

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 940 687**

51 Int. Cl.:

F16F 9/46 (2006.01)

B60G 17/08 (2006.01)

F16F 9/34 (2006.01)

F16F 9/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2018** **PCT/EP2018/061133**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.11.2018** **WO18215176**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2018** **E 18722457 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2022** **EP 3631234**

54 Título: **Amortiguador de vibraciones regulable**

30 Prioridad:

22.05.2017 DE 102017111157

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

10.05.2023

73 Titular/es:

KENDRION (VILLINGEN) GMBH (100.0%)
Wilhelm-Binder-Strasse 4-6
78048 Villingen-Schwenningen, DE

72 Inventor/es:

BERGFELD, BJÖRN;
ZELANO, FRANK y
BRANDENBURG, HOLGER

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 940 687 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

Amortiguador de vibraciones regulable

- 5 La invención se refiere a un amortiguador de vibraciones regulable, en particular, para automóviles, con un émbolo que puede moverse en vaivén en un cilindro de trabajo, que divide el cilindro de trabajo en un espacio de trabajo superior (espacio de tracción) y un espacio de trabajo inferior (espacio de presión), estando conectados ambos espacios de trabajo a través de, en cada caso, una conducción de medio de presión con un dispositivo de válvula.
- 10 Tales amortiguadores de vibraciones regulables se conocen, por ejemplo, por el documento DE 38 03 888 C2 y se utilizan preferentemente para el control de la fuerza de amortiguación de automóviles, para adaptar el vehículo según las necesidades al recorrido. Esto puede tener lugar de manera autónoma y automática en un circuito de regulación del automóvil. Sin embargo, también es posible que la evolución de la fuerza de amortiguación se ajusta manualmente por el conductor. La realización constructiva del amortiguador de vibraciones está diseñada regularmente de modo
- 15 que se hace posible registrar el movimiento de la estructura y de la suspensión de ruedas y elegir una gran fuerza de amortiguación en tales estados de movimiento, en los que el sentido de la fuerza de amortiguación generada está opuesto al movimiento de la estructura del vehículo. Se elige una pequeña fuerza de amortiguación regularmente cuando la fuerza de amortiguación y el movimiento de la estructura del vehículo tienen el mismo sentido. Sin embargo, el conductor puede él mismo ajustar manualmente en este caso igualmente la fuerza de amortiguación que desee con cada vez más frecuencia en los automóviles. En el documento DE 38 03 888 C2, el dispositivo de válvula conectado al cilindro de trabajo dispone para ello de dos elementos de amortiguación, que en cada caso pueden conmutarse individual o conjuntamente en la trayectoria de flujo y que para la amortiguación de tracción y de presión presentan en cada caso dos válvulas de retención conectadas de manera antiparalela. A este respecto, las válvulas de retención están diseñadas de modo que un primer elemento de amortiguación en la amortiguación de tracción presenta una alta
- 20 fuerza de amortiguación y en la amortiguación de presión una baja fuerza de amortiguación, mientras que el otro elemento de amortiguación con dos válvulas de retención conectadas de manera antiparalela genera en la amortiguación de tracción una baja fuerza de amortiguación y en la amortiguación de presión una alta fuerza de amortiguación. Sin embargo, con un amortiguador de vibraciones de este tipo solo son posibles dos curvas características de amortiguación diferentes en la carga por presión y por tracción.
- 30 El documento EP 2 470 809 B1 muestra otro amortiguador de vibraciones regulable. El amortiguador de choques descrito en el mismo para una suspensión de ruedas de un automóvil está dotado de un dispositivo de válvula, que está instalado dentro de un cilindro amortiguador o como cilindro de trabajo. El dispositivo de válvula en el mismo dispone de dos deslizadores principales denominados válvulas de amortiguación, que están conectados a través de una válvula de conmutación que puede conmutarse en vaivén. Adicionalmente, el dispositivo de válvula conectado al cilindro de trabajo en el mismo dispone de varias válvulas de retención. En esta disposición de amortiguador conocida resulta problemático el hecho de que se usan dos deslizadores principales y con ello es constructivamente compleja.
- 35 Amortiguadores de vibraciones adicionales se dan a conocer en el documento US 2016/0369862 A1, el documento JP 2009 115 319 A, el documento US 5 147 018 A, el documento US 2016/0091044 A1, el documento WO 2016/066314 A1 y el documento US 2005/0016086 A1.
- 40 La presente invención tiene como objetivo proporcionar un amortiguador de vibraciones regulable, en particular para automóviles, que en comparación con los amortiguadores de vibraciones regulables conocidos presente únicamente un único deslizador principal y, por tanto, pueda producirse de manera constructivamente sencilla y con ello económica. Adicionalmente, el amortiguador de vibraciones según la invención debe tener un alto grado de flexibilidad en cuanto al ajuste de la característica amortiguadora del amortiguador de vibraciones.
- 45 Este objetivo se alcanza mediante un amortiguador de vibraciones regulable con las características de la reivindicación 1 y de la reivindicación 14.
- 50 Perfeccionamientos de un amortiguador de vibraciones de este tipo se indican en las reivindicaciones dependientes.
- 55 El amortiguador de vibraciones regulable según la invención es adecuado en particular para la suspensión de ruedas en automóviles y dispone de un émbolo que puede moverse en vaivén en un cilindro de trabajo (tubo amortiguador), que divide el cilindro de trabajo en un espacio de trabajo superior (espacio de tracción) y un espacio de trabajo inferior (espacio de presión). A este respecto, ambos espacios de trabajo están conectados en cada caso a través de una conducción de medio de presión con un dispositivo de válvula, que presenta lo siguiente:
- 60 - una conexión en puente con cuatro válvulas de retención, que están conectadas en forma de cruz en el sentido de paso, formando la conexión de una primera rama de puente con dos válvulas de retención conectadas de manera opuesta entre sí una cámara de alta presión y formando la conexión de la segunda rama de puente con dos válvulas de retención opuestas entre sí una cámara de baja presión,
- 65 - un deslizador principal hidráulico, dispuesto entre la cámara de baja presión y la cámara de alta presión,

- una cámara piloto, que preferiblemente está conectada a través de una quinta válvula de retención con la conducción de medio de presión que pertenece al espacio de trabajo superior (espacio de tracción),

5 - una válvula piloto, a través de la que la cámara piloto está conectada con la cámara de baja presión, estando conectada la cámara piloto a través de un diafragma con la cámara de alta presión.

10 Es decir, la invención está caracterizada sustancialmente porque el dispositivo de válvula presenta únicamente un único deslizador principal, que está conectado operativamente con una válvula piloto regulada, en particular, una válvula piloto electromagnética regulada. Para que pueda usarse solo un único deslizador principal hidráulico, según la invención está prevista una conexión en puente de cuatro válvulas de retención, que están conectadas en forma de cruz en el sentido de paso. Mediante la regulación, en particular regulación de flujo, de la válvula piloto pueden ajustarse las diferentes características de presión durante el movimiento de tracción o de presión del émbolo en el cilindro de trabajo.

15 Según la invención está previsto que la cámara piloto esté conectada a través de un primer diafragma con la cámara de alta presión. Para el caso en el que la cámara piloto esté conectada a través de la quinta válvula de retención con el espacio de medio de presión que pertenece al espacio de trabajo superior, preferiblemente está dispuesto un diafragma adicional entre la quinta válvula de retención y la cámara piloto. Alternativamente, el diafragma adicional está dispuesto entre la conducción de medio de presión que pertenece al espacio de trabajo superior y la quinta válvula de retención. Mediante la elección del tamaño de ambos diafragmas que actúan como estrangulador pueden ajustarse diferencias de presión en la cámara piloto y en la cámara de alta presión, con lo que pueden variarse las curvas características para el espacio de presión y espacio de tracción. Sin embargo, los diafragmas pueden elegirse en principio también con el mismo tamaño. Sin embargo, según el caso de aplicación también es posible elegir los diafragmas con un tamaño diferente. Además, con la disposición del diafragma adicional puede reducirse la tendencia a la vibración propia del amortiguador de vibraciones.

20 En un perfeccionamiento de la invención está previsto que las cuatro válvulas de retención de la conexión en puente presenten elementos de resorte ajustables, por ejemplo, platillos de resorte. Mediante el ajuste de la fuerza de resorte de estos elementos de resorte puede fijarse a qué presiones se abren las respectivas válvulas de retención. De este modo puede fijarse una característica básica del comportamiento de amortiguación del amortiguador de vibraciones regulable.

30 Otro perfeccionamiento de la invención prevé que tanto el deslizador principal como la válvula piloto estén conectados en cada caso a través de una conducción de control hidráulica con la cámara piloto. Esta conducción de control hidráulica tiene el propósito de la transmisión de presión, para influir en el equilibrio de fuerzas.

35 Según la invención, en una forma de realización está previsto que la conducción de medio de presión conectada con el espacio de trabajo inferior esté conectada con una válvula de fondo. Además, entre las dos conducciones de medio de presión puede estar conectada una válvula en sí conocida y denominada válvula de descarga. A este respecto, la válvula de descarga sirve para ajustar una fuerza de amortiguador que puede alcanzarse como máximo en el amortiguador de vibraciones. Para ello, la válvula de descarga se compone, por ejemplo, de dos válvulas de retención conectadas de manera antiparalela con en cada caso un diafragma conectado previamente.

40 La válvula de fondo instalada en el fondo del cilindro de trabajo tiene el propósito de generar una amortiguación básica. Además, de este modo puede modularse todo el sistema.

45 En una forma de realización preferida de la invención, la válvula piloto está configurada como válvula proporcional 3/3, estando conectado entre una salida de esta válvula piloto y la cámara de baja presión un tercer diafragma. Este tercer diafragma tiene una función de seguridad. Si concretamente falla la corriente de la válvula piloto electromagnética, entonces debido a este diafragma se garantiza que siga habiendo una "curva característica de amortiguación media" en el amortiguador de vibraciones. Sin embargo, la condición para ello es un dimensionamiento adecuado de este tercer diafragma. Una función de seguridad similar puede conseguirse cuando el diafragma está sustituido por una válvula de retención con diafragmas.

50 En un perfeccionamiento de la invención está previsto prever un cuarto diafragma en paralelo a una válvula de retención en la salida de la válvula piloto proporcional 3/3. Mediante esta medida pueden evitarse oscilaciones excesivas en la característica de amortiguación del amortiguador de vibraciones.

55 Según un perfeccionamiento del amortiguador de vibraciones según lo propuesto, la válvula piloto comprende un imán a través del que puede fluir un medio de presión. Debido a la capacidad de flujo a través del imán, el calor que se genera durante el funcionamiento puede disiparse bien del imán en particular cuando en el caso del medio de presión se trata de un líquido.

60 En un perfeccionamiento desarrollado adicionalmente, el imán comprende un empujador que puede moverse a lo largo de un eje longitudinal, que con un primer extremo acciona un elemento de cierre y se adentra con el primer extremo en la cámara de baja presión y con un segundo extremo en una cámara magnética. Por un imán deben entenderse

todas las unidades, que se necesitan para el accionamiento del elemento de cierre, por ejemplo el empujador, un anclaje y bobinas. Las unidades del imán deben estar dispuestas sustancialmente en la cámara magnética. Dado que el empujador está dispuesto de modo que se adentra con sus dos extremos en, en cada caso, una cámara distinta, pueden aprovecharse las diferencias de presión entre las cámaras, para generar de manera dirigida fuerzas de cierre o de apertura que actúan en el empujador. De esta manera pueden reducirse las fuerzas que deben aplicarse por el imán para mover el empujador y sustituirse por fuerzas generadas al menos parcialmente por el fluido. El consumo de energía del amortiguador de vibraciones puede así reducirse. Además, pueden aprovecharse las diferencias de presión para ajustar determinados comportamientos de apertura o de cierre de la válvula piloto, por ejemplo, una apertura o un cierre a partir de una determinada diferencia de presión.

Según un perfeccionamiento, el empujador presenta un canal, a través del que puede fluir medio de presión y establece una conexión de fluido entre la cámara de baja presión y la cámara magnética. Con el canal se proporciona no solo la capacidad de flujo a través para la disipación de calor, sino que también se abre la posibilidad de crear determinadas dependencias entre las presiones de la cámara magnética y de la cámara de baja presión. Por ejemplo, con la adaptación y el diámetro de las salidas del canal puede influirse en las fuerzas de apertura y de cierre que actúan sobre el empujador, para ajustar determinados comportamientos de apertura o de cierre de la válvula piloto.

Un perfeccionamiento desarrollado adicionalmente predetermina que el empujador está diseñado en forma de cilindro y presenta un primer diámetro, el elemento de cierre presenta un segundo diámetro, que se diferencia del primer diámetro, y el canal del empujador está conectado en el primer extremo del empujador con un diafragma y/o en el segundo extremo del empujador con un diafragma. A este respecto, el tamaño del diafragma o de los diafragmas está adaptado al primer diámetro y/o al segundo diámetro. Por motivos constructivos, puede ser imprescindible dotar al empujador de un diámetro distinto al del elemento de cierre. Así, puede darse el caso que los cojinetes para el alojamiento del empujador solo estén disponibles en determinados diámetros, pero los elementos de cierre presenten diámetros que difieren de los mismos. Debido a este diámetro diferente, las superficies que actúan conjuntamente con el medio de presión, a partir de las que resultan las fuerzas de apertura y de cierre que actúa sobre el elemento de cierre y el empujador, son en la mayoría de los casos diferentes, lo que puede conducir a un comportamiento de apertura y de cierre no deseado de la válvula piloto. Por ejemplo, pueden aparecer estados de funcionamiento, en los que la válvula piloto ni siquiera se abre o a partir de un determinado flujo volumétrico a través de la válvula piloto se abre repentinamente y en consecuencia de manera incontrolada. Dado que el medio de presión antes de la entrada en el canal y/o tras la salida tiene que fluir a través de un diafragma, con la elección del tamaño de los diafragmas puede ajustarse un comportamiento de apertura y de cierre controlado y en particular impedirse que la válvula piloto ni siquiera se abra o se abra de manera incontrolada. De esto resulta que el término "conectado con un diafragma" debe entenderse, en particular, como una conexión de fluido, de modo que el diafragma o los diafragmas pueden influir en las presiones que actúan sobre los extremos en cuestión del empujador y en consecuencia en las fuerzas de apertura y de cierre que actúan en el empujador.

Una forma de realización alternativa se refiere a un amortiguador de vibraciones regulable, en particular, para automóviles, con un émbolo que puede moverse en vaivén en un cilindro de trabajo, que divide el cilindro de trabajo en un espacio de trabajo superior (espacio de tracción) y un espacio de trabajo inferior (espacio de presión), estando conectados ambos espacios de trabajo a través de en cada caso una conducción de medio de presión con un dispositivo de válvula y presentando el dispositivo de válvula lo siguiente:

- una conexión en puente con cuatro válvulas de retención, que están conectadas en forma de cruz en el sentido de paso, formando la conexión de una primera rama de puente con dos válvulas de retención conectadas de manera opuesta entre sí una cámara de alta presión y formando la conexión de la segunda rama de puente con dos válvulas de retención opuestas entre sí adicionales una cámara de baja presión,

- un deslizador principal hidráulico, dispuesto entre la cámara de baja presión y la cámara de alta presión,

- una cámara piloto, y

- una válvula piloto regulada, a través de la que la cámara piloto está conectada con la cámara de baja presión, estando conectada la cámara piloto a través de un diafragma con la cámara de alta presión,

- estando configurada la válvula piloto como válvula proporcional 3/3 y estando conectado entre una salida de esta válvula piloto y la cámara de baja presión un tercer diafragma.

En esta forma de realización, la cámara piloto no está conectada directamente a la conducción de medio de presión que pertenece al espacio de tracción. Sin embargo, los efectos descritos anteriormente pueden aun así alcanzarse igualmente en esta forma de realización.

Según la invención, en esta forma de realización la válvula piloto está configurada como válvula proporcional 3/3, estando conectado entre una salida de esta válvula piloto y la cámara de baja presión un tercer diafragma. Este tercer diafragma tiene una función de seguridad. Si concretamente falla la corriente de la válvula piloto electromagnética, entonces debido a este diafragma se garantiza que siga habiendo una "curva característica de amortiguación media"

en el amortiguador de vibraciones. Sin embargo, la condición para ello es un dimensionamiento adecuado de este tercer diafragma. Una función de seguridad similar puede conseguirse cuando el diafragma está sustituido por una válvula de retención con diafragmas.

5 En una forma de realización perfeccionada, la válvula piloto comprende un imán a través del que puede fluir un medio de presión. Debido a la capacidad de flujo a través del imán, el calor que se genera durante el funcionamiento puede disiparse bien del imán, en particular, cuando en el caso del medio de presión se trata de un líquido.

10 Según una forma de realización adicional, el imán comprende un empujador que puede moverse a lo largo de un eje longitudinal, que con un primer extremo acciona un elemento de cierre y se adentra con el primer extremo en la cámara piloto y con un segundo extremo en una cámara magnética. Dado que el empujador está dispuesto de modo que se adentra con sus dos extremos en, en cada caso, una cámara distinta, pueden aprovecharse las diferencias de presión entre las cámaras para generar de manera dirigida fuerzas de cierre o de apertura que actúan en el empujador. De esta manera pueden reducirse las fuerzas que deben aplicarse por el imán para mover el empujador y sustituirse por
15 fuerzas generadas al menos parcialmente por el fluido. El consumo de energía del amortiguador de vibraciones puede así reducirse. Además, pueden aprovecharse las diferencias de presión para ajustar determinados comportamientos de apertura o de cierre de la válvula piloto, por ejemplo, una apertura o un cierre a partir de una determinada diferencia de presión.

20 Según un perfeccionamiento desarrollado adicionalmente, el empujador presenta un canal, a través del que puede fluir el medio de presión y que establece una conexión de fluido entre la cámara piloto y la cámara magnética. En este caso, la cámara piloto también puede integrarse a través del canal en el circuito de medio de presión. Se ha descubierto que en esta configuración tanto se consigue un comportamiento de apertura y de cierre controlado como puede reducirse la tendencia a la vibración propia del amortiguador de vibraciones.

25 En otro perfeccionamiento, el empujador está diseñado en forma de cilindro y presenta un primer diámetro, presentando el elemento de cierre un segundo diámetro, que se diferencia del primer diámetro. El canal del empujador desemboca en el primer extremo en la cámara piloto y está conectado en el segundo extremo del empujador con el diafragma adicional, estando adaptados el tamaño del diafragma, a través del que la cámara piloto está conectada
30 con la cámara de alta presión, y el tamaño del diafragma adicional al primer diámetro y al segundo diámetro. También en este perfeccionamiento puede conseguirse un comportamiento de apertura y de cierre controlado y reducirse la tendencia a la vibración propia del amortiguador de vibraciones.

35 El amortiguador de vibraciones regulable según la invención se explica a continuación más detalladamente en relación con varios ejemplos de realización mediante figuras. Muestran:

la figura 1 una estructura esquemática de un amortiguador de vibraciones regulable con un dispositivo de válvula para el control de la fuerza de amortiguación según un primer ejemplo de realización,

40 la figura 2 un diagrama de fuerza de amortiguación-flujo volumétrico con curvas características de amortiguación para el espacio de presión para explicar la influencia de la válvula piloto y de los diafragmas del dispositivo de válvula,

la figura 3 un diagrama de fuerza de amortiguación-flujo volumétrico, similar al de la figura 2, pero para el espacio de tracción,

45 la figura 4 un segundo ejemplo de realización de un dispositivo de válvula de un amortiguador de vibraciones regulable,

la figura 5 un tercer ejemplo de realización de un amortiguador de vibraciones regulable,

50 la figura 6 un cuarto ejemplo de realización del amortiguador de vibraciones regulable según la invención,

la figura 7 un quinto ejemplo de realización del amortiguador de vibraciones regulable según la invención,

55 la figura 8 una representación esquemática de un ejemplo de realización de una válvula piloto en el funcionamiento de tracción,

la figura 9 el ejemplo de realización mostrado en la figura 8 de la válvula piloto en el funcionamiento de tracción,

60 la figura 10 un sexto ejemplo de realización del amortiguador de vibraciones regulable según la invención,

la figura 11 una representación esquemática de un ejemplo de realización adicional de una válvula piloto en el funcionamiento de presión,

65 la figura 12 una representación gráfica de las condiciones de presión que reinan en la válvula piloto en función del flujo volumétrico principal a través de la válvula piloto en el funcionamiento de tracción en el caso de una elección de diafragma inadecuada,

la figura 13 una representación gráfica de las condiciones de presión que reinan en la válvula piloto en función del flujo volumétrico principal a través de la válvula piloto en el funcionamiento de tracción en el caso de una elección de diafragma adecuada,

la figura 14 una representación gráfica de las condiciones de presión que reinan en la válvula piloto en función del flujo volumétrico principal a través de la válvula piloto en el funcionamiento de presión en el caso de una elección de diafragma inadecuada, y

la figura 15 una representación gráfica de las condiciones de presión que reinan en la válvula piloto en función del flujo volumétrico principal a través de la válvula piloto en el funcionamiento de presión en el caso de una elección de diafragma adecuada.

En las figuras a continuación, siempre que no se indique lo contrario, los signos de referencia iguales designan piezas iguales con el mismo significado.

La figura 1 muestra un ejemplo de realización de un amortiguador de vibraciones regulable mediante su estructura esquemática. El amortiguador de vibraciones, que está montado por ejemplo en la suspensión de ruedas de una rueda de un automóvil, para ajustar la amortiguación de la suspensión de ruedas y con ello la amortiguación del vehículo durante la conducción, se designa con el número de referencia 10. El amortiguador de vibraciones 10 dispone de un tubo amortiguador, que en lo sucesivo se denomina cilindro de trabajo 20. En este cilindro de trabajo 20, un émbolo 30, que está sujeto a un vástago de émbolo 32, puede moverse en vaivén. A este respecto, el émbolo 30 está acoplado con la suspensión de ruedas del automóvil. El movimiento en vaivén del émbolo 30 está marcado mediante una flecha de movimiento 34 en la figura 1. Como puede verse, el émbolo 30 puede moverse en el cilindro de trabajo 20 durante el movimiento en vaivén una vez hacia abajo y otra vez hacia arriba. En lo sucesivo, en el caso de un movimiento hacia abajo del émbolo 30 se habla de una presión del émbolo 30 y en el caso de un movimiento hacia arriba se habla de una tracción del émbolo. Por consiguiente, por debajo del émbolo 30 se encuentra un espacio de trabajo 50, que se denomina "espacio de presión", y un segundo espacio de trabajo 40 se encuentra por encima del émbolo 30. Este segundo espacio de trabajo está dotado del número de referencia 40 y se denomina "espacio de tracción".

El espacio de trabajo superior 40 (espacio de tracción) y el espacio de trabajo inferior 50 (espacio de presión) están dotados en cada caso de una conducción de medio de presión 52, 54. A estas dos conducciones de medio de presión 52, 54 está conectado un dispositivo de válvula 100, que a continuación se explicará en detalle. Por motivos de una posibilidad de representación más sencilla, en la figura 1 el dispositivo de válvula 100 está representado como dispositivo de válvula dispuesto fuera del cilindro de trabajo 20. Sin embargo, esto solo se elige así por motivos de representación. Todo el dispositivo de válvula 100 se encuentra más bien dentro del émbolo configurado en forma de olla 30 del amortiguador de vibraciones. Para ello, el émbolo 30 dispone de perforaciones 36 representadas únicamente de manera esquemática en la figura 1, a través de las que el espacio constructivo 35 dentro del émbolo 30 está conectado hidráulicamente con el espacio de trabajo superior 40 (espacio de tracción). Adicionalmente, el espacio de trabajo superior 40 (espacio de tracción) y el espacio de trabajo inferior 50 (espacio de presión) están sellados a través de una junta radial circundante 38 en el perímetro externo del émbolo 30. Por tanto, el lado frontal delantero del émbolo 30 está conectado hidráulicamente a través de una abertura adecuada con el espacio de trabajo inferior 50 (espacio de presión).

El dispositivo de válvula 100 conectado a las dos conducciones de medio de presión 52, 54 dispone de una conexión en puente con cuatro válvulas de retención 110, 112, 114, 116. Estas válvulas de retención 110, 112, 114, 116 están conectadas en forma de cruz en el sentido de paso, configurando la conexión de una primera rama de puente con las dos válvulas de retención conectadas de manera opuesta entre sí 110, 114 una cámara de alta presión 120 y conduciendo la conexión de la segunda rama de puente con las dos válvulas de retención opuestas entre sí adicionales 112, 116 a una cámara de baja presión 122. Como muestra claramente la figura 1, la primera válvula de retención 110 y la cuarta válvula de retención 116 están conectadas a la conducción de medio de presión inferior 54 y, por tanto, están conectadas con el espacio de trabajo inferior 50 (espacio de presión). La primera válvula de retención 110 está conectada en el sentido de paso con el espacio de trabajo inferior 50 (espacio de presión). Por el contrario, la cuarta válvula de retención 116 está conectada en el sentido de bloqueo con el espacio de trabajo inferior 50. Por el contrario, la segunda válvula de retención 112 y la tercera válvula de retención 114 están conectadas con la conducción de medio de presión superior 52. A este respecto, la segunda válvula de retención 112 está conectada en el sentido de bloqueo con el espacio de trabajo superior 40 (espacio de tracción) y la tercera válvula de retención 114 en el sentido de paso.

Como muestra adicionalmente la representación en la figura 1, en fila con las cuatro válvulas de retención 110, 112, 114, 116 se encuentran en cada caso diafragmas 111, 113, 115, 117. El primer diafragma 111 se encuentra entre la primera válvula de retención 110 y la cámara de alta presión 120. El segundo diafragma 113 se encuentra entre la conducción de medio de presión 52 y la segunda válvula de retención 112. El tercer diafragma 115 se encuentra entre la cámara de alta presión 120 y la tercera válvula de retención 114. Finalmente, el cuarto diafragma 117 se encuentra entre la conducción de medio de presión 54 y la cuarta válvula de retención 116. Preferiblemente, las cuatro válvulas

de retención 110, 112, 114, 116 de la conexión en puente están dotadas de elementos de resorte ajustables 124. De este modo puede elegirse de manera ajustada previamente el comportamiento de apertura de las válvulas de retención individuales 110, 112, 114, 116, dependiendo de cómo esté diseñada la fuerza de resorte de los elementos de resorte ajustables 124.

El dispositivo de válvula 100 dispone además de un deslizador principal 140, una válvula piloto regulable 160, preferiblemente una válvula piloto electromagnética, regulada por corriente, 160 con un imán 134, que está diseñado en particular como electroimán, así como de una cámara de presión piloto o una cámara piloto 130. La cámara piloto 130 está conectada a la conducción de medio de presión superior 52 a través de una quinta válvula de retención 132. Esta quinta válvula de retención 132 se encuentra, como la tercera válvula de retención 114, en el sentido de paso con respecto al espacio de trabajo superior 40 (espacio de tracción). La cámara piloto 130 está conectada hidráulicamente con la cámara de alta presión 120 a través de un quinto diafragma 170. Un sexto diafragma 172 está conectado entre la quinta válvula de retención 132 y la cámara piloto 130.

La válvula piloto 160 ya mencionada está conectada entre la cámara de baja presión 122 y la cámara piloto 130 a través de una conducción 150. La válvula piloto 160 está diseñada en el presente caso como válvula 2/2 electromagnética, regulada por corriente, que funciona de manera proporcional. Esto significa que según el abastecimiento con corriente del imán 134 de esta válvula piloto 160 puede reinar un flujo mayor o menor entre la cámara de baja presión 122 y la cámara piloto 130 a través de la conducción 150. La válvula piloto 160 trabaja contra un dispositivo de resorte 161 y contra una presión que queda de la cámara piloto 130. Esto se indica en la figura 1 mediante la conducción de control 182.

El deslizador principal 140 igualmente ya mencionado es igualmente una válvula 2/2, pero una válvula que trabaja exclusivamente de manera hidráulica. Este deslizador principal 140 conecta la cámara de baja presión 122 con la cámara de alta presión 120. El deslizador principal 140 trabaja una vez contra un dispositivo de resorte 142 y contra una presión de la cámara piloto 130 que procede a través de la conducción de control 144. Por otro lado, el deslizador principal 140 está influido en su lado opuesto por una conducción de control 146 que procede de la cámara de alta presión 120.

Por motivos de completitud debe mencionarse además que el amortiguador de vibraciones regulable representado en la figura 1 presenta adicionalmente una válvula de fondo 190 en el fondo del cilindro de trabajo 20. Esta válvula de fondo 190 es en sí conocida en los amortiguadores de vibraciones y está conectada entre la conducción de medio de presión inferior 54 y un tanque 199. La válvula de fondo 190 presenta para ello, por ejemplo, entre la conducción de medio de presión inferior 54 y el tanque 199 un diafragma 191, que está conectado con la conducción de medio de presión inferior 54. En este diafragma 191 están colocados en el lado dirigido en sentido opuesto a la conducción de medio de presión 54 dos válvulas de retención conectadas de manera antiparalela 192, 193, estando conectado adicionalmente en paralelo además un diafragma adicional 194.

Finalmente, entre las dos conducciones de medio de presión 52, 54 está conectada además una válvula igualmente en sí conocida y denominada válvula de descarga 200. Esta válvula de descarga 200 sirve para ajustar una fuerza de amortiguador que puede alcanzarse como máximo en el amortiguador de vibraciones. Para ello, como se muestra, la válvula de descarga 200 se compone por ejemplo de dos válvulas de retención conectadas de manera antiparalela 201, 202, a las que está conectado previamente en cada caso un diafragma 203, 204.

El modo de acción del amortiguador de vibraciones regulable de la figura 1 es el siguiente.

En primer lugar, se parte de que el émbolo 30 se mueve hacia arriba y con ello disminuye el espacio de trabajo 40 (espacio de tracción). Este modo de funcionamiento se denomina en lo sucesivo funcionamiento de tracción. De este modo aumenta la presión en el espacio de trabajo 40 (espacio de tracción) con un movimiento cada vez adicional del émbolo 30. La presión en la conducción de medio de presión 52 aumenta. La segunda válvula de retención 112 se encuentra en el sentido de bloqueo, de modo que esta presión no puede llegar a la cámara de baja presión 122. Sin embargo, la tercera válvula de retención 114 está conectada en el sentido de paso, de modo que al superar la fuerza de resorte del elemento de resorte ajustable 124 de la válvula de retención 114 esta se abre y la presión de la conducción de medio de presión 52 queda en la cámara de alta presión 120. Adicionalmente, la quinta válvula de retención 132 se encuentra con respecto a la cámara piloto 130 en el sentido de paso. Debido a la conexión entre la cámara de alta presión 120 y la cámara piloto 130 se ajusta en la cámara piloto 130 una presión determinada a través de los diafragmas 170, 172, quedando la presión que procede de la cámara de baja presión 122 a través de la válvula piloto 160 en la cámara piloto 130 como contrapresión. A través de un abastecimiento con corriente adecuado del electroimán 134 puede controlarse la válvula piloto 160, de modo que la presión que se ajusta en última instancia en la cámara piloto 130 se ajusta en función del abastecimiento con corriente de la válvula piloto 160. Esta presión que actúa en la cámara piloto 130 se suministra a través de la conducción de control 144 al deslizador principal 140, de modo que la presión en la cámara piloto 130 influye conjuntamente en la posición del deslizador principal 140. De este modo puede ajustarse mediante un abastecimiento con corriente correspondiente de la válvula piloto 160 la característica de amortiguación del amortiguador de vibraciones en el caso de una carga por tracción del émbolo 30.

Si se observa ahora el movimiento opuesto del émbolo 30, es decir, en el sentido hacia abajo (funcionamiento de

presión), entonces la presión en la conducción de medio de presión inferior 54 aumenta. En este caso, la cuarta válvula de retención 116 se encuentra en su posición de bloqueo y la primera válvula de retención 110 con respecto a la cámara de alta presión 120 en el sentido de paso. En este caso, la cámara de alta presión 120 está conectada con la cámara piloto 130 a través del diafragma 170 y se ajusta un mecanismo de acción similar a anteriormente en la carga por presión.

En las figuras 2 y 3 se representan las curvas características de fuerza/flujo volumétrico en el caso de una carga por tracción o por presión (funcionamiento de tracción o funcionamiento de presión) del émbolo 30 en el cilindro de trabajo 20 en función del abastecimiento con corriente de la válvula piloto 160. La figura 2 muestra la curva característica en el caso de carga por presión y la figura 3 en el caso de carga por tracción. La válvula piloto regulable 160 está diseñada en la presente forma de realización como una denominada válvula normalmente abierta. Esto significa que en el caso de ausencia de abastecimiento con corriente del electroimán 134 de esta válvula piloto 160 la válvula está abierta. Es decir, en este caso, la cámara de baja presión 122 está conectada con la cámara piloto 130 sin estrangulación. Por tanto, la fuerza hidráulica guiada a través de la conducción de control 144 al deslizador principal 140 es mínima, con lo que en el caso de la carga por tracción se ajusta una curva característica de amortiguación mínima. Esta curva característica de amortiguación mínima en el carga por tracción es en la figura 2 la curva característica más inferior. Por el contrario, si la válvula piloto regulada 160 se abastece con corriente de manera máxima, la válvula piloto 160 está casi cerrada y se ajusta a través de la conducción de control 144 una presión máxima sobre el deslizador principal 140. El resultado es el desarrollo de curva superior en la figura 2 para la carga por presión con el valor máximo maxi. Mediante la variación del abastecimiento con corriente pueden ajustarse los diferentes desarrollos de curva característica.

Algo similar es válido para la representación en la figura 3 en el caso de carga por tracción. La curva más inferior muestra la característica de amortiguación más débil en el caso de carga por tracción. Por el contrario, si la válvula piloto 160 se abastece con corriente de manera máxima, por ejemplo con 1,6 A, se ajusta el desarrollo de amortiguación superior (véase max2).

Como da como resultado una comparación de las dos curvas en la figura 2 y la figura 3, los valores de amortiguación máximos de ambas curvas características son diferentes. Esto se consigue mediante una elección de diafragma adecuada de los diafragmas 170 y 172 del dispositivo de válvula 100.

En la figura 4 se representa un segundo ejemplo de realización de un amortiguador de vibraciones regulable 10, que está construido en gran parte de manera similar al amortiguador de vibraciones de la figura 1. En lo sucesivo se explican únicamente las diferencias con respecto a la forma de realización de la figura 1.

El amortiguador de vibraciones de la figura 4 se diferencia en la forma de realización de la válvula piloto y en su circuito de conexiones. La válvula piloto se designa ahora con el número de referencia 460. Esta válvula piloto 460 está configurada de nuevo como válvula electromagnética. Esta válvula piloto 460 está en el presente caso a su vez regulada por corriente y dispone, por tanto, de nuevo de un electroimán 134. La válvula piloto 460 está diseñada como válvula 3/3, que trabaja de manera proporcional, como muestra el símbolo de circuito en la figura 4. Entre la cámara de baja presión 122 y la válvula piloto 460, la conducción 150 se divide en dos conducciones de conexión. Una de estas conducciones de conexión presenta un diafragma 462, mientras que la conducción de conexión adicional que discurre en paralelo no presenta ningún componente adicional. Como en el ejemplo de realización de la figura 1, esta válvula piloto 460 trabaja igualmente contra un dispositivo de resorte 161 y contra una presión que procede de la cámara piloto 130, que está dirigida a través de la conducción de control 182 en paralelo a la fuerza de resorte del dispositivo de resorte 161, contra la que trabaja la válvula piloto 460. El diafragma 462 tiene el propósito de, en el caso de un corte de corriente, ajustar una característica de amortiguación media, es decir, una curva característica media (véanse la figura 2 y la figura 3) (*fail safe*, a prueba de fallos). La curva característica media está dibujada allí en cada caso con línea discontinua.

La figura 5 muestra una variante adicional del amortiguador de vibraciones regulable. En lugar del diafragma 462 previsto en la figura 4, la válvula piloto 460 dispone ahora de una válvula de retención adicional 464. De este modo pueden generarse curvas características *fail safe* mejores.

Además, la figura 6 muestra un cuarto ejemplo de realización, en el que se utiliza la válvula piloto 460 ya conocida por las figuras 4 y 5. Sin embargo, a la válvula de retención 464 mostrada en la figura 5 está conectado en paralelo ahora un diafragma adicional 466 y un diafragma adicional 468 está conectado entre la válvula de retención 464 y la cámara de baja presión 122. A este respecto, el diafragma 468 mencionado en último lugar sirve como diafragma de amortiguación.

En la figura 7 se representa un quinto ejemplo de realización del amortiguador de vibraciones regulable 10, que se asemeja en gran parte al cuarto ejemplo de realización. El amortiguador de vibraciones 10 según el quinto ejemplo de realización presenta, en particular, una válvula piloto 560 construida de otro modo, en la que el electroimán 134 está realizado de modo que puede fluir medio de presión a través del mismo. Para ello, una conducción de control 184 parte de la conducción de medio de presión 52 y desemboca en el electroimán 134. En la conducción de control 184 está dispuesto un diafragma 470, con el que puede ajustarse la presión introducida a través de la conducción de

control 184 al electroimán 134.

Además, una conducción de control adicional 186 discurre entre el electroimán 134 y la cámara de baja presión 122. En la conducción de control 186 está dispuesto un diafragma 472.

En las figuras 8 y 9 se muestra en detalle la estructura de la válvula piloto 560 mediante un boceto esquemático. La válvula piloto 560 comprende una bobina que puede abastecerse con corriente 562, con la que puede moverse un anclaje 564 a lo largo de un eje longitudinal L de la válvula piloto 560. Con el anclaje 564 está conectado firmemente un empujador 566, en ocasiones denominado también eje, de modo que el empujador 566 realiza los mismos movimientos que el anclaje 564. Para que el anclaje 564 y el empujador 566 puedan moverse a lo largo del eje longitudinal L, están previstos un primer cojinete 568 y un segundo cojinete 570 que, por ejemplo, pueden estar configurados como cojinetes de deslizamiento. Para poder establecer una conexión de fluido entre la conducción de control 184 y la conducción de control 186, el empujador 566 presenta un canal 572. También el primer cojinete 568 y el segundo Lager 570 pueden estar diseñados de modo que puedan establecer una conexión de fluido entre la conducción de control 184 y la conducción de control 186. El empujador 566 actúa conjuntamente con un elemento de cierre 574, que forma parte del deslizador principal 140. Con el elemento de cierre 574 puede abrirse y cerrarse la conducción 150 entre la cámara piloto 130 y la cámara de baja presión 122. En el ejemplo representado, el elemento de cierre 574 está diseñado en forma esférica. El empujador 566 está configurado de modo que su extremo que apunta al elemento de cierre 574 se encuentre en la cámara de baja presión 122, mientras que su extremo que apunta en sentido opuesto al elemento de cierre 574 esté dispuesto en una cámara magnética 576. Esto tiene como consecuencia que diferentes presiones, concretamente la presión pT de la cámara de baja presión 122 y la presión p3 de la cámara magnética 576, actúan sobre el empujador 566, en lo que se entrará más en detalle en lo sucesivo. La cámara magnética 576 está conectada a través de una abertura de paso 578 con un espacio de bobinas 580 que rodea las bobinas 562, de modo que en el espacio de bobinas 580 y en la cámara magnética 576 reina la misma presión.

El empujador 566 presenta un diámetro d1 y el elemento de cierre esférico 574 un diámetro d2. El diámetro d1 puede ascender, por ejemplo, a 3 o 4 mm y el diámetro d2 a 2,3 mm. En cualquier caso, el diámetro d1 es mayor que el diámetro d2. Además, el diámetro del diafragma 470 es menor que el diámetro del diafragma 472.

Independientemente de si el amortiguador de vibraciones 10 se encuentra en el funcionamiento de presión o en el funcionamiento de tracción, se ajusta un flujo volumétrico principal Q desde la cámara de alta presión 120 a través de la cámara de baja presión 122, siempre que el deslizador principal 140 esté abierto. Desde la cámara de baja presión 122, el medio de presión fluye en el funcionamiento de presión adicionalmente al espacio de tracción 40 y en el funcionamiento de tracción al espacio de presión 50 (véanse las figuras 8 y 9).

Como ya se ha explicado, el diámetro del diafragma 470 es menor que el diámetro del diafragma 472. En el funcionamiento de presión representado en la figura 8, el medio de presión fluye además fuera de la cámara de baja presión 122 a través de la conducción de control 186 y el diafragma 472 al canal 572 y a continuación a la cámara magnética 576 y desde allí a través de la conducción de control 184 y el diafragma 470 al espacio de tracción 40.

En el funcionamiento de tracción representado en la figura 9, el medio de presión fluye fuera del espacio de tracción 40 a través de la conducción de control 184 y el diafragma 470 a la cámara magnética 576 y desde allí a través del canal 572 y a través de la conducción de control 186 y el diafragma 472 a la cámara de baja presión 122. Desde allí, el medio de presión fluye como se describió para el flujo volumétrico principal Q al espacio de presión 50.

En el funcionamiento de presión se obtienen como resultado fuerzas de cierre sobre el empujador 566, dado que debido al hecho de que el diafragma 472 presenta el diámetro mayor en comparación con el diafragma 470, la presión dinámica en la cámara magnética 576 aumenta. De este modo se compensa de sobra la fuerza de apertura que actúa sobre la superficie anular del empujador 566 que apunta al elemento de cierre 574 y el empujador 566 se abre debido a la ligera tensión hidráulica de manera más controlada por encima del flujo volumétrico principal Q. La fuerza magnética que debe aplicarse por las bobinas 562 puede ser de este modo menor, lo que mejora la eficiencia energética del amortiguador de vibraciones regulado 10.

En el funcionamiento de tracción se fluya a través del canal 572 en el sentido inverso. También en este caso se obtienen como resultado fuerzas de cierre sobre el empujador 566, dado que la presión p1 de la cámara de alta presión 120 también existiría en la cámara magnética 576 y, por consiguiente, sería igual a la presión p3, cuando el medio de presión no tenga que fluir a través del diafragma 470. Sin el diafragma 470, la fuerza de cierre sería muy grande y existiría el peligro de que la válvula piloto 560 no se abriese en absoluto. Mediante una elección adecuada del tamaño del diafragma 470 puede ajustarse la presión p3 de modo que la fuerza de cierre presente el valor deseado.

Con un flujo volumétrico principal creciente Q aumenta tanto la baja presión como la presión p3 en la cámara magnética 576, con lo que se estabiliza automáticamente la válvula piloto 560.

La figura 10 muestra un sexto ejemplo de realización del amortiguador de vibraciones regulable 10, en el que el amortiguador de vibraciones como en el quinto ejemplo de realización presenta la válvula piloto a través de la que se

puede fluir 560. También en este ejemplo de realización, la conducción de control 184 parte de la conducción de medio de presión 52 y desemboca en el electroimán 134. Sin embargo, en este ejemplo de realización, la quinta válvula de retención 132 no está dispuesta entre el espacio de trabajo superior 40 y la cámara piloto 130, sino entre el espacio de trabajo superior 40 y el electroimán 134 en la conducción de control 184. Además, la conducción de control 184 comprende el diafragma adicional 172 entre el espacio de trabajo superior 40 y la quinta válvula de retención 132.

Además, discurre una conducción de control adicional 188 entre el electroimán 134 y la cámara piloto 130.

En la figura 11 se muestra en detalle la estructura de la válvula piloto 560 mediante un boceto esquemático. En lo sucesivo solo se entrará en las diferencias entre la válvula piloto 560 mostrada en las figuras 8 y 9 y la válvula piloto 560 mostrada en la figura 11. El elemento de cierre 574 no está diseñado en este ejemplo de realización en forma esférica, sino que comprende una arandela de junta 582, que está conectada con el empujador 566. En este caso, la conducción 150 define el diámetro efectivo d_2 . Con la arandela de junta 582 puede abrirse y cerrarse la conducción 150 y en consecuencia la conexión proporcionada a través de la misma entre la cámara piloto 130 y la cámara de baja presión 122 con un abastecimiento con corriente correspondiente de la bobina 562. La conducción de control adicional 188 se forma por el canal 572.

Independientemente de si el amortiguador de vibraciones 10 se encuentra en el funcionamiento de presión o en el funcionamiento de tracción, se ajusta un flujo volumétrico principal Q desde la cámara de alta presión 120 a través de la cámara de baja presión 122, siempre que el deslizador principal 140 esté abierto. Desde la cámara de baja presión 122, el medio de presión fluye en el funcionamiento de presión adicionalmente al espacio de tracción 40 y en el funcionamiento de tracción al espacio de presión 50.

En la figura 11 se representa la válvula piloto en el funcionamiento de presión. A este respecto, el medio de presión fluye además fuera de la cámara de alta presión 120 a través del diafragma 170 a la cámara piloto 130 y a través del canal 572, que forma la conducción de control 188, y a través de la conducción de control 184 y el diafragma 172 al espacio de tracción 40, siempre que la presión del medio de presión sea suficientemente alta, como para abrir la válvula de retención 132. Puede influirse en la presión del medio de presión en la conducción de control 184 con el diafragma 170.

En el funcionamiento de tracción no representado, el medio de presión fluye fuera del espacio de tracción 40 a través de la conducción de control 184 y el diafragma 172, donde disminuye la presión. La válvula de retención 132 detiene el flujo adicional del medio de presión a través de la conducción 184. También en este ejemplo de realización puede ajustarse, mediante una elección adecuada del tamaño del diafragma 170 y del diafragma adicional 172, la presión p_3 de modo que la fuerza de cierre que actúa sobre el empujador 566 presente el valor deseado.

En las figuras 12 a 15 se representa la presión p_T que se ajusta en la cámara de baja presión 122 y la presión p_3 en la cámara magnética 576 en función del flujo volumétrico principal Q, en cada caso, para una elección adecuada y una inadecuada de los diafragmas 470 y 472 en el funcionamiento de tracción y en el de presión.

En la figura 12 se representa un ejemplo de un diseño inadecuado de los diafragmas 470 y 472 en el funcionamiento de tracción. Se reconoce que la presión p_3 en la cámara magnética 576 con un flujo volumétrico principal creciente Q a partir de un valor de 10 l/min aumenta muy rápidamente, con lo que fuerzas de cierre muy fuertes actúan sobre el empujador 566. Estas fuerzas de cierre pueden compensarse por el imán 134 en una medida solo muy limitada. En consecuencia, la válvula piloto 560 permanece cerrada al menos a partir de un flujo volumétrico principal Q de aproximadamente 10 l/min y la presión p_T en la cámara de baja presión 122 se mantiene sustancialmente a cero.

En la figura 13 se representa un ejemplo de un diseño adecuado de los diafragmas 470 y 472 en el funcionamiento de tracción. Por todo el flujo volumétrico principal Q representado, la presión p_3 en la cámara magnética 576 es algo mayor que la presión p_T en la cámara de baja presión 122. De este modo se garantiza que la válvula piloto 560 pueda abrirse de manera controlada independientemente del valor del flujo volumétrico principal Q con las fuerzas generadas por el imán 134.

En la figura 14 se representa un ejemplo de un diseño inadecuado de los diafragmas 470 y 472 en el funcionamiento de presión. En comparación con las figuras 10 y 11 puede reconocerse que ahora la presión p_3 en la cámara magnética 576 es menor que la presión p_T en la cámara de baja presión 122. Cuando los diafragmas 470 y 472 se diseñan como se representa en la figura 12, se obtiene como resultado una presión demasiado baja p_3 en la cámara magnética 576, de modo que actúa una fuerza de cierre suficientemente grande sobre el empujador 566. La válvula piloto 560 se abre repentinamente a partir de un flujo volumétrico principal de aproximadamente 5 l/min cuando, como se muestra en las figuras 8 y 9, el diámetro d_1 del empujador 566 es mayor que el diámetro d_2 del elemento de cierre 574.

La figura 15 muestra un ejemplo de un diseño adecuado de los diafragmas 470 y 472 en el funcionamiento de presión. La presión p_T en la cámara de baja presión 122 es por todo el flujo volumétrico Q prácticamente igual a la presión p_3 en la cámara magnética 576. De este modo puede abrirse la válvula piloto 560 de manera muy controlada.

Cuando la resistencia hidráulica del diafragma 170 y de la válvula piloto 560 es menor que la resistencia del diafragma

470 y del diafragma 472, se obtiene como resultado lo siguiente:

$$p_1 > p_2 > p_3 > p_T$$

- 5 Cuando la resistencia hidráulica del diafragma 170 y de la válvula piloto 560 es mayor que la resistencia del diafragma 470 y del diafragma 472, se obtiene como resultado lo siguiente:

$$p_1 > p_3 > p_2 > p_T$$

- 10 Dado que el diafragma 470 en el funcionamiento de tracción del amortiguador de vibraciones 10 está directamente en comunicación de fluido con la cámara de alta presión 120, de este modo puede reforzarse adicionalmente la acción del diafragma 172.

Lista de signos de referencia

- 15 10 amortiguador de vibraciones regulable
20 cilindro de trabajo
- 20 30 émbolo
32 vástago de émbolo
34 flecha de movimiento
- 25 35 espacio constructivo
36 perforaciones
- 30 38 junta
40 espacio de trabajo (espacio de tracción)
50 espacio de trabajo (espacio de presión)
- 35 52 conducción de medio de presión
54 conducción de medio de presión
- 40 100 dispositivo de válvula
110 primera válvula de retención
111 primer diafragma
- 45 112 segunda válvula de retención
113 segundo diafragma
- 50 114 tercera válvula de retención
115 tercer diafragma
116 cuarta válvula de retención
- 55 117 cuarto diafragma
120 cámara de alta presión
- 60 122 cámara de baja presión
124 elemento de resorte ajustable

	130 cámara piloto
	132 quinta válvula de retención
5	134 imán
	140 deslizador principal
	142 dispositivo de resorte
10	144 conducción de control
	146 conducción de control
15	150 conducción
	160 válvula piloto
	161 dispositivo de resorte
20	170 quinto diafragma
	172 sexto diafragma
25	182 conducción de control
	186 conducción de control adicional
	184 conducción de control
30	188 conducción de control adicional
	190 válvula de fondo
35	191 diafragma
	192 válvula de retención
	193 válvula de retención
40	194 diafragma
	199 tanque
45	200 válvula de descarga
	201 válvula de retención
	202 válvula de retención
50	203 diafragma
	204 diafragma
55	460 válvula piloto
	462 diafragma
	464 válvula de retención
60	466 diafragma
	468 diafragma
65	470 diafragma

	472 diafragma
	560 válvula piloto
5	562 bobina
	564 anclaje
	566 empujador
10	568 primer cojinete
	570 segundo cojinete
15	572 canal
	574 elemento de cierre
	576 cámara magnética
20	578 abertura de paso
	580 espacio de bobinas
25	582 arandela de junta
	d1 diámetro
	d2 diámetro
30	L eje longitudinal
	p1 presión
35	p2 presión
	p3 presión
	pT presión
40	

REIVINDICACIONES

1. Amortiguador de vibraciones regulable (10), en particular para automóviles, con un émbolo (30) que puede moverse en vaivén en un cilindro de trabajo (20), que divide el cilindro de trabajo (20) en un espacio de trabajo superior (40) (espacio de tracción) y un espacio de trabajo inferior (50) (espacio de presión), estando conectados ambos espacios de trabajo (40, 50) a través de, en cada caso, una conducción de medio de presión (52, 54) con un dispositivo de válvula (100) y presentando el dispositivo de válvula (100) lo siguiente:
 - una conexión en puente con cuatro válvulas de retención (110, 112, 114, 116), que están conectadas en forma de cruz en el sentido de paso, formando la conexión de una primera rama de puente con dos válvulas de retención conectadas de manera opuesta entre sí (110, 114) una cámara de alta presión (120) y formando la conexión de la segunda rama de puente con dos válvulas de retención opuestas entre sí adicionales (112, 116) una cámara de baja presión (122),
 - un deslizador principal hidráulico (140), dispuesto entre la cámara de baja presión (122) y la cámara de alta presión (120),
 - una cámara piloto (130), que está conectada a través de una quinta válvula de retención (132) con la conducción de medio de presión (52) que pertenece al espacio de trabajo superior (40) (espacio de tracción),
 - una válvula piloto regulada (160, 460, 560), a través de la que la cámara piloto (130) está conectada con la cámara de baja presión (122), estando conectada la cámara piloto (130) a través de un diafragma (170) con la cámara de alta presión (120).
2. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque entre la quinta válvula de retención (132) y la cámara piloto (130) está dispuesto un diafragma adicional (172).
3. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque entre la conducción de medio de presión (52) que pertenece al espacio de trabajo superior (40) (espacio de tracción) y la quinta válvula de retención (132) está dispuesto un diafragma adicional (172).
4. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según una de las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque el diafragma (170) y el diafragma adicional (172) están configurados con un tamaño diferente.
5. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado porque las cuatro válvulas de retención (110, 112, 114, 116) de la conexión en puente presentan elementos de resorte ajustables (124).
6. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque tanto el deslizador principal (140) como la válvula piloto (160, 460, 560) están conectados, en cada caso, a través de una conducción de control hidráulica (144, 182) con la cámara piloto (130).
7. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la conducción de medio de presión (54) conectada con el espacio de trabajo inferior (50) está conectada con una válvula de fondo (190).
8. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque entre las dos conducciones de medio de presión (52, 54) está conectada una válvula de descarga (200).
9. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la válvula piloto (460, 560) está configurada como válvula proporcional 3/3, estando conectado entre una salida de esta válvula piloto (460, 560) y la cámara de baja presión (122) un diafragma adicional (466) o una válvula de retención adicional (464).
10. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según una de las reivindicaciones 1 a 9,

caracterizado porque la válvula piloto (560) comprende un imán (134) a través del que puede fluir un medio de presión.

11. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según la reivindicación 10,

5 caracterizado porque el imán (134) comprende un empujador (566) que puede moverse a lo largo de un eje longitudinal (L), que con un primer extremo acciona un elemento de cierre (574) y se adentra con el primer extremo en la cámara de baja presión (122) y con un segundo extremo en una cámara magnética (576).

12. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según la reivindicación 11,

10 caracterizado porque el empujador (566) presenta un canal (572), a través del que puede fluir el medio de presión y establece una conexión de fluido entre la cámara de baja presión (122) y la cámara magnética (576).

13. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según la reivindicación 12,

15 caracterizado porque

- el empujador (566) está diseñado en forma de cilindro y presenta un primer diámetro (d1),

20 - el elemento de cierre (574) presenta un segundo diámetro (d2), que se diferencia del primer diámetro (d1), y

- el canal (572) del empujador (566) está conectado en el primer extremo del empujador (566) con un diafragma (472) y en el segundo extremo del empujador (566) con un diafragma (470), estando adaptado el tamaño de los diafragmas (470, 472) al primer diámetro (d1) y al segundo diámetro (d2).

25 14. Amortiguador de vibraciones regulable (10), en particular para automóviles, con un émbolo (30) que puede moverse en vaivén en un cilindro de trabajo (20), que divide el cilindro de trabajo (20) en un espacio de trabajo superior (40) (espacio de tracción) y un espacio de trabajo inferior (50) (espacio de presión), estando conectados ambos espacios de trabajo (40, 50) a través de, en cada caso, una conducción de medio de presión (52, 54) con un dispositivo de

30 válvula (100) y presentando el dispositivo de válvula (100) lo siguiente:

- una conexión en puente con cuatro válvulas de retención (110, 112, 114, 116), que están conectadas en forma de cruz en el sentido de paso, formando la conexión de una primera rama de puente con dos válvulas de retención conectadas de manera opuesta entre sí (110, 114) una cámara de alta presión (120) y formando la conexión de la

35 segunda rama de puente con dos válvulas de retención opuestas entre sí adicionales (112, 116) una cámara de baja presión (122),

- un deslizador principal hidráulico (140), dispuesto entre la cámara de baja presión (122) y la cámara de alta presión (120),

40 - una cámara piloto (130), y

- una válvula piloto regulada (160 460, 560), a través de la que la cámara piloto (130) está conectada con la cámara de baja presión (122), estando conectada la cámara piloto (130) a través de un diafragma (170) con la cámara de alta

45 presión (120)

caracterizado porque la válvula piloto (460, 560) está configurada como válvula proporcional 3/3, estando conectado entre una salida de esta válvula piloto (460, 560) y la cámara de baja presión (122) un diafragma adicional (220) o una

50 válvula de retención adicional (464).

15. Amortiguador de vibraciones regulable (10) según la reivindicación 14,

caracterizado porque la válvula piloto (560) comprende un imán (134) a través del que puede fluir un medio de presión.

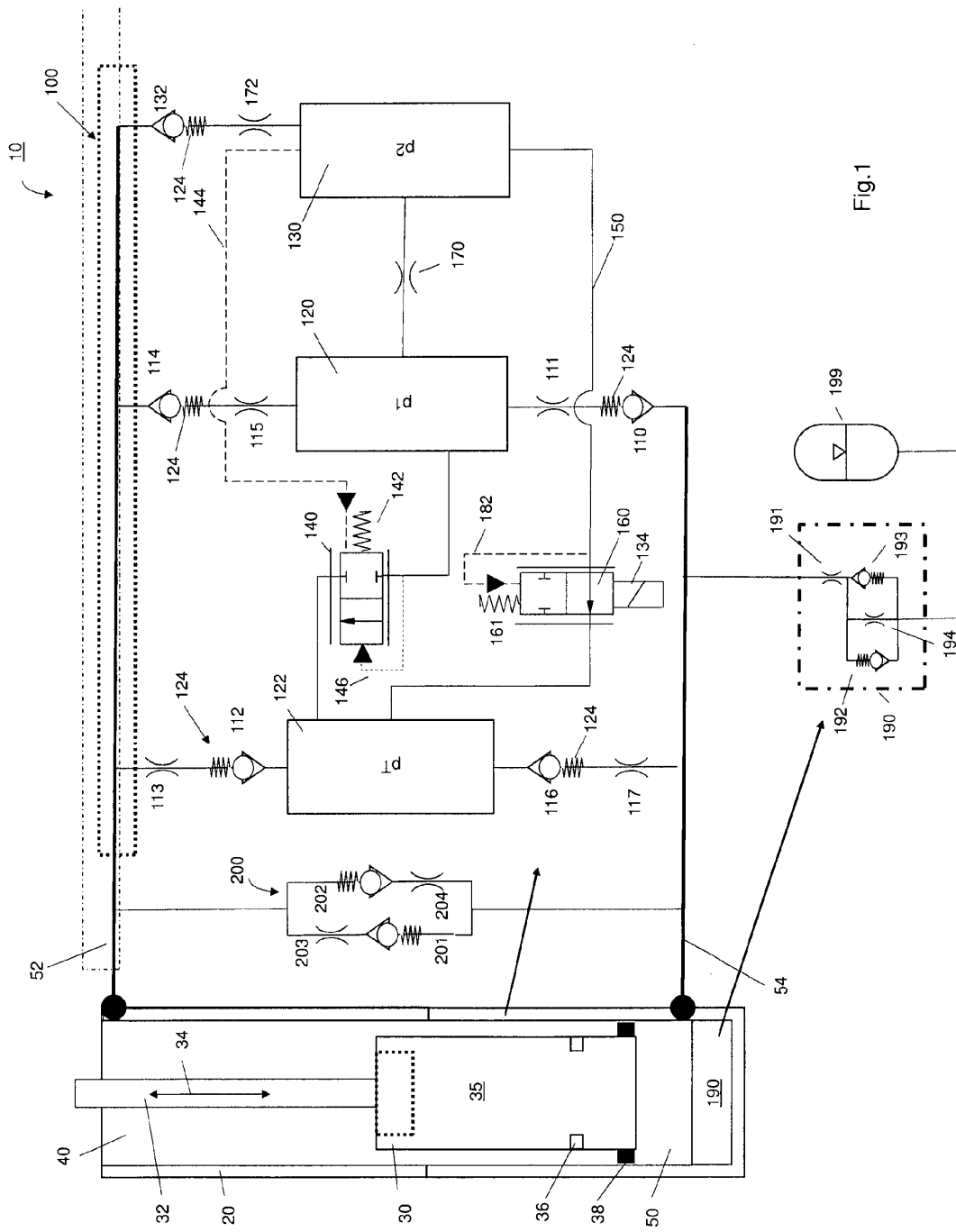
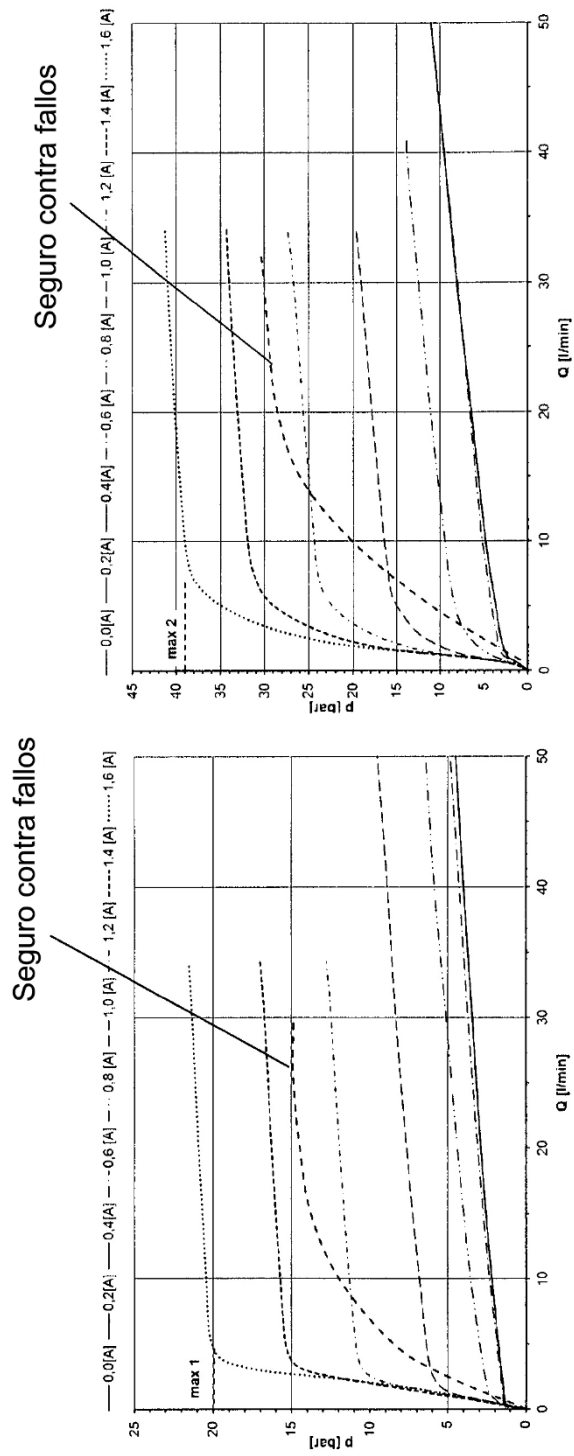


Fig. 1



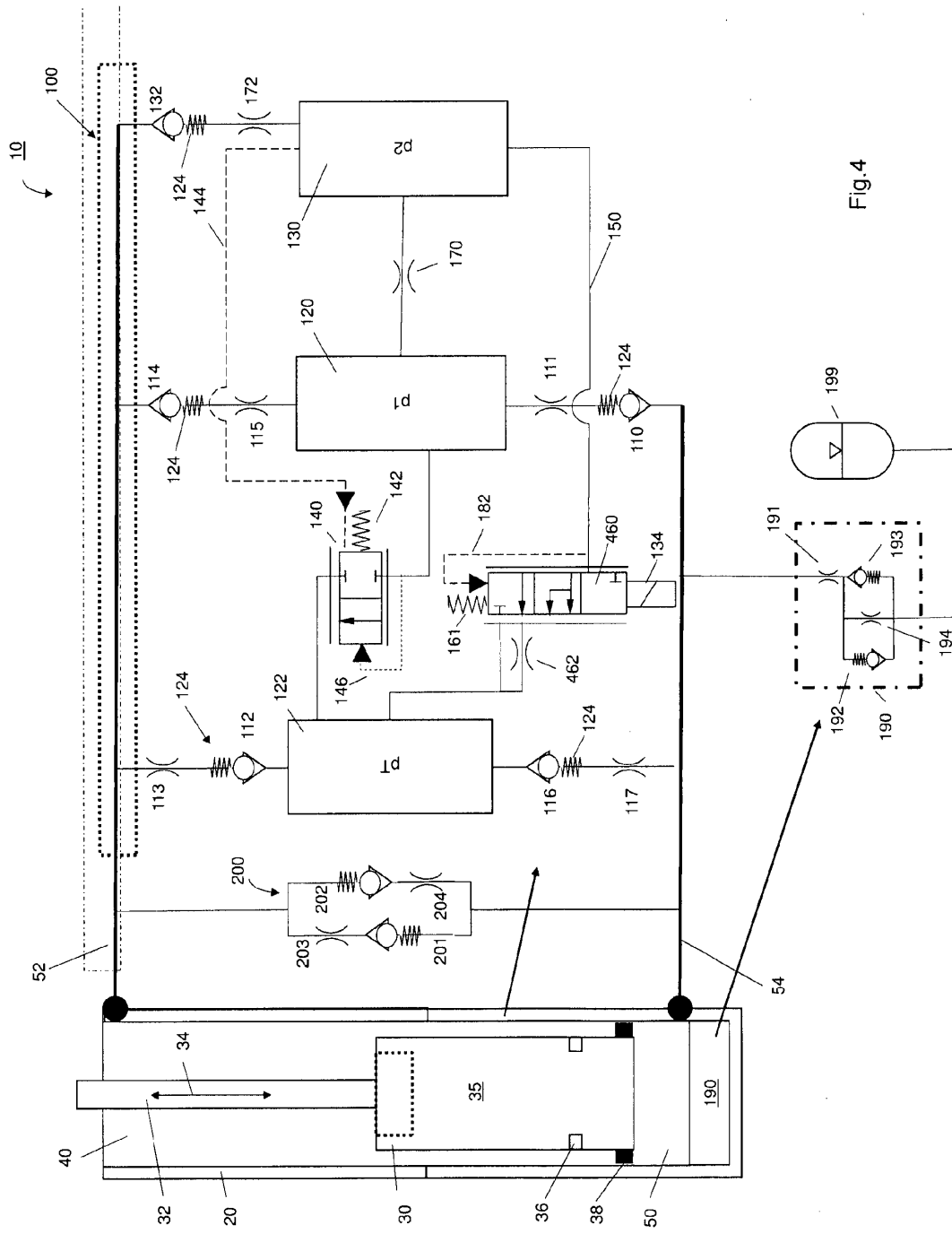
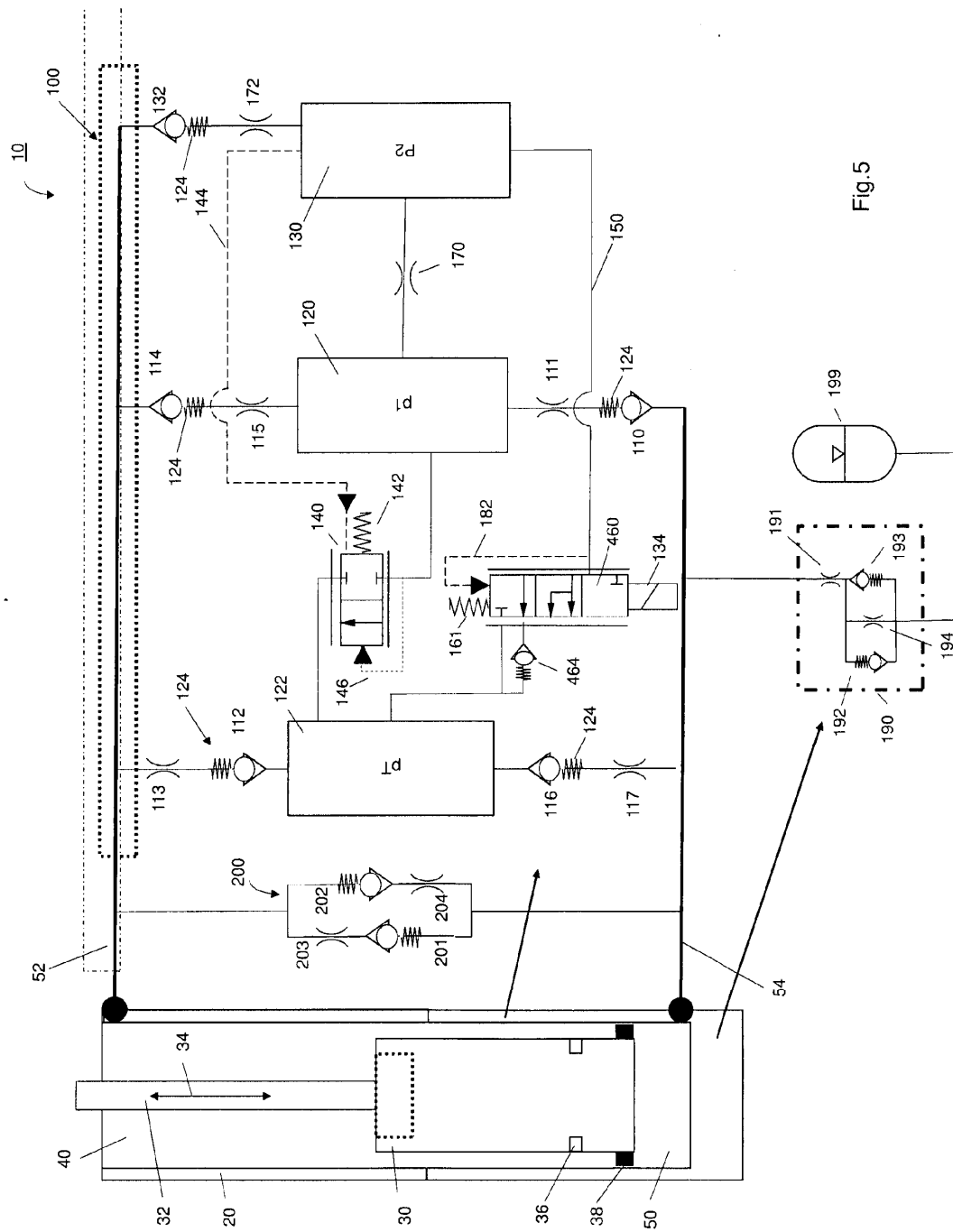


Fig. 4



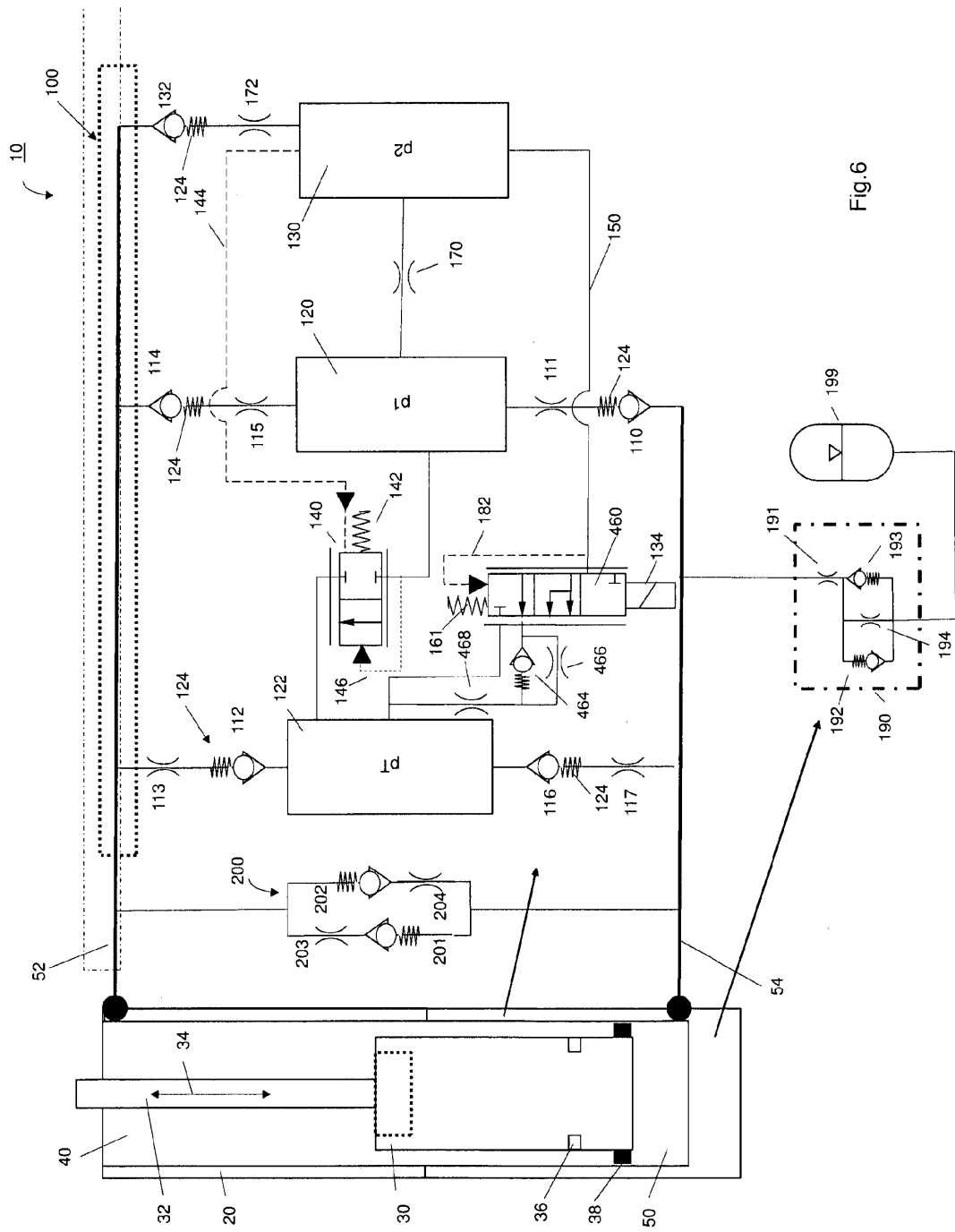
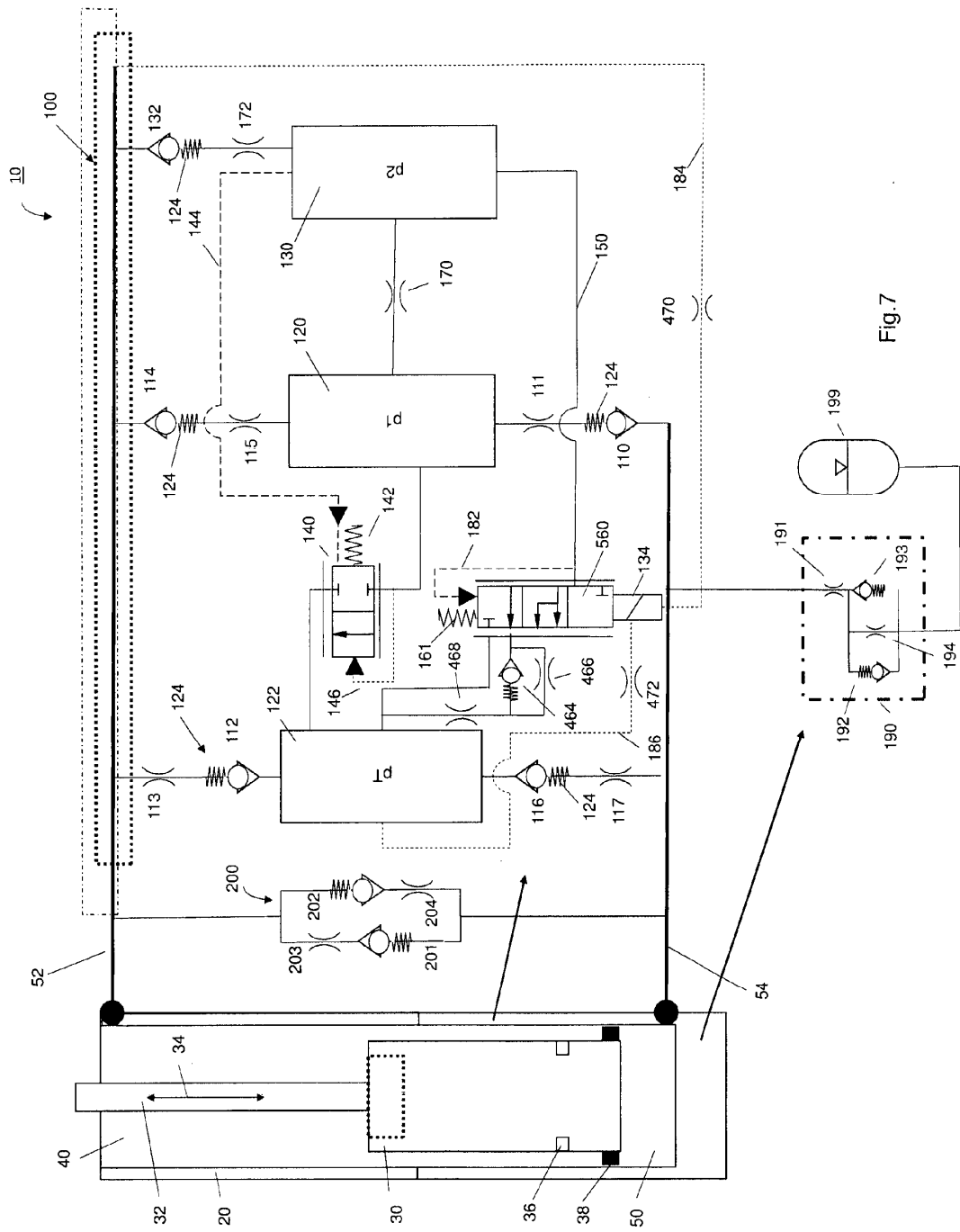


Fig. 6



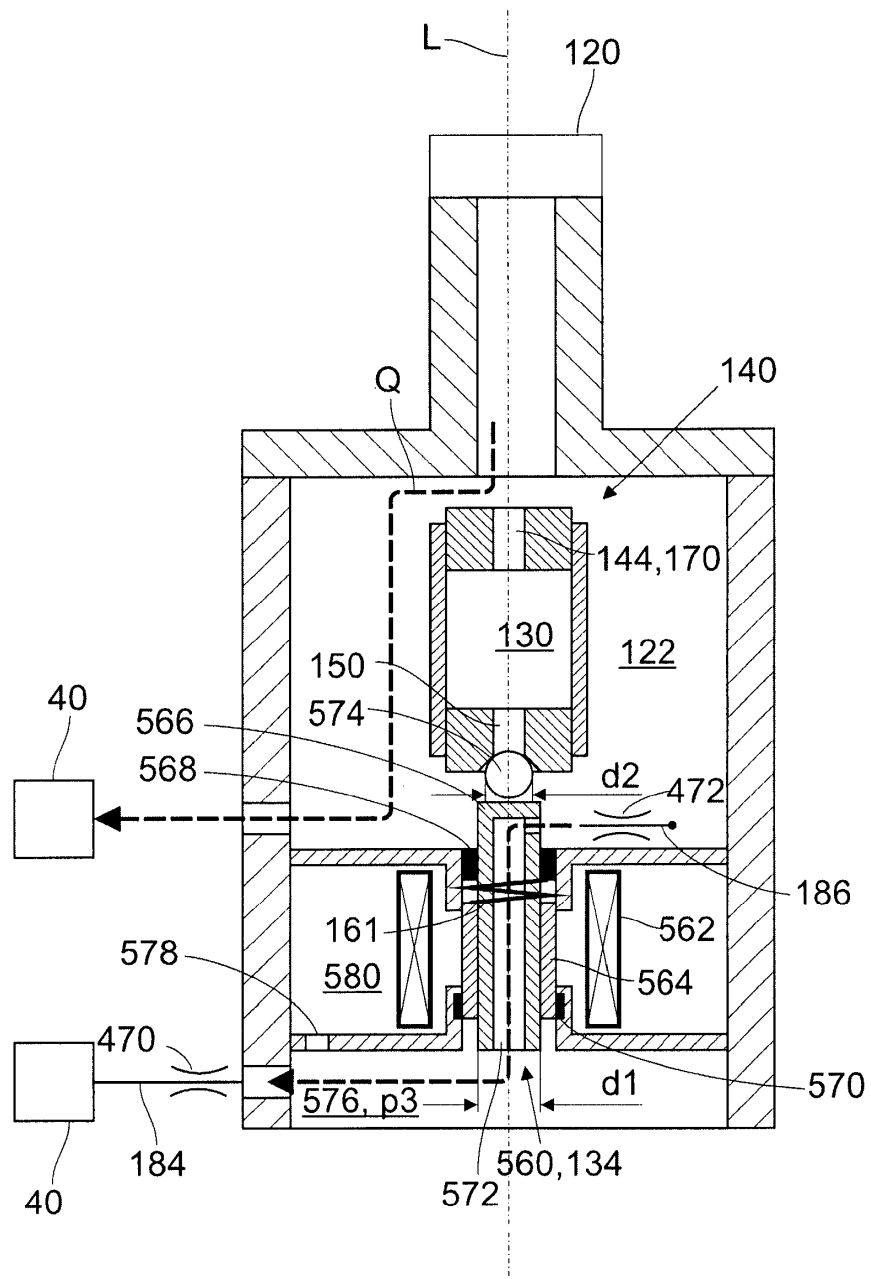


Fig.8

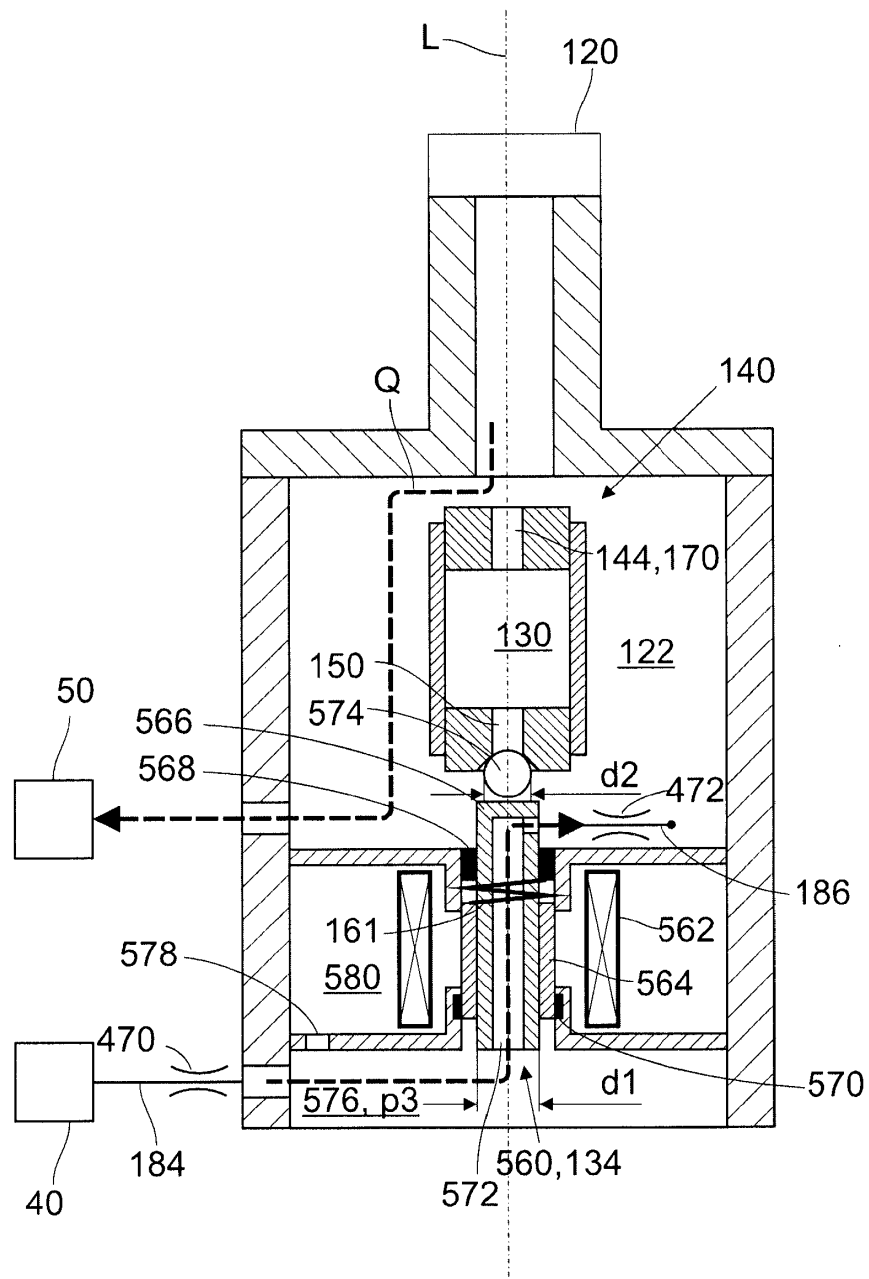


Fig.9

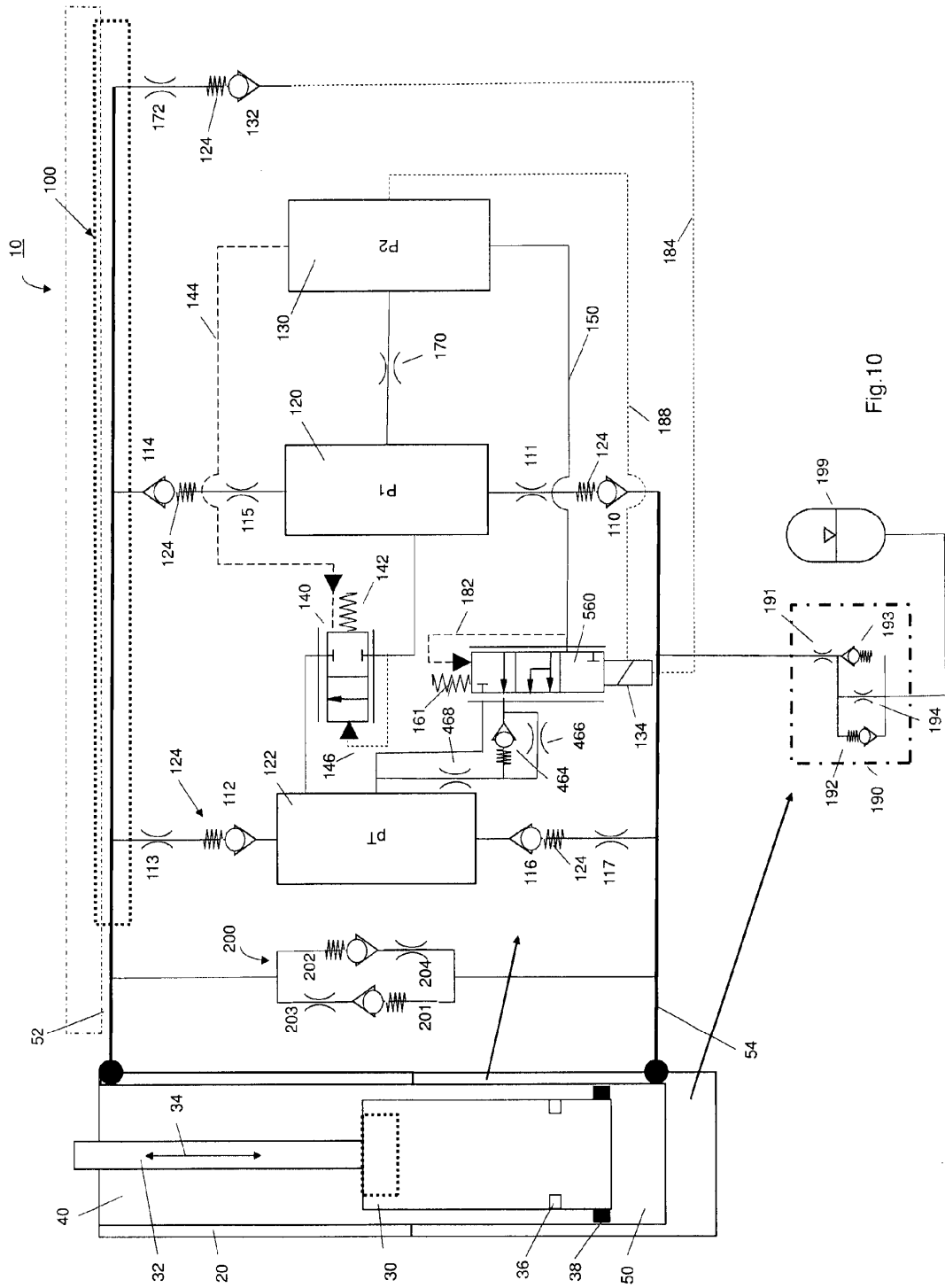


Fig.10

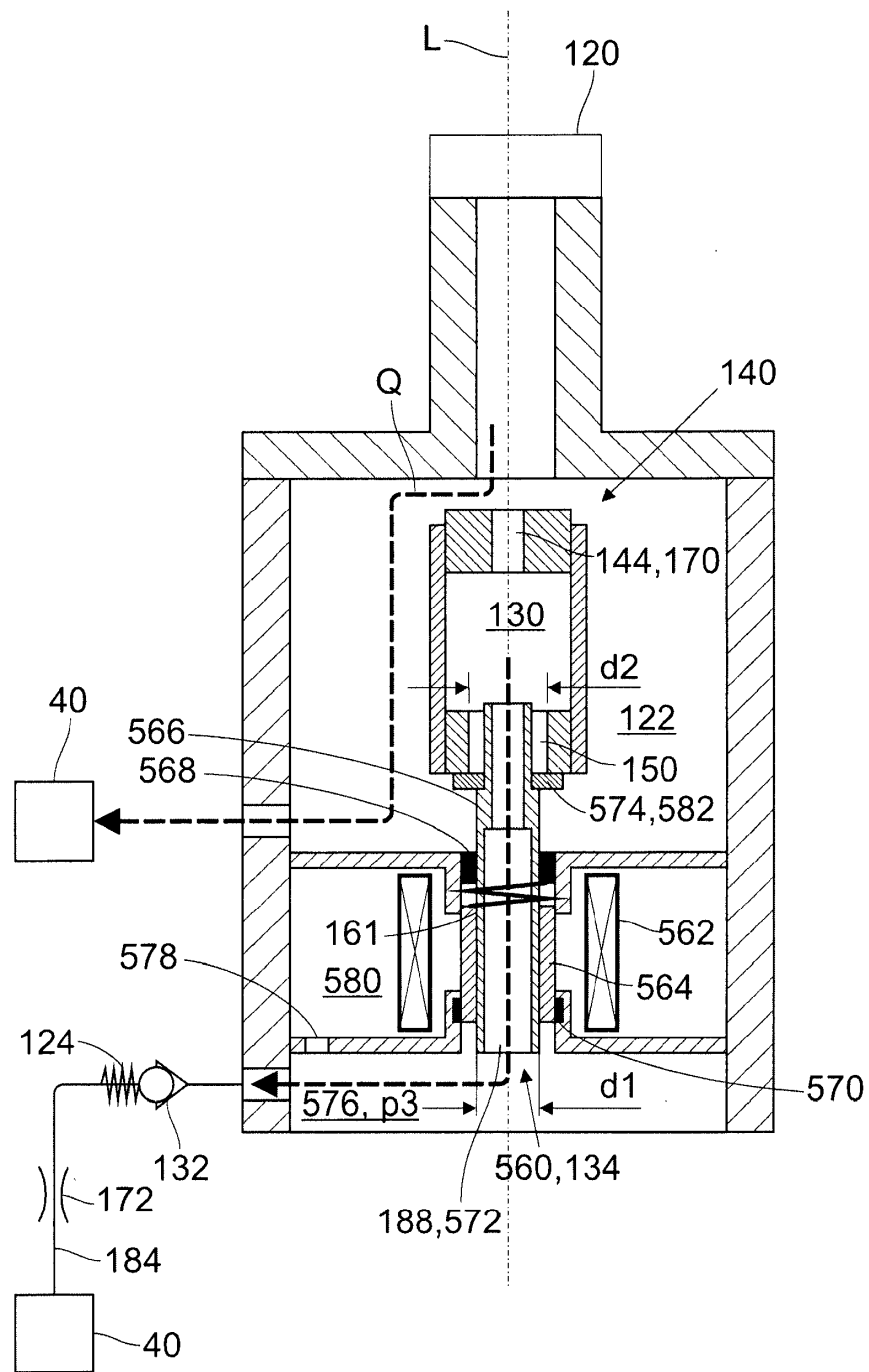


Fig.11

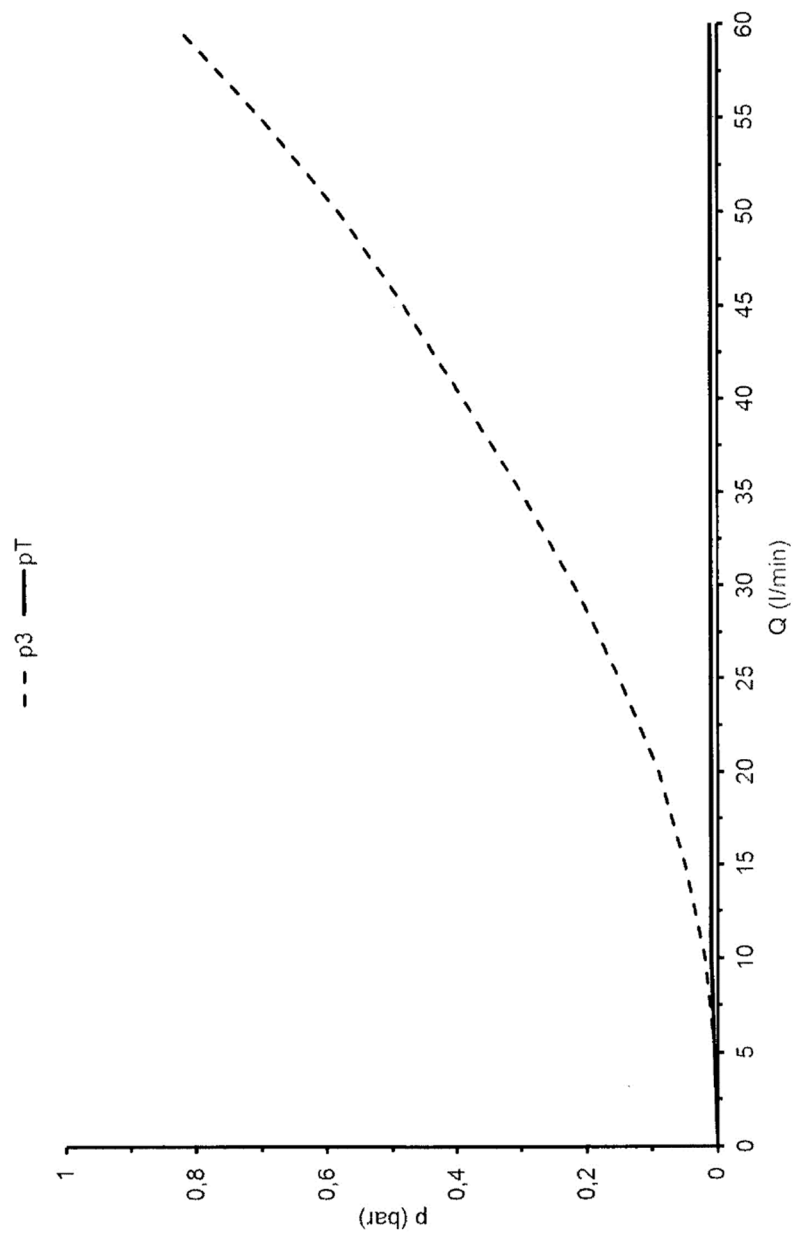


Fig.12

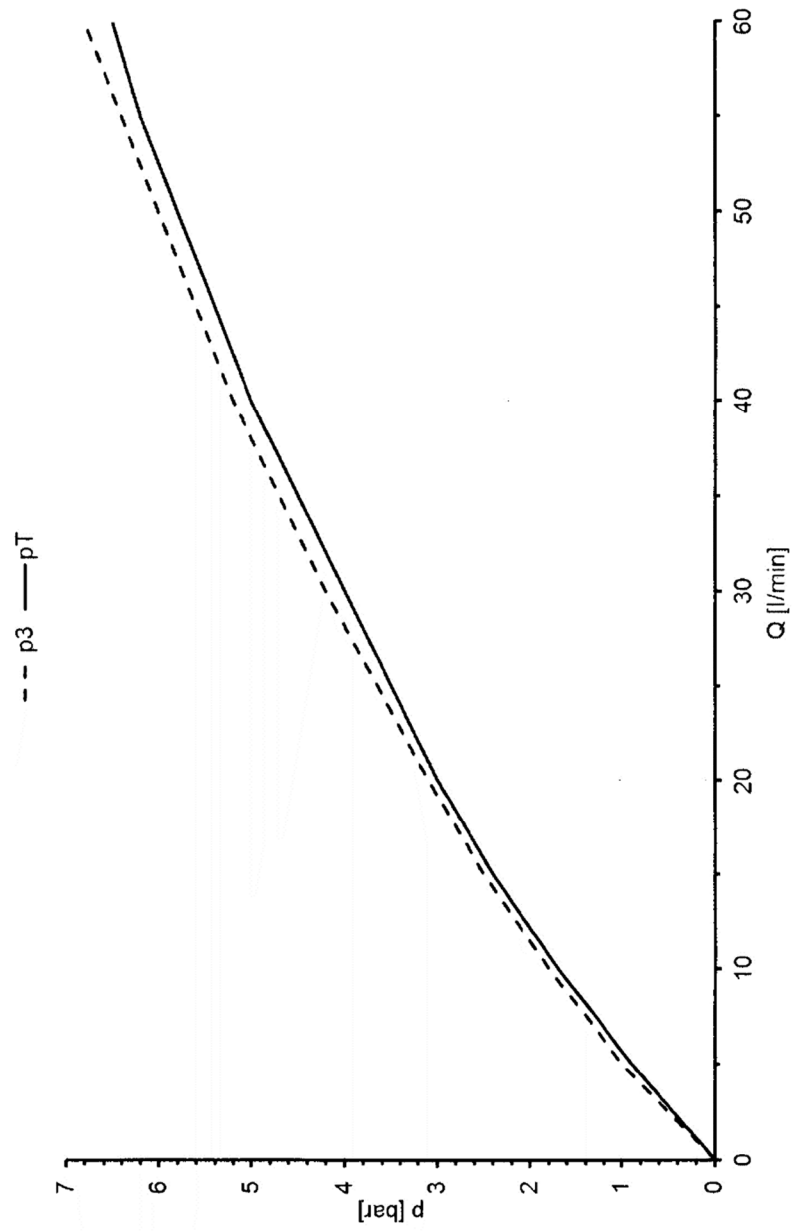


Fig.13

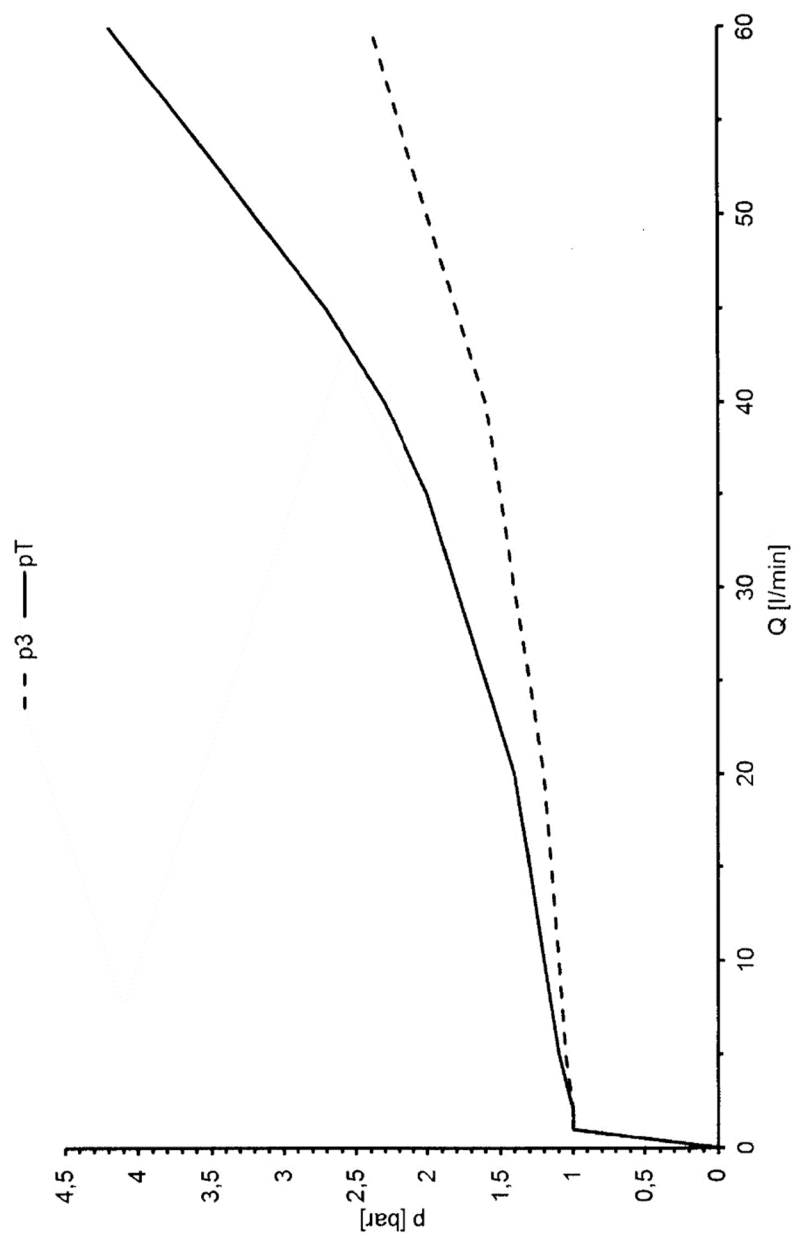


Fig.14

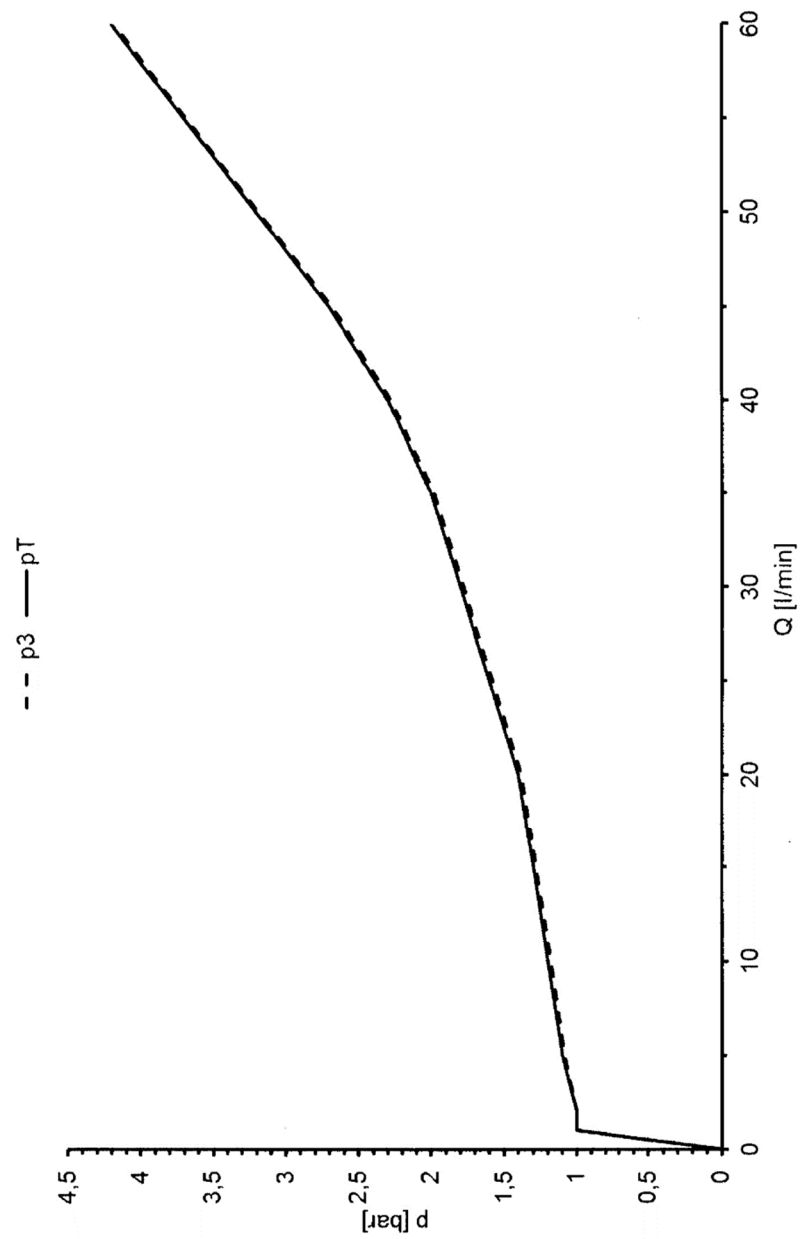


Fig.15