

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 979**

51 Int. Cl.:
F16L 41/04 (2006.01)
F16L 41/08 (2006.01)
B63C 7/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08701946 .9**
96 Fecha de presentación: **28.01.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2106514**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.10.2009**

54 Título: **MÉTODO Y APARATO DE FIJACIÓN DE UN CONDUCTO A UNA ESTRUCTURA.**

30 Prioridad:
27.01.2007 GB 0701600

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.01.2012

73 Titular/es:
**DEEP TEK UNDERWATER IP LIMITED
KILBURNS HOUSE
NEWPORT-ON-TAY FIFE DD6 8PL, GB**

72 Inventor/es:
CRAWFORD, Alexander, Charles

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 371 979 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

Método y aparato de fijación de un conducto a una estructura

5 Esta invención se refiere a un método y a un aparato de fijación de un conducto a una estructura. De forma típica, la estructura contiene fluidos que serán extraídos a través del conducto. Algunas realizaciones pueden resultar útiles para estructuras en cuyo interior los fluidos serán inyectados a través del conducto. Realizaciones de la invención son especialmente útiles para unir conductos, tales como tubos, a estructuras que son relativamente inaccesibles, por ejemplo, depósitos y otras estructuras que están sumergidas en agua y que solamente permiten acceder a una cara del depósito. Algunas realizaciones son útiles para unir tubos para la extracción de petróleo y otros fluidos dañinos para el medio ambiente de barcos sumergidos.

10 Muchas estructuras sumergidas, tales como barcos hundidos, etc., contienen grandes cantidades de petróleo u otros fluidos que pueden ser dañinos para el medio ambiente si son liberados al entorno de manera incontrolada. De forma típica, para evitar una liberación incontrolada de los fluidos desde la estructura, el petróleo u otro fluido es extraído de la estructura de manera controlada y, de forma tradicional, unos conductos, tales como tubos, se fijan a los depósitos de los barcos hundidos con el objetivo de vaciar el petróleo contenido en el interior del depósito.

15 En la actualidad, unos tubos con bordes se fijan a los depósitos por soldadura si es posible, en otro caso, los mismos pueden fijarse mediante elementos de fijación, tales como tornillos o remaches. En algunos casos, cuando ambos lados del depósito son accesibles, el tubo puede ser embutido en un orificio practicado previamente usando una herramienta de embutición de tubos.

20 El método tradicional para extraer líquido o gas (o contenidos) de un naufragio o estructura sumergida ha consistido en usar buceadores o vehículos de control remoto (ROV) para perforar y empalmar orificios en la estructura a efectos de montar un tubo con bordes, mediante el uso de tornillos que pasan a través de los bordes. Con frecuencia, los bordes se mantienen dispuestos contra la estructura mediante soportes de perforación magnéticos mientras son perforados y fijados a la estructura. Normalmente, el tubo con bordes está dotado previamente de una válvula y el orificio final en las estructuras es perforado a través de la válvula abierta, en el interior del hueco del tubo unido, a efectos de contener el petróleo en el interior del tubo cuando se retira el taladro.

25 El proceso actual puede resultar peligroso si el líquido o el gas contenido en el depósito está bajo presión o es inflamable o tóxico, y consume tiempo y es difícil, siendo por lo tanto caro en términos de tiempos de inmersión y nivel de habilidad necesarios. La duración y los costes se ven agravados por el hecho de que, con frecuencia, el petróleo se escapa del depósito o de espacios para la maquinaria en la mayor parte de naufragios, y parte del mismo permanece retenido en el interior de otras partes de la estructura del barco. Por lo tanto, el petróleo debe ser extraído de diferentes partes del naufragio, lo que, de forma típica, requiere la unión de un gran número de tubos en diferentes posiciones para la extracción controlada de todo el petróleo.

30 GB2217801 y US4284110 describen métodos previos de conexión de conductos a estructuras.

35 Según la presente invención, se da a conocer un método de unión de un conducto a una estructura según la reivindicación 18.

40 De forma típica, la estructura es plana y tiene una primera cara y una segunda cara opuesta. Por ejemplo, la estructura puede comprender un depósito que tiene una (primera) cara exterior y una (segunda) cara interior. En algunas realizaciones, una parte del conducto se hace pasar a través de un orificio en la (primera) cara de la estructura hasta que el cuello pasa totalmente a través del orificio y se extiende más allá de la segunda cara (interior) de la estructura, en el extremo opuesto del orificio. De forma típica, el conducto tiene un reborde o borde u otro mecanismo de tope en la superficie exterior del conducto para limitar una introducción excesiva del conducto en el orificio, de modo que, cuando el reborde contacta con la cara exterior de la estructura y evita un movimiento axial adicional de introducción del conducto en el orificio, el cuello se extiende solamente una distancia reducida desde la cara interior opuesta de la estructura. En algunas realizaciones, el cuello puede tener una limitación en el diámetro interior, aunque en otras realizaciones, el diámetro interno del cuello puede estar alineado con el diámetro interior del conducto.

45 La invención también da a conocer un aparato de transferencia de fluidos a una estructura o desde la misma según la reivindicación 1.

50 De forma típica, el cuello es maleable, de modo que el mismo puede ser deformado por el paso del dispositivo extensor de una primera configuración, en la que el mismo permite el paso del cuello a través del orificio antes de que el dispositivo extensor pase a través del paso interno, a una segunda configuración, en la que el mismo evita o limita el paso del cuello a través del orificio después de la extensión del cuello por el movimiento del dispositivo extensor a través del paso interno. De forma típica, el cuello está conformado en el extremo distal del conducto que se introduce en el orificio de la estructura.

55 En algunas realizaciones, las dimensiones internas del paso interno pueden variar a lo largo de la longitud del paso

5 interno. Por ejemplo, el cuello puede tener forma de escalón o labio en la superficie interna del conducto, por ejemplo, un reborde, saliente o anillo interior que se extiende radialmente en el interior del paso interno, de forma típica, en el interior del hueco del paso interno, y separado del extremo del paso por cierta distancia. El escalón o labio puede ser continuo alrededor de toda la circunferencia de la superficie interior del cuello o puede estar formado por partes separadas que son discontinuas. En algunas realizaciones, las dimensiones internas iniciales del paso interno pueden ser sustancialmente constantes a lo largo de su longitud y el cuello puede estar situado en un extremo del paso, y la superficie externa puede ser deformada hasta una forma de embudo por el movimiento del dispositivo extensor a través del paso. Es suficiente que el diámetro externo sea deformado hasta una forma asimétrica para retener el cuello en el orificio, ya que, de forma típica, el dispositivo extensor extenderá el paso interno hasta una dimensión interna uniforme. El labio puede estar conformado a partir de un escalón mecanizado, cortado o moldeado en la superficie interior del hueco del conducto. En algunas realizaciones, el labio puede ser conformado por separado y ser unido posteriormente, por ejemplo, soldando o pegando un saliente, tal como un anillo anular o semianular, a la superficie interior. En algunas realizaciones de la invención, el labio puede comprender una estructura de soldadura o residuo de soldadura conformado en la superficie interior del hueco del conducto.

De forma típica, el mecanismo de accionamiento está adaptado para accionar el conducto a través del orificio en la estructura. El aparato también puede incluir un mecanismo de unión que comprende opcionalmente un mecanismo de sujeción para conectar temporalmente el conducto a la estructura antes de que el dispositivo extensor sea accionado a través del conducto.

20 El conducto puede ser cilíndrico, con una superficie interior que tiene una sección transversal en forma de arco. En algunas realizaciones, el conducto puede ser cuadrado y la superficie interior del conducto puede tener una sección transversal con otras formas, tal como una sección transversal rectangular.

25 De forma típica, el mecanismo de tope comprende un reborde o borde que se extiende radialmente desde el conducto, en perpendicular con respecto al eje del conducto. Algunas realizaciones tienen un mecanismo de sujeción para retener temporalmente el conducto en su posición durante su unión y, de forma típica, puede comprender dispositivos magnéticos adaptados para conectar el borde a la estructura antes de conformar el orificio, de forma típica, a la cara exterior de la estructura. En algunas realizaciones, los medios de tope pueden incluir un anillo elástico, tal como un aro o anillo de muelle.

30 La broca de corte puede ser desplazada por un mecanismo de accionamiento de broca, tal como una unidad de cilindro y émbolo hidráulico. Opcionalmente, es posible usar esta misma unidad de cilindro y émbolo hidráulico para accionar el conducto en contacto con la estructura. Opcionalmente, es posible usar el mismo mecanismo de accionamiento para accionar el movimiento del dispositivo extensor, aunque el mismo puede ser accionado mediante otros mecanismos.

35 El dispositivo extensor puede estar estrechado, siendo una parte más ancha que el cuello y siendo una parte más estrecha que el cuello. El dispositivo extensor puede incorporar piezas móviles, por ejemplo, el mismo puede estar adaptado para extenderse durante, antes o después del paso del dispositivo a través del paso. En algunas realizaciones, el dispositivo extensor puede ser sólido, sin ninguna pieza móvil. De forma típica, el dispositivo extensor es cónico o troncocónico. Opcionalmente, el dispositivo extensor puede incorporar cojinetes para controlar el par aplicado en el dispositivo extensor. El dispositivo extensor puede ser montado en el interior de una parte superior del conducto y sobre el cuello o debajo del mismo. El dispositivo extensor puede estar adaptado para pasar totalmente a través del cuello (o del tubo) o solamente a través de una sección del cuello o del tubo.

El aparato puede ser montado en una unidad de guía que aloja el conducto con el cuello, y que tiene opcionalmente un borde para facilitar su conexión temporal a la estructura antes de que el dispositivo extensor sea accionado a través del conducto.

45 El fluido puede comprender cualquier sustancia fluida, y realizaciones de la invención resultan especialmente adecuadas para usar con líquidos, tales como petróleo, agua y sustancias químicas; sólidos, tales como polvos; o gases. En algunas realizaciones, los fluidos pueden comprender microorganismos.

50 De forma típica, realizaciones de la invención permiten fijar el conducto en su posición solamente por un lado del depósito. La operación completa de unión de un tubo puede llevarse a cabo rápidamente y en una etapa, sin retirar espitas o taladros para fijar los tornillos en los orificios, lo que provocaría escapes de fluido o de gas. Este método puede ser usado más fácilmente en zonas peligrosas y a grandes profundidades de agua con menor riesgo para el personal operativo.

55 De forma típica, realizaciones de la invención requieren menos habilidad por parte del operario, ya que los mecanismos de accionamiento pueden prepararse en la superficie antes de unir el sistema a la estructura. Existen realizaciones que pueden quedar sujetas rápidamente (temporal o permanentemente) a la estructura (p. ej., usando imanes) y en las que el tubo puede unirse a un lado de la estructura en minutos. Realizaciones del equipo pueden ser transportadas fácilmente y pueden funcionar en barcos distintos, que oscilan de pequeños barcos de pesca a grandes barcos.

De forma típica, la unidad de guía que contiene el conducto desciende hasta la parte superior, lado o cualquier parte del depósito o estructura al que debe unirse un tubo. Opcionalmente, la misma queda sujeta temporalmente en su posición mediante imanes, pesos, soportes o fijaciones, tales como tornillos o pernos de rosca cortante, que actúan de forma típica entre un borde de la unidad de guía y el depósito. Una vez la unidad de guía queda unida al depósito, se acciona el taladro y el depósito es cortado por la broca de perforación. Con este objetivo, la broca de perforación puede ser montada en un extremo de la unidad de guía, debajo del resto de componentes, y, de forma típica, en el extremo de un vástago de perforación que, opcionalmente, puede extenderse a través de aberturas (opcionalmente, con cojinetes) en los componentes dispuestos sobre la misma en la unidad de guía. De este modo, de forma típica, el conducto con el cuello es empujado a través del orificio perforado hasta que el mismo no puede seguir moviéndose axialmente en el orificio debido a un borde u otro elemento de tope situado en la superficie exterior del conducto. A continuación, un dispositivo extensor es forzado a través del conducto, donde queda dispuesto contra el cuello que, de forma típica, comprende una parte escalonada que sobresale radialmente hacia dentro desde la superficie interior del tubo. A medida que el dispositivo extensor sigue siendo forzado a través del tubo, el extremo estrechado del dispositivo extensor que empuja pasando la parte escalonada del cuello en el interior del tubo hace que el tubo se extienda dentro del orificio y que el propio tubo quede bloqueado en el orificio. De forma típica, la parte escalonada pasa totalmente a través del orificio para sobresalir por el otro lado del depósito, aunque realizaciones de la invención siguen funcionando si la parte del cuello que se extiende sigue situada dentro del orificio cuando el borde del conducto queda apoyado contra la superficie exterior del depósito.

De forma típica, el dispositivo extensor es forzado a través del conducto, pasando el cuello, hasta que el mismo se cae del extremo distal del tubo, conjuntamente con la broca de perforación y el vástago de perforación, en el interior de la estructura. De este modo, de forma típica, el motor de perforación, el mecanismo de accionamiento hidráulico y, opcionalmente, la unidad de guía, pueden ser recuperados dejando el tubo unido a la estructura.

De forma ventajosa, el mecanismo de sujeción, constituido normalmente por imanes, tiene suficiente fuerza para resistir la fuerza de giro del taladro y tiene suficiente fuerza para reaccionar contra la fuerza del tubo que está siendo empujado al interior del orificio. Siempre que el mecanismo de fuerza esté unido al tubo y a la guía, no existirá sustancialmente ninguna fuerza que empuje el tubo fuera del orificio cuando el mandril está siendo forzado para embutir el tubo.

En otra realización, la unidad de guía está equipada con los componentes necesarios, aunque el conducto puede tener unas paredes internas paralelas y continuas sin ninguna parte escalonada, estando conformado el cuello en el extremo distal del conducto que será introducido en el orificio. El dispositivo extensor se monta debajo del cuello, en el extremo distal del paso interno del conducto. Una vez los diferentes componentes están en su posición, la unidad de guía desciende hasta la parte superior, lado o cualquier parte del depósito o estructura al que debe unirse un tubo. La misma queda sujeta en su posición y se perfora el orificio para el conducto, tal como se ha descrito anteriormente. A continuación, el tubo es empujado a través del orificio, pasando el dispositivo de corte y el dispositivo extensor antes del mismo, hasta que el tubo no puede seguir moviéndose debido a su borde externo (sería posible usar diferentes elementos de tope de forma adicional o alternativa que no se extienden en toda la circunferencia del tubo). El dispositivo extensor estrechado, unido al eje y dispuesto más allá del dispositivo de corte para realizar orificios, es forzado a continuación (p. ej., se estira del mismo) nuevamente hacia el borde, hasta que la superficie exterior estrechada del dispositivo extensor contacta con la superficie interior del cuello. A medida que el mismo sigue siendo forzado al interior del cuello del tubo, el extremo estrechado del dispositivo extensor deforma el cuello para empujarlo radialmente hacia fuera, lo que provoca que el tubo se extienda y quede bloqueado en el orificio. El mandril es forzado nuevamente hacia el dispositivo de corte, hasta que ambos caen a través de la estructura, dejando el orificio libre. El taladro, el mecanismo de fuerza y la guía pueden ser recuperados dejando el tubo unido firmemente a la estructura. La superficie interna del cuello puede ser plana, con paredes paralelas, o puede ser escalonada, con una nervadura, labio u otro saliente interno que contactará con la superficie exterior del dispositivo extensor. El saliente interno puede ser continuo alrededor de toda la circunferencia interior del tubo o puede estar formado por partes separadas.

Según esta modificación, el sistema de sujeción, constituido normalmente por imanes, solamente requiere una fuerza suficiente para resistir la fuerza de giro del taladro y para empujar el tubo a través del orificio, ya que la fuerza sobre el mandril al embutir el tubo actúa contra el borde y, de este modo, no ejerce ninguna fuerza que empuje la guía separándola de la estructura.

En algunas realizaciones, la estructura tiene una doble capa, cada una con una superficie exterior e interior, y el petróleo que debe ser recuperado está situado en el interior de la capa interior, estando presente un espacio vacío entre las capas interior y exterior separadas entre sí. En tales casos, resulta ventajoso que el conducto pase a través de las capas exterior e interior de la estructura antes de que el cuello se extienda, de modo que el cuello se extiende cuando una parte del cuello está situada en la capa interior de la estructura o más allá de la misma. De forma típica, en tales realizaciones, la placa de guía se conecta a la capa exterior (de forma típica, a la superficie exterior de la capa exterior) y el cuello se introduce a través de los orificios en las capas exterior e interior, antes de que el dispositivo extensor sea accionado a través del cuello.

En algunas realizaciones, el mecanismo de accionamiento puede fijarse a la estructura y, de forma típica, esto se

- lleva a cabo fijando la placa de guía a la estructura y fijando el mecanismo de accionamiento a la placa de guía, transmitiendo de este modo las fuerzas de reacción aplicadas en el mecanismo de accionamiento durante el accionamiento del dispositivo extensor a la estructura, a través de las conexiones de fijación. De forma típica, el mecanismo de accionamiento puede fijarse de esta manera mediante un mecanismo de bloqueo, que puede estar soldado o embutido en la placa de guía y/o en la estructura. De forma típica, el mecanismo de bloqueo tiene dispositivos de bloqueo que se unen al conducto y lo liberan. De forma típica, los mecanismos de bloqueo pueden comprender varillas alargadas que se extienden en paralelo con respecto al conducto y conectadas al conducto a través de brazos de palanca que se acoplan y desacoplan con respecto al conducto, de forma típica, interactuando con un borde del conducto.
- 5
- 10 Opcionalmente, el conducto puede ser un tubo que está adaptado para transportar fluidos desde la estructura hasta un barco de recuperación situado fuera de la estructura. En algunas realizaciones, el conducto puede comprender un manguito más corto que está adaptado para conectar físicamente la estructura a otro conducto para transportar los fluidos al barco de recuperación. Opcionalmente, el manguito puede tener elementos de fijación y/o precintos para conectarlo y precintarlo de forma mecánica al otro conducto.
- 15 También sería posible usar realizaciones de la invención para fijar una placa a una estructura. Opcionalmente, en algunas realizaciones, la estructura podría ser elevada por el tubo.
- A continuación se describirán realizaciones de la invención a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los que,
- 20 la Fig. 1 muestra una vista despiezada de una primera realización de un aparato de fijación de un conducto a una estructura;
- las Figs. 2-4 muestran vistas secuenciales del aparato de la Fig. 1 fijando un conducto a una estructura;
- la Fig. 5 muestra un bastidor de guía para el aparato de la Fig. 1;
- la Fig. 6 muestra el bastidor de guía de la Fig. 5 con un corte exterior que forma un espacio para una válvula;
- la Fig. 7 muestra un primer dispositivo extensor para usar en el aparato de la Fig. 1;
- 25 la Fig. 8 muestra un segundo dispositivo extensor;
- la Fig. 9 muestra un tercer dispositivo extensor;
- la Fig. 10 muestra un cuarto dispositivo extensor;
- la Fig. 11 muestra un quinto dispositivo extensor;
- la Fig. 12 muestra un manguito de unión para usar con una segunda realización de la invención;
- 30 la Fig. 13 muestra otra vista del quinto dispositivo extensor;
- la Fig. 14 muestra un sexto dispositivo extensor;
- la Fig. 15 muestra un tubo unido a la estructura después de retirar el bastidor de guía;
- la Fig. 16 muestra una vista lateral de un segundo método de unión de un tubo a una estructura;
- la Fig. 17 muestra un tercer método y aparato de unión de un tubo a una estructura;
- 35 la Fig. 18 muestra otra vista del método y aparato de la Fig. 17;
- la Fig. 19 muestra un tubo unido a la estructura mediante el tercer método;
- las Figs. 20 y 21 muestran vistas secuenciales de un cuarto método y aparato de unión de un tubo a una estructura;
- la Fig. 22 muestra la cuarta realización del aparato siendo retirado del tubo;
- 40 las Figs. 23-27 muestran vistas alternativas de vástagos de perforación para usar en cualquiera de los aparatos descritos en la presente memoria;
- las Figs. 28 y 29 muestran conexiones alternativas entre el vástago de perforación y el motor de cualquiera de los aparatos descritos en la presente memoria;
- la Fig. 30 muestra una vista lateral de un quinto método y aparato de unión de un tubo a una estructura;

- la Fig. 31 muestra una vista lateral de un sexto método y aparato de unión de un tubo a una estructura;
- la Fig. 32 muestra otra vista del sexto método y aparato;
- la Fig. 33 muestra una vista lateral de cilindros hidráulicos usados en diversos métodos mostrados en los dibujos;
- 5 la Fig. 34 muestra una vista frontal de una séptima realización del aparato de unión de un tubo a una estructura;
- la Fig. 35 es un corte lateral de un conducto para la séptima realización;
- la Fig. 36 es un corte lateral de una placa de guía para la séptima realización;
- la Fig. 37 es una vista frontal de una unidad de cilindro hidráulico para la séptima realización;
- la Fig. 38 es un corte lateral de una unidad de mandril y broca de perforación para la séptima realización;
- 10 la Fig. 39 es una vista en planta de la séptima realización;
- las Figs. 40 y 41 muestran vistas en planta de una unidad de brazo de palanca de la séptima realización en configuración bloqueada y libre, respectivamente;
- las Figs. 42 a 46 muestran vistas frontales secuenciales de la séptima realización siendo utilizada;
- 15 la Fig. 47 muestra una vista frontal de la séptima realización que se corresponde con la configuración en vista lateral de la Fig. 46;
- la Fig. 48 muestra un corte del extremo del conducto de la séptima realización después de su conexión; y
- la Fig. 49 muestra un corte frontal de una octava realización.

Haciendo referencia en este caso a los dibujos, la figura 1 muestra una primera realización para unir un conducto a una estructura S. En la vista despiezada de la figura 1, el conducto comprende un tubo cilíndrico 1 que tiene un borde externo 1f que está separado de un extremo distal. Tal como puede observarse más claramente en las figuras 5 y 6, el aparato de unión del tubo 1 comprende una placa 2p de guía que es plana y rectangular y un tubo 2t de guía hueco que se extiende de forma perpendicular desde la cara superior de la placa 2p de guía. El tubo 2t de guía está soldado a la placa 2p de guía y es coaxial con respecto a una abertura central 2a de la placa 2p de guía, que es ligeramente más estrecha que el hueco del tubo 2t de guía, y la rodea, de modo que se forma un labio que se extiende radialmente entre la abertura 2a y la cara inferior del tubo 2t. El hueco del tubo 2t de guía y la abertura 2a son coaxiales.

El extremo superior del tubo 2t de guía tiene un borde para su unión a una carcasa V de válvula que soporta una válvula que está adaptada para cerrar el hueco de la carcasa V de válvula. De forma similar, la carcasa V de válvula tiene un borde para soportar en su superficie superior un separador P. Los huecos del separador P, de la carcasa V de válvula y del tubo 2t son coaxiales entre sí y con respecto a la abertura 2a, y todos estos componentes tienen una sección transversal circular.

La placa 2p tiene aberturas rectangulares en cada lado de la abertura 2a, a través de las que se extienden parcialmente unos imanes M y desde las que los mismos sobresalen con respecto a la superficie inferior de la placa 2p para contactar con la superficie S que, de forma típica, es metálica, pudiendo conectarse los imanes M a la misma temporalmente. De forma típica, los imanes M son intercambiables y, por ejemplo, pueden consistir en electroimanes, pudiendo usarse soportes de perforación magnéticos con este objetivo. La placa 2p de guía, el tubo 2t de guía, la carcasa V de válvula y el separador P comprenden conjuntamente una unidad de guía para aplicar y conectar un tubo 1 en la estructura S.

El tubo 1 se coloca en el interior del hueco del tubo 2t de guía y se extiende más allá del tubo 2t de guía, en el interior de la carcasa V de válvula, cuando está en su posición inicial retraída, antes de conectar el tubo 1 a la estructura S. El tubo 1 tiene un diámetro más pequeño que el hueco del tubo 2t de guía y, de forma típica, está separado del mismo mediante unos bordes 1f y, opcionalmente, mediante un separador 1s situado en su extremo superior. Si se desea, el borde 1f y el separador 1s pueden estar precintados con respecto a la superficie interior del hueco del tubo 2t de guía y, opcionalmente, con respecto a la carcasa V de válvula, mediante juntas tóricas u otros precintos, aunque ello no es necesario. El tubo 1 puede deslizarse axialmente en el interior del hueco del tubo 2t de guía y de la carcasa V de válvula. El separador P está abierto en cada extremo y se une por su extremo superior a una tapa en forma de tapa desmontable C que soporta un cilindro hidráulico 3 con un émbolo 3p al que está conectado un motor giratorio 4 que hace girar un vástago 5 de perforación. El cilindro 3 y el vástago 5 de perforación se extienden a través del hueco del separador P, de la carcasa V de válvula y del tubo 2t de guía, y el vástago 5 de perforación se conecta por su extremo inferior a una broca 6 de perforación giratoria que es adecuada para cortar un orificio circular a través de la estructura S. Tal como se muestra en la Fig. 1, la broca 6 encaja en el interior de la

5 abertura 2a de la placa 2p de guía y está adaptada para pasar a través de la misma. Antes de su conexión a la broca 6 de perforación, el vástago 5 de perforación pasa a través de un hueco interior de un dispositivo extensor en forma de mandril 7. El mandril 7 tiene la misma forma de circunferencia externa que el tubo 1 (en este caso, los mismos son circulares) y, en su punto más ancho, la misma se selecciona para encajar de forma ajustada con respecto al diámetro interior del tubo 1. El punto más ancho del mandril 7 es el vértice 7w situado en su parte superior, y el diámetro externo del mandril 7 se estrecha progresivamente hacia una cabeza 7h situada en su extremo inferior. En su extremo superior, el mandril 7 tiene una parte cilíndrica 7c que se extiende hacia arriba desde el punto más ancho del vértice 7w del mandril 7. En este caso, la parte cilíndrica 7c es una parte integral del mandril, aunque, opcionalmente, la misma puede ser un separador cilíndrico separado. En el hueco interior del mandril 7 están presentes dos cavidades para alojar unos cojinetes que se apoyan contra el vástago 5 de perforación en el interior del hueco interior del mandril 7, de modo que el giro del vástago 5 de perforación no es transmitido al mandril 7 durante el funcionamiento del motor 4.

10 El cilindro hidráulico 3, conjuntamente con el motor 4 y el vástago 5 de perforación, se conectan a la tapa desmontable C y, de este modo, el vástago 5 de perforación queda alineado con respecto al hueco interior del mandril 7, de modo que el mandril 7 es deslizado hacia arriba por el vástago 5 de perforación hasta que el borde superior de la parte cilíndrica 7c del mandril 7 queda apoyado contra la superficie inferior del motor 4, tal como puede observarse más claramente en la figura 2. En ese momento, la totalidad del conjunto formado por el mandril 7, el vástago 5 de perforación, el motor 4, el cilindro hidráulico 3 y la tapa desmontable C queda alineado en el interior del hueco del separador P, de la carcasa V de válvula y del tubo 1, de modo que el mandril se desplaza hacia abajo por el hueco interior del tubo 1, tal como puede observarse más claramente en la figura 2. Una vez la tapa desmontable C ha sido unida al borde superior del separador P, el extremo inferior del vástago 5 de perforación sobresaldrá con respecto al extremo inferior del mandril 7 y la broca 6 de perforación podrá unirse al extremo inferior del vástago 5 de perforación, debajo del mandril 7, quedando suspendida sobre (o contra) la placa 2p, sin extenderse más allá de la superficie inferior de la abertura 2a. En esta etapa de montaje inicial, antes de cortar la estructura S, el tubo 1 sigue dispuesto en la posición mostrada en la figura 1 y el mandril 7 puede ser deslizado libremente a lo largo del eje del hueco del tubo 1.

15 Cuando el tubo 1 está listo para ser unido a la estructura S, todo el conjunto desciende o es guiado hacia la superficie S y los imanes M son activados o se permite su unión a la estructura S a efectos de sujetar temporalmente el bastidor 2 de guía a la misma. En algunos casos, es posible usar otros mecanismos de unión temporal, en vez de usar los imanes, por ejemplo, dispositivos de succión o adhesivos, etc. Con la broca 6 de perforación todavía separada sobre el plano de la placa 2p, y sin extenderse fuera de la abertura 2a, el motor 4 es activado para hacer girar el vástago 5 de perforación y la broca 6 de perforación. Los cojinetes situados entre la cara exterior del vástago 5 de perforación y el hueco interior del mandril 7 evitan la transmisión de par del vástago 5 de perforación giratorio al mandril 7, que permanece sin girar y encajado de forma relativamente ajustada en el hueco del tubo 1. Una vez la broca 6 de perforación está girando a la velocidad de corte requerida, el émbolo 3p situado en el interior del cilindro hidráulico 3 se extiende para empujar el motor 4 hacia abajo por el tubo 1. Debido a que la superficie inferior del motor 4 se apoya contra la parte 7c cilíndrica superior del mandril 7, el mandril 7 también es empujado axialmente hacia abajo por el hueco del tubo 1 gracias a la extensión del cilindro hidráulico 3. Evidentemente, la extensión del cilindro hidráulico 3 también acciona el vástago 5 de perforación y la broca 6 de perforación a través de la estructura S, delante del tubo 1 y del mandril 7, cortando de este modo un orificio de acceso para alojar el tubo 1.

20 El diámetro de corte de la broca 6 de perforación se selecciona para que concuerde de forma ajustada con el diámetro externo del tubo 1, de modo que el extremo inferior del tubo 1 quede encajado de forma ajustada en el interior del orificio perforado a través de la estructura S, tal como puede observarse más claramente en la figura 2. El movimiento hacia abajo de la broca 6 a través de la estructura S continúa hasta que el orificio ha sido cortado y hasta que, en última instancia, el borde 1f (que tiene un diámetro más grande que el orificio que ha sido cortado) se apoya en la superficie superior de la placa 2p. En ese momento (justo después de la etapa mostrada en la figura 2), se evita que el tubo 1 siga moviéndose axialmente en el interior del tubo 2t de guía. En esta posición, con el borde 1f apoyado en el labio de la abertura 2a, el extremo inferior del tubo 1 se extiende totalmente a través del orificio de la estructura S que acaba de ser perforado por la broca 6, de modo que el mismo sobresale desde la cara inferior de la estructura S.

25 De forma típica, el borde 1f del tubo 1 tiene una arandela de retención situada en una ranura circunferencial presente en la superficie exterior del borde. La arandela de retención se extiende contra la superficie interior del tubo 2t de guía. A medida que el tubo 1 se mueve hacia abajo por el hueco del tubo 2t de guía y el borde 1f se aproxima al labio de la abertura 2a de la placa 5s, la arandela de retención queda alineada axialmente con una ranura situada en la superficie interior del tubo 2t de guía, al mismo tiempo que el borde 1f se apoya en el labio de la abertura 2a. De este modo, la arandela de retención puede extenderse libremente entre la ranura de la superficie exterior del borde y la ranura de la superficie interior del tubo 2t de guía, a efectos de bloquear el borde y el tubo 1 axialmente en el interior del hueco del tubo 2t de guía, con el borde 1f apoyado en el labio de la abertura 2a y con el extremo más inferior del tubo 1 extendiéndose a través del orificio perforado en la superficie S.

30 Una vez el borde 1f ha entrado en contacto con el labio en el borde de la abertura 2a y la arandela de retención se ha extendido, el movimiento continuo del émbolo 3p en el interior del cilindro 3 sigue ejerciendo una fuerza axial

- sobre el mandril 7, empujándolo axialmente hacia abajo por el tubo 1, estacionario en ese momento. A medida que el mandril 7 se mueve axialmente hacia abajo por el tubo 1, el mismo alcanza una posición axial en la que unos pasadores 7p de rotura, que son presionados hacia dentro contra unos muelles en el interior de unas cavidades radiales presentes en el mandril 7, quedan alineados axialmente con una ranura circunferencial presente en la superficie interior del tubo 1, momento en el que los pasadores 7p de rotura se extienden radialmente hacia fuera gracias a los muelles, en el interior de la ranura, a efectos de bloquear el mandril 7 en el tubo 1. En ese momento, la configuración del aparato se encuentra entre las etapas de las figuras 2 y 3, con la broca 6 de perforación extendiéndose desde la abertura 2a y el mandril 7 solamente empezando a sobresalir con respecto al extremo inferior del tubo 1.
- 5
- 10 A medida que el cilindro hidráulico 3 sigue empujando el émbolo 3p hacia abajo, los pasadores 7p de rotura que conectan el mandril 7 al tubo 1 se rompen bajo la fuerza aplicada por el cilindro hidráulico 3, liberando el mandril 7 para que se mueva axialmente en el interior del hueco del tubo 1. La continuación del movimiento hacia abajo del mandril 7 empuja la cabeza 7h del mandril, con su diámetro más pequeño, fuera del extremo del tubo 1, que en ese momento se extiende debajo de la superficie inferior de la estructura S.
- 15 El extremo inferior del tubo 1 tiene un cuello 1n. El cuello 1n comprende un labio que sobresale radialmente hacia dentro alrededor de la circunferencia interior del hueco del tubo 1, en el extremo más inferior del tubo, que sobresale más allá de la superficie inferior de la estructura S, de modo que el labio queda dispuesto más allá de la superficie inferior de la estructura S. De forma típica, el labio comprende una línea de soldadura o soldada continua o discontinua, dispuesta en la superficie interior del tubo 1, junto a su abertura. El labio se extiende hacia dentro una distancia predeterminada que presenta un diámetro interno que es más ancho que el diámetro externo de la cabeza 7h del mandril, pero que es más estrecho que el vértice 7w. Esto permite que la cabeza 7h pase a través del labio que se extiende hacia dentro sin deformarlo, aunque, debido a que el vértice 7w del mandril 7 es más ancho que el diámetro interno del labio circunferencial, el mismo es accionado para entrar finalmente en contacto con el labio, gracias a la fuerza continua dirigida hacia abajo ejercida por el cilindro 3. En ese momento de contacto, el aparato se encuentra sustancialmente en la configuración mostrada en la figura 3, con la parte más ancha situada en el vértice 7w del mandril 7 presionando la superficie interior del labio en el cuello 1n del tubo 1. El cuello 1n del tubo 1 es más maleable que el mandril 7, y la fuerza continua aplicada por el cilindro 3 empuja el vértice 7w del mandril hacia abajo, a través del labio, haciendo que el mismo se deforme radialmente hacia fuera, hasta que el mandril 7 pasa totalmente a través del cuello 1n del tubo 1, tal como se muestra en la figura 4. Después de que el mandril 7 ha pasado a través del cuello 1n del tubo 1, el diámetro exterior del cuello 1n del tubo 1 se ensancha radialmente hacia fuera, siendo más ancho que la abertura 2a. Las dimensiones de la abertura 2a, del tubo 1 y del vértice 7w del mandril 7 se seleccionan con unas tolerancias ajustadas entre sí, de modo que el paso del mandril 7 embute de forma segura el diámetro exterior del cuello 1n del tubo 1 en la superficie S.
- 20
- 25
- 30
- Opcionalmente, el vástago 5 de perforación está conectado al motor 5 de perforación mediante una conexión 5s de acanaladura que transmite el par entre el motor 4 y el vástago 5 de perforación cuando el vástago 5 de perforación es presionado hacia arriba contra el extremo inferior del motor 4, aunque, cuando la broca 6 de perforación no está soportada por debajo, la conexión 5s de acanaladura no retiene el vástago 5 de perforación con respecto al motor de perforación, y el mismo puede caer libremente y separarse. Por lo tanto, cuando el vértice 7w pasa por el labio en el cuello 1n del tubo 1, no existe sustancialmente ninguna fuerza que retenga el vástago 5 de perforación en el motor 4, y el mandril 7, el vástago 5 y la broca 6 se caen del extremo inferior del motor 4 y caen en el interior de la estructura S. En ese momento, el émbolo 3p puede ser retraído hacia el cilindro 3 para retirar el motor 4 de perforación del hueco del tubo 1, ya que el tubo 1 está fijado en ese instante de forma segura a la estructura S mediante la embutición del cuello 1n. De forma típica, el cilindro 3 retrae el motor 4 sobre el nivel de la válvula, que se cierra a continuación, tras lo cual la tapa desmontable C puede ser recuperada en la superficie, conjuntamente con el cilindro hidráulico 3 y el motor 4, para prepararlos para el próximo trabajo. El asiento superior de la carcasa V de válvula puede conectarse posteriormente a un conducto de fluido adicional para retirar los fluidos de la estructura, que pueden circular para ser recuperados hacia arriba a través de la abertura 2a, por el hueco del tubo 1, a través de la válvula abierta y por el conducto adicional.
- 35
- 40
- 45
- Si se desea, el tubo 2t de guía y la placa 2p de guía pueden permanecer en su posición, con los imanes M y las arandelas de retención fijando el conjunto a la estructura S. En algunas realizaciones, los pasadores o precintos de rotura situados entre el mandril 7 y el tubo 1 y la arandela de retención situada entre el borde 1f y el tubo 2t de guía son opcionales y pueden no estar presentes, constituyendo el vértice 7w del mandril 7 un encaje de fricción en el interior del hueco del tubo 1 y, de forma similar, constituyendo el borde 1f un encaje de fricción en el interior del hueco del tubo 2t de guía. En tales realizaciones, una vez el cuello del tubo 1 queda totalmente embutido en la estructura, el mandril 7, el vástago 5 de perforación y la broca 6 de perforación han caído en el interior de la estructura S y el motor 4 ha sido retraído sobre la válvula cerrada, los imanes M pueden ser retirados, dejando la embutición del cuello del tubo 1 como la única conexión estructural entre el tubo 1 y la estructura S.
- 50
- 55
- La figura 7 muestra un diseño alternativo de mandril que es extensible radialmente entre una configuración extendida radialmente, mostrada en la figura 7a, y una configuración retraída radialmente, mostrada en la figura 7b. Tal como se muestra en la figura 8, un diseño alternativo de mandril puede tener un anillo de cojinete alojado en ranuras presentes en la superficie superior del mandril que se apoya contra un anillo separador cilíndrico separado,
- 60

- a efectos de transmitir la fuerza del émbolo 3p a través del motor 4 de perforación y, de este modo, aislar el mandril 7 del par aplicado por el motor 4 en el vástago 5 de perforación. Tal como se muestra en la figura 9, la cabeza del mandril puede tener opcionalmente una forma oval irregular (u otra forma) para aumentar la presión de corte en posiciones de giro específicas del mandril y reducir la fuerza que debe realizar el cilindro 3 para empujar el mandril a través del cuello del tubo 1. La figura 10 muestra otro diseño de mandril similar al mandril descrito en las figuras 1 a 4, aunque sin los pasadores de rotura situados en el vértice. Opcionalmente, es posible introducir cojinetes en las ranuras de los extremos superior e inferior del hueco que pasa a través del centro del mandril.
- Las figuras 11 y 12 muestran un diseño modificado de mandril 17 que tiene un vértice 17w superior ancho, una cabeza 17h inferior relativamente estrecha, un hueco central con unos cojinetes orientados hacia dentro (o hacia arriba) que se apoyan en el vástago 5 de perforación, y una disposición de pasadores 17s de rotura desviados radialmente. El mandril 17 es adecuado para usar con un manguito 11 de conexión que lleva a cabo la misma función que el tubo 1 de las realizaciones anteriores. El manguito 11 de conexión se muestra en la figura 12, y tiene un cuello 11n con un labio 11l que sobresale radialmente hacia dentro en el hueco del manguito 11. El manguito 11 tiene también un borde 11s que se extiende radialmente hacia fuera desde su superficie exterior. El manguito 11 tiene también una ranura circunferencial 11c que aloja los pasadores 17s de rotura del mandril 17.
- La figura 13 es una vista separada del mandril 17 unido a la superficie superior de una broca 6 de perforación. El mandril 17 se mantiene estacionario en el interior del tubo 1 mientras la broca 6 gira debajo del mismo.
- La figura 14 muestra un diseño alternativo de mandril que tiene un escalón en la cabeza adaptado para entrar en contacto con la superficie interior del manguito y para empujarla axialmente hacia abajo en el interior del tubo 1 antes de que el vértice del mandril modificado empiece a extender el cuello.
- En algunas realizaciones, después de embutir el tubo 1 y de retirar el tubo 2t de guía y la placa 2p de guía, el tubo 1 unido presenta la configuración mostrada en la figura 15, con el cuello 1n del tubo 1 embutido hacia fuera gracias al movimiento hacia abajo del mandril 7.
- La figura 16 muestra otra realización que usa el mandril modificado 17 y el manguito 11. La realización de la figura 16 permite fijar un tubo 10 con borde que tiene un hueco central que contiene un cilindro hidráulico 13 con un émbolo 13p que ejerce fuerza sobre un motor 14 de perforación, un vástago 15 de perforación y una broca 16 de perforación, de la misma manera que como se ha descrito anteriormente. En la realización de la figura 16, el borde del tubo 1 se conecta temporalmente a la estructura S mediante unos imanes M, y la broca 16 y el equipo asociado descrito anteriormente están retraídos en el interior del hueco del tubo 10 con borde, sobre la superficie S a cortar. Inicialmente, el émbolo 13p está retirado hasta la parte superior del cilindro 13 y el mandril 17 está situado sobre el manguito 11. Debajo del manguito 11, la broca 16 de perforación se coloca justo en el interior del extremo abierto del hueco del tubo 10. El manguito 11 está retirado inicialmente en el interior del hueco del tubo 10, y está separado del extremo abierto del hueco al menos por una distancia equivalente a la broca 16 de perforación. Cuando el tubo 10 debe fijarse a la estructura S, el motor 14 es activado para hacer girar la broca 16, tal como se ha descrito anteriormente, y el émbolo 13p se extiende para accionar la broca 16 a través de la superficie S. El diámetro del orificio cortado por la broca 16 es suficiente para permitir el paso de la cabeza 11n del manguito 11, y la superficie inferior del motor 14 acciona el mandril 17 hacia abajo, hasta que el mismo entra en contacto con la superficie superior del manguito 11, por el vértice 17w del mandril 17, a efectos de empujar el manguito 11 hacia abajo por el hueco del tubo 10 con borde, y a través del orificio cortado por la broca 16. En algunas realizaciones, es posible usar la realización de mandril de la figura 14 para que el labio cuadrado situado en el extremo inferior de la cabeza lleve a cabo un contacto inicial más positivo con el borde superior del manguito 11.
- Por lo tanto, el mandril 17 empuja el manguito 11 hacia abajo, a través del orificio cortado a través de la superficie S, hasta que el borde 11s de la superficie exterior del manguito 11 entra en contacto con la superficie superior de la estructura S. El borde 11s tiene un diámetro más grande que el orificio y no puede pasar a través del mismo, de modo que la extensión adicional del émbolo 13p deja de mover el manguito, aunque sí que mueve el mandril 17 axialmente hacia abajo, a través del hueco interior del manguito 11, extendiéndolo de este modo radialmente hacia fuera. En un punto de este recorrido, los pasadores 17s de rotura situados en la superficie exterior del mandril 17 quedan acoplados en el interior del anillo circunferencial 17c de la superficie interior del manguito 11, bloqueando de este modo el mandril 17 en el manguito 11.
- El émbolo 13p sigue ejerciendo una fuerza hacia abajo sobre el mandril 17, rompiendo finalmente los pasadores 17s de rotura y haciendo que el mandril 17 se mueva rápidamente hacia abajo, a través del hueco del manguito 11. Este movimiento hacia abajo del vértice ancho 17w del mandril 17 a través del cuello 11n del manguito 11 embute el cuello 11n radialmente hacia fuera, debajo de la superficie inferior de la estructura S, embutiendo de este modo de forma segura el manguito 11 en la estructura S. Después de que el mandril 17 ha pasado totalmente a través del manguito 11, el mismo puede caer conjuntamente con el vástago 15 y la broca 16 de perforación desde la superficie inferior del motor 14, del mismo modo que como se ha descrito anteriormente, permitiendo retraer el motor 14 y el émbolo 13p para operaciones posteriores. De la misma manera que como se ha descrito anteriormente, los imanes M pueden ser retirados opcionalmente en ese momento, o pueden permanecer en su posición como medios de fijación adicionales del tubo 10 con borde.

En algunas realizaciones similares a la de la figura 16, es posible usar una arandela de retención u otros medios de fijación para fijar el manguito 11 a la superficie interior del hueco del tubo 10 con borde, y es posible disponer opcionalmente juntas tóricas para obtener precintos estancos a fluidos entre el manguito 11 y el tubo 10.

5 En las figuras 17 y 18 se muestra otra realización de un aparato de conexión de un tubo 21, mostrándose en la figura 19 un tubo unido según este método.

10 En la realización de la figura 17, un tubo 22t de guía está dotado de un borde 22p soportado temporalmente en una superficie S mediante unos imanes M, tal como se ha descrito anteriormente. El hueco del tubo 22t de guía es recto, careciendo de un labio en su extremo inferior, de modo que un borde 21f de un tubo 21 que se unirá a la estructura S es presionado directamente contra la superficie exterior de la estructura S una vez el orificio ha sido cortado. La realización modificada tiene una carcasa V de válvula y un separador P, tal como se ha descrito anteriormente. También está presente un motor 24 que acciona un eje 25 de accionamiento y un cilindro hidráulico 23 que acciona un émbolo 23p. No obstante, en la realización modificada de la figura 17, un mandril 27 está dispuesto en el aparato, sobre la broca 26 de perforación, pero debajo del cuello 21n del tubo 21, estando dispuesta la cabeza 27h del mandril 27, que es más estrecha que el hueco interior del tubo 21, en el interior del hueco del tubo 21 y orientada hacia arriba, y estando dispuesto el vértice 27w del mandril 27, que es más ancho que el hueco del tubo 21, en la región del cuello 21n, debajo del tubo 21 y fuera del mismo.

15 El cilindro hidráulico 23 estira del mandril 27 hacia arriba, a través del hueco del tubo 21, una vez la tapa C ha sido fijada a la cara superior del separador P, y el motor 24 dispuesto sobre la tapa C acciona la broca 26 a través de un eje alargado 25 que pasa a través del cilindro hidráulico 23, del tubo 21 y del mandril 27 antes de unirse a la broca 26 de perforación.

20 En funcionamiento, la realización de las figuras 17 y 18 se monta en el interior del tubo 22t de guía, de la carcasa V de válvula y del separador P, con la válvula abierta y la tapa C fijada para bloquear el conjunto con la cara superior del separador P. De este modo, el motor 24 queda conectado para accionar el vástago 25 de perforación y para hacer girar la broca 26, a efectos de cortar un orificio a través de la cara de la estructura S. El émbolo hidráulico 23p puede estar situado inicialmente a medio camino en el cilindro 23 para accionar el movimiento hacia abajo de la broca 26 de perforación a través de la cara de la estructura S, pudiendo ser soportada la fuerza de reacción necesaria para ello por los imanes M que fijan el borde 22p a la estructura S. Una vez el mandril 27 y la broca 26 de perforación han avanzado a través de la estructura S, el borde 21f de la superficie exterior del tubo 21 entra en contacto con la superficie superior de la estructura S, ya que el mismo es más estrecho que el orificio cortado por la broca 26 de perforación. En esta posición, el cuello 21n del tubo 21 sobresale axialmente debajo de la superficie inferior de la estructura S. A continuación, el motor 24 puede detenerse y el cilindro 23 puede funcionar a la inversa para tirar del vástago 25 de perforación axialmente hacia arriba en el interior del hueco del tubo 21, de modo que la cabeza 27h del mandril 27 es empujada hacia arriba en el interior del cuello 21n del tubo 21. Aunque la cabeza 27h del mandril 27 es más estrecha que el diámetro interior del cuello 21n, la continuación del movimiento del mandril 27 en el interior del cuello 21n permite alcanzar un punto en el que la superficie exterior del mandril 27 entra en contacto con la superficie inferior del cuello 21n y deforma el cuello radialmente hacia fuera. Finalmente, se estira hacia arriba de la parte más ancha situada en el vértice 27w del mandril 27 para embutir el cuello 21n del tubo 21, conectándolo de este modo de forma segura a la estructura S.

30 Opcionalmente, las dimensiones del mandril 27, del cuello 21n y del orificio a través de la estructura S realizado por la broca 26 de perforación pueden seleccionarse de modo que el mandril 27 pueda pasar hacia arriba totalmente a través del cuello 21n y ser recuperado a través del hueco central del tubo 21 después de completar la embutición del cuello 21n (con o sin labio interior). De forma alternativa, después de que el cuello 21n ha sido embutido de manera satisfactoria para fijar el tubo 21 a la estructura S, es posible liberar el mandril 27, el vástago 25 de perforación y la broca 26 de perforación con respecto al motor 24 mediante conexiones de acanaladura, de la manera descrita anteriormente, pudiendo caer en el interior de la estructura. A continuación, es posible retirar los imanes M y retraer el cilindro hidráulico al interior del separador P para poder cerrar la válvula. De forma alternativa, los imanes M pueden permanecer como componentes de fijación adicionales del tubo 22t de guía, que puede permanecer en su posición después de haber recuperado el cilindro hidráulico 23 y el motor 24 en la superficie para otro trabajo. De forma alternativa, es posible usar la válvula para permitir una unión controlada de un conducto adicional al tubo 21 y retirar la totalidad del conjunto, dejando solamente el tubo 21 unido a la estructura S mediante su embutición por el cuello 21n, tal como se muestra en la figura 19.

Esta realización resulta especialmente adecuada para la unión de tubos para la inyección de fluidos, por ejemplo, para inyectar aire comprimido en la estructura, a efectos de inflarla o impartirle flotación.

En las figuras 20-22 se muestra una realización similar de un aparato de conexión de un tubo 31.

55 En la realización de la figura 20, un tubo 32t de guía está dotado de un borde 32p soportado temporalmente en una superficie S mediante unos imanes M, tal como se ha descrito anteriormente. El hueco del tubo 32t de guía tiene un labio en su extremo inferior con una abertura tal que puede alojar la broca 36 de perforación. Un borde 31f de un tubo 31 que se unirá a la estructura S presenta un contorno tal que encaja en el interior de la abertura y entra en contacto con una parte superior del perfil del borde, directamente con la superficie exterior del labio. La realización

de la Fig. 20 tiene una carcasa V de válvula y un separador P, tal como se ha descrito anteriormente. También está presente un motor 34 que acciona un eje 35 de accionamiento y un cilindro hidráulico 33 que acciona un émbolo 33p. Del mismo modo que en la realización anterior, en la realización modificada de la figura 20, un mandril 37 está dispuesto en el aparato, sobre la broca 36 de perforación, pero debajo del cuello 31n del tubo 31, estando dispuesta la cabeza 37h del mandril 37, que es más estrecha que el hueco interior del tubo 31, en el interior del hueco del tubo 31 y orientada hacia arriba, y estando dispuesto el vértice 37w del mandril 37, que es más ancho que el hueco del tubo 31, en la región del cuello 31n, debajo del tubo 31 y fuera del mismo. El cilindro hidráulico 33 estira del mandril 37 hacia arriba, a través del hueco del tubo 31, una vez la tapa C ha sido fijada a la cara superior del separador P, y el motor 34 dispuesto sobre la tapa C acciona la broca 36 a través de un eje alargado 35 que pasa a través del cilindro hidráulico 33, del tubo 31 y del mandril 37 antes de unirse a la broca 36 de perforación.

En funcionamiento, la realización de la figura 20 se monta en el interior del tubo 32t de guía, de la carcasa V de válvula y del separador P, con la válvula abierta y la tapa C fijada para bloquear el conjunto con la cara superior del separador P. De este modo, el motor 34 queda conectado para accionar el vástago 35 de perforación y para hacer girar la broca 36, a efectos de cortar un orificio a través de la cara de la estructura S. El émbolo hidráulico 33p puede estar situado inicialmente a medio camino en el cilindro 23 para accionar el movimiento hacia abajo de la broca 36 de perforación a través de la cara de la estructura S, pudiendo ser soportada la fuerza de reacción necesaria para ello por los imanes M que fijan el borde 32p a la estructura S. Una vez el mandril 37 y la broca 36 de perforación han avanzado a través de la estructura S, el borde 31f de la superficie exterior del tubo 31 entra en contacto con la superficie superior del labio del orificio. En esta posición, el cuello 31n del tubo 31 sobresale axialmente debajo de la superficie inferior de la estructura S. A continuación, el motor 34 puede detenerse y el cilindro 33 puede funcionar a la inversa para tirar del vástago 35 de perforación axialmente hacia arriba en el interior del hueco del tubo 31, de modo que la cabeza 37h del mandril 37 es empujada hacia arriba en el interior del cuello 31n del tubo 31. Aunque la cabeza 37h del mandril 37 es más estrecha que el diámetro interior del cuello 31n, la continuación del movimiento del mandril 37 en el interior del cuello 31n permite alcanzar un punto en el que la superficie exterior del mandril 37 entra en contacto con la superficie inferior del cuello 31n y deforma el cuello radialmente hacia fuera. Finalmente, se estira hacia arriba de la parte más ancha situada en el vértice 37w del mandril 37 para embutir el cuello 31n del tubo 31, conectándolo de este modo de forma segura a la estructura S.

Opcionalmente, las dimensiones del mandril 37, del cuello 31n y del orificio a través de la estructura S realizado por la broca 36 de perforación pueden seleccionarse de modo que el mandril 37 pueda pasar hacia arriba totalmente a través del cuello 31n y ser recuperado a través del hueco central del tubo 31 después de completar la embutición del cuello 31n (con o sin labio interior). De forma alternativa, después de que el cuello 31n ha sido embutido de manera satisfactoria para fijar el tubo 31 a la estructura S, es posible liberar el mandril 37, el vástago 35 de perforación y la broca 36 de perforación con respecto al motor 34 mediante conexiones de acanaladura, de la manera descrita anteriormente, pudiendo caer en el interior de la estructura, tal como se muestra en la Fig. 22. A continuación, es posible retirar los imanes M y retraer el cilindro hidráulico al interior del separador P para poder cerrar la válvula. De forma alternativa, los imanes M pueden permanecer como componentes de fijación adicionales del tubo 32t de guía, que permanece en su posición después de haber recuperado el cilindro hidráulico 33 y el motor 34 en la superficie para otro trabajo.

Las Figs. 23-29 muestran diseños diferentes de un vástago de perforación. La Fig. 23 muestra un vástago sólido que no está adaptado para permitir la caída del vástago en el interior de la estructura. La Fig. 24 muestra un vástago modificado en el que la cabeza del vástago está conectada al eje mediante una rosca adaptada para desmontar la cabeza y el eje cuando el motor funciona a la inversa. Las Figs. 28 y 29 muestran vistas en detalle de la cabeza y de la rosca adecuadas que, opcionalmente, usan una rosca de bola. Las Figs. 26 y 27 muestran vistas secuenciales del funcionamiento y la separación de un vástago de perforación de sacrificio, con un punto de debilidad adyacente a su extremo inferior que está adaptado para fatigarse y romperse al ser sometido a un par elevado por parte del motor y para separarse, permitiendo que el mandril se caiga con la parte inferior del vástago en el interior de la estructura.

La figura 30 muestra otra realización modificada que se usa para conectar un tubo 40 de diámetro pequeño a una estructura S. La misma resulta especialmente adecuada para tubos pequeños, por ejemplo, con un diámetro de 50,8 mm (2 pulgadas), que no resultan adecuados para alojar una unidad de perforación en el interior del hueco del tubo 40. En esta realización, el cilindro hidráulico 43 está dispuesto en un soporte lateral conectado al tubo y está conectado al vástago 45 de perforación mediante un cojinete de empuje. El motor 44 de perforación está situado sobre el cojinete de empuje. Un manguito 41 conectado al tubo 40 mediante una arandela 49 de retención está dispuesto en el extremo inferior del hueco del tubo 40, junto a la estructura S, y, en su posición inicial, el manguito 41 y la broca 46 de perforación situada debajo del mismo están retirados mediante el cilindro hidráulico 43, que actúa sobre el cojinete de empuje en el interior del hueco del tubo 40 mientras el borde del tubo se está conectando a la cara exterior de la estructura S. En esta posición superior, en la que el manguito 41 está retirado en el interior del hueco del tubo 40, la arandela 49 de retención es presionada hacia el interior de la ranura anular presente en la superficie exterior del manguito 41, permitiendo que el manguito 41 se deslice libremente en el interior del hueco del tubo 40. Cuando el borde del tubo 40 se fija a la superficie exterior de la estructura S mediante los imanes M, el motor 44 se activa para hacer girar la broca 46 de perforación y el cilindro hidráulico 43 es accionado para accionar el vástago 45 de perforación, el manguito 41 y la broca 46 de perforación axialmente hacia abajo en el hueco del tubo 40, de modo que la broca 46 corta pasando a través de la superficie exterior de la estructura S. Cuando la

5 arandela 49 de retención es presionada radialmente hacia el interior de la ranura anular presente en la superficie exterior del manguito 41, el manguito 41 puede deslizarse axialmente de forma libre en el interior del hueco del tubo 40. Cuando el cilindro hidráulico 43 se extiende para empujar la broca 46 de perforación hacia abajo por el hueco del tubo 40, hacia la superficie exterior de la estructura S, la cabeza 47h del mandril se extiende una distancia reducida en el interior del hueco del manguito 41 y, cuando los lados estrechados de la cabeza 47h entran en contacto con el borde interior del borde del hueco del manguito 41, el mandril 47 empieza a mover el manguito 41 axialmente hacia abajo por el hueco del tubo 40. En última instancia, el movimiento hacia abajo provocado por el cilindro hidráulico 43 empuja la broca 46 de perforación a través de la estructura S, y la cabeza 47h del mandril 47 empuja la parte inferior del manguito 41 con un diámetro reducido al interior del orificio realizado por la broca 46 de perforación. Cuando el borde de la superficie exterior del manguito 41 es presionado contra la superficie exterior de la estructura, el manguito 41 no puede seguir moviéndose hacia abajo por el hueco del tubo 1. En ese momento, el manguito 41 está en la posición mostrada en la figura 30, con el cuello 41n del manguito 41 sobresaliendo con respecto a la superficie interior de la estructura S. Del mismo modo que en las realizaciones anteriores, el cuello 41n tiene un labio que sobresale radialmente hacia dentro en el interior del hueco del manguito 41, y el labio es más ancho que la cabeza 47h, pero más estrecho que el vértice 47w del mandril 47.

10 Cuando los bordes exteriores del manguito 41 entran en contacto con la superficie exterior de la estructura S, la arandela de retención 49 queda alineada axialmente con una ranura anular presente en la superficie interior del tubo 40, de modo que cuando el manguito 41 alcanza esa posición axial en el hueco del tubo 40, la arandela de retención 49 se extiende hacia el interior de la ranura anular, bloqueando el manguito 41 al tubo 40.

20 El movimiento adicional hacia abajo del cilindro hidráulico 43 no mueve el manguito 41, sino que acciona el mandril 47 hacia el interior del hueco del manguito 41 y, en ese momento, mostrado en la figura 30, un par de pasadores 47p de rotura que son desviados por muelles y unos huecos radiales del mandril 47 encajan en una ranura anular presente en la superficie interior del hueco del manguito 41, bloqueando de este modo el mandril 47 en el manguito 41.

25 En ese momento, el cilindro hidráulico 43 puede extenderse adicionalmente para romper los pasadores 47p y accionar el mandril 47 totalmente a través del hueco interior del manguito 41. Una vez el vértice 47w del mandril 47 pasa a través del cuello 41n del manguito 41, el labio presente en el cuello 41n es presionado hacia fuera radialmente para deformar el cuello 41n debajo de la cara interior de la estructura S, embutiendo de este modo el manguito 41 en la estructura S. La arandela 49 de retención mantiene la conexión mecánica entre el manguito 41 y el tubo 40 y, en ese momento, los imanes M, el motor 44, el cilindro hidráulico 43 y el vástago 45 de perforación pueden ser retirados tal como se ha descrito anteriormente, dejando que el mandril 47 y la broca 46 caigan desde una conexión de acanaladura unidireccional presente en el extremo inferior del vástago 45 de perforación. La conexión mecánica entre el tubo 40 y la estructura S se mantiene posteriormente mediante el cuello 41n embutido del manguito 41 y la arandela 49 de retención.

35 Debe observarse que los pasadores 47p de rotura son opcionales en esta y otras realizaciones. Asimismo, opcionalmente, es posible disponer una junta tórica 41s de estanqueidad entre el manguito 41 y el tubo 40 (también en otras realizaciones) si se desea limitar la circulación de fluidos. En algunas variaciones de esta realización, los imanes M pueden permanecer para obtener una conexión mecánica adicional entre el tubo 1 y la estructura S.

40 La figura 31 muestra otra realización para conectar un tubo 51 con un diámetro grande a una estructura S. El tubo 51 de diámetro grande tiene un borde que presenta unas aberturas para alojar dos imanes M. Los imanes M soportan unos cilindros hidráulicos 58 que se apoyan en la superficie superior del borde y permiten aplicar una fuerza axial para acercar y alejar el tubo 51 con respecto a la superficie S. Un cilindro hidráulico 53 montado en una tapa C, tal como se ha descrito anteriormente, está dispuesto en el hueco del tubo 51 y está conectado a un mandril 57 mediante un vástago 55 de perforación, tal como se ha descrito anteriormente. Debajo del mandril 57, una broca 56 gira gracias al vástago 55 de perforación, conectado a un motor 54 situado debajo del cilindro hidráulico 53, a efectos de cortar un orificio a través de la estructura S, que alojará el cuello 51n del tubo 51.

45 En la realización de las Figs. 31 y 32, el motor 54 se activa para hacer girar la broca 56 de perforación. Opcionalmente, la fuerza dirigida hacia abajo para llevar a cabo la acción de corte es suministrada por los cilindros hidráulicos 58 que actúan entre los imanes M y el borde del tubo 51, de modo que la broca 56 de perforación es forzada a través de la estructura S para cortar el orificio de acceso para el cuello 51n del tubo 51. Opcionalmente, parte de la fuerza de accionamiento para el movimiento axial de la broca 56 de perforación también puede ser suministrada por el cilindro hidráulico 53, teniendo en cuenta que el mandril 57 no es accionado a través del cuello 51n hasta después de que el cuello 51n ha pasado la cara inferior de la estructura S. En la mayor parte de realizaciones, la fuerza que empuja la broca 56 de perforación a través de la estructura S será suministrada por los cilindros externos 58, que ejercen una presión dirigida hacia abajo sobre la totalidad del conjunto, de modo que el cuello 51n es empujado a través del orificio cortado por la broca 56 de perforación. Una vez el borde del tubo 51 queda apoyado contra la superficie exterior de la estructura S y el cuello 51n del tubo 51 sobresale con respecto a la superficie interior de la estructura S, el cilindro hidráulico 53 puede ser accionado para accionar el mandril 57 a través del cuello 51n del tubo 1, extendiendo radialmente de este modo el labio presente en la superficie interior del cuello 51n y embutiendo el cuello 51n en la estructura S. Después de que el cuello 51n ha sido embutido de manera

satisfactoria en la estructura S, el vástago 55 de perforación y el mandril 57 pueden dejarse caer en el interior de la estructura mediante su desacoplamiento con respecto a una conexión de acanaladura situada entre el vástago 55 de perforación y el motor 54, pudiendo ser recuperada la totalidad del conjunto en la superficie, dejando solamente el tubo 51 embutido en la estructura S.

- 5 En variantes opcionales de esta realización, el émbolo 53p y, de forma típica, el motor 54, pueden estar conectados por una conexión de acanaladura a la carcasa para el cilindro 53. Asimismo, de forma típica, es posible disponer unos cojinetes entre el mandril 57 y el vástago 55 de perforación.

10 La figura 33 muestra una disposición para un cilindro hidráulico 63 típico. De forma típica, un motor Gyrotor™ 64 está atornillado a la superficie inferior de un émbolo 63p y, opcionalmente, está conectado al cilindro 63 mediante una conexión de acanaladura, a efectos de evitar el giro relativo entre el motor 64 y la carcasa del cilindro 63. Es posible disponer tubos hidráulicos a través de la parte superior del cilindro 63 para alimentar el motor 64, pudiendo estar dispuestos unos orificios adecuados a través del émbolo 63p con este objetivo.

15 Haciendo referencia en este caso a las Figs. 34-48, una séptima realización resulta especialmente útil para la unión de un conducto a una estructura que tiene dos capas, una capa exterior, tal como una pared exterior del casco S1 de un barco, y una capa interior, tal como un depósito S2 de petróleo, que está separada del casco exterior S1 y que contiene el fluido (p. ej., petróleo) que debe ser recuperado. Normalmente, en tales barcos, el espacio entre los cascos exterior e interior es de aproximadamente 1 m, aunque el mismo no es un factor constante. En la vista de la figura 34, el conducto comprende un tubo cilíndrico 71 que tiene un borde externo 71f que está separado de un extremo distal y una placa 72 de guía similar a la de realizaciones anteriores. La placa 72 de guía, que tiene un tubo 20 72t de guía, tiene unos precintos anulares en sus superficies interiores, en 72s, y está adaptada para unirse temporalmente al casco S1 a través de unos imanes u otras conexiones, tal como se ha descrito anteriormente.

El extremo superior de la placa 72 de guía está abierto para alojar el tubo 71 y conectarlo a las estructuras S1 y S2.

25 El tubo 71 encaja de forma ajustada en el hueco del tubo 72t de guía, tal como se ha descrito anteriormente, y presenta un diámetro muy ligeramente inferior al del hueco del tubo 72t de guía, en el que puede deslizarse axialmente, tal como se ha descrito anteriormente. El tubo queda precintado en el interior del hueco del tubo 72t de guía mediante los precintos, en 72s.

30 El tubo 71 incorpora una carcasa V de válvula, unida de forma típica a una sección inferior del tubo 71 a través del borde 71f. El extremo superior del tubo 71 tiene una sección 71u superior coaxial que soporta un cilindro hidráulico 73 con un émbolo 73p al que está conectado un motor giratorio 74 que hace girar un vástago 75 de perforación. Una pieza 71y en forma de Y (no mostrada a efectos de claridad en las Figs. 42-45, pero mostrada en las Figs. 46 y 47) se bifurca formando un ángulo desde la sección superior 71u y funciona durante su uso como conducto para recuperar los fluidos cuando el tubo 71 está unido a la estructura S1/S2. El cilindro 73 y el vástago 75 de perforación se extienden a través del hueco del tubo 71 y del tubo 72t de guía, y el vástago 75 de perforación se conecta por su extremo inferior a una broca 76 de perforación giratoria que es adecuada para cortar un orificio circular a través de la estructura S. La parte superior 71u del tubo 71 situada sobre la pieza en forma de Y aloja el mecanismo de perforación. La broca 76 encaja en el interior de la abertura de la placa 72 de guía y está adaptada para pasar a través de la misma, pero tiene un diámetro más grande que el diámetro exterior del tubo 71, de modo que el tubo 71 puede pasar a través del orificio cortado por la broca 76, preferiblemente de forma ajustada. El vástago 75 de perforación se conecta a la broca 76 de perforación a través de un mandril 77, que es más pequeño que los mandriles 7 descritos anteriormente.

40 El cilindro 73 está soportado en la placa 72 de guía por un bastidor 81 que comprende un par de varillas paralelas 82 que están conectadas entre sí por un puente 83 en sus extremos superiores, opcionalmente, mediante unos conectores liberables situados entre las varillas 82 y el puente 83. Opcionalmente, las varillas están conectadas por sus extremos opuestos a unos conectores liberables (no mostrados) situados en la placa 72 de guía y que permiten obtener conexiones liberables entre las varillas 82 y la placa 72. En algunas realizaciones, las varillas 82 pueden estar soldadas a la placa 72. El bastidor 81 estabiliza el cilindro 73 y lo fija a la placa 72 de guía y/o al casco S1 durante la perforación de los orificios.

45 Opcionalmente, el extremo inferior del tubo 71 tiene una ranura anular (ver Fig. 48) en su superficie exterior que aloja un gancho elástico 86 (o arandela de retención o cuña elástica) que es desviado hacia fuera y que puede mantenerse comprimido en la ranura anular para quedar alineado con respecto a la superficie exterior del tubo 71.

50 Durante su montaje, el cilindro hidráulico 73 y el motor 74 conectado al mismo, el vástago 75 de perforación y el mandril 77 quedan conectados entre sí y la parte superior del cilindro 73 queda unida al puente 83, y el cilindro 73, con todos los accesorios, queda alineado con respecto a la parte superior del hueco interior de la sección superior 71u del tubo, de modo que el mandril 77 pasa hacia abajo a través del hueco interior del tubo 71 y las varillas 82 pasan hacia abajo por el exterior del tubo 71.

55 El gancho elástico 86 situado en la superficie exterior del tubo 71 es comprimido radialmente antes de que el tubo 71 quede alineado con respecto al hueco del tubo 72t de guía y, a continuación, el gancho elástico 86 queda

comprimido en la ranura anular por la superficie interior del tubo 72t de guía siempre que permanezca situado en el interior del hueco del tubo 72t de guía.

5 Las varillas 82 están conectadas o soldadas a la superficie superior de la placa 72 de guía. Antes de utilizar la unidad, la broca 76 de perforación, que tiene el mismo diámetro que el tubo 71 y que, por lo tanto, no puede quedar alojada en el interior de su hueco, queda alineada con respecto al extremo inferior de la abertura de la placa 72 de guía, antes de unir la placa de guía a la superficie, y se fija al vástago 75 de perforación debajo del mandril 77 (en algunas variantes, la misma puede estar unida a un eje soportado en cojinetes en la unidad de mandril). Una vez la broca 76 de perforación se fija al mandril 77 o al vástago 75 de perforación, la unidad puede ser utilizada y la placa 10 72 de guía se fija temporalmente al casco exterior S1, por ejemplo, mediante unos imanes, tal como se ha descrito anteriormente. En ese momento, la unidad se encuentra en la configuración mostrada en la figura 42, con la broca 76 de perforación dispuesta en el interior del tubo 72t de guía, entre el extremo inferior del tubo 71 y la superficie exterior del casco S1. La broca 76 de perforación puede quedar retenida en el extremo del dispositivo extensor de manera liberable, tal como se ha descrito en realizaciones anteriores.

15 Las varillas 82 forman parte de un mecanismo de bloqueo para estabilizar el cilindro hidráulico 73 con respecto a la placa 72 de guía y para fijarlo a la misma al menos durante la embutición en el casco interior S2. Tal como puede observarse más claramente en la Fig. 39, las varillas 82 pasan a través de unos huecos axiales, actuando como puntos de pivotamiento de brazos 84 de palanca, que están conectados entre sí por sus extremos opuestos por un cilindro hidráulico 85 pequeño, cuya extensión puede hacer pivotar los brazos 84 alrededor de las varillas 82. Los brazos 84 de palanca pivotan de forma limitada con respecto a las varillas y su movimiento axial con respecto al 20 conducto está limitado, de forma típica, mediante unos soportes en forma de U (no mostrados) conectados al borde 71f del conducto. Por lo tanto, los brazos 84 pueden moverse de forma pivotante alrededor de las varillas 82, con respecto al borde 71f, pero no pueden moverse axialmente con respecto al borde 71f. No obstante, los mismos pueden moverse axialmente de forma selectiva con respecto a las varillas 82. En la figura 41 se muestra una configuración desbloqueada de los brazos 84, en la que el cilindro hidráulico 85 pequeño está extendido y los brazos han pivotado hacia fuera entre sí alrededor de las varillas 82, y en las Figs. 39 y 40 se muestra una configuración 25 bloqueada, en la que el cilindro hidráulico 85 pequeño está retraído y los extremos libres de los brazos 84 de palanca se mueven uno hacia otro alrededor de los puntos de pivotamiento de las varillas 82. Este cambio de configuración inicia un bloqueo de los brazos de palanca que evita que los mismos se deslicen axialmente con respecto a las varillas 82. El mecanismo de bloqueo de los brazos es convencional, resultando suficientes levas o cojinetes de bolas cautivas presentes en los brazos 82 que pasan por cavidades en forma de cuña.

30 De este modo, el motor 74 es activado para accionar el giro del vástago 75 de perforación y de la broca 76 de perforación. Una vez la broca 76 de perforación gira a la velocidad de corte necesaria, el émbolo 73p situado en el interior del cilindro hidráulico 73 se extiende para empujar todo el conjunto formado por el tubo 71, el émbolo 73p, el motor 74, el mandril 77 y la broca 76 axialmente hacia abajo, a través del tubo 72t de guía, para cortar a través del 35 casco exterior S1. Cuando las varillas 82 se fijan a la placa de guía y, a través de la misma, al casco exterior S1, los brazos 84 de palanca de deslizan libremente hacia abajo por las varillas 82, siempre que el émbolo hidráulico 85 pequeño esté extendido, en la configuración no bloqueada mostrada en la Fig. 41. De forma típica, opcionalmente, la broca 76 de perforación queda retenida en el vástago 75 de perforación mediante una rosca inversa o una rosca de bola, que retiene la broca 76 durante el giro normal del motor 74 en sentido horario.

40 Durante la penetración del casco exterior S1, el mandril 77 no se mueve axialmente a través del tubo 71, sino que se mueve conjuntamente con la totalidad del conjunto, de modo que el tubo 71 no es embutido en el casco exterior S1.

Una vez el fondo del tubo 71 ha pasado a través del tubo 72t de guía y del casco exterior S1 hasta llegar al interior del espacio vacío situado entre los cascos S1 y S2, el aparato se encuentra en la configuración mostrada en la Fig. 43. En ese momento, el gancho elástico 86 deja de ser comprimido en la ranura por la superficie interior del tubo 72t 45 de guía y, por lo tanto, el gancho elástico 86 se extiende radialmente hacia fuera en el interior de la ranura, tal como se muestra en la Fig. 48, hasta presentar un diámetro más grande que el diámetro de corte de la broca 76 de perforación.

El diámetro de corte de la broca 76 de perforación se selecciona para que concuerde de forma ajustada con el diámetro externo del tubo 71, de modo que el extremo inferior del tubo 71 quede encajado de forma ajustada en el interior del orificio perforado a través de las estructuras S1, S2. No obstante, el mandril 77 no es accionado axialmente en el interior del tubo hasta después de la penetración en el casco interior S2, de modo que el tubo 71 puede moverse axialmente de forma libre a través del orificio en el casco exterior S1, hacia el casco interior S2. 50

Cuando el tubo 71 alcanza el casco interior S1, la broca 76 de perforación empieza a cortar a través del casco interior S1 y el tubo 71 se mueve axialmente, del mismo modo que como se ha descrito anteriormente, a través del 55 casco interior S2, hasta la situación mostrada en la Fig. 44, con el extremo del tubo 71 extendiéndose con su cuello 71n a través del orificio en el casco interior S2. El movimiento hacia abajo del conjunto y del tubo 71 a través del casco interior S2 continúa hasta que el gancho elástico 86 desviado radialmente (que tiene un diámetro más grande que el orificio que ha sido cortado en el casco interior S2) sobresale en la superficie exterior del casco interior S2. En ese momento (mostrado en la Fig. 44), el extremo más interior del tubo 71 (y el cuello 71n) se extiende debajo del

extremo interior del orificio en el casco interior S2, evitando el gancho elástico 86 que el tubo 71 siga moviéndose axialmente en el interior del tubo 72t de guía mediante su apoyo contra la superficie exterior del casco interior S2. En ese momento, el cilindro hidráulico 85 pequeño se retrae para bloquear axialmente los brazos 84 de palanca con respecto a las varillas 82, fijando de este modo el cilindro hidráulico 73 de forma inmóvil a la placa 72 de guía y al tubo 71.

Una vez los brazos 84 quedan bloqueados a las varillas 82, el cilindro 73 se extiende para empujar el mandril 77 a través del tubo 71, estacionario en ese momento. Debido a que el cilindro 73 está bloqueado con respecto al tubo en ese momento, todas las fuerzas axiales aplicadas por la extensión del cilindro son soportadas por el tubo 71, evitando esto que la placa 72t de guía sea forzada a separarse del casco exterior S1 por una fuerza de reacción cuando se realiza la embutición en el casco interior S1. A medida que el mandril 77 se mueve axialmente hacia abajo por el tubo 71, el mismo se mueve a través del cuello 1n, que tiene un diseño y función similares a los cuellos de los tubos descritos anteriormente. El cuello 71n comprende un labio que sobresale radialmente hacia dentro alrededor de la circunferencia interior del hueco del tubo 71, en el extremo más inferior del tubo 71, que sobresale más allá de la superficie inferior del casco interior S2, de modo que el labio queda dispuesto más allá de la superficie inferior del casco interior S2. De forma típica, el labio comprende una línea de soldadura o soldada continua o discontinua, dispuesta en la superficie interior del tubo 71, junto a su abertura, o, de forma alternativa, el mismo puede estar conformado por un orificio escariado de material cortado a partir de una única pieza. El labio se extiende hacia dentro una distancia predeterminada que presenta un diámetro interno que es más ancho que el diámetro externo de la cabeza del mandril 77, pero que es más estrecho que el vértice. Esto permite que la cabeza pase a través del labio que se extiende hacia dentro sin deformarlo, aunque, debido a que el vértice del mandril 77 es más ancho que el diámetro interno del labio circunferencial, el mismo es accionado para entrar finalmente en contacto con el labio, gracias a la fuerza continua dirigida hacia abajo ejercida por el cilindro 73 con respecto al tubo 71, estacionario en ese momento. En ese momento de contacto, el aparato se encuentra sustancialmente en la configuración mostrada en la figura 45, con la parte más ancha situada en el vértice del mandril 77 presionando la superficie interior del labio en el cuello 71n del tubo 71. El cuello 71n del tubo 71 es más maleable que el mandril 77, y la fuerza continua aplicada por el cilindro 73 empuja el vértice del mandril 77 hacia abajo, a través del labio, haciendo que el mismo se deforme radialmente hacia fuera, hasta que el mandril 77 pasa totalmente a través del cuello 71n del tubo 71. Después de que el mandril 77 ha pasado a través del cuello 71n del tubo 71, el diámetro exterior del cuello 71n del tubo 71 se ensancha radialmente hacia fuera, siendo más ancho que la abertura en el casco interior S2, tal como se muestra en las Figs. 46, 47 y 48. Las dimensiones de la abertura, del tubo 71 y del vértice del mandril 77 se seleccionan con unas tolerancias ajustadas entre sí, de modo que el paso del mandril 77 embute de forma segura el diámetro exterior del cuello 71n del tubo 71 en el casco interior S2.

Opcionalmente, el vástago 75 de perforación está conectado de forma liberable al motor de perforación y a la broca de perforación, tal como se ha descrito anteriormente, de modo que, opcionalmente, la broca 76 de perforación puede caer desde el extremo inferior del motor 74 dentro del depósito interior. En ese momento, el émbolo 73p puede ser retraído hacia el interior del cilindro 73, tal como se muestra en la Fig. 46, a efectos de retirar el motor 74 de perforación del hueco inferior del tubo 71 situado debajo de la pieza 71y en forma de Y, quedando en ese momento el tubo 71 fijado de forma segura al casco interior S2 mediante la embutición del cuello 71n. De forma típica, el cilindro 73 retrae el motor sobre el nivel de la válvula V, que se cierra a continuación.

En algunas realizaciones, la placa de guía puede mantenerse en la estructura mediante unos imanes u otros mecanismos de fijación temporales, siendo transmitidas las fuerzas del cilindro hidráulico a la placa de guía a través del bastidor 81 y de los dispositivos de bloqueo de los brazos 84 de palanca, aunque, en algunos casos, es posible prescindir de los dispositivos de bloqueo, siendo posible embutir uno o más tubos de diámetro pequeño en la placa de guía para fijarla y precintarla con respecto a la estructura antes de embutir de forma similar otro tubo de diámetro más grande. Por lo tanto, una única placa de guía puede tener múltiples tubos conectados a la misma. La Fig. 49 muestra tal realización. En la realización de la Fig. 49, la placa de guía tiene al menos tres tubos 92a y 92b de guía, teniendo dos de los mismos diámetros pequeños (p. ej., 50,8 mm (2 pulgadas)) y pudiendo tener el otro tubo 92c un diámetro más grande. Los tubos de guía de diámetro pequeño pueden ser como el descrito en la realización de la Fig. 30, y pueden ser usados para unir la placa de guía al casco exterior S1 mientras la placa de guía está fijada al casco S1 a través de unos imanes (no mostrados), tal como se ha descrito anteriormente. Los dos tubos de diámetro pequeño permiten precintarla la placa de guía con respecto al casco y evitar escapes a través de la misma, constituyendo además un mecanismo de fijación de la placa de guía al casco S1. Una vez los tubos de diámetro pequeño se fijan a la placa de guía y se embuten en el casco S1, el espacio vacío situado entre los cascos S1 puede ser bombeado por separado a través de los tubos de diámetro pequeño. Opcionalmente, uno o ambos tubos de diámetro pequeño pueden ser usados para el suministro de elementos calentadores al espacio vacío, a efectos de calentar y aumentar la fluidez del contenido, lo que puede resultar muy útil en el caso de que el espacio vacío contenga petróleos pesados. Una vez el espacio vacío ha sido vaciado a través de los tubos de diámetro pequeño, el tubo de diámetro grande situado en el tubo 92c de guía más grande puede ser embutido en el casco interior S2, de la misma manera que como se ha descrito en la séptima realización. Opcionalmente, es posible fijar varias de tales unidades en diversas posiciones a lo largo del casco exterior S1, pudiendo ser calentado el petróleo contenido en el depósito situado en el interior del casco interior S2 mediante elementos calentadores introducidos a través de tubos específicos y pudiendo circular entre distintos tubos para mantener su fluidez antes de ser extraído a través de uno o más tubos diferentes.

Es posible incorporar modificaciones y mejoras sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, en la séptima realización es posible usar variantes del mecanismo de accionamiento que estiran del mandril hacia arriba a través del cuello, en vez de empujarlo hacia abajo, tal como se ha descrito en la presente memoria. En algunas realizaciones, las varillas pueden tener una sección transversal cuadrada y, en otras, la sección transversal puede ser redonda. El mandril puede estar soportado en cojinetes con respecto al vástago de perforación y, de forma típica, no gira con respecto al cuello cuando el mismo está extendiendo el cuello. Es posible usar brocas de perforación abatibles en cualquiera de las reivindicaciones, que se extienden radialmente gracias a la fuerza centrífuga y se contraen radialmente al estar en reposo, presentando dichas brocas por lo tanto un diámetro en reposo que puede adaptarse al interior del tubo, permitiendo de este modo la aplicación y recuperación de la broca de perforación a través del tubo sin que sea necesario dejar caer la broca de perforación en el interior del depósito después de realizar el proceso de corte.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de transferencia de fluidos a una estructura (S) o desde la misma, teniendo el aparato:
 - 5 un conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) que tiene un paso interno con un cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n), estando adaptada una parte del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) para quedar alojada en el interior de un orificio en la estructura;
 - un dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) adaptado para quedar alojado en el interior del paso interno del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) y que tiene al menos una parte que tiene una dimensión más grande que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) del paso interno; y
 - 10 un mecanismo (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73) de accionamiento adaptado para accionar el dispositivo extensor a través del paso interno del conducto y para extender el cuello del conducto, **caracterizado porque**:
 - el aparato tiene un mecanismo de perforación que comprende un vástago (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75) de perforación;
 - el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) comprende una abertura para permitir el paso del vástago de perforación;
 - 15 el mecanismo de perforación tiene una broca (6, 16, 26, 36, 46, 56, 76) de corte adaptada para conformar el orificio en la estructura (S), y;
 - la broca (6, 16, 26, 36, 46, 56, 76) de corte está montada en el extremo del vástago (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75) de perforación.
- 20 2. Aparato según la reivindicación 1, que tiene un mecanismo de tope que se extiende radialmente desde el conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71), en perpendicular con respecto al eje del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71), en forma de anillo elástico (86) desviado radialmente hacia fuera desde una ranura en la superficie exterior del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71).
- 25 3. Aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) comprende un saliente que se extiende interior y radialmente en la superficie interna del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71), en el interior del hueco del paso interno y separado del extremo del paso, en el que el saliente es un anillo anular continuo alrededor de la circunferencia interior del conducto.
- 30 4. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el mecanismo (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73) de accionamiento para el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) acciona el conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) axialmente a través del orificio en la estructura (S).
- 35 5. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que incluye un mecanismo de unión para conectar temporalmente el conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) a la estructura (S) antes de que el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) sea accionado a través del conducto.
6. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el mecanismo de perforación comprende un taladro que desplaza axialmente la broca (6, 16, 26, 36, 46, 56, 76) de corte mediante un mecanismo de accionamiento de broca que comprende una unidad (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73) de cilindro y émbolo hidráulico.
7. Aparato según la reivindicación 6, en el que la unidad (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73) de cilindro y émbolo hidráulico acciona el conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) en contacto con la estructura (S) y acciona el movimiento del dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) a través del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n).
- 40 8. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) está estrechado, siendo una parte más ancha que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) y siendo una parte más estrecha que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n).
9. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el propio dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) está adaptado para cambiar su configuración entre una configuración extendida y una configuración retraída.
- 45 10. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) incorpora cojinetes en la abertura para aislar el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) de par aplicado a través del giro del vástago (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75) de perforación.
- 50 11. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, que tiene una unidad de guía que aloja el conducto con el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n), y que tiene un borde para facilitar su conexión temporal a la estructura antes de que el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) sea accionado a través del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71).

12. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) está conectado de forma liberable al vástago (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75) de perforación y está adaptado para desconectarse del mismo cuando el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) pasa a través del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n).
- 5 13. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la broca de corte está conectada de forma liberable al vástago (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75) de perforación y está adaptada para desconectarse del vástago (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75) de perforación cuando el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) pasa a través del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n).
- 10 14. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (S) tiene una doble capa, cada una con una superficie exterior e interior (S1, S2), y el conducto está adaptado para pasar a través de las superficies exterior e interior (S1, S2) de la estructura antes de que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) se extienda, de modo que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) se extiende cuando una parte del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) está situada en la superficie interior (S2) de la estructura (S) o más allá de la misma.
- 15 15. Aparato según la reivindicación 14, que incorpora un dispositivo (86) de bloqueo elástico situado en la superficie exterior del conducto, manteniéndose el dispositivo (86) de bloqueo elástico en una primera configuración comprimida radialmente durante el paso del dispositivo de bloqueo a través de la superficie exterior (S1) y estando adaptado para cambiar su configuración después de pasar a través de la superficie exterior (S1) a una configuración extendida radialmente que ofrece resistencia a su paso a través de la superficie interior (S2) después del cambio de configuración.
- 20 16. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mecanismo (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73) de accionamiento está fijado a la estructura (S).
- 25 17. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mecanismo (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73) de accionamiento tiene un bastidor de soporte que comprende varillas alargadas que se extienden en paralelo con respecto al conducto y conectadas al conducto a través de brazos de palanca que se acoplan y desacoplan con respecto al conducto.
18. Método de unión de un conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) a una estructura (S), comprendiendo el método las etapas de
- 30 disponer un conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) con un paso interno que tiene un cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n); conformar un orificio a través de una cara de la estructura (S) para permitir el paso de una parte del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) a través del orificio; hacer pasar una parte del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) a través del orificio en la estructura (S), de modo que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) del conducto pasa a través del orificio en la estructura;
- 35 disponer un dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) adaptado para encajar de forma restringida en el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n); disponer un mecanismo (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73) de accionamiento adaptado para accionar el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) a través del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n); y accionar el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) a través de una parte del conducto, de modo que el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) ensancha una parte del paso interno del conducto en la región del cuello; **caracterizado por:**
- 40 disponer un mecanismo de perforación que tiene un vástago (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75) de perforación, montar una broca de corte en el extremo del vástago (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75) de perforación, disponer una abertura en el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) y montar el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) en el vástago de perforación haciendo pasar el vástago de perforación a través de la abertura en el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77), y desplazar axialmente el vástago de perforación hacia la estructura para conformar el orificio y para accionar el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) a través del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71).
- 45 19. Método según la reivindicación 18, en el que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) pasa a través del orificio y se extiende más allá de la estructura (S) en el extremo opuesto del orificio.
20. Método según la reivindicación 18 o la reivindicación 19, en el que un mecanismo de tope en la superficie exterior del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71) limita el movimiento axial del conducto en el interior del orificio.
- 50 21. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 18-20, en el que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) es deformado por el paso del dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) de una primera configuración, en la que el mismo permite el paso del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) a través del orificio antes de que el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) pase a través del paso interno, a una segunda configuración, en la que el mismo limita el paso del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) a través del orificio después de la extensión del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) por el movimiento del dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) a
- 55

través del paso interno.

22. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 18-21, en el que el dispositivo extensor es accionado a través del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71), pasando el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n), hasta que el mismo se cae del extremo distal del conducto.
- 5 23. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 18-22, en el que la broca (6, 16, 26, 36, 46, 56, 76) de corte se conecta de forma liberable al vástago (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75) de perforación y se desconecta del vástago de perforación cuando el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) pasa a través del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n).
- 10 24. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 18-23, en el que el dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) se monta debajo del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n), en el extremo distal del paso interno del conducto (1, 11, 21, 31, 41, 51, 71), y se estira del dispositivo extensor (7, 17, 27, 37, 47, 57, 77) desde el extremo distal a través del conducto para extender el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n).
- 15 25. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 18-24, en el que la estructura (S) tiene una doble capa, cada una con una superficie exterior e interior (S1, S2), y el conducto se hace pasar a través de las superficies exterior e interior (S1, S2) de la estructura (S) antes de que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) se extienda, de modo que el cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) se extiende cuando una parte del cuello (1n, 11n, 21n, 31n, 41n, 51n, 71n) está situada en la superficie interior (S2) de la estructura (S) o más allá de la misma.

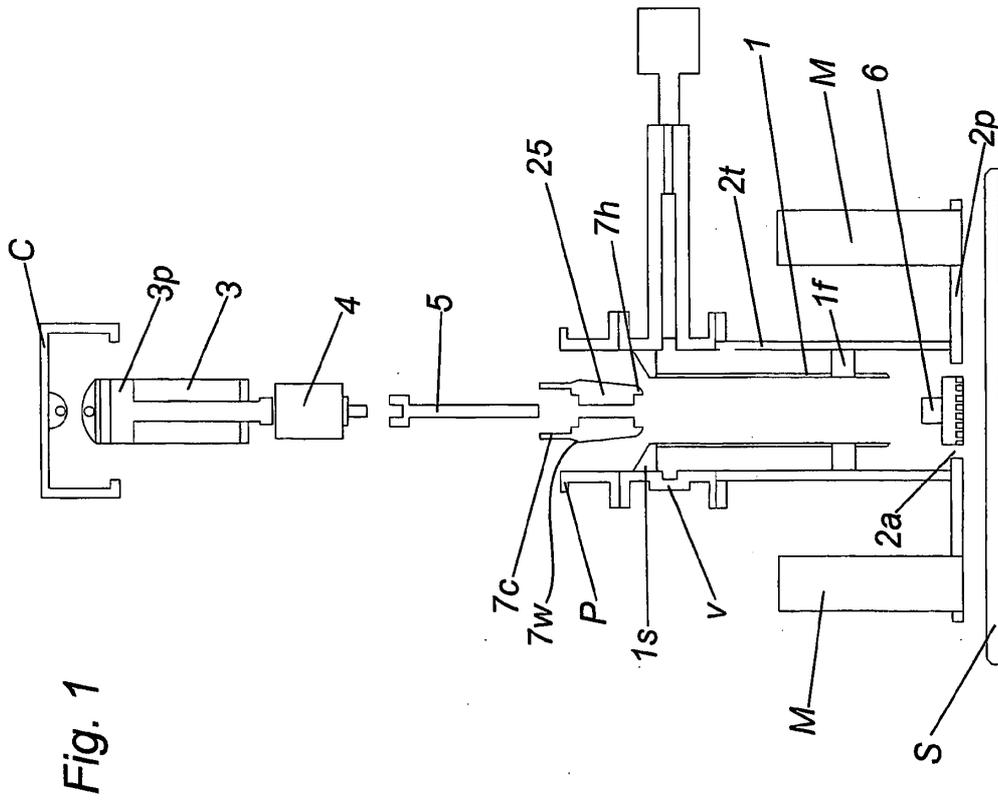
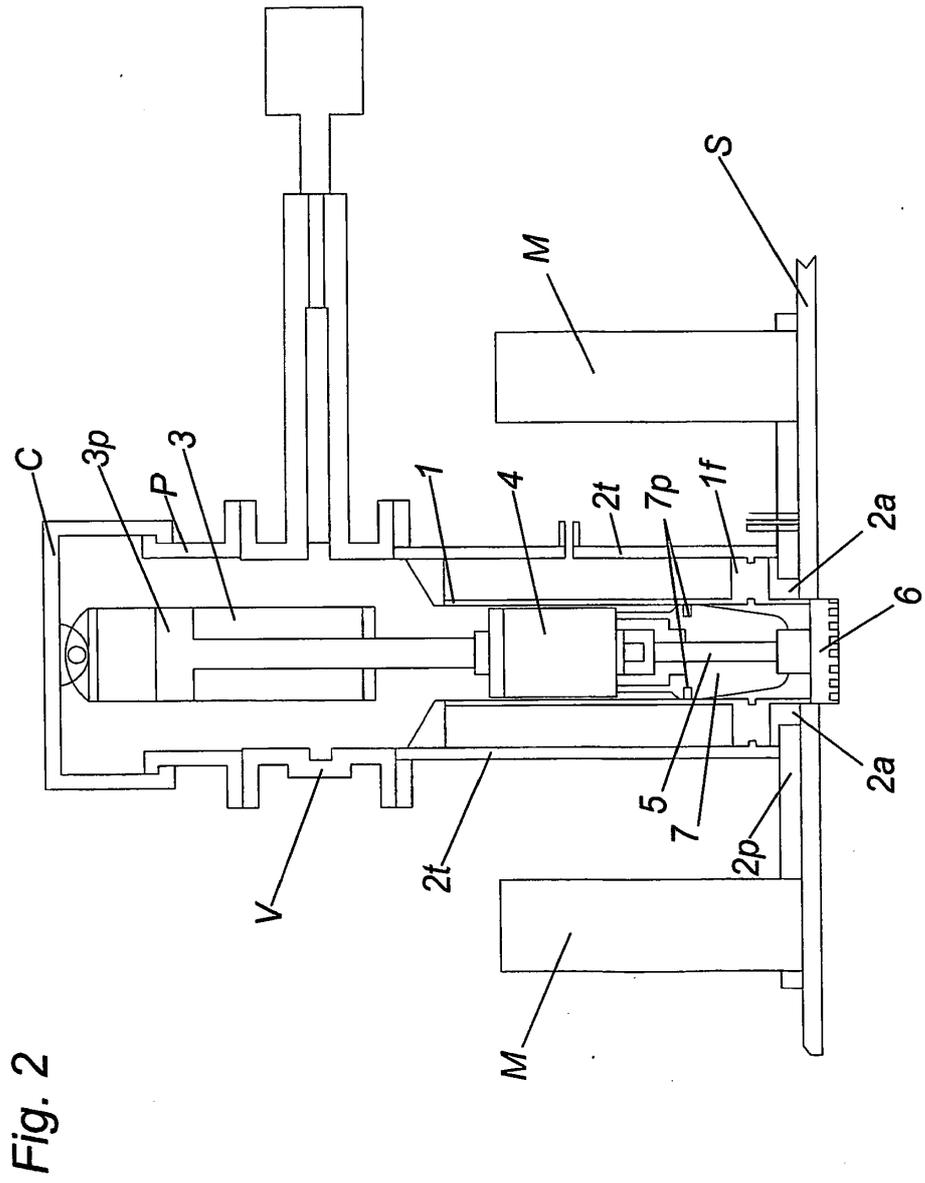


Fig. 1



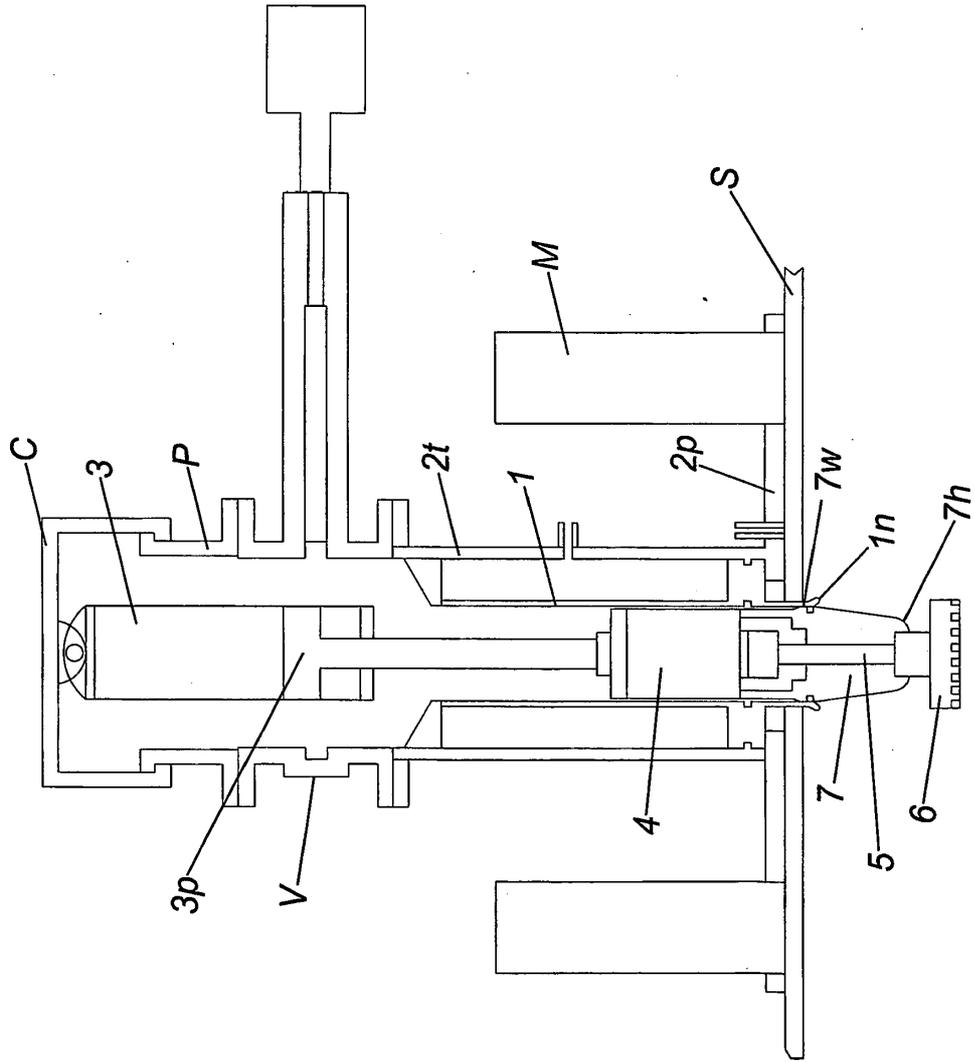


Fig. 3

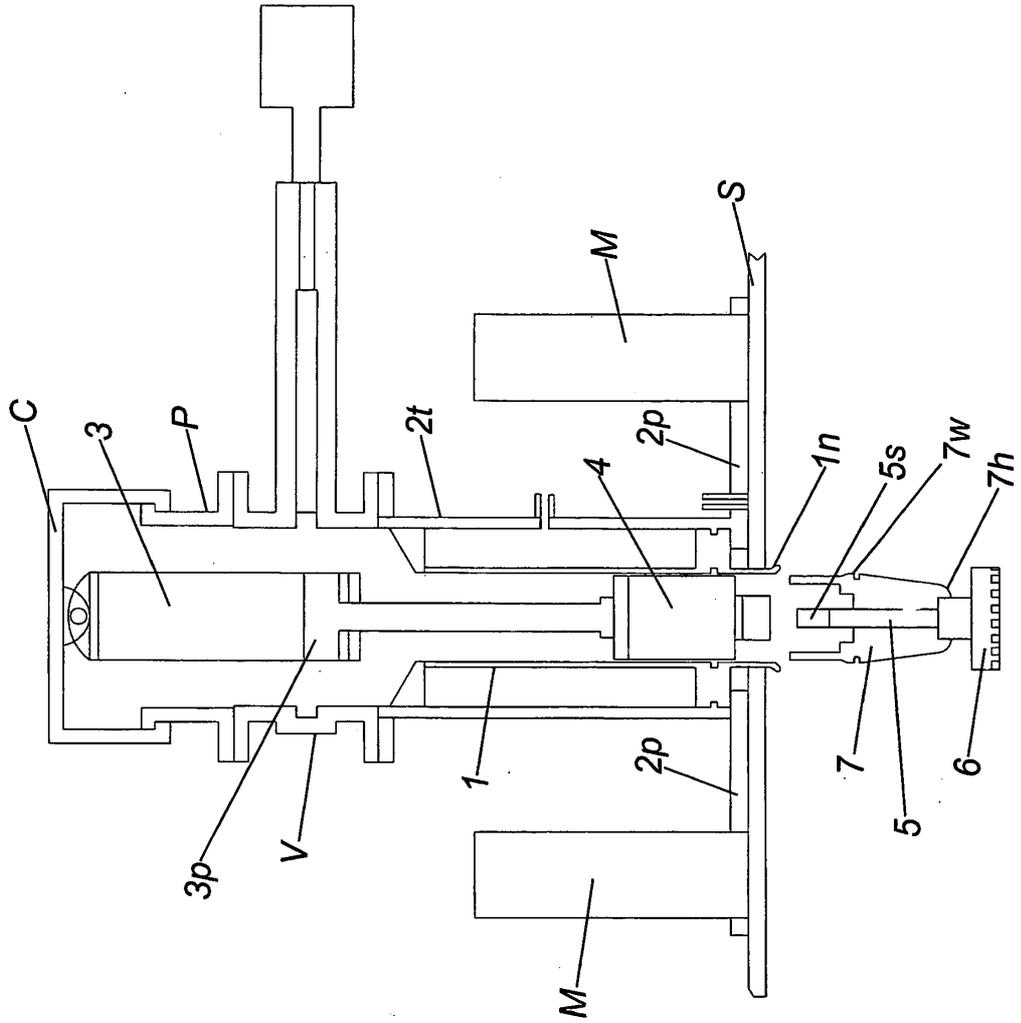


Fig. 4

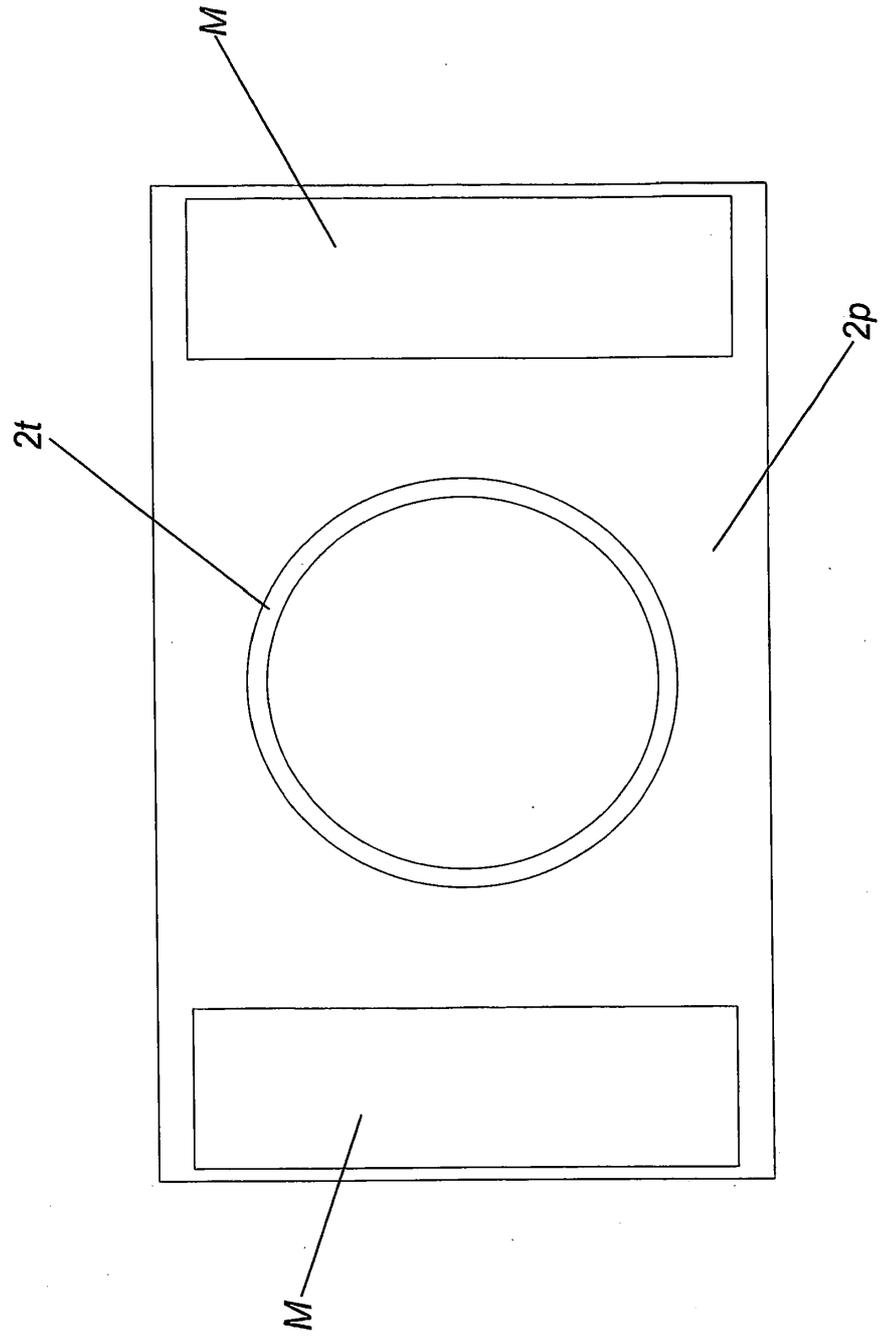


Fig. 5

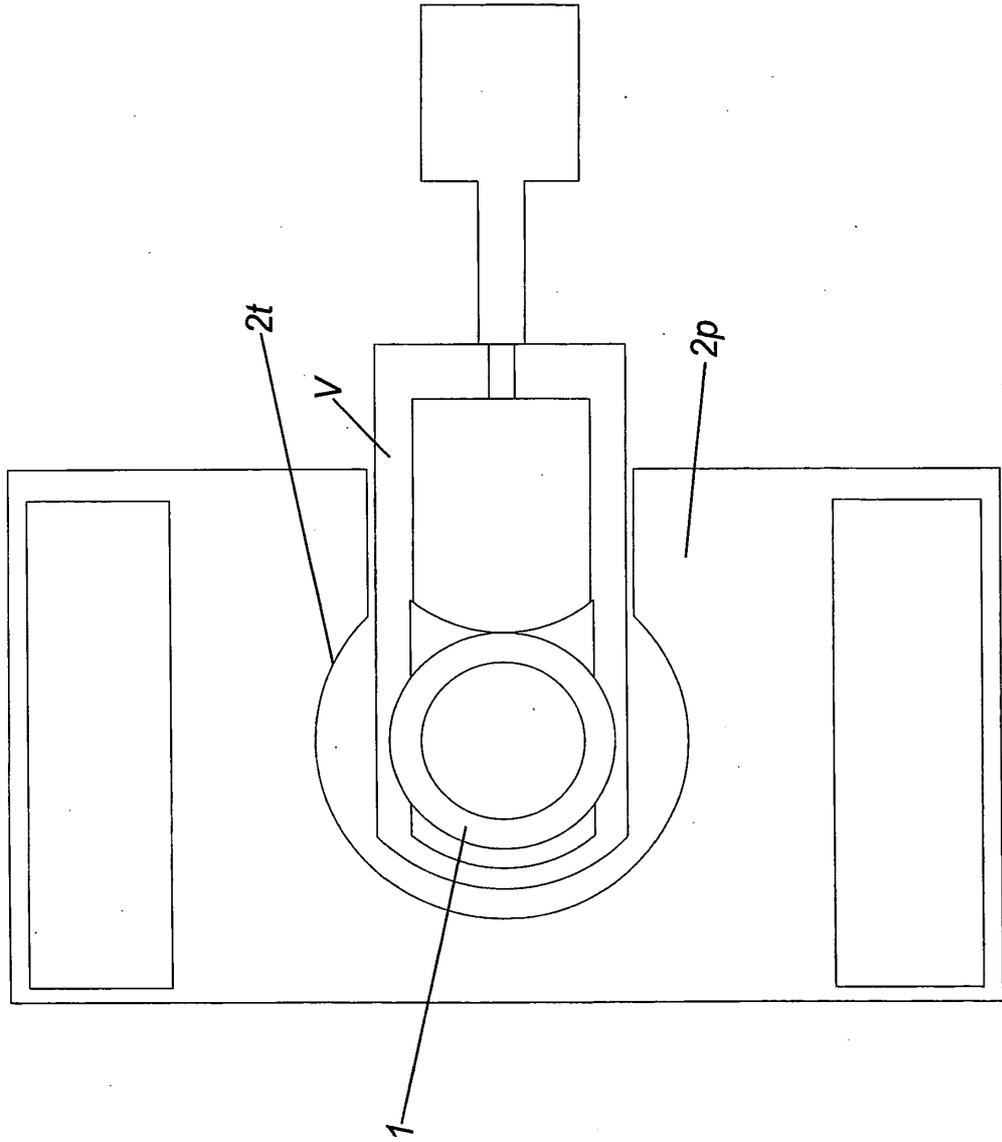


Fig. 6

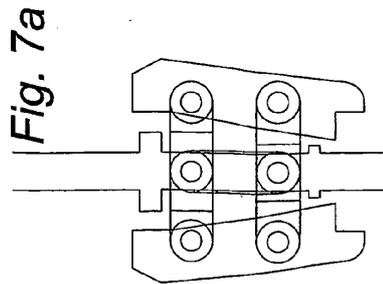


Fig. 7a

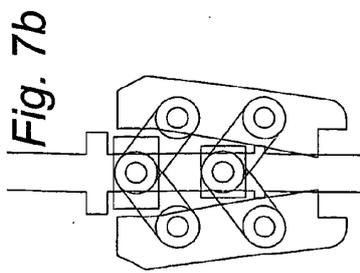


Fig. 7b

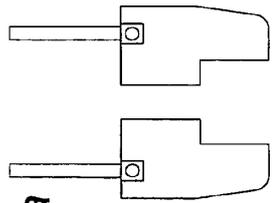


Fig. 8a

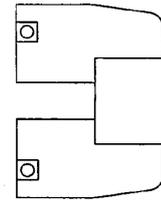


Fig. 8b

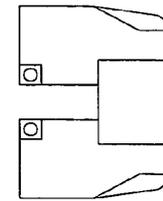


Fig. 9

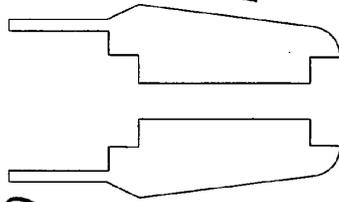


Fig. 10

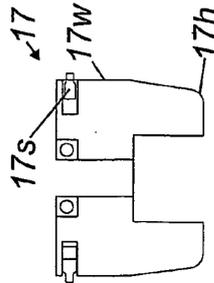


Fig. 11

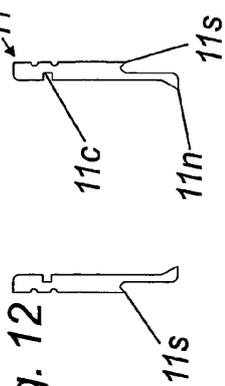


Fig. 12

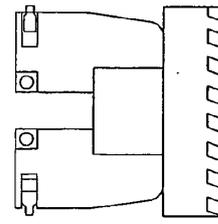


Fig. 13

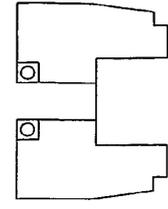
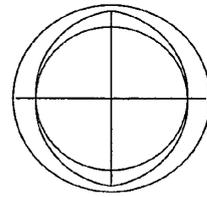


Fig. 14



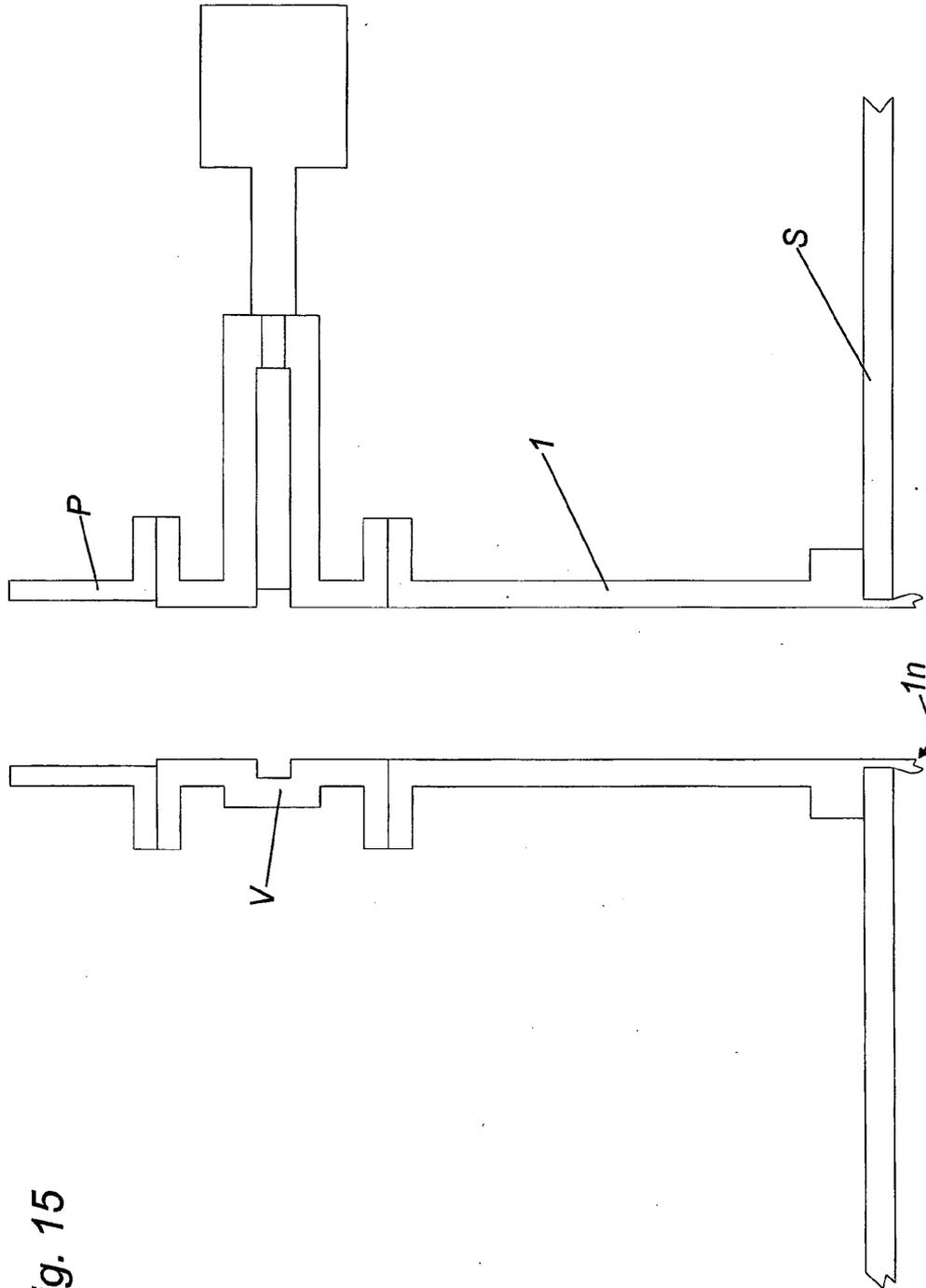
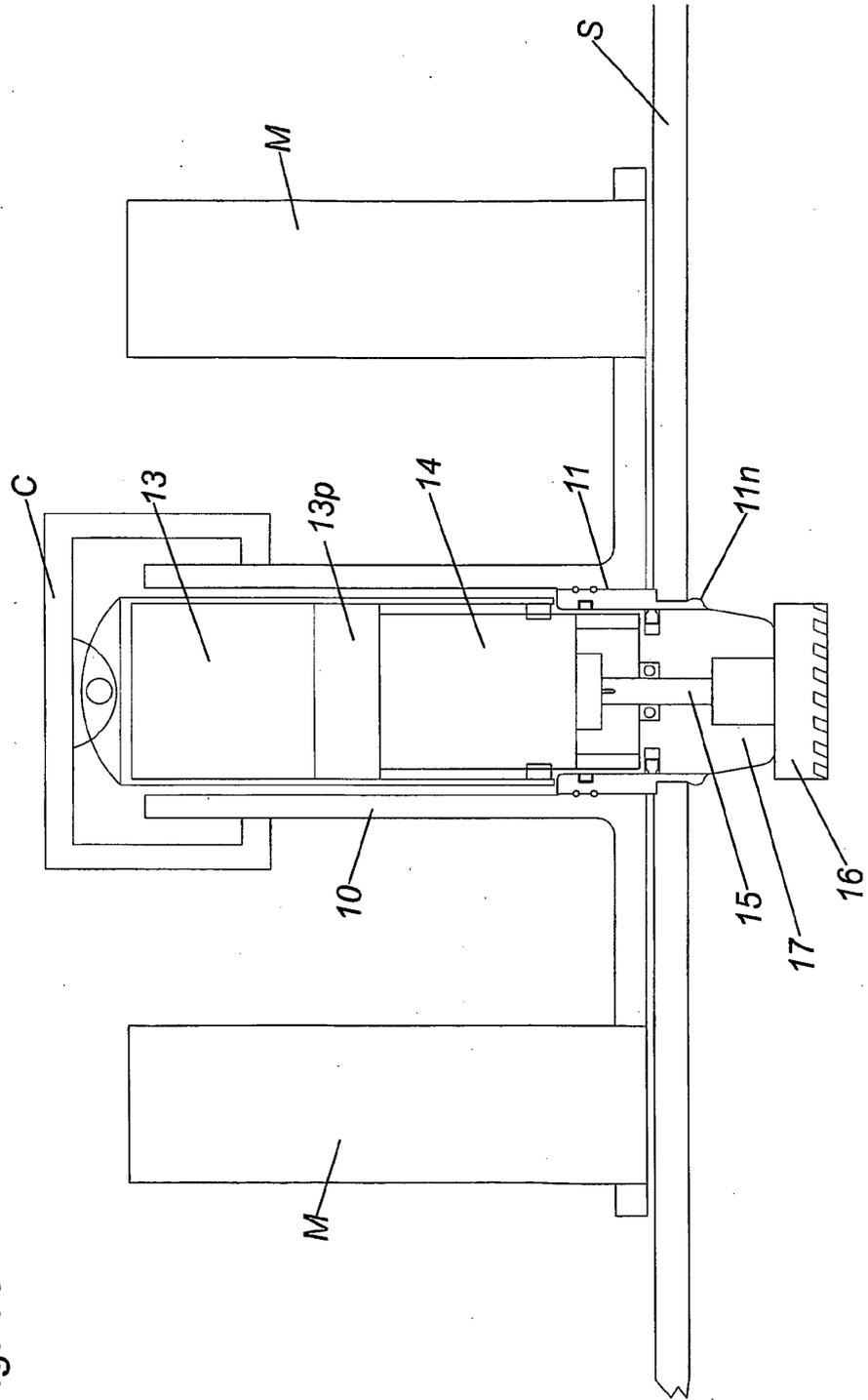


Fig. 15

Fig. 16



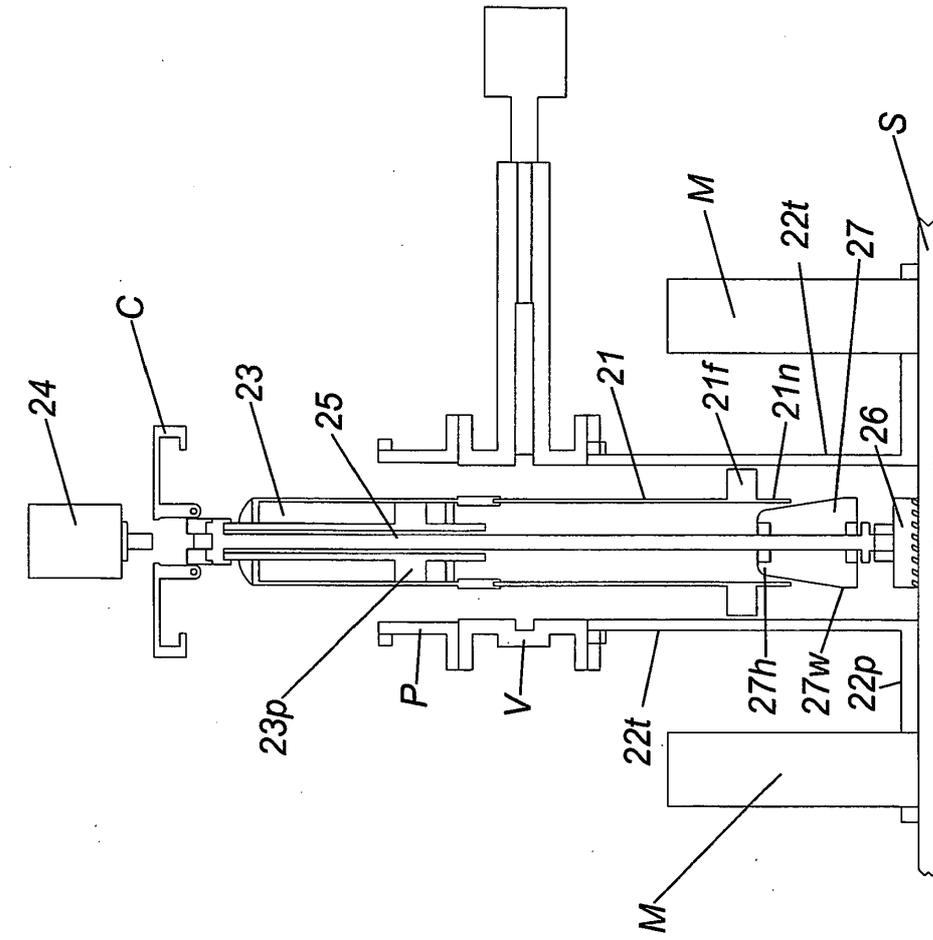


Fig. 17

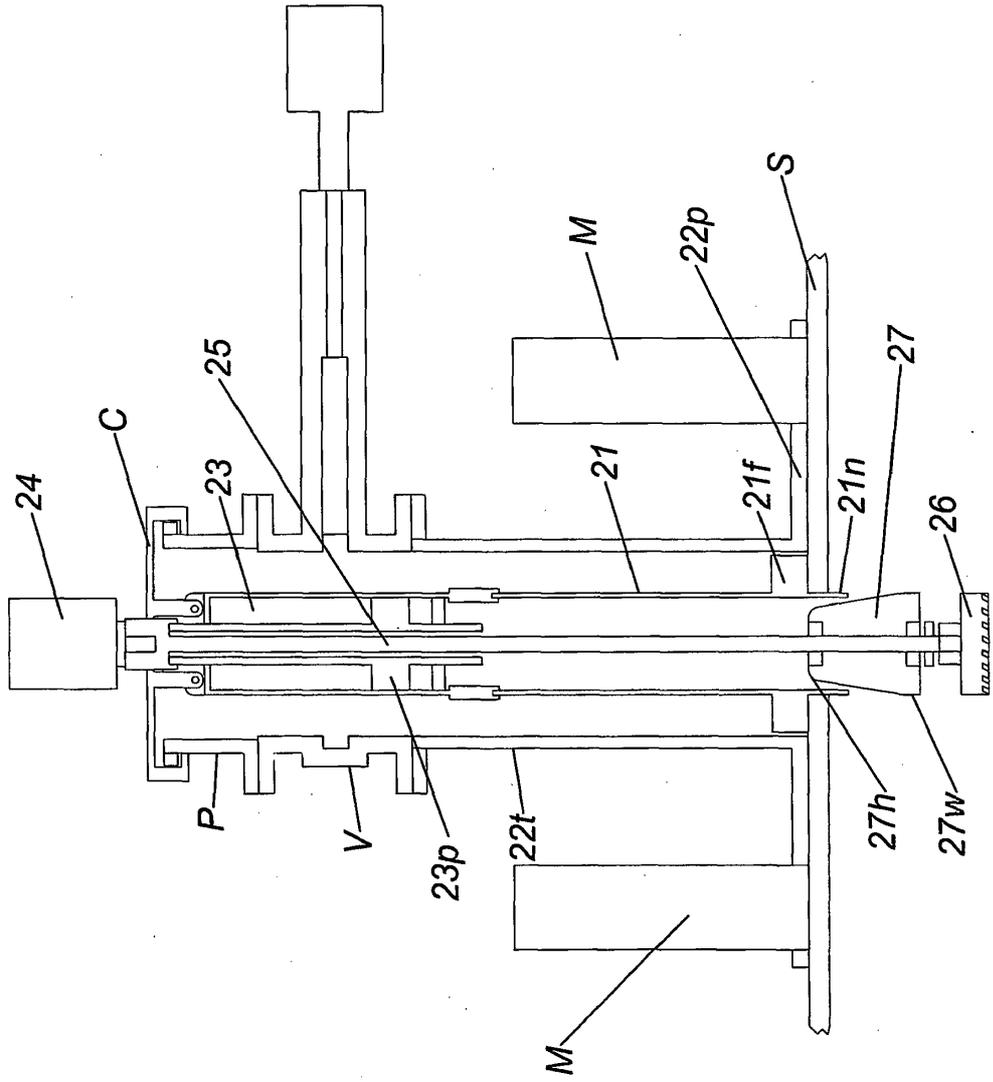


Fig. 18

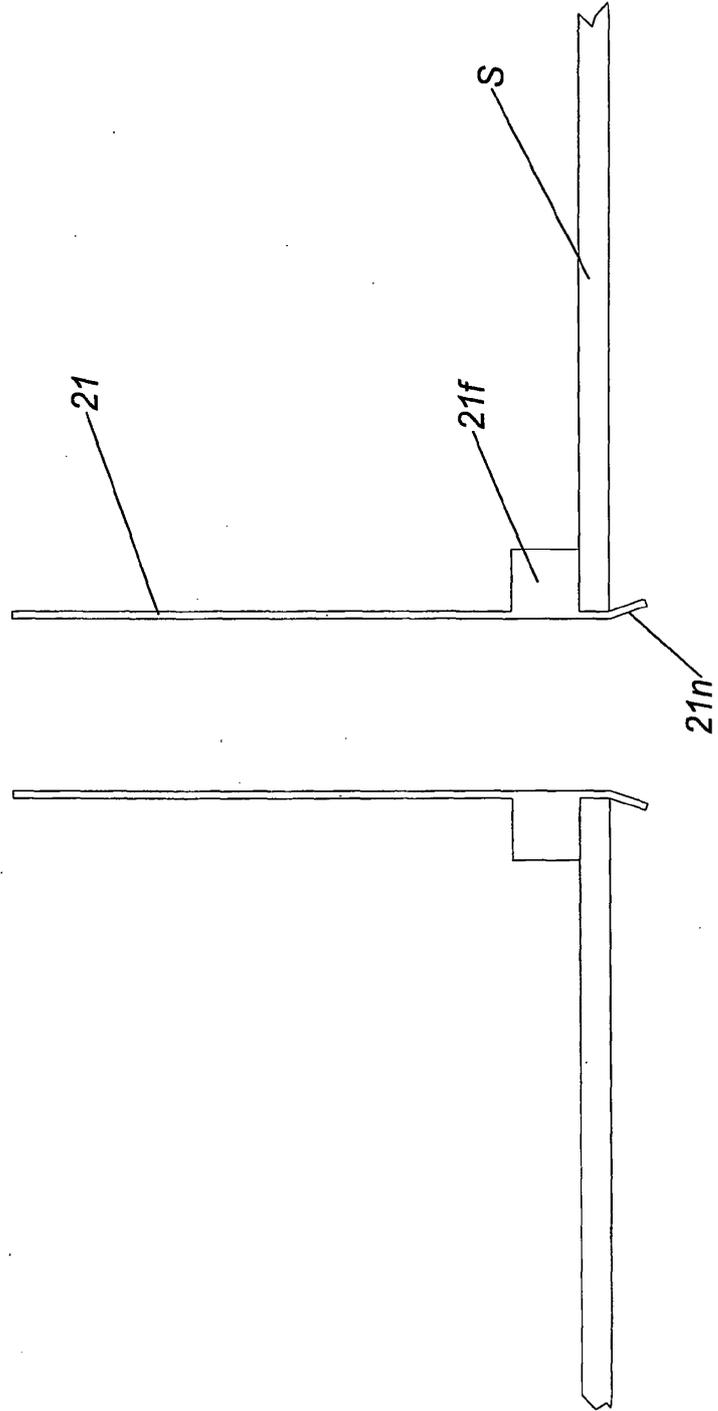
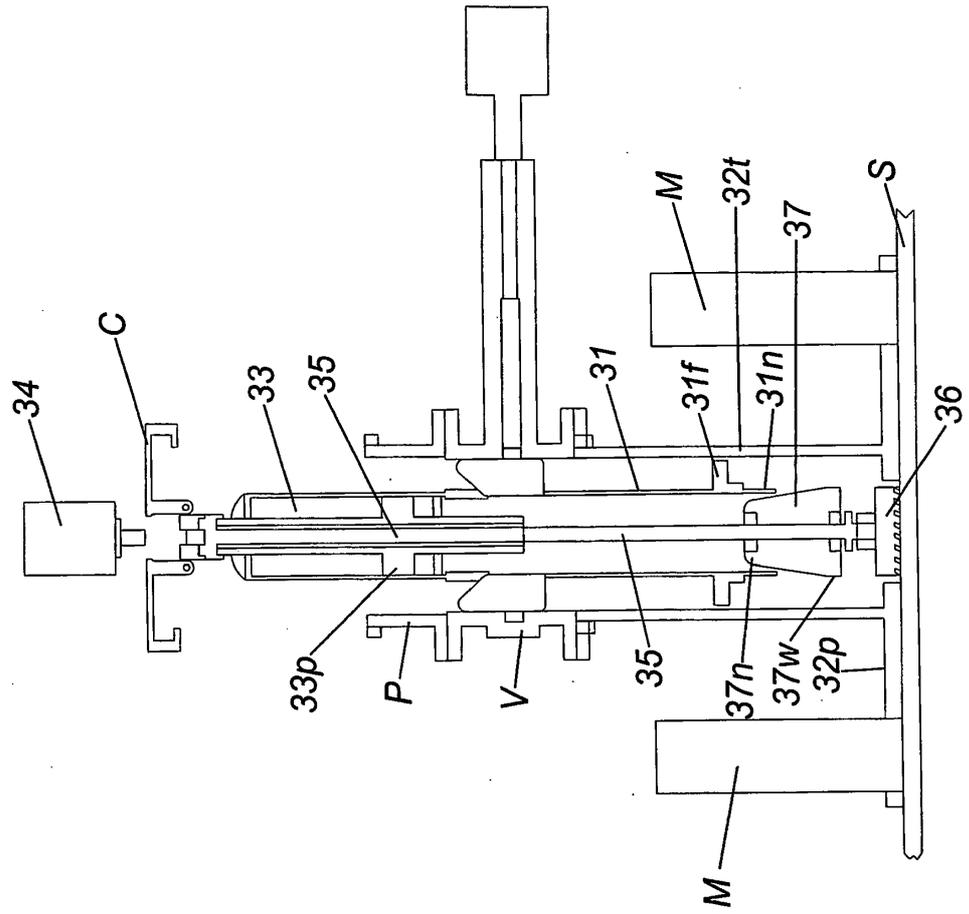


Fig. 19

Fig. 20



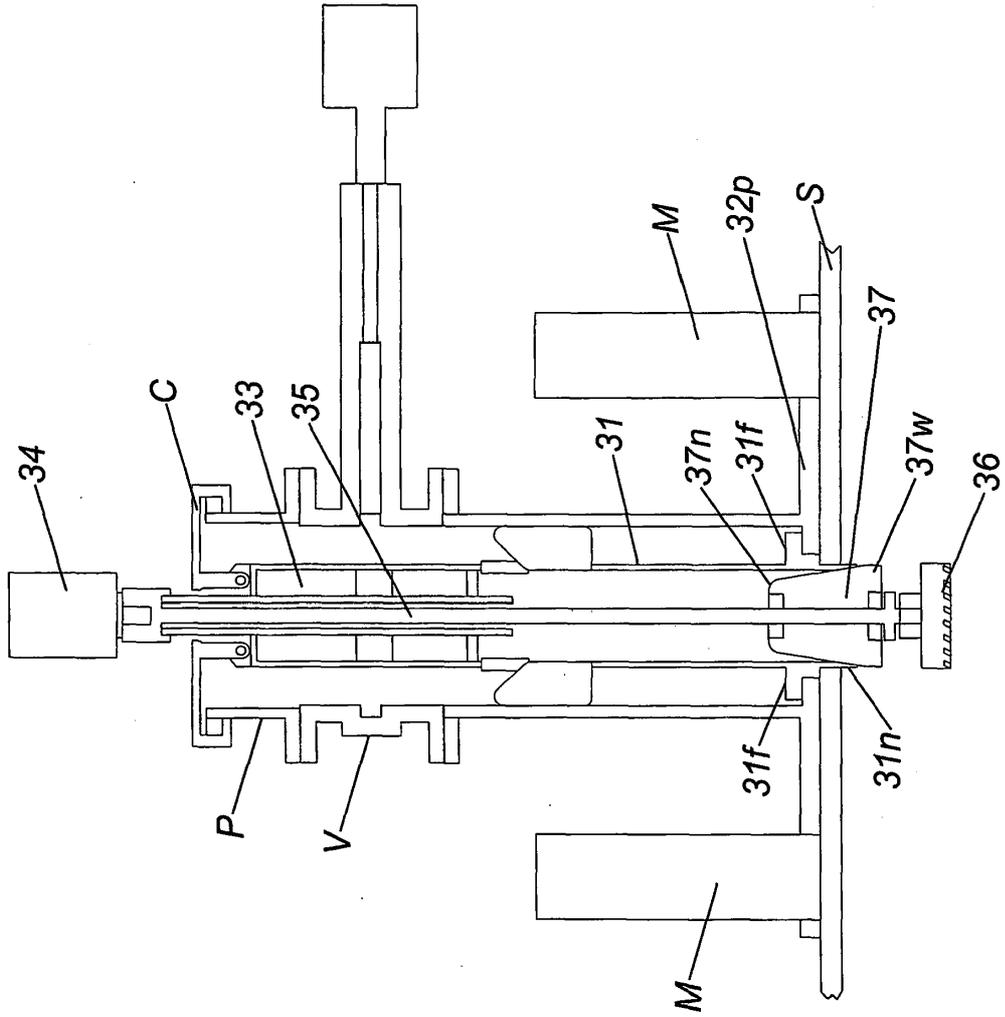


Fig. 21

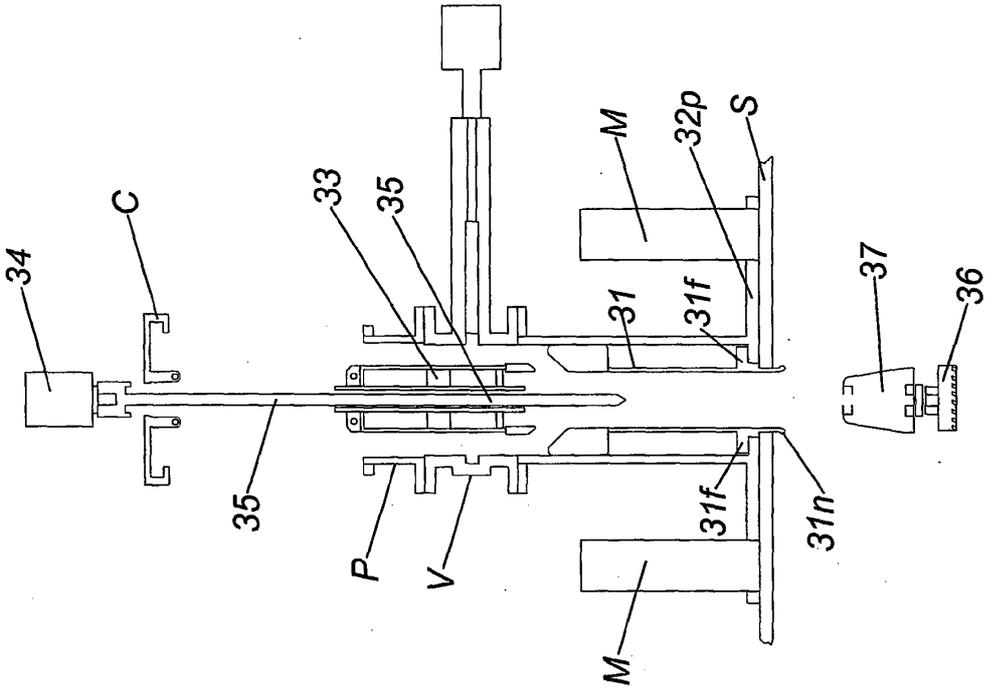


Fig. 22

Fig. 27

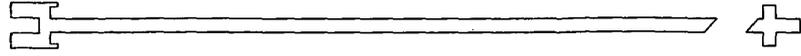


Fig. 26

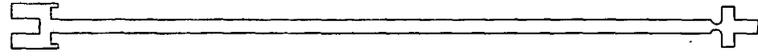


Fig. 24 Fig. 25

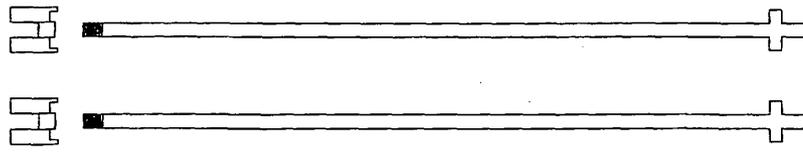


Fig. 23

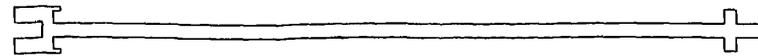


Fig. 29

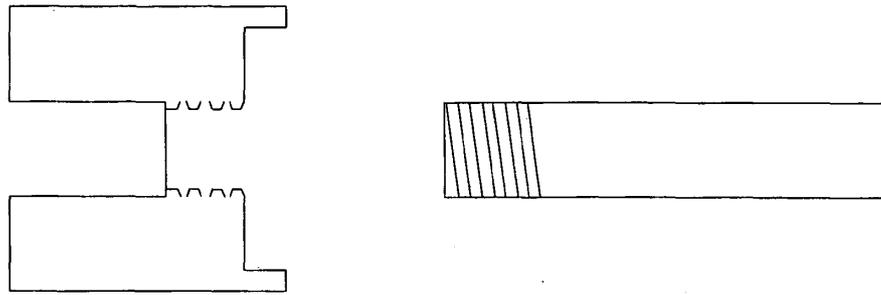
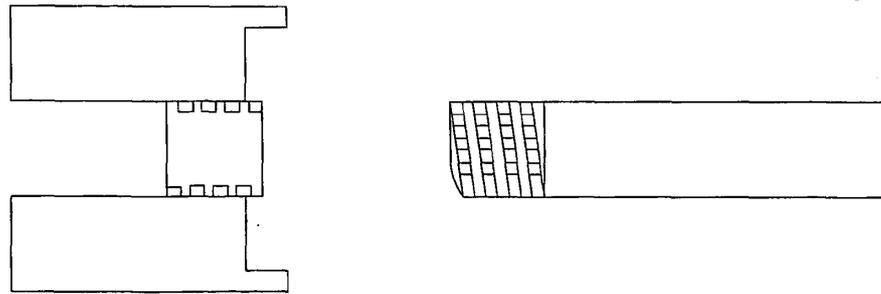


Fig. 28



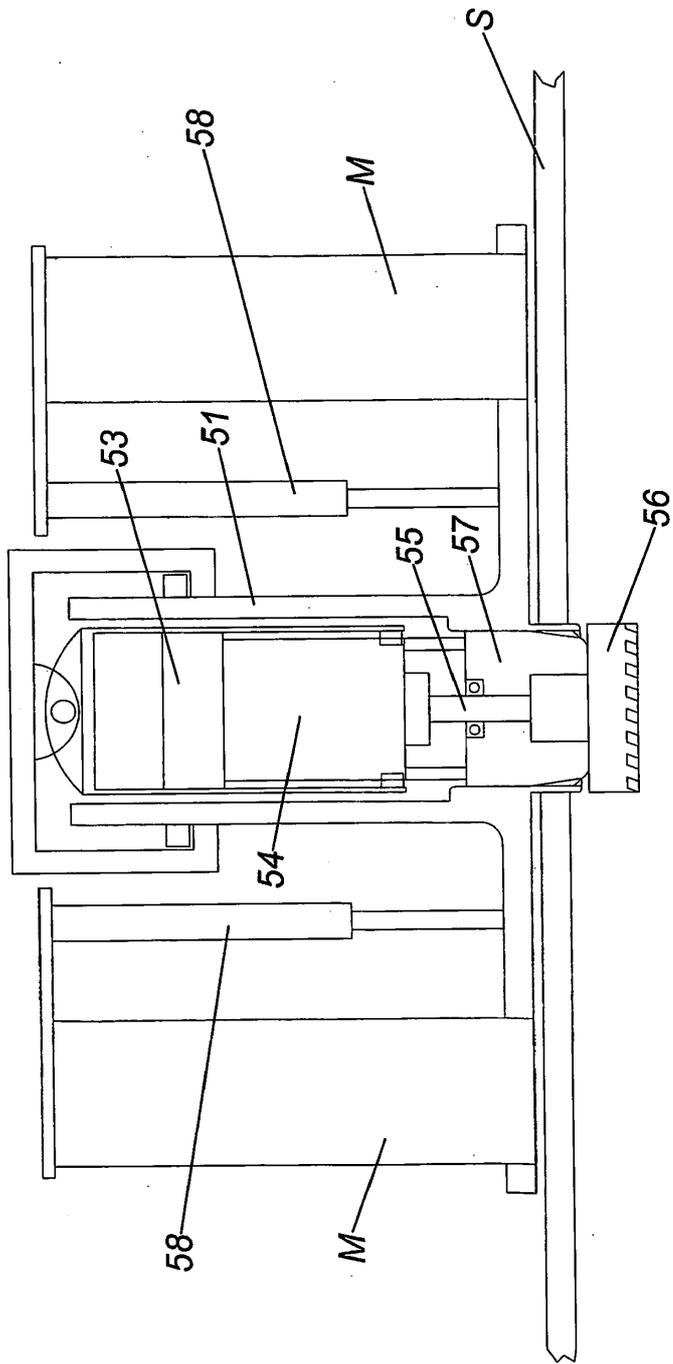


Fig. 32

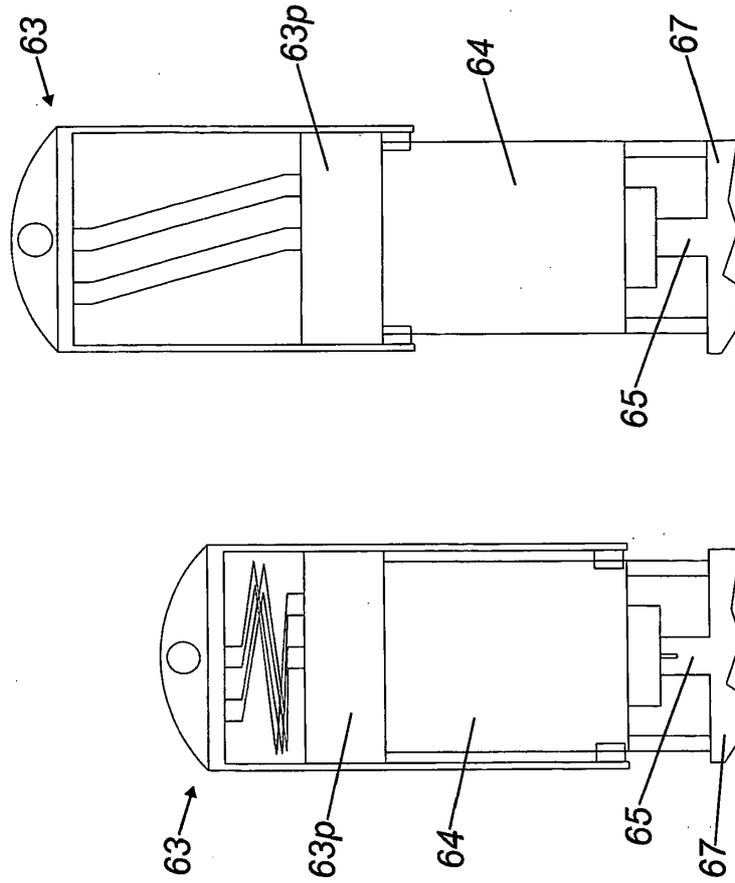


Fig. 33

Fig. 49

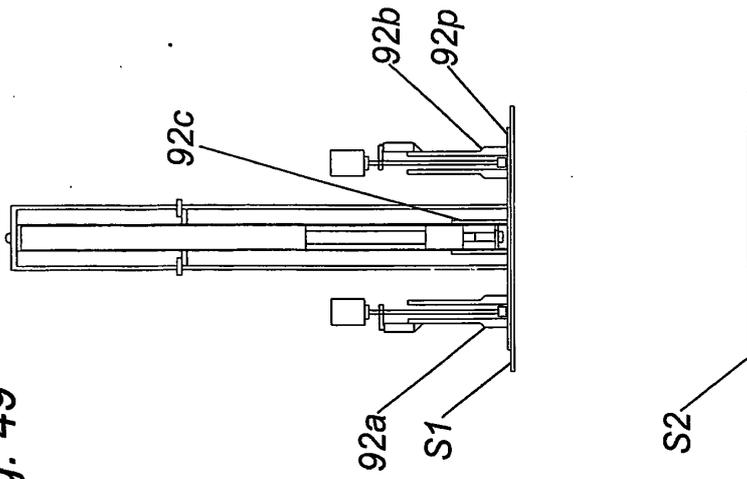
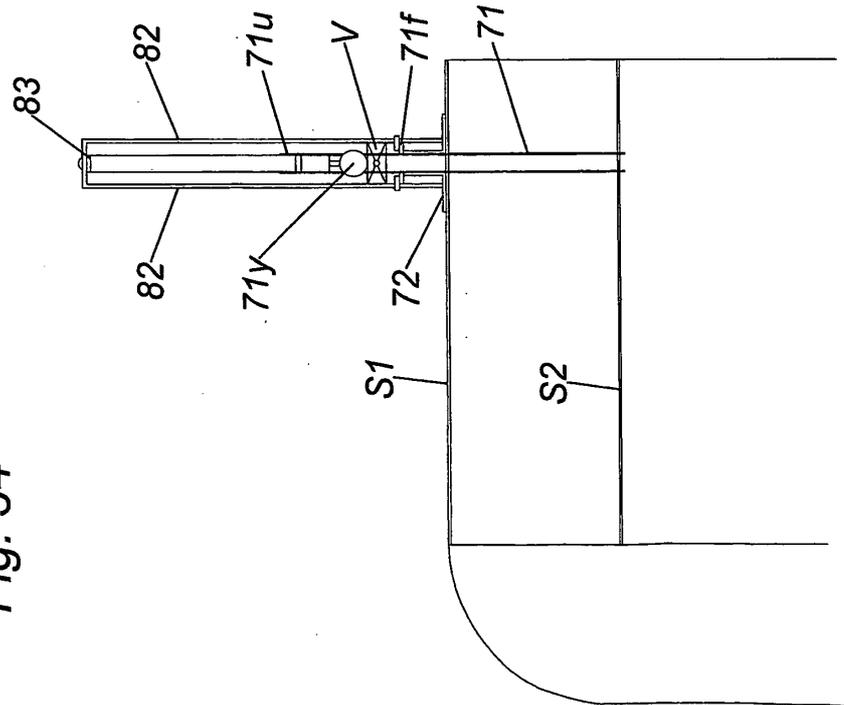
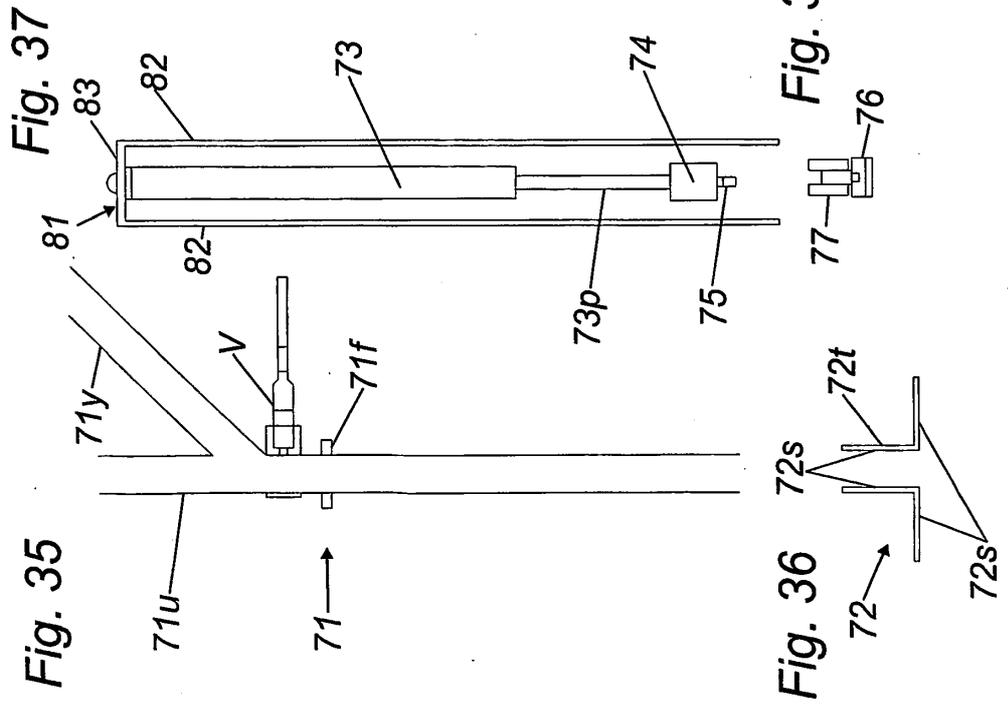


Fig. 34





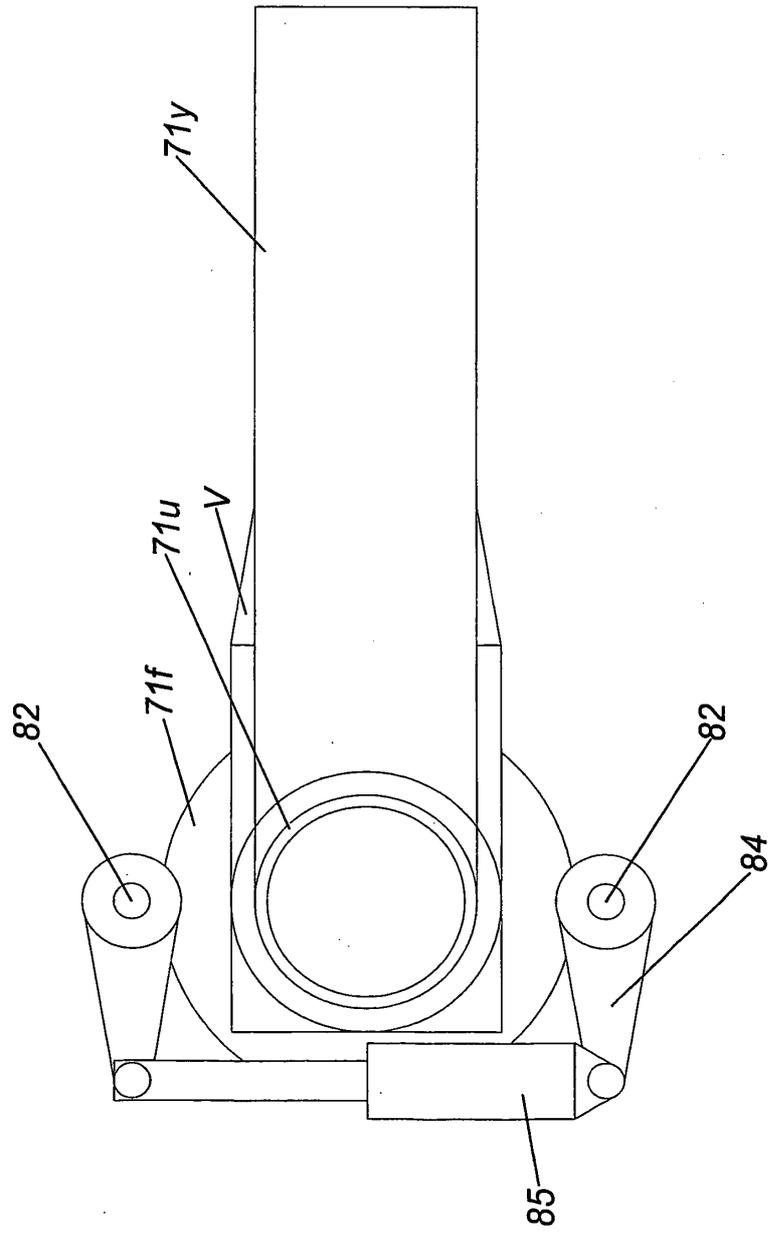
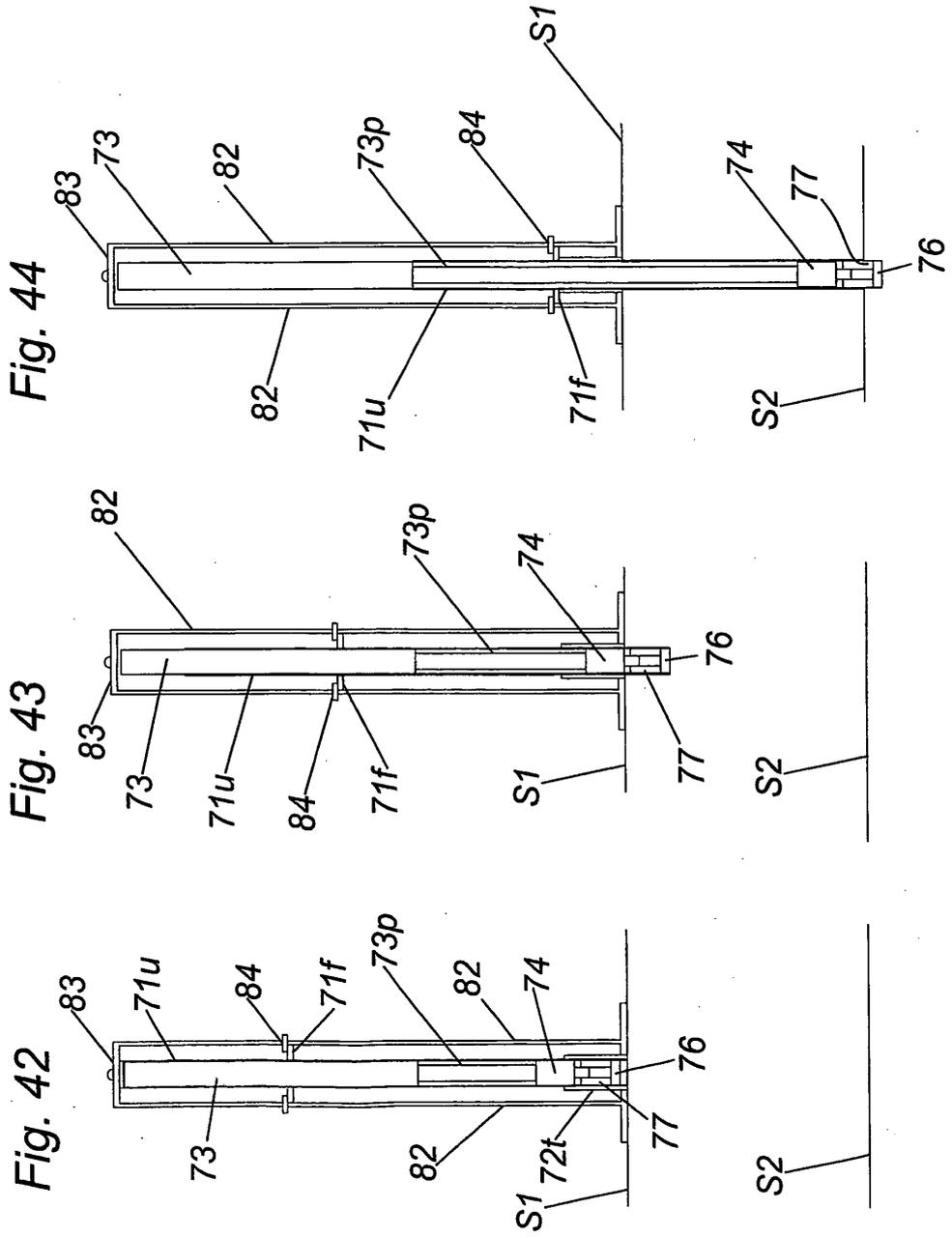
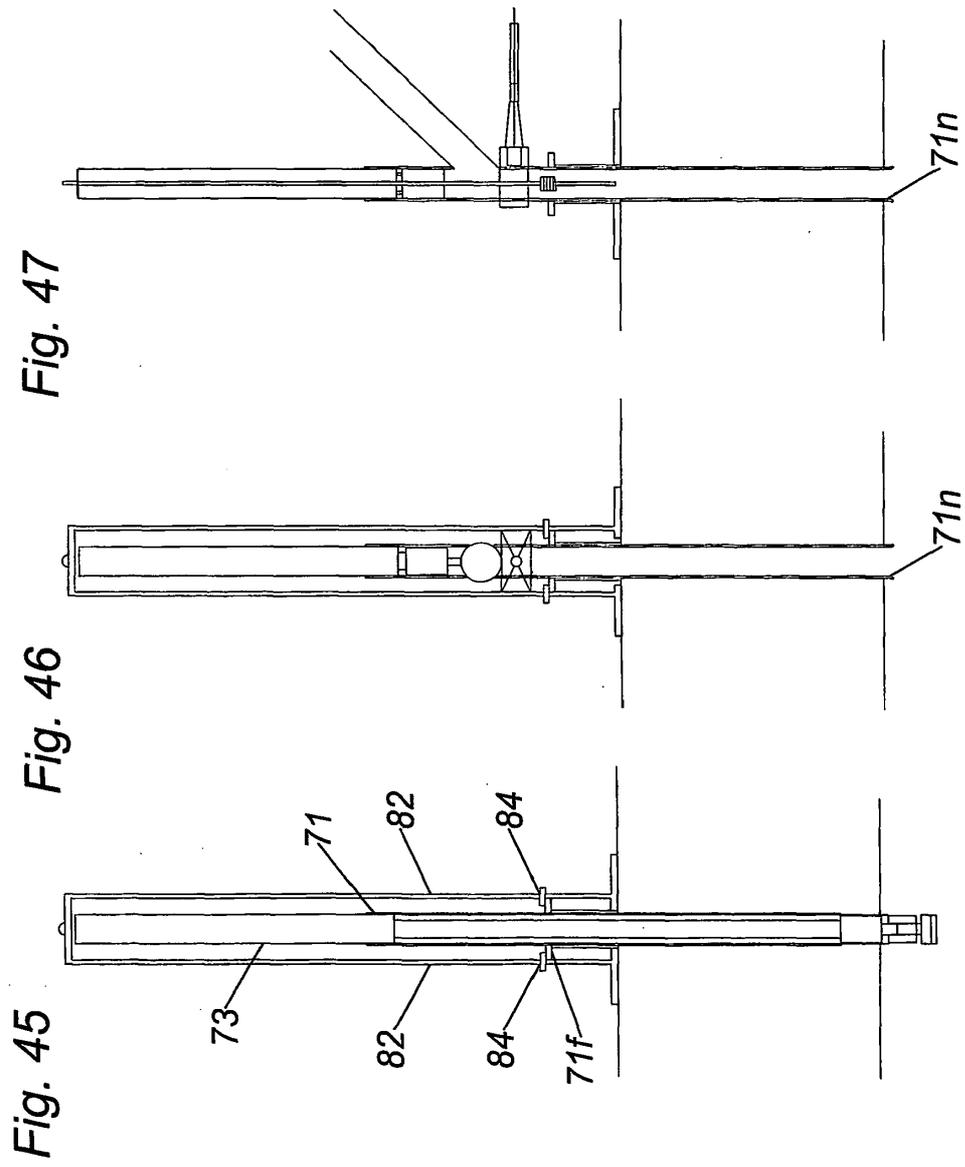


Fig. 39





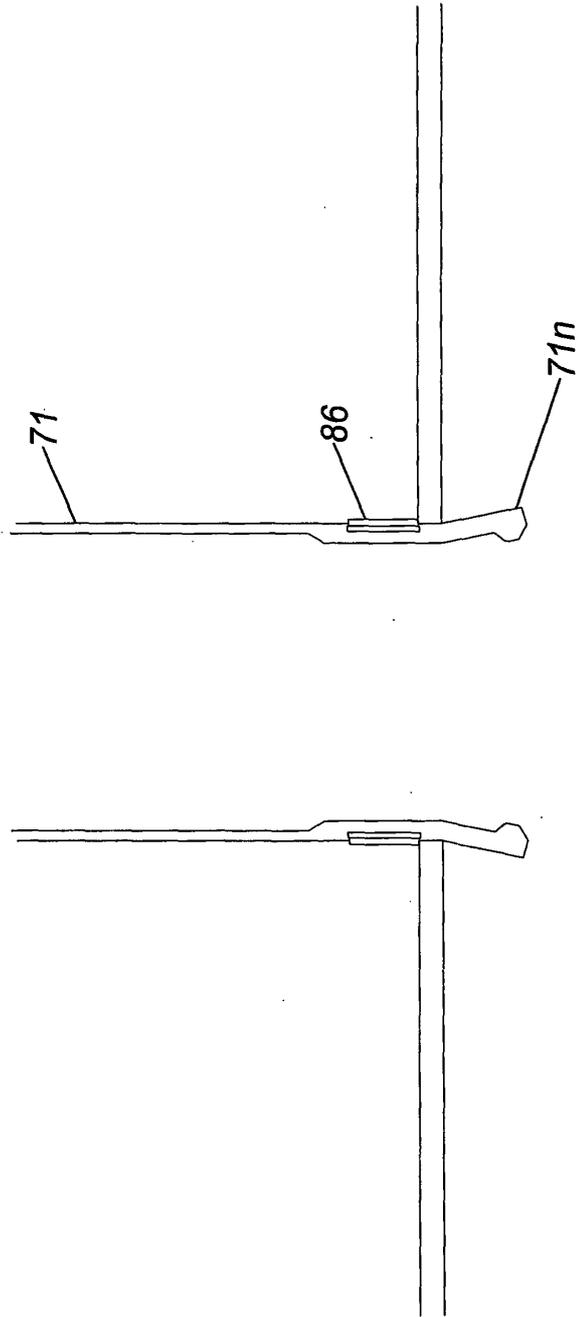


Fig. 48