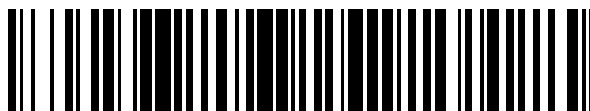


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 018**

51 Int. Cl.:

E21B 47/00

(2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2004 PCT/US2004/021934**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2005 WO05019600**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2004 E 04777792 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 1668223**

54 Título: **Sistema de control accionado hidráulicamente para utilizar en un pozo subterráneo**

30 Prioridad:

19.08.2003 US 643488

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

27.07.2018

73 Titular/es:

**WELLDYNAMICS, INC. (100.0%)
445 WOODLINE DRIVE
SPRING, TX 77386, US**

72 Inventor/es:

**PURKIS, DANIEL, G. y
CURINGTON, ALFRED, R.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 677 018 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

Sistema de control accionado hidráulicamente para utilizar en un pozo subterráneo

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere en general a operaciones realizadas y equipos utilizados junto con pozos subterráneos y, en un modo de realización descrita en el presente documento, más particularmente proporciona un sistema de control accionado hidráulicamente.

10 CONOCIMIENTOS PREVIOS

Es muy deseable poder controlar el funcionamiento de las herramientas de pozos desde una ubicación remota, tal como la superficie de la tierra u otra ubicación de un pozo. Por ejemplo, sería deseable poder controlar el caudal de fluidos a través de una válvula instalada en el fondo del pozo o estrangulador. Esto permitiría un control exacto de la velocidad de producción (o inyección) sin la necesidad de intervenir en la terminación.

Algunos sistemas de control han sido propuestos para este fin en el pasado. Sin embargo, en su mayor parte dichos sistemas de control son excesivamente complejos y, por lo tanto, poco fiables, costosos y/o difíciles de construir, mantener, calibrar, etc.

Lo que se necesita es un sistema de control que tenga una complejidad reducida y una mayor fiabilidad, y que permita un control exacto sobre el accionamiento de las herramientas de pozo en un entorno en el fondo del pozo.

El documento US 5238070 describe un sistema de accionamiento diferencial para herramientas en el fondo del pozo que proporciona un funcionamiento continuo con el uso de la presión diferencial entre dos zonas aisladas de un pozo como una fuente de alimentación para la herramienta. Un paquete de control electrónico coordina el funcionamiento de una válvula operativa con una válvula de inversión de modo que la presión alta desde una zona de alta presión se transmite de forma continua a través de un medio de válvula operativa a un lado de alta presión seleccionado de un pistón de potencia.

El documento US 2002/0014338 describe un aparato de medición de fluido accionado hidráulicamente que proporciona la descarga de un volumen conocido de fluido a un accionador de la herramienta de un pozo.

El documento US 2001/0037884 divulga un sistema de control hidráulico para herramientas de fondo de un pozo. Se transfiere un volumen conocido de fluido desde una cámara de medición a un accionador para producir un desplazamiento conocido de un pistón.

40 RESUMEN

La presente invención proporciona un sistema de control para su uso en un pozo subterráneo, el sistema que comprende: una herramienta de pozo; un accionador que incluye un pistón accionador que se desplaza para operar la herramienta del pozo; y un módulo de control interconectado entre el accionador y las líneas de fluido primera y segunda, un diferencial de presión desde la primera línea a la segunda línea que está operativa para desplazar el pistón accionador y operar la herramienta del pozo, caracterizado porque el módulo de control está operativo para medir un volumen predeterminado de fluido desde el accionador a la segunda línea y limitar así el desplazamiento del pistón del accionador en respuesta a cada uno de los múltiples aumentos del diferencial de presión desde la primera línea hasta la segunda línea.

La presente invención proporciona además un procedimiento para controlar el accionamiento de una herramienta de un pozo, el procedimiento que comprende las etapas de: interconectar un módulo de control entre una primera y una segunda líneas de fluido y un accionador de la herramienta del pozo; aumentar un diferencial de presión desde la primera línea a la segunda línea, el módulo de control que transmite el diferencial de presión al accionador; caracterizado por medir un volumen predeterminado de fluido desde el accionador a la segunda línea a través del módulo de control en respuesta a la etapa de aumento de la presión diferencial, accionando de forma gradual la herramienta del pozo; y repitiendo las etapas de aumento y medición del diferencial de presión, accionando de modo gradualmente y sucesivamente la herramienta del pozo.

En el presente documento se describe un sistema de control que utiliza un módulo de control conectado a un accionador para una herramienta del pozo. Las aplicaciones repetidas de presión a una línea de fluido hacen que el módulo de control mida repetidamente un volumen conocido de fluido desde el accionador a una segunda línea de fluido. A medida que cada volumen medido de fluido se desplaza desde el accionador a la segunda línea de fluido, el accionador acciona gradualmente la herramienta del pozo.

En el presente documento se describe un sistema de control para su uso en un pozo subterráneo. El sistema incluye una herramienta de un pozo, un accionador para la herramienta del pozo y un módulo de control interconectado

entre el accionador y las líneas de fluido primera y segunda. El módulo de control es operativo para medir un volumen predeterminado de fluido desde el accionador a la segunda línea en respuesta a la presión aplicada a la primera línea.

- 5 En el presente documento se describe un sistema de control para su uso en un pozo subterráneo. El sistema incluye una herramienta de un pozo, un accionador para la herramienta del pozo y un módulo de control interconectado entre el accionador y las líneas de fluido primera y segunda. La presión aplicada a la primera línea desplaza el pistón del accionador y opera la herramienta del pozo. El módulo de control mide un volumen predeterminado de fluido desde el accionador hasta la segunda línea, y limita de este modo el desplazamiento del pistón del accionador en
10 respuesta a cada una de las múltiples aplicaciones de presión a la primera línea.

- En el presente documento se describe un procedimiento para controlar el accionamiento de una herramienta de un pozo. El procedimiento incluye las etapas de: interconectar un módulo de control entre la primera y la segunda líneas de fluido y un accionador de la herramienta del pozo; aplicar presión a la primera línea, el módulo de control que
15 transmite la presión aplicada a la primera línea al accionador; medir un volumen predeterminado de fluido desde el accionador a la segunda línea a través del módulo de control en respuesta a la etapa de aplicación de presión, accionando gradualmente la herramienta del pozo; y repetir las etapas de aplicación y medición de presión, accionando de este modo sucesivamente y gradualmente la herramienta del pozo.

- 20 Estas y otras características, ventajas, beneficios y objetivos de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica tras una cuidadosa consideración de la descripción detallada de los modos de realización representativos de la invención a continuación y los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 25 La FIG. 1 es una vista esquemática parcialmente en corte transversal de un sistema de control accionado hidráulicamente tal como se utiliza en un pozo subterráneo, el sistema que incorpora los principios de la presente invención;

- 30 La FIG. 2 es un diagrama de circuito hidráulico a escala ampliada para el sistema de control de la FIG. 1, que muestra el sistema de control en una primera configuración;

- La FIG. 3 es un diagrama de circuito hidráulico a escala ampliada para el sistema de control de la FIG. 1, que muestra el sistema de control en una segunda configuración;

- 35 La FIG. 4 es un diagrama de circuito hidráulico a escala ampliada para el sistema de control de la FIG. 1, que muestra el sistema de control en una tercera configuración; y

- 40 La FIG. 5 es un diagrama de circuito hidráulico a escala ampliada para otro sistema de control que incorpora los principios de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 45 Ilustrado de forma representativa en la FIG. 1 hay un sistema de control 10 que incorpora los principios de la presente invención. En la siguiente descripción del sistema de control 10 y otros aparatos y procedimientos descritos en el presente documento, los términos direccionales tales como "arriba", "abajo", "superior", "inferior", etc., se usan solo por conveniencia al referirse al dibujos adjuntos. Por otra parte, debe entenderse que los diversos modos de realización de la presente invención descritos en el presente documento pueden utilizarse en diversas orientaciones, tales como inclinados, invertidos, horizontales, verticales, etc., y en diversas configuraciones, sin apartarse de los
50 principios del presente invención.

- Tal como se representa en la FIG. 1, el sistema de control 10 se utiliza para controlar el accionamiento de una herramienta de un pozo 12 situada en un pozo 14. La herramienta del pozo 12 es representativamente un estrangulador que se utiliza para regular el flujo de fluido entre una formación 16 y el interior de una cuerda de
55 tubería 18 en la cual el estrangulador está interconectado. Sin embargo, debe entenderse claramente que los principios de la presente invención pueden utilizarse junto con el accionamiento de cualquier tipo de herramienta de un pozo (incluidas, entre otras, válvulas, empaquetadores, equipos de prueba, etc.).

- Se proporciona un accionador 20 para la herramienta de un pozo 12. El accionador 20 puede ser tan sencillo como
60 un pistón de un agujero, con el pistón conectado a un componente de cierre (u otro componente operativo) de la herramienta del pozo 12, de manera que el desplazamiento del pistón provoca el accionamiento de la herramienta del pozo. Si la herramienta del pozo 12 es un estrangulador, como la válvula de control de intervalo comercializada por Well Dynamics of Spring, Texas, los desplazamientos graduales del pistón se pueden utilizar para ajustar gradualmente un caudal de fluido a través del estrangulador. Sin embargo, se pueden utilizar otros tipos de
65 accionadores sin apartarse de los principios de la invención.

El sistema de control 10 incluye un módulo de control 22 interconectado entre el accionador 20 y las líneas de fluido 24 que se extienden a una ubicación remota, tal como la superficie de la tierra u otra ubicación del pozo 14. Las líneas 24 pueden transmitir fluido hidráulico entre el módulo de control 22 y la ubicación remota, aunque pueden transmitirse otros tipos de fluidos a través de las líneas 24, si se desea.

Con referencia asimismo a la FIG. 2, el módulo de control 22, el accionador 20 y la herramienta del pozo 12 se ilustran de manera esquemática y representativa. Las líneas 24 se ilustran por separado como las líneas 26, 28 conectadas a los puertos 30 del módulo de control 22. El accionador 20 está conectado al módulo de control 22 a través de puertos adicionales 32.

Obsérvese que el accionador 20 incluye un pistón 34 que tiene lados opuestos 36, 38. El lado del pistón 36 está en comunicación fluida con la línea 26 a través de un conducto de fluido 40 que se extiende a través del módulo de control 22. El otro lado del pistón 38 está en comunicación fluida con la otra línea 28 a través de un conductos adicionales 42, 44 que se extienden en el módulo de control 22.

Cuando se aplica presión a la línea 26, el módulo de control 22 transmite esta presión al pistón 34 a través del conducto 40. Preferentemente, las líneas 26, 28 están inicialmente equilibradas, es decir, significativamente a la misma presión. La presión aplicada a la línea 26 provocaría, por lo tanto, un aumento de la presión sobre la línea 26 en relación con la línea 28.

El pistón 34 está desplazado hacia la izquierda tal como se ve en la FIG. 2 e indicado por las flechas 46, debido al diferencial de presión entre los lados del pistón 36, 38 (en comunicación fluida con las líneas 26, 28, respectivamente). Por supuesto, cuando el pistón 34 se desplaza hacia la izquierda, circula fluido desde el accionador 20 hacia el interior del conducto 42 del módulo de control 22.

El módulo de control 22 incluye un pistón 48 que se utiliza para limitar el volumen de fluido transmitido desde el accionador 20 al módulo de control 22 cuando el pistón accionador 34 se desplaza hacia la izquierda. El pistón del módulo de control 48 tiene lados opuestos 50, 52, que están en comunicación fluida con los conductos 42, 44, respectivamente. A medida que el fluido circula desde el accionador 20 al conducto 42 (debido al desplazamiento del pistón accionador 34 hacia la izquierda), se aplica la correspondiente presión de fluido al lado del pistón 50, desviando así el pistón del módulo de control 48 hacia abajo, como lo indican las flechas 54.

A medida que el pistón del módulo de control 48 se desplaza hacia abajo, desplaza el fluido hacia el conducto 44, y de allí a la línea 28. Obsérvese que el pistón del módulo de control 48 está desviado hacia abajo debido a una diferencia entre la presión del lado del pistón 50 y la presión en el lado del pistón 52. Un dispositivo de desviación 56 (representado de forma ilustrativa como resortes concéntricos de compresión en espiral) empuja el pistón del módulo de control 48 hacia arriba, de modo que el diferencial de presión entre los lados 50, 52 del pistón debe ser lo suficientemente grande como para vencer la fuerza de desviación hacia arriba ejercida sobre el pistón por el dispositivo de desviación a fin de desplazar el pistón hacia abajo.

El pistón del módulo de control 48 solo puede desplazarse hacia abajo una distancia predeterminada D, en cuyo punto el pistón llegará al final de su carrera. Cuando el pistón 48 desplaza la distancia D, un volumen predeterminado correspondiente de fluido es desplazado por el pistón al interior del conducto 44 y de allí a la línea 28. Dado que el pistón del módulo de control 48 solo puede desplazar la distancia D, se apreciará fácilmente que el pistón accionador 34 solo puede desplazar una determinada distancia correspondiente. Es decir, el pistón accionador 34 solo puede desplazar hacia la izquierda una distancia que hará circular un volumen de fluido a través del conducto 42 lo suficiente como para desplazar el pistón del módulo de control 48 hacia abajo la distancia D.

Un tope ajustable 74 permite variar la distancia D. Esta capacidad de ajuste permite que el sistema 10 se utilice con diferentes herramientas del pozo para las cuales se pueden desear diferentes volúmenes de fluido correspondientes para accionar las herramientas del pozo en respuesta a cada desplazamiento del pistón del módulo de control 48. De forma representativa, el tope ajustable 74 se enrosca una distancia mayor o menor en el módulo 22 de control para variar la distancia D, aunque se pueden utilizar otros tipos de ajustes, si se desea.

Con referencia asimismo a la FIG. 3, el sistema 10 se ilustra de manera representativa después de que el pistón del módulo de control 48 ha sido desplazado al final de su carrera. Obsérvese que el pistón accionador 34 ha desplazado una distancia correspondiente hacia la izquierda.

Si, en este punto, se aplica más presión a la línea 26, el pistón accionador 34 no se desplazará más, ya que el flujo del accionador 20 a través del conducto 42 se evita mediante el pistón del módulo de control 48, que está al final de su carrera. Esto es muy favorable, ya que se puede obtener un desplazamiento gradual conocido del pistón accionador 34 en respuesta a una aplicación de presión a la línea 26. Por ejemplo, si la herramienta del pozo 12 es un estrangulador, este desplazamiento conocido del pistón accionador 34 se puede utilizar para producir un ajuste correspondiente al caudal de fluido a través del estrangulador.

Con referencia asimismo a la FIG. 4, el sistema de control 10 se ilustra de forma representativa después de que la presión aplicada a la línea 26 se ha reducido. Tan pronto como la presión diferencial aplicada a través de los lados 50, 52 del pistón del módulo de control 48 se reduce suficientemente, el dispositivo de desviación 56 desplaza el pistón hacia arriba, como se indica con las flechas 58. Sin embargo, obsérvese que el pistón accionador 34 no se desplaza cuando el pistón del módulo de control 48 se desplaza hacia arriba, ya que una válvula 60 en el pistón del módulo de control permite el flujo entre los lados 50, 52 del pistón del módulo de control.

Cuando se aumenta la presión de la línea 26 (tal como se representa en la figura 2), la válvula 60 se cierra, impidiendo el flujo de fluido desde el lado 50 hacia el lado del pistón 52 del módulo de control 48. La válvula 60 es del tipo conocido por los expertos en la técnica como una válvula pilotada, en la que la presión aplicada a un puerto de piloto 70 cierra la válvula. Se aplica presión al puerto 70 cuando se aumenta la presión en la línea 26, debido a un conducto 62 formado en el módulo de control 22 entre el conducto 40 y el puerto 70. El aumento de presión en el conducto 62 opera para forzar a la válvula 60 a su configuración cerrada, evitando de este modo que el fluido fluya desde el conducto 42 al conducto 44 a través del pistón del módulo de control 48.

Para una mayor seguridad de que el fluido que fluye desde el accionador 20 al interior del conducto 42 no circula por la válvula 60 cuando se aumenta la presión en la línea 26, se instala un limitador de caudal 64 en el conducto 42. El limitador de caudal 64 retarda el aumento de presión en el lado 50 del pistón del módulo de control 48 en comparación con el aumento de presión en el puerto 70 a través del conducto 62.

En este punto se puede apreciar completamente que el módulo de control 22 permite que el pistón accionador 34 se desplace de forma gradual en respuesta a aplicaciones repetidas de presión en la línea 26. Cuando se aumenta la presión en la línea 26, el pistón accionador 34 se desplaza una distancia predeterminada hacia la izquierda, y el pistón del módulo de control 48 se desplaza hacia abajo la distancia D, desplazando así el volumen predeterminado de fluido hacia la línea 28. Cuando se reduce la presión en la línea 26, el pistón del módulo de control 48 se desplaza hacia arriba la distancia D (debido a la fuerza ejercida por el dispositivo de desviación 56), con lo que se "recupera" el módulo de control 22. Cuando se aumenta de nuevo la presión en la línea 26, el pistón accionador 34 se desplazará de nuevo gradualmente hacia la izquierda. Este procedimiento puede repetirse tantas veces como sea necesario para desplazar el pistón accionador 34 una distancia deseada, y accionar así la herramienta del pozo 12 gradualmente.

Cuando se desea accionar la herramienta del pozo 12 desplazando el pistón accionador 34 hacia la derecha (por ejemplo, para abrir un estrangulador o válvula, etc.), se puede aumentar la presión de la línea 28. Este aumento de presión en la línea 28 hará que el fluido circule a través del conducto 44, a través del pistón del módulo de control 48 a través de la válvula abierta 60, a través del conducto 42 hasta el accionador 20. Un diferencial de presión desde el lado 38 al lado 36 del pistón accionador 34 hará que el fluido fluya desde el accionador 20 a través del conducto 40 hacia la línea 26. Por lo tanto, el pistón accionador 34 puede desplazarse completamente hacia la derecha en respuesta a un solo aumento de presión en la línea 28.

Con referencia asimismo a la FIG. 5, se ilustra de forma representativa otro modo de realización de un módulo de control 66. El módulo de control 66 se puede utilizar en lugar del módulo de control 22 en el sistema 10 descrito anteriormente. Dado que el módulo de control 66 es similar en muchos aspectos al módulo de control 22, se utilizan los mismos números de referencia en la FIG. 5 para indicar elementos similares. Por supuesto, el módulo de control 66 puede utilizarse en otros sistemas, y puede estar configurado de manera diferente, sin apartarse de los principios de la invención.

El módulo de control 66 incluye una válvula de descompresión 68 instalada en el conducto 40. De forma representativa, la válvula de seguridad 68 está diseñada para abrirse cuando se han aplicado 1.000 psi a la línea 26 (es decir, un diferencial de presión de 1.000 psi a través de la válvula de seguridad). Por supuesto, se pueden utilizar otras presiones de seguridad, si se desea.

Obsérvese que la válvula de seguridad 68 está situada en el conducto 40 entre su intersección con el conducto 62 y el puerto 32 hacia el accionador 20. Por lo tanto, la presión en el conducto 62 aumentará antes de que la presión se transmita a través de la válvula de seguridad 68 al accionador 20, garantizando así que la válvula 60 se cierre antes de que el pistón accionador 34 desplace el fluido del accionador al conducto 42 del control módulo 66.

Sin embargo, dado que también se desea hacer fluir fluido desde el accionador 20 a la línea 26 a través del conducto 40 cuando se aumenta la presión en la línea 28 (para desplazar el pistón accionador 34 en una dirección opuesta, como se ha descrito anteriormente), se instala una válvula de retención 72 en paralelo con la válvula de seguridad 68 en el conducto 40. La válvula de retención 72 permite el flujo desde el accionador 20 hasta la línea 26 a través del conducto 40, pero impide que circule por la válvula de retención en la dirección opuesta.

Por lo tanto, cuando se aumenta la presión en la línea 26, la válvula de retención 72 se cierra y la válvula de seguridad 68 evita que el aumento de presión se transmita al accionador 20 hasta que se alcanza un nivel de presión predeterminado. Cuando se aumenta la presión en la otra línea 28, la válvula de retención 72 se abre, permitiendo de este modo el flujo desde el accionador 20 a la línea 26.

Obsérvese que la válvula de seguridad 68 y la válvula de retención 72 no son necesarias de acuerdo con los principios de la invención. Por ejemplo, la válvula de seguridad 68 y la válvula de retención 72 podrían sustituirse por un restrictor, tal como el restrictor 64.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control para su uso en un pozo subterráneo, el sistema que comprende:
 - 5 una herramienta de un pozo (12);
 - un accionador (20) que incluye un pistón accionador (34) que se desplaza para hacer funcionar la herramienta del pozo (12); y un módulo de control (22) interconectado entre el accionador (20) y las líneas de fluido primera y segunda (26, 28), un diferencial de presión desde la primera línea (26) a la segunda línea (28) que está operativo
 - 10 para desplazar el pistón accionador (34) y operar la herramienta del pozo (12), **caracterizado porque** el módulo de control (22) es operativo para medir un volumen predeterminado de fluido desde el accionador (20) a la segunda línea (28), y limitar de este modo el desplazamiento del pistón accionador (34) en respuesta a cada uno de múltiples aumentos en el diferencial de presión desde la primera línea (26) a la segunda línea (28).
- 15 2. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el módulo de control (22) incluye una válvula de descompresión (68) interconectada entre la primera línea (26) y el accionador (20).
3. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el módulo de control (22) evita que se transmita la presión desde la primera línea (26) al accionador (20) hasta que el diferencial de presión alcance un nivel predeterminado.
- 20 4. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el módulo de control (22) proporciona una mayor restricción de flujo entre la segunda línea (28) y el accionador (20) que entre la primera línea (26) y el accionador (20).
- 25 5. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el módulo de control (22) incluye un pistón del módulo de control (48) que tiene un primer y un segundo lados opuestos (50, 52), el primer lado (50) que está en comunicación fluida con el accionador (20), y el segundo lado (52) que está en comunicación fluida con la segunda línea (28).
- 30 6. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 5 en el que el pistón del módulo de control (48) se desplaza una distancia predeterminada en respuesta a la presión aplicada desde el accionador (20) al primer lado (50), para medir de ese modo el volumen predeterminado de fluido desde el accionador (20) a la segunda línea (28).
- 35 7. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 6 en el que la presión aplicada desde el accionador (20) al primer lado (50) desplaza el pistón del módulo de control (48) contra una fuerza ejercida por un dispositivo de desviación (56) del módulo de control (22).
- 40 8. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 6 en el que el módulo de control (22) incluye una válvula (60) que permite e impide de forma selectiva el flujo entre el primer y el segundo lado (50, 52) del pistón del módulo de control (48).
- 45 9. El sistema de control de acuerdo con la reivindicación 8 en el que el diferencial de presión opera para cerrar la válvula (60).
- 50 10. Un procedimiento para controlar el accionamiento de una herramienta de un pozo (12), el procedimiento que comprende las etapas de:
 - interconectar un módulo de control (22) entre las líneas de fluido primera y segunda (26, 28) y un accionador (20) de la herramienta del pozo;
 - aumentar un diferencial de presión desde la primera línea (26) a la segunda línea (28), el módulo de control (22) que transmite el diferencial de presión al accionador (20);
 - 55 medir un volumen predeterminado de fluido desde el accionador (20) a la segunda línea (28) a través del módulo de control (22) en respuesta a la etapa de aumento del diferencial de presión, accionando así gradualmente la herramienta del pozo (12); y
 - repetir las etapas de aumento y medición del diferencial de presión, accionando así sucesivamente y de forma gradual la herramienta del pozo (12).
 - 60
- 65 11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 en el que la etapa de incremento del diferencial de presión comprende además impedir el flujo desde la primera línea (26) al accionador (20) hasta que se alcance una presión diferencial predeterminada desde la primera línea (26) a la segunda línea (28).

12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 en el que la etapa de aumento del diferencial de presión comprende además el cierre de una válvula (60) del módulo de control interconectada entre el accionador y la segunda línea.
- 5 13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 en el que la etapa de medición comprende además desplazar un pistón (48) del módulo de control una distancia predeterminada en respuesta a un diferencial de presión entre el accionador (20) y la segunda línea (28).
- 10 14. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 en el que la etapa de aumento del diferencial de presión comprende además el cierre de una válvula (60) del módulo de control (22), impidiendo así el flujo entre los lados opuestos (50, 52) del pistón (48) y, preferentemente, en el que la etapa de cierre de la válvula comprende además el cierre de la válvula (60) en respuesta a un diferencial entre la presión de la primera línea (26) y la presión aplicada al pistón (48) desde el accionador (20).
- 15 15. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 que comprende además la etapa de aplicar presión a la segunda línea (28), el módulo de control (22) que transmite la presión aplicada a la segunda línea (28) al accionador (20), sin medir el flujo de fluido desde la segunda línea (28) al accionador (20).

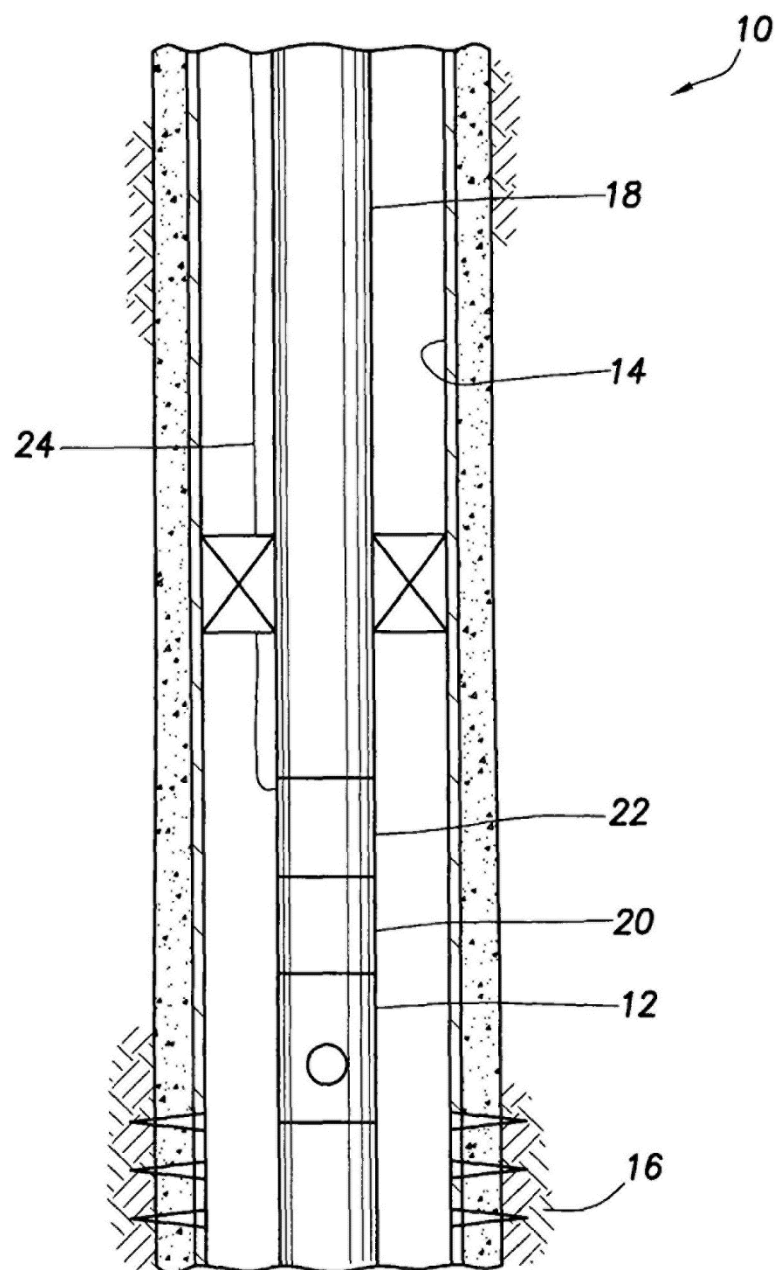


FIG.1

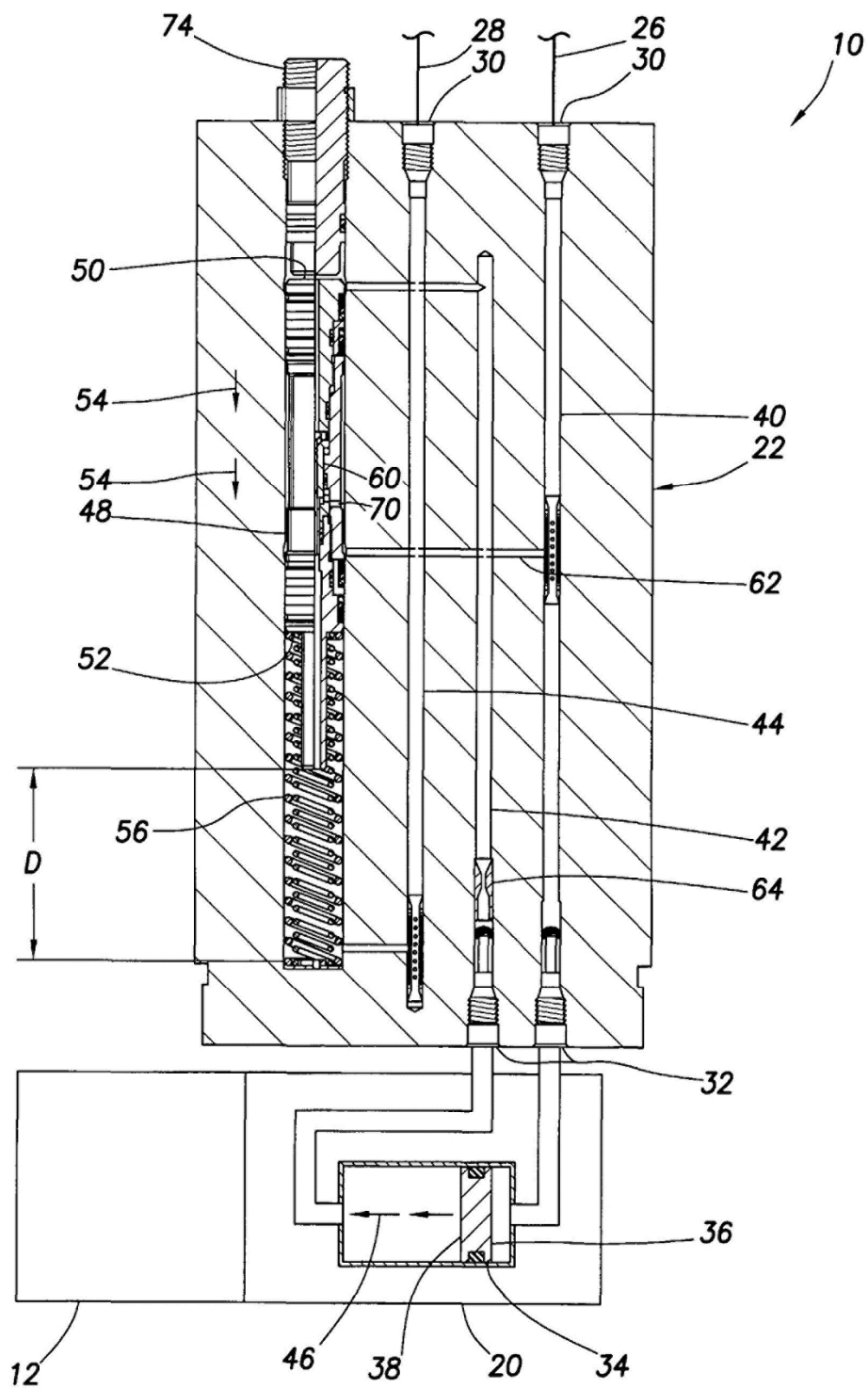


FIG. 2

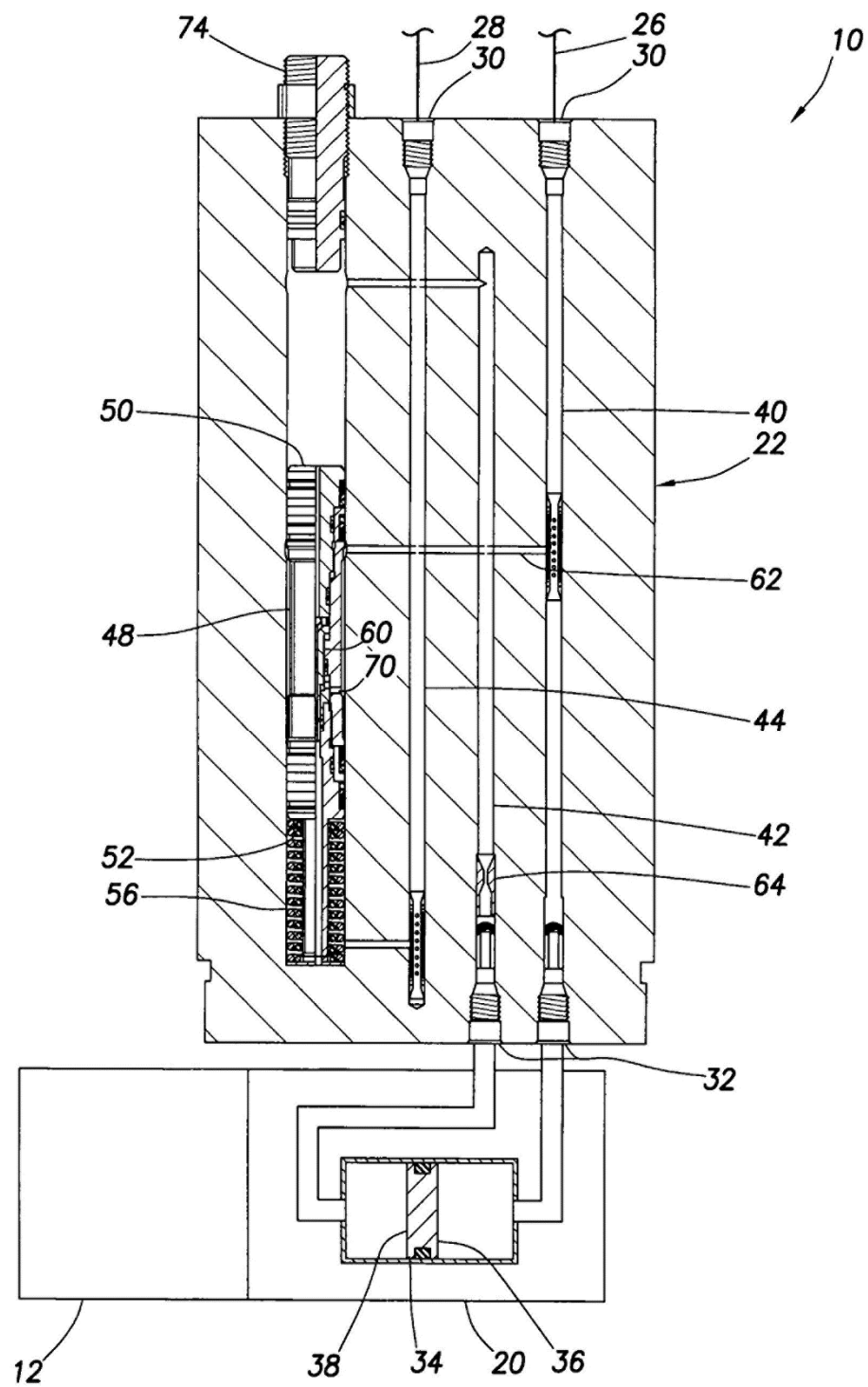


FIG. 3

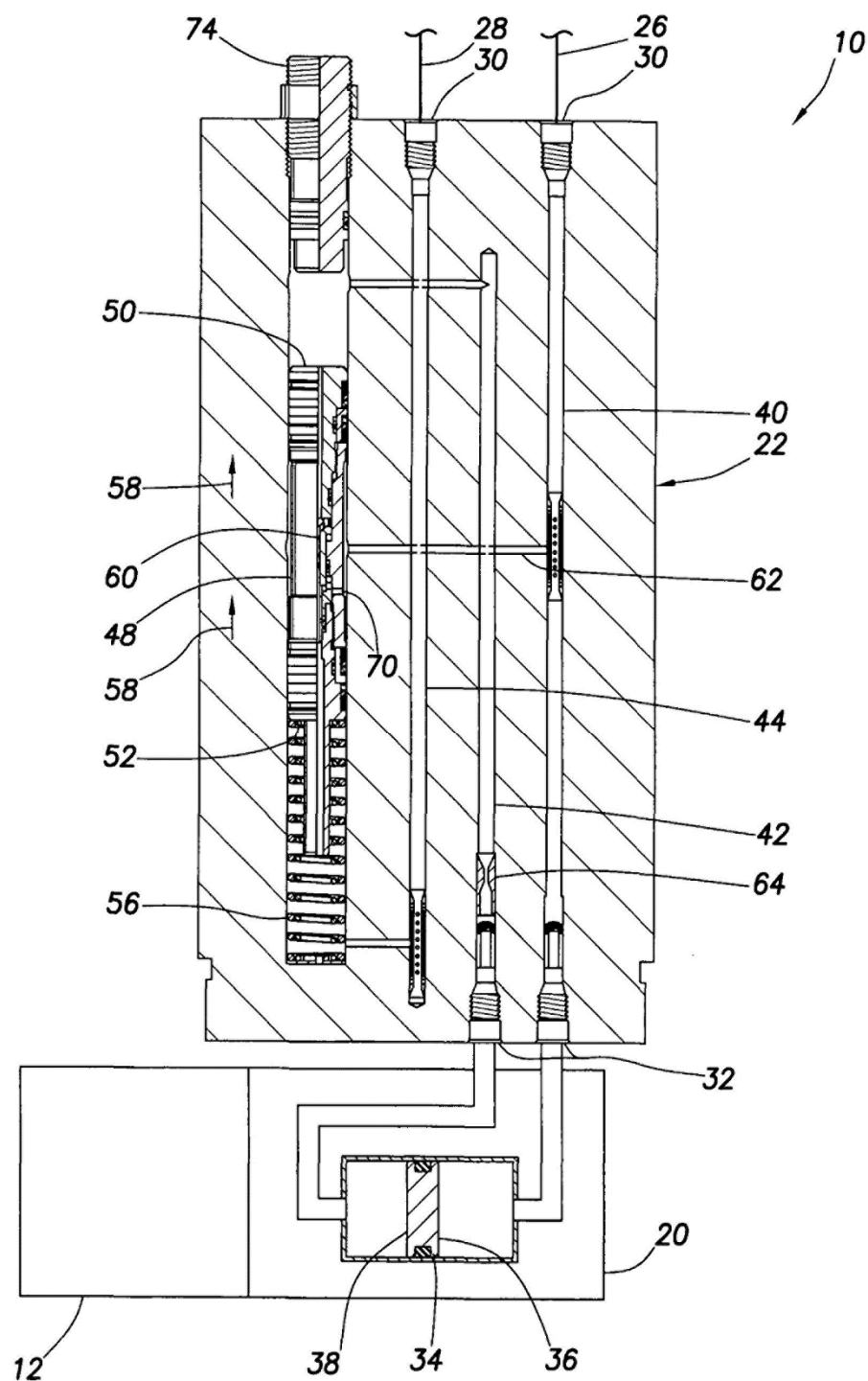


FIG. 4

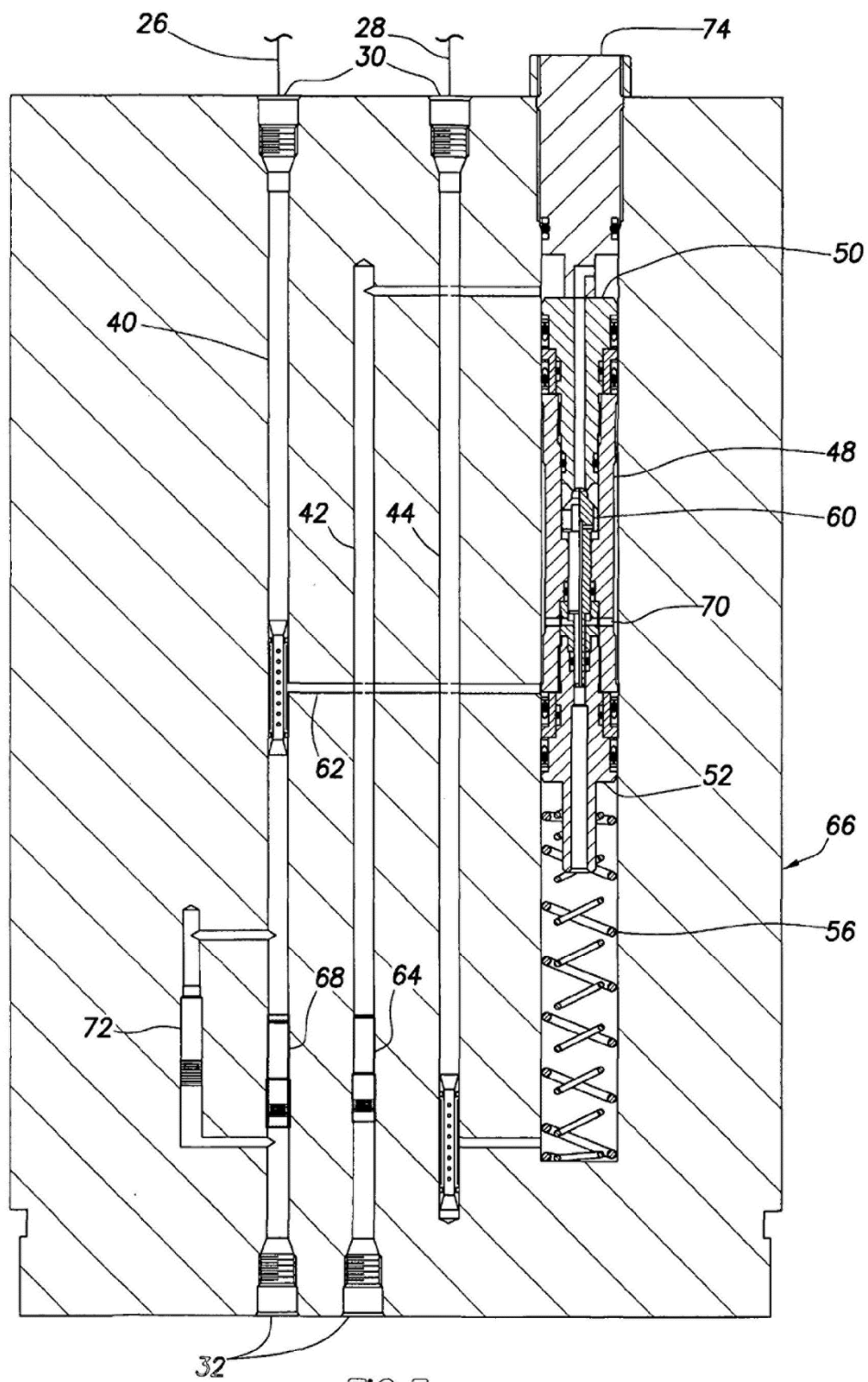


FIG. 5