

SISTEMA DE TUBERÍA FLEXIBLE TELEMÉTRICA DUAL

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

5 **1. Campo de la invención**

[001] La invención se refiere, en término generales, a sistemas y métodos para transmitir energía y datos a través de una sarta de tubería flexible.

10 **2. Descripción de la técnica relacionada**

[002] La tubería flexible se usa comúnmente como una sarta de servicio para una amplia variedad de herramientas de fondo de pozo. A menudo se usa Telecoil[®] (telebobina) para transmitir energía y datos a través de la tubería flexible. Telecoil es una tubería flexible que incluye un cable de tubería dentro de la tubería flexible. El cable de tubería es un tubo que contiene un cable aislado que se utiliza para proporcionar energía eléctrica y/o datos a un ensamblaje de fondo del pozo (BHA, por sus siglas en inglés) o para transmitir datos desde el BHA a la superficie. El cable de tubería está disponible a nivel comercial a través de fabricantes tales como Canada Tech Corporation de Calgary, Canadá.

20

COMPENDIO DE LA INVENCIÓN

[003] La presente invención se refiere a sistemas y métodos para transmitir energía eléctrica y/o señales, así como también señales ópticas dentro de la tubería flexible y a lo largo de un pozo.

25 Se describe un sistema de tubería flexible que incluye una sarta de tubería flexible que define una boca de caudal a lo largo de su longitud. Un conducto de cable eléctrico y una fibra óptica se colocan dentro de la boca de caudal. En determinadas modalidades, el conducto de cable eléctrico y la fibra óptica se incluyen dentro de un tubo protector exterior dentro de la boca de caudal. En modalidades preferidas, el conducto de cable eléctrico y la fibra óptica se incluyen

dentro de un tubo exterior dentro para formar un ensamblaje de tubería. El ensamblaje de tubería se inserta luego en una sarta de tubería flexible.

[004] Un sistema de tubería flexible construido de acuerdo con la presente invención permite que se utilicen ensamblajes de fondo del pozo que incorporan uno o más sensores, los cuales
5 pueden detectar uno o más primeros parámetros operativos de fondo del pozo, que incluyen profundidad, presión, temperatura, gamma y similares. Se transfiere energía eléctrica a lo largo del conducto de cable eléctrico a los uno o más sensores. Además, el sistema de tubería flexible proporciona la ventaja de poder detectar un segundo parámetro operativo de fondo del pozo, tal como la temperatura o información acústica, a lo largo de la longitud de la sarta de
10 tubería flexible durante su funcionamiento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[005] Con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de la presente invención, se hace referencia a la descripción detallada y las modalidades preferidas, junto con las figuras adjuntas, donde los numerales de referencia iguales indican elementos similares o iguales a lo
15 largo de las diversas figuras de los dibujos y donde:

[006] La figura 1 es una vista lateral de corte transversal de un pozo de ejemplo que contiene una sarta de trabajo que tiene una sarta de servicio que incorpora energía telemétrica dual y transmisión de datos de acuerdo con la presente invención.

[007] La figura 2 es una vista lateral de corte transversal de una sarta de tubería flexible telemétrica dual de ejemplo de acuerdo con la presente invención.
20

[008] La figura 3 es una vista axial de corte transversal de la sarta de tubería flexible telemétrica dual de la figura 2.

[009] La figura 4 es una vista axial de corte transversal de una modalidad alternativa para una sarta de tubería flexible telemétrica dual.

25

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

[0010] La figura 1 ilustra un pozo 10 de ejemplo que se ha perforado desde la superficie 12 a través de la tierra 14. Aunque el pozo ilustrado 10 se muestra como orientado de forma

vertical dentro de la tierra 14, debería entenderse que el pozo o partes de este, puede ser inclinado u horizontal.

[0011] Un inyector de tubería flexible (no se muestra) de un tipo conocido en la técnica se ubica en la superficie 12 y se usa para inyectar la tubería flexible en el pozo 10. También se
5 ubica un controlador 16 en la superficie superior 12. El controlador 16 es preferentemente un dispositivo programable, tal como una computadora, que es capaz de recibir datos en forma de señales eléctricas desde un arreglo de sensores de fondo del pozo para mostrar a un usuario y/o para su almacenamiento. Adicionalmente, se ubica una fuente de energía eléctrica 18 en la superficie 12 y puede ser en forma de un generador o batería. La fuente de energía
10 eléctrica 18 debería ser adecuada para transmitir energía de fondo del pozo a un sensor. También ubicado en la superficie 12 hay un OTDR (reflectómetro de dominio/tiempo óptico) 20.

[0012] Una sarta de trabajo a base de tubería flexible, generalmente indicada en el 22, se muestra inyectada en el pozo 10. La sarta de trabajo 22 incluye una sarta de servicio de
15 tubería flexible telemétrica dual 24 que define una boca de caudal central 26 a lo largo de su longitud.

[0013] Un ensamblaje de fondo de pozo 28 (BHA) se ubica en el extremo distal de la sarta de servicio de tubería flexible 24. El ensamblaje de fondo del pozo 28 puede ser un BHA de pesca, un BHA de acidificación/fracturación o un BHA de limpieza. De manera alternativa, el
20 ensamblaje de fondo del pozo 28 podría ser cual herramienta accionada de forma eléctrica, tal como una bomba eléctrica sumergible o una herramienta para abrir y cerrar camisas de deslizamiento.

[0014] El ensamblaje de fondo del pozo 28 incluye uno o más sensores 30 para detectar al menos un primer parámetro operativo asociado con el pozo 10. Los parámetros operativos de
25 ejemplo incluyen la temperatura y la presión del pozo, así como también mediciones que se relacionan con la profundidad, gamma y similares. Se pueden colocar sensor/es 30 en la superficie exterior del ensamblaje de fondo del pozo 28, como se ilustra en la figura 1. De manera alternativa, el o los sensores 30 se puede/n ubicar en el exterior de la sarta de servicio de tubería flexible 24 o en otras ubicaciones que son ventajosas para la detección de
30 un parámetro operativo de fondo del pozo seleccionado.

[0015] Con referencia adicional a las figuras 2-3, un conducto de cable eléctrico 32 y una fibra óptica 34 se colocan dentro de la boca de caudal 26 de la sarta de servicio de tubería flexible telemétrica dual 24. En modalidades particulares, el conducto de cable eléctrico 32 es un alambre de cobre trenzado de calibre 16-18. El conducto de cable eléctrico 32 tiene preferentemente un diámetro pequeño en el orden de aproximadamente 1/8 pulgadas. El conducto de cable eléctrico 32 funciona también como un cable de datos de manera que se pueden transmitir los datos representativos de los parámetros medidos por el o los sensores 30 a la superficie 12.

[0016] La fibra óptica 34 incluirá típicamente un núcleo central transparente con un recubrimiento exterior que tiene un índice de refracción más bajo que el del núcleo. La fibra óptica 34 incluirá una cantidad de rejillas de Bragg 36 (figura 2) a lo largo de su longitud. De acuerdo con las modalidades preferidas, las rejillas de Bragg 36 se forman dentro del núcleo de la fibra óptica 34 en intervalos espaciados a lo largo de la longitud de la fibra 34. El OTDR 20 se asocia operativamente con la fibra óptica 34 y se usa tanto para generar pulsos ópticos en la fibra óptica 34 como para recibir luz retrodispersada de la fibra óptica 34.

[0017] Durante el funcionamiento de la sarta de trabajo 22, la fibra óptica 34 proporciona telemetría óptica al OTDR 20 que es indicativo de al menos un segundo parámetro operativo dentro del pozo 10. En determinadas modalidades, la fibra óptica 34 y el OTDR 20 se configuran para realizar la detección de temperatura distribuida (DTS, por sus siglas en inglés) o la detección acústica distribuida (DAS, por sus siglas en inglés) y proporciona telemetría al OTDR 20. La fibra óptica 34 y el OTDR 20 pueden proporcionar información con respecto a la temperatura o acústica detectada a lo largo de la longitud de la fibra óptica 34.

[0018] Preferentemente, cualquiera del conducto de cable eléctrico 32 y la fibra óptica 34 se recubren con un tubo protector dentro de la boca de caudal 26. La figura 3 ilustra una instancia donde tanto el conducto de cable eléctrico 32 como la fibra óptica 34 se recubren con un tubo protector único 38 dentro de la boca de caudal 26. Los inventores descubrieron que este arreglo es ventajoso dado que la sarta de servicio de tubería flexible telemétrica dual 24 se puede ensamblar fácilmente al revestir en primer lugar el conducto de cable eléctrico 32 y la fibra óptica 34 y luego al insertar ese arreglo en la boca de caudal 26 de la tubería flexible 24. El tubo protector 38 es sustancialmente rígido y lo suficientemente fuerte para proteger al conducto de cable eléctrico revestido 32 o la fibra óptica 34 contra el daño debido a la presión

del fluido y/o los desechos que pueden pasar a través de la boca de caudal 26. En una modalidad preferida, el tubo protector 38 está formado por una aleación Inconel. La figura 4 ilustra una modalidad alternativa para una sarta de servicio de tubería flexible telemétrica dual 24' donde el conducto de cable eléctrico 32 y la fibra óptica 34 están cada uno revestido individualmente dentro de un tubo protector separado 38'.

[0019] El conducto de cable eléctrico 32 se conecta de forma operable con el o los sensores 30 en el fondo del pozo y con el controlador 16 y la fuente de energía eléctrica 18 en la superficie 12. Aunque se ilustran en el dibujo como componentes separados, debería entenderse que el controlador 16 y la fuente de energía 18 se pueden combinar de forma tal que el controlador 16 funcione como una fuente de energía también. En modalidades alternativas, la fuente de energía 30 en la superficie se puede complementar por medio de baterías de fondo del pozo. El o los sensores 30 proporcionan datos detectados al controlador 16 en la superficie 12.

[0020] En la operación de ejemplo, la sarta de servicio de tubería flexible 24/24' permite que se produzca la transmisión de telemetría dual. En primer lugar, la información desde la fibra óptica 34 se proporciona al OTDR 20 lo cual es indicativo de un primer parámetro operativo de fondo del pozo (temperatura o acústica) dentro de la boca de caudal 26. En segundo lugar, se transmite la información desde el o los sensores 30, lo cual es representativo de al menos un segundo parámetro operativo de fondo del pozo en la cercanía del ensamblaje de fondo del pozo 28. Tener acceso a ambos datos desde la fibra óptica 34 y el o los sensores de fondo del pozo 30 permite la combinación de métodos de DTS/DAS con Telecoil. Por ejemplo, podría usarse la DTS para la caracterización del flujo a lo largo de la longitud completa de la sarta de servicio de tubería flexible 24 o 24', mientras que podrían usarse los datos del o los sensores 30 para la medición de profundidad precisa o para la calibración de DTS. Si el o los sensores 30 incluyen sensor/es de temperatura, estos podrían estar en contacto directo con los fluidos del pozo para medir la temperatura de los fluidos del pozo. Dado que la fibra óptica 34 se ubica dentro de la boca de caudal 26, está no está en contacto directo con el fluido del pozo que se ubica fuera de la sarta de servicio de tubería flexible 24/24'. Por lo tanto, cualquier medición de temperatura proporcionada por la fibra óptica 34 es «estática», lo que significa que la sarta de servicio de tubería flexible necesita estar fija dentro del pozo para que los cambios de temperatura en el fluido de pozo sean medidos por medio de la fibra óptica 34.

Con los datos de la fibra óptica 34 y del o los sensores 30, la sarta de trabajo 22 podría moverse y cualquier cambio de temperatura detectado por la fibra óptica 34 sería cualitativo, lo que significa que la fibra óptica 34 podría indicar las ubicaciones dentro del pozo 10 donde la temperatura del fluido de pozo está cambiando, lo que indica además las ubicaciones del

5 flujo de fluidos.

[0021] Los expertos en la técnica reconocerán que pueden hacerse numerosas modificaciones y cambios a los diseños y modalidades de ejemplo que se describen en la presente, y que la invención se encuentra limitada únicamente por las reivindicaciones que siguen a continuación y cualquier equivalente de estas.