

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 904 312**

51 Int. Cl.:

**B25D 9/12** (2006.01)

**B25D 9/14** (2006.01)

**B25D 9/18** (2006.01)

**B25D 9/20** (2006.01)

**B25D 9/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2013 PCT/IB2013/058811**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014 WO14045264**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2013 E 13801778 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.10.2021 EP 2897769**

54 Título: **Martillo para excavadoras con circuito hidráulico optimizado**

30 Prioridad:

**24.09.2012 IT BA20120055**

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

**04.04.2022**

73 Titular/es:

**TECNA GROUP S.R.L. (100.0%)  
Via Abruzzo 86/87/117  
70021 Acquaviva Delle Fonti (BA), IT**

72 Inventor/es:

**CARRISI, OSCAR;  
CALO', GIAMMICHELE y  
CATANZARO, GIACOMO**

74 Agente/Representante:

**RUO, Alessandro**

ES 2 904 312 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

Martillo para excavadoras con circuito hidráulico optimizado

[0001] La presente invención se refiere a un martillo para excavadoras con circuito hidráulico optimizado.

5 [0002] En el estado de la técnicas existen varias formas de realización conocidas de martillos para excavadoras, como se da a conocer en el documento EP 1 964 647 A2.

10 [0003] El principio según el cual funcionan los martillos conocidos se puede describir en referencia a la figura 1. En estas excavadoras, el líquido hidráulico a presión entra en una cámara de empuje activo (11) a través de conductos (12) conectados a una toma de entrada (13) para el líquido a presión. A estos conductos (12) se conecta un primer volumen (142) de un acumulador (14). Una membrana elástica (143) divide dicho volumen lleno de líquido a presión (142) de un segundo volumen que contiene nitrógeno (141). Por lo tanto, la membrana elástica (143) permite explotar el volumen (141) como un volumen de acumulación. La principal función del acumulador (14) es acumular aceite en la etapa pasiva (cuando el pistón va de BDC a TDC) con el fin de devolverlo en la etapa activa cuando el caudal necesario en la cámara de empuje (11) es mayor que el que se proporciona en la entrada (13) del martillo.

15 [0004] Durante la etapa de empuje activo, la presión ejercida por el aceite contenido en la cámara de empuje activo (11) actúa sobre la superficie superior (151) de un pistón (15) que transmite la fuerza ejercida por el aceite a la herramienta (16) que se utiliza para romper.

[0005] Hay un distribuidor (17) concéntrico con respecto al pistón (15). El distribuidor es necesario para poner la cámara de empuje activo (11) alternativamente en comunicación tanto con la porción de baja presión del circuito (18) conectada al retorno a baja presión del aceite, como a la entrada de alta presión (13).

20 [0006] Cuando el pistón (15) está en la etapa de empuje, la cámara de empuje (11) está separada de la porción de baja presión (18) del circuito hidráulico por el distribuidor (17).

25 [0007] También se proporciona una cámara de empuje pasivo (20) conectada al suministro de aceite a presión a través de una serie de conductos (21). Únicamente a modo de ilustración, en la figura 1 se muestra solo un conducto que conecta la cámara de empuje pasivo al circuito de alimentación, pero también es posible utilizar configuraciones diferentes, por ejemplo, tres conductos dispuestos a 120°.

[0008] En la superficie inferior (152) del pistón (15) que está situada frente a la cámara de empuje pasivo (20), el aceite a presión actúa sobre una corona circular, cuya área es claramente menor que el área (151) sobre la que actúa el aceite en la cámara de empuje activo (11).

30 [0009] Por lo tanto, existe un desequilibrio entre las dos fuerzas que actúan sobre el pistón en dirección vertical, y este desequilibrio empuja el pistón hacia abajo. La carrera hacia abajo del pistón (15) es la parte activa del ciclo. En esta etapa, el pistón, al golpear la herramienta, transmite su energía cinética y ejerce así una fuerza sobre la herramienta del martillo, que rompe entonces el material que se está trabajando.

35 [0010] Cuando el pistón (15) alcanza el punto muerto inferior, el sistema es tal que, en esa posición, el pistón (15) deja libre la porción inferior del distribuidor (17). Puesto que la porción inferior del distribuidor (17) es mayor que la superior, el resultante de las fuerzas que actúan sobre el distribuidor es tal como para moverse hacia arriba.

40 [0011] En su movimiento vertical, el distribuidor (17) cierra primero el espacio de alta presión y después abre el espacio de descarga de la cámara de empuje activo (11), desconectando así la cámara de empuje activo (11) del circuito de alta presión y conectándola al de baja presión. De este modo, el nuevo resultante de las fuerzas que actúan sobre el pistón (15) es tal que se empuja hacia arriba y se pone de nuevo en la posición de partida, reestableciendo también el ciclo. La derivación (19) sirve cuando el distribuidor, mientras desciende, cierra el espacio de descarga. En este momento, el aceite que está entre el distribuidor (17) y el pistón (15) (en esta etapa, el distribuidor está insertado alrededor del pistón) debe descargarse debido a que el distribuidor (17) desciende, y la descarga se produce a través de la derivación (19). Según se ha comentado, el pistón (15) actúa sobre una herramienta (16) utilizada para romper el material que se está trabajando. La herramienta (16) está provista de una ranura (163) cuyos extremos (161, 162) definen la amplitud axial máxima posible permitida por la herramienta. En la ranura (163) de la herramienta (16) hay enganchado, de hecho, un freno de herramienta (25) integrado en el martillo (1), que limita la amplitud axial permitida por la herramienta (16).

[0012] El funcionamiento descrito es típico de los martillos para martillos hidráulicos conocidos en el estado de la técnica.

50 [0013] Los martillos para excavadoras conocidos en el estado de la técnica presentan muchos inconvenientes, entre los cuales, el hecho de que el funcionamiento descrito es independiente del hecho de que la broca de la herramienta (16) esté realmente trabajando material o no. Esto supone un problema, ya que la fuerza ejercida en conjunto por la presión del líquido proporcionado en la cámara de empuje activo (11) sobre el pistón (15) y, por lo tanto, en la herramienta (16), que debería servir para romper el material que se está trabajando, cuando la broca está en reposo, se descarga en el freno de herramienta (25), sometiéndolo, por lo tanto, a tensiones elevadas que pueden conducir pronto a la deformación del mismo y, por lo tanto, a costosos tiempos de parada de la máquina.

55 [0014] Otro inconveniente de los martillos conocidos en el estado de la técnica está vinculado a las variaciones repentinas de presión, que se proporcionan en el circuito hidráulico durante el ciclo, provocadas por una conformación no optimizada del circuito hidráulico. De hecho, para reducir el par absorbido de las bombas, las excavadoras de última generación

utilizan bombas de aceite con una cilindrada del pistón variable con caudales máximos reducidos con respecto al que se utiliza en las excavadoras antiguas. Esto implica que, mientras que el caudal en la entrada del martillo se reduce con respecto al caudal utilizado tradicionalmente en los martillos, en los acumuladores se requieren mayores expansiones, que provocan mayores variaciones de presión y, por lo tanto, una reducción de la eficiencia. En concreto, durante la etapa activa del ciclo, cuando la cámara de empuje se pone bajo presión mediante el aceite del circuito a alta presión, empujando el pistón hacia abajo para golpear la herramienta, es necesario garantizar que la cámara está bajo presión durante toda la etapa activa independientemente de la expansión debido al descenso del pistón. Para ello, es necesario que el circuito hidráulico del martillo sea tal que garantice, una vez fijadas las condiciones de caudal y suministro de presión determinadas por la excavadora en la que se monta el martillo, el paso del caudal necesario para llenar de manera constante el volumen de la cámara de empuje. A modo de ejemplo, y sin que limite los objetivos de la invención, es necesario garantizar un buen funcionamiento con caudales de aceite suministrados por la excavadora reducidos en un 20 % con respecto a una excavadora de igual peso conocida en el estado de la técnica. Aproximadamente, un martillo de 200 kg de acuerdo con la presente invención utiliza caudales de entre 40-45 l/min.

**[0015]** Otro inconveniente de los martillos para excavadoras conocidos en el estado de la técnica está relacionado con la necesidad de aumentar la masa del pistón, con una dimensión igual del mismo y la misma cilindrada del pistón, con el fin de incrementar la fuerza transmitida a la herramienta.

**[0016]** De hecho, la energía máxima teórica de impacto potencial es constante y puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$\text{Presión} \times \text{área de empuje} \times \text{carrera del pistón} = 0,5 \times \text{masa} \times \text{velocidad}^2$$

**[0017]** Por lo tanto, duplicando la masa, la velocidad se reduce en una relación igual a  $1/\sqrt{2}$ , aproximadamente igual a  $1,414 \times 2$ . Se deduce que el momento, resultante del producto de la masa del pistón para su velocidad aumenta mientras la masa del pistón aumenta también, y puesto que la fuerza transmitida a la herramienta es igual a la variación del momento en el tiempo, puesto que el tiempo de golpeo es aproximadamente constante en la variación de masa y el momento de partida es igual a cero (herramienta estacionaria) se deduce que, con cilindrada del pistón y suministro de presión iguales, la fuerza transmitida aumenta mientras que la masa de la herramienta también aumenta.

**[0018]** Por lo tanto, es evidente que un problema técnico relacionado con la optimización de los pistones es aumentar la masa del pistón mientras se mantiene constante la presión suministrada, la cilindrada del pistón y la dimensión total del martillo.

**[0019]** Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es proporcionar un pistón con una geometría optimizada para aumentar la masa del pistón mientras se mantiene una dimensión igual del martillo.

**[0020]** De acuerdo con otro objetivo, la presente invención proporciona un martillo para excavadoras que resuelve los problemas del estado de la técnica, y particularmente que está provisto de un sistema que permite desconectar automáticamente la herramienta del circuito de alta presión cuando no está realmente trabajando en el material que se quiere destruir. Además, el martillo objeto de la presente invención pretende proporcionar un circuito hidráulico optimizado para garantizar un funcionamiento correcto del martillo con bajos caudales de aceite.

**[0021]** El martillo, objeto de la presente invención, consigue los objetivos prefijados, ya que es un martillo hidráulico para excavadora que comprende un pistón configurado de tal manera que puede deslizarse alternativamente dentro de dicho martillo bajo el empuje de un líquido hidráulico contenido en un circuito que comprende al menos una primera cámara de empuje, activo, y una segunda cámara de empuje, pasivo, caracterizado por que el pistón está provisto, en la cámara de empuje activo, de una proyección con un diámetro (C) menor que el diámetro (A) de la cámara de empuje, estando contenida dicha proyección en la cámara de empuje activo en conjunto, y que presenta, preferiblemente, una extensión axial igual a al menos la mitad del diámetro de dicha cámara de empuje.

**[0022]** Además, la invención proporciona un martillo para excavadora con un sistema de derivación para evitar el funcionamiento en ralentí. Dicho sistema de derivación comprende una derivación entre la porción de alta presión y la porción de baja presión del circuito hidráulico, configuradas de tal manera que, en condiciones de trabajo normal (por lo tanto, con una resistencia proporcionada a la herramienta por el material que se está trabajando) la derivación se cierra mediante el pistón. Sin resistencia proporcionada por el material que se está trabajando a la herramienta, la herramienta (y, por lo tanto, el pistón) se somete a una mayor incursión axial. En este caso, la derivación se libera y el circuito de alta presión se pone en comunicación, a través del espacio de derivación, con el circuito de baja presión. De este modo, dentro del martillo solo hay baja presión, el pistón se bloquea en su posición en BDC y no puede volver a ascender más. El martillo deja de funcionar. Cuando el operario sitúa el martillo contra el material que se va a trabajar de nuevo, la derivación se cierra y se reestablece el funcionamiento normal anteriormente descrito.

**[0023]** Estas y otras ventajas se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción de la invención en referencia a las figuras adjuntas 1 a 9.

La figura 1 muestra una forma de realización de un martillo conocido en el estado de la técnica, y cuyo funcionamiento se describe al principio.

La figura 2 muestra una forma de realización preferida del martillo de acuerdo con la presente invención.

La figura 3 muestra un detalle de la forma de realización de los espacios de descarga según otra forma de realización preferida del martillo de acuerdo con la presente invención.

5 La figura 4 muestra un detalle de una forma de realización de los espacios de descarga de acuerdo con el estado conocido de la técnica.

La figura 5 muestra un detalle de la derivación de descarga comprendida en el martillo de acuerdo con la presente invención.

La figura 6 muestra un detalle del sistema de suministro de aceite de una forma de realización preferida del martillo de acuerdo con la presente invención.

10 La figura 7 muestra un gráfico con el flujo de la presión en la cámara de empuje y de la presión de descarga durante el ciclo típico de un martillo conocido en el estado de la técnica.

La figura 8 muestra una forma de realización preferida del pistón de acuerdo con la presente invención.

La figura 9 muestra el pistón representado en la figura 8 montado dentro de un martillo de acuerdo con la presente invención.

15 La figura 10 y la figura 11 muestran dos formas de realización de martillos para excavadoras conocidos en el estado de la técnica, descritos en los documentos EP1964647 y US4281587.

**[0024]** Como se muestra en la figura 8, el pistón (15) de acuerdo con la presente invención está conformado simétricamente alrededor de un eje (150) y está provisto de tres discontinuidades de diámetro que definen cuatro secciones de diámetro distintas (A, B, C, D).

20 **[0025]** En concreto, la discontinuidad entre la sección de diámetro mayor (B) y la sección de diámetro menor (D), cuando el pistón (15) está montado en el martillo (1) como se muestra en las figuras 2, 9, 5, está frente a la cámara de empuje pasivo (20). La corona circular que se deriva de la discontinuidad define la superficie sobre la que actúa la presión del líquido presente en la cámara de empuje (20) en dirección axial.

25 **[0026]** La sección con diámetro (A), que en el pistón de acuerdo con la presente invención es menor que el diámetro (B), está en la cámara de empuje activo y define la superficie de empuje en dirección axial del líquido a presión. La presencia de otra sección de diámetro (C), siendo dicho diámetro (C) menor que el diámetro de la superficie de empuje activo (A) permite ocupar al menos parcialmente el volumen de la cámara de empuje activo, incrementando la masa del pistón al mismo tiempo que se mantienen las dimensiones iguales del martillo (1) y la cilindrada del pistón.

30 **[0027]** Para entender el efecto técnico obtenido por medio de esta configuración del pistón, debe considerarse que, en las formas de realización conocidas en el estado de la técnica, representadas, por ejemplo, en las figuras 10 y 11, el pistón está provisto de una proyección en la cámara de empuje activo. La proyección, que realmente es una sección de pistón con menor diámetro del diámetro de la cámara de empuje activo, se extiende más allá del límite superior de la cámara de empuje activo. El líquido a presión actúa sobre una superficie que presenta una forma de corona circular definida fuera por el diámetro de la cámara de empuje activo y dentro por el diámetro de la proyección.

35 **[0028]** En cambio, en el pistón de acuerdo con la presente invención, en la cámara de empuje activo, el pistón está provisto de una proyección con un diámetro (C) menor que el diámetro (A) de la cámara de empuje. Dicha proyección, al contrario de lo que sucede en las formas de realización del estado de la técnica, está contenida en conjunto en la cámara de empuje activo.

40 **[0029]** De este modo, el líquido a presión puede actuar en una superficie circular definida por el diámetro (A) de la cámara de empuje (aumentando la fuerza ejercida a igual presión), pero la reducción de la masa del pistón se limita al mínimo. De acuerdo con una forma de realización preferida no limitativa, la extensión axial de la proyección es igual a al menos la mitad del diámetro de la cámara de empuje.

45 **[0030]** Por lo tanto, esta medida incrementa la fuerza ejercida por el pistón (15) en la herramienta (16). Además, la presencia de la proyección con diámetro (C), al reducir el volumen de la cámara de empuje activo (11) cuando el pistón está alrededor de su punto muerto superior y se libera el espacio a alta presión, permite una presurización más rápida de la cámara de empuje activo (11).

**[0031]** Como se muestra en la figura 2, el martillo para excavadora de acuerdo con la presente invención comprende un pistón (15), que actúa en la herramienta (16) según lo que se ha descrito al principio.

50 **[0032]** El circuito de alimentación a alta presión del martillo comprende una entrada (13) conectada con la cámara de empuje activo (11) y, a través del conducto (21), con la cámara de empuje pasivo (20). El circuito de alimentación también está provisto de una ranura anular (22) que comunica con el circuito de alta presión.

55 **[0033]** Como ya se ha descrito, la forma del pistón (15) de acuerdo con la presente invención es tal que la superficie lateral del pistón está provista de algunas discontinuidades de diámetro y, particularmente, el pistón en la porción superior presenta un diámetro (A) menor que el cilindro en el que se desliza, de manera que se crea un rebaje entre el pistón (15), el cilindro y el buje de reducción (24) dispuesto entre el pistón y el cilindro, donde se obtiene el conducto (23).

5 **[0034]** En la porción inferior con respecto a la porción con diámetro (A), el diámetro (B) del pistón (15) es tal que el pistón (15) se desliza en el asiento obtenido en el cuerpo del martillo (1), y al mismo tiempo que se obtiene el sellado con respecto a la derivación, comprendiendo la derivación la ranura anular (22) o una serie de orificios proporcionados en dirección radial sobre la superficie interna del asiento de deslizamiento del pistón. En la práctica, cuando en la ranura anular (22) está la porción con mayor diámetro (B) del pistón (15), la ranura no comunica con otros conductos distintos del conducto de suministro (21).

**[0035]** De acuerdo con otra forma de realización no representada en la figura, la ranura anular (22) puede sustituirse por uno o más orificios proporcionados en dirección radial, o por conductos de otra forma, siempre que sean útiles para el objetivo.

10 **[0036]** Si el pistón presenta una amplitud mayor que la de trabajo, la porción del pistón con menor diámetro (A) está en la ranura anular (22). De este modo, la ranura anular (22) comunica, a través del conducto (23) con el retorno a baja presión del aceite (18).

15 **[0037]** Por lo tanto, se crea una ruta preferida para el aceite a presión compuesta por la sección de suministro (21), la ranura anular (22) y el conducto de retorno (23). La posibilidad del aceite para seguir esta ruta preferida depende de la posición axial del pistón y, por lo tanto, de la herramienta. Como ya se ha mencionado, esto implica que en el martillo solo hay baja presión, debido a que la entrada de alta presión (13) está cortocircuitada con la salida de baja presión (18).

20 **[0038]** Cuando la herramienta encuentra resistencia, tiende a empujar el pistón hacia arriba, manteniendo así la amplitud de funcionamiento axial en el intervalo. Cuando se elimina el empuje ejercido por el material que se está trabajando, el pistón tiende a empujar hacia abajo la herramienta más allá del límite permitido. No obstante, de este modo, se libera la ranura anular (22) que, al realizar la derivación descrita, anula las fuerzas de presión que actúan sobre el pistón, que se bloquea en el punto muerto inferior, dejando a la ranura (22) en comunicación con la ranura (154) y, por lo tanto, con el conducto (23).

**[0039]** Por lo tanto, se realiza un martillo para excavadora de acuerdo con los objetivos prefijados.

25 **[0040]** Según otras formas de realización preferidas, el martillo que se acaba de describir puede modificarse según lo que se describe mejor a continuación.

**[0041]** En concreto, las variaciones con respecto al estado de la técnica conocido, que pretenden reducir la cilindrada del pistón en caso de fuerza igual ejercida, para optimizar la relación entre el volumen del acumulador y la cilindrada del pistón, además del diseño de los circuitos de alta y baja presión con el fin de reducir la pérdida de carga y, al mismo tiempo, evitar picos de presión.

30 **[0042]** La cilindrada del pistón de un martillo se proporciona mediante la superficie superior del pistón, es decir, la superficie de la cámara de empuje activo, multiplicada por su carrera. Durante la etapa activa, cuando la cámara de empuje se pone bajo presión mediante el aceite del circuito alto, empujando el pistón hacia abajo para golpear la herramienta, es necesario garantizar que la cámara está presurizada durante toda la etapa activa independientemente de la expansión debido al descenso del pistón. El hecho de tener un caudal de aceite insuficiente implica una peor presurización y una reducción de la velocidad de golpeo del pistón en la herramienta. Para evitar este fenómeno, en el martillo para excavadoras de acuerdo con la presente invención, se reduce la cilindrada del pistón, reduciendo el diámetro (A) de la cámara de empuje. Por ejemplo, sin que esto se limite para los objetivos de la presente invención, para martillos de entre 200 y 300 kg, se supone que el uso de cámaras de empuje con diámetro entre 40 y 45 mm. La reducción de la cilindrada del pistón implica que, durante la etapa activa, el martillo necesita menos aceite, por lo que puede funcionar también con menores caudales. Sin embargo, para mantener un funcionamiento correcto del sistema, es necesario que se modifique la geometría del pistón (15). En concreto, el pistón (15) está provisto de un diámetro de empuje activo menor que el del empuje pasivo ( $A < B$ ). Resulta particularmente útil actuar sobre el diámetro en lugar de sobre la carrera para reducir la cilindrada del pistón, ya que, puesto que la cilindrada del pistón es proporcional al diámetro al cuadrado, el hecho de intervenir en el diámetro tiene una mayor acción que intervenir en la carrera. El hecho de reducir el diámetro de la cámara de empuje activo, y mantener inalterada, no obstante, la masa del pistón (15), puesto que esta determina la energía cinética para la rotura, es necesario aumentar el diámetro del pistón (15) en la porción inferior, para no tener que incrementar su longitud. Además, la disposición recién descrita de la proyección con el diámetro (C) permite incrementar aún más la masa en una dimensión igual del pistón (15).

50 **[0043]** De hecho, el incremento de la longitud puede resultar desventajoso por razones de dimensión y también porque los pistones demasiado finos no son aptos para transmitir la energía de golpeo a la herramienta, que tiene dimensiones más o menos fijas por razones comerciales. En general, es conveniente que el pistón presente aproximadamente el mismo diámetro que la herramienta, pero nunca menor, con el fin de maximizar la transmisión de energía de golpeo. Por lo tanto, las variaciones de diámetro del pistón permiten que la interfaz con la herramienta se mantenga invariable y optimizada para transmitir la energía de golpeo, sin modificar la herramienta y sin aumentar la dimensión axial del martillo. Esto también permite utilizar herramientas ya existentes para martillos conocidos en el estado de la técnica con pistones con el mismo peso.

60 **[0044]** Como ya se ha mencionado, un elemento fundamental para el rendimiento del martillo es el acumulador. Debe ser capaz de proporcionar en la etapa activa el caudal necesario para presurizar la cámara de empuje activo, pero es importante que la variación entre la presión máxima y mínima sea la menor posible para que la membrana no esté tensionada y para estabilizar el intervalo de funcionamiento del martillo, evitando así variaciones de presión demasiado

elevadas, que tienen efecto en el funcionamiento de la bomba de aceite. De hecho, cuanto mayor sea la presión con la que trabaja el circuito, menor es el caudal suministrado por la bomba de suministro de aceite. Por este motivo, es ideal trabajar con una presión de suministro constante durante todo el ciclo.

**[0045]** Por este motivo, de acuerdo con una forma de realización preferida del martillo de acuerdo con la presente invención, reduciendo incluso la cilindrada del pistón del martillo con respecto a lo que se conoce en el estado de la técnica con una fuerza igual ejercida por el martillo, se han mantenido acumuladores con volúmenes similares a los que se utilizan tradicionalmente en martillos conocidos en el estado de la técnica. La relación entre el volumen del acumulador y la cilindrada del pistón del martillo de acuerdo con la presente invención es preferiblemente de entre 10 y 14, al contrario de lo que se conoce en el estado de la técnica, donde dicha relación es menor de 10.

**[0046]** En relación con el circuito de alta presión en el martillo de acuerdo con la presente invención, se han adoptado algunas medidas para reducir la pérdida de carga en el circuito hidráulico entre la entrada del martillo/acumulador y el espacio de entrada en la cámara de empuje activo. Dichas medidas son:

- introducción de un chaflán (30), representado en la figura 6, en la intersección entre el conducto (144) que conecta el acumulador (14) a la cámara de empuje activo (11) y el conducto (31) que conecta la entrada (13) con el espacio de entrada en la cámara de empuje activo para favorecer el cambio de dirección del aceite, evitando la formación de vórtices;
- alineación del conducto de entrada del martillo (13) con el conducto de entrada (31) en la cámara de empuje activo, con el fin de reducir las desviaciones en la ruta del aceite que conecta la entrada a la cámara de empuje;
- aumento de la zona del espacio de entrada en la cámara de empuje activo. En concreto, la relación entre la zona del espacio de entrada y la cilindrada del pistón es mayor de  $1,5E-02m^{-1}$ .

**[0047]** También el circuito de baja presión del martillo de acuerdo con la presente invención se modifica con respecto al estado conocido de la técnica. El circuito de baja presión está conectado, de hecho, al circuito alto a través de la relación de las zonas de empuje activo y pasivo del pistón. En la etapa pasiva, el pistón se somete a la acción de dos fuerzas que actúan en dirección vertical. La primera, que lo lleva de nuevo hacia arriba, es proporcionada por el producto de la alta presión para la cámara de empuje pasivo.

**[0048]** La otra fuerza la proporciona el producto de la presión en la cámara de empuje activo, que, en esta etapa, está conectada con la porción de baja presión del circuito hidráulico, para la zona de empuje activo. Puesto que la zona de empuje activo es mayor que la del pasivo, se deduce que, para hacer que el pistón vuelva a ascender de BDC a TDC, la presión alta no puede ser inferior a un valor mínimo, en función de la relación de las dos zonas multiplicada por la presión en la cámara de empuje en esta etapa. Al final de la etapa activa, la cámara de empuje activo está en conexión con la alta presión. El distribuidor empieza a ascender y cierra la alta presión. Desde entonces hasta el momento en el que se abren los espacios de descarga, hay generalmente 4-6 mm de carrera en los que el distribuidor asciende y todos los espacios se cierran.

**[0049]** Dicho valor no puede bajar a cero debido a las tolerancias de trabajo y considerando el desgaste de los componentes con el tiempo. Esto significa que el volumen de dicha cámara aumenta, debido a la diferencia entre el diámetro externo superior e inferior del distribuidor. Puesto que el aceite no es compresible, a dicha expansión le corresponde una pérdida de presión en la cámara de empuje activo.

**[0050]** En teoría, también se puede alcanzar una menor presión que la tensión de vapor, incluso aunque la presión dependa realmente también de dibujos internos y de la cantidad de aire disuelto en el aceite. En cualquier caso, cuando el espacio de presión baja se libera, puede suceder que la presión en la cámara de empuje activo sea menor que la de recirculación y, por lo tanto, la cámara se presuriza de manera casi instantánea. Sin embargo, en esta etapa, el pistón ya ha empezado de nuevo su etapa de ascenso, por lo que, cuando la cámara de empuje activo está presurizada, la fuerza necesaria para hacer que el pistón vuelva a ascender aumenta repentinamente en un valor muy elevado, igual al producto de la relación entre las dos zonas anteriormente mencionadas para el salto de presión que se produjo en la cámara. Esto provoca fenómenos oscilatorios de presión en la entrada detectados en algunos martillos, y representados en la figura 7.

**[0051]** El aumento del espacio de presión alta en valores mayores que  $1,5E-02m^{-1}$  con respecto a la cilindrada del pistón evita el inconveniente descrito, por dos motivos:

- durante la etapa activa, la cámara de empuje está mejor presurizada y, por lo tanto, alcanza mayores valores de presión finales, por lo que también con la siguiente expansión debido al ascenso de nuevo del distribuidor, la presión final será más alta y, por lo tanto, cercana a la de recirculación;
- el aumento de las dimensiones del espacio de entrada en la cámara de empuje activo ha reducido la longitud de la carrera del pistón, durante la cual todos los espacios están cerrados. Dicha carrera puede considerarse aproximadamente igual a 2 mm. Se deduce que la expansión conectada a una carrera reducida crea un menor salto de presión.

**[0052]** El circuito de baja presión del martillo de acuerdo con la presente invención elimina la cámara anular alrededor del pistón. En referencia a la figura 3, mientras el distribuidor desciende de TDC a BDC, el aceite se descarga primero a través del espacio de descarga principal (50) y, cuando este está cerrado, a través del secundario (40).

**[0053]** En los martillos conocidos en el estado de la técnica, el espacio secundario (40) está normalmente cerrado mediante el pistón, pero, durante la etapa activa, mientras el pistón desciende, en un punto determinado, el espacio

secundario se libera y se pone en comunicación con una cámara anular (42) obtenida en el pistón, la cual, a su vez, está en comunicación con la descarga. El aceite alcanza la descarga pasando a través de una cámara (42) obtenida en el volumen del pistón. Evidentemente, esta cámara anular está en movimiento, ya que el pistón desciende.

- 5 **[0054]** En el martillo de acuerdo con la presente invención, el espacio de descarga secundario (40) está directamente en conexión con la descarga, a través de una cámara de compensación anular (41) obtenida en el cuerpo del martillo y no en el pistón. De este modo, el aceite hace menos recorrido y se reduce la pérdida de descarga. Por consiguiente, el hecho de descender la presión media en la descarga permite reducir la presión máxima de entrada, evitando que alcance valores demasiado altos. Las cámaras de compensación están destinadas a atenuar posibles picos de presión cuando el distribuidor empieza de nuevo a ascender. De hecho, en esta etapa, hasta que el distribuidor no cierra el espacio de alta presión, el circuito bajo está en comunicación con el alto a través del espacio de descarga secundario. Esta etapa es muy corta (< 1 ms), aunque durante esta etapa se podría crear un pico de presión en el circuito bajo.
- 10

**[0055]** Las cámaras de compensación sirven para atenuar dicho pico.

**REIVINDICACIONES**

1. Martillo para excavadora (1) que comprende:

- un cuerpo (10) dentro del cual se forma un circuito hidráulico que puede alimentarse desde fuera con líquido a presión, comprendiendo dicho circuito hidráulico:

- 5           - una entrada (13) para el líquido a presión;
- una salida (18) para el retorno del líquido a presión al circuito de alimentación;
- una cámara de empuje activo (11) y una cámara de empuje pasivo (20);
- conductos (12, 21) para conectar dicha cámara de empuje activo (11) y dicha cámara de empuje pasivo (20) a dicha entrada (13);
- 10       - un pistón (15) configurado de manera que pueda deslizarse en un movimiento alternativo dentro de dicho martillo por el empuje de dicho líquido a presión, estando provisto dicho pistón (15), en la cámara de empuje activo, de una proyección que presenta un diámetro (C) menor que el diámetro de la superficie de empuje activo, estando contenida dicha proyección totalmente dentro de la cámara de empuje activo,
- una herramienta (16) situada coaxialmente a dicho pistón (15) y configurada para deslizarse axialmente entre una primera y una segunda posición;
- 15       - un distribuidor (17), situado concéntricamente a dicho pistón (15) y configurado para deslizarse axialmente poniendo en comunicación, alternativamente, la cámara de empuje activo (11) con la porción de alta presión o la porción de baja presión del circuito hidráulico, estando configurado dicho distribuidor para adoptar al menos una posición en la que el distribuidor está insertado alrededor del pistón;

20 **caracterizado por que**

dicho martillo comprende, además

- una derivación entre dichos conductos (12, 21) que conecta dichas cámaras de empuje (11, 20) a dicha entrada (13) y salida (18), configuradas para que dicha derivación esté libre cuando el pistón (15) se encuentra en una posición con una incursión axial mayor que una posición límite predeterminada;

25 - un acumulador (14) que comprende un primer volumen (142) conectado a dicho circuito que contiene el líquido a presión y un segundo volumen (141) separado de dicho primer volumen (142) por una membrana elástica (143), y **por que** dicho pistón (15) y dicha proyección están configurados de manera que el líquido a presión pueda actuar en una superficie circular definida por el diámetro de dicha cámara de empuje activo (11).

30 2. Martillo para excavadora (1) según la reivindicación 1, comprendiendo, además, un freno de herramienta (21) integrado en dicho cuerpo metálico y **caracterizado por que** dicha primera y segunda posición están definidas por el enganche de los extremos (161, 162) de una ranura (163) obtenida en dicha herramienta (16) en dicho freno de herramienta (21).

3. Martillo para excavadora según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** dicha derivación comprende una ranura anular (22) concéntrica al pistón (15), que comunica con dichos conductos (12, 21) para conectar dicha cámara de empuje activo y dicha cámara de empuje pasivo a dicha entrada (13).

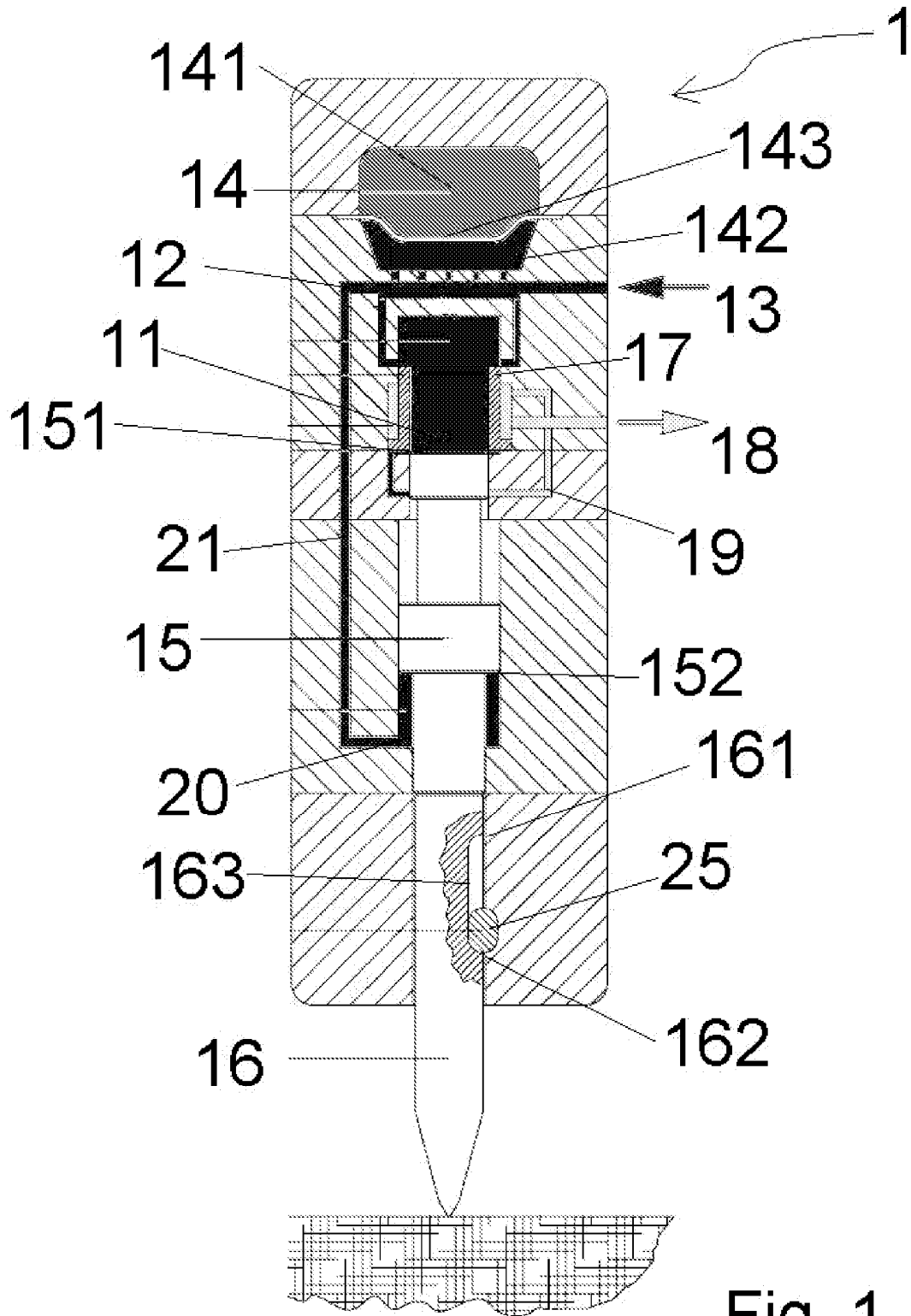
35 4. Martillo para excavadora según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** dicha derivación comprende uno o más orificios proporcionados en dirección radial sobre la superficie interna del asiento de deslizamiento de dicho pistón (15), comunicando con dichos conductos (12, 21) para conectar dicha cámara de empuje activo y dicha cámara de empuje pasivo a dicha entrada (13).

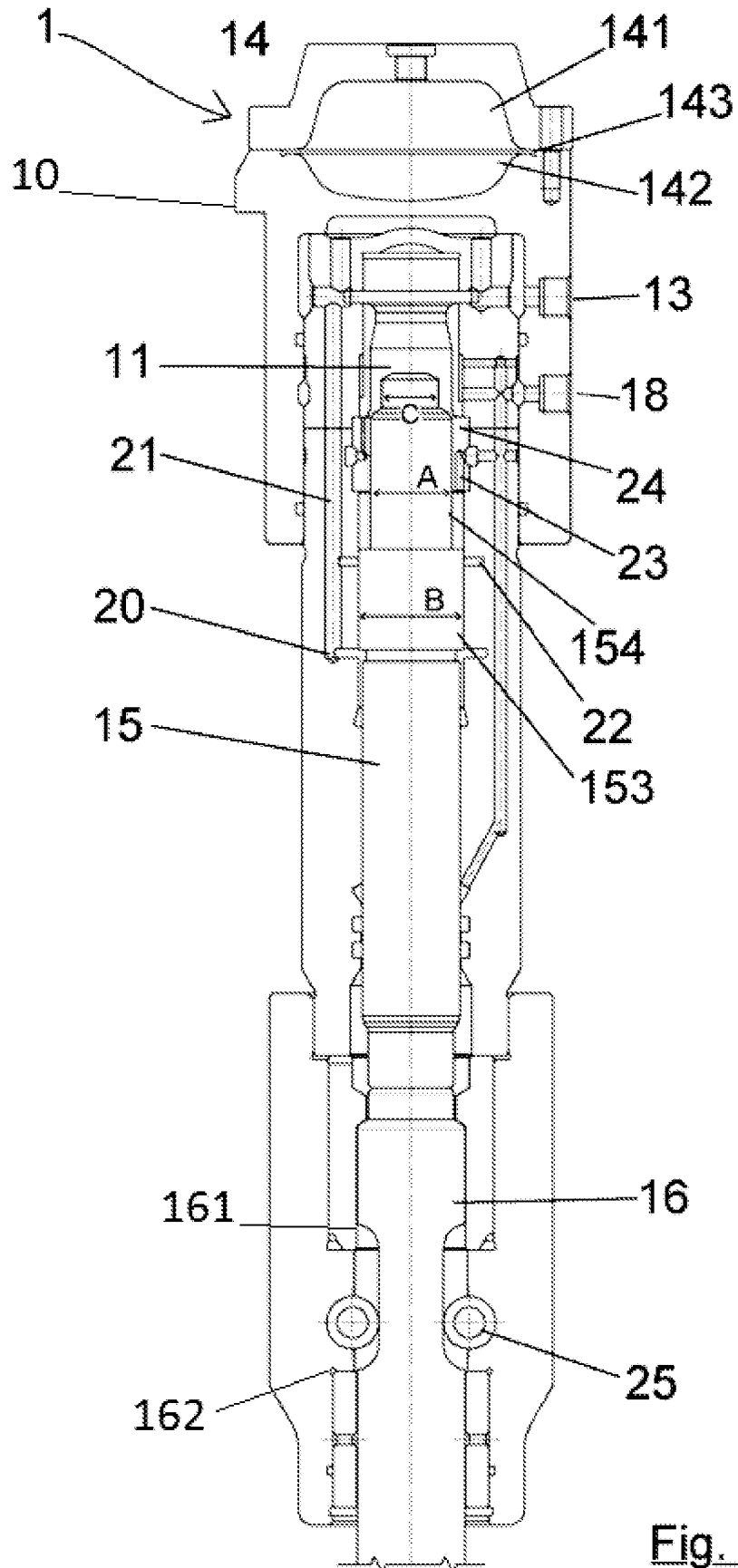
40 5. Martillo para excavadora según cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado por que** la sección de dicho pistón (15) que, en la posición de trabajo, está en correspondencia con dicha ranura anular (22) o dichos orificios proporcionados en dirección radial, tiene un diámetro (B) tal como para que el pistón (15) se deslice en el asiento obtenido en el cuerpo del martillo (1), y al mismo tiempo se obtiene un sello con respecto a la ranura anular (22) o los orificios proporcionados en dirección radial sobre la superficie interna del asiento de deslizamiento del pistón, y **por que** dicho pistón (15) presenta, además, una sección, que tiene un diámetro (A) menor que dicho diámetro (B) definido previamente, estando dicha sección adicional en correspondencia con dicha ranura anular (22) o dichos orificios radiales cuando la amplitud axial del pistón es mayor que dicha posición límite, liberando así dicha derivación y poniendo en comunicación dicha entrada (13) con dicho retorno con una presión baja del aceite (18).

45 6. Martillo para excavadora según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo, además, una cámara anular (41) en comunicación con la salida (18) del circuito hidráulico y dispuesta concéntricamente a dicho pistón (15), que se pone en comunicación con dicha cámara de empuje pasivo (20) durante el descenso del pistón, permitiendo así la descarga del aceite desde dicha cámara de empuje pasivo en la salida del circuito hidráulico **caracterizado por que** dicha cámara anular (41) se obtiene en el cuerpo metálico de dicho martillo.

50 7. Martillo para excavadora según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la relación entre dicho primer volumen (142) de dicho acumulador (14) y la cilindrada del pistón del martillo es preferiblemente de entre 10 y 14.

8. Martillo para excavadora según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que** en la intersección entre el conducto (144) que conecta el acumulador (14) con la cámara de empuje activo (11) y el conducto (31) que conecta la entrada (13) con la cámara de empuje activo se proporciona un chaflán para favorecer el cambio de dirección del aceite, evitando la formación de vórtices.
- 5 9. Martillo para excavadora según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la relación entre el área del espacio de entrada en la cámara de empuje activo (11) y la cilindrada del pistón es mayor que  $1,5E-02m^{-1}$ .





**Fig. 2**

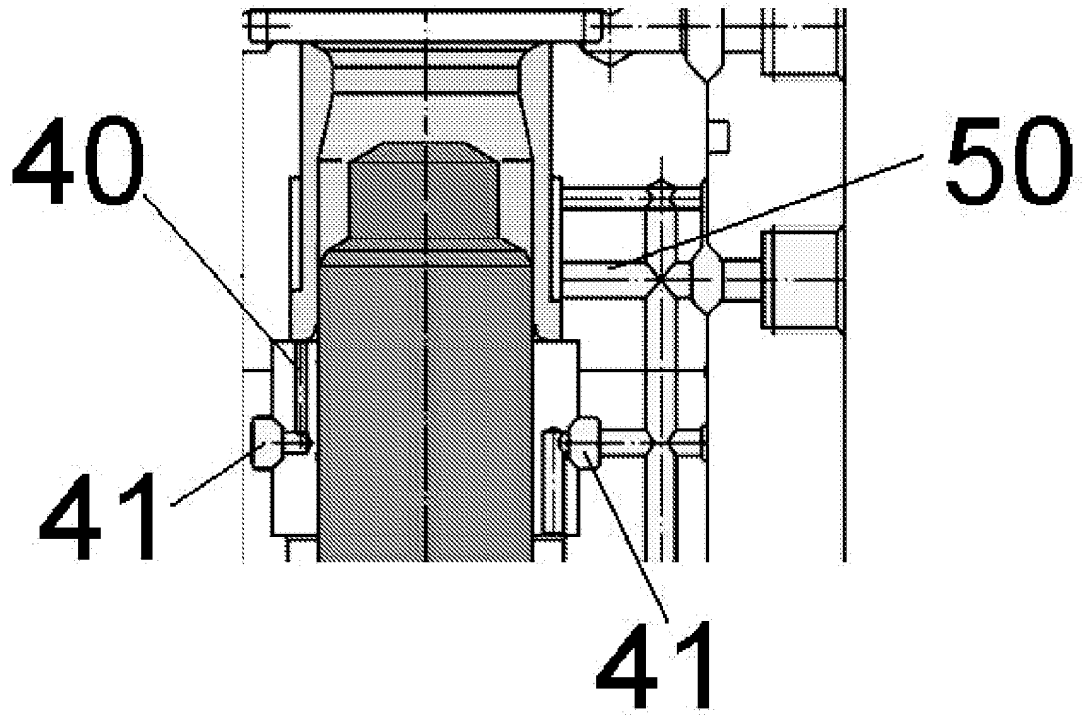


Fig. 3

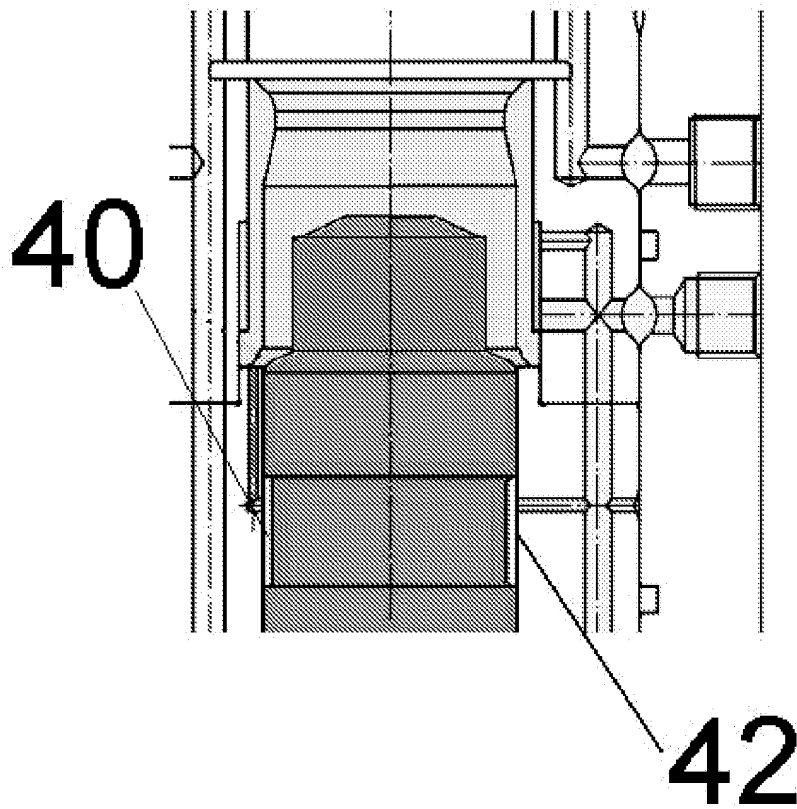


Fig 4

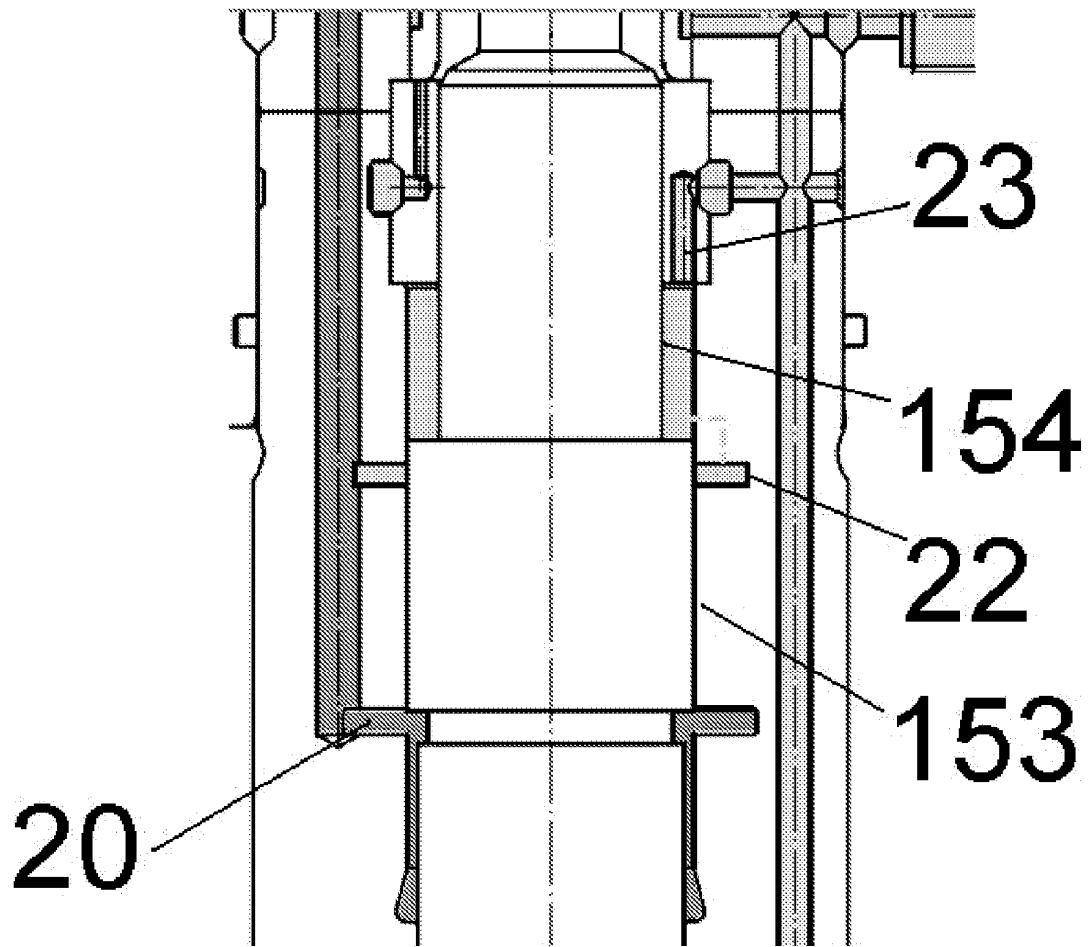


Fig. 5

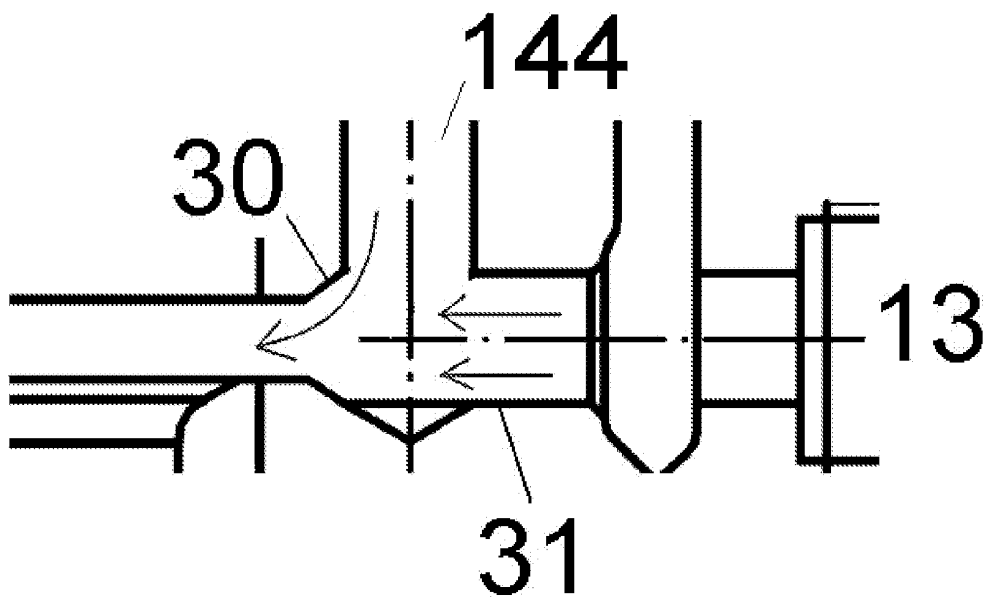


Fig. 6

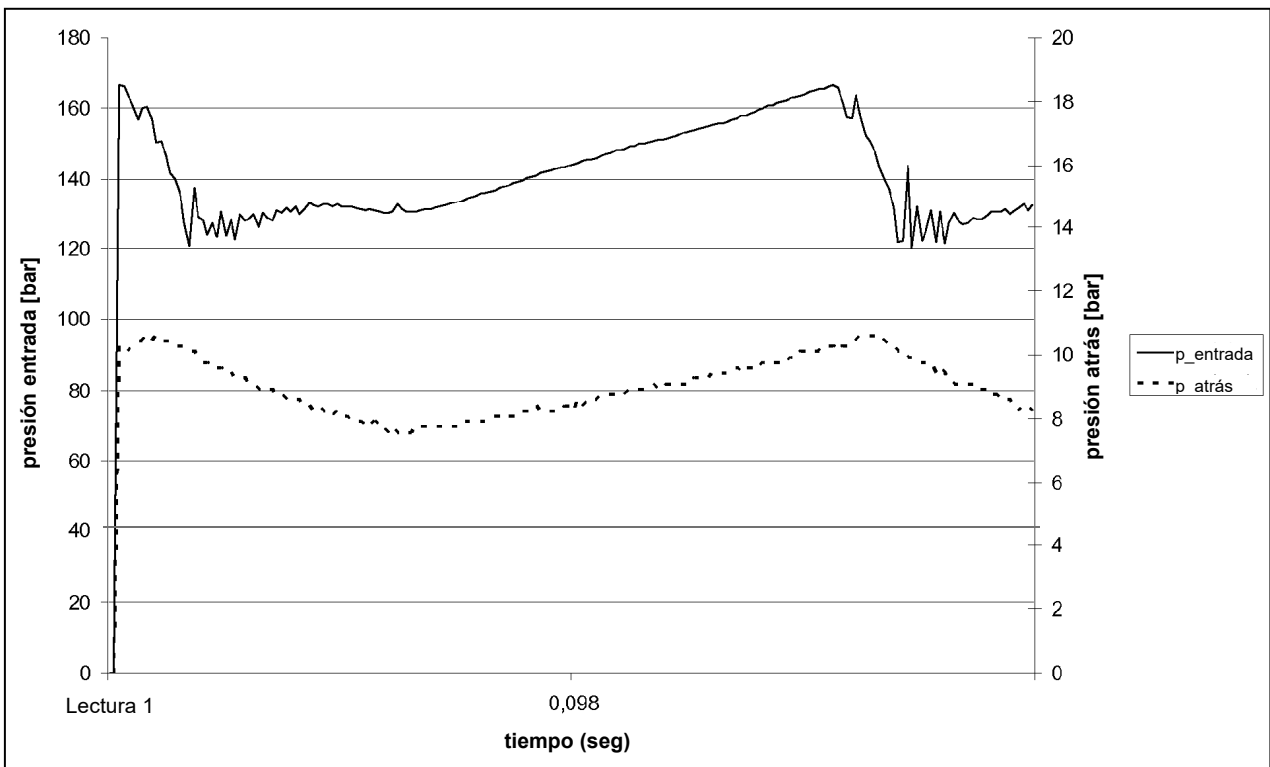


Fig. 7

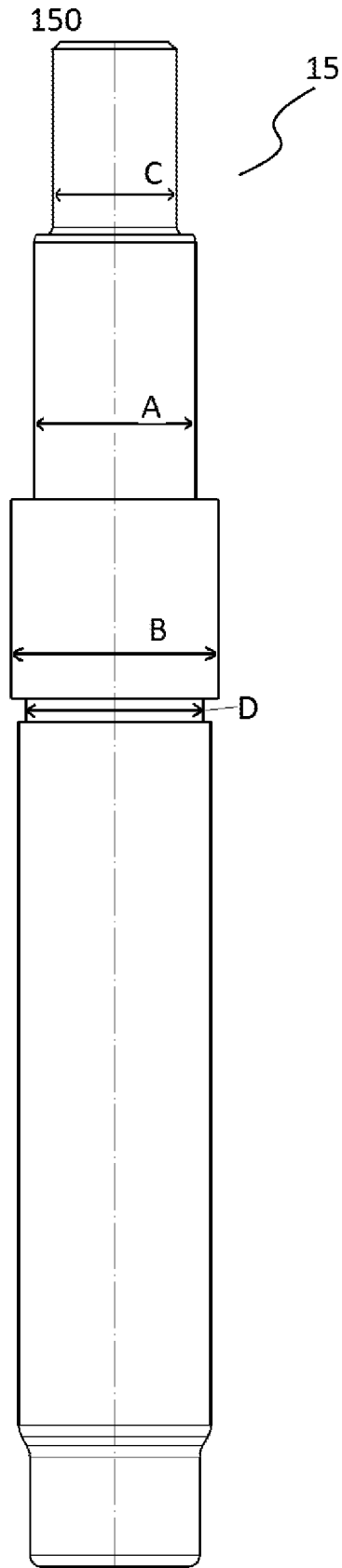


Fig. 8

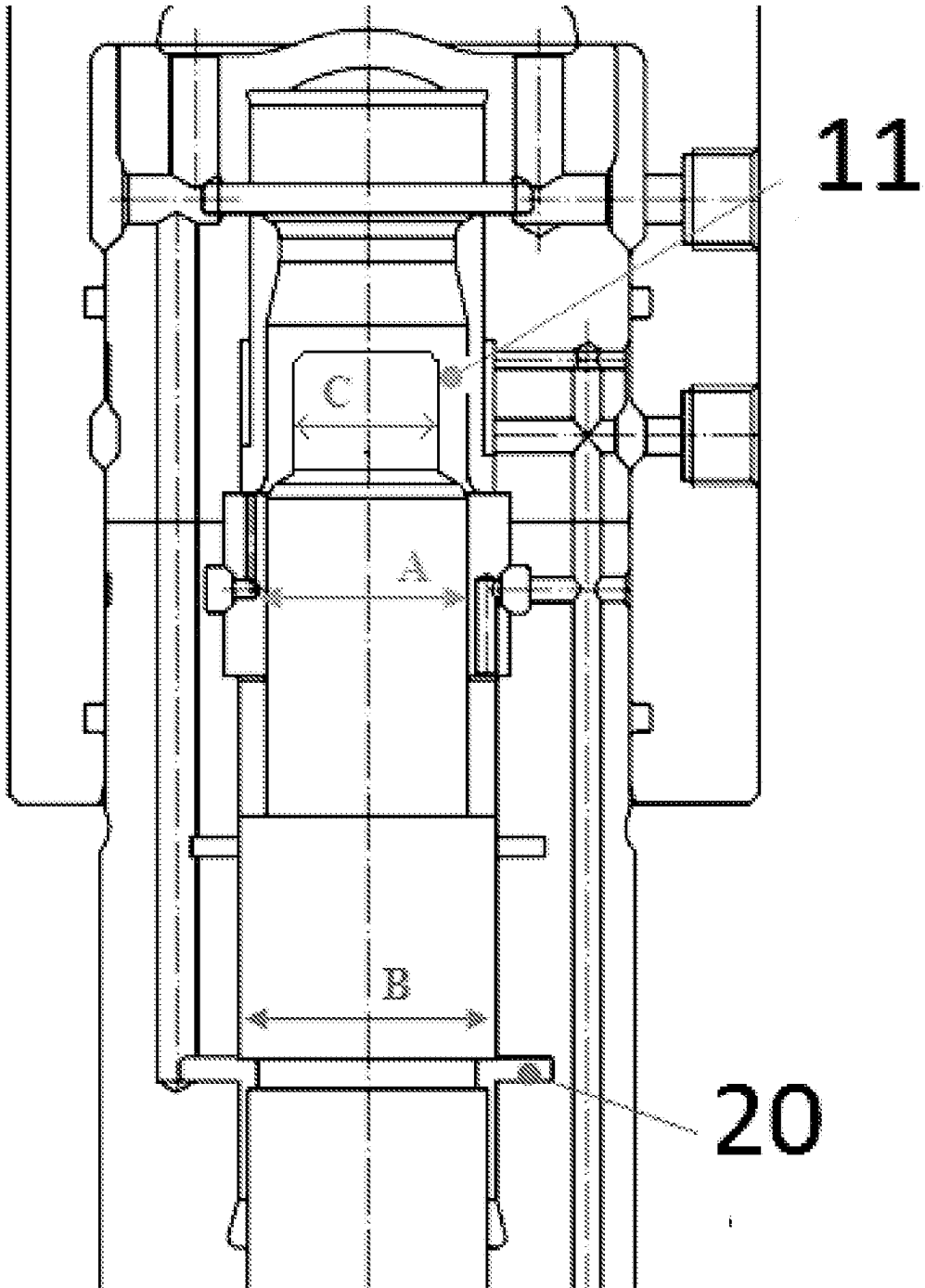


Fig. 9

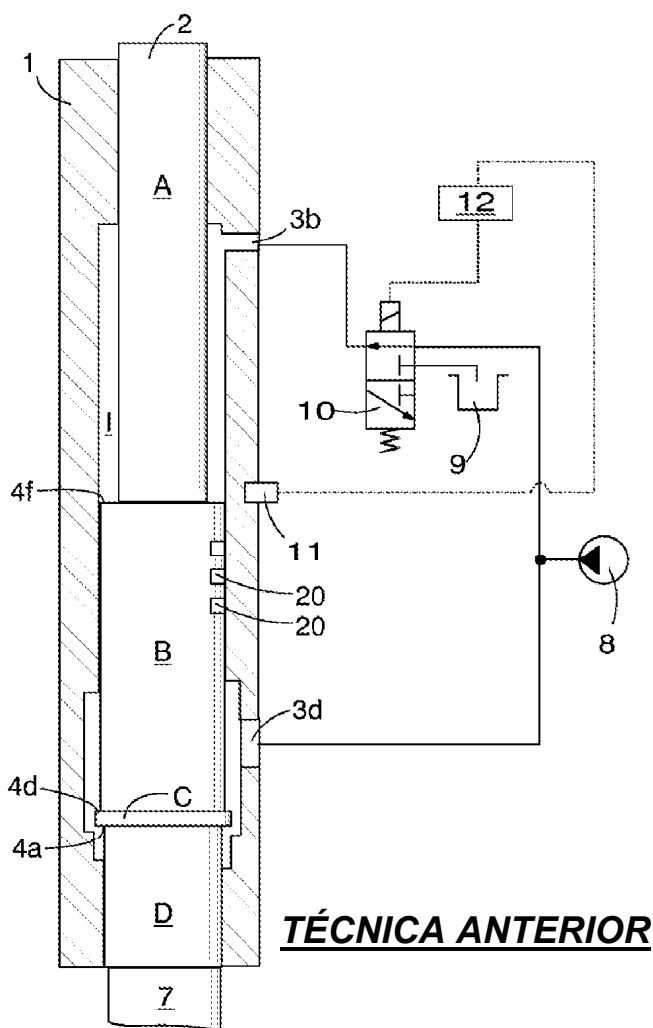


Fig. 10

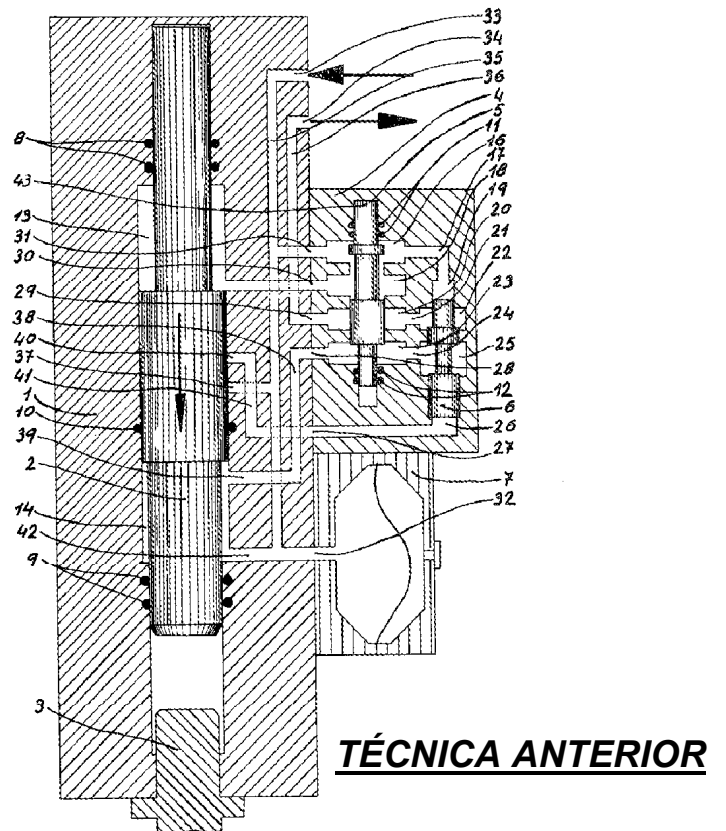


Fig. 11