

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 984 835**

(51) Int. Cl.:

E21B 45/00 (2006.01)
E21B 47/00 (2012.01)
E21B 44/00 (2006.01)
E21B 47/07 (2012.01)
E21B 47/002 (2012.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2020 PCT/EP2020/071318**
(87) Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2021 WO21023586**
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2020 E 20750621 (3)**
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024 EP 4010560**

(54) Título: **Disposición de sensores**

(30) Prioridad:

08.08.2019 GB 201911344

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2024

(73) Titular/es:

**NEMEIN LIMITED (100.0%)
4 Squire Drive, Brynmenyn Industrial Estate,
Brynmenyn
Bridgend South Wales CF32 9TX, GB**

(72) Inventor/es:

**TILL, LAWRENCE y
BOURNE, SUZANNAH**

(74) Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 984 835 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

Disposición de sensores

Esta invención se refiere a una disposición de sensor, y en particular a una disposición de sensor adaptada para su uso en un pozo para permitir que se obtenga la posición de la herramienta en el fondo de pozo o información relacionada.

Cuando se perfora un pozo en una formación de tierra, por ejemplo para uso posterior en la extracción de materiales de hidrocarburos, es habitual utilizar un conjunto de fondo de pozo que incluye una broca para perforar, raspar o desgastar el material de la formación para extender la longitud del pozo, el conjunto del fondo de pozo se lleva en un extremo de una sarta de perforación formada por una serie de tramos de tubería de perforación conectados de un extremo a otro. A medida que avanza la perforación, la sarta de perforación se

10 mueve cada vez más hacia el interior del pozo y, periódicamente, la sarta de perforación se extiende en longitud uniéndole un tubo de perforación adicional. Comúnmente, en lugar de unir un único tramo adicional de tubo de perforación a la sarta de perforación, se pueden unir en una sola operación grupos o soportes de tubo de perforación preensamblados, que incluyen por ejemplo tres tramos de tubo de perforación.

15 Para permitir un buen control sobre la operación de perforación, es deseable conocer la posición del conjunto del fondo de pozo. Se puede obtener un valor de posición aproximado contando el número de tubos de perforación presentes en la sarta de perforación, ya que los tubos de perforación tienen una longitud conocida. Sin embargo, como cada tubo de perforación tiene una longitud relativamente grande, el uso de esta

20 información por sí sola sólo proporciona una guía muy aproximada de la posición del conjunto del fondo de pozo. Complementando esta información con una medición de la longitud de la sarta de perforación en la superficie y aún por entrar en el pozo, se puede obtener una indicación más precisa de la posición. Las llamadas mediciones de profundidad del perforador son relativamente inexactas ya que la longitud real de la sarta de perforación puede variar de su longitud calculada por una variedad de razones, introduciendo imprecisiones en la medición de la profundidad o longitud de un pozo. A modo de ejemplo, las variaciones de temperatura a lo

25 largo del pozo pueden dar como resultado niveles significativos de expansión térmica del material de la tubería de perforación, y las cargas en la sarta de perforación (especialmente en secciones de pozo verticales o casi verticales) pueden resultar en su estiramiento. Además, la adición de peso a las cargas de la broca para mejorar la perforación puede dar como resultado la compresión o el acortamiento de la sarta de perforación, al igual que el efecto de flotabilidad del conjunto del fondo de pozo. El pandeo de la sarta de perforación también afecta la precisión de la información de posición obtenida utilizando estos tipos de medición. A modo de ejemplo, para un pozo profundo, estos efectos pueden resultar en una discrepancia de más de 30 pies (1 pie = 0.3048 m, 30 pies corresponden aproximadamente a 9 metros) en la longitud real del pozo en comparación con la longitud medida lograda usando esta técnica.

35 Durante la perforación, el operador puede notar los cambios en la naturaleza del material de formación a través del cual se está formando el pozo, quien a menudo tomará nota de la medición de profundidad del perforador en el punto en el que se encuentran dichos cambios. Sin embargo, como la medición de la profundidad realizada por el perforador es relativamente inexacta, la información obtenida en relación con la aparición de tales características también puede ser engañosa.

40 Es sabido que, mientras la perforación se interrumpe para permitir la adición de tramos adicionales de tubo de perforación al tren de sondeos, se realizan mediciones durante la perforación de los sondeos del pozo. Llevar a cabo estas operaciones de medición adicionales es relativamente complejo y requiere mucho tiempo, y normalmente requiere que el conjunto del fondo de pozo se levante del fondo de pozo y se mantenga inmóvil mientras se realiza el estudio. Existe el riesgo de que si los pasos o procesos utilizados para realizar dicho estudio no se siguen o no se realizan adecuadamente, la información obtenida durante el estudio puede tener una precisión reducida y, por lo tanto, es posible que sea necesario repetir el estudio. Obviamente, esto es indeseable. Además, generalmente no es deseable mantener inmóvil el conjunto del fondo de pozo con la circulación del fluido de perforación interrumpida durante un período de tiempo significativo, como se requiere para realizar tales estudios.

45 El enfoque que se utiliza a menudo para proporcionar información de posición es realizar periódicamente un estudio magnético y gravitacional de tres ejes como se mencionó anteriormente para obtener información de posición precisa y otra información sobre el pozo, y complementar esto con información relacionada con la longitud de la sarta de perforación que se ha añadido desde que se realizó el último estudio para obtener una posición general.

50 El documento 2015/0211352 A1 divulga un conjunto de fondo de pozo que comprende un primer sensor y un segundo sensor, para generar un primer registro de datos basado en el tiempo y un segundo registro de datos basado en el tiempo, respectivamente, que representan un parámetro del pozo a lo largo de una trayectoria de perforación.

Cuando dichos estudios proporcionan información relacionada con cambios en el material de la formación, entonces puede ser deseable relacionar la información basada en la profundidad del perforador obtenida durante la perforación con la información obtenida durante el estudio. Sin embargo, las imprecisiones en las lecturas de profundidad del perforador pueden hacer que esto sea muy difícil de lograr.

5 Como la información de posición se puede utilizar en el control de la perforación para garantizar que el pozo siga sustancialmente una trayectoria predeterminada, los errores de posición de la magnitud analizada anteriormente pueden tener efectos negativos en serie, por ejemplo, provocando que el pozo no pase a través de un yacimiento seleccionado. También puede haber consecuencias legales si el pozo no sigue una ruta predeterminada.

10 Un objeto de la invención es proporcionar una disposición mediante la cual la posición y la información relacionada puedan obtenerse sustancialmente en tiempo real mientras se realiza la perforación. De acuerdo con la presente invención, se proporciona una disposición de sensor como se define en la reivindicación 1.

El parámetro de fondo de pozo comprende información de temperatura. El uso de información de temperatura es ventajoso porque, además de permitir que se derive información de posición o movimiento, puede permitir que se derive otra información. A modo de ejemplo, se producen variaciones de temperatura cuando se interrumpe la perforación para permitir la conexión de tubería de perforación adicional a la sarta de perforación. De este modo, la realización de tales conexiones puede detectarse en el fondo de pozo usando la disposición de sensor, y la información obtenida de esta manera puede usarse, por ejemplo, en correlación del recuento de tuberías con la profundidad medida en el fondo de pozo.

20 Cada uno de los sensores primero y segundo comprende una serie de sensores o una pluralidad de unidades de sensores individuales, cada una ubicada en la misma posición axial pero espaciada angularmente alrededor de la carcasa. De acuerdo con lo anterior, las variaciones de temperatura localizadas pueden detectarse mediante las unidades de sensor individuales de cada conjunto que detectan a su vez las variaciones de temperatura a medida que se gira la carcasa. A modo de ejemplo, un punto caliente de temperatura parecerá circular alrededor de la carcasa a medida que la carcasa gira y a lo largo de la carcasa a medida que la carcasa se mueve axialmente. En uso normal, la variación de temperatura parecerá seguir una trayectoria helicoidal con respecto al alojamiento, el paso de la hélice está relacionado con la velocidad axial de movimiento de la carcasa.

30 Convenientemente, la carcasa incluye uno o más sensores adicionales, cada uno de los cuales toma convenientemente la forma de una matriz de sensores o una pluralidad de unidades de sensores individuales de una forma similar a los sensores primero y segundo. A modo de ejemplo, pueden estar previstos cuatro o más sensores de este tipo, cada uno de los cuales puede estar formado por una fila o un anillo de unidades de sensores individuales.

35 Los sensores primero y segundo pueden estar separados por una pequeña distancia, por ejemplo al estar separados entre sí por 10 mm o menos. Alternativamente, pueden estar separados entre sí por distancias mayores, por ejemplo por decenas o cientos de pies. Evidentemente, pueden estar espaciados por distancias entre estos valores.

40 El primer y segundo sensores, y sensores adicionales, si se proporcionan, forman juntos una cámara térmica panorámica, que proporciona una imagen térmica del área que rodea la carcasa, siendo la imagen representativa de la temperatura que rodea la circunferencia completa de 360° de la carcasa. La resolución de dicha cámara depende del número y tamaño de las unidades de sensor individuales proporcionadas, y de la sensibilidad de cada una de las unidades de sensor. La unidad de control está dispuesta preferiblemente para realizar procesamiento de imágenes para monitorizar el paso de un punto caliente u otra característica térmica a través del área que está siendo fotografiada por la cámara térmica panorámica, y de ese modo determinar la progresión axial de la carcasa y monitorizar el movimiento angular de la carcasa. Como se mencionó anteriormente, cuando un punto caliente u otra característica térmica sigue una trayectoria helicoidal a través de la imagen panorámica obtenida usando los sensores, el paso de la hélice está relacionado con la velocidad axial de movimiento de la carcasa.

50 La carcasa puede incorporarse o incluirse en un conjunto de orificio inferior, proporcionando información de posición o similar relacionada con la posición del conjunto de orificio inferior.

55 Los sensores o unidades de sensores comprenden convenientemente generadores termoeléctricos que pueden servir, en uso, como cámaras térmicas que detectan variaciones de temperatura, como se mencionó anteriormente. Los generadores termoeléctricos pueden estar dispuestos para detectar una diferencia de temperatura entre la temperatura de una pared de un miembro tubular que transporta fluido de perforación en dirección al fondo de pozo y una pared de temperatura de parte de la carcasa.

En uso, a medida que la disposición de sensores se mueve a lo largo del pozo, la unidad de control que monitoriza las salidas del primer y segundo sensores puede comparar las salidas de los mismos y determinar cuándo el segundo sensor está alineado con una característica cuya posición es fija y que ha sido previamente

identificado al monitorizar la salida del primer sensor cuando la característica está alineada con el mismo. Cuando se alcanza esta posición, se sabe que la disposición de sensores se ha movido una distancia igual a la separación axial del primer y segundo sensores. Al monitorizar continua o periódicamente las salidas del primer y segundo sensores de esta manera, se puede monitorizar el movimiento de la disposición de sensores y, por lo tanto, del conjunto de orificio inferior o similar en el que está montado o del que forma parte, permitiendo la posición del mismo a medir. Utilizando la información de posición en asociación con información de tiempo, también se puede obtener información de velocidad o tasa de penetración. Se apreciará que la profundidad medida del conjunto del fondo de pozo, y por tanto la longitud del pozo, se puede determinar con mayor precisión, evitando las imprecisiones que surgen de los factores mencionados anteriormente. Al medir la posición de la broca, las herramientas y sensores de fondo de pozo, etc., en relación con la carcasa antes del despliegue, las posiciones y orientaciones de estos componentes se pueden monitorizar con un buen grado de precisión, en uso.

La posición y/o información relacionada u otra información derivada usando la disposición de sensor tal como detección de conexión como se mencionó anteriormente en el presente documento, y conciencia ambiental mejorada, puede suministrarse a un operador en la superficie y/o puede suministrarse a una unidad de control de perforación ubicada en el fondo de pozo para Permitir que la perforación se realice de forma autónoma.

Si bien la información de posición obtenida usando la disposición de sensor se puede usar por sí misma, la información se puede usar junto con información derivada de una medición tradicional durante el estudio de perforación para mejorar la calidad de la información obtenida de ese modo, si se desea.

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

La Figura 1 es una vista esquemática que ilustra una disposición de sensor de acuerdo con una realización de la invención, en uso; y

La Figura 2 es una vista esquemática que ilustra la disposición del sensor con mayor detalle.

Con referencia a los dibujos adjuntos, la Figura 1 ilustra, esquemáticamente, un aparato de perforación 10 en uso en la formación de un pozo 12 en el suelo. El aparato de perforación 10 comprende, en esta realización de ejemplo, una plataforma ubicada en la superficie 14 que está dispuesta para soportar una sarta de perforación 16 que se extiende a lo largo del pozo 12. La sarta de perforación 16 está formada por una serie de tubos de perforación individuales 18 que están conectados entre sí de un extremo a otro. Situado en el extremo inferior de la sarta de perforación 16 hay un conjunto de fondo de pozo 20 que incluye una broca 22 y varios otros componentes. El equipo 14 está dispuesto para impulsar la sarta de perforación 16 para su rotación, en uso, y para suministrar fluido de perforación bajo presión a través de la sarta de perforación 16 hasta el extremo inferior del pozo 12 desde donde se entrega a través de boquillas al pozo 12 y sirve para limpiar y enfriar partes de la broca 22 y para transportar material de formación perforado, cortado o similar por la broca 22 a lo largo del pozo 12 hasta la superficie, fluyendo el fluido de perforación hacia arriba a lo largo del pozo dentro de un pasaje anular 24 definido entre el exterior de la sarta de perforación 16 y la pared del pozo 12.

El conjunto de orificio inferior 20 incluye, de acuerdo con la invención, una disposición de sensor 26. Como se muestra esquemáticamente en la Figura 2, la disposición de sensor 26 comprende una carcasa 28 dentro de la cual están ubicados un primer sensor 30 y un segundo sensor 32. Los sensores primero y segundo 30, 32 están separados entre sí en la dirección axial de la carcasa 28 por una distancia fija D. La distancia D puede ser tan pequeña como unos pocos milímetros, o puede ser tan grande como cientos de pies o puede estar entre estos valores. Los sensores 30, 32 son ambos sensibles al mismo parámetro, en este caso a la temperatura. A modo de ejemplo, como se ilustra, cada uno de los sensores 30, 32 puede tomar la forma de una unidad generadora termoeléctrica ubicada entre una pared exterior de la carcasa 28 y un miembro tubular interior 34 ubicado concéntricamente dentro de la carcasa 28 y a través del cual el fluido de perforación de la sarta de perforación 16 se entrega al resto del conjunto de fondo de pozo 20 ubicado aguas abajo de la disposición de sensor 26, siendo operables los sensores 30, 32 para producir una salida eléctrica en el caso de que haya un diferencial de temperatura entre las partes de la pared exterior de la carcasa 28 y el miembro tubular interior 34 inmediatamente adyacente a la misma.

Cada sensor 30, 32 puede comprender una matriz en forma de una pluralidad de unidades de sensores individuales 30a, 32a dispuestas en anillos respectivos que rodean el miembro tubular interior 34. Los sensores 30, 32 pueden así actuar juntos como una cámara térmica panorámica proporcionando una salida en forma de una imagen térmica panorámica de 360° de la temperatura de la carcasa adyacente a los sensores 30, 32, y del fluido dentro de las partes circundantes de el pozo. Se proporciona una unidad de control 38 para monitorizar y comparar las salidas del primer y segundo sensores 30, 32, identificando cuando una característica o pico de temperatura identificado por el primer sensor 30 es posteriormente identificado por el segundo sensor 32 después del movimiento de la carcasa y del conjunto de fondo de pozo 20 por la distancia D. La unidad de control 38 puede realizar una función de procesamiento de imágenes, rastreando la progresión de un punto caliente u otra característica térmica en la imagen térmica panorámica a medida que pasa a través

de la imagen térmica. Normalmente, un punto caliente o característica térmica en una ubicación fija parecerá seguir una trayectoria helicoidal a través de la imagen térmica, y se apreciará que el paso de la hélice estará relacionado con la velocidad axial de movimiento de la carcasa.

5 Los sensores 30, 32 pueden estar ubicados relativamente cerca uno del otro, por ejemplo a una distancia de, digamos, 10 mm o menos, o pueden estar separados por una distancia mayor. A modo de ejemplo, podrían estar separados por decenas o cientos pies como se indicó anteriormente. Mediante una programación apropiada de la unidad de control 38, la separación de los sensores 30, 32 puede estar en cualquier punto entre estos valores.

10 Aunque los dibujos adjuntos ilustran una disposición que incluye sólo dos sensores 30, 32, cada uno de los cuales está formado por varias unidades de sensores individuales 30a, 32a, se apreciará que se puede proporcionar un mayor número de sensores. La resolución de la cámara térmica panorámica depende del número, dimensiones y espaciamientos de las unidades de sensor individuales 30a, 32a, y de su sensibilidad, y éstas pueden ajustarse para adaptarse a la aplicación en la que se utiliza la disposición.

15 En uso, el equipo 14 se acciona para suministrar fluido de perforación a través de la sarta de perforación 16 hacia el conjunto de fondo de pozo 20 y para hacer girar la sarta de perforación 16 y el conjunto de fondo de pozo 20 transportado por ella. La broca 22 se gira para raspar o cortar material de formación desde el extremo del pozo 12, extendiéndose a lo largo del mismo, y el material cortado o raspado de la formación se lleva a lo largo del pozo 12 hacia la superficie a través del anillo 24 por el flujo de retorno del fluido de perforación.

20 A lo largo de la operación de perforación, la unidad de control 38 conectada a las salidas de los sensores 30, 32 de la disposición de sensores 26 opera para monitorizar los diferenciales de temperatura entre las partes de la pared exterior de la carcasa 28 y el miembro tubular interno 34 adyacente a los sensores 30, 32. La temperatura del miembro tubular interior 34 viene dictada en gran medida por la temperatura del fluido de perforación suministrado por el equipo 14 a través de la sarta de perforación 16 y es relativamente frío. La temperatura de las diversas partes de la pared exterior de la carcasa 28 será normalmente superior a la del miembro tubular interior 34 y puede variar dependiendo de varios factores. A modo de ejemplo, cuando la disposición de sensor 26 pasa a través de diferentes partes del material de formación donde pueden ocurrir flujos de fluido hacia o desde el pozo 12, pueden ocurrir variaciones de temperatura. Cuando el pozo 12 incluye una curva que da como resultado que la pared exterior de la carcasa 28 se apoye contra la pared del pozo, entonces se puede esperar un calentamiento por fricción de partes de la carcasa 28. Se apreciará que estos representan simplemente ejemplos de condiciones que pueden dar lugar a cambios de temperatura detectables en ubicaciones fijas específicas a lo largo de la perforación 12.

25 En uso, la unidad de control 38 observa la aparición de una característica tal como un pico de temperatura o un perfil de temperatura detectado por el primer sensor 30 y monitoriza para que esa misma característica sea detectada posteriormente por el segundo sensor 32. Como se mencionó anteriormente, esto se puede lograr usando una técnica de procesamiento de imágenes para rastrear el paso de la característica a través de la imagen térmica panorámica obtenida usando los sensores 30, 32 como una cámara térmica panorámica. Como el primer y segundo sensores 30, 32 están separados axialmente por una distancia fija conocida D y se sabe que la causa del pico de temperatura detectado está en una ubicación fija, cuando el segundo sensor 32 detecta la característica previamente detectada por el primer sensor 30, se puede comprobar o determinar que la disposición de sensor 26, y por lo tanto el conjunto de orificio inferior 20, ha progresado una distancia equivalente a la distancia fija o separación D del primer y segundo sensores 30, 32. Al observar el retraso de tiempo entre la detección de la característica de temperatura por parte de los sensores primero y segundo 30, 32, se puede determinar un valor para la velocidad axial de la herramienta, y al monitorizar continua o periódicamente las salidas de los sensores 30, 32 en este se puede determinar de esta manera con exactitud la profundidad medida, es decir, la longitud del pozo 12. Alternativamente, la velocidad axial puede derivarse del paso de la trayectoria helicoidal seguida por la característica en la imagen panorámica. Al comparar las salidas de los sensores 30, 32, la unidad de control 38 puede estar realizando esencialmente un proceso de coincidencia de patrones.

30 35 40 45 50 Al usar sensores 30, 32 del tipo descrito anteriormente en el presente documento, se apreciará que un punto caliente localizado u otra característica de temperatura en una ubicación fija parecerá circular tanto alrededor como a lo largo de la carcasa 28, siendo detectado por las unidades de sensor individuales 30a, 32a a su vez cuando la carcasa gira y por los sensores 30, 32 cuando la carcasa se mueve axialmente. Por tanto, la disposición es sensible tanto al movimiento axial como al angular o giratorio.

55 Los sensores 30, 32 son preferiblemente de un tipo que tiene un tiempo de respuesta muy corto, por ejemplo en la región de 20 ms, y son sensibles a pequeños cambios de temperatura, por ejemplo en la región de 1 °C o menos, preferiblemente 0.05 °C o menos, y más preferiblemente 0.01 °C o menos. Por consiguiente, en uso, no faltan picos de temperatura o características para que la unidad de control 38 las use para determinar cuándo una característica previamente detectada por el primer sensor 30 ha sido detectada posteriormente por el segundo sensor 32. De este modo se pueden realizar mediciones precisas de posición o profundidad.

Aunque los sensores 30, 32 y la disposición de sensores 26 en su conjunto pueden adoptar una variedad de formas, convenientemente tienen una forma sustancialmente como se describe en el documento de Solicitud de patente británica copendiente No. 1909016.6 pero modificado para incluir un par de conjuntos de módulos sensores espaciados axialmente entre sí por una distancia fija conocida D. Esto podría lograrse mediante el uso de un par (o más) de herramientas del tipo descrito en Solicitud de patente británica No. 1909016.6 controlados o utilizados apropiadamente.

Se apreciará que al monitorizar continuamente el progreso del conjunto de fondo de pozo 20 usando la disposición de sensor 26 de la manera establecida anteriormente, se puede determinar con precisión la longitud del pozo entre la superficie y la disposición de sensor 26. La salida de la disposición de sensor 26 puede suministrarse, por ejemplo, a un controlador ubicado en la superficie y usarse para controlar diversos parámetros de perforación, por ejemplo para ayudar a garantizar que el pozo 12 siga una trayectoria predeterminada. Alternativa, o adicionalmente, la salida de la disposición de sensor 26 puede suministrarse a un equipo de control ubicado en el fondo de pozo, permitiendo que la perforación se lleve a cabo de forma autónoma.

Aunque la salida de la disposición de sensor 26 puede usarse sola para proporcionar información de posición, en algunas situaciones puede ser deseable usar su salida junto con las salidas de otros sensores y similares. A modo de ejemplo, cuando el aparato de perforación 10 incluye una medición convencional mientras se perfora un dispositivo de reconocimiento, la salida de la disposición de sensor 26 puede usarse para confirmar que las condiciones son adecuadas para el uso del dispositivo de reconocimiento. Normalmente, el uso de un dispositivo de inspección de este tipo requiere que el conjunto de fondo de pozo se levante del fondo de pozo, para que la rotación cese, el tubo de perforación se mueva de adelante hacia atrás para aliviar el torque en él y para que el bombeo del fluido de perforación sea interrumpido. Todas estas operaciones pueden ser detectadas por la disposición de sensores 26. A modo de ejemplo, levantar la broca del fondo de pozo y detener la perforación conduce a una reducción de la diferencia de presión a través de la broca y, por tanto, a un menor calentamiento del fluido de perforación, detectable por el sistema de sensores. La disposición de sensores puede detectar la parada de la rotación y la realización de un movimiento alternativo axial. El alivio del par puede detectarse detectando el cese del movimiento angular de la disposición de sensor 26. La disposición de sensor 26 puede así usarse para proporcionar una confirmación de que las condiciones son apropiadas para que el dispositivo de reconocimiento realice una medición durante el estudio de perforación, y puede confirmar si se ha producido o no movimiento durante dichos estudios. De manera similar, la disposición de sensor 26 puede proporcionar confirmación de que se han llevado a cabo los procedimientos emprendidos después de completar el estudio para permitir que se reanude la perforación. Por tanto, el uso de la invención puede ayudar a mejorar la precisión de los resultados de dichos estudios.

Mediante el uso de inteligencia artificial o similar, la disposición de sensor 26 puede detectar automáticamente el inicio de procedimientos para agregar tramos de tubería de perforación a la sarta de perforación y/o comenzar un estudio y proporcionar resultados apropiados a un controlador en respuesta al mismo. Como se ha descrito anteriormente, dichos procedimientos conducen a la ocurrencia de variaciones de temperatura que pueden ser fácilmente detectadas por el sistema de sensores y utilizadas para proporcionar una salida que indica que un procedimiento de conexión para añadir una longitud de tubo de perforación al tren de sondeos y/o la realización de un sondeo está en curso. Además, la invención puede permitir la medición automatizada de la distancia recorrida por la carcasa después de realizar dicho estudio para su uso como se describe anteriormente en el presente documento para proporcionar información de posición precisa y potencialmente en tiempo real.

Se apreciará que además de proporcionar información de posición y/o velocidad de penetración, la disposición de sensor también puede usarse para detectar la aparición de otras condiciones tales como pandeo de la sarta de perforación o condiciones de torsión. Como la disposición de sensor mide la temperatura, su salida también puede usarse para ayudar en el cálculo de la expansión térmica de la sarta de perforación. Al programar la herramienta con información relacionada con la longitud de cada sección de tubería de perforación, manteniendo la cuenta del número de secciones de tubería de perforación y usando la información de temperatura medida para calcular el nivel de expansión térmica que habrá tenido lugar, puede Se determinará si la longitud de la sarta de perforación calculada sumando las longitudes de las secciones de tubería de perforación utilizadas y ajustando la expansión térmica es compatible con la posición medida para proporcionar una indicación de la ocurrencia de una condición de pandeo, o la ocurrencia de condiciones de tubería aplastada o tubería estirada.

Si bien la descripción anterior se refiere al uso de la disposición de sensor 26 como parte del conjunto de fondo de pozo 20, o ubicada adyacente al mismo, se apreciará que, si se desea, se pueden emplear disposiciones de sensor adicionales del tipo descrito anteriormente en otra parte de la sarta de perforación para proporcionar información adicional para su uso en el control de la perforación. Estos pueden emplearse además de la disposición de sensores antes mencionada o como alternativa a la misma. Aumentar el número de disposiciones de sensores desplegadas a lo largo de la cuerda mejorará la detección y la precisión de estas mediciones.

En la disposición descrita anteriormente, los sensores 30, 32 son altamente sensibles a las variaciones en los diferenciales de temperatura entre la pared exterior de la carcasa 28 y el miembro tubular interior 34. Se apreciará que la invención no está restringida a este respecto y podría hacer uso de sensores de otras formas. A modo de ejemplo, se pueden utilizar otras formas de sensores de temperatura. Alternativamente, podrían usarse sensores sensibles a otros parámetros. Además, aunque la disposición de sensor 26 descrita anteriormente incluye dos sensores separados entre sí por una distancia fija, se podrían proporcionar sensores adicionales, si se desea, proporcionando por ejemplo resolución adicional y permitiendo así realizar mejoras en la precisión de la medición.

Aunque anteriormente se describe una realización específica de la invención, se apreciará que se pueden realizar varias modificaciones o alteraciones sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de sensor (26) que comprende una carcasa de sensor (28), un primer sensor (30) sensible a un parámetro de fondo de pozo y llevado por la carcasa, un segundo sensor (32) sensible al mismo parámetro de fondo de pozo que el primer sensor y llevado por la carcasa (28), el segundo sensor (32) está separado del primer sensor (30) por una distancia fija (D) en la dirección axial de la carcasa (28), los sensores (30, 32) comprenden una matriz de sensores o una pluralidad de unidades de sensores individuales (30a, 32a) ubicadas en la misma posición axial pero separadas angularmente alrededor de la carcasa (28) para proporcionar una imagen térmica panorámica para detectar una temperatura de la carcasa adyacente a los sensores (32, 34), y una unidad de control (38) operable para monitorizar las salidas del primer y segundo sensores (30, 32) para determinar información relacionada con la posición, movimiento y/o información relacionada de la carcasa (28).
- 5 2. Una disposición (26) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la carcasa (28) está incorporada en o unida a un conjunto de orificio inferior (20), proporcionando información de posición o similar relacionada con la posición del conjunto de orificio inferior (20), y/o está ubicado en otro lugar de una sarta de perforación (16).
- 10 3. Una disposición (26) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que el conjunto de sensores o la pluralidad de unidades de sensores individuales (30a, 32a) está dispuesta en anillos respectivos que rodean un miembro tubular interior (34).
- 15 4. Una disposición (26) de acuerdo con la reivindicación 3, en la que los sensores primero y segundo (30, 32) comprenden generadores termoeléctricos y/o cámaras térmicas operables para producir una salida indicativa de una diferencia de temperatura entre partes de la carcasa (28) y el miembro tubular interno (34) adyacente a los respectivos sensores (30, 32), en el que, opcionalmente, los primeros y segundos sensores (30, 32) juntos forman una cámara térmica panorámica.
- 20 5. Una disposición (26) de acuerdo con la reivindicación 4, en la que la unidad de control (38) emprende una técnica de procesamiento de imágenes para rastrear el paso de una característica térmica a través de una imagen capturada usando la cámara térmica panorámica.
- 25 6. Una disposición (26) de acuerdo con la reivindicación 5, configurada para determinar la progresión axial de la carcasa (28) y/o monitorizar el movimiento angular de la carcasa (28).
7. Una disposición (26) de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, configurada para detectar un tope en rotación y/o para detectar un movimiento alternativo axial.
- 30 8. Una disposición (26) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la posición y/o información relacionada derivada por la unidad de control (38) se suministra a un operador en la superficie y/o a una unidad de control de perforación ubicada en el fondo de pozo para permitir que la perforación direccional se realice de manera autónoma.
9. Una disposición (26) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurada para proporcionar una salida correspondiente a una imagen panorámica de 360°.
- 35 10. Un método de detección que comprende ubicar una disposición de sensor (26) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores dentro de un pozo (12), y monitorizar las salidas del primer y segundo sensores (30, 32) para identificar cuando una característica detectada previamente por el primer sensor (30) es posteriormente detectada por el segundo sensor (32) para determinar que la carcasa del sensor (28) se ha movido una distancia igual a la separación (D) del primer y segundo sensores (30, 32).
- 40 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la información de distancia se utiliza para determinar una velocidad axial de la carcasa del sensor (28).
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, y que comprende además utilizar la salida del primer y segundo sensores (30, 32), al realizar una medición durante el estudio de perforación, para confirmar que se ha completado al menos un paso del procedimiento del estudio.
- 45 13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, y que comprende además utilizar la salida del primer y segundo sensores (30, 32) para detectar la ocurrencia de un procedimiento de conexión de tubería de perforación.
14. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que la información de la distancia se utiliza para determinar la aparición de condiciones de pandeo, estiramiento o hundimiento de la tubería.
- 50 50 15. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, que comprende derivar la característica a partir de una variación de temperatura indicativa del calentamiento por fricción de partes de la carcasa (28).

