

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 003 757**

51 Int. Cl.:

E21B 41/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2020** **PCT/EP2020/067454**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2020** **WO20260254**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2020** **E 20739867 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2024** **EP 3987151**

54 Título: **Herramienta de fondo de pozo**

30 Prioridad:

24.06.2019 GB 201909016

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

11.03.2025

73 Titular/es:

NEMEIN LIMITED (100.00%)
4 Squire DriveBrynmenyn Industrial
EstateBrynmenyn
Bridgend South Wales CF32 9TX, GB

72 Inventor/es:

TILL, LAWRENCE y
BOURNE, SUZANNAH

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 3 003 757 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

Herramienta de fondo de pozo

Esta invención se refiere a una herramienta de fondo de pozo para su uso en las industrias de extracción de petróleo y gas.

5 Cuando se perfora un pozo para su posterior uso en la extracción de petróleo o gas, es bien conocido el uso de un conjunto de orificio inferior que incluye una broca giratoria apoyada en un extremo inferior de la sarta de perforación para perforar, y de ese modo extender, el pozo. Se proporcionan varios sensores para proporcionar información a los operarios con respecto a la ubicación y orientación del conjunto de orificio inferior, y las salidas de los sensores se utilizan, por ejemplo, para controlar el funcionamiento de sistemas que permiten controlar la dirección en donde se extiende el pozo y, por lo tanto, la trayectoria seguida por el pozo. Mediante un control apropiado de la trayectoria seguida por el pozo, el operario puede garantizar que el pozo pase por varias regiones de las que posteriormente se pueda extraer petróleo y gas.

Es habitual, durante el proceso de perforación, que se suministre un fluido de perforación (a veces denominado lodo) a través de la sarta de perforación hasta el conjunto de orificio inferior, donde el fluido de perforación se utiliza para enfriar y limpiar los cortadores de la broca. Al enfriar la broca, la temperatura del fluido de perforación aumenta. En cualquier punto en el que el conjunto de orificio inferior se apoya contra la formación, se producirá un calentamiento del conjunto de orificio inferior, y el flujo del fluido de perforación sirve para enfriar el conjunto de orificio inferior y, por lo tanto, aumenta su temperatura como resultado de dicho contacto. Luego, el fluido de perforación pasa hacia arriba a lo largo del pozo hacia la superficie, portando el material de formación retirado por la broca al extender el pozo con él. La temperatura a la que se suministra el fluido de perforación a la sarta de perforación suele ser considerablemente inferior a la temperatura del fluido de retorno; esta diferencia surge de varios factores, entre ellos el hecho de haber servido para enfriar partes del sistema de perforación y de los materiales de formación de tierra a través de los cuales se extiende el pozo. Las pérdidas de presión del fluido de perforación también darán lugar a variaciones de temperatura. Por consiguiente, estos efectos de temperatura hidráulica y los efectos de fricción hacen que el fluido de perforación que regresa a la superficie esté a una temperatura más alta que el fluido de perforación que fluye a través de la sarta de perforación hacia el conjunto de orificio inferior durante las condiciones normales de funcionamiento.

Como se mencionó anteriormente, el conjunto de orificio inferior generalmente incluye una serie de sensores y actuadores, y es necesario proporcionar una fuente de alimentación para permitir que estos componentes funcionen. Si bien se pueden utilizar baterías u otros medios de almacenamiento eléctrico, como el conjunto de orificio inferior puede estar durante el uso en el fondo de pozo durante un período prolongado, no se recomienda el uso de baterías para proporcionar energía eléctrica. Los regímenes alternativos de suministro de energía incluyen el uso del fluido de perforación para accionar una turbina que, a su vez, puede utilizarse para generar electricidad. Sin embargo, dicho sistema tiene la desventaja de que la energía cesa cuando se interrumpe el suministro de fluido de perforación en la forma descrita anteriormente en el presente documento. Dichas interrupciones pueden surgir, por ejemplo, si se apagan las bombas de suministro de fluido de perforación, como puede ocurrir cuando se conectan tramos adicionales de tubería de perforación a la sarta de perforación.

El documento US2015027735 describe un método de activación de una herramienta de fondo de pozo, que incluye una fuente de energía eléctrica, una carga eléctrica, unos circuitos de control que controla la carga eléctrica y un interruptor que permite selectivamente el flujo de corriente entre la fuente de energía y los circuitos y que genera electricidad, haciendo por tanto que el interruptor permita el flujo de corriente entre la fuente de energía y los circuitos.

Un objeto de la invención es proporcionar una herramienta de fondo de pozo que pueda generar electricidad y así pueda servir como suministro eléctrico a otros componentes. Otro objeto de la invención es proporcionar una herramienta de fondo de pozo que pueda servir como un sensor que proporcione información indicativa de una serie de parámetros a un operario.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una herramienta de fondo de pozo como se define en la reivindicación 1, la herramienta de fondo de pozo que comprende una carcasa, un paso de flujo de fluido ubicado dentro de la carcasa y a través del cual puede fluir el fluido, durante el uso, en una dirección predominantemente desde la superficie y al menos un generador termoeléctrico ubicado entre el paso de flujo de fluido y la carcasa y que se puede hacer funcionar para generar una salida eléctrica en caso de que haya o haya habido una diferencia de temperatura entre, durante el uso, el fluido dentro del paso de flujo de fluido y el fluido en contacto con el exterior de la carcasa que puede fluir, durante el uso, en una dirección predominantemente hacia la superficie.

Como se describió anteriormente en el presente documento, durante el uso normal, el fluido de perforación suministrado hacia un conjunto de orificio inferior está a una temperatura considerablemente más baja que el fluido de perforación que regresa a través del pozo hacia la superficie, aunque en algunos entornos de

perforación, como en entornos polares u otros entornos muy fríos, este puede no ser siempre el caso. Al utilizar el paso de flujo de fluido como parte del paso a través del cual se suministra fluido de perforación hacia el conjunto de orificio inferior y al permitir que el fluido de perforación que regresa fluya o lave el exterior de la carcasa, se apreciará que el generador termoelectrico puede generar una salida eléctrica a partir de esta diferencia de temperatura. Esta diferencia de temperatura normalmente permanece durante un período de tiempo después de que se interrumpe el flujo de fluido de perforación debido a que los gradientes geotérmicos calientan el fluido en el espacio anular del pozo perforado. Por consiguiente, se puede seguir generando energía eléctrica durante al menos algunos períodos de tiempo en los que no se suministra fluido de perforación de forma activa al conjunto de orificio inferior.

Si bien normalmente el flujo de fluido a través del paso de flujo de fluido se alejará de la superficie y el flujo de fluido dentro del anillo del pozo perforado se dirigirá hacia la superficie, puede haber circunstancias en las que el fluido cese de fluir o en las que las direcciones del flujo de fluido difieran de esta norma. A modo de ejemplo, el movimiento de la sarta de perforación durante el proceso de conexión puede provocar inversiones temporales a corto plazo en la dirección del flujo, a menos que se proporcionen válvulas para evitarlo. Además, las ganancias en la presión del anillo que detienen el flujo de retorno, las pérdidas en el anillo que interrumpen el flujo a la superficie o algunos problemas de pistoneo/sobretensión en el desenganche pueden causar estos efectos. También, ocasionalmente, se puede lograr deliberadamente la circulación inversa del fluido.

Preferiblemente, se proporcionan una pluralidad de generadores termoelectricos. Los generadores termoelectricos pueden rodear sustancialmente el paso del flujo de fluido.

Los generadores termoelectricos suelen ser relativamente frágiles. Como las herramientas de fondo de pozo se utilizan en un entorno en el que el equipo normalmente está sujeto a niveles significativos de vibraciones y/o en el que las herramientas pueden estar sujetas a impactos repentinos, por ejemplo, con la formación que se está perforando, preferiblemente se proporciona un montaje amortiguador de impactos elástico para el generador termoelectrico o para cada uno de ellos. Como los choques a los que están sujetas las herramientas de fondo de pozo pueden provocar un calentamiento adicional, por ejemplo, de la carcasa de la herramienta, el(los) generador(es) termoelectrico(s) puede(n) generar además salidas eléctricas como resultado de dichos impactos y/o vibraciones. El soporte amortiguador elástico es preferiblemente de forma metálica, proporcionando una ruta térmicamente conductora entre el(los) generador(es) termoelectrico(s) y el paso de flujo de fluido o la carcasa. El diseño del o de cada soporte es preferiblemente tal que los generadores termoelectricos se comprimen entre el(los) soporte(s) y la carcasa para asegurar un buen contacto térmico con los mismos. Por lo tanto, el(los) soporte(s) adopta(n) preferiblemente la forma de un resorte precargado o similar.

Las salidas eléctricas generadas por el(los) generador(es) termoelectrico(s) pueden usarse para alimentar otros equipos de fondo de pozo y/o para cargar acumuladores de energía eléctrica o similares.

Alternativamente, o adicionalmente, como la salida de cada generador termoelectrico está relacionada con la diferencia de temperatura a la que está expuesto dicho generador termoelectrico, las salidas eléctricas generadas por los generadores termoelectricos pueden usarse para formar una salida indicativa de la temperatura a la que están expuestas las partes de la carcasa en las proximidades de los generadores termoelectricos. Las salidas eléctricas se pueden utilizar para formar una imagen térmica, con la herramienta de fondo de pozo sirviendo como una cámara térmica. Sin embargo, la salida de la herramienta de fondo de pozo se puede mostrar de otras maneras, por ejemplo, de forma no gráfica, como una lista de temperaturas o una lista de salidas eléctricas.

Se apreciará que si la herramienta de fondo de pozo está ubicada en una parte de la sarta de perforación o del conjunto de orificio inferior que temporalmente no está girando, y se está acumulando lodo o similar alrededor de la herramienta de fondo de pozo, entonces las partes de la herramienta alrededor de las cuales se ha acumulado lodo pueden estar a una temperatura diferente a aquellas sobre las cuales todavía fluye el fluido de perforación. Los generadores termoelectricos ubicados adyacentes a ciertas partes de la carcasa producirán por tanto una salida diferente a los ubicados adyacentes a otras partes de la carcasa, proporcionando una indicación de qué parte de la herramienta se ha sumergido dentro del lodo acumulado. Al monitorear la salida de la herramienta, se puede determinar si la herramienta ha dejado de girar y el nivel en el que está sumergida dentro del lodo, y tomar las acciones correctivas adecuadas. Se apreciará, por lo tanto, que la herramienta puede identificar condiciones que dan lugar a que una tubería se atasque o algo similar.

Esta representa sólo una aplicación en donde se puede emplear la invención. En otra, al monitorear las salidas de los generadores termoelectricos a medida que avanza la perforación, y por lo tanto, a medida que la herramienta se mueve axialmente a lo largo del pozo, se puede observar si ocurren aumentos temporales de temperatura alrededor de la totalidad de la carcasa de la herramienta. Como estos aumentos de temperatura pueden ser causados por el roce de la carcasa de la herramienta contra la pared del pozo, lo que provoca un calentamiento por fricción de la carcasa, se puede utilizar un monitoreo apropiado de la salida para proporcionar información relacionada, por ejemplo, con la forma y las dimensiones del pozo.

Otra aplicación en donde se puede utilizar la herramienta es en la detección de la existencia, por ejemplo, de entradas de fluido o pérdidas de fluido en la formación que darían lugar a un cambio detectable en la temperatura a lo largo de una parte del pozo.

Se apreciará que la herramienta de la invención puede emplearse en varias aplicaciones, proporcionando información que puede ser de ayuda para un operario e indicativa de, por ejemplo, afluencias, patadas o reventones, pérdida de lodo, atascamiento diferencial, efectos de pistoneo y sobretensión, rendimiento de limpieza de pozos, acumulación de lecho de corte, datos de ECD y ESD, temperatura de fondo de pozo, lavados de sarta de perforación, choques y vibraciones laterales, asentamiento de chavetas, microdesviaciones y remolinos hacia adelante y hacia atrás. Estos representan sólo algunos de los tipos de información o condiciones que se pueden detectar utilizando la herramienta, y la herramienta puede utilizarse para detectar la existencia de otras circunstancias u otra información.

La invención se describirá además, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática que ilustra parte de una sarta de perforación que incorpora una herramienta de fondo de pozo de acuerdo con un modo de realización de la invención;

Las figuras 2a y 2b son vistas esquemáticas que ilustran parte de la herramienta de fondo de pozo de la figura 1; y

La figura 3 es una representación esquemática que ilustra una salida de la herramienta de la figura 2.

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, se ilustra durante el uso una sarta 10 de perforación para su uso en la formación de un pozo 10a perforado para su uso posterior en la extracción de petróleo o gas. La sarta 10 de perforación comprende una serie de tubulares 12 conectados entre sí en una configuración de extremo a extremo, con el tubular 12 más superior conectado, en su extremo superior, a un mecanismo 14 de accionamiento superior giratorio de una plataforma 16 de perforación que se hace funcionar para accionar la sarta 10 de perforación para giro y para aplicar una carga de peso sobre la broca a la misma. Al extremo inferior del más bajo de los tubulares 12 se fija un conjunto de pozo inferior 18 que incluye una broca 20 que puede funcionar, al girarla mientras se aplica un peso sobre la broca, para vaciar, raspar o desgastar material de orificio inferior, aumentando por tanto la longitud del pozo 10a. Se forma un anillo 10b o paso anular entre la sarta 10 de perforación y la pared del pozo 10a.

La plataforma 16 está dispuesta para suministrar fluido de perforación bajo presión al interior de los tubulares 12, el fluido que es transportado dentro de los tubulares 12 hasta el conjunto 18 de orificio inferior desde donde es entregado a través de aberturas o boquillas formadas en la broca 20 para enfriar y limpiar partes de la broca 20 y otras partes del sistema y para portar el material retirado por la broca 20 hacia arriba a lo largo del pozo, a lo largo del anillo entre la pared del pozo y el exterior de los tubulares 12, hacia la superficie.

Se apreciará que ésta es una descripción muy simplificada de una instalación de perforación de un pozo y que, durante el uso, la sarta 10 de perforación y el conjunto 18 de orificio inferior pueden incluir varios componentes diferentes que pueden servir, por ejemplo, para ayudar a guiar la perforación y/o para proporcionar información a un operario para ayudarlo a controlar la operación de perforación.

De acuerdo con la invención, ubicada dentro de la sarta de perforación y/o dentro del conjunto de fondo del pozo, se encuentra una herramienta 22 de fondo de pozo. La figura 1 ilustra la presencia de una herramienta 22 a lo largo de la longitud de la sarta 10 de perforación, y otra herramienta 22 dentro del conjunto 18 de orificio inferior, pero se apreciará que la invención no está restringida en este sentido. Se puede proporcionar una única herramienta 22, por ejemplo en una u otra de estas ubicaciones, o se puede proporcionar un mayor número de herramientas 22, si se desea.

La herramienta 22 comprende una carcasa 24 exterior de forma generalmente cilíndrica. La carcasa 24 está conformada, en sus extremos, para cooperar con otras piezas del equipo de fondo de pozo, por ejemplo para la conexión a tubulares 12 o similares. A modo de ejemplo, se pueden formar acoplamientos de pasador o de caja convencionales en los extremos de la carcasa 24.

Dentro de la carcasa 24, y sustancialmente concéntrico con ella, hay un miembro 26 tubular que define un paso 28 de flujo de fluido a través del cual se puede conducir el fluido de perforación, durante el uso, entre un extremo de entrada de la carcasa 24 y un extremo de salida de la misma, de modo que el fluido de perforación que se transporta a lo largo de la sarta 10 de perforación hacia la broca 20, por ejemplo, se puede conducir a través del paso 28 de flujo de fluido.

El elemento 26 tubular es de menor diámetro que la carcasa 24 y entre los mismos se define un vacío anular 28.

La herramienta 22 comprende además una pluralidad de módulos 30 generadores termoeléctricos. Los módulos 30 generadores están ubicados dentro del hueco 28, y cada uno de los módulos 30 está dispuesto de

- tal manera que un "lado caliente" de los mismos mira hacia la parte de la carcasa 24 adyacente al mismo, y el "lado frío" de los mismos mira hacia la parte del miembro 26 tubular adyacente al mismo. Se proporcionan varios de dichos módulos 30, los módulos 30 que rodean sustancialmente el miembro 26 tubular. A modo de ejemplo, se podrán prever seis, siete u ocho módulos 30 de este tipo. Se apreciará, sin embargo, que se puede proporcionar un número mayor o menor de dichos módulos 30, por ejemplo dependiendo de las dimensiones de la herramienta y la resolución requerida de la herramienta. Además, aunque sólo se proporciona un único conjunto de módulos que rodean o encierran el miembro 26 tubular, si se desea se podrían proporcionar dos o más conjuntos de módulos a intervalos a lo largo de la longitud del miembro 26 tubular para proporcionar información adicional durante su uso.
- La naturaleza precisa de los módulos 30 no es relevante para la invención, salvo decir que en el caso de que haya una diferencia entre las temperaturas a las que están expuestos el "lado caliente" y el "lado frío", los módulos 30 generan una salida eléctrica. Los módulos generadores termoeléctricos son bien conocidos, así como la forma en que funcionan, por lo que en el presente documento no se incluye una descripción detallada de los mismos.
- Cada módulo 30 está soportado por un respectivo soporte 32 generalmente elástico, preferiblemente de un material de buena conductividad térmica. A modo de ejemplo, el soporte 32 es convenientemente de un material metálico. El soporte 32 se fija preferiblemente a la cara interior de la carcasa 24, conduciendo el calor desde la carcasa 24 al "lado caliente" del módulo 30 mientras soporta el módulo 30 de manera que su "lado frío" esté estrechamente adyacente y comprimido contra el miembro 26 tubular. El miembro 26 tubular puede tener una forma tal que el exterior del mismo tenga una forma sustancialmente poligonal, de modo que los módulos 30 puedan quedar planos contra su superficie exterior. Los soportes 32 tienen preferiblemente la forma de resortes elásticos o similares, que aplican una carga a los módulos 30 para comprimirlos contra el miembro 26 tubular para lograr un buen contacto térmico con el mismo. A modo de ejemplo, los soportes 32 pueden estar dispuestos de tal manera que la presión que fuerza los módulos 30 contra el miembro 32 tubular sea superior a 100 psi. Preferiblemente, los soportes 32 incorporan un elemento de material elastomérico ubicado entre partes de los mismos, separando dichas partes y amortiguando el movimiento relativo de dichas partes. El material elastomérico puede proporcionar una ruta de conducción térmica adicional entre dichas partes. Las formas de los soportes 32 son tales que pueden deformarse o flexionarse elásticamente en caso de que la herramienta 22 esté sujeta a un choque o vibración externa, reduciendo la transmisión del choque o vibración a los módulos 30 y reduciendo por tanto el riesgo de daño a los mismos y extendiendo la vida útil de los módulos 30 y por lo tanto de la herramienta 22. Como dicha deformación o flexión provocará el calentamiento de los soportes 32, se apreciará que los módulos 30 pueden producir una salida eléctrica como resultado de la existencia de dichos choques o vibraciones.
- En parte como resultado de la naturaleza de los soportes 32, la resistencia térmica en la dirección radial de la herramienta es considerablemente menor que en la dirección axial o circunferencial. Por consiguiente, la salida de cada módulo 30 está directamente relacionada con la temperatura a la que está expuesta la parte adyacente de la carcasa 24. La salida de cada módulo 30 responde rápidamente a los cambios de temperatura a la que está expuesta la parte adyacente de la carcasa 24. A modo de ejemplo, el tiempo de respuesta puede ser inferior a 50 ms o rondar los 20 ms.
- Como el miembro 26 tubular puede ser de un diámetro menor que los pasajes formados dentro de los tubulares 12, por ejemplo, las partes del miembro 26 tubular ubicadas cerca de los extremos de la herramienta 22 pueden ser de diámetro cónico para suavizar el flujo del fluido de perforación, evitando la formación de regiones de flujo turbulento significativo e indeseable en el mismo.
- Durante el uso, con la herramienta 22 instalada dentro de una sarta 10 de perforación o un conjunto 18 de orificio inferior, el fluido de perforación se suministra a través de la sarta 10 de perforación hacia y a través del miembro 26 tubular y posteriormente a través del conjunto 18 de orificio inferior y la broca 20 hacia el pozo que se está perforando. Como se describió anteriormente en el presente documento, el fluido de perforación suministrado de esta manera está relativamente frío y, por lo tanto, sirve para reducir la temperatura de los "lados fríos" de los módulos 30. El fluido de perforación que sale de las boquillas o similares de la broca 20 entra al anillo 10b entre la sarta 10 de perforación y la superficie del pozo, fluyendo a lo largo de este anillo 10b hacia la superficie. La acción de perforación y otros factores hacen que el fluido de perforación tenga una temperatura elevada. El material de formación que rodea el pozo y en el cual se está formando el pozo puede elevar aún más la temperatura del fluido, al igual que ciertos eventos de vibración y choque experimentados por la sarta 10 de perforación. A medida que el fluido de perforación se desliza sobre la carcasa 24, se apreciará que la temperatura de la carcasa 24 aumentará, incrementando la temperatura de los "lados calientes" de los módulos 30. La diferencia de temperatura entre los 'lados fríos' y los 'lados calientes' de los módulos 30 da como resultado que cada módulo 30 genere una salida eléctrica.
- Cuando funciona como se describe anteriormente, se apreciará que el fluido de perforación que fluye a través de la herramienta fluye predominantemente en una dirección alejada de la superficie, y el flujo de fluido en el anillo es predominantemente en una dirección hacia la superficie. Si bien normalmente el flujo de fluido a través del paso de flujo de fluido se alejará de la superficie y el flujo de fluido dentro del anillo del pozo perforado se

dirigirá hacia la superficie, puede haber circunstancias en las que el fluido deje de fluir o en las que las direcciones del flujo de fluido difieran de esta norma. Por ejemplo, el movimiento de la sarta de perforación durante el proceso de conexión puede provocar inversiones temporales a corto plazo en la dirección del flujo, a menos que se proporcionen válvulas para evitarlo. Además, las ganancias en la presión del anillo que detienen el flujo de retorno, las pérdidas en el anillo que interrumpen el flujo a la superficie o algunos problemas de pistoneo/sobretensión en el desenganche pueden causar estos efectos. También, ocasionalmente, se puede lograr deliberadamente la circulación inversa del fluido.

Las salidas de los módulos 30 se pueden utilizar para suministrar energía eléctrica a otros equipos de fondo de pozo, si se desea.

Alternativamente, o adicionalmente, como se muestra en la figura 3, las salidas de los módulos 30 pueden analizarse independientemente una de otra para proporcionar información relacionada con las temperaturas a las que están expuestas las partes de la carcasa 24 adyacentes a cada uno de los módulos 30. A modo de ejemplo, como se mencionó anteriormente en el presente documento, si la herramienta de fondo de pozo está ubicada en una parte de la sarta de perforación 12 o del conjunto 18 de orificio inferior que temporalmente no está girando, y se está acumulando una torta de lodo o similar alrededor de la herramienta de fondo de pozo, entonces las partes de la herramienta alrededor de las cuales se ha acumulado lodo pueden estar a una temperatura diferente a aquellas sobre las cuales todavía fluye el fluido de perforación. Los módulos 30b, 30c, 30d ubicados adyacentes a ciertas partes de la carcasa 24 producirán por tanto una salida diferente a la de los módulos 30a, 30e, 30f ubicados adyacentes a otras partes de la carcasa 24, proporcionando una indicación de qué parte de la herramienta ha quedado sumergida dentro del lodo acumulado. Al monitorear la salida de la herramienta, se puede determinar el hecho de que la herramienta ha dejado de girar, lo que indica que hay una condición de tubería atascada, y el nivel en el que está sumergida dentro del lodo, y tomar las acciones correctivas adecuadas.

En otra aplicación, al monitorear las salidas de los generadores termoeléctricos a medida que avanza la perforación, y por lo tanto, a medida que la herramienta se mueve axialmente a lo largo del pozo, se puede observar si se producen aumentos temporales de temperatura alrededor de la totalidad de la carcasa 24 de la herramienta. Como estos aumentos de temperatura pueden ser causados por el roce de la carcasa 24 de la herramienta contra la pared del pozo, lo que provoca un calentamiento por fricción de la carcasa 24, se puede utilizar un monitoreo apropiado de la salida para proporcionar información relacionada, por ejemplo, con la forma y las dimensiones del pozo. De manera similar, la herramienta se puede utilizar para detectar la existencia de afluencias o pérdidas de fluido a la formación que resulten en cambios de temperatura del fluido dentro del anillo 10b.

Se apreciará que la herramienta de la invención puede emplearse en varias aplicaciones, proporcionando información que puede ser de ayuda para un operario e indicativa de, por ejemplo, afluencias, patadas o reventones, pérdida de lodo, atascamiento diferencial, efectos de pistoneo y sobretensión, rendimiento de limpieza de pozos, acumulación de lecho de corte, datos de ECD y ESD, temperatura de fondo de pozo, lavados de sartas de perforación, choques y vibraciones laterales, asentamiento de chavetas, microdesviaciones y remolinos hacia adelante y hacia atrás. Estos representan sólo algunos de los tipos de información o condiciones que se pueden detectar utilizando la herramienta, y la herramienta puede utilizarse para detectar la existencia de otras circunstancias u otra información. Como se puede utilizar la misma herramienta para monitorear todas estas situaciones o condiciones, se apreciará que mediante un análisis apropiado de las salidas de los módulos 30, se puede detectar la existencia de una amplia gama de condiciones y, si es apropiado, se toman acciones correctivas. Potencialmente, la invención permite ahorrar niveles significativos de gastos al detectar problemas en una etapa temprana en donde aún se pueden remediar, antes de que las condiciones se vuelvan críticas.

En una disposición conveniente, las salidas de los módulos 30 se pueden mostrar gráficamente, por ejemplo en forma de un gráfico de calor o temperatura que indica las temperaturas en o alrededor de la periferia de la carcasa 24. Un operario capacitado o con experiencia adecuada puede ser capaz de interpretar dicho gráfico para identificar la aparición de ciertos problemas. Alternativamente, mediante un procesamiento informático adecuado de los datos de salida, se puede detectar de forma automatizada la existencia de ciertos eventos.

Aunque lo descrito anteriormente en el presente documento en relación con aplicaciones de perforación en las que la herramienta está girando, durante el uso normal, se apreciará que el giro no necesita ser continuo y puede interrumpirse, por ejemplo, con fines de dirección o para agregar longitudes adicionales de tubería de perforación a la sarta de perforación. Además, la invención podría emplearse en aplicaciones en las que no se produce giro o un giro significativo, por ejemplo en aplicaciones en las que se produce principalmente un movimiento deslizante de la herramienta.

Si bien a continuación se describe un modo de realización específico de la invención, se apreciará que se pueden realizar una amplia gama de modificaciones y alteraciones a la misma sin alejarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta (22) de fondo de pozo que comprende una carcasa (24), un paso (28) de flujo de fluido ubicado dentro de la carcasa (24) y a través del cual el fluido puede fluir, durante el uso, en una dirección predominantemente desde la superficie y al menos un generador (30) termoeléctrico ubicado entre el paso (28) de flujo de fluido y la carcasa (24) y que puede funcionar para generar una salida eléctrica en caso de que haya o haya habido una diferencia de temperatura entre, durante el uso, el fluido dentro del paso (28) de flujo de fluido y el fluido en contacto con el exterior de la carcasa (24) que puede fluir, durante el uso, en una dirección predominantemente hacia la superficie, en donde se proporciona un soporte amortiguador de impactos elástico (32) para el o cada generador (30) termoeléctrico, en donde el soporte (32) está adaptado para aplicar una carga de compresión al generador (30) termoeléctrico, comprimiendo el generador (30) termoeléctrico contra la carcasa (24).
2. Una herramienta (22) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se proporciona una pluralidad de generadores (30) termoeléctricos.
3. Una herramienta (22) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los generadores (30) termoeléctricos rodean sustancialmente el paso (28) de flujo de fluido.
4. Una herramienta (22) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el soporte (32) amortiguador elástico es de un material de alta conductividad térmica.
5. Una herramienta (22) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el soporte (32) es de forma metálica, proporcionando una trayectoria térmicamente conductora entre el(los) generador(es) (30) termoeléctrico(s) y el paso (28) de flujo de fluido o la carcasa (24).
6. Una herramienta (22) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el soporte (32) proporciona una ruta térmicamente conductora entre el(los) generador(es) (30) termoeléctrico(s) y la carcasa (24).
7. Una herramienta (22) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la carcasa (24) está adaptada para girar durante el uso normal.
8. Una herramienta (22) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las salidas eléctricas generadas por el(los) generador(es) (30) termoeléctrico(s) se utilizan para alimentar equipos de fondo de pozo y/o para cargar acumuladores de energía eléctrica.
9. Una herramienta (22) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las salidas eléctricas generadas por los generadores (30) termoeléctricos se utilizan para formar una salida indicativa de la temperatura a la que están expuestas las partes de la carcasa (24) en la proximidad de los generadores (30) termoeléctricos.
10. Una herramienta (22) de acuerdo con la reivindicación 9, en donde las salidas eléctricas se utilizan para formar una imagen térmica con la herramienta de fondo de pozo que sirve como cámara térmica.
11. Una herramienta (22) de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10 y adaptada para proporcionar información indicativa de la existencia de afluencias, patadas o reventones, pérdida de lodo, atascamiento diferencial, efectos de pistoneo y sobrepresión, rendimiento de limpieza de pozos, acumulación de lecho de corte, datos de ECD y ESD, temperatura de fondo de pozo, lavados de sartas de perforación, choques y vibraciones laterales, asentamiento de chavetas, microdesviaciones y remolinos hacia adelante y hacia atrás.

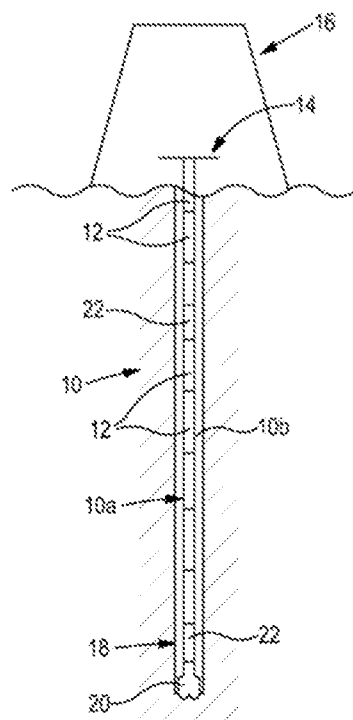


Figura 1

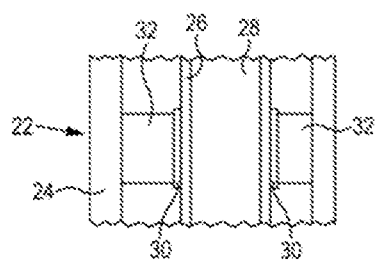


Figura 2a

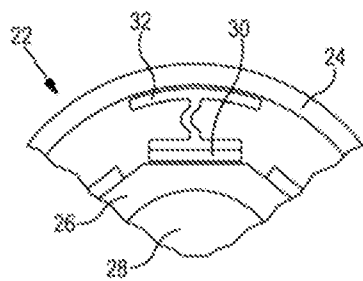


Figura 2b

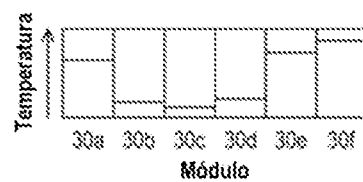


Figura 3