

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 851**

51 Int. Cl.:

E21B 33/076 (2006.01)

E21B 33/035 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2011** **E 11190421 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015** **EP 2458143**

54 Título: **Válvula antierupción con funcionalidad IWOCK y procedimiento**

30 Prioridad:

30.11.2010 US 956205

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

06.07.2015

73 Titular/es:

**HYDRIL USA MANUFACTURING LLC (100.0%)
3300 North Sam Houston Parkway East
Houston, TX 77032-3411, US**

72 Inventor/es:

JUDGE, ROBERT ARNOLD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 539 851 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

Válvula antierupción con funcionalidad IWOCK y procedimiento

Antecedentes**Campo técnico**

- 5 Las realizaciones de la materia objeto dada a conocer en la presente memoria versan, en general, sobre procedimientos y sistemas y, más en particular, sobre mecanismos y técnicas para controlar un árbol submarino con controles proporcionados en un conjunto de válvula antierupción.

Exposición de antecedentes

- 10 En los últimos años, con el aumento en precio de los combustibles fósiles, el interés en el desarrollo de nuevos campos de producción ha aumentado muchísimo. Sin embargo, la disponibilidad de campos de producción en tierra firme es limitada. Así, la industria ha extendido ahora las perforaciones a emplazamientos fuera de costa, que parecen contener una enorme cantidad de combustible fósil.

- 15 Convencionalmente, los pozos en los campos petrolíferos y de gas se construyen estableciendo un alojamiento de la cabeza de pozo, y con un conjunto de válvula antierupción (BOP) de perforación instalado encima de la cabeza de pozo, perforando hacia abajo para producir el orificio del pozo mientras se instalan sucesivamente sargas de revestimiento. Cuando termina la perforación, es preciso que el pozo sea convertido para la producción. Para convertir el pozo revestido para la producción, se introduce una sarga de entubado a través del BOP y de un colgador en su extremo superior posado en la cabeza de pozo. Después se retira el conjunto perforador BOP y se lo sustituye con un árbol de Navidad que tiene una o más orificios de producción que contienen válvulas accionadas y se extienden verticalmente hasta respectivas tomas laterales de salida del fluido de producción en la pared del árbol de Navidad.

- 25 Esta disposición ha comportado problemas que, anteriormente, han sido aceptados como inevitables. Así, algunas operaciones en el fondo de pozo han estado limitadas a utillaje que puede atravesar el orificio de producción, a no ser que se retire primero el árbol de Navidad y se lo sustituya con un conjunto BOP. Sin embargo, esto implica poner tapones o válvulas, lo que puede ser poco fiable. El pozo está en una situación vulnerable mientras se intercambian el árbol de Navidad y el conjunto BOP y ninguno de los dos está colocado, lo cual es una operación prolongada. Además, si es necesario sacar la terminación, que consiste esencialmente en la sarga de entubado en su colgador, debe quitarse en primer lugar el árbol de Navidad y ser sustituido por un conjunto BOP. Esto suele implicar taponar y/o matar el pozo.

- 30 Otra dificultad que existe en los pozos submarinos está relacionada con proporcionar el debido alineamiento angular entre las diversas funciones, tales como orificios para el flujo de fluidos y conducciones eléctricas e hidráulicas, cuando se apila el equipo para la cabeza de pozo, incluyendo el colgador de las tuberías, el árbol de Navidad, el conjunto BOP y dispositivos de desconexión de emergencia. Dado que hay muchos diseños y fabricantes diferentes de árboles y BOP, en la práctica no puede tenerse la garantía de un debido alineamiento de las funciones.

- 35 La Figura 1 (que se corresponde a la Figura 2A de la publicación de la solicitud de patente estadounidense nº US 2010/0025044 A1, cuyo contenido completo es incorporado a la presente memoria por referencia) muestra un conjunto BOP convencional 10 proporcionado encima de una cabeza 12 de pozo. Se proporciona un árbol submarino 14 entre el conjunto 10 y la cabeza 12 de pozo. El árbol submarino 14 tiene una toma 15 para recibir señales hidráulicas y otras. La cabeza 12 de pozo está unida al suelo oceánico 16. Se proporcionan diversas mandíbulas 10a-e en el conjunto 10 para cerrar herméticamente el pozo cuando sea necesario. Hay configurado un conector 18 para conectar el conjunto 10 al árbol 14. Se puede usar la configuración ilustrada en la Figura 1 cuando es preciso realizar trabajos dentro del pozo. Se hace notar que en esta configuración no se proporciona control alguno al árbol 14, ya que la toma 15 no está conectada a ningún sistema de control. También se hace notar que en la actualidad los BOP no están funcionalmente conectados al árbol.

- 45 Según se ha expuesto más arriba, cuando el pozo está en producción, se retira el conjunto BOP 10. Sin embargo, si es preciso llevar a cabo trabajo adicional en el pozo, hay que volver a poner el conjunto BOP 10, lo que deja el pozo en producción no operativo durante mucho tiempo.

- 50 Una alternativa al uso del conjunto BOP para realizar una reparación es el uso de un sistema de control de reparación de instalación de pozo (IWOC), que se ilustra en la Figura 2 (que se corresponde a la Figura 2B de la publicación de la solicitud de patente estadounidense nº US 2010/0025044 A1). La Figura 2B muestra que el IWOC 19 incluye un control eléctrico-hidráulico de funciones de árbol, un conjunto 20 de fondo de la columna ascendente marina (LMRP), un conjunto 22 de desconexión de emergencia (EDP), etc. El IWOC es controlado por un cordón umbilical 26 de IWOC que se comunica con un navío o una plataforma en la superficie. Los conductos hidráulicos 28 y 30 se comunican con el cordón umbilical 26 de IWOC y proporcionan presión hidráulica al árbol 14 (por medio de

la toma 15) y a una unidad hidráulica 32 de control. El cordón umbilical 26 de IWOC también proporciona comunicación eléctrica a una toma 34.

Sin embargo, para usar la alternativa de IWOC, la operadora del pozo precisa o bien alquilar el equipo de IWOC (que hoy cuesta una magnitud que se mide en millones de dólares) o ser propietaria del equipo de IWOC (que hoy cuesta una magnitud que se mide en decenas de millones de dólares). Estos elevados costes asociados con el equipo de IWOC son poco deseables para la empresa explotadora del pozo. Además, muchas veces el sistema IWOC debe ser integrado en un LMRP del sistema BOP, lo que conlleva muchas modificaciones al BOP cuando se instala y se retira. Estas operaciones añaden un gasto considerable para la empresa explotadora. En consecuencia, sería deseable proporcionar sistemas y procedimientos que sean mejores que la técnica antecedente.

10 **Sumario**

Según una realización ejemplar, hay un conjunto de válvula antierupción (BOP) configurado para proporcionar una funcionalidad de sistema de control de reparación de instalación de pozo (IWOC) a un árbol unido a una cabeza de pozo. El conjunto BOP incluye una parte de conjunto de fondo de la columna ascendente marina (LMRP) configurada para unirse a un extremo de una columna ascendente marina; una parte BOP inferior configurada para unirse de forma separable a la parte LMRP; un módulo de extensión de distribuidor submarino unido a la parte LMRP o la parte BOP inferior y configurado para recibir un fluido a presión y proporcionar un conjunto de funciones al árbol en función del fluido a presión; y al menos un distribuidor submarino MUX unido a la parte LMRP o la parte BOP inferior y configurado para recibir señales eléctricas y el fluido a presión y para transmitir las señales eléctricas requeridas al módulo de extensión de distribuidor submarino. El conjunto de funciones para el árbol es diferente de las funciones proporcionadas a la parte BOP inferior.

Según otra realización ejemplar, hay un sistema para controlar un conjunto de válvula antierupción (BOP) y un árbol unido a una cabeza de pozo, incluyendo el conjunto BOP una parte BOP inferior y una parte de conjunto de fondo de la columna ascendente marina (LMRP). El sistema incluye al menos un distribuidor submarino MUX configurado para unirse a la parte la parte LMRP o a la parte BOP, para recibir señales eléctricas y un fluido a presión, y para proporcionar un primer conjunto de funciones a la parte LMRP, y un segundo conjunto de funciones a la parte BOP inferior; un módulo de extensión de distribuidor submarino configurado para ser unido a la parte BOP inferior o a la parte LMRP, para recibir el fluido a presión del distribuidor submarino MUX, y para proporcionar un tercer conjunto de funciones al árbol en función del fluido a presión recibido; y una parte de control configurada para ser unida al árbol y para comunicarse con el módulo de extensión de distribuidor submarino. El tercer conjunto de funciones para el árbol es diferente del segundo conjunto de funciones proporcionado a la parte BOP inferior.

Según otra realización ejemplar adicional, hay un procedimiento para proporcionar control del árbol mediante una parte inferior de válvula antierupción (BOP), estando conectada la parte BOP inferior a una parte de conjunto de fondo de la columna ascendente marina (LMRP) para formar un conjunto BOP que está unido de forma submarina al árbol. El procedimiento incluye unir un módulo de extensión de distribuidor submarino a la parte BOP inferior o a la parte LMRP; conectar hidráulicamente el módulo de extensión de distribuidor submarino a un sistema de suministro hidráulico; conectar eléctricamente el módulo de extensión de distribuidor submarino a un distribuidor submarino MUX; unir un conector hidráulico al módulo de extensión de distribuidor submarino, estando configurado el conector hidráulico para acoplarse con una correspondiente conexión del árbol; y configurar el módulo de extensión de distribuidor submarino para proporcionar un conjunto de funciones al árbol y para transmitir al árbol un fluido a presión desde el distribuidor submarino MUX.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que están incorporados en la memoria y constituyen parte de la misma, ilustran una o más realizaciones y, junto con la descripción, explican estas realizaciones. En los dibujos:

- la Figura 1 es un diagrama esquemático de un BOP convencional unido a un árbol;
- la Figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema de control IWOC unido a un árbol;
- la Figura 3 es un conjunto BOP según una realización ejemplar;
- la Figura 4 es un conjunto BOP conectado a un árbol según una realización ejemplar;
- la Figura 5 es un conjunto BOP que tiene un módulo de extensión de distribuidor submarino que controla un árbol mediante un adaptador caliente según una realización ejemplar;
- la Figura 6 es un conjunto BOP que tiene un módulo de extensión de distribuidor submarino que controla un árbol mediante una conexión independiente según otra realización ejemplar;
- la Figura 7 es una cuña del distribuidor submarino que conecta un conjunto BOP a un árbol según una realización ejemplar;
- la Figura 8 es un distribuidor submarino MUX que controla un árbol según una realización ejemplar;
- la Figura 9 es un módulo de extensión de distribuidor submarino para controlar un árbol según una realización ejemplar; y
- la Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para el control de un árbol según una realización ejemplar.

Descripción detallada

La siguiente descripción de realizaciones ejemplares se refiere a los dibujos adjuntos. Los mismos números de referencia en diferentes dibujos identifican elementos idénticos o similares. La siguiente descripción detallada no limita la invención. En vez de ello, el alcance de la invención esté definido por las reivindicaciones adjuntas. Las siguientes realizaciones son presentadas, en aras de la simplicidad, con respecto a la terminología y la estructura de un conjunto BOP y de sistemas de IWOC. Sin embargo, las realizaciones que han de ser presentadas a continuación no están limitadas a estos sistemas, sino que pueden ser aplicadas a otros sistemas que requieran que se les suministren presión hidráulica y/o señales eléctricas.

En toda la memoria, la referencia a “una realización” significa que se incluye un rasgo, una estructura o una característica particular en conexión con una realización en al menos una realización de la materia objeto divulgada. Así, la presencia de la frase “en una realización” en diversos lugares de la memoria no se refiere necesariamente a la misma realización. Además, los rasgos, las estructuras o las características particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones.

Según una realización ejemplar, un conjunto BOP y un árbol están configurados para intercambiar señales eléctricas y/o funciones hidráulicas sin la necesidad de un sistema de IWOC dedicado. En otras palabras, los conjuntos BOP y/o los árboles existentes pueden ser modernizados con interconexiones apropiadas y/o placas de unión y/o módulos de extensión de distribuidor submarino para permitir una comunicación directa (eléctrica y/o hidráulica) entre estos dos equipos y para suministrar la funcionalidad ofrecida por los sistemas de IWOC dedicados. Según otra realización ejemplar adicional, un distribuidor submarino MUX puede ser configurado para que tenga una interconexión que se comunique directamente con el árbol para controlar el árbol. Según otra realización ejemplar, pueden fabricarse directamente conjuntos BOP y árboles nuevos para que tengan la capacidad de comunicarse entre sí y proporcionar así la funcionalidad de IWOC.

En la siguiente descripción, el término “comunicar” se usa con el significado de al menos transmitir información del conjunto BOP al árbol. En una realización, el término comunicarse también incluye transmitir información del árbol al conjunto BOP. La información puede incluir señales eléctricas y/o presión hidráulica. La mayoría de las señales eléctricas se transmiten en origen desde la superficie, es decir, desde la plataforma o el navío, por la empresa explotadora del pozo. Las señales eléctricas son dirigidas al distribuidor submarino MUX (véanse los elementos 40 y 42 de la Figura 3), un componente del conjunto BOP que suele estar proporcionado en la parte LMRP 44 del conjunto BOP 45. Con fines de redundancia, se proporcionan dos distribuidores submarinos MUX 40 y 42 en el conjunto BOP 45. El conjunto BOP 45 también incluye una parte BOP inferior 46 que incluye diversos BOP 47. La parte LRMP 44 está unida de forma separable a la parte BOP inferior 46. La parte LRMP 44 está unida a un extremo de una columna ascendente marina 49. La parte BOP inferior 46 está tradicionalmente unida a la cabeza 48 del pozo (no mostrado).

Según una realización ejemplar ilustrada en la Figura 4, el conjunto BOP 45 está modificado para proporcionar la funcionalidad de IWOC en lugar de usar un sistema de IWOC dedicado para realizar una reparación cuando hay puesto un árbol 50 sobre la cabeza 48 de pozo. La Figura 4 muestra el suelo oceánico 52 y parte del pozo 54 que se extiende al interior del suelo oceánico con un extremo y estando unido el otro extremo a la cabeza 48 de pozo. El árbol 50 (representado simbólicamente por una caja, pero que tiene una estructura propia, dependiendo del fabricante) está unido a la cabeza 48 de pozo, lo que indica que la fase de perforación del pozo ha concluido y el pozo está ahora en la fase de producción.

Sin embargo, cuando haya de realizarse una reparación en el pozo, se baja el conjunto BOP 45 a su emplazamiento y se lo conecta al árbol 50, según se muestra en la Figura 4. El conjunto BOP 45 puede ser un conjunto existente (por ejemplo, un conjunto de perforación) que se haya modernizado con los componentes que han de ser presentados a continuación, o un conjunto BOP dedicado de reparación. Los expertos en la técnica observarán que no es preciso que la empresa explotadora alquile ni compre el sistema de IWOC para lograr la reparación deseada, ya que los BOP existentes (que habitualmente son propiedad del contratista de la perforación) pueden proporcionar la misma funcionalidad al árbol si se los modifica en función de una o más de las realizaciones siguientes.

El distribuidor submarino MUX 40 (en aras de la simplicidad, aquí no se describe al otro distribuidor submarino MUX 42, ya que actúa de forma similar al distribuidor submarino MUX 40) tiene conexión de fluido, mediante una o más tuberías, con el conjunto BOP inferior 46. Estas tuberías transmiten fluido a presión de la parte LMRP 44 a la parte BOP inferior 46 para ejecutar diversas funciones; por ejemplo, cerrar o abrir los BOP 47 de la parte BOP inferior 46. En este sentido, se hace notar que es preciso proporcionar un conjunto de funciones a la parte BOP inferior 46, y se logra este conjunto de funciones proporcionando directamente el fluido (hidráulico) a presión a la parte BOP inferior 46 y/o transmitiendo señales eléctricas desde el distribuidor submarino MUX 40 a la parte BOP inferior 46 para lograr estas funciones. La solicitud provisional de patente nº 61/329.883 y las solicitudes de patente con nºs de serie 12/816.901, 12/816.912 y 12/816.923, transferidas todas legalmente al cesionario de la presente solicitud e incorporadas a la presente memoria en su integridad por referencia, dan a conocer las funciones anteriormente destacadas y la comunicación (hidráulica y eléctrica) entre la parte LMRP 44 y la parte BOP inferior 46.

Sin embargo, los distribuidores submarinos MUX existentes pueden no estar configurados para gestionar ni/o controlar las funciones adicionales asociadas con el árbol. Por ejemplo, las funciones asociadas con la parte LMRP y la parte BOP inferior pueden ser diferentes de las funciones asociadas con el árbol. Aunque las funciones sean las mismas (por ejemplo, cerrar una válvula) el requisito de presión o caudal para cerrar la válvula del conjunto BOP o del árbol puede ser diferente. Así, el distribuidor submarino MUX existente habitualmente no puede ser conectado directamente a los árboles existentes, ya que estos dos elementos no fueron diseñados para trabajar conjuntamente. Además, las prestaciones del distribuidor submarino MUX pueden estar limitadas por las siguientes razones. El distribuidor submarino MUX, que está situado en la parte LMRP 44, está configurado para realizar una conexión mecánica con una placa base situada en la parte BOP inferior 46. Esta conexión mecánica tiene un número predeterminado de tomas configuradas para conectar correspondientes tomas de la parte LMRP 44 con tomas de la parte BOP inferior 46. En una aplicación, el número de tomas es 96. Dependiendo del fabricante y el diseño del conjunto BOP, este número puede ser mayor o menor.

Tradicionalmente, una vez que todas las tomas del distribuidor submarino MUX son usadas por las funciones de la parte LMRP 44 y la parte BOP inferior 46, el distribuidor submarino MUX ya no puede controlar ninguna otra función. Así, hay situaciones en las que no hay ninguna función disponible en el distribuidor submarino MUX para controlar otros dispositivos; por ejemplo, el árbol.

Sin embargo, según una realización ejemplar ilustrada en la Figura 5, la parte BOP inferior 46 puede ser dotada de un módulo de extensión 60 de distribuidor submarino (PEM) (que ha de ser presentado después) que está configurado para comunicarse con el distribuidor submarino MUX 40 a través, por ejemplo, de una conexión (no mostrada) entre el LMRP 44 y la parte BOP inferior 46. Así, el PEM 60 puede proporcionar un número predeterminado de funciones. En caso de que todas las funciones del distribuidor submarino MUX ya estén en uso, se puede dedicar al PEM 60 una función de la parte BOP inferior del distribuidor submarino MUX, y esa función puede ser restaurada en la parte BOP inferior desde el PEM 60. Sin embargo, dado que el PEM 60 tiene un número predeterminado de funciones, por ejemplo ocho, las funciones restantes pueden ser usadas para proporcionar al árbol 50 el control deseado. En otra realización, pueden conectarse en serie entre sí múltiples PEM para proporcionar tantas funciones como haga falta para operar las funciones del BOP y el árbol.

La Figura 5 muestra que el PEM 60 puede ser conectado a una parte 62 de control del árbol para proporcionar una funcionalidad tanto eléctrica (comunicación y/o potencia) como hidráulica. Uno o más cables eléctricos 64 proporcionan la conexión eléctrica mientras que uno o más "adaptadores calientes" 66 proporcionan la conectividad hidráulica. En este sentido, se hace notar que es posible acoplar automáticamente las conexiones eléctrica y/o hidráulica 64 y 66 cuando se baja el conjunto BOP 45 al árbol 50 (debido al peso del conjunto BOP). Tradicionalmente, una conexión 68 entre el conjunto BOP 45 y el árbol 50 garantiza que diversos conductos eléctricos e hidráulicos se conecten entre sí. Las conexiones eléctrica e hidráulica 64 y 66 pueden estar dotadas con partes macho y hembra que estén situadas en el conjunto BOP 45 y el árbol 50 y que automáticamente se acoplen entre sí cuando el conjunto BOP 45 se una al árbol 50.

Así, el PEM 60 que se une a la parte BOP inferior 46 tiene que ser configurado para acomodarse a las funciones existentes gestionadas por la parte 62 de control del árbol 50. Por lo tanto, el PEM 60 puede ser instalado en una parte BOP inferior existente 46 o en nuevos conjuntos BOP. En una aplicación, el PEM 60 puede ser instalado en la parte LMRP 44 para ampliar la funcionalidad del distribuidor submarino MUX 40. Una ventaja de esta disposición es que cualquier parte BOP inferior puede ser dotada o modernizada con el PEM 60 para proporcionar la funcionalidad de IWOC y evita la necesidad de un sistema IWOC dedicado como el mostrado en la Figura 2.

Según otra realización ejemplar ilustrada en la Figura 6, puede proporcionarse una conexión independiente 70 entre el PEM 60 y control 62 del árbol. La conexión independiente 70 puede incluir conductos hidráulicos y/o cables eléctricos independientes para transmitir, por ejemplo, lecturas del árbol al PEM 60. En una aplicación, puede ser necesario que se conecte un distribuidor submarino dedicado 72 al control 62 del árbol para interconectarse con la conexión independiente 70. En una aplicación, puede usarse un vehículo manejado por control remoto (ROV) para lograr la conexión de la conexión independiente 70 al distribuidor submarino dedicado 72, una vez que la parte BOP inferior se haya posado en el árbol. Se hace notar que en las Figuras 5 y 6 se muestra el PEM 60 unido a la parte BOP inferior 46. Sin embargo, esta no es la única posibilidad contemplada por esta solicitud. En una aplicación, el PEM 60 puede unirse a la parte LMRP 44. De forma similar, se puede proporcionar el distribuidor submarino MUX 40 en la parte BOP inferior 46 en lugar de en la parte LMRP 44.

Según otra realización ejemplar, puede lograrse la conexión entre la parte BOP inferior 46 y la parte 62 de control del árbol 50 usando una conexión de cuña del distribuidor submarino, ilustrada en la Figura 7. La Figura 7 muestra que la cuña 90 del distribuidor submarino está configurada para moverse hacia arriba y hacia abajo a lo largo del eje Z para conectar la parte BOP inferior 46 con una base receptora 92 unida al árbol 50. Los orificios 94 proporcionados en la cuña 90 del distribuidor submarino están configurados para transmitir el fluido a presión al árbol 50 cuando la cuña 90 del distribuidor submarino está acoplada con la base receptora 92. Hay formados unos orificios correspondientes (no mostrados) en la base receptora del árbol 50 para recibir el fluido a presión. Opcionalmente, puede proporcionarse una conexión eléctrica acoplable en estado húmedo en la cuña 90 del

distribuidor submarino y la base receptora 92 para establecer comunicaciones eléctricas. La cuña 90 del distribuidor submarino puede ser accionada hidráulicamente para que se mueva a lo largo del eje Z.

Ahora se proporcionan más detalles sobre el distribuidor submarino MUX 40 y el PEM 60. El distribuidor submarino MUX 40 puede estar firmemente unido a un bastidor (no mostrado) de la parte LMRP 44 y puede incluir válvulas 80 accionadas hidráulicamente (denominadas en la técnica válvulas montadas bajo la placa (SPM)) y válvulas 82 de solenoide que tienen conexión de fluido con las válvulas 80 accionadas hidráulicamente. Se proporcionan las válvulas 82 de solenoide en una sección electrónica 84 y están diseñadas para ser accionadas enviando una señal eléctrica desde una placa electrónica de control (no mostrada). Cada válvula 82 de solenoide está configurada para activar una correspondiente válvula 80 accionada hidráulicamente. El distribuidor submarino MUX 40 puede incluir sensores 86 de presión también montados en la sección electrónica 84. Se proporcionan las válvulas 80 accionadas hidráulicamente en una sección hidráulica 88.

Según una realización ejemplar ilustrada en la Figura 9, el PEM 60 puede incluir una parte fija 100 y una sección extraíble 110. Sin embargo, en una aplicación ambas partes 100 y 110 son fijas. La Figura 9 muestra una implementación de la parte fija 100 y la sección extraíble 110 en la parte LMRP 44. Eso quiere decir que el distribuidor submarino MUX 40 y la parte fija 100 están fijados a la parte LMRP 44. Sin embargo, el PEM 60 puede estar fijado a la parte BOP inferior 46. La sección extraíble 110 está unida de forma extraíble a la parte fija 100. La parte fija 100 incluye una o más válvulas SPM 106 (en aras de la simplicidad, se muestra solo una). Se recibe el fluido a presión elevada por medio del conducto 132 en una primera entrada 106a de la válvula SPM 106. En esta realización ejemplar, la válvula SPM 106 tiene entradas y salidas 106a a 106f. Pueden usarse válvulas SPM 106 con otras configuraciones.

La válvula SPM 106 se acciona recibiendo el fluido a presión en la puerta 106g. Este fluido es controlado por la válvula piloto 108 proporcionada en la sección extraíble 110. La válvula piloto 108 puede tener una estructura similar a la de la válvula SPM 106, salvo en que se usa una puerta eléctrica 108a para accionar la válvula. La válvula piloto 108 puede recibir el fluido a presión del mismo conducto 132 usado por la válvula SPM 106 o de otra fuente hidráulica. Así, las conexiones 134a y 134b están implementadas en la parte fija 100 y la sección extraíble 110, respectivamente, para llevar el fluido a presión a la válvula piloto 108. Se usan conexiones similares o diferentes 136a y 136b para proporcionar a la válvula SPM 106 el fluido a presión procedente de la válvula piloto 108 cuando se recibe una correspondiente señal eléctrica en la puerta 108a. Así, cuando se acciona la válvula piloto 108, el fluido del conducto 132 fluye a través de la válvula piloto 108 a la puerta 106g para accionar la válvula SPM 106. Una vez que se activa la puerta 106g de la válvula SPM, fluye fluido del conducto 132 a través de la válvula SPM 106 hacia la salida 138 y hacia la función que se desea controlar.

Se hace notar que el fluido a presión que entra en el conducto 132 puede ser proporcionado ya sea directamente desde el distribuidor submarino MUX 40 a lo largo de un conducto o desde otra fuente, por ejemplo la conducción caliente 144. El fluido puede ser regulado internamente en el distribuidor submarino MUX 40. La conducción caliente 144 puede ser conectada a acumuladores o a un conducto que se comunica con el barco (no mostrado) que controla la operación del LMRP.

De forma similar a la parte fija 100, la sección extraíble 110 puede incluir más de una válvula piloto 108. La sección extraíble 110 también incluye una parte electrónica 118 que está conectada eléctricamente con las válvulas piloto para transmitirles diversas instrucciones. La parte electrónica 118 puede estar conectada a líneas 140a y 140b de suministro eléctrico que están conectadas al distribuidor submarino MUX 40 a través de la parte fija 100. Además, la parte electrónica 118 puede incluir una o más líneas 142 (por ejemplo, cables RS 485) para transmitir diversas instrucciones desde el distribuidor submarino MUX 40 a las correspondientes válvulas 108 de solenoide a través de la parte fija 100. Pueden montarse correspondientes conectores eléctricos 145 acoplables en estado húmedo (por ejemplo, conectores configurados para acoplarse/desacoplarse en un entorno submarino) en la parte fija 100 y la sección extraíble 110 para transmitir la energía eléctrica y las instrucciones de un módulo al otro. Pueden usarse múltiples partes fijas 100 y correspondientes secciones extraíbles 110 en la misma estructura submarina.

Si se proporciona más de una válvula piloto 108 en la sección extraíble 110, puede usarse el mismo conducto 146 de suministro para suministrar el fluido a presión a cada una de las válvulas piloto 108. Sin embargo, cada válvula piloto 148 tendría su propia salida 150 en comunicación de fluido con una correspondiente válvula SPM 152. En otras palabras, para un módulo de control (parte fija 100 y sección extraíble 110) que tiene un número predeterminado de funciones n (por ejemplo, 8), hay $n + 1$ tomas hidráulicas de entrada, una correspondiente al conducto 146 y las otras correspondientes a las tomas 150 de salida. En una aplicación, el conducto 146 puede estar conectado a otra fuente de fluido a presión en lugar de al distribuidor submarino MUX 40 o el conducto 144. La sección extraíble 110 puede incluir otros elementos distintos de los mostrados en las figuras. Por ejemplo, la sección extraíble 110 puede incluir uno o más dispositivos de filtrado, dispositivos de detección de la presión, etc. De modo similar, la parte fija puede incluir otros dispositivos; por ejemplo, reguladores de la presión.

Si la parte fija 100 y la sección extraíble 110 están dispuestas en el conjunto BOP, entonces el suministro eléctrico y el suministro de comunicaciones pueden quedar igual, por ejemplo desde el distribuidor submarino MUX 40, pero el suministro hidráulico puede ser proporcionado por una conducción caliente que proporciona el fluido a alta presión

para operar los BOP del conjunto BOP. En una aplicación, la sección extraíble 110 puede estar firmemente unida a la parte fija 100 para que el PEM 60 sea un único componente.

5 Según una realización ejemplar ilustrada en la Figura 10, el distribuidor submarino MUX 40 puede tener una interconexión 160 que está configurada para comunicarse directamente con la parte 62 de control del árbol 50. La interconexión 160 puede ser incorporada modernizando un distribuidor submarino MUX existente 40 o puede ser fabricada como parte integral del distribuidor submarino MUX 40. La interconexión 160 se conecta a través de una toma 162 de comunicaciones a la parte 62 de control del árbol 50. La toma 162 de comunicaciones puede ser configurada para comunicar señales eléctricas y/o señales hidráulicas entre el distribuidor submarino MUX 40 y el árbol 50. En otra aplicación, se proporciona un distribuidor submarino MUX 40a en la parte BOP inferior 46 en lugar de en la parte LMRP 44. Para esta aplicación, se proporcionan una interconexión 160a y una toma 162a de comunicaciones, similares a la interconexión 160 y a la toma 162 de comunicaciones, para conectar el distribuidor submarino MUX 40a al árbol 50. Todas las demás características expuestas para las realizaciones anteriores se aplican igualmente a esta realización.

15 Según una realización ejemplar ilustrada en la Figura 11, hay un procedimiento para proporcionar el control del árbol a través de una parte inferior de válvula antierupción (BOP), estando conectada la parte BOP inferior a una parte de conjunto de fondo de la columna ascendente marina (LMRP) para formar un conjunto BOP que está unido al árbol en un entorno submarino. El procedimiento incluye una etapa 1100 de unión de un PEM a la parte BOP inferior; una etapa 1110 de conexión hidráulica del PEM a un distribuidor submarino MUX que está unido a la parte LMRP; una etapa 1120 de conexión eléctrica del PEM al distribuidor submarino MUX; una etapa 1130 de unión de un conector hidráulico al PEM, estando configurado el conector hidráulico para acoplarse con una correspondiente conexión del árbol; y una etapa 1140 de configuración del PEM para proporcionar un conjunto de funciones al árbol y para transmitir al árbol un fluido a presión desde el distribuidor submarino MUX.

25 Las realizaciones ejemplares dadas a conocer proporcionan un sistema y un procedimiento para proporcionar funcionalidad de IWOC a un árbol por medio de un conjunto BOP. Debería entenderse que esta descripción no está concebida para que limite la invención. Por el contrario, se prevé que las realizaciones ejemplares abarquen las alternativas, las modificaciones y los equivalentes que estén incluidos en el espíritu y el alcance de la invención, definida por las reivindicaciones adjuntas. Además, en la descripción detallada de las realizaciones ejemplares se presentan numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión cabal de la invención reivindicada. Sin embargo, un experto en la técnica entenderá que pueden ponerse en práctica diversas realizaciones sin tales detalles específicos.

30 Aunque las características y los elementos de las presentes realizaciones ejemplares son descritos en las realizaciones en combinaciones particulares, cada característica o elemento puede ser usado solo sin las otras características y los otros elementos de las realizaciones o en combinaciones diversas con o sin otras características y otros elementos dados a conocer en la presente memoria.

35 La presente descripción usa ejemplos de la materia objeto dada a conocer para permitir que cualquier persona experta en la técnica la ponga en práctica, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la materia objeto está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica. Se prevé que tales ejemplos adicionales estén dentro del alcance de las reivindicaciones.

40

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto (45) de válvula antierupción (BOP) configurado para proporcionar funcionalidad de sistema de control de reparación de instalación de pozo (IWOC) a un árbol (50) conectado a una cabeza (48) de pozo (54), comprendiendo el conjunto BOP:
 - 5 una parte (44) de conjunto de fondo de la columna ascendente marina (LMRP) configurada para unirse a un extremo de una columna ascendente marina (49);
una parte BOP inferior (46) configurada para unirse de forma separable a la parte LMRP; **caracterizado por**
 - 10 un módulo de extensión (60) de distribuidor submarino unido a la parte LMRP o la parte BOP inferior y configurado para recibir un fluido a presión y proporcionar un conjunto de funciones al árbol en función del fluido a presión; y
al menos un distribuidor submarino MUX (40,42) unido a la parte LMRP o la parte BOP inferior y configurada para recibir señales eléctricas y el fluido a presión y para transmitir el fluido a presión al módulo de extensión de distribuidor submarino, en el que
 - 15 el conjunto de funciones para el árbol es diferente de las funciones proporcionadas a la parte BOP inferior.
2. El conjunto BOP (45) de la Reivindicación 1 que, además, comprende:
 - una conexión (66) por adaptador en caliente entre el módulo de extensión (60) de distribuidor submarino y una parte (62) de control del árbol (50), estando configurada la conexión por adaptador en caliente para transferir directamente al árbol el fluido a presión desde la parte BOP inferior.
- 20 3. El conjunto BOP (45) de la Reivindicación 1 que, además, comprende:
 - una conexión eléctrica (68) acoplable en estado húmedo entre el módulo de extensión (60) de distribuidor submarino y una parte (62) de control del árbol (50), transfiriendo la conexión eléctrica acoplable en estado húmedo señales eléctricas entre el módulo de extensión de distribuidor submarino y la parte de control del árbol.
- 25 4. El conjunto BOP (45) de la Reivindicación 3 en el que la conexión eléctrica (68) acoplable en estado húmedo está configurada para ser conectada a la parte (62) de control del árbol (50) por medio de un vehículo manejado por control remoto o automáticamente cuando la parte BOP inferior (46) hace contacto con el árbol.
5. El conjunto BOP (45) de la Reivindicación 1 que, además, comprende:
 - 30 una conexión independiente (70) entre el módulo de extensión (60) de distribuidor submarino y una parte (62) de control del árbol (50), estando configurada la conexión independiente para transferir directamente al árbol el fluido a presión desde la parte BOP inferior (46).
6. El conjunto BOP (45) de la Reivindicación 5 en el que la conexión independiente (70) está configurada para ser conectada a la parte (62) de control del árbol (50) por medio de un vehículo manejado por control remoto.
7. El conjunto BOP (45) de la Reivindicación 1 que, además, comprende:
 - 35 una cuña (90) del distribuidor submarino entre el módulo de extensión (60) de distribuidor submarino y una parte (62) de control del árbol (50), estando configurada la cuña del distribuidor submarino para transferir directamente al árbol el fluido a presión desde la parte BOP inferior (46).
8. El conjunto BOP (45) de la Reivindicación 7 en el que la cuña (90) del distribuidor submarino está unida de forma amovible a la parte BOP inferior (46) y configurada para moverse a lo largo de un eje predeterminado (z) para conectarse al árbol (50) y desconectarse del mismo.
- 40 9. Un sistema para controlar un conjunto (45) de válvula antierupción (BOP) y un árbol (50) unido a una cabeza (48) de pozo (54), incluyendo el conjunto BOP una parte BOP inferior (46) y una parte (44) de conjunto de fondo de la columna ascendente marina (LMRP), estando el sistema **caracterizado por**:
 - 45 al menos un distribuidor submarino MUX (40,42) configurado para ser unido a la parte BOP inferior o a la parte LMRP, para recibir señales eléctricas y un fluido a presión, y para proporcionar un primer conjunto de funciones a la parte LMRP, y un segundo conjunto de funciones a la parte BOP inferior;
 - un módulo de extensión (60) de distribuidor submarino configurado para ser unido a la parte BOP inferior o a la parte LMRP, para recibir el fluido a presión del distribuidor submarino MUX, y para proporcionar un tercer conjunto de funciones al árbol en función del fluido a presión recibido; y
 - 50 una parte (62) de control configurada para ser unida al árbol (50) y para comunicarse con el módulo de extensión (60) de distribuidor submarino, en el que
el tercer conjunto de funciones para el árbol es diferente del segundo conjunto de funciones proporcionado a la parte BOP inferior.

- 5 **10.** El sistema de la Reivindicación 9 que, además, comprende:
- una conexión independiente (70) entre el módulo de extensión (60) de distribuidor submarino y la parte (62) de control del árbol (50), estando configurada la conexión independiente para transferir directamente al árbol (50) el fluido a presión desde la parte BOP inferior (46), y estando configurada la conexión independiente para ser conectada a la parte (62) de control del árbol (50) por medio de un vehículo manejado por control remoto.
- 10 **11.** El sistema de la Reivindicación 10 que, además, comprende:
- una cuña (90) del distribuidor submarino entre el módulo de extensión (60) de distribuidor submarino y la parte (62) de control del árbol, estando configurada la cuña del distribuidor submarino para transferir directamente al árbol (50) el fluido a presión desde la parte BOP inferior (46) y estando unida la cuña (90) del distribuidor submarino de forma amovible a la parte BOP inferior y configurada para moverse a lo largo de un eje predeterminado (z) para conectarse al árbol (50) y desconectarse del mismo.
- 15 **12.** Un procedimiento para proporcionar control del árbol mediante una parte inferior (46) de válvula antierupción (BOP), estando conectada la parte BOP inferior a una parte (44) de conjunto de fondo de la columna ascendente marina (LMRP) para formar un conjunto BOP (45) que está unido de forma submarina al árbol (50), comprendiendo el procedimiento:
- 20 unir un módulo de extensión (60) de distribuidor submarino a la parte BOP inferior (46) o a la parte LMRP (44);
conectar hidráulicamente el módulo de extensión de distribuidor submarino a un distribuidor submarino MUX (40,42);
conectar eléctricamente (64) el módulo de extensión de distribuidor submarino al distribuidor submarino MUX;
- 25 unir un conector hidráulico (66) al módulo de extensión de distribuidor submarino, estando configurado el conector hidráulico para acoplarse con una correspondiente conexión del árbol; y
configurar el módulo de extensión de distribuidor submarino para proporcionar un conjunto de funciones al árbol y para transmitir al árbol un fluido a presión desde el distribuidor submarino MUX.
- 13.** El procedimiento de la Reivindicación 12 que, además, comprende:
- conectar el conector hidráulico (66) del módulo de extensión (60) de distribuidor submarino a la correspondiente conexión del árbol (50).
- 30 **14.** El procedimiento de la Reivindicación 13 que, además, comprende:
- usar un vehículo manejado por control remoto para conectar al árbol (50) el conector hidráulico (66) del módulo de extensión (60) de distribuidor submarino.
- 15.** El procedimiento de la Reivindicación 13 que, además, comprende:
- 35 usar del peso del conjunto BOP (45) para conectar al árbol (50) el conector hidráulico (66) del módulo de extensión (60) de distribuidor submarino.

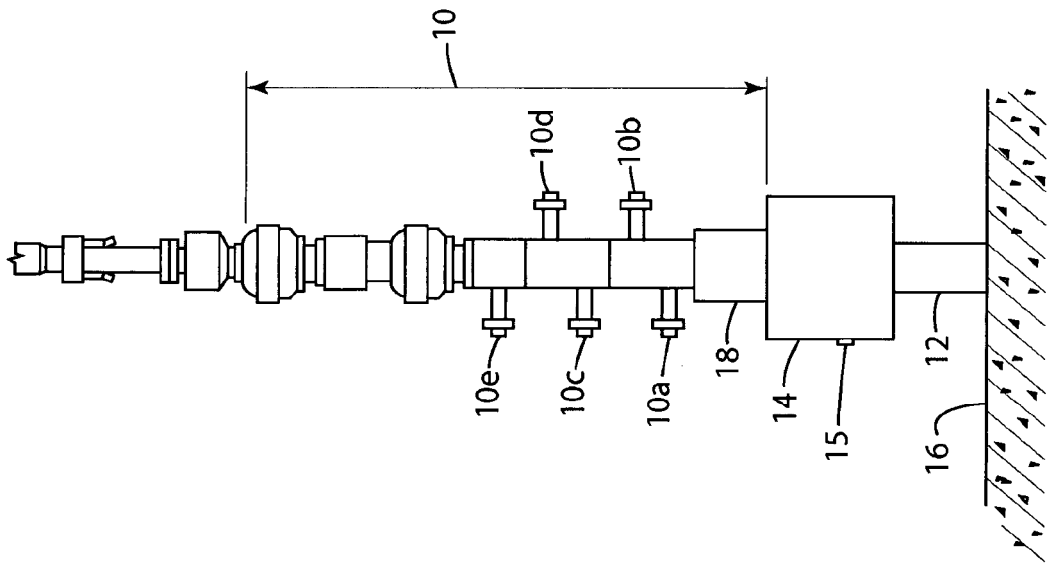


Figura 1
(Técnica antecedente)

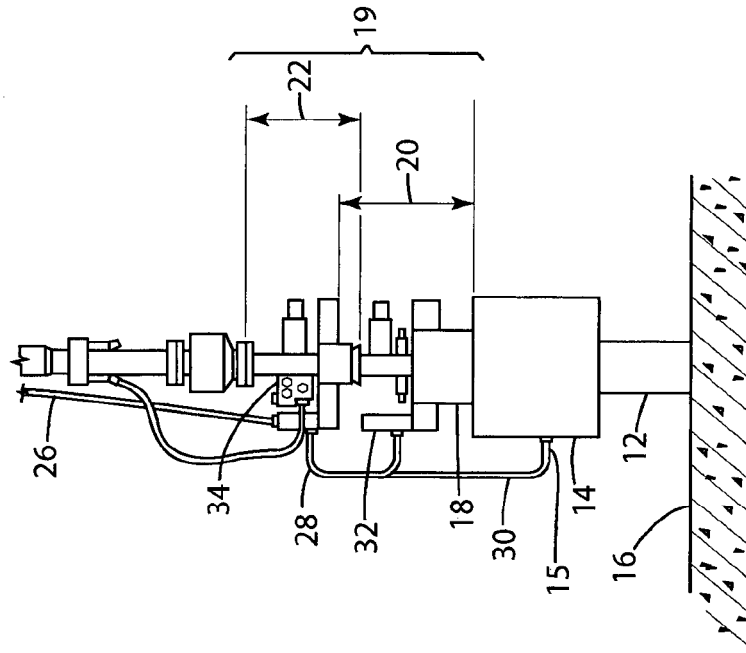


Figura 2
(Técnica antecedente)

Figura 3

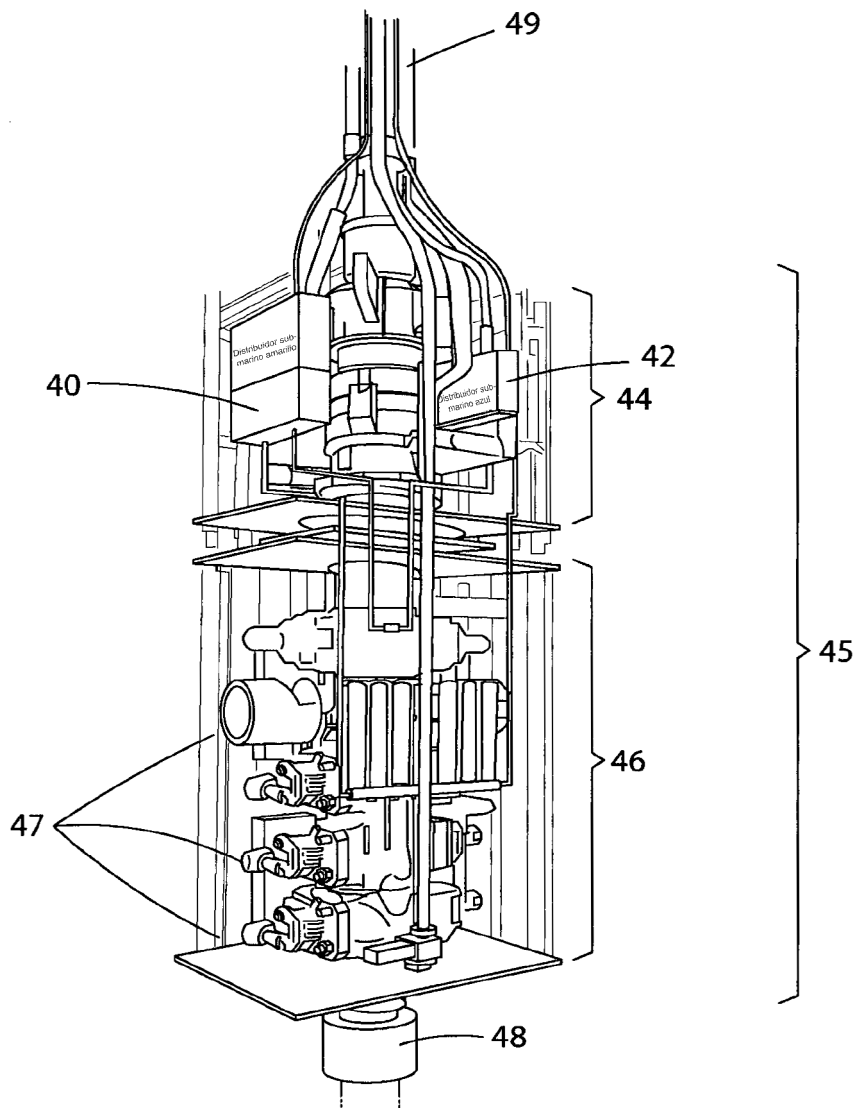


Figura 4

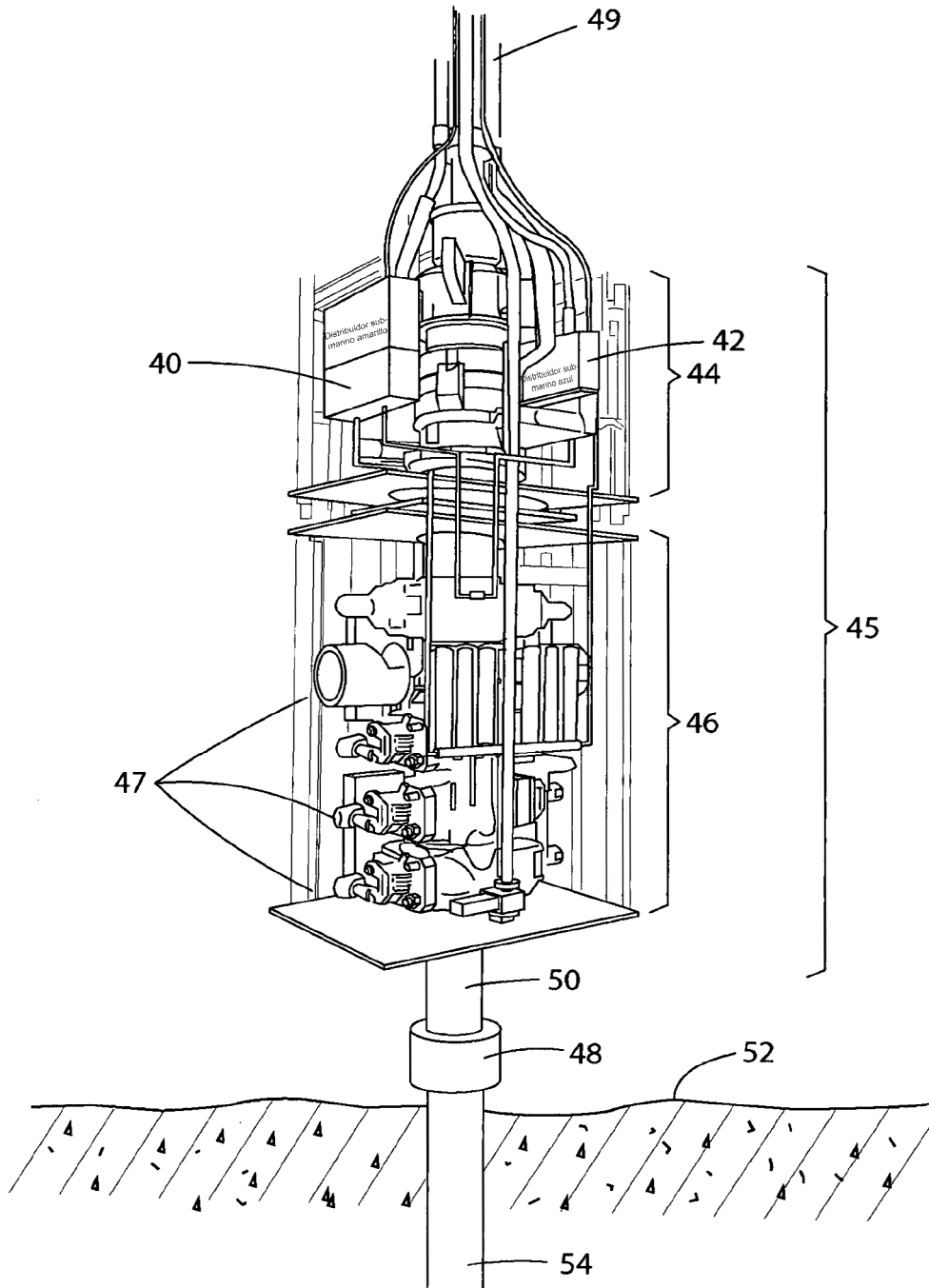


Figura 6

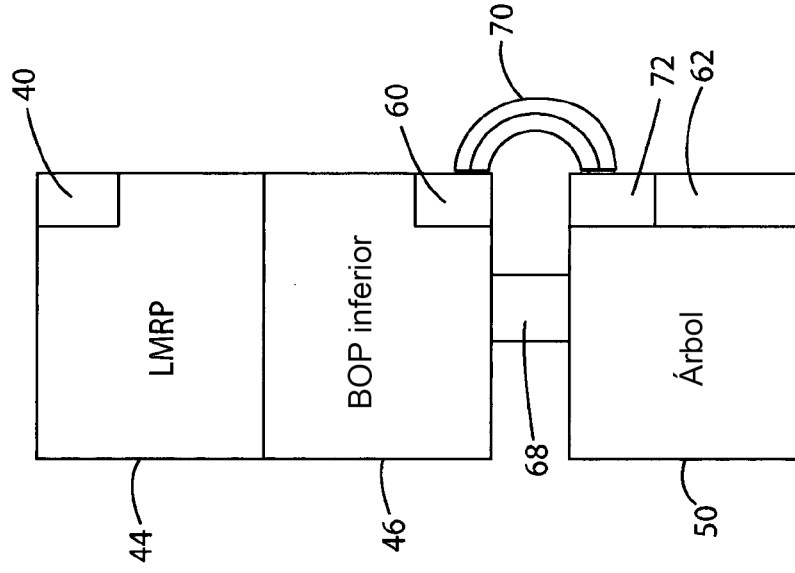


Figura 5

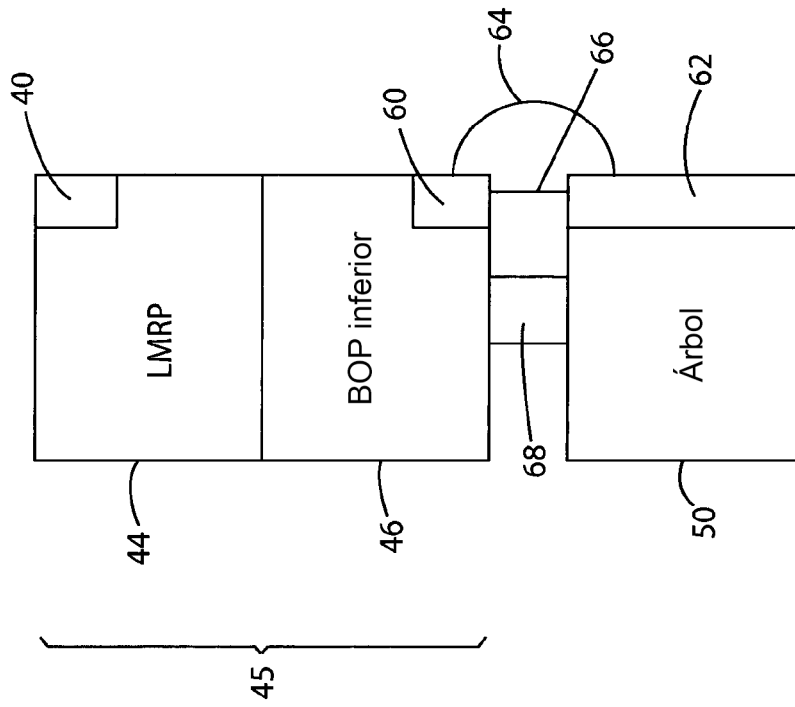


Figura 7

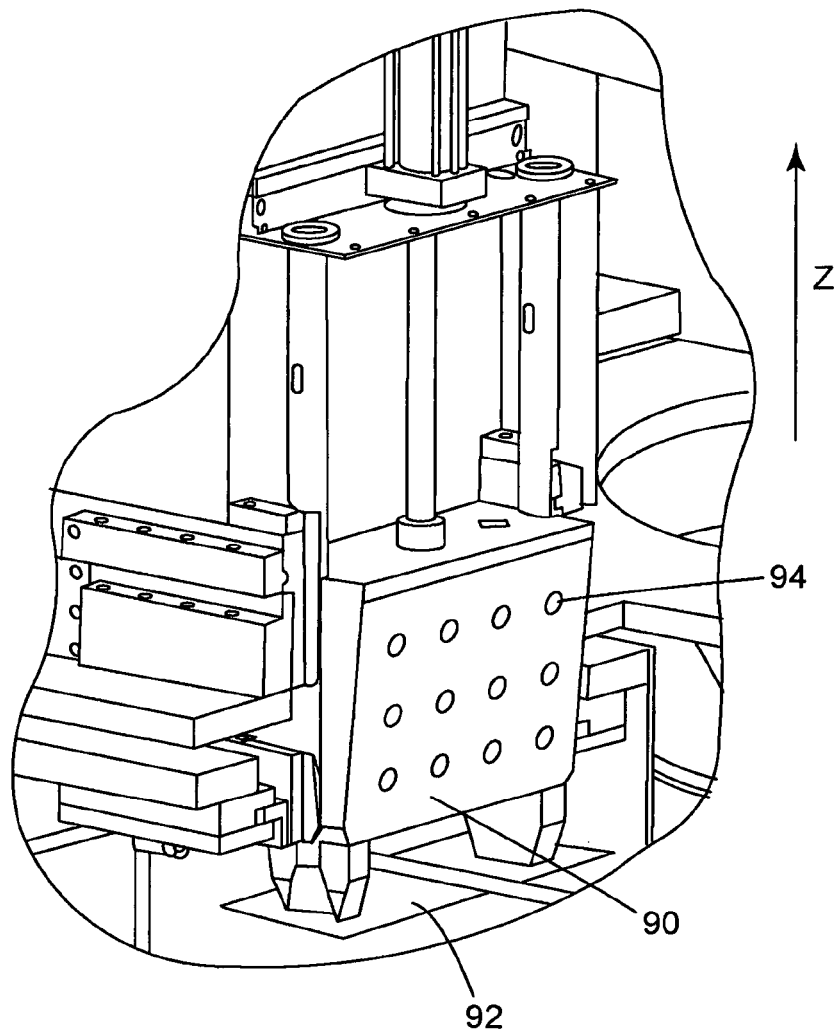


Figura 8

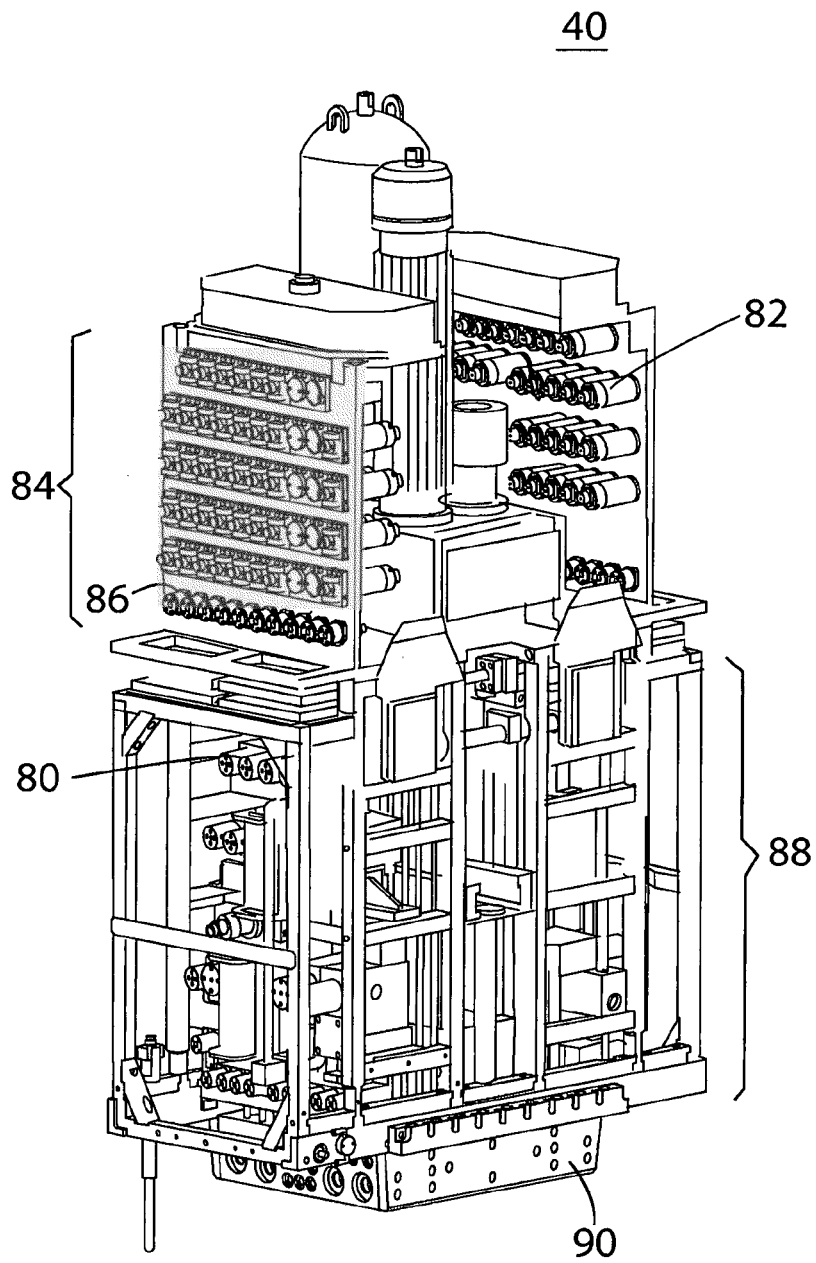


Figura 9

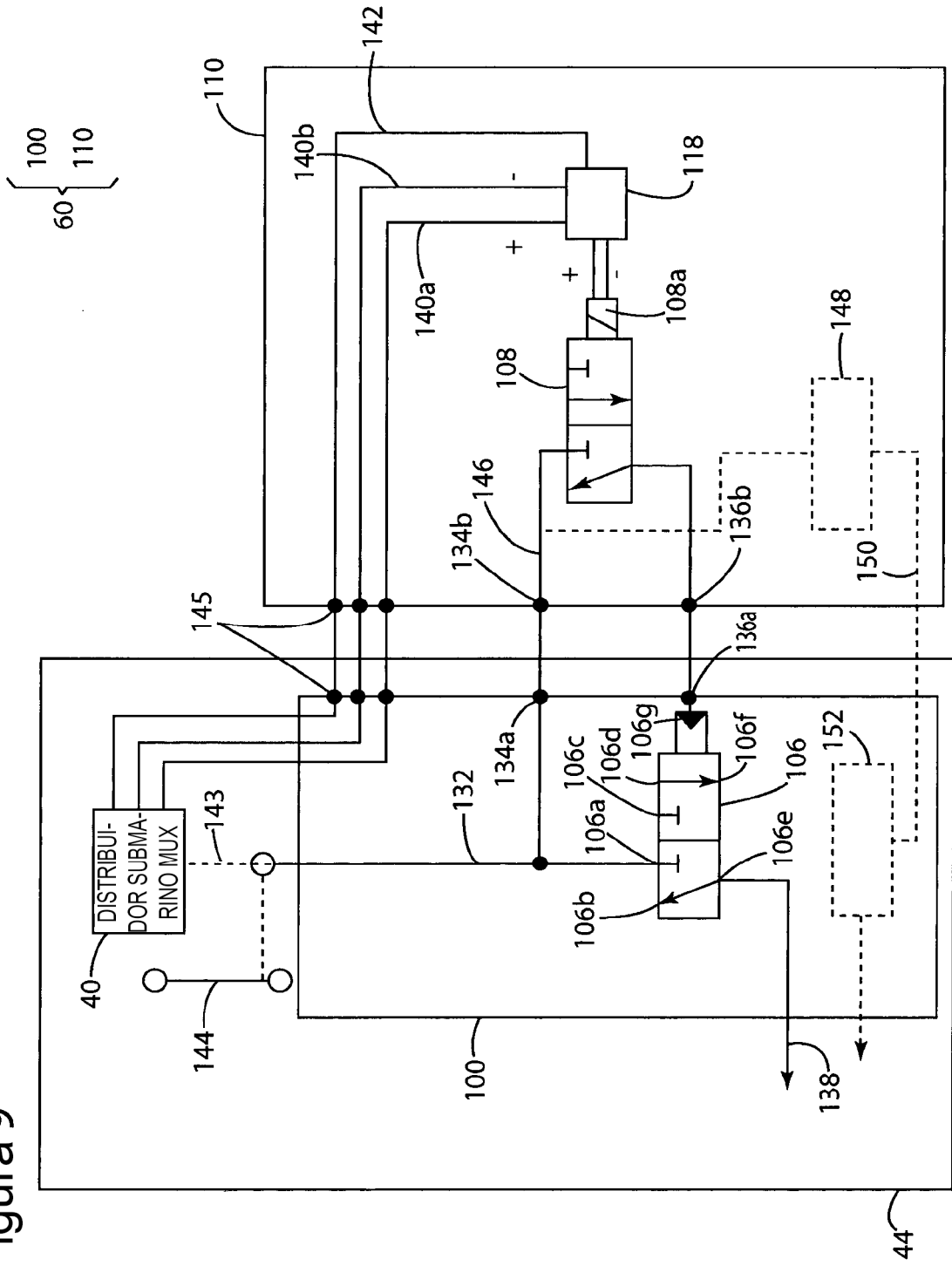


Figura 10

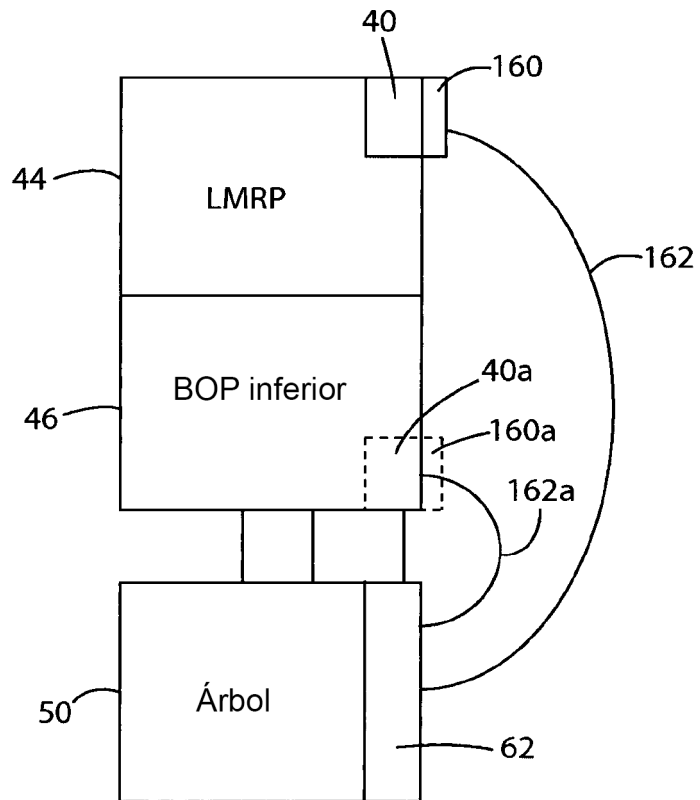


Figura 11

