

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 036**

51 Int. Cl.:

E21B 47/01 (2012.01)

E21B 47/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2015 PCT/AU2015/000634**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16061616**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2015 E 15853469 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3209860**

54 Título: **Mejoras en lo que se refieren a la inspección de fondos de pozo**

30 Prioridad:

23.10.2014 AU 2014904245

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

01.10.2019

73 Titular/es:

**REFLEX INSTRUMENTS ASIA PACIFIC PTY LTD
(100.0%)
216 Balcatta Road
Balcatta, WA 6021, AU**

72 Inventor/es:

**PARFITT, RICHARD;
JABBAL, GURU y
OTT, KAI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 726 036 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

Mejoras en lo que se refieren a la inspección de fondos de pozo

Campo técnico

5 Los aspectos de la tecnología descrita en la presente memoria se refieren, en sentido amplio, al campo de la inspección de fondos de pozo.

La presente solicitud reivindica prioridad de la solicitud provisional de patente australiana n.º 2014904245, cuyo contenido se incorpora en la presente memoria.

Antecedentes de la técnica

10 La siguiente descripción de los antecedentes de la técnica está destinada solamente a facilitar una comprensión de la presente invención. La descripción no es un reconocimiento o una admisión de que cualquier material al que se hace referencia es o era parte del conocimiento general común antes de la fecha de prioridad de la solicitud.

15 Durante una operación de perforación de un pozo de sondeo, existe una necesidad de inspeccionar la trayectoria del pozo de sondeo para determinar si su curso se está manteniendo dentro de límites aceptables. La inspección de un pozo de sondeo se lleva a cabo usualmente mediante una herramienta de inspección que es desplazada a lo largo del pozo de sondeo para obtener la información requerida, o al menos datos a partir de los que se pueda determinar la información requerida. La información relacionada con la trayectoria de un pozo de sondeo puede incluir típicamente la inclinación, el azimut y la profundidad.

20 Las herramientas de inspección contienen típicamente dispositivos de sensores para medir la dirección y magnitud del campo gravitatorio local y, también, la dirección y magnitud de la velocidad de rotación de la Tierra. Estas mediciones corresponden a la orientación de la herramienta de inspección en el pozo de sondeo. La posición, la inclinación y/o el azimut se pueden calcular a partir de estas mediciones.

Los dispositivos de sensores pueden comprender acelerómetros para medir la dirección y magnitud del campo gravitatorio local y giroscopios para medir la dirección y magnitud de la velocidad de rotación de la Tierra, a partir de las que se puede calcular el azimut.

25 Los giroscopios disponibles comercialmente contienen errores sistemáticos que pueden afectar seriamente a la precisión de la medición. Tales errores se pueden eliminar indexando el giroscopio.

A fin de indexar los dispositivos de sensores entre diversas posiciones de indexación, existe una necesidad de un mecanismo de indexación situado en la herramienta de inspección.

30 La necesidad de indexar y orientar los dispositivos de sensores puede introducir costes y complejidad en la herramienta de inspección, y puede ser particularmente problemática en caso de que se requiera una herramienta/instrumento de inspección que tenga una construcción compacta. Además, las disposiciones de indexación conocidas requieren usualmente un accionamiento mecánico directo, que usa un motor paso a paso o un servomotor con codificación precisa de la posición, dando como resultado un coste y una complejidad técnica adicionales.

35 Las publicaciones de patente internacional WO2010/057055, WO2004/013573 y WO2011/146988 se refieren, todas, a aparatos que incluyen configuraciones que comprenden diversos dispositivos electrónicos de detección con el propósito de inspeccionar fondos de pozo. El uso de accionamientos de motor usuales y configuraciones mecánicas relacionadas, utilizadas con el propósito de indexar, puede reducir la precisión de la información registrada durante una inspección de un pozo de sondeo. A este respecto, las fuerzas de vibración y/o de choque inducidas que
40 ocurren durante la medición y/o la indexación pueden comprometer los datos registrados por los sensores incluidos con la herramienta de inspección (especialmente si se usa un bucle de servocontrol para situar los sensores).

La presente invención se ha desarrollado frente a estos antecedentes.

Compendio de invención

45 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato como se describe en la reivindicación 1.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método como se describe en la reivindicación 16.

Según un primer ejemplo de la invención, se proporciona un aparato, que comprende:

un primer cuerpo, y

50 un segundo cuerpo,

estando el primer cuerpo y el segundo cuerpo configurados capaces de funcionar de modo que cualquiera puede ser desplazable con relación al otro de una manera en la que se reduce sustancialmente la exposición de al menos una parte del primer cuerpo o una parte del segundo cuerpo a cualquier fuerza física no deseable.

5 Los ejemplos del aparato de la invención, y los que siguen, pueden estar configurados para su uso en operaciones de inspección de fondos de pozo para indexar un dispositivo, que lleva sensores, alrededor de un eje de indexación entre, por ejemplo, dos posiciones de indexación. Con una consideración específica a una operación de inspección de pozos de sondeo, el lector experto entenderá que la indexación de sensores, tales como, por ejemplo, un giroscopio, es necesaria para reducir o evitar los errores de medición intrínsecos. Sin embargo, los datos medidos por los sensores pueden estar comprometidos por las fuerzas físicas no deseadas, intrínsecas dentro del sistema.

10 El sensor llevado por el dispositivo puede ser de cualquier tipo apropiado; por ejemplo, el sensor puede comprender uno o más de los siguientes: acelerómetros, giroscopios, conmutadores físicos, magnetómetros, sensores de vibración, inclinómetros, sensores RPM inductivos, sensores de flujo y sensores de presión, o cualquier combinación adecuada. Estos últimos ejemplos no han de considerarse como que son una lista exhaustiva. El lector experto apreciará fácilmente el alcance apropiado de los sensores que podrían encontrar utilidad en aplicación con los
15 ejemplos del aparato/método/sistema de los ejemplos descritos en la presente memoria.

Las fuerzas físicas no deseables pueden incluir fuerzas del sistema y/o externas/de choque consideradas perjudiciales para el funcionamiento normal del aparato y/o sensor llevado por el aparato o asociado con el mismo. Tales fuerzas sirven a menudo para comprometer la integridad de los datos medidos y/o registrados por los dispositivos de sensores. Además, las fuerzas no deseables pueden incluir también fuerzas de vibración que pueden
20 incluir fuerzas/movimientos físicos inducidos que resultan de los elementos móviles principales, tales como, por ejemplo, unos motores eléctricos. Aunque esto último no es exhaustivo en cuanto a qué fuerzas físicas pueden comprometer potencialmente la operación de medición de un sensor empleado para operaciones de inspección de fondos de pozo, el lector experto apreciará el alcance de las fuerzas (y su origen) que tienen el potencial de comprometer la medición de datos en tales entornos.

25 Las fuerzas de vibración pueden incluir fuerzas/movimientos físicos inducidos que resultan de los elementos móviles principales, tales como, por ejemplo, unos motores eléctricos. Como un ejemplo, una corriente excitadora interrumpida acciona usualmente un servomotor o motor paso a paso para permitir el control preciso de su velocidad y posición. En algunos casos, esta corriente interrumpida puede producir pequeñas vibraciones del árbol motor, incluso cuando está estacionario. Por consiguiente, si un motor está directamente acoplado a un dispositivo que
30 lleva un sensor y acciona el dispositivo/sensor hasta una posición de indexación, cuando se sujeta en esa posición, las vibraciones residuales del árbol pueden transferirse al sensor produciendo ruido no deseado del sensor. Por consiguiente, los ejemplos del aparato descrito en la presente memoria pueden servir para reducir y/o amortiguar el hecho de que tales fuerzas de vibración afecten desfavorablemente al dispositivo (y, por lo tanto, a cualquier sensor llevado por el mismo) durante el funcionamiento.

35 Como un ejemplo adicional, en algunos casos, las fuerzas de vibración que pueden comprometer a los sensores del giroscopio pueden tener su origen en el propio giroscopio (es decir, cuando el giroscopio está girando). El estado desequilibrado del rotor del giroscopio puede crear una vibración cuando está girando a múltiplos de la frecuencia de giro del giroscopio. Esta vibración puede ser transmitida y, en algunos casos, reflejada por los dispositivos mecánicos circundantes (es decir, el aparato de indexación). La transmisión y la reflexión desiguales de esta vibración en las posiciones de indexación disponibles tienen el potencial de comprometer los datos de medición del
40 giroscopio. Por consiguiente, en algunos casos, un problema significativo es la vibración creada/presente durante la medición. En algunas circunstancias, tales componentes de vibración pueden ser relativamente más significativas que las que ocurren como consecuencia de indexar el giroscopio entre las posiciones de indexación posibles o disponibles.

45 Las fuerzas de choque pueden incluir diversas fuerzas externas aplicadas al aparato y los componentes relacionados durante su movimiento hacia dentro, en el interior y/o hacia fuera del pozo de sondeo con el propósito de una medición. Además, las fuerzas de choque pueden incluir el contacto o impacto que ocurre entre los componentes de trabajo del aparato. Por ejemplo, en algunas disposiciones, cuando se sitúa un sensor con precisión en o cerca de una de, por ejemplo, dos posiciones de indexación, se usa a menudo un tope extremo de
50 indexación (tal como un tope mecánico previsto, por ejemplo, en forma de una clavija). El impacto resultante del sensor (o el componente que lleva el sensor) que contacta con el tope extremo puede dar como resultado fuerzas de choque que tienen el potencial de hacer que cambie la carga elástica del sensor. En algunos casos, las fuerzas de choque pueden ser poco menos que una amenaza para el funcionamiento del dispositivo durante la indexación, en tanto que el movimiento del motor accionador sea uniforme, que puede ser el caso en la práctica.

55 Teniendo en cuenta lo anterior, los ejemplos del aparato de los ejemplos de la invención descritos en la presente memoria, pueden servir para proporcionar:

- un aparato para indexar una disposición de sensores (que incluye, por ejemplo, giroscopios y/o acelerómetros) para ofrecer una precisión mejorada a coste reducido, si se compara con los dispositivos usuales que emplean, por ejemplo, una tecnología accionadora directa que incorpora servomotores y

codificadores de precisión, dispositivos que pueden inducir vibración a una frecuencia de modulación en anchura de pulso (PWM) del motor hacia dentro de un giroscopio fijado (ya que se necesita hacer funcionar el motor para sujetar el giroscopio en una posición de indexación);

- 5 • una fuerza suficiente de sujeción contra las posiciones límite puede mantenerse con el motor, cuando no está alimentado;
- una capacidad para amortiguar choques, impactos y/o vibraciones cuando se aproxima a los puntos de indexación/límites para evitar los impulsos de par; o
- 10 • una capacidad para accionar uno o más dispositivos de sensores hasta una posición intermedia o de estacionamiento y proporcionar una capacidad de absorción de impulsos de par cuando el sensor no está midiendo.

15 Los ejemplos del aparato del primer ejemplo de la invención pueden estar ejemplificados al menos en dos implementaciones: una primera implementación, en la que el primer cuerpo, por ejemplo, está dispuesto con una parte de soporte configurada para llevar un sensor. En esta disposición, el segundo cuerpo está dispuesto capaz de funcionar para indexar el primer cuerpo alrededor del eje de indexación. De esta manera, el segundo cuerpo está dispuesto estacionario con relación al eje de indexación y lleva medios accionadores dispuestos en acoplamiento accionante con el primer cuerpo para indexar dicho primer cuerpo alrededor del eje de indexación. El primer cuerpo está configurado de modo que la manera en la que los medios accionadores accionan el primer cuerpo es tal que se reduce sustancialmente la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

20 En un ejemplo, el primer cuerpo está configurado con una parte accionada que está acoplada de modo accionante con los medios accionadores llevados por el segundo cuerpo.

25 En otro ejemplo, la parte accionada y la parte de soporte del primer cuerpo están asociadas entre sí de una manera en la que se reduce la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable. En una disposición, la asociación entre la parte de soporte y la parte accionada del primer cuerpo es elástica por naturaleza. En un ejemplo particular, la asociación elástica puede estar prevista en forma de un conjunto que comprende uno o más elementos de acoplamiento elástico que acoplan la parte accionada y la parte de soporte juntas.

30 Son posibles también los ejemplos del aparato que ejemplifican una segunda implementación de funcionamiento. En una de tales disposiciones, similar a la primera implementación descrita anteriormente, el segundo cuerpo está dispuesto para llevar el sensor y los medios accionadores. Además, los medios accionadores están configurados en acoplamiento accionante con una parte accionada del primer cuerpo. Sin embargo, el segundo cuerpo está provisto de libertad para girar alrededor del eje de indexación. En esta disposición, el primer cuerpo comprende una parte dispuesta para estar sustancialmente estacionaria con relación al eje de indexación. En esta disposición, la parte estacionaria y la parte accionada del primer cuerpo están asociadas entre sí de una manera en la que se reduce sustancialmente la exposición del segundo cuerpo (o una parte del segundo cuerpo configurada para soportar un sensor) a cualquier fuerza física no deseable.

35 En una disposición, la asociación entre la parte estacionaria y la parte accionada del primer cuerpo es elástica por naturaleza. En un ejemplo particular, la asociación elástica puede estar prevista en forma de un conjunto de acoplamiento que comprende uno o más elementos de acoplamiento elástico que acoplan la parte accionada y la parte estacionaria del primer cuerpo juntas.

40 En un ejemplo, los medios accionadores están previstos en forma de un mecanismo accionador de indexación que tiene una parte accionadora configurada para poder ser colocada en acoplamiento accionante con la parte accionada del primer cuerpo.

45 Los ejemplos del segundo al sexto ejemplos de la invención se refieren particularmente a ejemplos del aparato cuando está configurado de acuerdo con la primera implementación. Los ejemplos del séptimo al undécimo ejemplos de la invención se refieren a ejemplos del aparato cuando está configurado de acuerdo con la segunda implementación.

Según un segundo ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, teniendo el dispositivo una parte de soporte para soportar un sensor, comprendiendo el aparato:

un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,

50 el dispositivo dispuesto en acoplamiento accionante con la parte accionadora,

en el que el dispositivo está configurado capaz de funcionar para poder ser accionado de una manera en la que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

Según un tercer ejemplo, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, teniendo el dispositivo una parte de soporte para soportar un sensor, comprendiendo el aparato:

un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,

el dispositivo dispuesto en acoplamiento accionante con la parte accionadora,

5 en el que el dispositivo está configurado capaz de funcionar para poder ser accionado hasta o hacia un estado en el que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

Los ejemplos del segundo al sexto ejemplos pueden incorporar cualquiera de las siguientes características.

En un ejemplo, el estado en el que se reduce sustancialmente la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable es un estado cargado elásticamente.

10 El lector experto apreciará que el aparato requiere una entrada o fuerza física (una entrada o fuerza física necesaria y, por lo tanto, deseable) para producir la indexación del dispositivo alrededor del eje de indexación hasta o hacia una o más posiciones de indexación. Como se ha señalado anteriormente, las fuerzas físicas no deseables pueden incluir fuerzas del sistema y/o externas consideradas perjudiciales para el funcionamiento normal del aparato. Típicamente, tales fuerzas no deseables sirven a menudo para comprometer la integridad de los datos medidos y/o registrados por cualquier dispositivo de sensores (tal como, por ejemplo, un giroscopio) que podría ser llevado por la parte de soporte del dispositivo. De esta manera, y de acuerdo con un ejemplo, el estado de carga elástica del dispositivo, por ejemplo, está dispuesto capaz de funcionar para aislar sustancialmente de las fuerzas físicas no deseables la parte de soporte durante el funcionamiento de cualquier sensor llevado por la misma. En algunas disposiciones, el funcionamiento (p. ej., el funcionamiento con el propósito de medir datos) de tal sensor ocurre en general cuando el sensor está sustancialmente estacionario (es decir, cuando el dispositivo está sustancialmente estacionario, a continuación de la indexación hasta una posición deseada de indexación con el propósito de una medición).

25 La parte de soporte del dispositivo puede estar dispuesta para llevar una disposición de sensores que comprende uno o más dispositivos de sensores. Como se ha señalado anteriormente, el o cada dispositivo de sensores puede ser de cualquier tipo apropiado; por ejemplo, el dispositivo de sensores puede comprender uno o más de los siguientes: acelerómetros, giroscopios (p. ej., giroscopios microelectromecánicos (MEM)), conmutadores físicos, magnetómetros, sensores de vibración, inclinómetros, sensores RPM inductivos, sensores de flujo y sensores de presión, o cualquier combinación adecuada. Estos últimos ejemplos no han de considerarse como que son una lista exhaustiva. El lector experto apreciará fácilmente el alcance apropiado de los sensores que podrían encontrar utilidad en aplicación con los ejemplos del aparato y método/sistema de los ejemplos de la invención descritos en la presente memoria.

30 En un ejemplo, el funcionamiento del aparato permite la indexación del dispositivo hasta o hacia más de una posición de indexación.

35 En otro ejemplo, el funcionamiento del aparato permite la indexación del dispositivo hasta o hacia cualquiera de dos posiciones de indexación: una primera posición de indexación y una segunda posición de indexación. En tales ejemplos, la primera posición de indexación se corresponde sustancialmente con una primera posición límite y la segunda posición de indexación se corresponde sustancialmente con una segunda posición límite.

40 En algunos ejemplos, el aparato permite que el dispositivo selectivamente se haga girar alrededor del eje de indexación consecutivamente hasta o hacia las posiciones límite primera o segunda de manera sustancialmente continua. En un ejemplo, esto último puede ocurrir durante un período finito de tiempo, tal como, por ejemplo, cuando está en el fondo de pozo en un pozo de sondeo (es decir, con el propósito de inspeccionar el pozo de sondeo).

En un ejemplo, el aparato incluye un cuerpo previsto en forma de un bastidor que está configurado para soportar o llevar el mecanismo accionador de indexación que tiene un conjunto accionador (que podría incluir, por ejemplo, una unidad motriz, una disposición de caja de engranajes y/o un conjunto codificador).

45 En algunos ejemplos del aparato, el cuerpo está dispuesto para estar fijo o sujetado rígido con relación al eje de indexación de modo que el dispositivo gira alrededor del eje de indexación mediante la parte accionadora. En algunos ejemplos, tal accesorio de fijación (o soporte rígido) se proporcionará a menudo mediante una conexión rígida con un instrumento de inspección de fondos de pozo o una herramienta de inspección de fondos de pozo que lleva el aparato.

50 En los ejemplos de la segunda implementación (descritos más adelante), el cuerpo puede estar configurado para llevar una disposición de sensores y girar alrededor del eje de indexación.

En otro ejemplo, el cuerpo lleva o soporta el mecanismo accionador de indexación.

En otro ejemplo, el mecanismo accionador de indexación está configurado para indexar selectivamente el dispositivo alrededor del eje de indexación.

En un ejemplo adicional, el cuerpo es un componente del mecanismo accionador de indexación.

En otro ejemplo, el cuerpo está configurado de manera que confiere una resistencia y/o rigidez suficientes para absorber, al menos en parte, cualquier energía de vibración que podría ser producida por uno o más sensores llevados por la parte de soporte del dispositivo durante el funcionamiento.

- 5 En un ejemplo, el cuerpo comprende un eje longitudinal que está dispuesto sustancialmente concéntrico con el eje de indexación.

10 En un ejemplo, el dispositivo está dispuesto con relación a una zona del cuerpo de modo que puede girar a su alrededor mediante el accionamiento proporcionado por la parte accionadora del mecanismo accionador de indexación. El mecanismo accionador de indexación puede estar dispuesto para ser soportado por el cuerpo de manera descentrada con relación al eje de indexación.

En un ejemplo, el dispositivo comprende una parte accionada que está dispuesta con relación a una zona del cuerpo de modo que puede girar a su alrededor mediante el accionamiento proporcionado por la parte accionadora. De esta manera, la parte accionada está configurada para girar alrededor del eje de indexación.

- 15 En un ejemplo, la parte accionada y la parte de soporte del dispositivo están dispuestas en asociación operativa entre sí.

En un ejemplo, la asociación entre la parte accionada y la parte de soporte está prevista en forma de un conjunto de acoplamiento. En una disposición, el conjunto de acoplamiento comprende uno o más elementos de acoplamiento. El o cada elemento de acoplamiento puede estar dispuesto de tal manera que confiere un grado de elasticidad a la asociación entre la parte accionada y la parte de soporte.

- 20 En algunos ejemplos, la asociación entre la parte accionada y la parte de soporte está dispuesta de modo que la parte de soporte es elásticamente sensible a la parte accionada, de modo que la parte de soporte sigue el movimiento de la parte accionada. De esta manera, la asociación entre la parte de soporte del dispositivo y la parte accionada está dispuesta capaz de funcionar para reducir la exposición potencial de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable (como se ha descrito anteriormente) durante el funcionamiento del aparato, cuyo funcionamiento puede incluir, por ejemplo, el tiempo en el que la parte de soporte está situada en o cerca de una cualquiera de dicha una o más posiciones de indexación y/o durante la indexación del dispositivo alrededor del eje de indexación hasta o hacia una cualquiera de dicha una o más posiciones de indexación. Dicho de otro modo, la asociación entre la parte accionada y la parte de soporte puede estar dispuesta capaz de funcionar para absorber o reducir sustancialmente los efectos de cualquier fuerza física no deseable cuando el aparato es capaz de funcionar.

- 30 La asociación entre la parte accionada y la parte de soporte puede estar dispuesta de modo que la parte de soporte está sustancialmente aislada de las fuerzas físicas no deseables cuando el aparato es capaz de funcionar.

35 En algunos ejemplos, el sensor llevado por la parte de soporte se sujeta en posición durante un período de tiempo de modo que puede permanecer sustancialmente estacionario en una de dicha una o más posiciones de indexación durante las operaciones de medición de modo que no se tiene como resultado sustancialmente ningún control de motor u otra perturbación de vibración que podría tener potencial para comprometer la medición mediante el sensor.

40 En otro ejemplo, la asociación entre la parte accionada y la parte de soporte puede estar prevista con una alineación inicial entre sí. De esta manera, la alineación relativa entre la parte de soporte y la parte accionada está dispuesta para definir un estado deseado o predeterminado de alineación relativa entre ambos componentes. En algunas disposiciones, la asociación entre la parte accionada y la parte de soporte está configurada de modo que se prosigue la alineación relativa cuando el accionamiento proporcionado por la parte accionadora desplaza la parte accionada. De esta manera, la asociación entre la parte accionada y la parte de soporte es tal que la respuesta de la parte de soporte, cuando se hace que siga la parte accionada, es buscar cómo mantener el estado inicial de alineación relativa.

- 45 En otro ejemplo, el aparato está configurado de modo que el estado deseado o predeterminado de alineación relativa está dispuesto para ser intermedio a la primera posición de indexación y la segunda posición de indexación.

En un ejemplo adicional, el aparato está configurado de manera que el estado deseado o predeterminado de alineación relativa entre la parte accionada y la parte de soporte está sustancialmente cargado elásticamente hacia una de la primera posición de indexación o la segunda posición de indexación.

- 50 En un ejemplo, el conjunto de acoplamiento está configurado para proporcionar una asociación elástica entre la parte accionada y la parte de soporte. De esta manera, la asociación elástica entre la parte de soporte y la parte accionada está dispuesta capaz de funcionar para aislar sustancialmente el dispositivo de las fuerzas físicas no deseables durante el funcionamiento de un sensor llevado por el dispositivo de modo que se reduce sustancialmente la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

En una disposición, el conjunto de acoplamiento está dispuesto para asociar la parte accionada con la parte de soporte de modo que dicha parte de soporte es sensible al movimiento de dicha parte accionada.

5 En otro ejemplo, el conjunto de acoplamiento está dispuesto de modo que el movimiento de la parte de soporte del dispositivo está sustancialmente cargado elásticamente en la dirección del movimiento de la parte accionada. De esta manera, el conjunto de acoplamiento está dispuesto de modo que la parte de soporte está cargada elásticamente o empujada hacia cualquiera de la primera o segunda posición límite en respuesta al movimiento selectivo de la parte accionada cuando se somete a un accionamiento proporcionado por la parte accionadora. Así, el movimiento de la parte accionada provoca un movimiento correspondiente en la misma dirección de la parte de soporte del dispositivo.

10 El conjunto de acoplamiento puede comprender uno o más elementos de acoplamiento. El o cada elemento de acoplamiento puede estar dispuesto para asociar la parte accionada con la parte de soporte. En un ejemplo, el o cada elemento de acoplamiento está dispuesto para conectar la parte accionada y la parte de soporte entre sí.

15 En un ejemplo, una o más partes o zonas de al menos uno del o cada elemento de acoplamiento pueden estar configuradas para ser capaces de pasar a un estado de carga elástica para cargar elásticamente la parte de soporte a favor de la dirección del movimiento de la parte accionada.

En otro ejemplo, una o más partes o zonas de al menos uno del o cada elemento de acoplamiento pueden estar configuradas para ser capaces de funcionar conjuntamente y pasar a un estado de carga elástica para cargar elásticamente la parte de soporte a favor de la dirección del movimiento de la parte accionada.

20 Uno o más del o cada elemento de acoplamiento pueden estar previstos en una forma física o geométrica que confiere un grado de elasticidad al elemento en su totalidad. A este respecto, por ejemplo, el material a partir del que está formado un elemento de acoplamiento podría ser sustancialmente inextensible, sin embargo, la forma en la que está previsto podría ser suficiente para permitir que el elemento se comporte de manera sustancialmente elástica (p. ej., un muelle helicoidal).

25 Uno o más del o cada elemento de acoplamiento pueden comprender un nivel de elasticidad que permite que el o cada elemento de acoplamiento vuelva a una forma original tras la eliminación de una fuerza aplicada externamente, cuya aplicación produce una modificación del elemento de acoplamiento hasta una forma modificada. En un ejemplo, la forma modificada de un elemento de acoplamiento es una en la que el elemento de acoplamiento se extiende desde su configuración/forma original. Por consiguiente, cuando está extendido así, la naturaleza elástica del elemento de acoplamiento busca cómo devolver el elemento extendido de acoplamiento hasta su forma sin modificar, dando así como resultado una fuerza de carga elástica.

30 En un ejemplo, el o cada elemento de acoplamiento comprende un muelle helicoidal.

En otro ejemplo, el o cada elemento de acoplamiento comprende un elemento de caucho, tal como una banda de caucho o un manguito de caucho.

35 En otro ejemplo, cualquier característica elástica del o cada elemento de acoplamiento se podría proporcionar mediante el material a partir del que está hecho o formado el elemento de acoplamiento.

En un ejemplo, el cuerpo o bastidor está previsto en forma de un miembro sustancialmente alargado de longitud finita y sección transversal uniforme. En una disposición, por ejemplo, el cuerpo es tubular con una sección transversal circular y/o una zona ahuecada.

En otro ejemplo, un extremo del cuerpo está configurado para soportar el mecanismo accionador de indexación.

40 En un ejemplo, el cuerpo está dispuesto concéntrico con el eje de indexación.

En otro ejemplo, el dispositivo está dispuesto sustancialmente concéntrico con el eje de indexación.

En un ejemplo, la parte accionada está dispuesta sustancialmente concéntrica con el eje de indexación.

En otro ejemplo, la parte de soporte está dispuesta sustancialmente concéntrica con el eje de indexación.

45 El eje de indexación, en una forma, por ejemplo, puede estar alineado sustancialmente con el eje longitudinal del cuerpo.

50 En un ejemplo, el cuerpo comprende una parte tubular alrededor de la que están soportadas a rotación la parte de soporte y la parte accionada de modo que cada una es capaz de girar a su alrededor. En disposiciones de esta naturaleza, la parte accionada y/o la parte de soporte están montadas a rotación en la parte tubular del cuerpo por medios de apoyo respectivos. Por ejemplo, tales conjuntos de apoyo pueden comprender conjuntos de cojinetes de canal de bolas.

El o cada elemento de acoplamiento puede comprender un elemento de acoplamiento elástico.

En otro ejemplo, el conjunto de acoplamiento comprende uno o más elementos de acoplamiento elástico.

5 En un ejemplo, se puede accionar el dispositivo de modo que puede estacionarse en una posición sustancialmente entre o intermedia a dos posiciones de indexación o límite. En tales casos, la naturaleza elástica del conjunto de acoplamiento confiere, al menos en parte, alguna protección a la parte de soporte, reduciendo la exposición a los choques externos aplicados al instrumento o herramienta de fondos de pozo (que lleva el aparato) durante la entrada o salida del pozo de sondeo.

En un ejemplo adicional, el conjunto de acoplamiento comprende unos elementos de acoplamiento elástico primero y segundo.

10 En un ejemplo, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo comprenden unos extremos libres enfrentados. En tales disposiciones, un extremo de cada uno de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo está fijado a la parte accionada y el extremo alternativo de cada uno de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo está fijado a la parte de soporte.

15 En otro ejemplo, los extremos de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo que se conectan a la parte accionada están dispuestos adyacentes entre sí, y los extremos alternativos de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo que se conectan a la parte de soporte están dispuestos adyacentes entre sí.

20 En una disposición, en la que el cuerpo está previsto en forma tubular y el cuerpo es sustancialmente concéntrico con el eje de indexación, la zona de la parte accionada en la que los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo se conectan con la parte accionada está sustancialmente enfrentada a la zona de la parte de soporte en la que los extremos alternativos de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo se conectan a la misma. En disposiciones de esta naturaleza, se entenderá que las zonas son sustancialmente simétricas respecto al eje de indexación (o respecto a 180 grados de separación).

25 En un ejemplo adicional, el aparato comprende medios limitadores dispuestos para confirmar una posición indexada del dispositivo en cualquiera de las posiciones límite primera o segunda. Los medios limitadores pueden tener la forma de un tope mecánico fijo con relación al cuerpo y contra el que se puede llevar a apoyar una zona del dispositivo para confirmar la colocación correcta en cualquiera de las posiciones límite primera o segunda.

30 En un ejemplo, el dispositivo está provisto de dos pasadores limitadores, cada uno situado y dispuesto para corresponderse con unas posiciones límite primera o segunda respectivas. En tales disposiciones, la colocación correcta del dispositivo en la primera posición de indexación requiere una rotación suficiente de dicho dispositivo de modo que uno de los pasadores limitadores se lleva a apoyar contra el tope mecánico. De modo similar, la colocación correcta del dispositivo en la segunda posición de indexación requiere una rotación suficiente de dicho dispositivo de modo que el pasador limitador alternativo se lleva a apoyar contra el tope mecánico.

En un ejemplo, los dos pasadores limitadores están dispuestos sobre la parte de soporte de la manera descrita anteriormente.

35 En un ejemplo, el tope mecánico está previsto en forma de un elemento alargado de longitud finita dispuesto para extenderse radialmente hacia fuera del cuerpo (por ejemplo, cuando el cuerpo está previsto en forma tubular). El tope mecánico puede comprender un elemento de varilla de longitud finita o una clavija.

En un ejemplo, cada uno de los pasadores limitadores puede comprender también elementos de tipo varilla de longitud finita o clavijas de longitud y forma apropiadas. En un ejemplo, los pasadores limitadores están embebidos en el dispositivo (o la parte de soporte).

40 En otro ejemplo, los pasadores limitadores primero y segundo (correspondientes a las posiciones límite respectivas) están dispuestos para estar sustancialmente a 180 grados de separación.

En un ejemplo, la parte accionada acciona el dispositivo para que se apoye contra el tope mecánico a fin de confirmar la colocación correcta en cualquiera de las posiciones límite primera o segunda.

45 En un ejemplo, la parte accionada carga elásticamente la parte de soporte contra el tope mecánico para confirmar la colocación correcta en cualquiera de las posiciones límite primera o segunda.

50 En otro ejemplo, el aparato está dispuesto de modo que la parte accionada se puede seguir accionando una vez que la zona del dispositivo se lleva a apoyar contra el tope mecánico en cualquiera de las posiciones límite primera o segunda. En tales disposiciones, el accionamiento adicional proporcionado por la parte accionada (produciendo su rotación adicional) sirve para confirmar la colocación correcta del dispositivo (en una posición límite deseada), estableciendo una fuerza de sujeción para sujetar el dispositivo contra el tope debido a la carga elástica de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo (dependiendo de qué posición límite se alcanza). Esto es debido a la extensión del elemento relevante de acoplamiento elástico causada por la rotación excesiva de la parte accionada.

La parte de soporte puede estar configurada con una ranura dispuesta capaz de funcionar con el tope mecánico para permitir que el dispositivo gire con relación a la parte tubular para su indexación entre las posiciones límite primera o segunda, sirviendo la interferencia del tope con una parte de la ranura para confirmar la colocación correcta de la parte de soporte en una de las posiciones límite primera o segunda. En una disposición, la interferencia del tope con una primera parte de la ranura confirma la colocación correcta de la parte de soporte en una de las posiciones límite primera o segunda y la interferencia del tope con una segunda parte de la ranura confirma la colocación correcta de la parte de soporte en la otra de las posiciones límite primera o segunda.

En un ejemplo, los pasadores limitadores están dispuestos y/o embebidos en zonas opuestas de la ranura.

En un ejemplo, la ranura es sustancialmente lineal y está dispuesta de modo sustancialmente circunferencial alrededor de una zona de la parte de soporte.

En un ejemplo, la fuerza de sujeción puede estar dispuesta para aplicarse durante un período predeterminado de tiempo. Además, la parte accionadora podría estar dispuesta para dejar de funcionar durante el transcurso del período predeterminado de tiempo. Para el caso en el que la parte accionadora comprende un motor eléctrico o se hace funcionar mediante el mismo, las conexiones eléctricas del motor eléctrico podrían estar dispuestas para ser cortocircuitadas intencionadamente a fin de proporcionar un efecto de frenado electromecánico. En tales ejemplos, el dispositivo (o la parte de soporte) puede estar cargado elásticamente hacia o contra una posición límite deseada como consecuencia de accionar la parte accionada más allá de la posición límite deseada (extendiendo así el elemento relevante de acoplamiento elástico que da como resultado la fuerza de carga elástica) y el motor frenado con determinación de modo que dicho motor extrae una potencia mínima o reducida; por ejemplo, puede cesar el funcionamiento del motor hasta hacer que sea operativo.

En un ejemplo adicional, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo están fijados a la parte accionada y la parte de soporte de tal modo que cada elemento de acoplamiento elástico primero y segundo está dispuesto sustancialmente simétrico entre sí respecto al cuerpo. De esta manera, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo están dispuestos sustancialmente simétricos respecto al eje de indexación.

En una disposición, el primer elemento de acoplamiento elástico se fija entre la parte de soporte y la parte accionada alrededor de una primera zona del cuerpo, y el segundo elemento de acoplamiento elástico se fija entre la parte de soporte y la parte accionada alrededor de una segunda zona del cuerpo. En tales disposiciones, la primera y la segunda zonas del cuerpo representan, respectivamente, unos lados enfrentados u opuestos de dicho cuerpo. De este modo, la parte accionada y la parte de soporte están acopladas entre sí de manera que se permite que la parte de soporte siga o prosiga el movimiento de la parte accionada, independientemente de la dirección en la que es desplazada la parte accionada.

En otro ejemplo, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo, cuando están conectados, respectivamente, a la parte de soporte y la parte accionada, están dispuestos alrededor de los lados enfrentados de la parte tubular del cuerpo. De esta manera, cualquier elemento de acoplamiento elástico es sensible a poder extenderse alrededor de una zona periférica del cuerpo cuando la parte accionada actúa sobre cualquiera de ellos, que dependerá de la posición de indexación deseada.

En algunos ejemplos, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo pueden estar dispuestos alrededor del cuerpo de modo que se oponen entre sí y proporcionan una disposición colaboradora que sirve, al menos en parte, para amortiguar o reducir cualquier fuerza de vibración y/o de choque que podría impartirse a la parte de soporte del dispositivo durante el movimiento entre las posiciones límite y/o cuando la parte de soporte se acopla con el tope mecánico para confirmar la colocación correcta en cualquiera de las posiciones límite. A este respecto, el acoplamiento del dispositivo en cualquiera de las posiciones límite primera o segunda puede ser tal que se reduce cualquier impacto con el mismo. Además, tales disposiciones pueden servir también para reducir la transferencia de cualquier impulso de par al dispositivo o cuerpo cuando se proporciona un accionamiento a la parte accionada.

En algunas disposiciones, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo están dispuestos para cooperar entre sí de modo que buscan cómo estimular o mantener la alineación relativa deseada entre la parte accionada y la parte de soporte. De esta manera, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo pueden estar dispuestos de modo que ambos están equilibrados de manera que sustancialmente poca o ninguna fuerza neta (o par) se aplica al dispositivo. En este estado equilibrado, la parte de soporte y la parte accionada están alineadas entre sí en una situación de equilibrio de estado sustancialmente estable.

El movimiento de la parte accionada hace que la parte de soporte la siga en un esfuerzo por mantener o buscar la alineación relativa (o el equilibrio de estado estable). Debido a la naturaleza elástica de cada elemento de acoplamiento, la parte de soporte es improbable que deje de moverse en el instante en el que la parte accionada deja de moverse. En vez de eso, aunque se reduce sustancialmente la fuerza de carga elástica aplicada a la parte de soporte mediante el elemento de acoplamiento elástico, es probable que la parte de soporte sobrepase la posición de tope de la parte accionada. Una vez que la parte de soporte sobrepasa la posición de tope de la parte accionada, se provoca una respuesta de carga elástica desde el elemento alternativo de acoplamiento elástico, que sirve entonces para cargar elásticamente la parte de soporte hacia la posición de tope de la parte accionada.

Dependiendo de las circunstancias dinámicas que rodean el cese del movimiento de la parte accionada, y del grado de elasticidad de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo, la parte de soporte podría oscilar alrededor del estado de equilibrio varias veces hasta que se alcanza un estado estable o equilibrado entre ambos elementos de acoplamiento elástico. Así, hasta que se alcanza el estado equilibrado, ambos elementos de acoplamiento elástico primero y segundo podrían pasar hasta y desde grados variables de estados de carga elástica varias veces. Así, la disposición de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo sirve para estimular o mantener una situación de equilibrio relativo entre la parte accionada y la parte de soporte.

La parte accionadora puede estar configurada para ser controlable de modo que se desacelera hasta una velocidad relativa más baja a medida que la parte de soporte se aproxima a una posición de indexación o límite para reducir o minimizar sustancialmente cualquier fuerza de choque cuando se alcanza la posición límite. Después de ello, la parte accionadora puede estar dispuesta para acelerarse de nuevo con fines de un accionamiento adicional que estire o extienda el elemento relevante de acoplamiento (tal como, por ejemplo, un muelle helicoidal) para aplicar una fuerza (o carga elástica) arbitraria de sujeción contra el tope límite. Para el caso de un conjunto de acoplamiento elástico que comprende dos elementos de acoplamiento elástico dispuestos de manera sustancialmente opuesta, se apreciará que una extensión o estiramiento de un elemento de carga elástica producirá o provocará una reducción correspondiente de la extensión en el elemento alternativo de acoplamiento elástico que sirve para disminuir el efecto de carga elástica, si lo hay, que podría tenerse sobre la parte de soporte.

En un ejemplo, cada uno de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo comprende muelles helicoidales (es decir, muelles helicoidales primero y segundo). En tales disposiciones, los extremos de los muelles helicoidales se pueden conectar a la parte de soporte y la parte accionada mediante uno o más pasadores dispuestos con los mismos. Un muelle helicoidal es un ejemplo de un elemento en el que la elasticidad/flexibilidad viene heredada por la forma, es decir, un filamento único de material está dispuesto con una forma (enrollada/helicoidal) que confiere sus atributos de comportamiento.

En disposiciones de lo anterior, el movimiento de la parte accionada sirve para colocar uno de los elementos de acoplamiento elástico primero o segundo en un estado de carga elástica, por lo que la respuesta del elemento relevante de acoplamiento elástico es cargar elásticamente la parte de soporte para seguir el movimiento de la parte accionada. Pueden existir grados variables de fuerza de carga elástica dependiendo de la extensión del elemento de acoplamiento elástico. Un movimiento eficaz de la parte de soporte mediante uno de los elementos de acoplamiento elástico sugerirá una menor influencia de carga elástica ofrecida por el elemento alternativo de acoplamiento elástico. Se apreciará que el grado de carga elástica ofrecido por cada uno de los elementos de acoplamiento elástico dependerá del movimiento de la parte accionada. Así, cuando están dispuestos en una relación colaboradora, cada uno de los acoplamientos elásticos primero y segundo puede pasar entre estados variables de carga elástica dependiendo de la dirección y/o velocidad del movimiento de la parte accionada. Por lo tanto, aunque cada elemento de acoplamiento elástico puede estar en un estado de carga elástica (por ejemplo, cuando ambos están dispuestos con una tensión precargada), cada uno podría ejercer grados variables de carga elástica. Además, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo pueden pasar entre estados variables de carga elástica dependiendo de sus formas modificadas respectivas (por ejemplo, el grado de extensión para el caso de un muelle helicoidal).

En un ejemplo, cuando la parte accionada y la parte de soporte están estacionarias entre sí (es decir, cuando la indexación no está en funcionamiento), una magnitud de fuerza (o par) aplicada al dispositivo por el primer elemento de acoplamiento elástico está sustancialmente equilibrada por una magnitud de fuerza (o par) aplicada al dispositivo por el segundo elemento de acoplamiento elástico, cuyo efecto es que no resulte sustancialmente ninguna rotación relativa entre la parte de soporte del dispositivo y la parte accionada. Si la parte accionadora comienza a accionar la parte accionada, entonces, uno de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo empezará a extenderse o estirarse, mientras que el otro se reduce en extensión, y ya no se equilibran los pares que cada uno aplica al dispositivo. Como tal, la parte de soporte empezará a moverse en respuesta al desequilibrio de las fuerzas aplicadas en la dirección de la fuerza neta (o par).

Para los ejemplos en los que ambos elementos de acoplamiento elástico primero y segundo comprenden muelles helicoidales, ambos muelles helicoidales pueden estar dispuestos con una tensión sustancialmente equivalente de modo que sus fuerzas de acoplamiento o carga elástica respectivas, existentes entre la parte accionada y la parte de soporte, son sustancialmente iguales. En una disposición, la tensión dentro de cada muelle helicoidal está configurada para evitar que cualquier muelle helicoidal, cuando está en un estado menos extendido, cierre sus espiras completa y potencialmente, abultando hacia fuera respecto al cuerpo del aparato. A este respecto, los inventores han descubierto a través del ensayo que disponer cada muelle de manera precargada, por ejemplo de modo que cada muelle helicoidal se extiende hasta alrededor del 50% de aproximadamente su extensión máxima posible, o en valores cercanos, proporciona una respuesta suficiente durante el funcionamiento. De esta manera, ambos muelles helicoidales que acoplan la parte accionada y la parte de soporte están dispuestos en un equilibrio semejante a un estado estable en el que cada uno presenta el mismo grado de tensión precargada. En esta configuración, cada uno sirve para colaborar con el otro en respuesta al movimiento de la parte accionada, es decir, la extensión en uno, causada por el movimiento de la parte accionada (y el retraso asociado en el movimiento del dispositivo), provoca una reducción proporcional de extensión en el otro (reduciendo por lo tanto la carga elástica dispuesta previamente del dispositivo).

5 Como se ha previsto anteriormente, en algunos ejemplos, la disposición de los muelles helicoidales primero y segundo alrededor de la parte tubular del cuerpo es tal que la parte accionada y la parte de soporte, cuando se acoplan así, están cargadas elásticamente hasta o hacia una situación de estado estable entre sí cuando se accionan a un estado de estacionamiento o inactivo. El estado de estacionamiento puede ser una posición entre las posiciones de indexación o límite primera y segunda. Se apreciará que la situación de estado estable es una en la que no actúa ninguna fuerza neta sobre el dispositivo para cargar elásticamente dicho dispositivo hacia cualquiera de las posiciones límite primera o segunda.

10 En un ejemplo, la situación de estado estable es una que existe sustancialmente entre las posiciones límite primera y segunda. El lector experto apreciará que los muelles helicoidales primero y segundo pueden estar configurados de manera que la situación de estado estable puede ser en cualquier alineación relativa u orientación deseadas entre la parte accionada y la parte de soporte. Por ejemplo, en algunas aplicaciones se puede desear que la situación de estado estable cargue elásticamente una de las posiciones límite primera o segunda.

15 En otro ejemplo, el conjunto de acoplamiento comprende un único elemento unitario de acoplamiento elástico dispuesto para asociar la parte de soporte y la parte accionada entre sí. Los ejemplos de esta forma podrían emplear, por ejemplo, un acoplamiento de caucho macizo que conecta la parte accionada con la parte de soporte. Un ejemplo de esta naturaleza ejemplifica disposiciones en las que los atributos elásticos/flexibles vienen principalmente heredados del material, y menos de la forma física del componente.

20 En un ejemplo, el único elemento unitario de acoplamiento elástico podría estar formado integral con el dispositivo, asociando así, de manera elástica, pero integral, la parte accionada con la parte de soporte.

El lector experto apreciará que otros materiales y/o formas físicas/geométricas que ofrecen características semejantes a elásticas y/o flexibles se podrían adaptar para su uso con diversos ejemplos dispuestos según los ejemplos de la invención descrita en la presente memoria.

La parte accionadora puede estar dispuesta en conexión accionante con la parte accionada. En una disposición, esto se consigue mediante un conjunto de piñón y corona dentada coincidentes.

25 La parte accionadora puede comprender un elemento accionador configurado para montarlo excéntricamente con relación al eje de indexación para su rotación alrededor de un eje accionador. El elemento accionador puede comprender un pasador accionador configurado como un pasador portarrodillos.

30 En algunas disposiciones, la transferencia de accionamiento a la parte accionada se consigue mediante un conjunto de coronas dentadas que tiene una corona dentada anular asociada con la parte accionada y capaz de funcionar con un piñón asociado con el conjunto accionador.

El elemento accionador puede estar dispuesto en un extremo de un árbol accionador que tiene un eje de rotación y que está configurado como una manivela, con el elemento accionador desplazado respecto al eje de rotación del árbol accionador.

35 La parte accionadora puede comprender además un motor accionador de indexación acoplado de modo accionante al árbol accionador para hacer girar selectivamente en cualquier dirección el árbol accionador alrededor de su eje. Al hacer girar el árbol, se hace que el elemento accionador excéntrico se mueva lateralmente a través de una trayectoria circular alrededor del eje.

40 En un ejemplo, en el que el sensor comprende un giroscopio, este último puede comprender un giroscopio de dos ejes montado en la parte de soporte (o cuerpo o bastidor) de manera que los dos ejes sensibles son perpendiculares al eje de indexación.

En otro ejemplo, en el que el dispositivo de sensores comprende un acelerómetro, este último puede comprender un acelerómetro de dos ejes montado en la parte de soporte (o cuerpo o bastidor) de manera que los dos ejes sensibles son perpendiculares al eje de indexación.

45 El dispositivo de sensores puede comprender un dispositivo compuesto que comprende un giroscopio de dos ejes y un acelerómetro de dos ejes, con los ejes sensibles respectivos perpendiculares al eje de indexación. El giroscopio de dos ejes y el acelerómetro de dos ejes pueden estar interconectados para su rotación al unísono alrededor del eje de indexación.

En un ejemplo, el sensor puede comprender un giroscopio ajustado dinámicamente (o DTG).

50 En otro ejemplo, el cuerpo está dispuesto para llevar uno o más sensores, y la parte de soporte del dispositivo se sujeta estacionaria con relación al eje de indexación. En esta disposición, el cuerpo está dispuesto por lo tanto para moverse alrededor del eje de indexación. En tales disposiciones, ocurre sustancialmente el mismo movimiento relativo entre los componentes. Así, no afectará desfavorablemente al funcionamiento del aparato que el dispositivo o el cuerpo (o bastidor) lleve el sensor o sensores.

En otro ejemplo, el aparato incluye una carcasa configurada de manera que tiene una resistencia y/o rigidez suficientes para ayudar, al menos en parte, a absorber cualquier energía de vibración que podría ser producida por uno o más sensores llevados por el dispositivo durante el funcionamiento.

5 Según un cuarto ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, teniendo el dispositivo una parte de soporte para soportar un sensor, comprendiendo el aparato:

un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,

teniendo el dispositivo una parte accionada dispuesta en acoplamiento accionante con la parte accionadora,

10 estando la parte accionada y la parte de soporte asociadas de modo capaz de funcionar entre sí mediante un conjunto de acoplamiento que comprende un elemento de acoplamiento configurado para asociar elásticamente la parte accionada con la parte de soporte,

en el que el dispositivo está configurado de modo que el accionamiento de dicho dispositivo es capaz de funcionar de una manera en la que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

15 En un ejemplo, el accionamiento del dispositivo puede ser hasta o hacia un estado en el que se reduce la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

En otro ejemplo, el estado en el que se reduce la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable se consigue mediante un estado cargado elásticamente en el que el conjunto de acoplamiento ha pasado a un estado de carga elástica.

20 En un ejemplo adicional, el elemento de acoplamiento está configurado de modo que la parte accionada es capaz de funcionar y/o sensible elásticamente de una manera en la que se reduce la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

Según un quinto ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, teniendo el dispositivo una parte de soporte para soportar un sensor, comprendiendo el aparato:

25 un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,

teniendo el dispositivo una parte accionada dispuesta en acoplamiento accionante con la parte accionadora,

30 estando la parte accionada y la parte de soporte asociadas de modo capaz de funcionar entre sí mediante un conjunto de acoplamiento que comprende más de un elemento de acoplamiento elástico, cada uno dispuesto para asociar elásticamente la parte accionada con la parte de soporte,

estando el conjunto de acoplamiento configurado de modo que los elementos de acoplamiento elástico son capaces de pasar hasta/desde un estado de carga elástica de una manera en la que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

35 Según un sexto ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, teniendo el dispositivo una parte de soporte para soportar un sensor, comprendiendo el aparato:

un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,

teniendo el dispositivo una parte accionada dispuesta en acoplamiento accionante con la parte accionadora,

40 estando la parte accionada y la parte de soporte asociadas de modo capaz de funcionar entre sí mediante un conjunto de acoplamiento que comprende unos elementos de acoplamiento elástico primero y segundo, cada uno dispuesto para asociar elásticamente la parte accionada con la parte de soporte,

siendo los elementos de acoplamiento elástico capaces de funcionar conjuntamente entre sí para pasar hasta/desde un estado de carga elástica de una manera en la que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

45 En algunos ejemplos de los ejemplos anteriores de la invención, los elementos de acoplamiento elástico están dispuestos capaces de pasar hasta/desde un estado de carga elástica de modo que la parte accionada es capaz de funcionar y/o sensible de una manera en la que se reduce la exposición de la parte de soporte a cualquier fuerza física no deseable.

50 Como se ha señalado anteriormente, se pueden realizar otros ejemplos de la invención mediante una segunda implementación. En tales ejemplos, el segundo cuerpo sirve como el dispositivo que lleva sensores (previsto, al

- menos en un ejemplo, en forma de un cuerpo o bastidor de manera similar a la descrita anteriormente), pero está provisto de libertad para girar alrededor del eje de indexación. De esta manera, al menos en un ejemplo, el primer cuerpo comprende una parte dispuesta para estar fija o estacionaria con relación al eje de indexación y una parte accionada dispuesta en acoplamiento accionante con los medios accionadores (proporcionados en general mediante el mecanismo accionador de indexación de manera sustancialmente similar a la descrita anteriormente). En esta disposición, la parte fija o estacionaria y la parte accionada del primer cuerpo están asociadas entre sí de una manera en la que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición del segundo cuerpo (o el dispositivo que lleva sensores) a cualquier fuerza física no deseable.
- Se entenderá que los mismos movimientos relativos intrínsecos que los ejemplos de la primera implementación son aplicables a los ejemplos de la segunda implementación y, así, muchas de las características estructurales, operativas y conceptuales descritas anteriormente siguen aplicándose a ejemplos en los que el dispositivo (en este caso, el segundo cuerpo) está libre para girar alrededor del eje de indexación. Así, cualquiera de las características descritas anteriormente con relación a la primera implementación se puede configurar o adaptar para su uso con cualquiera de los ejemplos del aparato de los siguientes ejemplos descritos en lo que sigue.
- Por consiguiente, los ejemplos del séptimo a undécimo ejemplos de la invención se refieren particularmente a ejemplos configurados de acuerdo con la segunda implementación.
- Por consiguiente, en un séptimo ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, comprendiendo el aparato:
- un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada en acoplamiento accionante con un miembro accionado para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,
- en el que el miembro accionado está configurado de modo que el accionamiento del dispositivo es capaz de funcionar de una manera en la que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.
- Según un octavo ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, comprendiendo el aparato:
- un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada en acoplamiento accionante con un miembro accionado para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,
- en el que el miembro accionado está configurado de modo que el dispositivo se puede accionar hasta o hacia un estado en el que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.
- En un ejemplo, el miembro accionado está configurado con una parte accionada dispuesta en acoplamiento accionante con la parte accionadora.
- En un ejemplo, el estado en el que se reduce la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable es un estado cargado elásticamente.
- En un ejemplo, el dispositivo está dispuesto para llevar un sensor según cualquier manera descrita en la presente memoria.
- En otro ejemplo, el dispositivo está dispuesto para llevar el mecanismo de indexación según cualquier manera descrita en la presente memoria.
- En otros ejemplos, la configuración del dispositivo es sustancialmente similar al segundo cuerpo de la primera implementación descrita anteriormente (que, en esos ejemplos, estaba dispuesto estacionario con relación al eje de indexación). El acoplamiento accionante entre el mecanismo de indexación y el miembro accionado para diversos ejemplos de la segunda implementación está configurado sustancialmente de la misma manera que el mecanismo de indexación y la parte accionada de los ejemplos de la primera implementación descrita anteriormente, permitiendo así que ocurran los mismos movimientos relativos.
- En un ejemplo, el miembro accionado está dispuesto en asociación capaz de funcionar con un conjunto que comprende al menos un elemento de acoplamiento elástico, estando el conjunto configurado de modo que el miembro accionado es capaz de funcionar y/o sensible de una manera en la que se reduce la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.
- En otro ejemplo, el conjunto está configurado para asociar elásticamente el miembro accionado con un soporte, estando el soporte dispuesto para ser fijo o estar impedido a moverse con relación al eje de indexación. El soporte puede asociarse con una carcasa externa, o ser parte de la misma, proporcionada, por ejemplo, mediante un instrumento o herramienta de inspección de fondos de pozo con el que están asociados los ejemplos del aparato para su funcionamiento.

En otro ejemplo, los elementos de acoplamiento elástico están dispuestos capaces de pasar hasta/desde un estado de carga elástica de modo que el miembro accionado es capaz de funcionar y/o sensible de una manera en la que se reduce la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.

5 En un ejemplo adicional, el conjunto es un conjunto de acoplamiento, comprendiendo el conjunto de acoplamiento unos elementos de acoplamiento elástico primero y segundo dispuestos capaces de funcionar conjuntamente entre sí para pasar hasta/desde un estado de carga elástica de modo que el miembro accionado es capaz de funcionar y/o sensible de una manera en la que se reduce sustancialmente la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.

10 En un ejemplo, el conjunto de acoplamiento comprende uno como se describe respecto a los ejemplos de la primera implementación. A este respecto, el lector experto apreciará que cualquiera de tal asociación o acoplamiento entre la parte accionada y el soporte (de la segunda implementación) puede estar configurado de acuerdo con cualquiera de los ejemplos de las disposiciones de acoplamiento descritas con relación a la primera implementación. Además, se entenderá que se espera aplicar la función y funcionamiento de estas disposiciones a los ejemplos actualmente descritos de la segunda implementación. Así, se puede entender que cualquiera de las características descritas anteriormente con relación a la primera implementación se incorpora como corresponda en este caso (en el contexto de las variaciones de la segunda implementación).

15 En un ejemplo, el dispositivo comprende medios limitadores, como se ha descrito anteriormente con relación a la primera implementación, siendo un tope mecánico previsto con el cuerpo del dispositivo. Por ejemplo, el tope mecánico puede estar previsto en forma de una varilla alargada o pasador que se extiende o que sobresale del cuerpo del dispositivo.

20 De modo similar, los ejemplos del soporte pueden comprender una ranura alineada circunferencialmente, dispuesta de acuerdo con el alcance de indexación requerido (p. ej., permitiendo aproximadamente 180 grados). En una forma (como se ha descrito anteriormente), los extremos opuestos de la ranura pueden estar provistos de pasadores limitadores embebidos en los mismos, correspondiendo cada pasador limitador a posiciones de indexación respectivas.

25 Como apreciará el lector, en ejemplos en los que el soporte está fijado, el accionamiento proporcionado por la parte accionadora a la parte accionada sirve para producir un movimiento relativo entre las mismas. Con el soporte estacionario con relación al eje de indexación y la asociación entre la parte accionada y el soporte suficientemente elástica, el accionamiento proporcionado por la parte accionadora sirve para hacer girar el dispositivo alrededor del eje de indexación. De esta manera, el tope mecánico es el que gira alrededor del eje de indexación hasta o hacia un pasador limitador estacionario llevado por el soporte.

30 El movimiento del dispositivo alrededor del eje de indexación seguirá hasta que el tope mecánico se lleva a acoplamiento con uno de los pasadores limitadores correspondiente a una posición prevista de indexación. Una vez que ocurre este acoplamiento, un accionamiento adicional de la parte accionada sirve para ensayar la elasticidad de la asociación entre el soporte y la parte accionada. De esta manera, una vez que el dispositivo alcanza una posición prevista de indexación (mediante el tope mecánico que se acopla con uno de los pasadores limitadores), el accionamiento adicional de la parte accionada empieza a hacer girar dicha parte accionada alrededor del eje de indexación. Como tal, la asociación elástica entre la parte accionada y el soporte sirve para cargar elásticamente o empujar el tope mecánico contra el pasador limitador. De esta manera, el tope mecánico se sujeta o empuja eficazmente contra el pasador limitador en la posición de indexación. Como se ha señalado anteriormente, la unidad motriz puede estar configurada (de la manera descrita anteriormente) para ser cortocircuitada eléctricamente a fin de frenar el motor y mantener el estado cargado elásticamente. En este estado, cuando la asociación entre la parte accionada y el soporte es elástica por naturaleza, puede reducirse, al menos en parte, la exposición a cualquier fuerza no deseable para cualquier sensor llevado sobre el dispositivo.

35 Como se ha descrito anteriormente, la parte accionadora puede ser capaz de funcionar para accionar el dispositivo hasta una posición que es sustancialmente intermedia a las posiciones de indexación, tal como una posición de 'estacionamiento' o inactiva. De esta manera, la asociación entre la parte accionada y el soporte está configurada de manera que puede reducirse, al menos en parte, la exposición del dispositivo a cualquier fuerza no deseable para cualquier sensor llevado sobre el dispositivo.

40 Según un noveno ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, comprendiendo el aparato:

un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada en acoplamiento accionante con un miembro accionado para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,

45 estando el miembro accionado dispuesto en asociación capaz de funcionar con un conjunto que comprende al menos un elemento elástico dispuesto para ser capaz de pasar hasta/desde un estado de carga elástica de manera que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.

En un ejemplo, el o cada elemento elástico es un elemento de acoplamiento elástico, el conjunto está configurado capaz de funcionar con el miembro accionado de modo que dicho miembro accionado es sensible de una manera en la que se reduce sustancialmente la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.

5 En otro ejemplo, el conjunto está configurado para asociar elásticamente el miembro accionado con un soporte, estando el soporte dispuesto para ser fijo o estar impedido a moverse con relación al eje de indexación.

En un ejemplo adicional, el mecanismo de indexación está configurado para indexar el dispositivo entre las posiciones de indexación primera y segunda alrededor del eje de indexación, estando las posiciones de indexación primera y segunda configuradas para permitir un alcance de desplazamiento entre las mismas de aproximadamente 180 grados.

10 En un ejemplo, el miembro accionado tiene forma tubular y está dispuesto para rodear una parte del cuerpo del dispositivo, estando el miembro accionado y el cuerpo del dispositivo alineados concéntricos con el eje de indexación, estando el miembro accionado y el dispositivo configurados para ser capaces de girar entre sí alrededor del eje de indexación.

15 En otro ejemplo, el soporte tiene forma tubular y está dispuesto para rodear una parte del cuerpo del dispositivo adyacente al miembro accionado, estando el soporte y la segunda parte del dispositivo alineados concéntricos con el eje de indexación.

20 En un ejemplo adicional, dicho conjunto comprende unos elementos de acoplamiento elástico primero y segundo configurados para acoplar elásticamente el miembro accionado con el soporte, estando los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo dispuestos de manera simétrica alrededor de una zona del cuerpo con relación al eje de indexación para proporcionar una disposición en la que ambos elementos de acoplamiento elástico cooperan para amortiguar o reducir, al menos en parte, cualquier fuerza de vibración y/o de choque que podría impartirse al dispositivo durante el funcionamiento.

25 En otro ejemplo, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo comprenden unos extremos libres enfrentados, estando un extremo libre de cada uno de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo fijados al miembro accionado adyacentes entre sí y estando el extremo libre alternativo de cada uno de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo fijados al soporte adyacentes entre sí, estando los puntos de fijación previstos con el miembro accionado sustancialmente opuestos a los puntos de fijación previstos con el soporte con relación al eje de indexación.

30 En un ejemplo, los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo están dispuestos con una tensión sustancialmente equivalente de modo que sus fuerzas de acoplamiento o carga elástica respectivas, existentes entre el miembro accionado y el soporte, son sustancialmente iguales cuando el dispositivo está en una posición intermedia a las posiciones de indexación primera y segunda.

En otro ejemplo, el aparato comprende medios limitadores configurados para confirmar el dispositivo en las posiciones de indexación primera o segunda cuando están indexados al mismo.

35 En un ejemplo adicional, los medios limitadores comprenden un miembro de tope fijo con relación al dispositivo y que sobresale radialmente alejándose del mismo, estando los medios limitadores configurados de modo que la rotación del dispositivo permite que el miembro de tope se lleve a apoyarse contra una primera zona del soporte para confirmar la colocación correcta del dispositivo en la primera posición de indexación cuando está indexado a la misma y contra una segunda zona del soporte para confirmar la colocación correcta del dispositivo en la segunda posición de indexación cuando está indexado a la misma.

En otro ejemplo, las zonas primera y segunda del soporte están previstas en forma de zonas opuestas de una ranura alineada circunferencialmente prevista con el soporte.

45 En un ejemplo adicional, el miembro accionado es capaz de funcionar con los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo de manera que el accionamiento del miembro accionado más allá de una de las posiciones de indexación primera o segunda hace que el dispositivo se cargue elásticamente hasta la posición prevista de indexación cuando cesa el accionamiento del miembro accionado.

En un ejemplo, el dispositivo está dispuesto para llevar uno o más sensores, que comprenden cualquiera de los siguientes: acelerómetros, giroscopios, conmutadores físicos, magnetómetros, sensores de vibración, inclinómetros y sensores RPM inductivos.

50 En otro ejemplo, el dispositivo está configurado para llevar el mecanismo accionador de indexación.

En un ejemplo, la parte accionadora comprende un elemento accionador configurado para montar con el dispositivo excéntricamente con relación al eje de indexación.

En otro ejemplo, la transferencia de accionamiento al miembro accionado se consigue mediante un conjunto de coronas dentadas que tiene una corona dentada anular asociada con el miembro accionado y capaz de funcionar con un piñón asociado con el mecanismo accionador de indexación.

5 En un ejemplo adicional, la asociación entre el miembro accionado y el conjunto es tal que dicho miembro accionado es capaz de funcionar de una manera en la que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.

Según un décimo ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, comprendiendo el aparato:

10 un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada en acoplamiento accionante con un miembro accionado para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,

estando el miembro accionado dispuesto en asociación capaz de funcionar con un conjunto que comprende más de un elemento elástico dispuesto para ser capaz de pasar hasta/desde un estado de carga elástica de manera que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.

15 Según un undécimo ejemplo de la invención, se proporciona un aparato para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación, comprendiendo el aparato:

un mecanismo accionador de indexación que comprende una parte accionadora configurada en acoplamiento accionante con un miembro accionado para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación,

20 estando el miembro accionado dispuesto en asociación capaz de funcionar con un conjunto que comprende unos elementos de acoplamiento elástico primero y segundo dispuestos capaces de funcionar conjuntamente entre sí para pasar hasta/desde un estado de carga elástica de manera que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable.

Según otro ejemplo de la invención, se proporciona un método, que comprende configurar de modo capaz de funcionar un ejemplo de un instrumento de inspección o aparato según cualquiera de los ejemplos de la invención descritos en la presente memoria.

25 Los ejemplos del presente ejemplo de la invención se pueden configurar o adaptar para ser aplicables a cualquier implementación descrita anteriormente con relación al segundo a undécimo ejemplos de la invención, es decir, con etapas del método correspondientes a funciones realizadas por una cualquiera o más características del aparato descrito en la presente memoria.

30 Según un ejemplo adicional de la invención, se proporciona un método para hacer funcionar un aparato dispuesto para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación para su uso en una operación de inspección de fondos de pozo, comprendiendo el método:

proporcionar un aparato dispuesto de acuerdo con cualquiera de los aspectos del aparato descrito en la presente memoria;

35 asociar el aparato con una herramienta o instrumento de inspección de fondos de pozo de modo que el aparato es capaz de funcionar con el mismo;

hacer que el aparato accione el dispositivo alrededor del eje de indexación hasta, hacia o desde una posición de indexación.

40 En un ejemplo, el método comprende hacer que el aparato sujete el dispositivo en una posición de indexación durante un período predeterminado de tiempo antes de accionar el dispositivo hacia otra posición de indexación para ser sujetado en la misma durante aproximadamente el período predeterminado de tiempo.

En otro ejemplo, el método comprende hacer que el aparato reduzca la velocidad de accionamiento del dispositivo alrededor del eje de indexación a medida que el dispositivo se aproxima a una posición prevista de indexación.

45 En un ejemplo adicional, el método comprende hacer que el aparato aumente la velocidad de accionamiento del dispositivo alrededor del eje de indexación en la dirección de la posición prevista de indexación una vez que el dispositivo ha alcanzado dicha posición de indexación.

En otro ejemplo, el método comprende:

hacer que el aparato siga accionando el dispositivo en la dirección de una posición prevista de indexación, una vez que se ha alcanzado dicha posición prevista de indexación; y

50 hacer que el aparato deje de accionar el dispositivo de manera que el dispositivo se cargue elásticamente en la posición prevista de indexación.

En otro ejemplo, el método comprende accionar el dispositivo entre una primera posición de indexación y una segunda posición de indexación de manera consecutiva durante el transcurso de un período predeterminado de tiempo.

5 En un ejemplo, el método comprende hacer que el aparato accione el dispositivo hasta una posición de estacionamiento o inactiva, estando el aparato configurado de una manera en la que se reduce sustancialmente la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable, cuando el dispositivo está en dicha posición de estacionamiento o inactiva.

10 Según otro ejemplo de la invención, se proporciona un conjunto de acoplamiento dispuesto para su uso con un aparato de indexación, estando el conjunto de acoplamiento configurado capaz de funcionar con el aparato de una manera en la que se reduce sustancialmente la exposición de una parte del aparato a cualquier fuerza no deseable.

En un ejemplo, la parte del aparato está configurada para llevar o soportar un sensor.

En otro ejemplo, el conjunto de acoplamiento está dispuesto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos del conjunto de acoplamiento o conjunto descrito en la presente memoria.

15 En otro ejemplo, el aparato está dispuesto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos del aparato de los ejemplos de la invención descritos en la presente memoria.

Según otro ejemplo de la invención, se proporciona un instrumento o herramienta de inspección de fondos de pozo que incorpora un ejemplo de un aparato según cualquiera de los ejemplos de la invención descritos en la presente memoria.

20 Según un ejemplo adicional de la invención, se proporciona un método para realizar una operación de inspección de fondos de pozo usando un instrumento de inspección, comprendiendo el método:

registrar los datos medidos desde un sensor cuando está dispuesto en una primera posición de medición y una segunda posición de medición;

reconocer el tiempo que se registraron los datos mediante un primer temporizador;

25 reconocer mediante un segundo temporizador, un momento durante la operación de inspección, estando los temporizadores primero y segundo dispuestos para ser sincronizados entre sí; e

identificar los datos registrados después de dicho momento registrado para su uso en la preparación de un informe de inspección.

El método del ejemplo anteriormente descrito de la invención, y los que siguen, puede comprender cualquiera de las siguientes características.

30 En un ejemplo, reconocer el tiempo que se registraron los datos mediante el primer temporizador comprende asociar el tiempo que se registraron los datos con los datos registrados correspondientes. En otra disposición, reconocer el tiempo que se registraron los datos mediante el primer temporizador comprende registrar el tiempo que se midieron (y/o registraron) los datos.

En otro ejemplo, reconocer el momento durante el que se registran datos comprende registrar dicho momento.

35 En un ejemplo, el informe de inspección se prepara usando los datos medidos durante un ciclo de medición, comprendiendo el ciclo de medición los datos medidos en la primera posición de medición y la segunda posición de medición.

En otro ejemplo, el informe de inspección se prepara usando los datos medidos en la primera posición de medición y la segunda posición de medición, cuando se toman de manera consecutiva.

40 En un ejemplo, el instrumento de inspección incorpora un aparato según cualquiera de los ejemplos dispuestos de acuerdo con el aparato de los ejemplos descritos anteriormente de la invención.

En otro ejemplo, el primer temporizador está asociado con el instrumento o aparato de inspección y el segundo temporizador está alejado del instrumento de inspección durante el funcionamiento.

45 En un ejemplo, el sensor comprende un dispositivo de sensores en forma de giroscopio. El dispositivo de sensores, sin embargo, puede ser de cualquier tipo apropiado; por ejemplo, el dispositivo de sensores puede comprender uno o más de los siguientes: acelerómetros, giroscopios, conmutadores físicos, magnetómetros, sensores de vibración, inclinómetros, sensores RPM inductivos, sensores de flujo y sensores de presión, o cualquier combinación adecuada.

50 Para los ejemplos del instrumento de inspección que están dispuestos de acuerdo con el aparato de cualquiera de los ejemplos anteriores de la invención, el dispositivo del aparato puede llevar el dispositivo de sensores.

5 En un ejemplo, el instrumento de inspección se inserta en el pozo de sondeo. Una vez insertado así, el instrumento de inspección puede estar dispuesto para medir en las posiciones de medición primera y segunda (es decir, posiciones de indexación) durante la duración de un período de inspección. En algunas disposiciones, el período de inspección es sustancialmente todo el tiempo que el instrumento de inspección está en el fondo de pozo. Tal medición puede ocurrir con fundamento sustancialmente continuo y/o consecutivo.

En un ejemplo, el comienzo del período de inspección está predefinido. Por ejemplo, el período de inspección puede estar dispuesto para comenzar a continuación de la inserción del instrumento de inspección en el pozo de sondeo.

En otro ejemplo, mientras dura el período de inspección, el instrumento de inspección alterna la medición o registro de los datos medidos entre la primera y la segunda posiciones de medición (o viceversa).

10 En otro ejemplo, la medición en cada posición de indexación (es decir, la primera y la segunda posiciones de medición) puede ocurrir durante un período finito de tiempo. En tales ejemplos, el período finito de tiempo se selecciona antes del funcionamiento. De esta manera, el instrumento de inspección puede estar configurado de modo que el período finito de tiempo comienza en un momento, por ejemplo, en el que el operario considera que es probable que el instrumento de inspección esté en una posición en el fondo de pozo, en un lugar del pozo de sondeo
15 donde se desea un informe de inspección. En algunos ejemplos, este momento de comienzo está programado en el instrumento de inspección.

20 En un ejemplo, la preparación del informe de inspección requiere que un conjunto de datos medidos, tomadas en cualquiera de las posiciones de medición primera o segunda, se conozcan como que se han tomado antes de los datos de medición que se han tomado de la posición alternativa de medición. Esta posición conocida de medición puede servir como una posición de medición de referencia utilizada cuando se prepara el informe de inspección.

25 En un ejemplo, el informe de inspección se prepara usando los datos medidos consecutivamente por la unidad o unidades de sensores en cada posición de medición. En algunas configuraciones, el comienzo del informe de inspección tiene como premisa la posición preseleccionada de medición que sirve como una posición de medición de referencia para la preparación del informe de inspección. En una disposición, una de las posiciones de medición primera o segunda se selecciona como la posición de medición de referencia para comenzar la preparación del informe de inspección. Por ejemplo, para el caso en el que la primera posición de medición se selecciona como la posición de medición de referencia, se puede preparar un informe de inspección usando un conjunto de datos tomados de la primera posición de medición, seguido por un conjunto de datos tomados consecutivamente de la
30 segunda posición de medición. En tales ejemplos, se entenderá que el sensor requiere volver a indexar hasta la posición de medición de referencia antes de que se pueda pretender otro informe de inspección.

35 En otro ejemplo, la preparación del informe de inspección puede estar configurada para considerar conjuntos consecutivos de datos medidos independientemente de cualquier estipulación o requisito para una posición de medición de referencia para comenzar la preparación del informe de inspección. De esta manera, se apreciará que se puede determinar un informe adicional de inspección, sin requerir que el sensor se vuelva a indexar hasta la posición de medición de referencia. Así, se puede preparar un informe de inspección a partir de dos mediciones de inspección consecutivas. Por ejemplo, se puede preparar un informe de inspección a partir de los datos de medición tomados cuando se mide en la primera posición de medición, seguido por los datos medidos en la segunda posición de medición. Sin embargo, en la misma operación de inspección, se puede preparar también un informe de inspección a partir de los datos de medición tomados en la segunda posición de medición, seguido por los datos de
40 la medición de inspección tomados en la primera posición de medición. En disposiciones de esta naturaleza, se entenderá que la naturaleza consecutiva de las mediciones de inspección es lo que permite que se determine el informe de inspección. Se entenderá que las disposiciones de esta naturaleza pueden ser ventajosas porque se puede determinar un informe de inspección válido que es independiente del orden en el que se toman las mediciones de inspección. Como se ha señalado, en estas disposiciones, no hay necesidad de volver a indexar el
45 sensor hasta una posición seleccionada de medición de referencia.

En otro ejemplo, sustancialmente todos los datos adquiridos por el sensor se registran en la unidad de almacenamiento, tal como un módulo de memoria apropiado que está asociado o provisto del instrumento o aparato de inspección.

50 En algunos ejemplos del método propuesto en los que el sensor comprende un giroscopio, la adquisición de datos giroscópicos en cada una de las posiciones de medición primera y segunda puede tardar típicamente del orden de aproximadamente 40 segundos.

55 En otro ejemplo, el movimiento o la indexación del giroscopio desde una posición de medición hasta la otra posición de medición puede tardar del orden de aproximadamente 10 segundos. Así, en algunos ejemplos, un proceso de inspección o medición del inicio a la finalización puede tardar aproximadamente 90 segundos en total, es decir, que consiste en aproximadamente 40 segundos en la primera posición de medición, aproximadamente 10 segundos indexando entre la primera posición de medición y la segunda posición de medición, y aproximadamente 40 segundos en la segunda posición de medición.

5 En un ejemplo, el método incluye el uso de un módulo controlador apropiado o aparato adecuado de procesamiento dispuesto alejado del instrumento durante la operación de inspección. El módulo controlador puede comprender medios informáticos, en cuyo caso se apreciará que el módulo controlador podría estar previsto en forma de cualquier dispositivo adecuado de procesamiento, tal como un ordenador portátil o dispositivo portátil semejante, tal como una agenda electrónica o teléfono inteligente.

En un ejemplo, el módulo controlador está dispuesto en la superficie de una operación de inspección de pozos de sondeo.

10 En un ejemplo del método, se puede generar conocimiento a través del procesamiento de información y/o datos relevantes. En tal ejemplo, el módulo controlador usa su conocimiento generado de los sucesos sincronizados que ocurren en el instrumento de inspección cuando está en el fondo de pozo, (p. ej., el registro sustancialmente continuo de los datos medidos en cada una de las posiciones de medición primera y segunda, a su vez) para facilitar la producción de información que sirve para informar (por ejemplo al usuario), una vez que se han adquirido dos mediciones consecutivas completas y la inspección se considera completa. Este informe es posible una vez que se ha sacado el instrumento de inspección y el módulo controlador ha sincronizado sus datos registrados.

15 En una disposición, el segundo temporizador está asociado con el módulo controlador en la superficie (p. ej., el módulo controlador puede incluir un temporizador interno), estando el segundo temporizador dispuesto para ser sincronizado sustancialmente con el primer temporizador, asociado con el instrumento de inspección. El módulo controlador es capaz por lo tanto de determinar qué sucesos están ocurriendo, y/o cuándo, en el instrumento de inspección sin necesidad de un enlace de comunicación en tiempo real entre el controlador y el instrumento de inspección. De esta manera, el controlador puede determinar cuándo se han realizado dos mediciones de inspección completas y consecutivas, es decir, una medición de inspección en cada posición de indexación o medición, y avisar al usuario que se ha finalizado la inspección. Así, el módulo controlador es capaz de avisar o informar al operario (en la superficie), una vez que se han realizado mediciones en ambas posiciones de indexación/medición y/o que ha finalizado la inspección. El operario es entonces libre para sacar el instrumento de inspección o desplazarlo hasta una nueva posición de inspección.

En una disposición, los datos registrados incluyen la información que se corresponde sustancialmente con el momento en el que se tomó cada conjunto de datos medidos (por ejemplo, todos los datos registrados por el sensor pueden recibir apropiadamente una marca horaria usando el primer temporizador como referencia).

30 En otro ejemplo, el método incluye el funcionamiento del módulo controlador en la superficie, capaz de funcionar típicamente gracias a un usuario humano, tal como, por ejemplo, un operario de perforación.

En un ejemplo, el usuario puede pedir que se realice una inspección en cualquier momento durante el período de inspección, por ejemplo, esto puede estar provocado por el instrumento de inspección al haber alcanzado sustancialmente un lugar deseado (por ejemplo, una profundidad) en el pozo de sondeo.

35 La petición que hace el usuario puede ser reconocida mediante el módulo controlador que registra el momento en el que se hizo la petición. El momento en el que el usuario hizo la petición puede registrarse con referencia al segundo temporizador.

40 El segundo temporizador puede estar sincronizado con el primer temporizador, asociado con el instrumento de inspección, antes de la inserción de dicho instrumento de inspección en el pozo de sondeo. Por consiguiente, la sincronización de los temporizadores primero y segundo asegura que los datos medidos por el instrumento de inspección se pueden identificar con precisión respecto al momento en el que el usuario hizo la petición (con referencia al segundo temporizador).

45 En un ejemplo, una vez que ha finalizado la inspección y el instrumento de inspección vuelve a la superficie, se sincronizan los datos desde el instrumento de inspección y los datos desde el módulo controlador. En tales disposiciones, los datos medidos desde el instrumento de inspección se pueden introducir en el módulo controlador o se pueden combinar con cualquier dato registrado por el módulo controlador.

Se apreciará que el registro de los datos del fondo de pozo mediante el instrumento de inspección se almacenaría, en muchos ejemplos, en una unidad de almacenamiento, tal como un módulo de memoria de cualquier configuración adecuada que está asociado con el instrumento de inspección.

50 En una forma, la entrada de los datos grabados en el módulo controlador y la sincronización con los datos del módulo controlador pueden implicar una transferencia desde el módulo de memoria asociado con el instrumento de inspección hasta el módulo de memoria asociado con el módulo controlador. El lector experto apreciará que se podría usar cualquier solución usual de sincronización de datos (y el hardware asociado).

55 En otra disposición, una vez que el instrumento de inspección y el módulo controlador están sincronizados entre sí (es decir, cuando están 'inicializados'), el instrumento de inspección desplaza continuamente el sensor desde una posición de indexación o medición hasta la otra de modo que el sensor es capaz de muestrear durante un período

conocido de tiempo (en un ejemplo, este período conocido de tiempo puede ser del orden de sustancialmente 40 segundos).

5 En un ejemplo adicional, una nueva inspección (que puede incluir, por ejemplo, dos mediciones consecutivas) puede comenzar con fundamento sustancialmente regular (por ejemplo, cada dos minutos). De esta manera, se pueden determinar los momentos de inicio o comienzo de la inspección. Por ejemplo, para el caso en el que la inspección comienza sustancialmente cada dos minutos, los momentos de comienzo de la inspección relevantes serán aproximadamente 0 - 2 - 4 - 6 - 8 minutos (etc.) después de la inicialización.

10 En otro ejemplo, el tiempo necesitado para realizar una medición de inspección en cualquiera de las posiciones de medición primera o segunda es del orden de aproximadamente 40 segundos. Además, el tiempo que se tarda para indexar el sensor entre cualquier posición de medición es del orden de aproximadamente 5 segundos. Para ejemplos en los que el resultado de la inspección se puede preparar independientemente de si los datos de la medición de inspección desde las posiciones de medición primera o segunda se usan como la posición de medición de referencia, es posible comenzar una inspección nueva o adicional sustancialmente a cada minuto o en su entorno. Por consiguiente, si se compara con algunos ejemplos descritos anteriormente, una revisión reciente puede iniciarse aproximadamente cada 60 segundos o en su entorno, en lugar de aproximadamente cada 2 minutos (como en el ejemplo descrito anteriormente).

20 En otro ejemplo, si en cualquier momento en la superficie el usuario desea pedir una inspección (o registrar un momento de inicio de la inspección), el módulo controlador está dispuesto de modo que, en respuesta, estima el tiempo en el que se espera finalizar la inspección (por ejemplo, una vez que se han tomado dos mediciones consecutivas, una medición en cada posición de medición). Esto define por lo tanto un período de tiempo durante el que se estima finalizar una inspección. De esta manera, una vez que se ha sacado el instrumento de inspección y los datos están disponibles para interrogatorio, el módulo controlador está configurado para identificar los datos registrados que se corresponden con el período de tiempo durante el que se piensa haber finalizado la inspección. Una vez que se identifican los datos, se pueden entonces aislar o extraer con el propósito de un procesamiento (p. ej., para preparar un informe de inspección).

30 En un ejemplo, se pueden usar dos mediciones completas y consecutivas a partir de las posiciones de medición primera y segunda, a continuación del momento en el que se pidió la inspección, para computarizar y determinar el resultado de la inspección. Los datos recogidos se procesan para realizar el cálculo apropiado de la primera posición de medición, seguido por la segunda posición de medición, o viceversa, si es aplicable. De esta manera, los datos recogidos en cada una de las dos posiciones de indexación o medición se procesan entonces (por ejemplo, mediante una rutina matemática) para generar una medición del azimut. Se entenderá que no importa en qué orden se pase por las posiciones de indexación.

En una disposición, el módulo controlador puede estar configurado de modo que el usuario puede preestablecer o predefinir un número preferido de inspecciones a tomar.

35 En otro ejemplo, el instrumento de inspección está configurado de modo que el registro de datos es iniciado o activado por uno o más sensores adicionales, previstos con el instrumento de inspección, que notan o buscan cómo detectar el estado actual de dicho instrumento de inspección cuando está en el fondo de pozo.

En un ejemplo, el estado actual del instrumento de inspección se podría determinar a partir del análisis de una o más señales recibidas desde una o más unidades de sensores asociadas con el instrumento de inspección.

40 Por ejemplo, en lugar de comenzar un ciclo de medición en un intervalo predefinido de tiempo, por ejemplo, cada minuto, el instrumento de inspección podría estar configurado, por ejemplo, para emplear sus unidades de sensores, dentro de dicho instrumento, para tomar una determinación sobre si está estacionario el instrumento de inspección. En una disposición, por ejemplo, el instrumento de inspección podría tomar tal determinación buscando cómo determinar si dicho instrumento de inspección ha permanecido sustancialmente estacionario (o ha permanecido suficientemente estacionario) por un período prescrito de tiempo durante el que se supervisan (período de supervisión) las señales desde una o más unidades de sensores asociadas con el instrumento de inspección.

50 En un ejemplo, la determinación de que el instrumento de inspección permanece suficientemente estacionario puede requerir que una o más unidades de sensores lleguen a ser operativas durante el período de supervisión. El período de supervisión puede ser del orden de, por ejemplo, 10 segundos, pero podría ser cualquier período seleccionado apropiado de tiempo que se considera suficiente para tomar tal determinación. Se apreciará que diversos factores prácticos podrían informar sobre la cuantificación de tal período de tiempo, tal como, por ejemplo, consideraciones sobre el consumo eléctrico, el tipo de sensor en el que se está basando y/o la naturaleza geológica del sitio que se pretende inspeccionar.

55 En otro ejemplo, la determinación de que el instrumento de inspección permanece suficientemente estacionario puede requerir que una o más unidades de sensores lleguen a ser operativas durante el período de supervisión, con el propósito de medir o ensayar el estado actual del instrumento de inspección.

Por ejemplo, el estado actual del instrumento de inspección puede comprender un estado físico de dicho instrumento de inspección, que se confirma cuando una señal recibida desde una unidad de sensores se considera que está por encima o por debajo de aproximadamente un nivel prescrito, o en un intervalo prescrito. Por ejemplo, el instrumento de inspección podría estar configurado para supervisar señales desde una unidad de acelerómetro, siendo las señales procesadas de manera que se proporciona una indicación de la vibración física experimentada por el instrumento de inspección cuando dicha unidad de acelerómetro está operativa durante la supervisión. Si, por ejemplo, una señal medida, cuando se procesa de manera apropiada para determinar un nivel de vibración correspondiente, cae por debajo de un umbral prescrito o se determina que permanece en un intervalo o intervalos prescritos considerados para reflejar un estado estacionario durante el período prescrito de tiempo, se toma la determinación o se confirma que el instrumento de inspección está estacionario y puede comenzar un ciclo de medición.

En un ejemplo, si se ha tomado una determinación de que el instrumento de inspección ha permanecido suficientemente estacionario durante el período de supervisión, entonces, dicho instrumento de inspección puede estar configurado de modo que comienza automáticamente un ciclo de medición.

En otro ejemplo, si una señal medida o un nivel de vibración determinado excede un umbral prescrito o se determina que permanece en un intervalo o intervalos prescritos que se consideran para reflejar un estado no estacionario, se toma la determinación de que el instrumento está no estacionario. En este ejemplo, el instrumento de inspección puede estar configurado de modo que no es posible que comience un ciclo de medición. En tales casos, el instrumento de inspección puede estar configurado para comenzar de nuevo el período de supervisión en un momento futuro.

El que comience de nuevo el período de supervisión puede ocurrir a intervalos regulares o no regulares prescritos.

En un ejemplo adicional, si se toma la determinación de que el instrumento de inspección está estacionario, y comienza un ciclo de medición, el instrumento de inspección puede estar configurado para seguir ensayando o supervisando cómo determinar si el estado actual del instrumento de inspección cambia durante el resto del ciclo actual de medición. El ensayo o supervisión para tal suceso puede ser sustancialmente similar al descrito anteriormente. Si, por ejemplo, se tuviera que determinar que el estado actual del instrumento de inspección ha cambiado (es decir, cambiando de estacionario a no estacionario), entonces, el instrumento de inspección podría estar configurado para dejar de registrar/medir datos.

En otro ejemplo, el instrumento de inspección podría estar configurado para seguir midiendo durante el resto del ciclo actual de medición, si se determinase que el estado del instrumento de inspección ha cambiado (es decir, de estacionario a no estacionario). En tales casos, cualquiera que sea el dato de medición registrado durante el ciclo de medición, a continuación del cambio de estado del instrumento de inspección, tales datos medidos se pueden asociar con un indicador apropiado que indica que tales datos se midieron a continuación de la determinación del cambio de estado.

En otro ejemplo, para el caso en el que el estado del instrumento de inspección se está ensayando para saber si existe un estado estacionario o no estacionario, si se determina que el instrumento de inspección no ha permanecido suficientemente estacionario durante la finalización de un ciclo de medición (por ejemplo, aproximadamente 2 minutos), entonces, los datos de inspección medidos que se han registrado durante ese período se descartan (o, por ejemplo, se borran de un módulo de memoria en su interior), o se retienen, pero, si se retienen, asociados con un indicador apropiado que indica que los datos de inspección medidos puede que no sean válidos con el propósito de un procesamiento posterior.

En un ejemplo adicional, el instrumento de inspección puede estar configurado de modo que el suceso de cualquier cambio de estado del instrumento de inspección detectado durante el presente ciclo de medición (o un período de inspección) y/o el período de supervisión que se considera que es desfavorable con el propósito de una medición tiene el efecto de volver a iniciar el período de supervisión. De esta manera, cualquier dato registrado así se puede descartar/borrar o retener, pero, si se retiene, asociado con un indicador apropiado que indica que los datos de inspección medidos puede que no sean válidos con el propósito de un procesamiento posterior.

En los ejemplos descritos anteriormente, en los que el ciclo de medición puede ser iniciado o activado al ensayar un estado actual del instrumento de inspección, los temporizadores primero y segundo permanecen sincronizados entre sí. El operario registra el tiempo durante el período de inspección que se considera (por el operario/usuario en la superficie) que el instrumento de inspección está estacionario en el lugar deseado del fondo de pozo. El módulo controlador en la superficie buscará entonces cómo captar o registrar el momento para ser capaz de aislar los datos de inspección medidos relevantes una vez sincronizado con el instrumento de inspección, cuando vuelve a la superficie.

En un ejemplo, el módulo controlador puede estar dispuesto para proporcionar y presentar un temporizador adicional al operario/usuario, que indica el tiempo transcurrido estimado a medida que progresa el ciclo de medición. Como un caso, en un ejemplo, el módulo controlador está configurado para presentar un temporizador al operario/usuario, que muestra un tiempo de espera que refleja la duración de un ciclo de medición.

- En un ejemplo, el ciclo de medición comienza una vez que expira la duración temporal del período de supervisión. Así, el tiempo necesitado para que el instrumento de inspección permanezca estacionario para medir es la duración temporal del período de supervisión más la duración temporal del ciclo de medición. Sin embargo, en algunos entornos, el tiempo puede ser esencial y puede ser ventajoso cualquier esfuerzo que haga un uso eficiente del tiempo. Por lo tanto, en otro ejemplo, el instrumento de inspección puede estar configurado para medir datos durante el período de supervisión, al mismo tiempo que el instrumento está ensayando el estado actual del instrumento de inspección, por ejemplo, para determinar si el instrumento está en un estado estacionario. Como tal, en una disposición, el instrumento de inspección puede estar configurado para registrar continuamente las señales recibidas desde cualquiera de los sensores de medición relevantes durante el período de supervisión.
- En una disposición, las señales desde el sensor pueden registrarse continuamente en un módulo de memoria intermedia que tiene un tamaño prescrito durante el período de supervisión. En un ejemplo, el tamaño prescrito de la memoria intermedia puede estar dispuesto para comprender una capacidad suficiente que retenga los datos medidos que se han registrado durante el tiempo que dura el período de supervisión. Cuando expira el período de supervisión y se confirma que el instrumento de inspección está en un estado estacionario (como se ha descrito anteriormente), entonces, los datos medidos que se han registrado en la memoria intermedia se pueden usar en la preparación del informe de inspección y, por lo tanto, en parte del ciclo de medición, y procesar por consiguiente para preparar el informe de inspección. De esta manera, la aceptación de los datos medidos y registrados durante el período de supervisión sirve para evitar cualquier necesidad potencial de prolongar el ciclo de medición en, por ejemplo, el período de detección estacionario de 10 segundos. Así, el instrumento de inspección solamente tiene que estar, en entornos donde el tiempo es esencial, sustancialmente estacionario durante el tiempo necesitado para que finalice el ciclo de medición.
- En un ejemplo, para el caso en el que el sensor comprende un giroscopio, los datos medidos en bruto se corrigen usando un fichero de calibración que puede estar asociado con el instrumento o aparato de inspección. En otros ejemplos, el fichero de calibración puede estar asociado con el módulo controlador en la superficie.
- En algunos ejemplos, el fichero de calibración puede estar asociado con una unidad portátil, cuando está prevista como controlador.
- En caso de que se incluya un acelerómetro, los datos del acelerómetro se pueden corregir usando el fichero de calibración. En algunas disposiciones, ciertos términos de error en los datos del giroscopio puede que se tengan que corregir usando los datos del acelerómetro. Con las señales del sensor corregidas, se puede estimar/determinar la carga elástica estática. Para configuraciones en las que se han previsto sustancialmente 180 grados de rotación entre las dos posiciones de indexación o medición, se puede suponer que las señales del giroscopio corregidas tienen sustancialmente la misma magnitud, pero signos opuestos. Mediante un breve ejemplo sencillo, una ecuación simplificada podría parecerse a lo que sigue:
- Datos del giroscopio en la posición de indexación 1: $wx1 = +wx + \text{Carga elástica}$
- Datos del giroscopio en la posición de indexación 2: $wx2 = -wx + \text{Carga elástica}$
- Carga elástica = $(wx1+wx2)/2$
- Para situaciones en las que se conoce la carga elástica, el azimut se puede obtener de una cualquiera de las posiciones de indexación o medición.
- Según otro ejemplo de la invención, se proporciona un sistema para efectuar una inspección de una parte de un pozo de sondeo, comprendiendo el sistema:
- un instrumento de inspección dispuesto para registrar los datos medidos desde un sensor llevado por el instrumento, cuando está indexado entre una primera posición de medición y una segunda posición de medición durante un período de inspección, teniendo el instrumento un primer temporizador,
- un módulo controlador dispuesto alejado del instrumento, teniendo el módulo controlador un segundo temporizador dispuesto para estar sustancialmente sincronizado con el primer temporizador,
- estando el módulo controlador configurado para identificar los datos registrados por el instrumento de inspección desde aproximadamente un momento conocido durante el período de inspección, estando el módulo controlador configurado además para procesar los datos identificados a fin de proporcionar un informe de inspección.
- El sistema del presente aspecto puede estar dispuesto para llevar a cabo cualquiera de los ejemplos del método para realizar una operación de inspección de fondos de pozo descrita en la presente memoria. Por consiguiente, los ejemplos de los componentes del sistema del presente aspecto pueden estar dispuestos para incorporar características y/o llevar a cabo etapas descritas con relación a los ejemplos de la invención descrita anteriormente.
- En un ejemplo, el instrumento de inspección incorpora un ejemplo de un aparato como se describe en la presente memoria.

En un ejemplo, el sensor comprende uno o más de cualquiera de los sensores descritos en la presente memoria.

5 En un ejemplo, el instrumento de inspección está dispuesto para medir en cada una de las posiciones de medición primera y segunda durante la duración de un período de inspección. En algunas disposiciones, el período de inspección es sustancialmente el tiempo que el instrumento de inspección está en el fondo de pozo. Tal medición puede ocurrir con fundamento sustancialmente continuo y/o consecutivo.

En un ejemplo, mientras dura el período de inspección, el instrumento de inspección alterna la medición o el registro entre la primera y la segunda posiciones de medición (o viceversa).

En un ejemplo, las posiciones de medición primera y segunda se corresponden con una posición respectiva de indexación.

10 En otro ejemplo, sustancialmente todos los datos adquiridos por el sensor se registran en una unidad de almacenamiento apropiada, tal como un módulo de memoria asociado o provisto del instrumento o aparato de inspección.

15 En otro ejemplo, el movimiento o la indexación del sensor (p. ej., un giroscopio) desde una posición de medición hasta la otra posición de medición puede tardar del orden de aproximadamente 10 segundos. Así, en algunos ejemplos, un proceso de inspección o medición del inicio a la finalización puede tardar aproximadamente 90 segundos en total, es decir, que consiste en aproximadamente 40 segundos en la primera posición de medición, aproximadamente 10 segundos indexando entre la primera posición de medición y la segunda posición de medición, y aproximadamente 40 segundos en la segunda posición de medición.

20 En un ejemplo, el módulo controlador incluye el uso de medios de procesamiento apropiados. El módulo controlador puede comprender medios informáticos, en cuyo caso se apreciará que dicho módulo controlador podría estar previsto en forma de cualquier dispositivo adecuado de procesamiento, tal como un ordenador portátil o dispositivo portátil semejante, tal como una agenda electrónica o teléfono inteligente.

25 En un ejemplo, se puede generar conocimiento a través del procesamiento de información y/o datos relevantes. En tal ejemplo, el módulo controlador usa su conocimiento generado de los sucesos sincronizados que ocurren en el instrumento de inspección cuando está en el fondo de pozo (el registro sustancialmente continuo de los datos medidos en cada una de las posiciones de medición primera y segunda, a su vez) para facilitar la producción de información que sirve para informar (por ejemplo al usuario), una vez que se han adquirido dos mediciones consecutivas completas y la inspección se considera completa. Este informe es posible una vez que se ha sacado el instrumento de inspección y el módulo controlador ha sincronizado sus datos registrados.

30 En un ejemplo, el módulo controlador en la superficie está dispuesto para ser asociado con el segundo temporizador, estando el segundo temporizador dispuesto para ser sincronizado sustancialmente con el primer temporizador, asociado con el instrumento de inspección. De esta manera, se puede determinar por lo tanto cuándo se han realizado dos mediciones completas y consecutivas, es decir, una en cada posición de indexación o medición, y avisar al usuario que se ha finalizado la inspección.

35 En una disposición, los datos registrados incluyen la información correspondiente sustancialmente con el momento en el que se tomó cada conjunto de datos medidos (por ejemplo, todos los datos registrados por el sensor pueden recibir apropiadamente una marca horaria usando el primer temporizador como referencia).

En otro ejemplo, el funcionamiento del módulo controlador se realiza en la superficie de la operación de inspección, capaz de funcionar típicamente gracias a un usuario humano, tal como, por ejemplo, un operario de perforación.

40 En un ejemplo, el momento conocido lo proporciona el usuario que reconoce o pide que se realice una inspección en cualquier momento durante el período de inspección, por ejemplo, esto puede estar provocado por el instrumento de inspección al haber alcanzado sustancialmente un lugar deseado (por ejemplo, una profundidad) en el pozo de sondeo.

45 La petición que hace el usuario puede ser reconocida mediante el módulo controlador que registra el momento en el que se hizo la petición. El momento en el que el usuario hace la petición puede registrarse con referencia al segundo temporizador.

50 El segundo temporizador puede estar sincronizado con el primer temporizador, asociado con el instrumento de inspección, antes de la inserción de dicho instrumento de inspección en el pozo de sondeo. Por consiguiente, la sincronización de los temporizadores primero y segundo asegura que los datos medidos por el instrumento de inspección se pueden identificar con precisión respecto al momento en el que el usuario hizo alguna petición (con referencia al segundo temporizador).

En un ejemplo, una vez que se ha finalizado la inspección y el instrumento de inspección vuelve a la superficie, se sincronizan los datos desde el instrumento de inspección y los datos desde el módulo controlador. En tales disposiciones, los datos medidos desde el instrumento de inspección se pueden introducir en el controlador o se

pueden combinar con cualquier dato registrado por el módulo controlador. De esta manera, los datos registrados por el instrumento de inspección pueden ser interrogados de manera apropiada.

5 Se apreciará que el registro de los datos del fondo de pozo mediante el instrumento de inspección se almacenaría, en muchos ejemplos, en una unidad de almacenamiento, tal como un módulo de memoria de cualquier configuración adecuada, asociado con el instrumento de inspección.

En una forma, la entrada de los datos grabados en el módulo controlador y la sincronización con los datos del controlador pueden implicar una transferencia desde el módulo de memoria, asociado con el instrumento de inspección, hasta un módulo de memoria, asociado con el módulo controlador. El lector experto apreciará que se podría usar cualquier solución (y el hardware asociado) de sincronización de datos usual.

10 En otra disposición, una vez que el instrumento de inspección y el módulo controlador están sincronizados entre sí (es decir, cuando están 'inicializados'), el instrumento de inspección desplaza continuamente el sensor desde una posición de indexación o medición hasta la otra de modo que el sensor es capaz de muestrear durante un período conocido de tiempo (en un ejemplo, este período conocido de tiempo puede ser del orden de sustancialmente 40 segundos).

15 En un ejemplo adicional, una nueva inspección (que puede incluir, por ejemplo, dos mediciones consecutivas) puede comenzar con fundamento sustancialmente regular (por ejemplo, cada dos minutos). De esta manera, se pueden determinar los momentos de inicio o comienzo de la inspección. Por ejemplo, para el caso en el que la inspección comienza sustancialmente cada dos minutos, los momentos de comienzo de la inspección relevantes serán aproximadamente 0 - 2 - 4 - 6 - 8 minutos (etc.) después de la inicialización.

20 En otro ejemplo, si en cualquier momento en la superficie el usuario desea pedir una inspección (o registrar un momento de inicio de la inspección), el módulo controlador está dispuesto de modo que, en respuesta, estima el tiempo en el que se espera finalizar la inspección (por ejemplo, una vez que se han tomado dos mediciones consecutivas, una medición en cada posición de medición). Esto define por lo tanto un período de tiempo durante el que se estima finalizar una inspección. De esta manera, el módulo controlador está configurado para identificar, una vez que se ha sacado el instrumento de inspección y los datos están disponibles para interrogatorio, los datos registrados que se corresponden con el período de tiempo durante el que se piensa haber finalizado la inspección. Una vez que se identifican los datos, se pueden entonces aislar o extraer con el propósito de un procesamiento (p. ej., para preparar un informe de inspección).

30 En un ejemplo, se pueden usar dos mediciones completas y consecutivas a partir de las posiciones de medición primera y segunda, a continuación del momento en el que se pidió la inspección, para computarizar el resultado de la inspección. Los datos recogidos se procesan para realizar el cálculo apropiado de la primera posición de medición, seguido por la segunda posición de medición, o viceversa, si es aplicable. De esta manera, los datos recogidos en cada una de las dos posiciones de indexación o medición se procesan entonces (por ejemplo, mediante una rutina matemática) para generar una medición del azimut. Se entenderá que no importa en qué orden se pase por las posiciones de indexación.

En algunos ejemplos, el instrumento de inspección del presente aspecto puede estar dispuesto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos del instrumento de inspección descritos en la presente memoria.

En algunos ejemplos, el informe de inspección se puede preparar de acuerdo con cualquiera de los ejemplos del método para realizar una operación de inspección de fondos de pozo descritos en la presente memoria.

40 En algunos ejemplos, el módulo controlador puede estar configurado de acuerdo con cualquiera de los ejemplos del método para realizar una operación de inspección de fondos de pozo descritos en la presente memoria.

45 El sistema del presente aspecto puede permitir el uso de un fichero de calibración como se ha descrito anteriormente. El fichero de calibración lo puede usar en tiempo real el controlador o el instrumento de inspección durante el período de inspección o el controlador como parte de la etapa de procesamiento, una vez que se ha sacado el instrumento de inspección.

Según otro ejemplo de la invención, se proporciona un soporte de almacenamiento legible por ordenador en el que se almacenan instrucciones que, cuando son ejecutadas por medios informáticos, hacen que los medios informáticos realicen cualquiera de los ejemplos del método para realizar una operación de inspección de fondos de pozo descritos en la presente memoria.

50 Según un ejemplo adicional de la invención, se proporcionan medios informáticos programados para llevar a cabo cualquiera de los ejemplos del método para realizar una operación de inspección de fondos de pozo descritos en la presente memoria.

Según otro ejemplo de la invención, se proporciona una señal de datos que incluye al menos una instrucción que es capaz de ser recibida e interpretada por un sistema informático, en el que la instrucción implementa cualquiera de

los ejemplos del método para realizar una operación de inspección de fondos de pozo descritos en la presente memoria.

- 5 Diversos ejemplos de la invención descritos en la presente memoria pueden ponerse en práctica solos o en combinación con uno o más de los otros ejemplos de la invención, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica relevante. Los diversos ejemplos de la invención se pueden proporcionar opcionalmente en combinación con una o más de las características opcionales descritas con relación a los otros ejemplos de la invención. Además, las características opcionales descritas con relación a un ejemplo (o realización) se pueden combinar opcionalmente solas o junto con otras características en ejemplos o realizaciones diferentes.

Breve descripción de los dibujos

- 10 Las características adicionales de la presente invención se describen más completamente en la siguiente descripción de una realización no limitativa. Esta descripción se incluye exclusivamente con el propósito de ejemplificar la presente invención. No se debe entender como una restricción sobre el compendio, la explicación o la descripción amplios de la invención, como se han establecido anteriormente. La descripción se hará con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:
- 15 la figura 1 es una vista, en perspectiva, de una realización de un aparato dispuesto para indexar un sensor utilizado en un aparato de inspección de fondos de pozo;
- la figura 2 es otra vista, en perspectiva, de la realización del aparato mostrado en la figura 1, cuando se corta a lo largo del eje X;
- 20 la figura 3 es una vista adicional, en perspectiva, de la realización del aparato mostrado en la figura 1 y la figura 2, con un collarín eliminado;
- la figura 4 es una vista, en perspectiva, de un corte transversal X_1-X_2 (véase la figura 2) de la realización del aparato mostrado en las figuras 1 a 3;
- la figura 5 es una vista, en perspectiva, de un lado de la realización del aparato mostrado en las figuras 1 a 4, con la atención centrada en el conjunto establecido de coronas dentadas;
- 25 la figura 6 muestra una vista adicional, en perspectiva, a la mostrada en la figura 5, con el bastidor oculto;
- la figura 7 es un diagrama de flujo que muestra una implementación de un método para realizar una inspección de fondos de un pozo de sondeo;
- la figura 8 representa un diagrama esquemático de un módulo controlador utilizado en el método mostrado en la figura 7; y
- 30 la figura 9 representa un diagrama de sistema simplificado de un sistema que implementa el método mostrado en la figura 7.
- En las figuras, se hace referencia a estructuras semejantes por números semejantes en todas las vistas proporcionadas. Los dibujos mostrados en las figuras no están necesariamente a escala, poniéndose en cambio énfasis, en general, en ilustrar los principios de la presente invención como se ejemplifica en las realizaciones descritas.
- 35

Descripción de realizaciones

- 40 La presente invención no se debe limitar en alcance por cualquier realización específica descrita en la presente memoria. Las realizaciones descritas están previstas solamente con el propósito de ejemplificación. Los productos y métodos funcionalmente equivalentes están con claridad dentro del alcance de la invención como se describe en la presente memoria.
- Las realizaciones de la invención descritas en la presente memoria pueden incluir uno o más intervalos de valores (p. ej., tamaño, desplazamiento e intensidad de campo, etc.). Se entenderá que un intervalo de valores incluye todos los valores dentro del intervalo, incluyendo los valores que definen el intervalo y los valores adyacentes al intervalo que conducen al mismo o sustancialmente el mismo resultado que los valores inmediatamente adyacentes al valor que define la frontera para el intervalo.
- 45
- Otras definiciones para los términos seleccionados que se usan en la presente memoria se pueden encontrar dentro de la descripción detallada de la invención y aplicar por toda ella. A menos que se defina de otro modo, todos los otros términos científicos y técnicos que se usan en la presente memoria tienen el mismo significado que entiende comúnmente el experto en la técnica a la que se refiere la invención.

Las figuras 1 a 6 muestran una realización de un aparato 5 dispuesto para indexar un dispositivo configurado para llevar un sensor (tal como, por ejemplo, un giroscopio (no mostrado)) entre dos posiciones de indexación alrededor de un eje de indexación X (mostrado en la figura 2).

5 El aparato 5 comprende un mecanismo accionador de indexación 15, que tiene una unidad motriz 10 y una disposición de caja de engranajes 12 configuradas para proporcionar accionamiento a una parte accionada que está prevista en forma de un primer collarín 35. Se proporciona accionamiento al primer collarín 35 mediante un piñón coincidente y un conjunto establecido de coronas dentadas 45. El mecanismo de indexación 15 incluye también un conjunto codificador 16.

10 El aparato 5 incluye también un cuerpo previsto en forma de un bastidor 25, que está configurado para soportar el motor 10, la disposición de caja de engranajes 12 y el conjunto codificador 16. El bastidor 25 tiene un eje longitudinal que está alineado sustancialmente concéntrico con el eje de indexación X. El primer collarín 35 está dispuesto con relación a una zona del bastidor 25 de modo que puede girar a su alrededor debido al accionamiento proporcionado por el motor 10 y la disposición de caja de engranajes 12. Como se muestra en las figuras 1 y 2, el motor 10, la disposición de caja de engranajes 12 y el conjunto codificador 16 están dispuestos para ser soportados por el bastidor 25 de manera descentrada con relación al eje longitudinal de dicho bastidor 25 de modo que el accionamiento motor puede acoplarse con el conjunto establecido de coronas dentadas 45. A este respecto, cada una de la figura 5 y la figura 6 sirven para mostrar la asociación capaz de funcionar de la corona dentada anular 47 con el piñón 48 accionado por el motor 10 mediante la caja de engranajes 12.

20 El dispositivo que lleva sensores está previsto en forma de un segundo collarín 65, que está asociado de modo capaz de funcionar con el primer collarín 35 de manera que busca cómo reducir sustancialmente la susceptibilidad del segundo collarín 65 (y el sensor o sensores que lleva), que llega a someterse a cualquier fuerza física no deseable que podría resultar, al tiempo que el sensor es capaz de funcionar en un proceso de medición: cuando está dispuesto en una de las posiciones de indexación, durante la indexación del segundo collarín 65 alrededor del eje de indexación X hasta una de las posiciones de indexación y/o cuando está en una posición 'estacionada' (en general, en una zona entre las posiciones de indexación).

25 Las fuerzas externas/del sistema no deseables o perjudiciales pueden incluir, pero no tienen que estar limitadas a cualquier fuerza perjudicial de vibración y/o de choque a la que puede estar sometido el segundo collarín 65 durante el transcurso de la operación (p. ej., uno o más sensores llevados por el segundo collarín 65 emprenden la medición cuando están en cada posición de indexación y/o durante la indexación alrededor del eje de indexación X). Las fuerzas de vibración pueden incluir fuerzas/movimientos físicos inducidos que resultan de los elementos móviles principales, tales como, por ejemplo, unos motores eléctricos. Como un ejemplo, una corriente excitadora interrumpida activa usualmente los servomotores o motores paso a paso para permitir el control preciso de su velocidad y posición. En tales casos, la corriente interrumpida puede producir pequeñas vibraciones del árbol motor, incluso cuando está estacionario. Por consiguiente, si tal motor está directamente acoplado a un dispositivo que lleva sensores, tal como el segundo collarín 65, que se usa para accionar el sensor hasta una posición deseada de indexación, cuando se sujeta en esa posición, las vibraciones residuales del árbol accionador motor pueden transferirse al dispositivo que lleva sensores produciendo 'ruido' no deseado del sensor, cuando dicho sensor está realizando una operación de medición. Como apreciará el lector experto, es importante que el sensor (p. ej., el giroscopio) permanezca sustancialmente estacionario durante la medición.

40 Las fuerzas de choque pueden incluir diversas fuerzas externas aplicadas al aparato 5 durante su movimiento hacia dentro, en el interior y/o hacia fuera del pozo de sondeo perforado objetivo con el propósito de una medición. En algunos casos, las fuerzas de choque pueden ser poco menos que una amenaza para el funcionamiento del dispositivo que lleva sensores (el collarín 65) durante la indexación, en tanto que el movimiento del motor accionador sea uniforme.

45 El primer collarín 35 está dispuesto para girar libremente alrededor de una zona del bastidor 25 mediante un conjunto de canal de bolas 50 (véase la figura 2) montado entre el primer collarín 35 y una parte alargada 55 (véase la figura 2) del bastidor 25. El primer collarín 35 está dispuesto concéntrico con el segundo collarín 65 alrededor del eje de indexación X y están acoplados entre sí mediante un conjunto de un par de muelles helicoidales 75, 77. Como se muestra en la figura 3, los muelles helicoidales 75, 77 están dispuestos uno enfrente al otro en la periferia exterior de un elemento de soporte 85, que está dispuesto entre el primer 35 y el segundo 65 collarines. El elemento de soporte 85 asienta alrededor de un separador 86, que está dispuesto a su vez alrededor de una zona de la parte alargada 55. Una zona acanalada 95 está dispuesta dentro del elemento de soporte 85 en su periferia y sirve para alojar, al menos en parte, los muelles helicoidales 75, 77.

55 El primer collarín 35 incluye un par de pasadores 105A, 105B dispuestos cerca de su periferia, en uno de sus extremos, como se muestra al menos en la figura 3. De modo similar, el segundo collarín 65 incluye un par de pasadores 115A, 115B dispuestos cerca de su periferia, en uno de sus extremos, como se muestra. Los pasadores 105A, 105B y 115A, 115B se extienden hacia fuera desde el primer 35 y el segundo 65 collarines, respectivamente, y están dispuestos sustancialmente simétricos respecto al eje de indexación X (o para oponerse entre sí alrededor del eje X, como se muestra en las figuras).

El acoplamiento entre el primer 35 y el segundo 65 collarines se consigue gracias a un primer extremo 75A del muelle helicoidal 75 que se fija al pasador 115A del segundo collarín 65 y un segundo extremo 75B del muelle 75 que se fija al pasador 105A del primer collarín 35. De modo similar, un primer extremo 77A del muelle 77 se fija al pasador 115B del segundo collarín 65 y un segundo extremo 77B del muelle 77 se fija al pasador 105B del primer collarín 35.

Como se muestra en las figuras, los muelles helicoidales 75, 77 están dispuestos alrededor de los lados enfrentados del elemento de soporte 85 asentado en el separador 86. De esta manera, cualquier muelle helicoidal 75, 77 es sensible de modo capaz de funcionar (capaz de funcionar para ser extensible), cuando actúa sobre el mismo el primer collarín 35, cuando es accionado por el motor 10 alrededor del eje X. Cuando el movimiento del primer collarín 35 extiende cualquier muelle 75, 77, su naturaleza elástica sirve para que vuelva hacia su estado original o sin extender, produciendo por ello una fuerza de carga elástica que carga elásticamente el segundo collarín 65 hacia y en respuesta al movimiento del primer collarín 35.

El segundo collarín 65 es capaz de girar libremente alrededor de la parte alargada 55 del bastidor 25 mediante un par de conjuntos de cojinetes de canal de bolas 125, 135 dispuestos entre la superficie interior 145 del segundo collarín 65 y la superficie exterior 155 de la parte alargada 55 del bastidor 25. Los conjuntos de cojinetes de canal de bolas 125, 135 están retenidos en posición mediante un elemento de retención 136 que se acopla de modo roscado con una parte roscada dispuesta en un extremo 140 de la parte alargada 55 (del bastidor 25). Los conjuntos de cojinetes de canal de bolas 125, 135 están separados por un separador 138 dispuesto alrededor de la parte alargada 55. Todos los conjuntos de cojinetes de canal de bolas pueden estar previstos, por ejemplo, en forma de conjuntos de cojinetes Timken Torque Tube 1219. Se apreciará que otras marcas y tamaños de conjuntos de cojinetes serían satisfactorios o se podrían adaptar/configurar para trabajar con diferentes realizaciones del aparato 5.

En la realización actualmente descrita, el segundo collarín 65 está configurado para llevar un sensor, tal como, por ejemplo, un giroscopio. Sin embargo, en una disposición alternativa (descrita en lo que sigue), el sensor (u otro sensor semejante) puede estar dispuesto para ser asociado con el bastidor 25 o llevado por el mismo. El lector experto apreciará que el sensor puede ser un dispositivo de cualquier tipo apropiado; por ejemplo, el dispositivo de sensores puede comprender uno o más de los siguientes: acelerómetros, giroscopios, conmutadores físicos, magnetómetros, sensores de vibración, inclinómetros, sensores RPM inductivos, sensores de flujo y sensores de presión, o cualquier combinación adecuada. Estos últimos ejemplos no han de considerarse como que son una lista exhaustiva, dado que el lector experto apreciará fácilmente el alcance de los sensores que podrían encontrar utilidad en aplicación con el presente aparato.

Durante el funcionamiento, el par aplicado al primer collarín 35 mediante el motor 10 provisto del conjunto codificador 16 se transfiere al segundo collarín 65 debido a la fuerza de carga elástica que resulta de la extensión de uno de los muelles helicoidales 75, 77 (y la reducción correspondiente de la extensión del muelle helicoidal alternativo u opuesto). De esta manera, el segundo collarín 65, y el sensor (p. ej., el giroscopio) llevado por el mismo, se puede hacer girar usando el motor 10 hasta que uno de los dos pasadores limitadores 180, 185 se ponga en acoplamiento con un tope mecánico dispuesto en relación fija con el bastidor 25 en forma de pasador 170. Los pasadores limitadores 180, 185 están embebidos en el collarín 65, definen dos posiciones/límites de indexación y están situados típicamente para permitir al segundo collarín 65 un intervalo de movimiento rotatorio de aproximadamente 180 grados de desplazamiento.

Así, los muelles helicoidales 75, 77 acoplan el primer collarín 35 y el segundo collarín 65 de tal modo que cada muelle helicoidal está dispuesto sustancialmente simétrico respecto a la parte alargada 55. De esta manera, el primer collarín 35 y el segundo collarín 65 están acoplados entre sí en una disposición que permite que el segundo collarín 65 siga el movimiento del primer collarín 35, independientemente de la dirección en la que es desplazado dicho primer collarín 35.

Como apreciará fácilmente el lector experto, el movimiento del primer collarín 35 sirve para colocar uno de los muelles helicoidales 75, 77 en un estado de carga elástica, por lo que la respuesta (debido a su naturaleza elástica) del muelle helicoidal relevante es cargar elásticamente el segundo collarín 65 para que siga el movimiento del primer collarín 35. Así, el movimiento del primer collarín 35 tiene el efecto de extender los muelles helicoidales 75, 77 relevantes (o modificar su configuración a partir de su forma original) que, debido a su naturaleza elástica, buscan cómo volver hacia su situación de estado original o estable. Así, el movimiento continuo del primer collarín 35 (suponiendo que no se prevé ninguna posición límite) seguirá para cargar elásticamente el segundo collarín 65 a fin de que siga el movimiento del primer collarín 35 cuando es accionado. Se apreciará que ocurre sustancialmente la misma respuesta física para ambos muelles helicoidales 75, 77 cuando cualquiera de ellos se coloca en un estado de carga elástica, que dependerá, por supuesto, de la posición de indexación hacia la que se ha de cargar elásticamente el segundo collarín 65. Se deduce que el muelle helicoidal 75, 77 alternativo (que no está extendido) ofrece poco menos que una influencia de carga elástica para el segundo collarín 65 cuando está siguiendo el movimiento del primer collarín 35.

Durante una operación de indexación en la que el segundo collarín 65 está siendo desplazado hasta una de las posiciones de indexación, una vez que uno de los pasadores limitadores 180, 185 se acopla con el pasador 170,

- 5 confirmando por lo tanto que se ha alcanzado una posición de indexación; el accionamiento adicional del primer collarín 35 (mediante el motor 10) aumenta la extensión de uno de los muelles 75, 77. Este accionamiento adicional del primer collarín 35 sirve para proporcionar una fuerza de carga elástica que sujete el segundo collarín 65 (mediante cualquier pasador limitador 180, 185 que sea relevante) contra el pasador 170. Una vez que se consigue la fuerza requerida de carga elástica o sujeción, se puede eliminar la potencia al motor 10 y/o cortocircuitar entre sí las conexiones eléctricas del motor para proporcionar un efecto de frenado electromecánico. De esta manera, cesa el funcionamiento del motor 10, permitiendo que el sensor llevado por el segundo collarín 65 funcione (con el propósito de una medición/registro) en un entorno que está sustancialmente libre de cualquier fuerza no deseable de vibración/de choque que podría ocurrir debido al funcionamiento estándar del motor.
- 10 El primer collarín 35 puede estar configurado para ser controlable de modo que se desacelera hasta una velocidad más baja, a medida que el segundo collarín 65 se aproxima a una posición límite deseada, para reducir o minimizar sustancialmente cualquier fuerza de choque cuando se alcanza la posición límite (es decir, cuando ocurre el acoplamiento entre cualquiera de los pasadores 180, 185 con el pasador limitador 170). Después de ello, el motor 10 puede estar dispuesto para acelerar de nuevo a fin de proporcionar el accionamiento adicional para que el primer collarín 35 estire o extienda el muelle helicoidal 75, 77 relevante a fin de aplicar la fuerza de sujeción para cargar elásticamente cualquiera de los pasadores 180, 185 del segundo collarín 65 contra el pasador limitador 170.
- 15 Como será evidente, los muelles helicoidales 75, 77 que acoplan el primer 35 y el segundo 65 collarines están dispuestos en una relación simétrica respecto a la parte alargada 55, proporcionando una disposición sustancialmente colaboradora que sirve, al menos en parte, para amortiguar o reducir cualquier fuerza no deseable de vibración y/o de choque que podría impartirse al segundo collarín 65 y a cualquier sensor llevado por el mismo durante cualquier operación de indexación y/o medición. Además, tales disposiciones pueden servir también para reducir la transferencia de cualquier impulso de par al segundo collarín 65 o la parte alargada 55 cuando se proporciona accionamiento al primer collarín 35.
- 20 En momentos en los que no se requiere que el sensor llevado por el segundo collarín 65 se sujete en cualquier posición de indexación, el segundo collarín 65 se puede accionar hasta una posición intermedia o de estacionamiento (mostrada en la figura 4). Como se describe en lo que sigue, cuando está en dicha posición, el funcionamiento de los muelles helicoidales 75, 77 en la configuración mostrada, al menos en parte, confiere protección al sensor/giroscopio contra las fuerzas de vibración y/o de choque no deseables (p. ej., impulsos de par).
- 25 La asociación elástica entre el primer 35 y el segundo 65 collarines mediante el acoplamiento del muelle helicoidal 75, 77 doble hace que el collarín 65 siga el movimiento del collarín 35. En un aspecto, esta asociación elástica es capaz de funcionar de modo que el segundo collarín 65 mantiene o busca cómo mantener una alineación predeterminada con el primer collarín 35 durante la indexación del collarín 65 alrededor del eje de indexación X. Los muelles helicoidales 75, 77 pueden estar dispuestos de modo que ambos estén equilibrados de manera que se aplica sustancialmente poca o ninguna fuerza neta al segundo collarín 65. En este estado equilibrado, el segundo collarín 65 y el primer collarín 35 están alineados entre sí en una situación semejante al equilibrio en la alineación deseada o predeterminada (entre los collarines 35, 65). Así, el segundo collarín 65 y el primer collarín 35 están dispuestos entre sí de una manera que define un estado deseado o predeterminado de alineación entre ambos componentes. Para la realización del aparato 5 descrito, esta alineación entre ambos componentes es sustancialmente intermedia a las posiciones de indexación, pero se podría disponer para que estuviera cargada elásticamente hacia cualquiera, si se requiere.
- 30 Durante el funcionamiento, el movimiento del primer collarín 35 hace que el segundo collarín 65 siga al mismo en un esfuerzo por mantener o buscar la alineación de estado estable. Debido a la naturaleza elástica de cada muelle helicoidal 75, 77, es improbable que el segundo collarín 65 cese el movimiento en el instante en el que el primer collarín 35 cesa el movimiento. En vez de eso, aunque se reduce sustancialmente la fuerza de carga elástica que el muelle helicoidal 75, 77 relevante aplica al segundo collarín 65, es probable que el collarín 65 sobrepase la posición de tope del collarín 35 debido a la inercia adquirida de rotación. Una vez que el segundo collarín 65 sobrepasa la posición de tope del collarín 35, se provoca una respuesta de carga elástica desde el muelle helicoidal 75, 77 alternativo, que sirve entonces para cargar elásticamente el collarín 65 hacia la posición de tope del collarín 35.
- 35 Se apreciará que, dependiendo de las circunstancias dinámicas que rodean el cese del movimiento del primer collarín 35, y el grado de elasticidad de los muelles helicoidales 75, 77, el segundo collarín 65 podría oscilar alrededor del estado de equilibrio varias veces hasta que se alcanza un estado estable o equilibrado entre ambos muelles helicoidales 75, 77. Así, hasta que se alcanza el estado equilibrado, ambos muelles helicoidales 75, 77 podrían pasar por grados variables de carga elástica hasta que se consigue la situación de estado estable.
- 40 Con una consideración específica de la forma de los muelles helicoidales 75, 77, una realización de ensayo ha mostrado que puede conseguirse un comportamiento favorable si dichos muelles helicoidales 75, 77 se extienden hasta aproximadamente el 50% de su extensión máxima cuando los collarines 35, 65 están en un estado de reposo o equilibrado (cuando están alineados como se desee). Así, ambos muelles 75, 77 se proporcionan inicialmente en un equilibrio precargado. En esta configuración, se ha encontrado que se proporciona una disposición de acoplamiento suficientemente sensible, por ejemplo, cuando se estira un muelle, se retrae o se relaja el muelle alternativo. La disposición de los muelles helicoidales 75, 77 es tal que las espiras del muelle helicoidal retraído o en
- 45
- 50
- 55
- 60

retracción nunca se aprietan completamente como para hacer que el muelle helicoidal abulte hacia fuera respecto al aparato 5. Se apreciará que el estado de reposo, como se denomina en este caso, puede ser el estado estable deseado o predeterminado de alineación entre el primer 35 y el segundo 65 collarines. Como se ha señalado, la alineación deseada o estable entre el primer 35 y el segundo 65 collarines podría ser la que está cargada elásticamente hacia cualquier posición límite/de indexación.

Se ha ensayado un intervalo de constantes elásticas en el espacio permisible y se ha encontrado que no eran sustancialmente críticas, en tanto que se pueda conseguir la fuerza deseada de sujeción, la que sujeta cualquiera de los pasadores 180, 185 contra el pasador limitador 170, con una magnitud aceptable de accionamiento motor adicional.

La disposición anteriormente descrita representa, en sentido amplio, una primera implementación de funcionamiento en la que el bastidor 25 está dispuesto estacionario con relación al eje de indexación X. Sin embargo, se pueden realizar otras realizaciones del aparato 5 (es decir, las segundas realizaciones de implementación descritas anteriormente), en las que el bastidor 25 está provisto de libertad para girar alrededor del eje de indexación X y el collarín 65 está dispuesto para estar fijo o estacionario con relación al eje de indexación (que será a menudo, por ejemplo, mediante una conexión rígida con una carcasa o similar de un instrumento o herramienta de inspección de fondos de pozo). En tales disposiciones, el bastidor 25 está dispuesto para llevar un dispositivo/disposición de sensores de manera similar a la del collarín 65. En disposiciones de esta naturaleza, se entenderá que son aplicables los mismos movimientos relativos que se han descrito anteriormente y, así, muchas de las características estructurales, operativas y conceptuales descritas previamente siguen aplicándose al caso en el que el bastidor 25 gira alrededor del eje de indexación X, y el segundo collarín 65 está fijo con relación al eje de indexación X.

Durante el funcionamiento de tales disposiciones, permanece el movimiento del bastidor 25 mediante el accionamiento proporcionado por el mecanismo accionador de indexación 15, como se ha descrito anteriormente. A este respecto, la relación estructural del bastidor 25 y el mecanismo de indexación 15 es sustancialmente la misma. Como apreciará el lector, en realizaciones en las que el segundo collarín 65 se sujeta fijo con relación al eje de indexación X, el accionamiento proporcionado por el mecanismo de indexación 15 al collarín 35 sirve para producir un movimiento relativo entre los mismos. Con el segundo collarín 65 estacionario con relación al eje de indexación X y la asociación entre el primer collarín 35 y el collarín 65 suficientemente elástica, el accionamiento proporcionado por el mecanismo de indexación 15 para accionar el collarín 35 sirve para hacer girar el bastidor 25 alrededor del eje de indexación X. De esta manera, es el pasador 170 el que se mueve alrededor del eje de indexación X hasta o hacia un pasador limitador 185/180 estacionario (por supuesto, dependiendo de hasta o hacia qué posición de indexación se ha de desplazar el bastidor 25), en oposición a esto, en la primera implementación descrita anteriormente, los pasadores limitadores 180/185 en el collarín 65 se hacen girar para acoplarse al pasador 170.

El movimiento del bastidor 25 alrededor del eje de indexación X seguirá hasta que el pasador 170 se lleva a acoplamiento con uno de los pasadores limitadores 180/185. Una vez que ocurre este acoplamiento, el accionamiento adicional del collarín 35 sirve para ensayar la elasticidad de la asociación entre el collarín 65 y el collarín 35. El accionamiento adicional del collarín 35 empieza a hacer girar dicho collarín 35 alrededor del eje de indexación X. Como tal, la asociación entre el collarín 35 y el collarín 65 sirve para cargar elásticamente o empujar el bastidor 25 (mediante el pasador 170) contra un pasador limitador 180/185 de una posición límite respectiva. De esta manera, el bastidor 25 se sujeta eficazmente (cargado elásticamente o empujado) contra el pasador limitador 180/185 de la correspondiente posición prevista de indexación.

Como se ha señalado anteriormente, la unidad motriz 10 puede estar configurada (de la manera descrita anteriormente) para ser cortocircuitada eléctricamente a fin de frenar el motor y mantener el estado cargado elásticamente. En este estado, cuando la asociación entre el collarín 35 y el collarín 65 es elástica por naturaleza, se reduce, al menos en parte, la exposición de cualquier fuerza no deseable a cualquier sensor llevado sobre el bastidor. De modo similar, cuando se acciona hacia una posición límite prevista, el mecanismo de indexación puede estar configurado para controlar la velocidad de la aproximación a la posición límite de manera que se reduce el choque de cualquier contacto con el pasador 170, antes de volver entonces a una velocidad apropiada para hacer que el collarín 35 gire más allá de la posición de indexación de modo que se puede aplicar (como se ha descrito anteriormente) la fuerza necesaria de carga elástica/sujeción.

Como se ha descrito anteriormente, el mecanismo de indexación 15 puede ser capaz de funcionar para accionar el bastidor 25 hasta una posición que es sustancialmente intermedia a las posiciones de indexación, tal como una posición de 'estacionamiento'. De esta manera, la asociación entre el collarín 35 y el collarín 65 está configurada de modo que se reduce, al menos en parte, la exposición del bastidor 25 (y el sensor o sensores llevados por el mismo) a cualquier fuerza no deseable.

Los expertos en la técnica apreciarán que la invención descrita en la presente memoria es susceptible a variaciones y modificaciones distintas de las descritas específicamente. La invención incluye la totalidad de tales variaciones y modificaciones. La invención incluye también todas las etapas y las características a las que se ha hecho referencia o indicadas en la memoria descriptiva, individual o colectivamente, y cualquier y todas las combinaciones, o cualquiera de dos o más de las etapas o características.

5 El lector experto apreciará que los muelles helicoidales 75, 77 se podrían reemplazar fácilmente por cualquier medio adecuado de acoplamiento de carácter elástico capaz de ser deformable de alguna manera de modo que puede almacenarse energía en el mismo. Por ejemplo, cualquier tipo de elemento flexible de acoplamiento hecho a partir de caucho, silicona o polímero podría estar configurado para un uso adecuado. Se apreciará que las disposiciones que utilizan conjuntos de acoplamiento gaseosos o neumáticos que tienen suficiente carácter elástico podrían estar configuradas para su uso.

10 Serán posibles otras configuraciones que acoplan el primer 35 y el segundo 65 collarines entre sí de una manera semejante a elástica. En una realización alternativa, los muelles helicoidales 75, 77 se podrían reemplazar por un manguito en una única pieza, formado a partir de un material elástico (tal como, por ejemplo, caucho) y dispuesto para acoplar el primer 35 y el segundo 65 collarines entre sí en los extremos opuestos en o cerca de sus periferias. Como con el funcionamiento anteriormente descrito, la carga elástica del segundo collarín 65 para que siga el movimiento del primer collarín 35 (o viceversa) ocurre debido a la naturaleza extensible y elástica del manguito. Al menos en una realización, una o más partes o zonas del manguito servirían para proporcionar el efecto de carga elástica cuando se extendiera debido al movimiento del primer collarín 35.

15 Cualquier método para hacer funcionar las realizaciones del aparato 5 puede implicar, en sentido amplio, proporcionar una realización del aparato 5 y asociarla con una herramienta o instrumento de inspección de fondos de pozo de modo que el aparato sea capaz de funcionar con el mismo, y forzando o haciendo funcionar el aparato para accionar el dispositivo (el collarín 65 o el bastidor 25, dependiendo de qué implementación sea relevante), que lleva sensores, alrededor del eje de indexación X hasta, hacia o desde una posición de indexación.

20 Cuando el sensor está en la posición prevista de indexación, se puede forzar o hacer funcionar el aparato para sujetar el dispositivo en la posición de indexación durante un período predeterminado de tiempo con el propósito de una medición antes de accionar el dispositivo hacia otra posición de indexación durante aproximadamente el mismo período predeterminado de tiempo con el propósito de una medición.

25 Como se ha descrito anteriormente, se puede forzar o hacer funcionar el aparato 5 para reducir la velocidad de accionamiento del dispositivo alrededor del eje de indexación X, a medida que dicho dispositivo se aproxima a la posición prevista de indexación. Esto es así para reducir cualquier fuerza de impacto cuando los pasadores limitadores 180/185 se acoplan con el pasador 170. Además, la velocidad de accionamiento del dispositivo alrededor del eje de indexación se puede aumentar en la dirección de la posición prevista de indexación, una vez que el dispositivo ha alcanzado la posición de indexación. De esta manera, el accionamiento adicional del collarín 35 hace girar el collarín alrededor del eje de indexación X. Como tal, la asociación entre el collarín 35 y el collarín 65 está dispuesta para cargar elásticamente o empujar el bastidor 25 en una posición límite respectiva. De esta manera, el bastidor 25 se sujeta (se carga elásticamente o se empuja) eficazmente contra el pasador limitador 180/185 en la posición prevista de indexación.

35 En otra realización, cualquier método operativo puede comprender accionar el dispositivo entre una primera posición de indexación y una segunda posición de indexación de manera consecutiva durante el transcurso de una operación de inspección.

40 En caso de que el sensor llevado por el dispositivo (el collarín 65 o bastidor 25) no sea capaz de funcionar, se puede forzar o hacer funcionar el aparato para accionar el dispositivo hasta una posición de estacionamiento o inactiva. De esta manera, la naturaleza elástica del acoplamiento entre el collarín 35 y el collarín 65 sirve para limitar, al menos en parte, la exposición del sensor a cualquier fuerza física no deseable cuando el dispositivo está en la posición de 'estacionamiento' o inactiva.

45 Se apreciará que los dispositivos o instrumentos de inspección que incorporan las realizaciones del aparato 5 comprenderán una pluralidad de componentes, subsistemas y/o módulos acoplados de modo capaz de funcionar a través de circuitería y conexiones apropiadas para permitir que el aparato 5 realice las funciones y operaciones descritas en la presente memoria. Esto incluirá componentes adecuados, tales como medios informáticos que tienen una unidad de almacenamiento asociada, necesarios para recibir, almacenar y ejecutar instrucciones informáticas apropiadas, tales como un método para realizar una operación de inspección de fondos de pozo usando un instrumento de inspección de acuerdo con una realización de la invención. Esto incluirá suficientes dispositivos electrónicos para medir diversos tipos de información y registrar tal información (por ejemplo, registrar datos para uno o más módulos de memoria apropiados) para su procesamiento posterior. Además, tales dispositivos electrónicos incluirán también controladores adecuados que están programados para llevar a cabo cualquiera de tal medición, registro y/o procesamiento de información, como podría requerirse.

55 Como el experto en la técnica apreciará, los giroscopios, tales como los giroscopios ajustados dinámicamente (DTG), basados en instrumentos de inspección que buscan el norte, tienen típicamente que indexar el giroscopio entre dos posiciones de medición a fin de permitir que se reduzca o se elimine cualquier error por carga elástica estática.

La adquisición de datos giroscópicos en cada posición de medición puede tardar típicamente del orden de aproximadamente 40 segundos, y el movimiento desde una posición hasta la otra puede tardar típicamente unos 10

segundos adicionales (aproximadamente). Así, un proceso de inspección del inicio a la finalización puede tardar aproximadamente 90 segundos en total, es decir, que consiste en aproximadamente 40 segundos en la primera posición de indexación, aproximadamente 10 segundos atravesando entre la primera posición de indexación y una segunda posición de indexación, y aproximadamente 40 segundos en la segunda posición de indexación.

- 5 Una realización de un método 300 propuesto para efectuar una inspección de un pozo de sondeo usando un instrumento de inspección se muestra en la figura 7. Para la disposición mostrada, el instrumento de inspección está configurado a fin de incorporar el aparato 5 para indexar un dispositivo de sensores llevado por el segundo collarín 65 entre las posiciones de indexación primera 350 y segunda 360 (tales como, por ejemplo, las posiciones de indexación que corresponden a los pasadores 180, 185, como se ha descrito anteriormente).
- 10 En términos generales, el método 300 propuesto busca cómo proporcionar medios convenientes para realizar una operación de inspección de fondos de pozo que comprende registrar los datos medidos desde el sensor (tal como, por ejemplo, un giroscopio) cuando está dispuesto en las posiciones de indexación primera y segunda. El instrumento de inspección está dispuesto para medir los datos en cada posición de indexación de manera continua y consecutiva.
- 15 El método 300 comprende además reconocer el tiempo que se registraron los datos mediante un primer temporizador que está dispuesto para ser asociado con el instrumento de inspección. En una disposición típica, reconocer el tiempo que se registraron los datos por el instrumento de inspección se consigue asociando el tiempo que se registraron los datos con los datos registrados correspondientes (tal como registrando el tiempo que se midieron los datos para un módulo de memoria apropiado).
- 20 El método 300 comprende además, mediante un temporizador adicional, reconocer un momento en el que el instrumento de inspección está en el fondo de pozo durante la operación de inspección. Se entenderá que tal reconocimiento representa a un usuario o un operario pidiendo que se prepare un informe de inspección basado en los datos medidos en el fondo de pozo, a continuación de la petición que se está realizando. Los medios por los que se realiza la petición pueden ser, por ejemplo, una entrada en un controlador 330 apropiado que el usuario/operario dispone en la superficie.
- 25

Una vez que se ha sacado el instrumento de inspección y vuelve a la superficie, el método 330 comprende además identificar los datos registrados por el instrumento de inspección después de que el usuario/operario realizó la petición para su uso en la preparación del informe de inspección. Este proceso de identificar los datos registrados por el instrumento de inspección después de que el usuario/operario realizó la petición se puede llevar a cabo, por ejemplo, sincronizando el controlador 330 con el instrumento de inspección de modo que los datos almacenados en dicho instrumento de inspección pueden ser interrogados de manera apropiada.

30

El uso del aparato 5 en el método propuesto es ventajoso porque es necesario asegurarse que los datos medidos por uno o más sensores llevados por el aparato 5 están menos expuestos a las componentes de ruido no deseable producidas, al menos en parte, por las fuerzas físicas resultantes de la vibración/fuerzas que emanan de las fuentes internas/externas. El lector experto apreciará la necesidad de asegurar que el sensor permanece tan estacionario como sea posible durante el operativo con el propósito de una medición.

35

El método 300 se muestra en forma de un diagrama de flujo con múltiples componentes, que refleja sucesos que ocurren en el fondo de pozo 310 debido al instrumento de inspección, y los que ocurren en la superficie 320 debido al controlador 330.

- 40 De modo similar al aparato 5, el controlador 330 comprende una pluralidad de componentes, subsistemas y/o módulos acoplados de modo capaz de funcionar a través de circuitería y conexiones apropiadas para permitir que el controlador 330 realice las funciones y operaciones descritas en la presente memoria. El controlador 330 comprende componentes adecuados que son necesarios para recibir, almacenar y ejecutar instrucciones informáticas apropiadas, tales como un método para realizar una operación de inspección de fondos de pozo usando un instrumento de inspección de acuerdo con al menos una realización descrita en la presente memoria.
- 45

Particularmente, y como se muestra en la figura 8, el controlador 330 comprende medios informáticos que, en esta realización, comprenden medios de procesamiento en forma de un procesador 500 y una unidad de almacenamiento 510 para almacenar instrucciones de programa electrónico a fin de controlar el controlador 330 y la información y/o los datos; una pantalla 520 para presentar una interfaz de usuario 530; y medios de entrada 540; todo alojado dentro de un elemento contenedor o carcasa 550, para proporcionar un módulo controlador.

50

La unidad de almacenamiento 510 comprende una memoria de solo lectura (ROM) y una memoria de acceso aleatorio (RAM).

- El controlador 330 es capaz de recibir instrucciones que pueden mantenerse en la ROM o RAM y las puede ejecutar el procesador 500. El procesador 500 es capaz de funcionar para realizar acciones bajo control de instrucciones de programa electrónico, como se describirá con más detalle en lo que sigue, incluyendo instrucciones de procesamiento/ejecución, y gestionar el flujo de datos e información a través del controlador 330.
- 55

En la realización, las instrucciones de programa electrónico para el controlador 330 se proporcionan a través de una única aplicación de software (*app*) o módulo, que se puede denominar una *app* de inspección. La *app* de inspección se puede descargar de un sitio web (u otra plataforma adecuada de dispositivo electrónico) o guardar o almacenar de otro modo en la unidad de almacenamiento 510 del controlador 330.

5 En algunas realizaciones, el controlador 330 comprende un teléfono inteligente, tal como el comercializado bajo la marca IPHONE®, por Apple Inc, o por otro proveedor, tal como Nokia Corporation o Samsung Group, con Android, WEBOS, Windows, u otra plataforma de *app* para teléfonos. Alternativamente, el controlador 330 puede comprender otros medios informáticos, tales como un ordenador personal, una agenda o un ordenador de tipo tablet, tal como el comercializado bajo la marca comercial IPAD® o IPOD TOUCH®, por Apple Inc, o por otro proveedor, tal como Hewlett-Packard Company o Dell Inc, por ejemplo, u otro aparato adecuado de procesamiento.

10 El controlador 330 incluye también un sistema operativo que es capaz de emitir comandos y está dispuesto para interactuar con la *app* de inspección a fin de hacer que dicho controlador 330 lleve a cabo las etapas, funciones y/o procedimientos respectivos de acuerdo con la realización descrita en la presente memoria. El sistema operativo puede ser apropiado para el controlador 330. Por ejemplo, en el caso en el que el controlador 330 comprenda un teléfono inteligente IPHONE®, el sistema operativo puede ser iOS.

15 Con referencia a la figura 9, el controlador 330 es capaz de funcionar para comunicarse a través de uno o más enlaces de comunicaciones 560, que pueden conectarse de diversas maneras al aparato 5 y, opcionalmente, uno o más dispositivos y/o sistemas remotos 570 distintos, tales como servidores, ordenadores personales, terminales, dispositivos informáticos inalámbricos o portátiles, dispositivos de comunicación de línea fija o dispositivos de comunicación móvil, tales como un teléfono (celular) móvil. Al menos uno de una pluralidad de enlaces de comunicaciones puede estar conectado a una red informática externa a través de una red de telecomunicaciones.

20 La *app* de inspección y otras instrucciones o programas electrónicos para los componentes informáticos del controlador 330, y el aparato 5, pueden estar escritos en cualquier lenguaje adecuado, como es bien conocido para los expertos en la técnica. Por ejemplo, para su funcionamiento en un controlador que comprende un teléfono inteligente IPHONE®, la *app* de inspección puede estar escrita en el lenguaje Objective-C. En algunas realizaciones, las instrucciones de programa electrónico pueden estar previstas como una aplicación o aplicaciones autónomas, como un conjunto o pluralidad de aplicaciones, a través de una red o añadidas como software intermedio ("middleware"), dependiendo de los requisitos de la implementación o realización.

25 En realizaciones alternativas, el software puede comprender uno o más módulos y puede estar implementado en el hardware. En tal caso, por ejemplo, los módulos pueden estar implementados con una cualquiera o una combinación de las siguientes tecnologías, que son bien conocidas en la técnica: un circuito o circuitos lógicos discretos que tienen puertas lógicas para implementar funciones lógicas sobre señales de datos, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) que tiene puertas lógicas combinatorias apropiadas, una agrupación o agrupaciones de puertas programables (PGA), una agrupación de puertas programables en campo (FPGA) y similares.

30 Los medios informáticos pueden ser un dispositivo o sistema de cualquier tipo adecuado, incluyendo: un controlador lógico programable (PLC); un procesador de señales digitales (DSP); un microcontrolador; un ordenador personal, una agenda o un ordenador de tipo tablet, o unos servidores dedicados o servidores de red.

35 El procesador puede ser cualquier procesador hecho a medida o disponible comercialmente, una unidad central de procesamiento (CPU), un procesador de señales de datos (DSP) o un procesador auxiliar entre varios procesadores asociados con los medios informáticos. En algunas realizaciones, los medios de procesamiento pueden ser un microprocesador con base de semiconductores (en forma de un microchip) o un macroprocesador, por ejemplo.

40 En algunas realizaciones, la unidad de almacenamiento puede incluir una cualquiera o una combinación de elementos de memoria volátil (p. ej., una memoria de acceso aleatorio (RAM), tal como una memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), una memoria estática de acceso aleatorio (SRAM)) y elementos de memoria no volátil (p. ej., una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable borrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable electrónicamente borrable (EEPROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), un casete, un disco compacto de solo lectura (CD-ROM), etc.). La unidad de almacenamiento respectiva puede incorporar soportes de almacenamiento electrónicos, magnéticos, ópticos y/o de otros tipos. Además, la unidad de almacenamiento puede tener una arquitectura distribuida, en la que diversos componentes están situados

45 unos alejados de otros, pero a los que se puede acceder por los medios de procesamiento. Por ejemplo, la ROM puede almacenar diversas instrucciones, programas, software o aplicaciones a ejecutar por los medios de procesamiento, para controlar el funcionamiento del controlador, y la RAM puede almacenar temporalmente variables o resultados de los funcionamientos.

50 El uso y funcionamiento de los ordenadores que utilizan aplicaciones de software es bien conocido para los expertos en la técnica y no se van a describir con mayor detalle en la presente memoria, excepto si son relevantes para la realización actualmente descrita.

55 Se puede usar cualquier protocolo de comunicación adecuado para facilitar la conexión y comunicación entre cualquier subsistema o componente del controlador 330, cualquier subsistema o componente del aparato 5, y el

controlador 330 y el aparato 5 y otros dispositivos o sistemas, incluyendo alámbricos e inalámbricos, como son bien conocidos para los expertos en la técnica y no se van a describir con mayor detalle.

En una realización, la pantalla 520 para presentar la interfaz de usuario y los medios de entrada de usuario 530 están integrados en una pantalla táctil 580. En realizaciones alternativas, estos componentes pueden estar previstos como elementos o artículos discretos.

La pantalla táctil 580 es capaz de funcionar para notar o detectar la presencia y lugar de un toque táctil dentro de una zona de pantalla del controlador 330. Los "toques táctiles" detectados de la pantalla táctil 580 se introducen en el controlador 330 como comandos o instrucciones. Se debe apreciar que los medios de entrada de usuario 530 no están limitados a comprender una pantalla táctil y, en realizaciones alternativas, se puede usar cualquier dispositivo, máquina o sistema apropiado para recibir entradas, comandos o instrucciones y proporcionar una interacción controlada, incluyendo, por ejemplo, un teclado numérico o teclado, un dispositivo de indicación o un dispositivo compuesto, y sistemas que comprenden activación por voz, control por voz y/o pensamiento, y/o formación de imágenes holográficas/proyectadas.

El método 300 sirve para reducir o eliminar (si es posible) la necesidad de disponer una activación preestablecida para el proceso de inspección, y mitigar por lo tanto cualquier necesidad de planear previamente cuándo debería tener lugar la inspección. Como apreciará el lector experto, los métodos tradicionales implican en general que el usuario predice el momento en el que el instrumento de inspección estará en posición, estacionario y listo para comenzar la inspección. El usuario establecería entonces un retardo de tiempo dentro del instrumento de inspección antes de insertarlo en el pozo de sondeo. El lector experto apreciará que un inconveniente significativo con este método es que puede desaprovecharse un tiempo de equipo valioso si es demasiado larga la predicción inicial del usuario de cuándo estará en posición el instrumento de inspección, o los resultados de la inspección pueden ser inútiles si la predicción del usuario se encuentra por último que es demasiado corta. El presente método descrito busca cómo evitar la necesidad de que el usuario u operario realice cualquier predicción de esta clase.

Con referencia de nuevo a la figura 7, una vez que el instrumento de inspección está insertado 340 en el pozo de sondeo, dicho instrumento está configurado para medir y registrar continuamente datos durante sustancialmente todo el tiempo que está en el fondo de pozo 310. Durante este proceso de medición, el instrumento de inspección está alternando o indexando entre las posiciones de indexación primera 350 y segunda 360. Durante el proceso de medición (p. ej., un ciclo de medición), se pretende que el instrumento de inspección se sujete tan inmóvil como sea posible.

Son posibles también otras disposiciones. Se apreciará que el instrumento de inspección podría estar configurado para medir continuamente sobre un período finito de tiempo. En una de tales disposiciones, el instrumento de inspección puede estar configurado de modo que el período finito de tiempo comienza en un momento, por ejemplo, cuando el operario considera o predice que es probable que el instrumento de inspección esté en posición en el fondo de pozo, en un lugar del pozo de sondeo donde se requiere un informe de inspección.

El instrumento de inspección incluye un temporizador (temporizador de inspección) que está dispuesto para ser sincronizado con un temporizador situado en la superficie (temporizador superficial). En la realización, el temporizador superficial es un componente del controlador 330. Así, en una disposición, el instrumento de inspección y el controlador 330 están sincronizados entre sí para llegar a ser 'inicializados', siendo este el proceso para asegurar que están sincronizados el temporizador de inspección y el temporizador superficial.

Una vez 'inicializado', el instrumento de inspección desplaza continuamente el sensor desde una posición de indexación hasta la otra. El tiempo dedicado por el sensor en cada posición de indexación, con el propósito de una medición, es un período conocido de tiempo (en una realización, este período conocido de tiempo puede ser del orden de sustancialmente 40 segundos). Una única inspección comprende dos mediciones consecutivas tomadas en las dos posiciones de indexación.

El informe de inspección se determina o se procesa usando la información medida consecutivamente por la unidad o unidades de sensores en cada posición de indexación 350, 360. En algunas configuraciones, la preparación del informe de inspección está basada en una posición de indexación de referencia preseleccionada. En una disposición, una de las posiciones de indexación se selecciona para servir como la posición de indexación de referencia, p. ej., la primera 350 posición de indexación. Las disposiciones de este tipo requerirán, por ejemplo, que se prepare un informe de inspección usando los datos tomados de la primera 350 posición de indexación, seguido por los datos tomados consecutivamente de la segunda posición 360 de indexación. En estas realizaciones, se entenderá que el sensor requiere volver a indexar hasta la posición de indexación de referencia o primera 350, antes de poder pretender/preparar otro informe de inspección.

En el ejemplo descrito anteriormente para el caso en el que el sensor comprende un giroscopio, la adquisición de datos giroscópicos en cada posición de medición puede tardar típicamente del orden de aproximadamente 40 segundos, y el movimiento desde una posición hasta la otra puede tardar típicamente unos 10 segundos adicionales. Así, un proceso de inspección del inicio a la finalización puede tardar aproximadamente 90 segundos en total, es decir, que consiste en aproximadamente 40 segundos en la primera posición de indexación, aproximadamente 10

segundos atravesando entre la primera posición de indexación y una segunda posición de indexación, y aproximadamente 40 segundos en la segunda posición de indexación. En tales disposiciones, una nueva inspección puede comenzar con fundamento sustancialmente regular (por ejemplo, cada dos minutos). De esta manera, se pueden determinar fácilmente los momentos de inicio o comienzo de la inspección; por ejemplo, para el presente caso en el que la inspección comienza sustancialmente cada dos minutos, los momentos de comienzo de la inspección relevantes serán a intervalos de dos minutos (p. ej., 0 - 2 - 4 - 6 - 8 minutos (etc.)) después de la inicialización.

Podrían realizarse también otras configuraciones. En otra realización, la preparación del informe de inspección puede estar configurada para considerar conjuntos consecutivos de datos medidos independientemente de cualquier estipulación para una posición de indexación de referencia. En tales realizaciones, se puede preparar un informe reciente de inspección usando los datos de medición tomados de cualquier posición de indexación (350, 360), siempre que el siguiente conjunto de datos medidos se tome de la posición alternativa de indexación de manera consecutiva, ambos conjuntos de datos de medición se usarán entonces para preparar el informe de inspección. Así, en disposiciones de esta naturaleza, se puede preparar un nuevo informe de inspección sin requerir que el sensor se vuelva a indexar hasta una posición requerida de indexación de referencia.

Como apreciará el lector experto, las disposiciones de esta naturaleza pueden ser ventajosas porque se puede preparar un resultado válido de la inspección, independiente de qué medición de inspección (es decir, los datos de la medición de inspección tomados en cualquiera de las posiciones de indexación primera o segunda) se usó como la posición de indexación de referencia para la inspección (es decir, si se compara con la necesidad de desplazar hacia atrás el sensor, hasta la misma posición de indexación que en otras realizaciones descritas anteriormente). Por consiguiente, usando los períodos de tiempo descritos anteriormente, se puede comenzar un nuevo informe de inspección aproximadamente a intervalos de minutos.

Usando el presente método, en la superficie 320, si en cualquier momento el operario/usuario desea registrar o pedir 380 un momento de inicio de la inspección (por ejemplo, apretando un botón 390 dispuesto en la pantalla táctil 580 para registrar 400 la marca horaria relevante en el controlador 330), el controlador 330 hará que comience, en respuesta, el temporizador superficial que está configurado para acabar después de que se espera finalizar la siguiente inspección completa (por ejemplo, una vez que se han tomado dos mediciones consecutivas). El instrumento de inspección puede que no sea desplazado durante este período. En general, el operario/usuario solamente deseará pedir una inspección si se piensa que el instrumento de inspección está en una posición estacionaria.

Sin embargo, la instrucción de inspección podría también estar configurada de modo que la realización de una inspección sea activada por uno de los sensores que detecta el estado actual del instrumento de inspección cuando está en el fondo de pozo. El suceso de cualquier estado actual del instrumento de inspección (y/o cambio en el estado actual cuando está en el fondo de pozo) podría detectarse mediante cualquier señal recibida desde cualquiera de los sensores en su interior.

Por ejemplo, en lugar de comenzar continuamente un ciclo de medición a intervalos de tiempo predefinidos (como se ha descrito anteriormente), el instrumento de inspección podría estar configurado para emplear su unidad o unidades de sensores, dentro de dicho instrumento, para tomar una determinación sobre si está estacionario el instrumento de inspección. Tal determinación se podría tomar, por ejemplo, con el instrumento de inspección buscando cómo determinar si ha permanecido sustancialmente estacionario (o ha permanecido suficientemente estacionario según criterios definidos) en un período especificado de tiempo durante el que se supervisan (período de supervisión) las señales desde una o más unidades de sensores asociadas con el instrumento de inspección. Tal período de supervisión puede ser del orden de, por ejemplo, 10 segundos, pero podría ser cualquier período seleccionado de tiempo apropiado que se considere suficiente para tomar tal determinación. Se apreciará que diversos factores prácticos podrían informar sobre la cuantificación de tal período de tiempo, tal como, por ejemplo, consideraciones sobre el consumo eléctrico, el tipo de sensor en el que se está basando y/o la naturaleza geológica del sitio que se pretende inspeccionar.

El instrumento de inspección podría estar configurado para supervisar las señales desde una unidad de acelerómetro, siendo las señales procesadas tales que proporcionan una indicación de la vibración física experimentada por el instrumento de inspección cuando la unidad de acelerómetro está operativa durante el período de supervisión. Si, por ejemplo, se considera que una señal medida es indicativa de un estado estacionario durante el período de supervisión, se toma la determinación de que el instrumento de inspección está estacionario y puede comenzar un ciclo de medición.

Sin embargo, si se considera que una señal medida refleja un estado no estacionario, el instrumento de inspección puede estar configurado de modo que no puede comenzar un ciclo de medición. En tales casos, el instrumento de inspección puede estar configurado para comenzar de nuevo el período de supervisión (automáticamente o en un momento futuro especificado desde el mismo).

Si se toma la determinación de que el instrumento está estacionario, y comienza un ciclo de medición, el instrumento de inspección puede estar configurado para seguir ensayando o supervisando durante un cambio en su estado para

- 5 el resto del ciclo actual de medición. Si, por ejemplo, el estado del instrumento de inspección tuviera que cambiar de estacionario a no estacionario, entonces, el instrumento de inspección podría estar configurado para dejar de registrar datos y comenzar de nuevo el período de supervisión. Alternativamente, el instrumento de inspección podría estar configurado para seguir midiendo durante el resto del ciclo actual de medición y cualquier dato de medición registrado durante este tiempo asociado con un indicador apropiado que indica que los datos pueden estar comprometidos. Los datos, sin embargo, se podrían simplemente borrar o descartar de manera apropiada.
- El instrumento de inspección puede estar configurado de modo que cualquier cambio perjudicial en su estado, detectado durante un ciclo de medición y/o el período de supervisión, tiene el efecto de volver a iniciar dicho período de supervisión. Cualquier dato registrado se puede descartar/borrar o retener con una advertencia apropiada.
- 10 Una vez que se ha sacado el instrumento de inspección y los datos de inspección se han abierto a interrogatorio, el controlador 330 está dispuesto para recibir 410 los datos con el propósito de una sincronización 420. El propósito de la etapa de sincronización es identificar los datos que están asociados con el período de tiempo iniciado por el usuario (comienzo de la inspección y tiempo de finalización esperado). Los datos identificados se pueden entonces aislar o extraer 430 con el propósito de un procesamiento (p. ej., para preparar un informe de inspección).
- 15 En las realizaciones descritas anteriormente, en las que puede ser activado el ciclo de medición al ensayar el estado actual del instrumento de inspección cuando está en el fondo de pozo, los temporizadores asociados con el instrumento de inspección y el controlador siguen permaneciendo sincronizados entre sí. Cuando se requiere un informe de inspección, el operario registra el tiempo durante el período de inspección en el que se considera (por el operario/usuario en la superficie) que el instrumento de inspección está estacionario en el lugar deseado del fondo de pozo. El controlador en la superficie busca entonces cómo captar o registrar el tiempo para ser capaz de identificar y/o aislar los datos de inspección medidos relevantes una vez sincronizado con el instrumento de inspección cuando vuelve a la superficie.
- 20 El controlador 330 puede estar dispuesto para proporcionar y presentar un temporizador adicional al operario, que indica el tiempo transcurrido estimado a medida que progresa el ciclo de medición. Por ejemplo, el controlador 330 puede estar configurado para presentar un temporizador al operario/usuario, que muestra un tiempo de espera apropiado (p. ej., del orden de aproximadamente 2 minutos) por ciclo de medición.
- 25 Todos los datos adquiridos por el sensor dentro del giroscopio se registran en un módulo de memoria apropiado y pueden incluir información relevante que corresponde al momento en el que se tomó cada conjunto de datos del giroscopio (es decir, todos los datos registrados por el giroscopio deberían recibir apropiadamente una marca horaria).
- 30 Así, en efecto, las dos mediciones completas y consecutivas, a continuación del momento en el que se pidió 400 la inspección, se extraen 430 y se usan para computarizar los resultados 440 de la inspección. Los resultados se pueden entonces procesar y usar 450 para determinar el cálculo apropiado de la primera posición de indexación 350, seguida por la segunda posición de indexación 360, o viceversa.
- 35 En algunos entornos, puede ser ventajoso un uso eficiente del tiempo disponible con el propósito de una medición. Para realizaciones en las que el instrumento de inspección está configurado para ensayar el estado actual de dicho instrumento de inspección (p. ej., un estado no estacionario), el ciclo de medición puede estar dispuesto para comenzar una vez que expira la duración temporal del período de supervisión. Así, en estas disposiciones, el tiempo necesitado para que el instrumento de inspección permanezca estacionario para medir es la duración temporal del período de supervisión más la duración temporal normal del ciclo de medición.
- 40 Para buscar cómo reducir cualquier retardo excesivo, el instrumento de inspección podría estar configurado para medir datos durante el período de supervisión, al mismo tiempo que se está ensayando el instrumento, por ejemplo, para determinar si dicho instrumento está en un estado estacionario. El instrumento de inspección podría estar configurado por lo tanto para registrar continuamente señales recibidas desde cualquier sensor de medición durante el período de supervisión. Así, las señales desde el sensor o sensores pueden registrarse continuamente en un módulo de memoria intermedia durante el período de supervisión. El módulo de memoria intermedia puede tener un tamaño prescrito para disponer de capacidad suficiente que retenga los datos medidos que se han registrado durante el período de supervisión.
- 45 Cuando expira el período de supervisión, y se confirma el instrumento de inspección, por ejemplo, como que está en un estado estacionario (como se ha descrito anteriormente), entonces, los datos medidos que se han registrado para el módulo de memoria intermedia se pueden usar en la preparación del informe de inspección. De esta manera, los datos medidos que se han registrado durante el período de supervisión llegan a ser parte de los datos utilizados para preparar el informe de inspección. El uso de los datos medidos y registrados durante el período de supervisión sirve por lo tanto para reducir el tiempo que necesita permanecer estacionario el instrumento de inspección con el propósito de una medición.
- 50 En una disposición, el instrumento de inspección podría almacenar continuamente las señales del sensor actual en el módulo de memoria intermedia que tiene un tamaño dado (p. ej., que tiene una capacidad de aproximadamente 10 segundos de datos). Cuando ocurre un período estacionario de 10 segundos, entonces, los datos en la memoria
- 55

intermedia forman una parte válida de la medición de inspección. Así, el tiempo de medición en la posición inicial de indexación no tiene que prolongarse con el tiempo del período de detección de la supervisión (p. ej., 10 segundos).

5 El procesamiento de los datos medidos en bruto puede requerir la necesidad de calibración. Para el caso en el que el sensor comprende un giroscopio, los datos medidos en bruto se pueden corregir usando un fichero de calibración que puede estar almacenado o asociado con el instrumento de inspección. El fichero de calibración podría estar almacenado o asociado también con el controlador 330 en la superficie 320. En algunas realizaciones, el fichero de calibración puede estar almacenado o asociado con una unidad portátil cuando sirve como el controlador 330.

10 En caso de que se incluya un acelerómetro, por ejemplo, los datos del acelerómetro se pueden corregir usando el fichero de calibración. En algunas disposiciones, ciertos términos de error en los datos del giroscopio puede que se tengan que corregir usando los datos del acelerómetro. Con las señales del sensor corregidas, se puede estimar/determinar la carga elástica estática. Para configuraciones en las que se han previsto sustancialmente 180 grados de rotación entre las dos posiciones de indexación, se puede suponer que las señales del giroscopio corregidas tienen sustancialmente la misma magnitud, pero signos opuestos. Mediante un breve ejemplo sencillo, una ecuación simplificada podría parecerse a esto:

15 Datos del giroscopio en la posición de indexación 1: $wx1 = +wx + \text{Carga elástica}$

Datos del giroscopio en la posición de indexación 2: $wx2 = -wx + \text{Carga elástica}$

Carga elástica = $(wx1+wx2)/2$

Para situaciones en las que se conoce la carga elástica, el azimut se puede obtener de una cualquiera de las posiciones de indexación.

20 Se apreciará que el registro de los datos del fondo de pozo se almacenaría en un módulo de memoria de cualquier configuración adecuada previsto con el instrumento de inspección. Así, en una forma, la entrada 410 de los datos registrados en el controlador 330 y la sincronización 420 con los datos del controlador podrían comprender una transferencia desde el módulo de memoria hasta un módulo de memoria dentro del controlador 330. El lector experto apreciará que se podría usar cualquier solución de sincronización de datos (y el hardware asociado).

25 Para ayudar al operario mientras se está realizando la inspección, el controlador 330 usará el conocimiento (generado a través del procesamiento de información y/o datos relevantes bajo control de las instrucciones de programa electrónico) de los sucesos sincronizados que ocurren en el instrumento de inspección, cuando está en el fondo de pozo, para avisar al operario una vez que se hayan adquirido dos mediciones consecutivas completas y se haya finalizado por lo tanto la inspección.

30 Puesto que el operario podría pedir una inspección en cualquier momento arbitrario, y esto podría ocurrir potencialmente en forma parcial a través de una medición, puede requerirse un retardo corto de hasta un período de captación para que finalice la medición en proceso y comience apropiadamente la inspección.

35 En caso de que los términos “sistema”, “dispositivo” y “aparato” se usen en el contexto de la invención, se ha de entender que incluyen referencias a cualquier grupo de componentes o elementos funcionalmente relacionados o interactuantes, interrelacionados, interdependientes o asociados que pueden estar situados próximos, separados, integrados o ser discretos entre sí.

40 En caso de que las palabras “almacenar”, “contener” y “guardar”, o palabras similares, se usen en el contexto de la presente invención, se ha de entender que incluyen referencias al hecho de retener o contener datos o información estable y/o temporalmente en los medios de almacenamiento, el dispositivo o el soporte para su recuperación posterior, y momentánea o instantáneamente, por ejemplo como parte de una operación de procesamiento que se está realizando.

Además, en realizaciones de la invención, la palabra “determinando” se entiende que incluye recibir o acceder a los datos o la información relevantes.

45 Por toda esta memoria descriptiva, y las reivindicaciones que siguen, a menos que el contexto lo requiera de otro modo, la palabra “comprender” o variaciones, tales como “comprende” o “comprendiendo”, se entenderá que implica la inclusión de un conjunto o grupo de conjuntos indicado, pero no la exclusión de cualquier otro conjunto o grupo de conjuntos.

50 Además, por toda la memoria descriptiva, y las reivindicaciones que siguen, a menos que el contexto lo requiera de otro modo, la palabra “incluir” o variaciones, tales como “incluye” o “incluyendo”, se entenderá que implica la inclusión de un conjunto o grupo de conjuntos indicado, pero no la exclusión de cualquier otro conjunto o grupo de conjuntos.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (5) capaz de funcionar para su uso con un instrumento de inspección de pozos de sondeo para indexar un dispositivo (25), que lleva uno o más sensores, alrededor de un eje de indexación (X), estando el aparato caracterizado por que comprende:
- 5 un mecanismo accionador de indexación (15) que comprende una parte accionadora configurada en acoplamiento accionante con un miembro accionado (35) para indexar el dispositivo alrededor del eje de indexación (X),
- estando el mecanismo de indexación configurado para indexar el dispositivo (25) entre unas posiciones de indexación primera y segunda alrededor del eje de indexación (X), estando las posiciones de indexación primera y segunda configuradas para permitir un alcance de desplazamiento entre las mismas de aproximadamente 180
- 10 grados,
- el miembro accionado (35) tiene forma tubular y está dispuesto para rodear una parte del cuerpo del dispositivo, estando el miembro accionado (35) y el cuerpo del dispositivo alineados concéntricos con el eje de indexación (X), estando el miembro accionado y el dispositivo (25) configurados para ser capaces de girar entre sí alrededor del eje de indexación (X),
- 15 estando el miembro accionado dispuesto en asociación capaz de funcionar con un conjunto que comprende al menos un elemento elástico (75, 77) dispuesto para ser capaz de pasar hasta/desde un estado de carga elástica de manera que se reduce, al menos en cierta medida, la exposición del dispositivo (25) a cualquier fuerza física no deseable.
2. El aparato según la reivindicación 1, en el que dicho conjunto está configurado para asociar elásticamente el
- 20 miembro accionado con un soporte (65), estando el soporte dispuesto para ser fijo o estar impedido a moverse con relación al eje de indexación (X).
3. El aparato según la reivindicación 2, en el que el soporte (65) tiene forma tubular y está dispuesto para rodear una segunda parte del cuerpo del dispositivo adyacente al miembro accionado (35), estando el soporte y la segunda parte del dispositivo (25) alineados concéntricos con el eje de indexación (X).
- 25 4. El aparato según la reivindicación 3, en el que dicho conjunto comprende unos elementos de acoplamiento elástico primero y segundo (75, 77) configurados para acoplar elásticamente el miembro accionado (35) con el soporte (65), estando los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo (75, 77) dispuestos de manera simétrica respecto y con relación al eje de indexación (X) para proporcionar una disposición en la que ambos elementos de acoplamiento elástico cooperan para amortiguar o reducir, al menos en parte, cualquier fuerza de
- 30 vibración y/o de choque que podría impartirse al dispositivo (25) durante el funcionamiento.
5. El aparato según la reivindicación 4, en el que los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo (75, 77) comprenden unos extremos libres enfrentados, estando un extremo libre de cada uno de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo fijados al miembro accionado (35) adyacentes entre sí y estando el extremo libre alternativo de cada uno de los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo fijados al
- 35 soporte (65) adyacentes entre sí, estando los puntos de fijación previstos con el miembro accionado sustancialmente opuestos a los puntos de fijación previstos con el soporte con relación al eje de indexación (X).
6. El aparato según la reivindicación 5, en el que los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo (75, 77) están dispuestos con una tensión sustancialmente equivalente de modo que sus fuerzas de acoplamiento o carga elástica respectivas, existentes entre el miembro accionado (35) y el soporte (65), son sustancialmente iguales
- 40 cuando el dispositivo está en una posición intermedia a las posiciones de indexación primera y segunda.
7. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el aparato comprende medios limitadores (170) configurados para confirmar el dispositivo en las posiciones de indexación primera o segunda cuando están indexados al mismo.
8. El aparato según la reivindicación 7, en el que los medios limitadores comprenden un miembro de tope (170) fijo
- 45 con relación al dispositivo (25) y que sobresale radialmente alejándose del mismo, estando los medios limitadores configurados de modo que la rotación del dispositivo permite que el miembro de tope se lleve a apoyarse contra una primera zona (180, 185) del soporte (65) para confirmar la colocación correcta del dispositivo en la primera posición de indexación cuando está indexado a la misma y contra una segunda zona (180, 185) del soporte para confirmar la colocación correcta del dispositivo en la segunda posición de indexación cuando está indexado a la misma.
- 50 9. El aparato según la reivindicación 8, en el que las zonas primera y segunda (180, 185) del soporte (65) están previstas en forma de zonas opuestas de una ranura alineada circunferencialmente prevista con el soporte.
10. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, cuando sean dependientes de la reivindicación 4, en el que el miembro accionado (35) es capaz de funcionar con los elementos de acoplamiento elástico primero y segundo (75, 77) de manera que el accionamiento del miembro accionado más allá de una de las

posiciones de indexación primera o segunda hace que el dispositivo se cargue elásticamente hasta o hacia la posición prevista de indexación cuando cesa el accionamiento del miembro accionado.

- 5 11. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el o cada sensor comprende cualquiera de los siguientes: acelerómetros, giroscopios, conmutadores físicos, magnetómetros, sensores de vibración, inclinómetros y sensores RPM inductivos.
12. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el dispositivo está configurado para llevar el mecanismo accionador de indexación (15).
13. El aparato según la reivindicación 12, en el que la parte accionadora comprende un elemento accionador configurado para montar con el dispositivo excéntricamente con relación al eje de indexación (X).
- 10 14. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la transferencia de accionamiento al miembro accionado (35) se consigue mediante un conjunto de coronas dentadas (45) que tiene una corona dentada anular (47) asociada con el miembro accionado (35) y capaz de funcionar con un piñón (48) asociado con el mecanismo accionador de indexación (15).
- 15 15. Un instrumento de inspección de fondos de pozo, que comprende un aparato dispuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.
16. Un método para hacer funcionar un aparato dispuesto para indexar un dispositivo alrededor de un eje de indexación (X) para su uso en una operación de inspección de fondos de pozo, caracterizado por que el método comprende:
- proporcionar un aparato (5) dispuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14;
- 20 asociar el aparato (5) con un instrumento de inspección de fondos de pozo de modo que el aparato es capaz de funcionar con el mismo;
- hacer que el aparato (5) accione el dispositivo (25) alrededor del eje de indexación (X) hasta, hacia o desde una posición de indexación.
- 25 17. El método según la reivindicación 16, en el que el método comprende hacer que el aparato (5) sujete el dispositivo (25) en una posición de indexación durante un período predeterminado de tiempo antes de accionar el dispositivo hacia otra posición de indexación para ser sujetado en la misma durante aproximadamente el período predeterminado de tiempo.
- 30 18. El método según la reivindicación 16 o la reivindicación 17, en el que el método comprende hacer que el aparato (5) reduzca la velocidad de accionamiento del dispositivo (25) alrededor del eje de indexación (X) a medida que el dispositivo se aproxima a una posición prevista de indexación.
19. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en el que el método comprende además:
- hacer que el aparato (5) siga accionando el dispositivo (25) en la dirección de una posición prevista de indexación, una vez que se ha alcanzado dicha posición prevista de indexación; y
- 35 hacer que el aparato (5) deje de accionar el dispositivo (25) de manera que el dispositivo se carga elásticamente hasta, hacia o en la posición prevista de indexación.
20. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, en el que el método comprende accionar el dispositivo (25) entre una primera posición de indexación y una segunda posición de indexación de manera consecutiva durante el transcurso de un período predeterminado de tiempo.
- 40 21. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, en el que el método comprende hacer que el aparato (5) accione el dispositivo (25) hasta una posición de estacionamiento o inactiva, estando el aparato configurado de una manera en la que se reduce sustancialmente la exposición del dispositivo a cualquier fuerza física no deseable, cuando el dispositivo está en dicha posición de estacionamiento o inactiva.

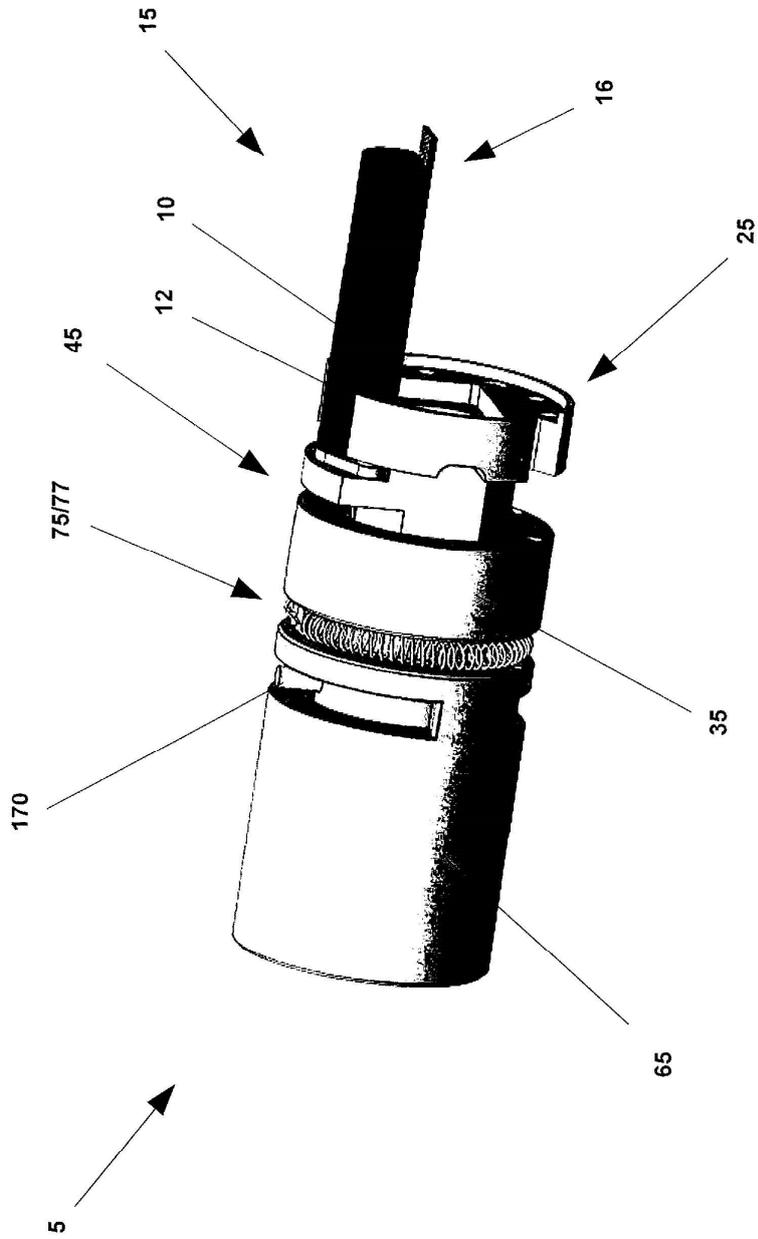
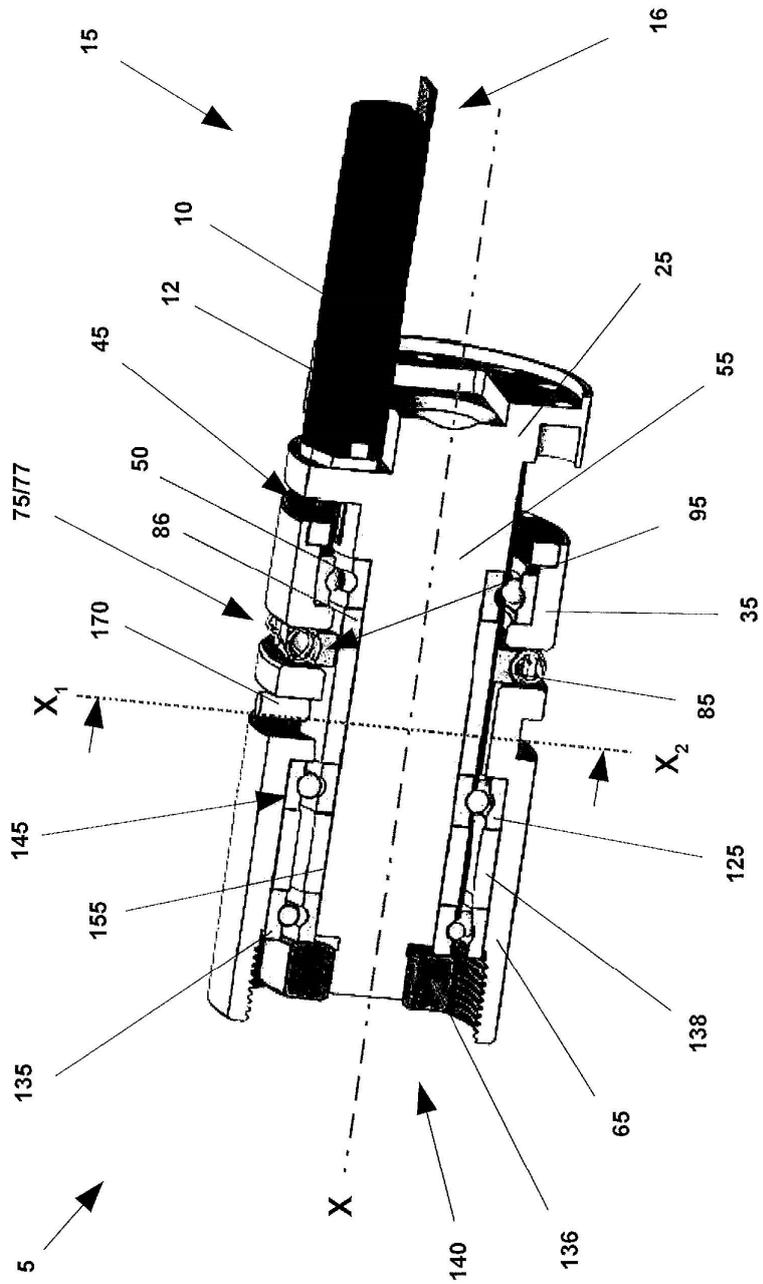


FIGURA 1



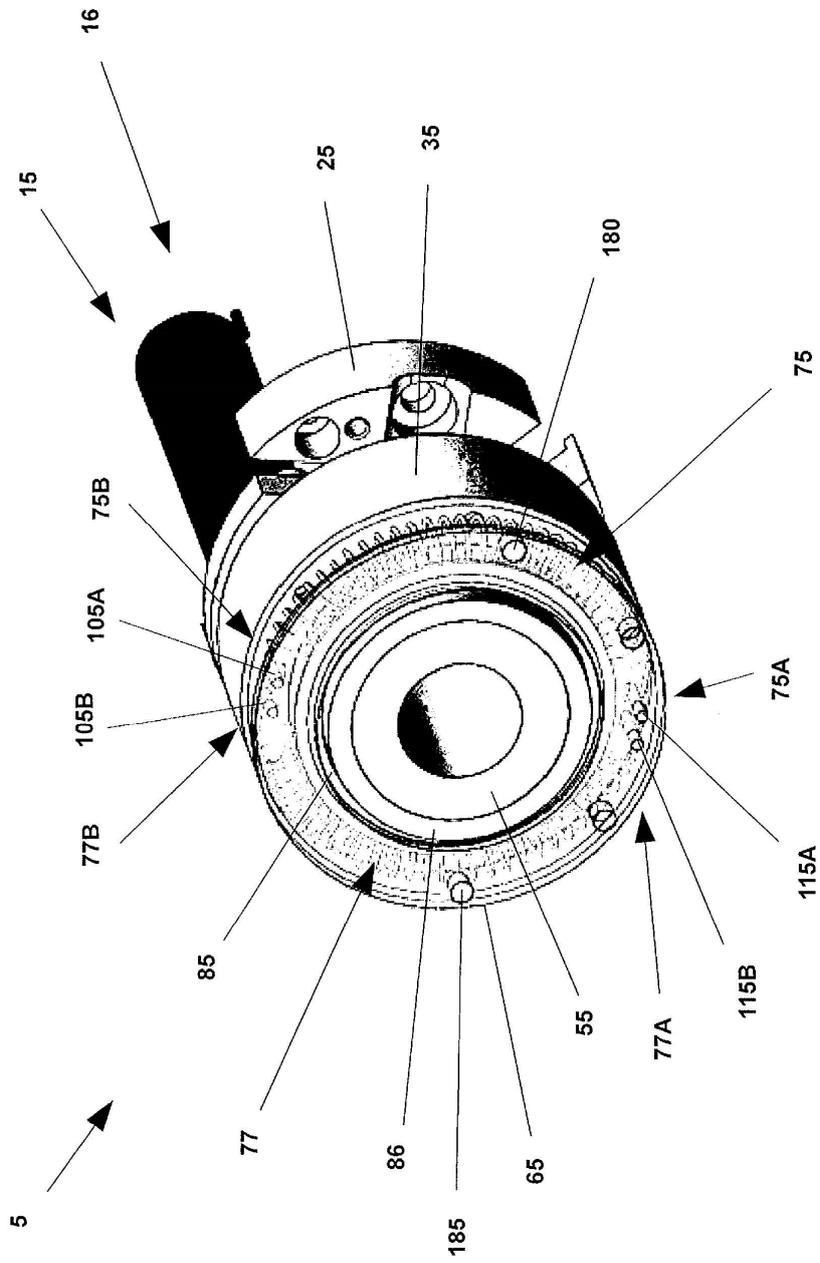


FIGURA 3

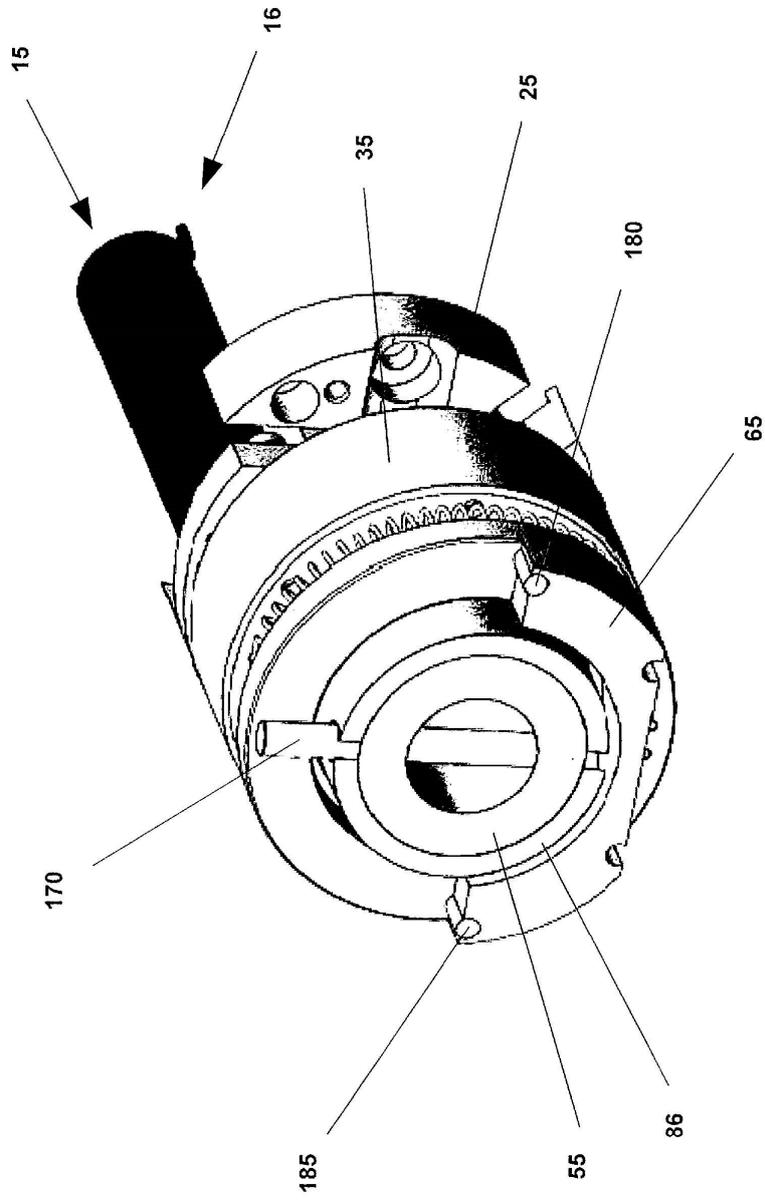


FIGURA 4

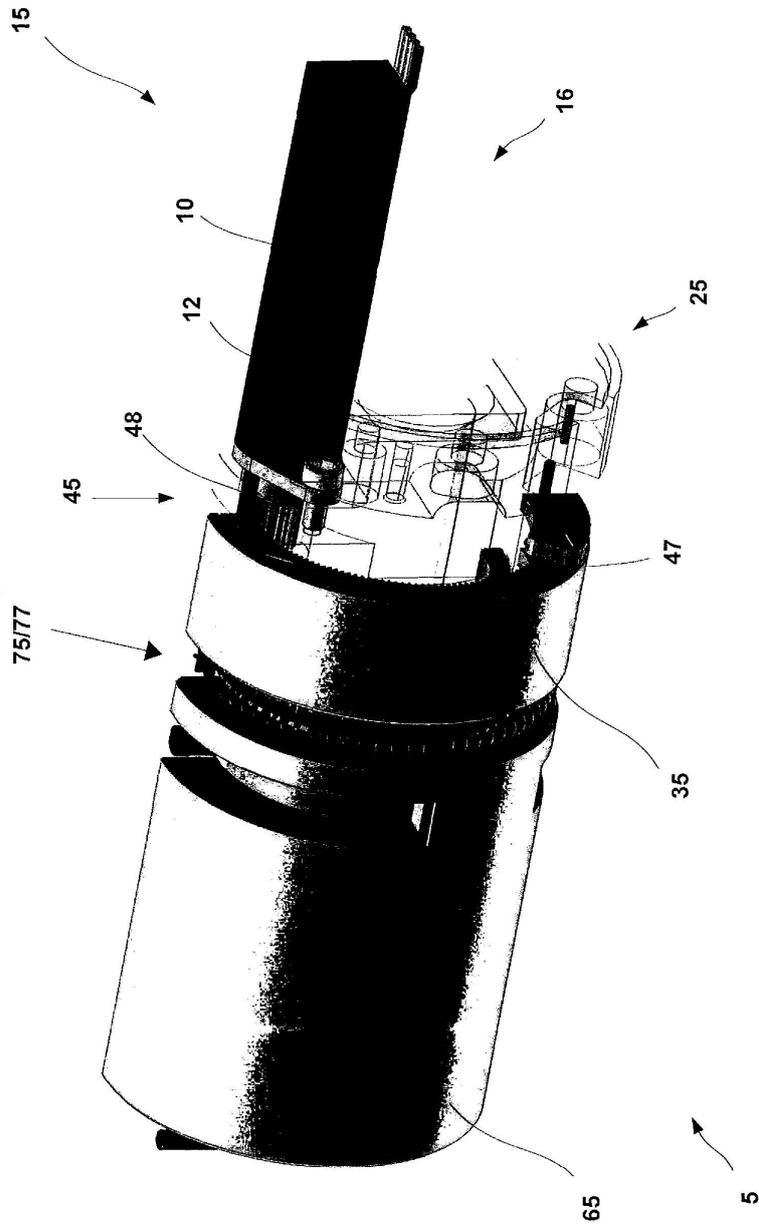


FIGURA 5

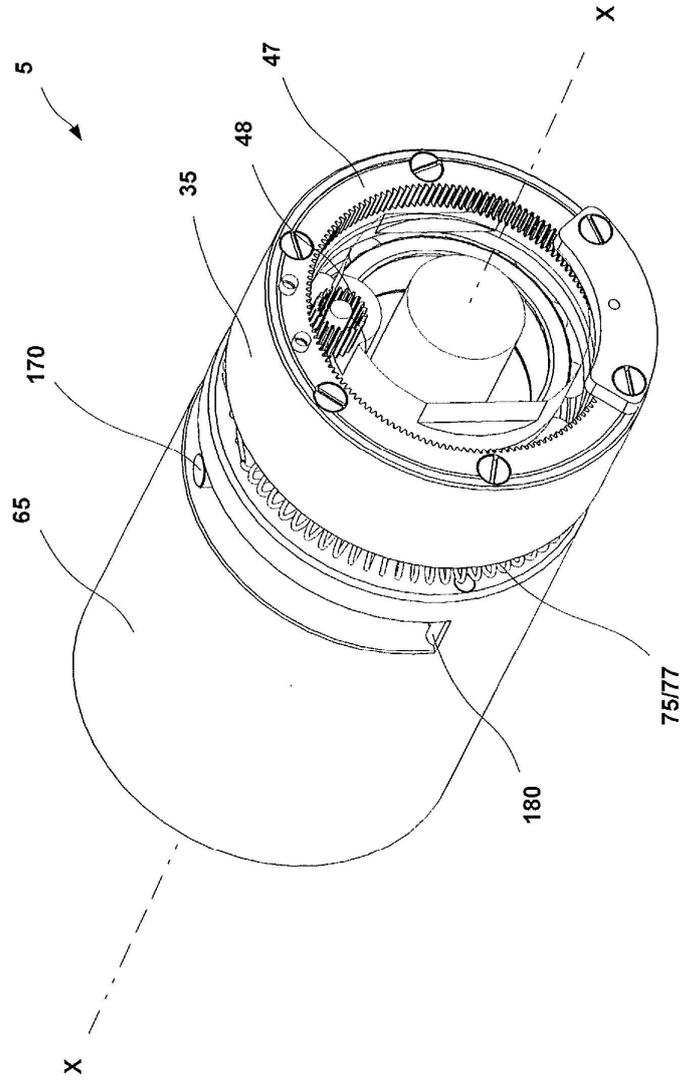


FIGURA 6

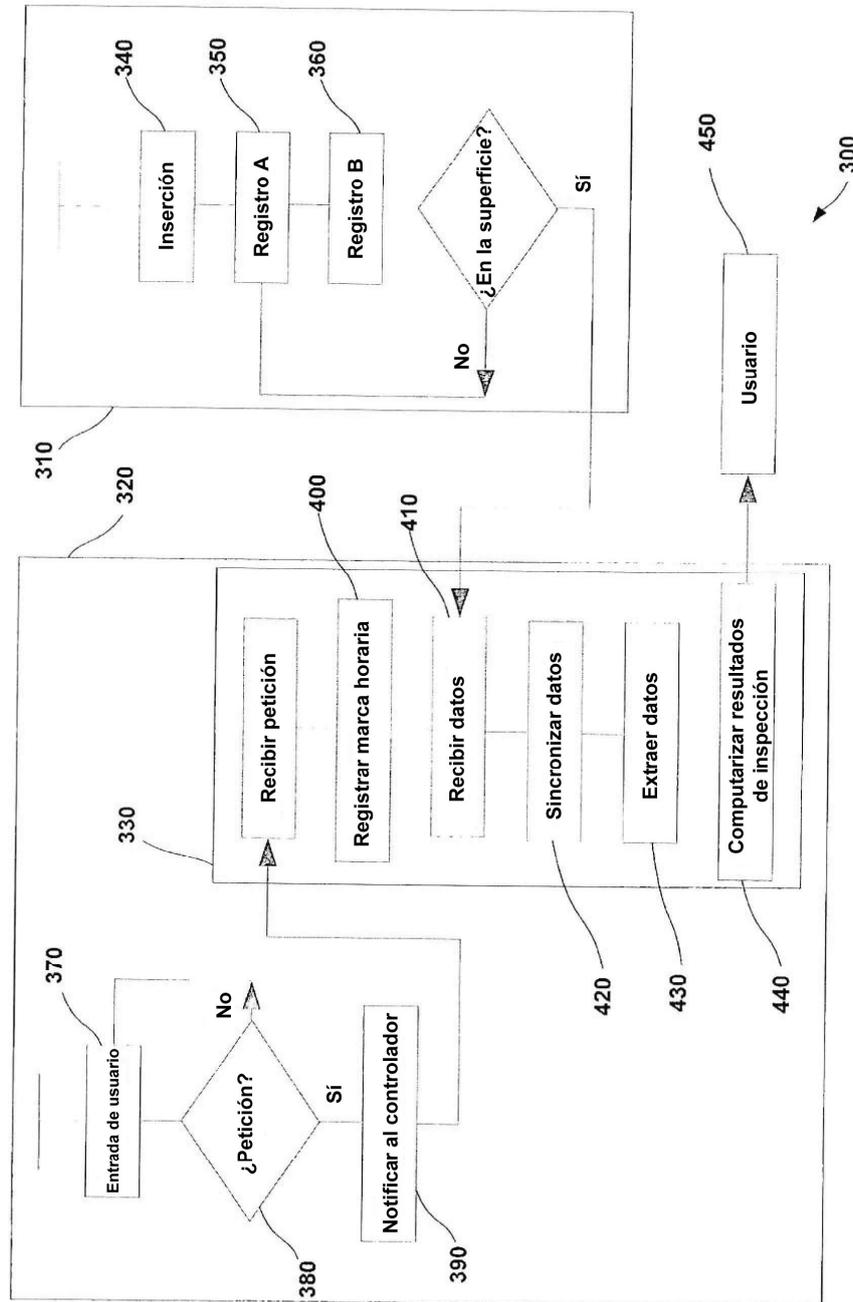


FIGURA 7

