

HERRAMIENTA AUTÓNOMA DE MEDICIÓN DE UBICACIÓN A LO LARGO DE LA PLATAFORMA

REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

[001] Esta solicitud de patente reivindica el beneficio de prioridad para la Solicitud Provisional de Patentes de los Estados Unidos n.º 63/262,364, presentada el 11 de octubre de 2021, que se incorpora en el presente documento de referencia en su totalidad.

CAMPO DE LA INVENCION

[002] La presente divulgación se refiere a una herramienta de medición a lo largo de la plataforma (ASM). Más particularmente, la presente divulgación se refiere a una herramienta de ASM adaptada para operaciones de arranque autónomo. Aún más particularmente, la presente divulgación se refiere a una herramienta de ASM que tiene un sensor de ángulo adaptado para desencadenar la operación de la herramienta según la orientación de la herramienta en relación con una superficie planetaria.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[003] La descripción de los antecedentes provistos en el presente documento tiene como propósito la presentación general del contexto de la divulgación. El trabajo del inventor nombrado actualmente, en la medida en que se describe en esta sección de antecedentes, así como los aspectos de la descripción que pueden no calificarse como estado de la técnica en el momento de la presentación, no se admiten expresa ni implícitamente como estado de la técnica contra la presente divulgación.

[004] La medición durante la perforación (MWD) generalmente implica una o más herramientas dispuestas a lo largo de una plataforma de perforación que permiten capturar información del fondo del pozo durante la perforación y/o el disparo del tubo de perforación. En algunos casos, las herramientas de MWD se colocan en ubicaciones seleccionadas a lo largo de la plataforma de perforación y están adaptadas para proporcionar soporte a las operaciones de perforación direccional. Otras herramientas de medición a lo largo de la plataforma (ASM)

también pueden adaptarse para capturar datos relacionados con el entorno del fondo del pozo para las operaciones de registro mientras se perfora (LWD). Por ejemplo, las herramientas ASM pueden incluir sensores de temperatura, sensores de presión, sensores de rayos gamma u otros sensores. Estos sensores pueden permitir capturar datos del pozo y/o datos relacionados con las formaciones geológicas circundantes. En algunos casos, la herramienta de ASM puede medir la densidad, la porosidad, la resistividad, el calibre acústico, la inclinación en la broca, la resonancia magnética y/o la presión de la formación. Las mediciones de los sensores mencionados pueden ser “pulsadas” hasta la superficie de la tierra utilizando un sistema de telemetría de pulsos de lodo para obtener datos en tiempo real. Los sensores pueden estar encapsulados dentro de carcasas metálicas que puedan soportar las condiciones de perforación y ambientales.

[005] Las herramientas de ASM suelen funcionar con baterías debido a la falta de acceso a la alimentación eléctrica en el entorno del fondo del pozo. En algunos casos, las baterías pueden estar diseñadas para proporcionar 200 a 300 horas de alimentación operativa. En vista de la limitada duración de las baterías, puede haber equipos especialmente capacitados en el lugar para ensamblar la herramienta de ASM justo a tiempo para su uso, como muestra la Figura 1. Este equipo también puede insertar la herramienta de ASM dentro de un casquillo de perforación no magnético (NDMC) en el suelo de la plataforma y realizar una alineación tal que los sensores dentro de la herramienta de ASM se indexen a partir de un atributo físico de un ensamblaje del fondo del pozo, por ejemplo. Dada la naturaleza de las operaciones de perforación, el equipo mencionado puede estar a la espera hasta que se necesite su servicio para ensamblar las herramientas ASM y el ensamblaje puede realizarse en condiciones no controladas, sujetas a las condiciones ambientales. Esto puede ser costoso y también puede aumentar la exposición desde el punto de vista de la salud, la seguridad y el medio ambiente (HSE).

COMPENDIO

[006] A continuación, se presenta un resumen simplificado de una o más realizaciones de la presente divulgación con el fin de proporcionar una comprensión básica de dichas realizaciones. Este resumen no es una visión general extensa de todas las realizaciones contempladas y no pretende identificar los elementos clave o críticos de todas las realizaciones, ni delimitar el alcance de alguna o de todas las realizaciones.

[007] En una o más realizaciones, una herramienta autónoma de medición a lo largo de la plataforma puede incluir un sistema de recopilación y transmisión de datos configurado para recoger datos del fondo del pozo y transmitir los datos del fondo del pozo a la superficie de un pozo. El sistema de recopilación y transmisión de datos puede incluir un sensor configurado para recolectar los datos del fondo del pozo, una herramienta de comunicación configurada para transmitir los datos del fondo del pozo a la superficie y un procesador de operaciones configurado para recibir los datos del fondo del pozo desde el sensor y para controlar la herramienta de comunicación para transmitir los datos del fondo del pozo. La herramienta también puede incluir un *bus* de alimentación configurado para suministrar alimentación al sistema de recopilación y transmisión de datos, una fuente de alimentación en comunicación eléctrica selectiva con el *bus* de alimentación y una puerta de enlace de alimentación. La puerta de enlace de alimentación puede estar configurada para controlar la comunicación eléctrica selectiva entre la fuente de alimentación y el *bus* de alimentación según si las condiciones de la herramienta son adecuadas para el funcionamiento del sistema de recopilación y transmisión de datos.

[008] En una o más realizaciones, un método para proporcionar una herramienta de medición a lo largo de la plataforma puede incluir el ensamblaje de una herramienta de medición a lo largo de la plataforma en una ubicación fuera de sitio. El ensamblaje puede incluir la conexión de una fuente de alimentación a un procesador; y la colocación de la herramienta de medición a lo largo de la plataforma en un tubular en la ubicación fuera de sitio. El método también puede

incluir el transporte de la herramienta de medición a lo largo de la plataforma a un sitio de perforación. El método también puede incluir la instalación de la herramienta de medición a lo largo de la plataforma en una plataforma de perforación en el sitio de perforación. El método también puede incluir el uso de la herramienta de medición a lo largo de la plataforma para capturar y transmitir datos del fondo del pozo.

[009] En una o más realizaciones, un método de operación para una herramienta de medición a lo largo de la plataforma puede incluir la entrada de un modo de reposo en un momento de ensamblaje y el monitoreo continuo o periódico de las condiciones de la herramienta de medición a lo largo de la plataforma mientras está en modo de reposo. Cuando no se cumple un umbral, el método puede incluir mantener la herramienta en modo de reposo y, cuando se cumple un umbral, el método puede incluir activar la herramienta.

[010] Si bien se divulgan múltiples realizaciones, otras realizaciones de la presente divulgación resultarán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada, que muestra y describe realizaciones ilustrativas de la invención. Como se realizará, las diversas realizaciones de la presente divulgación son capaces de modificaciones en varios aspectos obvios, todo ello sin apartarse del espíritu y alcance de la presente divulgación. En consecuencia, los dibujos y la descripción detallada deben considerarse de carácter ilustrativo y no restrictivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[011] Aunque la memoria concluye con reivindicaciones que señalan particularmente y reivindican distintamente el objeto que se considera que forma las diversas realizaciones de la presente divulgación, se cree que la invención se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción tomada en conjunción con las Figuras que la acompañan, en las que:

[012] La Figura 1 es una vista en perspectiva del estado de la técnica de un equipo especialmente capacitado que ensambla una herramienta de medición a lo largo de la plataforma (ASM) in situ justo a tiempo para su uso.

[013] La Figura 2 es una vista en perspectiva de personal de taller ensamblando una herramienta de ASM autónoma en un taller con bastante antelación a un momento de su uso y distante de su ubicación de uso, según una o más realizaciones.

[014] La Figura 3 es una vista en sección en perspectiva transversal de la herramienta de ASM autónoma ensamblada en su lugar en un tubular tal como un tubo de perforación o un casquillo de perforación, según una o más realizaciones.

[015] La Figura 4 es un diagrama esquemático de la herramienta de ASM autónoma, según una o más realizaciones.

[016] La Figura 5 es un diagrama que representa un método para proporcionar una herramienta de ASM autónoma, según una o más realizaciones.

[017] La Figura 6 es un diagrama que representa un método de funcionamiento de una herramienta de ASM autónoma, según una o más realizaciones.

[018] La Figura 7 es un esquema de operaciones que representa las operaciones que rodean un estado de reposo de la herramienta de ASM autónoma, según una o más realizaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[019] La presente divulgación, en una o más realizaciones, se refiere a una herramienta autónoma de medición a lo largo de la plataforma (ASM) que evita la necesidad de ensamblaje in situ y, como tal, puede colocarse dentro de un casquillo de perforación y estar lista para su colocación en la plataforma de perforación mucho antes del momento de su uso. En particular, la herramienta de ASM autónoma puede ser una herramienta inteligente que se basa en la orientación física para activarse. Por ejemplo, la herramienta puede ser una herramienta relativamente alargada que generalmente permanece en una condición relativamente horizontal después del ensamblaje hasta que está lista para su uso, cuando puede ser levantada en una posición relativamente vertical para su colocación en una plataforma de perforación. La presente herramienta de ASM autónoma puede, por lo tanto, confiar en su orientación física para

permanecer apagada o en reposo a menos que/hasta que la herramienta sea levantada en una posición casi vertical cuando la herramienta puede encenderse o activarse, por así decirlo. De este modo, el montaje puede realizarse en el entorno controlado de un taller, la vida de la batería de la herramienta puede conservarse durante el almacenamiento, el envío y la puesta en escena, y puede evitarse la necesidad de un equipo in situ para el ensamblaje justo a tiempo.

[020] La Figura 2 muestra la herramienta de ASM 100 en un área de ensamblaje en un taller antes de su colocación dentro de un tubular tal como un tubo de perforación o un casquillo de perforación, por ejemplo. Como se muestra, la herramienta 100 puede ser un sistema alargado de dispositivos y sensores adaptados para capturar y transmitir información a un operador de perforación a través de un sistema de telemetría de pulsos de lodo, por ejemplo. En este caso particular, se están ensamblando una herramienta de ASM 100 primaria y una herramienta de ASM de respaldo. Para proteger los sensores sensibles y hacer que el sistema de sensores sea adecuado para su colocación en la plataforma de perforación, la herramienta 100 puede colocarse dentro de un tubo de perforación, un casquillo de perforación u otro tubular 102 que esté adaptado para ser conectado de extremo a extremo con otros aspectos del ensamblaje del fondo del pozo u otros aspectos de la plataforma de perforación. La Figura 3 muestra la herramienta de ASM 100 dispuesta dentro del tubular 102 y adaptada para su colocación en una plataforma de perforación.

[021] Como muestra de forma esquemática la Figura 4, la herramienta de ASM 100 puede incluir un sistema de recopilación y transmisión de datos 104 configurado para recopilar datos del fondo del pozo y transmitir los datos a una superficie de un pozo en el que la herramienta de ASM 100 esté dispuesta. Por ejemplo, la herramienta de ASM 100 puede estar adaptada para la perforación direccional u otras operaciones de medición durante la perforación (MWD) y/o la herramienta de ASM puede estar adaptada para recopilar datos de formación del fondo del pozo o puede realizar otras operaciones de registro mientras se perfora (LWD). La herramienta de ASM 100 puede proporcionar otras operaciones de

control y/o de recopilación de datos. El sistema de recopilación y transmisión de datos 104 puede incluir una fuente de alimentación 106, un medio de almacenamiento legible por computadora 108, un procesador de operaciones 110, uno o más sensores 112A-E, y una herramienta de comunicación 114. Integrada en dicho sistema o separada del mismo, la herramienta de ASM 100 puede incluir una puerta de enlace de alimentación 116 configurada para controlar el flujo de alimentación al sistema de recopilación y transmisión de datos 104. La puerta de enlace de alimentación 116 puede incluir un procesador de control de potencia 118, un medio de almacenamiento legible por computadora, que puede ser parte integrante del medio 108 o estar separado del mismo 108, y un sensor de orientación 120. Las distintas piezas del sistema pueden ser abordadas sucesivamente.

[022] La fuente de alimentación 106 puede incluir una batería, por ejemplo. La batería puede estar adaptada para proporcionar alimentación al sistema y puede estar diseñada y dimensionada para proporcionar 100 a 500 horas, 150 a 450 horas o aproximadamente 200 a 300 horas de alimentación a la herramienta de ASM 100. En una o más realizaciones, la batería puede incluir un paquete de baterías de iones de litio o de cloruro de litio, por ejemplo. La batería puede estar en comunicación eléctrica selectiva con el procesador de operaciones 110 para proporcionar alimentación al procesador de operaciones 110 y a los aspectos restantes del sistema. Como se analiza con más detalle a continuación, la puerta de enlace de alimentación 116, que puede ser parte de una unidad de procesamiento general 122 o estar separada de la unidad de procesamiento 122, puede controlar la potencia del procesador de operaciones 110. En particular, un *bus* de alimentación 124 puede recibir selectivamente alimentación de la batería según el control de la puerta de enlace de alimentación 116. Es decir, por ejemplo, la puerta de enlace de alimentación 116 puede controlar un interruptor u otro componente eléctrico 126 que impide o permite que la alimentación fluya al procesador de operaciones 110, 124, los sensores 112A-E, y la herramienta

de comunicación 114 a través de un *bus* de alimentación 124 solo después de que se hayan producido condiciones particulares.

[023] El medio de almacenamiento legible por computadora 108 puede estar configurado para almacenar instrucciones legibles por computadora para su ejecución por la unidad de procesamiento 122 o por separado por el procesador de operaciones 110 y el procesador de control de potencia 118. Por ejemplo, las instrucciones legibles por computadora pueden incluir instrucciones para que el procesador de operaciones 110 opere el sensor o sensores 112A-E que forman parte del sistema de recopilación y transmisión de datos 104. Por ejemplo, las instrucciones pueden incluir instrucciones de encendido/apagado para los sensores 112A-E e instrucciones para recibir y almacenar datos recibidos de los sensores 112A-E. En otras circunstancias, los sensores 112A-E pueden encenderse cuando el *bus* de alimentación 124 recibe energía y las instrucciones legibles por computadora pueden incluir más simplemente instrucciones para recibir datos y/o almacenar datos de los sensores. Las instrucciones legibles por computadora también pueden incluir instrucciones para que el procesador de operaciones 110 opere la herramienta de comunicación 114 para transmitir datos a la superficie del pozo (p. ej., al equipo de perforación). En una o más realizaciones, el medio de almacenamiento legible por computadora 108 puede incluir también instrucciones legibles por computadora para la puerta de enlace de alimentación 116 o las instrucciones legibles por computadora para la puerta de enlace de alimentación 116 pueden almacenarse por separado. Las instrucciones para la puerta de enlace de alimentación 116 pueden incluir instrucciones para activar periódicamente y para operar el sensor de orientación (p. ej., encenderlo y recibir datos de este) para determinar si es apropiado encender los aspectos restantes del sistema. Los métodos asociados con la puerta de enlace de alimentación se analizan con mayor detalle a continuación.

[024] La unidad de procesamiento 122 o, por separado, el procesador de operaciones 110 y el procesador de control de potencia 118 pueden estar configurados para ejecutar las instrucciones legibles por computadora

almacenadas en el medio de almacenamiento legible por computadora 108. En particular, el procesador de operaciones 110 se puede adaptar para operar uno o más sensores 112A-E y/o la herramienta de comunicación 114. Con respecto al uno o más sensores 112A-E, el procesador puede controlar el estado de encendido/apagado de uno o más de los sensores y se puede configurar para capturar y almacenar los datos generados por el uno o más sensores. El procesador también puede controlar la herramienta de comunicación para transmitir los datos del sensor a la superficie del pozo. El procesador de operaciones 110 puede incluir un chip informático, circuito, microcontrolador u otro dispositivo de procesamiento adaptado para ejecutar las instrucciones legibles por computadora relativas al funcionamiento de los sensores y de la herramienta de comunicación. Ejemplos de procesadores de operaciones 110 para manejar los diversos sensores 112A-E y la herramienta de comunicación 114 pueden incluir una matriz de compuertas programable en campo (FGPA), una arquitectura de conjunto de instrucciones reducidas (RISC) tal como un procesador de máquina RISC avanzada (ARM) o un controlador de interfaz periférica (PIC) de microchip. Como se muestra, la unidad de procesamiento 122 puede incluir un procesador de control de potencia 118 como parte de la puerta de enlace de alimentación 116. El procesador de control de potencia 118 se puede adaptar para controlar un interruptor u otro dispositivo 126 que controla la alimentación del procesador de operaciones 110, los sensores 112A-E, y la herramienta de comunicación 114 a través de un *bus* de alimentación 124. El procesador de control de potencia 118 puede controlar dicha potencia según la información de orientación de un sensor de orientación 120. Como tal, el procesador de control de potencia 118 se puede ser adaptar además para la operación del sensor de orientación 120 encendiendo y apagando el sensor de orientación 120 y capturando, almacenando, y/o procesando la información recibida del sensor de orientación 120. Por ejemplo, y como se discute con más detalle a continuación, el procesador de control de potencia 118 puede procesar las aceleraciones de un sensor de orientación 120 para establecer una

orientación angular y puede comparar la orientación angular con un ángulo umbral, por ejemplo. En función de la relación de la orientación angular con el umbral, el procesador de control de potencia 118 puede establecer una comunicación eléctrica entre la fuente de alimentación 106 y el *bus* de alimentación 124 para permitir el funcionamiento del procesador de operaciones 110 o puede continuar limitando/evitando la alimentación al procesador de operaciones 110 y otros aspectos del sistema. El procesador de control de potencia 118 puede incluir un chip informático, circuito, microcontrolador u otro dispositivo de procesamiento adaptado para ejecutar las instrucciones legibles por computadora relativas al interruptor o al control de potencia. Ejemplos de procesadores de control de potencia para controlar la puerta de enlace de alimentación pueden incluir una FGPA, un procesador ARM, o un microchip PIC. Se debe tener en cuenta que, aunque el procesador de control de potencia 118 se muestra como parte de una unidad de procesamiento global 122, el procesador de control de potencia 118 puede proporcionarse por separado.

[025] El uno o más sensores 112A-E de la herramienta de ASM 100 pueden adaptarse para capturar datos sobre las operaciones de perforación o el entorno circundante, por ejemplo. En una o más realizaciones, el uno o más sensores 112A-E puede incluir un sensor o sensores direccionales 112A/B, un sensor de detección de rayos gamma 112C, un sensor de temperatura 112D, un sensor de presión 112E, o se pueden proporcionar otros sensores. El sensor o sensores direccionales 112A/B pueden ayudar a la perforación direccional y, como tal, pueden capturar información de orientación y dirección. El sensor o sensores direccionales 112A/B pueden incluir magnetómetros, giroscopios y/o acelerómetros adaptados para capturar información de orientación durante la perforación. Los sensores de detección de rayos gamma 112C se pueden adaptar para capturar o medir los rayos gamma emitidos por la roca o el sedimento. Los sensores de temperatura 112D pueden medir la temperatura del pozo o de la roca o el sedimento circundante y los sensores de presión 112E pueden medir las presiones internas y/o externas de la plataforma de

perforación, por ejemplo. También, pueden proporcionarse otros tipos de sensores.

[026] La herramienta de comunicación 114 se puede configurar para transmitir la información capturada por los sensores 112A-E a la superficie del pozo (p. ej., al operador del equipo de perforación). En una o más realizaciones, la herramienta de comunicación 114 puede incluir una herramienta de impulsión de lodo adaptada para codificar y transmitir los datos del sensor a través de pulsaciones de lodo a través del lodo de perforación que rodea o se encuentra dentro de la plataforma de perforación. En una o más realizaciones, la herramienta de comunicación 114 puede incluir un elemento de transmisión de la herramienta de ASM 100 y un elemento de recepción en el equipo de perforación, por ejemplo. También, pueden proporcionarse otros tipos de herramientas de comunicación, tal como la telemetría electromagnética (EM).

[027] El sensor de orientación 120 se puede configurar para detectar la orientación de la herramienta 100 en un entorno de potencia relativamente baja. En una o más realizaciones, el sensor de orientación 120 puede ser un acelerómetro de un eje, un acelerómetro de dos ejes o un acelerómetro de tres ejes, por ejemplo. El sensor de orientación 120 se puede encender o apagar desde el procesador de control de potencia 118 y puede proporcionar datos al procesador de control de potencia 118 para evaluar si se debe encender la herramienta 100 o permanecer sin alimentación, por ejemplo. En una o más realizaciones, el procesador de orientación 120 puede incluir un acelerómetro de inclinación o de sistema microelectromecánico (MEMS).

[028] En la operación y uso, la herramienta de ASM 100 se puede utilizar para apoyar las operaciones de perforación direccional, otras operaciones de medición durante la perforación, el registro mientras se perfora u otras operaciones hace el fondo del pozo. Como muestra la Figura 5, un método 200 para proporcionar una herramienta de ASM 100 puede incluir el ensamblaje de la herramienta 100 en un lugar de trabajo u otro lugar fuera de la locación. (202) Fuera de la locación en este contexto puede significar un sitio separado del sitio

de perforación por una distancia de traslado, por ejemplo. Es decir, fuera del sitio no incluye un sitio adyacente o un área de almacenamiento temporal cerca del lugar de perforación, sino una distancia de muchas millas adecuada para el viaje de un remolque de tractor comercial que transporta la herramienta de ASM 100. El ensamblaje puede incluir la conexión de la fuente de alimentación dentro de la herramienta de ASM 100 (202A), por ejemplo, mediante la colocación de la fuente de alimentación en comunicación eléctrica con la unidad de procesamiento 122 o el procesador de control de potencia 118 y la posibilidad de que la herramienta 100 regule el consumo de energía. En una o más realizaciones, el ensamblador puede poner el sistema en modo autónomo (202B) donde, por ejemplo, la herramienta tiene la capacidad de funcionar de forma autónoma o no autónoma. El ensamblaje también puede incluir la colocación de la herramienta dentro del casquillo de perforación u otro entubado en el lugar de trabajo u otro lugar fuera de la locación (202C). El método de uso puede incluir el almacenamiento de la herramienta de ASM (204) en una condición sustancialmente horizontal, el transporte o bien el traslado de la herramienta de ASM (206) en una condición sustancialmente horizontal, y el montaje de la herramienta de ASM (208) en la locación en una condición sustancialmente horizontal. La horizontalidad en este contexto puede incluir cualquier orientación suficiente para evitar que se accione el funcionamiento de la herramienta. El método también puede incluir la instalación de la herramienta de ASM (210) en una plataforma de perforación y el uso de la herramienta (212) para la perforación direccional, otras operaciones de medición durante la perforación, el registro durante la perforación u otras operaciones de medición hacia el fondo del pozo. En particular, con este método no se requiere el ensamblaje o la alteración de la herramienta en la locación de perforación. Es decir, el ensamblaje completo de la herramienta de ASM puede realizarse en un lugar fuera de la locación y la herramienta de ASM puede llegar a la locación de perforación lista para su uso y sin necesidad de ninguna otra intervención por parte del personal para conectar la alimentación, colocar la herramienta dentro

de un entubado o para acceder de otro modo al funcionamiento interno de la herramienta. Más sencillamente, la herramienta puede estar lista para su uso y se puede retirar y colocar en la plataforma de perforación. Como tal, el paso de instalación anterior puede ser muy eficaz, lo que permite ahorrar tiempo y gastos.

[029] Ahora, en referencia a la Figura 6, se puede proporcionar un método de operación 300. El método 300 puede incluir el control del consumo de energía por parte de la herramienta de ASM a menos que/hasta que las condiciones sean adecuadas para su uso. Es decir, el método puede incluir el monitoreo de las condiciones de la herramienta ASM (302). Por ejemplo, el sistema puede comprobar periódicamente las condiciones de la herramienta ASM, por ejemplo, con la verificación de la orientación de la herramienta. Cuando las condiciones no son adecuadas, el sistema puede permanecer en modo de suspensión y volver a controlar periódicamente las condiciones, y mantenerse en modo de suspensión a menos que/hasta que las condiciones sean adecuadas. Cuando las condiciones de uso son adecuadas, el sistema se puede encender y comenzar la captura de datos (304), almacenamiento de datos (306), y/o transmisión de datos (308). Los detalles de la supervisión de las condiciones de la herramienta de ASM se discuten con más detalle, a continuación, con respecto a la Figura 7. En cuanto a los otros pasos del método, la captura de datos (304) puede incluir la captura de datos con uno o más sensores y la recepción de los datos en un procesador. Por ejemplo, los datos direccionales pueden ser capturados para apoyar la perforación direccional. La captura de datos también puede incluir la detección de rayos gamma de la roca o el sedimento que rodea el orificio del pozo. La captura de datos también puede incluir la detección de presiones en el pozo o dentro de la plataforma de perforación. La captura de datos también puede incluir la detección de las temperaturas del pozo o del fluido de perforación en el pozo o dentro de la plataforma de perforación. Otros tipos de datos se pueden capturar, almacenar y/o transmitir a la superficie o al equipo de perforación. El almacenamiento de los datos (306) puede incluir que el procesador almacene los datos en el medio de almacenamiento legible por

computadora y/o que almacene temporalmente los datos para su transmisión, tal como en una memoria de acceso aleatorio, por ejemplo. La transmisión de los datos (308) puede incluir la operación de la herramienta de comunicación 114 con un procesador para transmitir los datos. Por ejemplo, la herramienta de comunicación 114 puede incluir un sistema de telemetría de pulsaciones de lodo y la transmisión de los datos puede incluir la codificación de los datos y la transmisión de pulsaciones de lodo dentro del pozo para su recepción por un receptor y decodificación, por ejemplo.

[030] Con referencia ahora a la Figura 7, los detalles del monitoreo de las condiciones de la herramienta de ASM (302) pueden describirse con mayor detalle. Como se muestra, y durante el proceso de configuración, el ensamblador puede encender la herramienta (302A) y si la herramienta tiene una opción para el modo autónomo, el ensamblador puede proporcionar una entrada a través de una interfaz de usuario para colocar la herramienta en modo autónomo. Si esto no se hace, la herramienta puede comenzar a operar y estar a la espera del flujo de fluido (302G). Lo que puede ser conveniente, por ejemplo, si una herramienta con capacidad autónoma se envía a una locación de perforación sin estar completamente ensamblada. Sin embargo, cuando se realizan operaciones en un lugar fuera de la locación, el ensamblador puede seleccionar el modo autónomo en la interfaz.

[031] En vista de lo anterior, cuando se enciende la herramienta, la herramienta puede verificar si la herramienta está en modo autónomo o no (302B). Esto es, tal como se muestra, cuando la herramienta se configura en modo autónomo o, de otra manera, está diseñada solo para modo autónomo, el sistema puede realizar una verificación de inclinación inicial (302C) para asegurarse de que el ensamblaje de la herramienta es como se lo anticipó. Es decir, la verificación de inclinación inicial puede anticiparse para ser sustancialmente horizontal y si no lo es, el sistema puede moverse hasta que se logra la instalación adecuada. Si se logró la instalación adecuada y la herramienta detecta que está sustancialmente horizontal, la herramienta puede ponerse en modo de

suspensión (302D), lo que puede incluir enviar un indicador al ensamblador sobre que se está ingresando al modo de suspensión, y la barra de batería debe apagarse. En una o más realizaciones, el indicador puede incluir una serie de pulsos tales como tres pulsos o un indicador de luz, también pueden proporcionarse una luz parpadeante, sonido, vibración u otra indicación. La verificación de inclinación puede incluir un umbral que varía entre 10 y 50 grados, 20 y 40 grados o 30 grados desde la posición vertical. Esto es, por ejemplo, en el caso de un umbral de 30 grados, una herramienta que está colocada a 45 grados u otro ángulo que se extiende hasta 59 grados desde la posición horizontal puede considerarse como configurada “de manera horizontal”. Como tal, y también con un umbral de 30 grados, para que se considere configurada de manera vertical como se detalla a continuación, la herramienta puede necesitar estar relativamente recta y solo variar entre -30 y 30 grados desde la posición vertical.

[032] El modo de suspensión puede incluir una serie de verificaciones cronometradas o periódicas para ver si la orientación de la herramienta cambió de manera tal que se proporcione el modo operacional por completo de la herramienta (302E). Tal como se muestra, las verificaciones de inclinación aquí pueden verificar si la inclinación es menor a 30 grados desde la posición vertical, lo que significa que la herramienta está en una condición sustancialmente recta. Mientras que se muestra un umbral de 30 grados, el intervalo puede ser de 10 a 50 grados o de 20 a 40 grados o se puede proporcionar un umbral de 30 grados. Donde no se alcanza el umbral (p. ej., la inclinación desde la posición vertical no es menor a 30 grados, sino que es mayor a 30 grados desde la posición vertical), la herramienta puede considerarse sustancialmente horizontal y la herramienta puede mantenerse en modo de suspensión. Sin embargo, cuando se alcanza el umbral (p. ej., la inclinación desde la posición vertical es menor a 30 grados), la herramienta puede despertarse (302F) al encender la barra de batería. En una o más realizaciones, se puede proporcionar un indicador del operador tal como un pulso, una serie de pulsos, una indicación de luz, un sonido, una vibración u otro

indicador. En la condición despierta o encendida, los sensores pueden estar activos y el procesador puede comenzar a recopilar datos. Por otro lado, la herramienta de comunicación 114 puede mantenerse en modo de espera (302G) a menos que o hasta que haya un flujo de fluidos de perforación. Luego del comienzo del flujo de fluidos de perforación, la herramienta de comunicación 114 puede comenzar a enviar comunicaciones de datos mediante pulsaciones al fluido de perforación (302H). Se apreciará que, cuando el ensamblador coloca la herramienta en modo no autónomo, el sistema puede saltar los pasos de inicialización, el estado de suspensión y las verificaciones de inclinación y el sistema puede encenderse directamente con un indicador al operador sobre que está encendido y la herramienta de comunicación puede estar en modo de espera. Como al, mientras que se puede proporcionar una operación autónoma, también se puede proporcionar una activación en el lugar.

[033] Como se utiliza en el presente documento, los términos “sustancialmente” o “generalmente” hacen referencia al alcance o grado completo o casi completo de una acción, característica, propiedad, estado, estructura, artículo o resultado. Por ejemplo, un objeto que está “sustancialmente” o “generalmente” rodeado significaría que el objeto está completamente rodeado o casi completamente rodeado. El grado exacto permitido de desviación con respecto a la completitud absoluta puede, en algunos casos, depender del contexto específico. Sin embargo, en términos generales, la cercanía a la compleción será para obtener, generalmente, el mismo resultado general como si se obtuviera la compleción absoluta y total. El uso de “sustancialmente” o “generalmente” es igualmente aplicable cuando se utiliza con una connotación negativa para hacer referencia a la falta completa o casi completa de una acción, característica, propiedad, estado, estructura, artículo o resultado. Por ejemplo, un elemento, combinación, realización o composición que está “sustancialmente exenta de” o “generalmente exenta de” un elemento puede contener dicho elemento siempre y cuando no haya, generalmente, un efecto significativo de este.

[034] Para ayudar a la Oficina de Patentes y a cualquier lector de cualquier patente emitida sobre esta solicitud a interpretar las reivindicaciones adjuntas, los solicitantes desean aclarar que no pretenden que ninguna de las reivindicaciones o elementos de reivindicaciones adjuntos invoque 35 U.S.C. § 112(f) a menos que se utilicen explícitamente las palabras “significa” o “se refiere a” en la reivindicación particular.

[035] Además, tal como se utiliza en el presente documento, la frase “al menos uno de [X] y [Y]”, donde X e Y son componentes diferentes que pueden incluirse en una realización de la presente divulgación, significa que la realización podría incluir el componente X sin el componente Y, la realización podría incluir el componente Y sin el componente X, o la realización podría incluir ambos componentes, X e Y. De manera similar, cuando se la utiliza con respecto a tres o más componentes, tal como “al menos uno de [X], [Y] y [Z]”, la frase significa que la realización podría incluir uno cualquiera de los tres o más componentes, cualquier combinación o subcombinación de cualquiera de los componentes o todos los componentes.

[036] En la descripción precedente, se presentaron diferentes realizaciones de la presente divulgación con el objetivo de servir como ilustración y descripción. No pretenden ser exhaustivos ni limitar la invención a las formas precisas divulgadas. Son posibles modificaciones o variaciones obvias en vista de las enseñanzas anteriores. Las diferentes realizaciones se eligieron y describieron con el fin de proporcionar la mejor ilustración de los principios de la divulgación y sus aplicaciones prácticas, y para permitir a otros expertos en la técnica utilizar las diversas realizaciones con diversas modificaciones que se adapten al uso particular contemplado. Todas estas modificaciones y variaciones están dentro del alcance de la presente divulgación tal como se determina mediante las reivindicaciones adjuntas cuando se las interpreta de conformidad con la amplitud que se les otorga de manera justa, legal y equitativa.