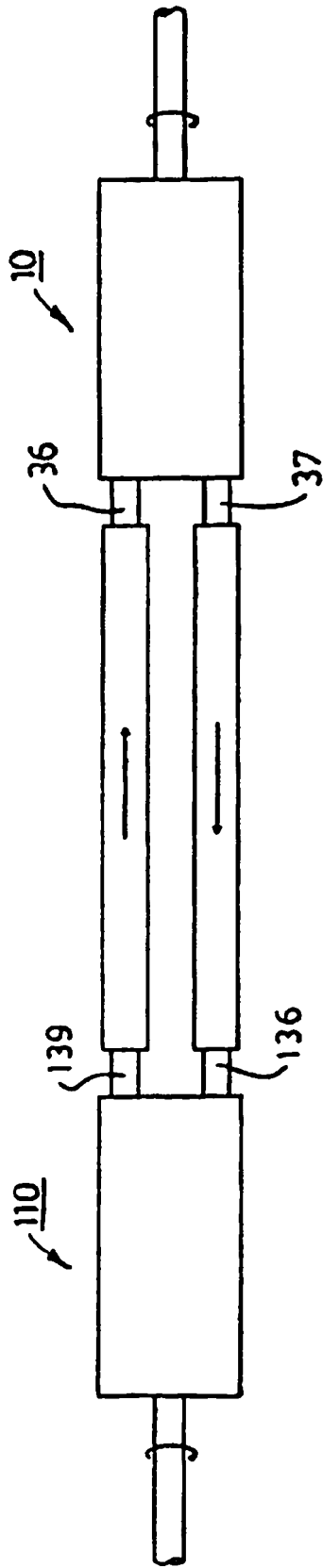


FIG. 10