

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 131**

51 Int. Cl.:

F04B 43/067 (2006.01)

F04B 43/073 (2006.01)

F04B 43/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.05.2008 PCT/US2008/062169**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.11.2008 WO08137515**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.05.2008 E 08747303 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2145109**

54 Título: **Control de posición de la bomba de diafragma con eje de válvula de compensación**

30 Prioridad:

02.05.2007 US 743505

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

11.09.2017

73 Titular/es:

**WANNER ENGINEERING, INC. (100.0%)
1204 CHESTNUT AVENUE
MINNEAPOLIS, MN 55403, US**

72 Inventor/es:

HEMBREE, RICHARD D.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 632 131 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

Control de posición de la bomba de diafragma con eje de válvula de compensación

Esta solicitud se presenta el 1 de mayo de 2008, como una solicitud de patente internacional PCT en nombre de Wanner Engineering, Inc., una corporación nacional de los Estados Unidos, solicitante para la designación de todos los países excepto los Estados Unidos, y Richard D. HEMBREE, un ciudadano de los Estados Unidos, solicitante para la designación de los Estados Unidos solamente, y reivindica prioridad a la Solicitud de Patente de Utilidad de los Estados Unidos número de serie 11/743,505 presentada el 02 de mayo de 2007.

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a bombas de fluido y se refiere más específicamente a bombas de diafragma accionadas hidráulicamente.

Técnica relacionada

Las bombas de diafragma accionadas hidráulicamente se pueden dividir en al menos dos grupos. El primer grupo incluye bombas que utilizan un recorrido diferente para el pistón o émbolo hidráulico que la del diafragma. Estas bombas se pueden denominar bombas asíncronas. Las bombas asíncronas se utilizan comúnmente para la medición en bombas de diafragma de gran tamaño, donde es deseable tener un diafragma de gran diámetro que defectue sólo una pequeña cantidad (un "recorrido corto"). Los diafragmas de recorrido corto normalmente son accionados por un émbolo o pistón hidráulico de recorrido mucho más largo. El recorrido largo del pistón hace posible el uso de un pequeño diámetro para el pistón, lo que resulta en cargas más pequeñas en el cigüeñal y cárter que debe mover el pistón a través de su recorrido.

El segundo grupo incluye bombas en las que el centro del diafragma se mueve a la misma distancia que el pistón hidráulico. Estas bombas se pueden denominar bombas síncronas. La posición del diafragma en las bombas síncronas es controlada por una válvula en el pistón que mantiene una distancia constante entre el pistón y el centro del diafragma.

Un ejemplo de sistema de válvulas para el control de la posición del diafragma en bombas síncronas se describe en el documento US 3.884.598 (Wanner), que se incorpora aquí como referencia. Wanner describe un sistema que detecta la posición del diafragma con respecto al pistón y, a continuación, funciona para mantener constante la posición del diafragma. El sistema Wanner es útil para bombas que deben operar a alta velocidad o que bombean materiales abrasivos porque el sistema permite el uso de diafragmas elastoméricos que no necesitan entrar en contacto con una superficie de tope al final del recorrido. Sin embargo, si el pistón viaja más que la distancia de desplazamiento del diafragma, este sistema no podrá mantener adecuadamente la cantidad de fluido hidráulico detrás del diafragma para que la bomba funcione correctamente.

Algunos ejemplos de bombas asíncronas se describen en los documentos de los Estados Unidos 5,246,351 (Horn), Estados Unidos 5,667,368 (Augustyn) y Estados Unidos 4,883,412 (Malizard). Estas bombas de ejemplo utilizan un enfoque similar al control de posición del diafragma. Cada una de estas bombas ajusta momentáneamente la cantidad de aceite en la parte superior o inferior de cada recorrido. Se detecta una condición de sobrellenado cuando el diafragma se desplaza demasiado hacia adelante y alcanza un límite de recorrido. Esto provoca una presión mayor que la normal del fluido hidráulico, lo que hace que una válvula se abra momentáneamente y libere parte del exceso de fluido. Este exceso de presión se genera cuando el diafragma alcanza un tope, o simplemente el punto final de desviación donde se requiere una mayor presión para mover más el diafragma. Esta presión no se transmite al fluido bombeado y por lo tanto produce una caída de presión desequilibrada a través del diafragma. Este método para hacer frente a las presiones creadas por el sobrellenado requiere que el diafragma incluya materiales y una configuración adecuada para manejar esta presión desequilibrada sin que falle el diafragma. Esta limitación en los materiales del diafragma y en el diseño resulta en el uso de diafragmas de gran diámetro y baja deflexión que aumentan enormemente el tamaño y el coste de la bomba.

Las bombas asíncronas accionadas hidráulicamente conocidas no permiten el uso de diafragmas elastoméricos altamente flexibles que son relativamente pequeños y capaces de experimentar deflexiones grandes por lo menos por las razones expuestas anteriormente. Como resultado, el uso de estos tipos de diafragmas está limitado a las bombas síncronas. El recorrido del pistón en una bomba sincrónica debe ser relativamente corto ya que está limitado al recorrido del diafragma. Esto hace que el cigüeñal y el cárter soporten las cargas más altas de un pistón de mayor diámetro, haciendo que el lado de accionamiento de la bomba sea más costoso.

Otro ejemplo de bomba accionada hidráulicamente se describe en el documento de los Estados Unidos 3,769,879 (Lofquist). Lofquist describe un carrete que se mueve con cada recorrido del diafragma para abrir momentáneamente los puertos entre un depósito de fluido y la cámara hidráulica (por ejemplo, cámara de transferencia) detrás del diafragma en los extremos del recorrido del pistón. Los puertos y el carrete móvil permiten

que sólo pase un pequeño pulso de fluido con cada recorrido para corregir una condición de sobrellenado o llenado insuficiente.

5 Lofquist tiene algunas desventajas significativas bajo condiciones de extremo sobrellenado o llenado insuficiente (por ejemplo, condiciones causadas por una presión de entrada de bomba muy baja o muy alta para el fluido bombeado). Bajo condiciones extremas de sobrellenado, el pulso pequeño de fluido permitido con cada recorrido es insuficiente para corregir inmediatamente el sobrellenado, lo que da lugar a un esfuerzo del diafragma hasta que se produzcan suficientes recorridos para corregir la condición de sobrellenado. Otra deficiencia de Lofquist se refiere a la dirección en la que el diafragma está sesgado. Bajo condiciones extremas (por ejemplo, baja presión de entrada y salida para el fluido bombeado causado por, por ejemplo, una entrada bloqueada a la bomba), el sistema Lofquist 10 tiende a añadir aceite a la cámara de transferencia sin ningún sesgo aplicado al diafragma que de otro modo descargaría el sobrellenado de aceite. Como resultado, el sobrellenado no puede resolverse y el diafragma fallará.

15 El documento de los Estados Unidos 2006/239840 A1 describe una bomba accionada hidráulicamente que incluye un diafragma, un pistón, una cámara de transferencia, un depósito de fluido y un elemento de carrete. La cámara de transferencia se define entre el diafragma y el pistón y se llena con un fluido hidráulico. El depósito de fluido está en comunicación de fluido con la cámara de transferencia a través de al menos una válvula. El elemento de carrete está configurado para controlar el flujo de fluido entre la cámara de transferencia y el depósito de fluido. El elemento de carrete es móvil para abrir y cerrar una abertura en la al menos una válvula solamente cuando existe una condición de sobrellenado o una condición de llenado insuficiente en la cámara de transferencia.

20 El documento de los Estados Unidos 2004/228748 A1 describe una bomba de diafragma que supera el problema del fallo del diafragma debido al sobrellenado de la cámara de transferencia de aceite. Se proporciona un elemento preventivo de sobrellenado en forma de un tope mecánico, un muelle helicoidal completamente cerrado, o un sistema de válvula, o alternativas.

Se necesitan mejoras en el control de la posición del diafragma para bombas de diafragma.

Resumen

25 Un aspecto de la presente descripción se refiere a una bomba de diafragma que incluye un pistón, un diafragma, cámaras de bombeo y transferencia, primera y segunda válvulas, un depósito de fluido y un carrete de la válvula. El pistón está adaptado para un movimiento recíproco entre una primera posición y una segunda posición. El diafragma es móvil entre una primera y una segunda posiciones que se correlacionan con las posiciones del primer y segundo pistón. La cámara de transferencia está situada en un lado del diafragma y está definida en parte por las posiciones 30 relativas del diafragma y del pistón. La cámara de transferencia se llena con un fluido hidráulico. La cámara de bombeo está situada en un lado opuesto del diafragma de la cámara de transferencia. El depósito de fluido está en comunicación de fluido con la cámara de transferencia a través de la primera y segunda válvulas. El carrete de la válvula está situado en la cámara de transferencia y dispuesto para cubrir las aberturas de acceso de la primera y segunda válvulas cuando el carrete de la válvula está en una primera posición para cubrir la abertura de la primera 35 válvula y abrir la abertura de la segunda válvula cuando el carrete de la válvula está en una segunda posición, y para abrir la abertura de la primera válvula y cerrar la abertura de la segunda válvula cuando el carrete de la válvula está en una tercera posición. El carrete mantiene típicamente la primera posición hasta que se genera una condición de sobrellenado en la cámara de transferencia que mueve el carrete a la segunda posición o hasta que se genera una condición de llenado insuficiente en la cámara de transferencia que mueve el carrete a la tercera posición. La bomba incluye además un elemento de accionamiento que está unido a la porción móvil del diafragma que se acopla al 40 carrete para mover el carrete entre las posiciones primera, segunda y tercera. El elemento de accionamiento permite la colocación del carrete en un eje diferente al de la varilla y el muelle que se utilizan para proporcionar la presión de polarización del diafragma. El carrete puede posicionarse sobre un eje separado del diafragma, la varilla del diafragma y el muelle, y el pistón principal de la bomba.

45 Métodos relacionados de funcionamiento de dicha bomba de diafragma para controlar presiones de fluido en la bomba son también aspectos importantes de la presente descripción.

El resumen anterior no pretende describir cada realización descrita o cada implementación de los aspectos inventivos descritos en la presente memoria. Las figuras de la descripción detallada que sigue describen más 50 particularmente características que son ejemplos de cómo ciertos aspectos inventivos pueden ser practicados. Aunque se ilustran y describen ciertas realizaciones, se apreciará que la descripción no está limitada a tales realizaciones.

Breve descripción de los dibujos

55 La figura 1 es una vista lateral en sección transversal de una bomba de ejemplo de acuerdo con los principios de la presente descripción con el pistón de bomba en una posición de punto muerto inferior (BDC) con una condición de llenado normal.

La figura 2 es una vista lateral en sección transversal del ejemplo de bomba mostrado en la figura 1 con el pistón de bomba en una posición de punto muerto superior (TDC) con una condición de llenado normal.

La figura 2A es una vista cercana de las posiciones de válvula mostradas en la figura 2.

5 La figura 3 es una vista lateral en sección transversal del ejemplo de bomba mostrado en la figura 1 con el pistón de la bomba en una posición de punto muerto inferior (BDC) con una condición de llenado insuficiente.

La figura 3A es una vista cercana de las válvulas mostradas en la figura 3.

La figura 4 es una vista lateral en sección transversal del ejemplo de bomba mostrado en la figura 2 con el pistón de la bomba en una posición de punto muerto superior (TDC) con una condición de sobrellenado.

La figura 4A es una vista cercana de las válvulas mostradas en la figura 4.

10 La figura 5 es una sección transversal de un ejemplo de un brazo actuador del tipo de palanca alternativo mostrado en la condición de BDC de llenado insuficiente.

La figura 5A es una vista cercana de las válvulas mostradas en la figura 5.

La figura 6 es una vista de la válvula mostrada en la figura 5 en una condición de llenado normal de TDC.

La figura 6A es una vista cercana de las válvulas mostradas en la figura 6.

15 Descripción detallada de la realización preferida

Se describirán en detalle diversas realizaciones con referencia a los dibujos, en donde los que números de referencia similares representan partes y conjuntos similares a lo largo de las diversas vistas. La referencia a diversas realizaciones no limita el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, los ejemplos expuestos en esta memoria descriptiva no pretenden ser limitativos y meramente establecen algunas de las muchas realizaciones posibles para las reivindicaciones adjuntas.

20 La siguiente exposición pretende proporcionar una breve descripción general de un entorno adecuado en el que puede implementarse la invención. Aunque no se requiere, la invención se describirá en el contexto general de bombas de diafragma. La estructura, creación y uso de algunos dispositivos y sistemas de control de posición de diafragma, y sus métodos de uso relacionados, se describen a continuación.

25 La presente descripción se refiere generalmente a bombas de fluido tales como bombas de diafragma accionadas hidráulicamente. Los principios de la presente descripción son igualmente aplicables a las bombas asíncronas y síncronas. En las bombas asíncronas hay un recorrido diferente para el pistón hidráulico frente a un recorrido del diafragma. El diafragma tiene típicamente un diámetro relativamente grande y está configurado para desviar una cantidad relativamente pequeña. Este diafragma de recorrido corto es accionado por un émbolo o pistón hidráulico de recorrido mucho mayor. Cuando más largo sea el recorrido del émbolo hidráulico o pistón, menor será el diámetro del pistón, lo que impartirá cargas menores sobre el cigüeñal y el cárter de la bomba.

30 Las bombas síncronas están configuradas de tal manera que el centro del diafragma se mueve a la misma distancia que el pistón hidráulico. En tales bombas, el diafragma debe desviar grandes distancias correspondientes al recorrido del pistón para minimizar cargas en el cárter y el cigüeñal resultantes del uso de un pistón de diámetro relativamente pequeño. Si no es posible que el diafragma se desvíe en la medida necesaria para asegurar un pistón de diámetro relativamente pequeño, el diámetro del pistón debe agrandarse, creando así mayores cargas en el cigüeñal y el cárter. La presente descripción se puede usar con cualquiera de las bombas asíncronas o síncronas para ayudar a controlar una posición del diafragma para asegurar que el diafragma no se extienda o retraiga más allá de distancias predeterminadas que de otro modo podrían conducir al fallo del diafragma.

35 Muchos sistemas de control de posición de diafragma conocidos funcionan basándose en condiciones de presión hidráulica dentro de la cámara de transferencia en un lado del diafragma opuesto al fluido que se bombea. Tales sistemas basados en presión típicamente utilizan válvulas de alivio que se abren o cierran en respuesta a ciertos niveles de presión. Las válvulas de alivio se colocan típicamente entre la cámara hidráulica y un depósito de fluido hidráulico. En los sistemas diseñados para aliviar la sobrepresión, la válvula de alivio se abre momentáneamente para liberar parte del fluido hidráulico al depósito cuando se supera una presión máxima. En los sistemas diseñados para alivio bajo presión, una válvula de alivio separada se abre momentáneamente para extraer algo de fluido hidráulico del depósito en la cámara hidráulica cuando la presión cae por debajo de una presión mínima.

40 La sobrepresión se genera típicamente en tales sistemas en el punto en el que el diafragma alcanza un tope tal como al final de la deflexión donde se requiere una alta presión para desviar el diafragma adicionalmente. Con el fin de tener en cuenta las condiciones de sobrepresión, el diafragma debe estar hecho de un material relativamente fuerte e inflexible que pueda resistir la falla después de ciclos repetidos de alta y baja presión. El aumento del

diámetro y la disminución de la cantidad de deflexión que debe hacer el diafragma también pueden explicar las condiciones de alta presión, pero también pueden aumentar considerablemente el tamaño y el coste de la bomba.

Otro problema relacionado con los sistemas basados en presión es la cavitación. El exceso de presión en la cámara de transferencia no se transmite típicamente al fluido bombeado y por lo tanto crea una condición de presión desequilibrada (es decir, caída de presión) a través del diafragma. Esta caída de presión puede conducir a condiciones de vacío durante ciertas porciones del recorrido del pistón que pueden conducir a cavitación en el fluido hidráulico. La cavitación puede conducir a un mayor desgaste (por ejemplo, picadura) de los componentes expuestos al fluido hidráulico.

La presente descripción funciona basándose en el volumen en lugar de la presión dentro de la cámara hidráulica. Dependiendo de la condición de llenado insuficiente o de sobrellenado dentro de la cámara hidráulica, un carrete de la válvula móvil cambia en la cámara hidráulica entre posiciones que cubren o desvelan aberturas para válvulas de retención que están posicionadas entre un depósito hidráulico y la cámara hidráulica. Es el propio fluido en lugar de una condición de presión generada por el fluido el que mueve el carrete de la válvula. Las condiciones de llenado insuficiente o de sobrellenado son típicamente mejor evaluadas en la parte superior o inferior del recorrido del pistón. La presente descripción está configurada de tal manera que el carrete de la válvula se mueve sólo en la parte superior o inferior del recorrido del pistón para corregir la condición de llenado insuficiente o de sobrellenado.

La Solicitud de Patente publicada de los Estados Unidos No. 2006/0239840 del solicitante, que se incorpora al presente documento como referencia, describe un sistema para controlar la posición de un diafragma en una bomba de diafragma accionada hidráulicamente de modo que el diafragma funciona dentro de un intervalo de recorrido seguro. Ese sistema utiliza un carrete de la válvula que se mueve cuando la cámara de transferencia llena de aceite está sobrellenada o con llenado insuficiente. Cuando la cámara de transferencia está llena excesivamente de aceite, el diafragma se desplaza demasiado hacia delante cuando el pistón está en la parte superior del recorrido del pistón. Esta posición de sobrellenado mueve el carrete de la válvula, abriendo un orificio que permite que el aceite salga de la cámara de transferencia a través de una primera válvula unidireccional. Cuando la cámara de transferencia está insuficientemente llena, el diafragma se desplaza demasiado hacia atrás, desplazando de este modo el carrete de la válvula de manera que el carrete de la válvula expone un orificio que permite que el aceite entre en la cámara de transferencia a través de una segunda válvula unidireccional.

La publicación 2006/0239840 muestra el carrete de la válvula situado a lo largo del eje del diafragma, que es coaxial con una varilla fijada al centro del diafragma. Esta varilla de diafragma generalmente se usa para oponerse a la fuerza de un muelle de polarización que ejerce una presión ligeramente superior sobre el aceite en la cámara de transferencia que el fluido que se bombea en el otro lado del diafragma. La varilla también tiene una característica que entra en contacto con el carrete cuando existen condiciones de llenado excesivo o insuficiente, desplazando de este modo la válvula como se ha descrito anteriormente. El carrete coaxial debe estar diseñado para entrar en contacto con la característica de la varilla, mientras que al mismo tiempo permite el muelle coaxial se aloje dentro o fuera de la varilla del diafragma. La estructura y configuración general de la bomba de diafragma descrita en la publicación 2006/0239840 tiende a ser relativamente complicada, difícil de montar y puede dar lugar a tamaños no deseados para el carrete y otros componentes.

La presente descripción proporciona componentes y estructura más sencillos para el sistema de válvulas de control que los utilizados, por ejemplo, en la publicación 2006/0239840. Sobre dicho componente hay un elemento de accionamiento que está unido a una porción móvil del diafragma. El elemento de accionamiento se acopla al carrete de la válvula para controlar el flujo de aceite entre la cámara de transferencia y el depósito de aceite durante las condiciones de sobrellenado excesivo y llenado insuficiente. El elemento de accionamiento permite el posicionamiento del carrete de la válvula sobre un eje diferente al eje de la varilla de diafragma y del muelle que se utilizan para proporcionar la presión de polarización del diafragma. Posicionar el carrete de la válvula en un eje separado puede simplificar la bomba del diafragma de varias maneras. Por ejemplo, la varilla de diafragma y el muelle de presión de polarización sólo se requieren para proporcionar la función limitada de aplicar un sesgo de presión. En general, esto significa que el tamaño del muelle puede hacerse más pequeño y el orificio en el que se ajusta el muelle es menor (en el caso de posicionar el muelle interno de la varilla del diafragma). Además, el elemento de carrete no requiere el acabado altamente liso que requiere el agujero para un carrete de la válvula.

Otra ventaja de proporcionar el carrete de la válvula en un eje separado es que el carrete de la válvula puede ahora tener un diámetro mucho menor. Puesto que el carrete ya no necesita tener un orificio a lo largo de su eje para alojar el muelle de empuje del diafragma, el carrete puede tener un diámetro mucho menor y el diámetro correspondiente que aloja el carrete también puede ser mucho más pequeño. Los orificios más pequeños tanto para el muelle de polarización de diafragma como para el carrete proporcionan una exposición de menor área en la carcasa de la bomba a la alta presión generada en la cámara de transferencia, lo que da lugar a fuerzas de tensión más bajas en la bomba en general. Los agujeros más pequeños también dan como resultado un volumen reducido de aceite necesario en la cámara de transferencia, lo que da como resultado un módulo de volumen más bajo para el sistema y una mayor eficiencia volumétrica.

Otra ventaja de proporcionar el carrete de la válvula en un eje separado es que el carrete de la válvula ya no requiere una forma cilíndrica. El carrete de la válvula puede incluir una construcción plana tal como un elemento de

disco cerámico u otra estructura. Una construcción plana puede proporcionar la opción de crear interfaces de sello de holgura relativamente baja y, en algunos casos, un diseño de menor coste.

El ejemplo de la bomba de diafragma de las figuras 1-4A

5 Un ejemplo de bomba 10 de diafragma asíncrono que ilustra principios de la presente descripción se muestra y describe con referencia a las figuras 1-4A. La figura 1 ilustra el pistón de la bomba en el punto muerto inferior (BDC) con una condición de llenado normal. La figura 2 ilustra el pistón en un punto muerto superior (TDC) con una condición de llenado normal. La figura 3 ilustra el pistón en BDC con una condición de llenado insuficiente. La figura 4 ilustra el pistón en un punto muerto superior (TDC) con una condición de sobrellenado.

10 La bomba 10 incluye un cárter 12, un alojamiento 14 de pistón y un colector 16. El alojamiento 14 de pistón define un depósito 18, una cámara 20 de transferencia o hidráulica y una cámara 22 de émbolo. El colector 16 define una cámara 24 de bombeo e incluye válvulas 72, 74 de entrada y salida.

15 Un cigüeñal 26, una varilla 28 de conexión y un cursor 30 están posicionados dentro del cárter 12. El cursor 30 está acoplado a un émbolo 32 situado dentro de la cámara 22 del émbolo. Las cámaras 20, 22 de transferencia y émbolo están en comunicación de fluido entre sí de tal manera que el fluido aspirado o expulsado de la cámara 22 del émbolo arrastra el diafragma a una posición retraída o fuerza al diafragma a una posición extendida como se muestra en las figuras 1 y 2, respectivamente.

20 Una varilla 34 de diafragma se extiende a través de la cámara 20 de transferencia. Un muelle 36 está situado coaxialmente con la varilla 34 para ejercer una fuerza de empuje en el diafragma en una dirección hacia atrás para ayudar a mantener una condición de presión más alta en la cámara 20 de transferencia que en la cámara 24 de bombeo. El mantenimiento de una condición de presión más alta en la cámara 20 de transferencia puede mejorar el rendimiento de la bomba 10 bajo condiciones de entrada de succión.

25 Un orificio 54 de carrete está definido en el alojamiento 14 de pistón adyacente a la varilla 34 de diafragma. El orificio de carrete está dimensionado para recibir un carrete 42 de la válvula. El rebaje 52 de carrete está dimensionado de tal manera que el carrete 42 de la válvula que es móvil en una dirección paralela al movimiento de la varilla 34 de diafragma. El carrete 42 de la válvula es móvil entre una primera posición que proporciona acceso a una abertura 56 de una válvula 44 de llenado insuficiente y que cubre una abertura 64 de una válvula 46 de sobrellenado (véase la orientación de llenado inferior de las figuras 2, 2A), una segunda posición que cubre sustancialmente las aberturas 56, 64 (véase la orientación de estado estacionario de las figuras 3, 3A) y una tercera posición que cubre la abertura 56 y que proporciona acceso a la abertura 64 (véase la orientación de sobrellenado de la figura 4, 4A). Las vistas en primer plano de las figuras 2A, 3A y 4A ilustran más claramente el estado abierto o cerrado de las aberturas 56, 64 en cada una de las condiciones de estado estacionario, de llenado insuficiente y de sobrellenado.

35 La bomba 10 de diafragma incluye una válvula 44 de llenado insuficiente asociada con la abertura 56 y una válvula 46 de sobrellenado asociada con la abertura 64. La válvula 44 de llenado insuficiente incluye otra abertura 57 colocada adyacente a la cámara 18 hidráulica. La válvula 44 de llenado insuficiente también incluye un asiento 58, un muelle 60 y un tapón 62. El muelle 60 desvía el tapón 62 contra el asiento 58 hasta que el carrete 42 se mueve para descubrir la abertura 56. Cuando la abertura 56 está descubierta, el fluido es arrastrado hacia dentro de la cámara 20 de transferencia a través de la válvula 44 de llenado insuficiente. La válvula 46 de sobrellenado incluye un asiento 66, una bola 68 y un muelle 70. El muelle 70 desvía la bola 68 contra el asiento 66 hasta que el carrete 42 se mueve para descubrir la abertura 64. Cuando la abertura 64 está descubierta, el fluido es forzado a salir de la cámara 20 de transferencia a través de la válvula 46 de sobrellenado. Las válvulas 44, 46 de llenado insuficiente y de sobrellenado son válvulas de retención que permiten un flujo de fluido de un solo paso.

45 El carrete 42 de la válvula proporciona una función importante al controlar el flujo de fluido entre la cámara 20 de transferencia y el depósito 18 durante condiciones de llenado insuficiente, sobrellenado y estado estacionario en la cámara 20 de transferencia. El carrete 42 de la válvula se mueve en función de una posición del diafragma 42. Un extremo de un brazo 43 de válvula está montado en el diafragma 33 y un extremo opuesto del brazo 43 de válvula está situado en un rebaje 52 de carrete del carrete de la válvula 42. El rebaje 52 de la bobina tiene una longitud mayor que la cantidad de movimiento del diafragma 33 durante las condiciones de funcionamiento en estado estacionario. El rebaje 52 de carrete proporciona una "zona de reposo", en donde el brazo 43 de válvula puede moverse libremente sin mover el carrete 42 de la válvula hasta que se produce una condición de sobrellenado o llenado insuficiente en la cámara 20 de transferencia.

55 En el funcionamiento normal a alta presión de la bomba 10, una pequeña cantidad de aceite fluirá desde la cámara 22 de émbolo hacia el depósito 18 a través de un espacio libre entre el pistón 32 del émbolo y un orificio 31 que el pistón de émbolo 32 mueve dentro. Esta pérdida de aceite se sustituye por aceite que es aspirado dentro de la cámara 20 de transferencia a través de la válvula 44 de llenado inferior durante el recorrido de succión de la bomba 10. En este estado de funcionamiento normal, el carrete 42 está posicionado para exponer una porción de la abertura 56 de relleno, como se muestra en las figuras 1, 2, 2A. Esta posición de equilibrio normal se alcanza cuando el diafragma 33 en su posición de punto muerto inferior (BDC) y el brazo 43 de válvula unido mueve el carrete 42 hacia atrás hasta que se expone suficientemente la abertura 56 de modo que el flujo que entra en la

cámara 18 de transferencia a través de la abertura 56 es igual al flujo que deja el espacio entre el pistón 32 y el orificio 31. Este proceso de ecualización se produce sobre varios recorridos de la bomba 10 a medida que el diafragma 33 se mueve más y más hacia atrás con la pérdida de fluido fuera de la cámara 20 de transferencia. Una vez que se alcanza el equilibrio en la cantidad de fluido que sale de la cámara 20 de transferencia y la cantidad de fluido que entra en la cámara de transferencia a través de la válvula 44, el carrete 42 permanece estacionario hasta que se produce algún cambio en la condición de bombeo que cambia la velocidad de pérdida de fluido.

El movimiento del carrete 42 en las otras posiciones mostradas en las figuras 3, 3A, 4, 4A depende de las condiciones de bombeo para la bomba 10. Una primera condición común ocurre en el arranque de la bomba 10. Cuando la bomba 10 ha estado inoperante, el fluido de la cámara de transferencia se escapa a través del espacio libre entre el pistón de émbolo 32 y el orificio 31 debido a la presión aplicada al diafragma 33 desde el muelle 36, o a la presión residual dentro de la bomba 10. Cuando se reinicia la bomba 10, hay muy poco fluido en la cámara 20 de transferencia, lo que da lugar a que el diafragma 33 se desplace demasiado hacia atrás en la cámara 20 de transferencia cuando el pistón 32 de émbolo está en BDC (por ejemplo, véanse las figuras 3, 3A). Esta condición es la condición de subalimentación mencionada anteriormente. Cuando existe la condición de llenado insuficiente, el brazo 21 de válvula, que se mueve con el diafragma 33, mueve el carrete 42 de modo que el carrete 42 cubre completamente la abertura 64 de sobrellenado y expone la abertura de relleno 56 (véanse las figuras 3, 3A). Con el carrete 42 en esta posición, el fluido es aspirado dentro de la cámara 20 de transferencia desde el depósito 18 a través de la válvula 44 de llenado insuficiente durante el recorrido de succión de la bomba 10. A medida que la cámara 20 de transferencia se llena en exceso con cada recorrido consecutivo de la bomba, el brazo 43 de válvula engancha el carrete 42 de la válvula hacia adelante para finalmente alcanzar la posición de equilibrio en estado estacionario descrita anteriormente con referencia a las figuras 1, 2, 2A.

La segunda condición común ocurre cuando hay una restricción en la línea de entrada a la bomba 10 que provoca una condición de entrada a baja presión y una pérdida de presión de salida. La condición de entrada a baja presión permite que el diafragma 33 avance más adelante de lo normal cuando el émbolo está en el punto muerto superior (TDC). Esta condición se denomina condición de sobrellenado y se muestra con referencia a las figuras 4, 4A. Cuando existe la condición de sobrellenado, el brazo 43 de válvula empuja el carrete 42 hacia adelante de manera que el carrete 42 cubre completamente la abertura 56 de llenado insuficiente y expone la abertura 64 de sobrellenado. Se permite entonces que el exceso de fluido se desplace fuera de la cámara 20 de transferencia a través de la abertura 56 de sobrellenado y la válvula 46 de sobrellenado y dentro del depósito 18.

Como se ha descrito anteriormente, el carrete buscará una posición de equilibrio para que coincida con el flujo de fluido que sale y entra en la cámara 20 de transferencia. La posición del carrete 42 permanece inalterada hasta que las condiciones de bombeo cambian haciendo que el brazo 43 de la válvula mueva el carrete 42. Para evitar que el carrete 42 se mueva por sí solo debido a las fuerzas de vibración o de gravedad, la bomba 10 debería incluir un dispositivo que inhiba el movimiento del carrete 42 hasta que se acopla con el brazo 43 de la válvula. Un retenedor 90 de carrete tiene una bola 92 y un muelle 94 que están situados en un rebaje 96 de retenedor de carrete en el carrete 42. El retenedor 90 de carrete genera una fuerza de fricción contra el orificio del carrete para que el carrete 42 no se mueva por sí mismo.

La consecución del punto de equilibrio de estado estacionario para una condición de bombeo particular se describe ahora de nuevo con referencia a las figuras 1, 2, 2A. Durante las condiciones de equilibrio de estado estacionario, el carrete 42 no se mueve hasta que cambian las condiciones de la bomba. Este ajuste fino del flujo de fluido dentro y fuera de la cámara 20 de transferencia proviene de los cambios muy pequeños en las posiciones de TDC o BDC del diafragma. Estos cambios son proporcionales a la tasa de fugas de la cámara de transferencia por recorrido, dividida por el desplazamiento del émbolo. Por ejemplo, en una bomba sin sellado que tiene un desplazamiento del cilindro de aproximadamente 200 centímetros cúbicos (cc), la tasa de fugas desde la cámara de transferencia cuando se opera a presión completa será de aproximadamente 1 cc por recorrido. Cuando la válvula está cubriendo tanto las aberturas 56 y 64 de sobrellenado como de llenado insuficiente, de manera que el único fluido que sale de la cámara 20 de transferencia es de la fuga alrededor del pistón 32 del émbolo, entonces la posición de recorrido de diafragma se moverá alrededor de 1/200 del recorrido del diafragma. En el ejemplo de un desplazamiento de 200 cc, el desplazamiento del diafragma 33 sería de aproximadamente 3,81 cm (1,5 pulgadas), por lo que la disminución de BDC por recorrido es de aproximadamente 0,019 cm (0,0075 pulgadas). La posición de recorrido del diafragma se desplazará 0,019 cm (0,0075 pulgadas) hacia atrás con cada recorrido hasta que el carrete 42 empiece a destapar la abertura 56 de llenado insuficiente. Una vez que la abertura 56 de llenado insuficiente está ligeramente abierta, una pequeña cantidad de fluido entra en la cámara 20 de transferencia en cada recorrido de succión. El aceite que entra es sustraído de la velocidad del fluido que sale de la cámara 42 de transferencia a través del émbolo 32 del pistón de manera que la pérdida neta por recorrido es menor en el recorrido siguiente.

En un ejemplo, si el carrete 42 se abre 0,018 cm (0,007 pulgadas) sobre el primer movimiento del carrete 42 por acoplamiento con el brazo 43 de la válvula, el fluido que entra en la cámara 20 de transferencia en el recorrido de succión podría ser de 0,5 cc y el fluido neto que sale de la cámara 20 de transferencia es ahora sólo 0,5 cc. El siguiente recorrido sólo moverá el carrete 42 a la mitad del movimiento anterior y continuará haciendo ajustes más pequeños con cada trazo. En la práctica, este proceso de ajuste toma varios recorridos de la bomba 10 y menos de unos pocos segundos de tiempo, dependiendo de los ajustes de funcionamiento de la bomba. El mismo proceso

ocurre cuando las condiciones de bombeo están causando una condición de sobrellenado. Una condición de sobrellenado ocurre cuando la entrada a la bomba 10 está restringida y hay baja presión en la salida de la bomba 10. Bajo estas condiciones, la cámara 20 de transferencia aumentará lentamente el volumen de fluido con cada recorrido; de nuevo en pequeñas cantidades (por ejemplo, 1 cc por recorrido). Un proceso similar de apertura gradual de la abertura 64 de sobrellenado se produce ahora hasta que la cantidad de fluido que entra en la cámara 20 de transferencia desde el juego del pistón del émbolo es igual a la cantidad que sale de la cámara 20 de transferencia a través de la válvula 46 de sobrellenado.

La figura 1 ilustra además una válvula 98 de purga de aire que está diseñada para permitir que el aire escape de la cámara 20 de transferencia (por ejemplo, durante el arranque de la bomba), pero evita fugas significativas de líquido (por ejemplo, fluido hidráulico o aceite) durante el funcionamiento normal. Una junta 99 hermético está situada en el émbolo 32 para contener el aceite hidráulico en el depósito 18. Esta junta no está configurada para mantener la alta presión de la cámara 20 de transferencia. La alta presión de la cámara 20 de transferencia se mantiene mediante un ajuste estrecho entre el émbolo 32 y el orificio 31. El fluido que pasa a través de esta separación de alta presión entre el émbolo 32 y el orificio 31 se mantiene a la misma presión que el depósito 18 y el cierre 99 hermético ayuda a mantener el fluido en el depósito 18 de modo que el fluido esté separado del aceite retenido en el cárter 12.

El ejemplo de la bomba de diafragma de las figuras 5-6A

Con referencia ahora a las Figuras 5-6A, se muestra y describe otra bomba 100 de ejemplo que incorpora principios de la presente descripción. La bomba 100 incluye muchas de las mismas características descritas anteriormente con referencia a las figuras 1-4A. La bomba 100 incluye un carrete 142 de la válvula diferente que es accionado usando una palanca 80. El carrete 142 de la válvula está situado en un orificio 154 de carrete que es compensación de la varilla 34 de diafragma. El carrete 142 de la válvula es móvil en una dirección paralela a la dirección de movimiento de la varilla 34 de diafragma y del diafragma 33. La palanca 80 acopla de forma operativa la varilla 34 de diafragma con la válvula 42 de carrete. La palanca 80 incluye un punto de apoyo 81 y una primera y segunda conexiones 83, 84. La palanca 80 gira alrededor del punto de apoyo 81. La primera conexión 83 está acoplada a la varilla 34 de diafragma. La segunda conexión 84 está acoplada al carrete 42 de la válvula. La primera conexión 83 proporciona un acoplamiento deslizante de la palanca 80 sobre la varilla 34 de diafragma. Un par de primer y segundo topes 85, 86 están situados a lo largo de la varilla 34 de diafragma para controlar la distancia de desplazamiento de la palanca 80 a lo largo de la varilla 34 de diafragma.

El espacio definido entre los topes 85, 86 define una "zona de reposo" que permite que el carrete 42 de la válvula permanezca estacionario durante el funcionamiento en estado estacionario de la bomba 10 hasta la ocurrencia de una condición de llenado excesivo o insuficiente en la cámara 20 de transferencia. En una condición de llenado insuficiente, se permite que el diafragma 33 se mueva más hacia atrás en la cámara 20 de transferencia, haciendo que el tope 86 gire la palanca 80 alrededor del punto de apoyo 81 para mover el carrete 42 de la válvula hacia delante para exponer la abertura 56 de llenado. En una condición de sobrellenado, el diafragma 33 se mueve más adelante que en una condición de estado estacionario, haciendo que el tope 85 gire la palanca 80 alrededor del punto de apoyo 81 para mover el carrete 42 de la válvula hacia atrás para exponer la abertura 64 de sobrellenado.

Son posibles muchas variaciones de las disposiciones de carrete de la válvula mostradas con referencia a las figuras 1-6A. En un ejemplo, el carrete de la válvula y las válvulas de relleno y de relleno relacionadas pueden combinarse juntas como un producto pre-ensamblado que está montado como una sola pieza dentro de la bomba. En otro ejemplo, el carrete de la válvula puede estar dispuesto de manera que se mueva en una dirección perpendicular (o cualquier dirección no paralela) con respecto a la dirección de movimiento de la varilla de diafragma y el diafragma. Además, el carrete de la válvula puede estar situado lateralmente hacia el lado o verticalmente por encima de la varilla de diafragma, en oposición a la posición del carrete de la válvula verticalmente por debajo de la varilla de diafragma como se muestra en las figuras 1-6A.

Otras Consideraciones

El carrete de la válvula descrito con referencia a los ejemplos anteriores puede mantener una posición estática siempre que haya una cantidad correcta de aceite hidráulico en la cámara de transferencia detrás del diafragma. El carrete de la válvula puede mantener este estado estático independientemente de la posición del diafragma durante su recorrido entre posiciones completamente extendidas y totalmente retraídas. Cuando está en estado estático, el carrete de la válvula cubre aberturas a las válvulas de retención colocadas entre la cámara de transferencia y el depósito de fluido. Por lo tanto, las válvulas se operan típicamente sólo cuando está presente una condición de llenado excesivo o insuficiente, de manera que el carrete de la válvula se desplaza para exponer una abertura a una u otra válvula de retención. El funcionamiento limitado de las válvulas de alivio proporciona algunas ventajas sobre los sistemas basados en presión en los que la válvula de alivio es accionada en la parte superior o inferior de cada recorrido del pistón. Cuanto más se acciona una válvula, es más susceptible la válvula al desgaste.

Otra ventaja de las bombas de ejemplo descritas en la presente memoria se refiere al número de componentes necesarios para corregir las condiciones de sobrellenado excesivo y de llenado insuficiente. Los sistemas basados en presión suelen requerir componentes separados para tratar las condiciones de llenado excesivo frente a las condiciones de llenado insuficiente. Las bombas de ejemplo descritas en la presente memoria utilizan un único

5 elemento de carrete para corregir tanto las condiciones de sobrellenado como las de llenado insuficiente. Además, los carretes de la válvula de ejemplo descritos en la presente memoria funcionan conjuntamente con un par de válvulas de retención relativamente simples que reciben poco desgaste y uso porque sólo se activan cuando está presente una condición de sobrellenado o llenado insuficiente. La limitada actividad de los rodillos de la válvula limita el desgaste y reduce la posibilidad de mantenimiento.

Conclusión

10 Un aspecto de la presente descripción se refiere a una bomba de diafragma que incluye un diafragma, una cámara de bombeo, una cámara de transferencia, primera y segunda válvulas de fluido, un depósito de fluido y un carrete de la válvula. El diafragma es móvil entre una primera y una segunda posiciones a lo largo de un primer eje. La cámara de bombeo está definida en un lado del diafragma y está adaptada para transportar un fluido a bombear. La cámara de transferencia se define en el lado opuesto del diafragma y se llena con un fluido hidráulico. La primera y segunda válvulas están configuradas como válvulas unidireccionales. El depósito de fluido está en comunicación de fluido con la cámara de transferencia a través de la primera y segunda válvulas. El carrete de la válvula está situado en la cámara de transferencia para controlar el flujo de fluido a través de la primera y la segunda válvulas. El carrete de la válvula es móvil a lo largo de un segundo eje que es diferente del primer eje entre una pluralidad de posiciones con respecto a las aberturas de la primera y segunda válvulas.

20 Otro aspecto de la presente descripción se refiere a una bomba accionada hidráulicamente que incluye un diafragma, un pistón, una cámara de transferencia, un depósito de fluido y un elemento de carrete. El diafragma es móvil alrededor de un primer eje. La cámara de transferencia se define entre el diafragma y el pistón, y se llena con un fluido hidráulico. El depósito de fluido está en comunicación de fluido con la cámara de transferencia a través de al menos una válvula. El elemento de carrete está configurado para controlar el flujo de fluido entre la cámara de transferencia y el depósito de fluido. El elemento de carrete es móvil con respecto a la al menos una válvula cuando existe una condición de sobrellenado o una condición de llenado insuficiente en la cámara de transferencia. El elemento de carrete está dispuesto no coaxial con el primer eje.

25 Un aspecto adicional de la presente descripción se refiere a un método para equilibrar la presión del fluido en una bomba de diafragma accionada hidráulicamente. La bomba de diafragma incluye un diafragma, un pistón, una cámara de transferencia interpuesta entre el diafragma y el pistón, un depósito de fluido, un carrete de la válvula y al menos una válvula que proporciona comunicación de fluido entre el depósito de fluido y la cámara de transferencia. Las etapas del procedimiento incluyen mover el pistón para mover el diafragma a lo largo de un primer eje y mover el carrete de la válvula con relación a al menos un elemento de válvula para controlar el flujo de fluido entre el depósito de fluido y la cámara de transferencia. El carrete de la válvula se mueve a lo largo de un segundo eje que no es coaxial con el primer eje.

30 En la descripción detallada anterior, varias características se agrupan ocasionalmente en una única realización con el propósito de racionalizar la descripción.

35

REIVINDICACIONES

1. Una bomba de (10) diafragma, que comprende:
- un diafragma (33) móvil entre una primera y una segunda posiciones a lo largo de un primer eje;
- 5 una cámara (24) de bombeo en un primer lado del diafragma (33), la cámara (24) de bombeo adaptada para transportar un fluido a bombear;
- un pistón (32);
- una cámara (20) de transferencia definida entre el diafragma (33) y el pistón (32) en un segundo lado del diafragma (33), estando llena la cámara (20) de transferencia con un fluido hidráulico;
- un carrete (42) de la válvula;
- 10 caracterizado por:
- una primera válvula (46) de retención y una segunda válvula (44) de retención;
- un depósito (18) de fluido en comunicación de fluido con la cámara (20) de transferencia a través de la primera válvula (46) de retención y una primera abertura (64) que conduce al depósito (18) de fluido, y la segunda válvula (44) de retención y una segunda abertura (56) que se extienden desde el depósito (18) de fluido hasta la cámara (20) de transferencia; y el carrete (42) de la válvula situado en la cámara (20) de transferencia para controlar el flujo de fluido a través de la primera y segunda válvulas (46, 44) de retención, desplazándose el carrete (42) de la válvula móvil a lo largo de un segundo eje que es diferente del primer eje entre una pluralidad de posiciones con respecto a las aberturas (64, 56) a las válvulas (46, 44) de retención primera y segunda.
- 15 2. La bomba (10) de diafragma de la reivindicación 1, en donde el carrete (42) de la válvula es móvil entre una primera posición que cubre las aberturas (64, 56) a la primera y segunda válvulas (46, 44) de retención, una segunda posición que cubre la abertura (64) a la primera válvula (46) de retención y que se retira de la abertura (56) a la segunda válvula (44) de retención, y una tercera posición que cubre la abertura (56) a la segunda válvula (44) de retención y se retira de la abertura (64) a la primera válvula (46) de retención.
- 20 3. La bomba (10) de diafragma de la reivindicación 2, en donde el carrete (42) de la válvula está configurado para mantener la primera posición hasta que se genera una condición de sobrellenado o una condición de llenado insuficiente en la cámara (20) de transferencia que mueve el carrete (42) de la válvula.
4. La bomba (10) de diafragma según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende además un brazo de válvula acoplado al diafragma (33) y configurado para enganchar el carrete (42) de la válvula para mover el carrete (42) de la válvula cuando se genera una condición de sobrellenado o una condición de llenado inferior en la cámara (20) de transferencia, en donde el carrete (42) de la válvula incluye una porción de rebaje, y una parte del brazo de válvula es móvil dentro de la parte de rebaje sin mover el carrete (42) de la válvula hasta que se genera la condición de sobrellenado o la condición de llenado insuficiente.
- 30 5. La bomba (10) de diafragma según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, comprendiendo además un ensamblaje de varilla de diafragma, incluyendo el ensamblaje de varilla de diafragma una varilla de diafragma y un elemento de desviación, estando la varilla de diafragma asegurada al diafragma (33) y el ensamblaje de varilla de diafragma configurado para aplicar una fuerza de desviación al diafragma (33) en una dirección a lo largo del primer eje.
- 35 6. La bomba (10) de diafragma de la reivindicación 5, que comprende además un pistón de émbolo configurado para el movimiento recíproco en la bomba (10), en donde el pistón de émbolo y la varilla de diafragma son biaxiales entre sí para proporcionar movimiento asincrónico del pistón (32) y el diafragma (33).
- 40 7. La bomba (10) de diafragma de las reivindicaciones 5 o 6, en donde el ensamblaje de varilla de diafragma está configurado para generar una condición de presión en la cámara (20) de transferencia que es mayor que una condición de presión en la cámara (24) de bombeo.
8. La bomba (10) de diafragma de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde el carrete (42) de la válvula incluye una trayectoria de fluido definida a lo largo de al menos una porción de una longitud del carrete (42) de la válvula para proporcionar flujo de fluido entre la cámara (20) de transferencia y la primera y segunda válvulas (46, 44) de retención.
- 45 9. La bomba (10) de diafragma según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, que comprende además un pistón de émbolo configurado para el movimiento recíproco en la bomba (10), en donde el pistón de émbolo y el carrete se extienden en una dirección sustancialmente paralela.
- 50 10. La bomba (10) de diafragma de la reivindicación 2, definiendo el carrete un rebaje (52) en el lado del carrete, en donde el carrete (42) de la válvula está configurado de manera que el extremo del carrete descubre la primera

válvula en la segunda posición para proporcionar comunicación de fluido entre la cámara (20) de transferencia y el depósito (18) de fluido, y el rebaje (52) descubre la segunda válvula en la tercera posición para proporcionar comunicación de fluido entre la cámara (20) de transferencia y el depósito (18) de fluido.

5 11. Un método para equilibrar la presión de fluido en una bomba (10) de diafragma accionada hidráulicamente, incluyendo la bomba (10) de diafragma un diafragma (33), un pistón (32), una cámara (20) de transferencia
 10 interpuesta entre el diafragma (33) y el pistón (32), un depósito (18) de fluido, un carrete (42) de la válvula y una primera válvula (46) de retención y una primera abertura (64) proporcionando una corriente de fluido desde la cámara (20) de transferencia al depósito (18) de fluido y una segunda válvula (44) de retención y una segunda
 10 abertura (56) que proporciona flujo de fluido desde el depósito (18) de fluido a la cámara (20) de transferencia, comprendiendo el método las etapas de:

mover el pistón (32) para mover el diafragma (33) a lo largo de un primer eje; y

desplazar el carrete (42) de la válvula con relación a la primera válvula (46) de retención y la segunda válvula (44) de retención para controlar el flujo de fluido entre el depósito (18) de fluido y la cámara (20) de transferencia, en donde el carrete (42) de la válvula se mueve a lo largo de un segundo eje que no es coaxial con el primer eje.

15 12. El método de la reivindicación 11, en donde el movimiento del carrete (42) de la válvula incluye mantener el carrete (42) de la válvula en una primera posición que restringe el flujo de fluido a través de la primera válvula (46) de retención mientras el diafragma (33) se mueve hasta que se genera una condición de llenado excesivo de fluido en la cámara (20) de transferencia y se restringe el flujo a través de la segunda válvula (44) de retención mientras el diafragma (33) se mueve hasta que se genera una condición de llenado insuficiente del fluido en la cámara (20) de
 20 transferencia.

13. El método de las reivindicaciones 11 o 12, en donde el movimiento del carrete (42) de la válvula incluye acoplar el carrete (42) de la válvula con un brazo de válvula, estando el brazo de válvula acoplado al diafragma (33).

25 14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 11-13, definiendo el carrete (42) de la válvula un rebaje (52) en su lado, en donde la primera válvula (46) de retención está configurada para permitir el flujo de fluido desde la cámara (20) de transferencia al depósito (18) de fluido y la segunda válvula (44) de retención estén configurados para permitir el flujo de fluido desde el depósito (18) de fluido a la cámara (20) de transferencia, en donde mover el carrete (42) de la válvula incluye mover el carrete (42) de la válvula a una primera posición para exponer una
 30 abertura a la primera válvula (46) de retención y cubrir una abertura a la segunda válvula (44) de retención cuando existe una condición de sobrellenado de presión y mover el carrete de la válvula (42) a una segunda posición para cerrar la abertura a la primera válvula (46) de retención y para exponer el rebaje (52) en el carrete (42) de la válvula a la abertura a la segunda válvula (44) de retención cuando existe una condición de presión de llenado, en donde el carrete (42) de la válvula mantiene la segunda posición durante una operación en régimen permanente de la bomba (10) de diafragma para compensar la fuga de fluido desde la cámara (20) de transferencia a través del pistón (32).

35 15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 11-14, en donde la bomba (10) de diafragma incluye además un elemento de purga de aire, comprendiendo además el procedimiento permitir el paso de aire fuera de la cámara (20) de transferencia a través del elemento de purga de aire mientras que restringe sustancialmente el flujo de líquido desde la cámara (20) de transferencia.

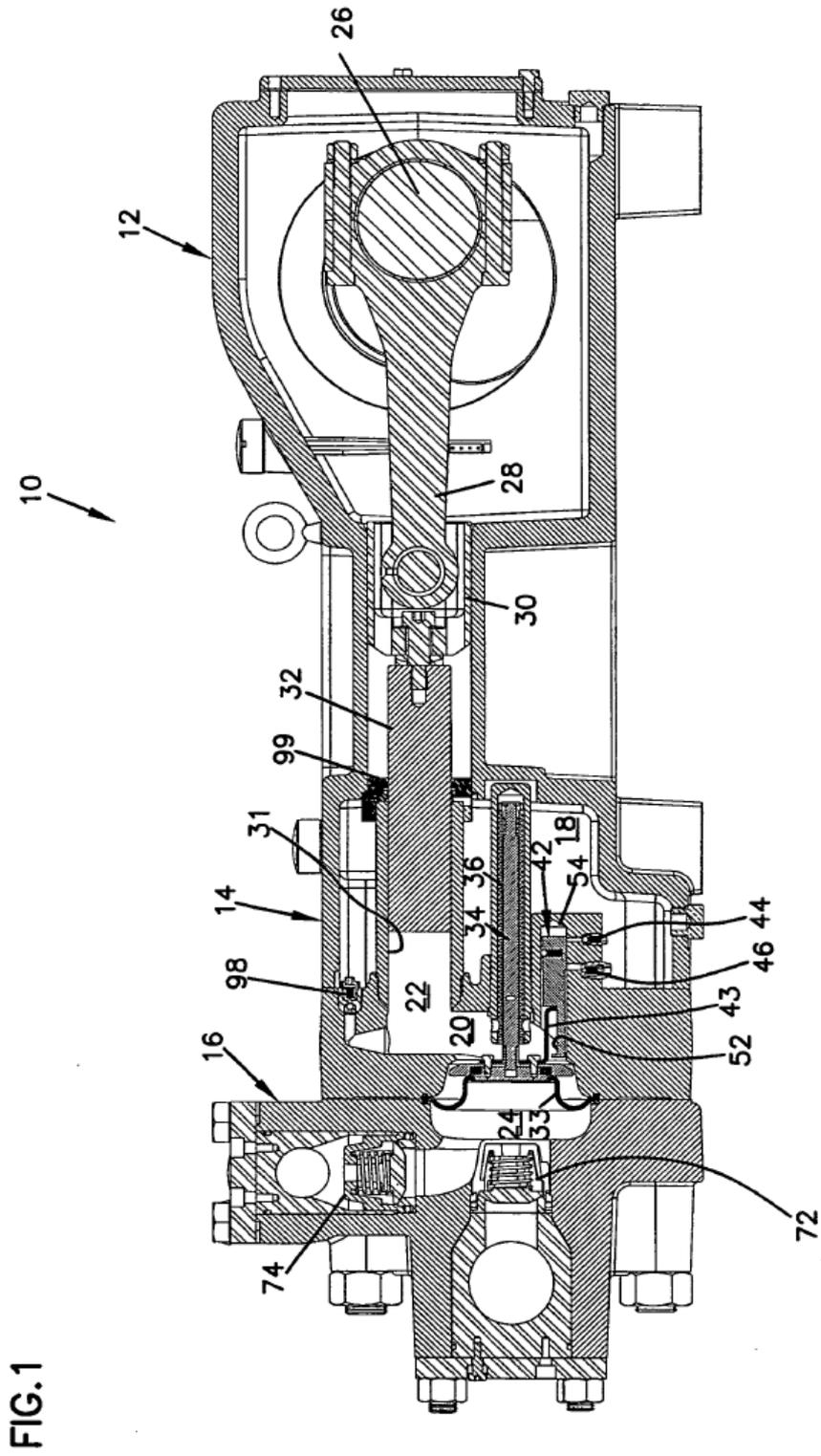


FIG.2

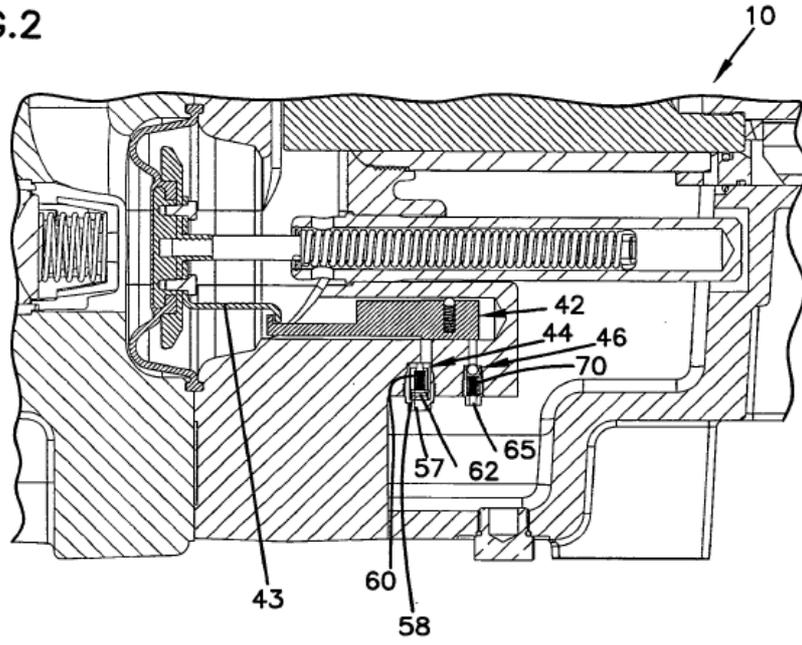


FIG.2A

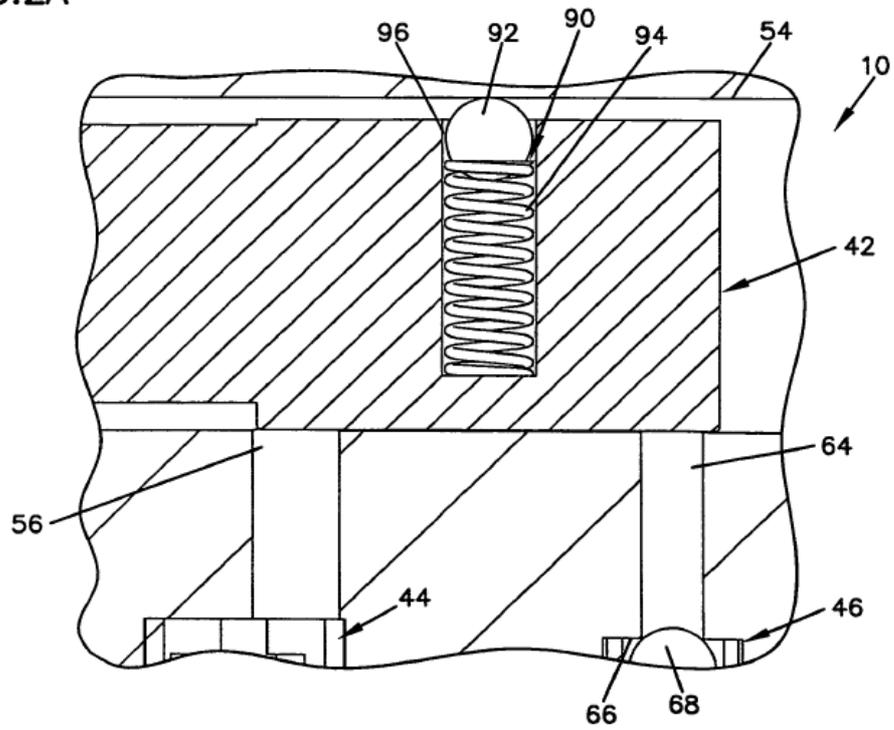


FIG.3

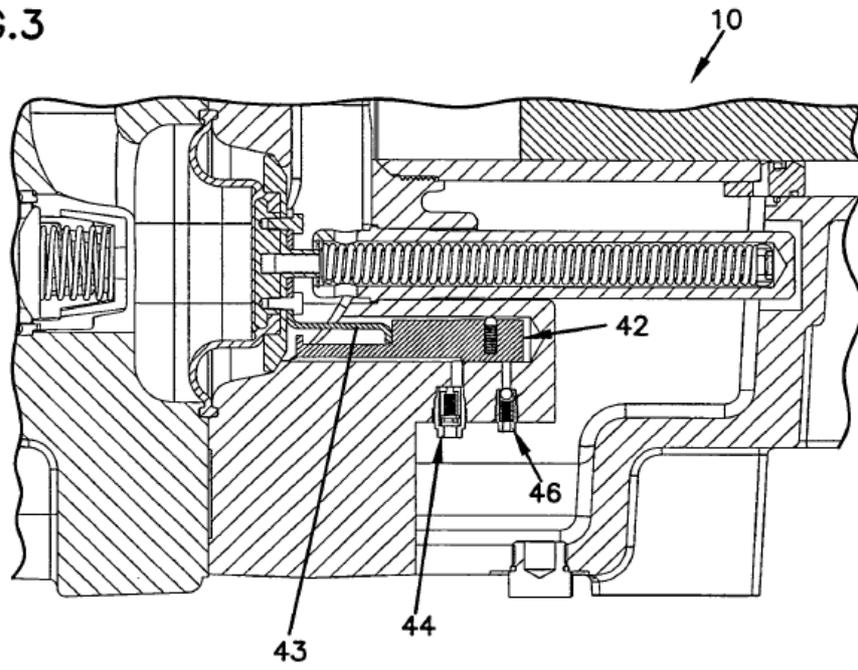


FIG.3A

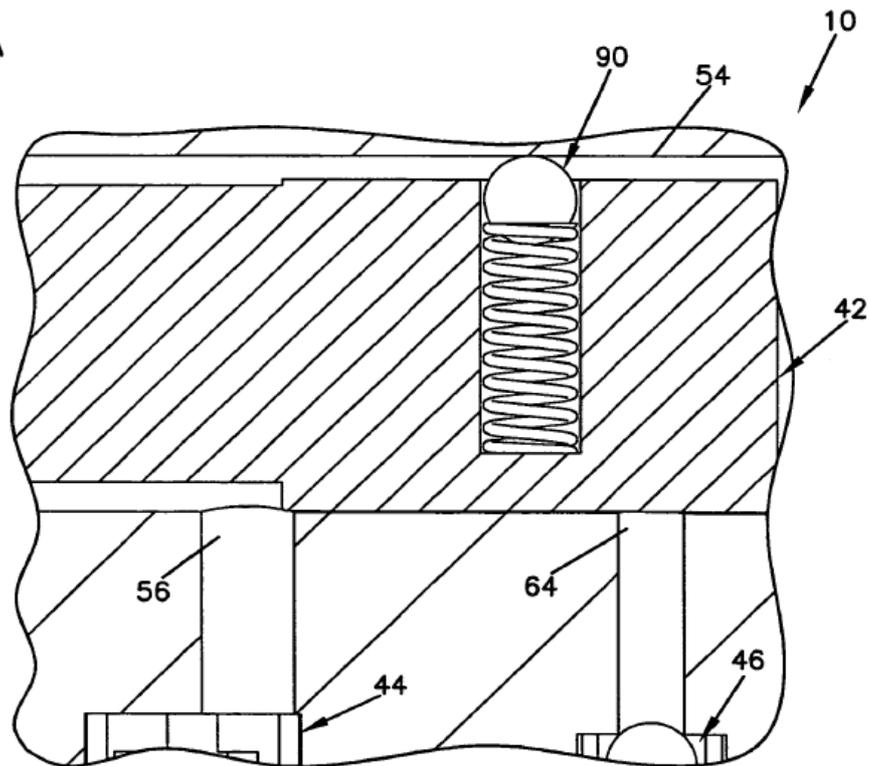


FIG.4

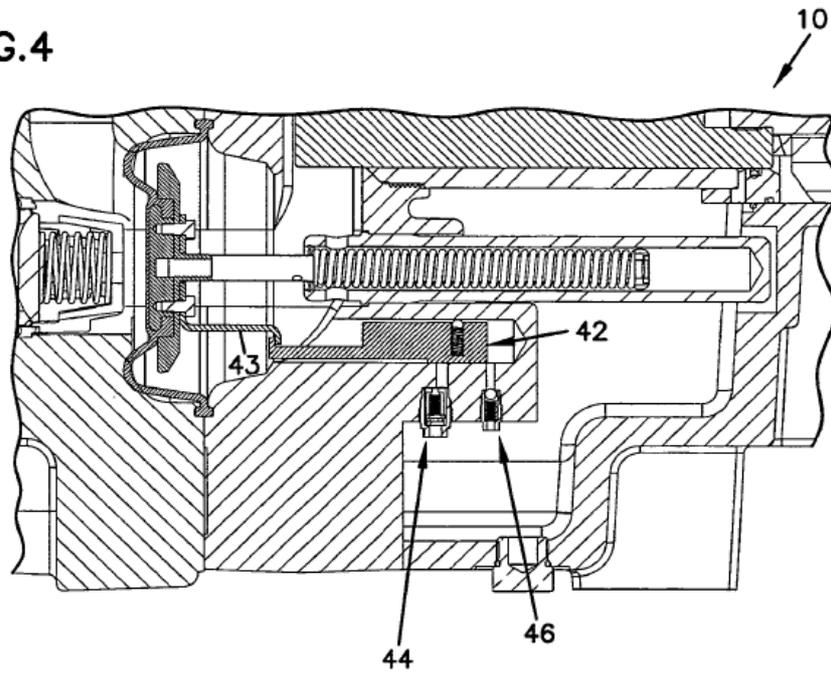


FIG.4A

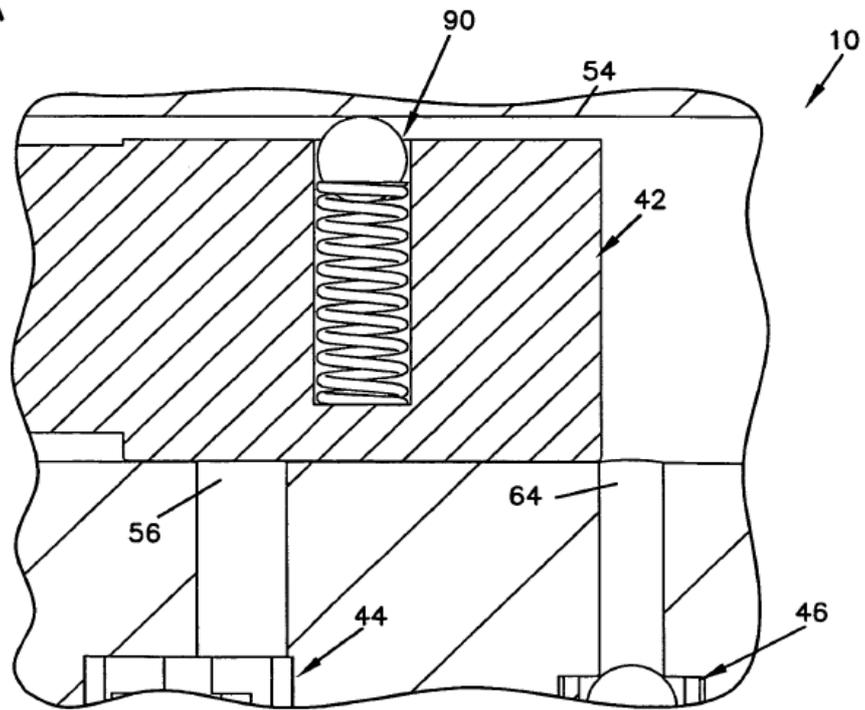


FIG.5

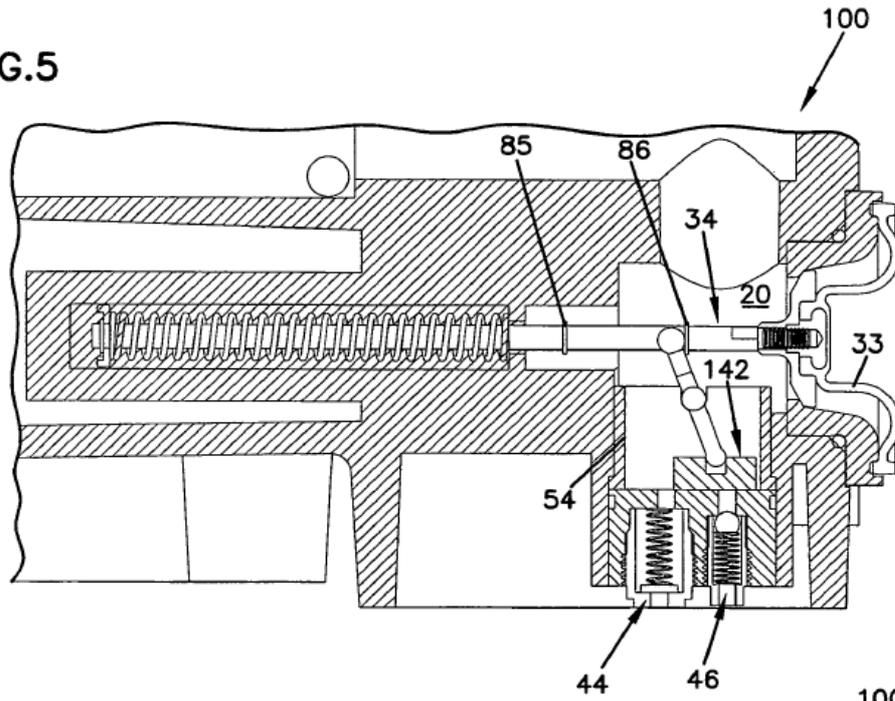


FIG.5A

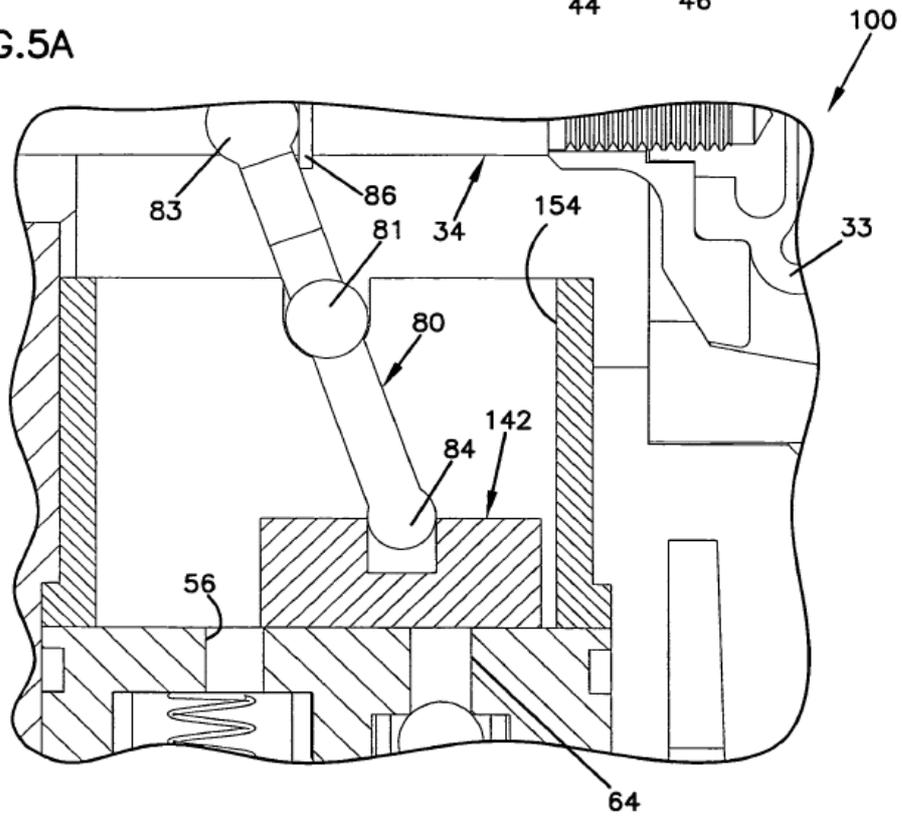


FIG.6

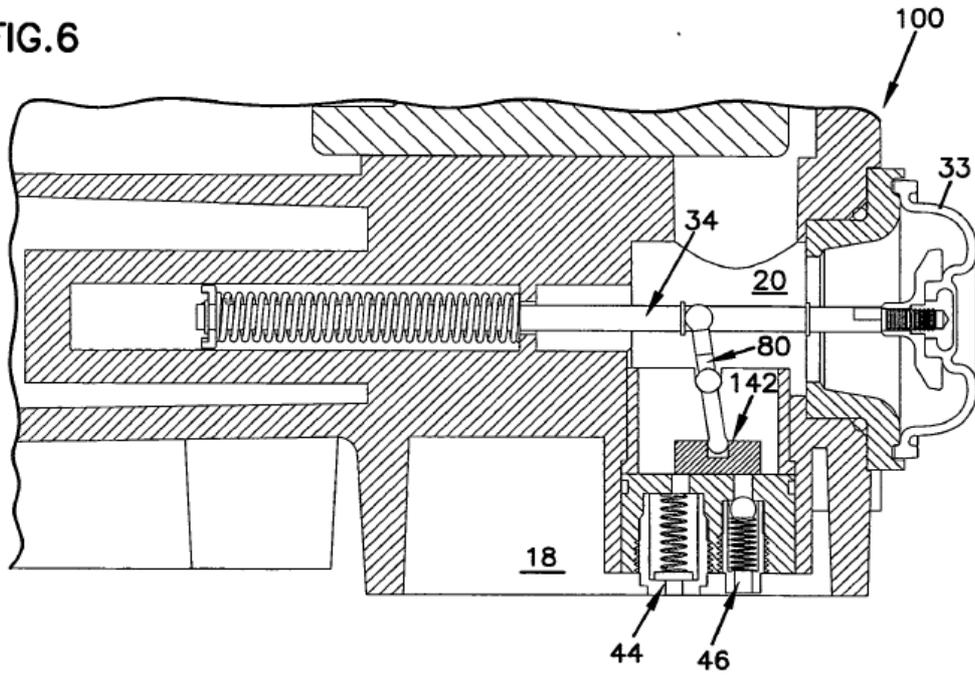


FIG.6A

