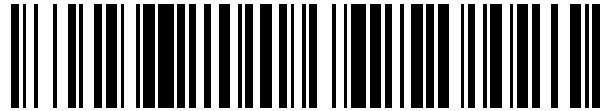


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 704**

51 Int. Cl.:

G01B 21/14 (2006.01)

E21B 17/10 (2006.01)

E21B 47/08 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2012 E 12712167 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015 EP 2686639**

54 Título: **Unidad de medición de agujero autocentrante**

30 Prioridad:

15.03.2011 US 201113048061

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

11.02.2015

73 Titular/es:

**SIEMENS ENERGY, INC. (100.0%)
4400 Alafaya Trail
Orlando, Florida 32826-2399, US**

72 Inventor/es:

**FRASER, DANIEL y
LOMBARDO, ERIK A.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 528 704 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

Unidad de medición de agujero autocentrante

Antecedentes de invención

5 La presente invención se relaciona con la medición de diámetros de agujeros dentro de elementos huecos. Específicamente, la presente invención se dirige a una unidad de medición de agujero autocentrante.

10 Es bien sabido que las mediciones precisas de agujeros de elementos huecos proporcionan datos importantes en el análisis de elementos y aparatos de los que forman parte. Estos datos son muy deseables en la fabricación y mantenimiento de agujeros de rotores de generadores, agujeros de ejes de turbinas, y similares. Por ejemplo, se pueden utilizar lecturas iniciales del diámetro de agujero para determinar si se ha construido un agujero con las especificaciones adecuadas. Adicionalmente, se puede revelar la fluencia de agujero o áreas de alto estrés a través de pruebas periódicas de medición de agujero durante el uso.

Se conoce una unidad de medición de agujero autocentrante de, por ejemplo, el documento US-3 555 689.

Sin embargo, las técnicas conocidas para medir el diámetro de los agujeros tienen limitaciones.

Breve resumen de la invención

15 Los dispositivos de medición de agujeros actuales se limitan en diversas formas. Como un ejemplo, no se puede medir la longitud completa de los agujeros que tienen determinadas geometrías. Por lo tanto se pueden limitar a medir agujeros que no incluyen cuellos de botella o varianzas en el diámetro de sección transversal. También se pueden limitar a agujeros que están por debajo de determinadas longitudes totales. Los dispositivos de medición de agujeros actuales también pueden ser incapaces de medir exactamente agujeros que incluyen una superficie irregular dentro del agujero en sí mismo, tal como una depresión creada durante un procedimiento defectuoso de fijación rutinaria.

20 Adicionalmente, las unidades de medición de agujero convencionales se limitan a tres puntos de medición alrededor del diámetro del agujero en una posición lineal particular dentro del agujero. Aunque se reconocerá que tres puntos son el número mínimo de puntos requeridos para producir un círculo, agregar más puntos de datos al análisis crea una lectura de "mejor ajuste" precisa del diámetro del agujero actual.

Por último, también se deben disponer específicamente unidades de medición de agujeros convencionales para un único diámetro del agujero. Estas unidades no se ajustan de forma dinámica a agujeros de diferentes diámetros, por no hablar de un único agujero que tiene un diámetro variable.

30 En vista de esto, la presente invención proporciona una unidad de medición de agujero autocentrante de acuerdo con la reivindicación 1 que es capaz de realizar mediciones de agujero exactas en agujeros de varias geometrías y condiciones.

El primer mecanismo de ajuste puede comprender adicionalmente una rueda asociada con cada brazo articulado, las ruedas se posicionan en las bisagras de los brazos en el diámetro relativo.

35 La unidad de medición de agujero puede comprender adicionalmente un accionador lineal que acopla el collar deslizante del primer mecanismo de ajuste al cuerpo alargado de tal manera que el accionador lineal mueve el collar deslizante en relación con el cuerpo alargado. El accionador lineal puede ser un cilindro sin vástago acoplado de forma magnética operado neumáticamente, u otro tipo de accionador tal como un accionador impulsado por tornillo.

40 El primer mecanismo de ajuste y el segundo mecanismo de ajuste se pueden ajustar de forma separable, los mecanismos de ajuste capaces de formar dos diámetros relativos diferentes de tal manera que el elemento alargado permanece centrado en un agujero que tiene un diámetro variable. En dicho caso, pueden existir dos accionadores lineales.

45 La porción de medición puede comprender por lo menos un sensor de distancia fotoeléctrico que gira para detectar distancias asociadas con el diámetro del agujero interno del elemento hueco aproximadamente en ciclos de 360°. El sensor de distancia fotoeléctrico puede tomar por lo menos cuatro lecturas durante cada ciclo para un total de por lo menos cuatro lecturas de distancia. La unidad de medición de agujero puede comprender adicionalmente un ordenador de recolección y procesamiento de datos con pantalla, en donde por lo menos cuatro lecturas de distancia se recolectan y se ajustan en un mejor círculo de ajuste cuyas dimensiones se presentan sobre la pantalla.

La porción de medición puede comprender dos sensores de distancia fotoeléctricos, los sensores de distancia fotoeléctricos cada uno rota en por lo menos ciclos de 180° y cada uno toma por lo menos dos lecturas de distancia durante cada ciclo.

5 La porción de medición puede medir el diámetro del agujero del elemento hueco dentro de una tolerancia de aproximadamente 1/1000".

La presente invención también proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 11 para medir el diámetro del agujero interno de un eje hueco.

10 El método puede comprender adicionalmente mover el dispositivo de medición alargado a lo largo de la longitud del agujero interno y activar la porción de medición para tomar una segunda pluralidad de lecturas de mediciones del agujero interno en un área adyacente a la porción de medición.

La etapa de movimiento puede comprender ajustar el diámetro relativo de por lo menos uno de los mecanismos de ajuste.

15 Se puede alcanzar la etapa de inserción al empujar el dispositivo de medición alargado en el agujero con una barra graduada para medición. En dicho caso, el método puede comprender adicionalmente identificar la profundidad de penetración en el agujero interno de la porción de medición y mover el dispositivo de medición alargado a lo largo de la longitud del agujero interno una distancia predeterminada. Luego el método puede incluir activar la porción de medición para tomar una segunda pluralidad de lecturas de mediciones del agujero interno en un área adyacente a la porción de medición.

20 La etapa de activar la porción de medición puede tomar por lo menos tres lecturas del agujero interno en un área adyacente a la porción de medición. Las lecturas se pueden transportar a y se almacenan en un ordenador de recolección y procesamiento de datos.

La porción de medición puede incluir dos sensores, cada uno adaptado para tomar lecturas de mediciones.

25 En una realización adicional de la presente invención, una unidad de medición de agujero para medir el diámetro interno de un elemento hueco que tiene un agujero con un eje longitudinal puede comprender un cuerpo principal alargado que tiene un eje longitudinal, dos mecanismos de ajuste asociados con el cuerpo principal, los mecanismos de ajuste cada uno se triangula para expandirse y posicionar el eje longitudinal del cuerpo principal alargado a lo largo del eje longitudinal del agujero cuando el cuerpo principal alargado se inserta allí, y un sensor de rotación, el sensor de rotación toma una pluralidad de lecturas del diámetro interno del elemento hueco.

Breve descripción de los dibujos

30 La anterior descripción, así como también objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención se entenderán con referencia a la siguiente descripción detallada de la unidad de medición de agujero autocentrante cuando se toma en conjunto con los dibujos acompañantes, en donde:

La Figura 1 representa una vista esquemática de una unidad que mide agujero de acuerdo con una realización de la presente invención;

35 La Figura 2 representa una vista esquemática detallada del primer mecanismo de ajuste de la unidad de medición de agujero de la Figura 1;

La Figura 3 representa una vista en sección transversal parcial de la unidad de medición de agujero de la Figura 1;

Las Figuras 4A y 4B representan vistas detalladas de la porción de medición de la unidad de medición de agujero de la Figura 1 con un sensor y dos sensores, respectivamente; y,

40 La Figura 5 representa la unidad que mide el agujero de la Figura 1 en uso dentro del agujero de un elemento hueco.

Descripción detallada

45 En la descripción de las realizaciones preferidas de la materia objeto ilustrada y que se van a describir con respecto a los dibujos, se recurrirá a la terminología específica en aras de claridad. Sin embargo, la invención no está destinada a limitarse a los términos específicos así seleccionados, y se debe entender que cada término específico incluye todos los equivalentes técnicos que operan de una manera similar para lograr un propósito similar.

El alcance de la invención solo se define por las reivindicaciones adjuntas.

Se describen aquí las realizaciones de la unidad de medición de agujero autocentrante de la presente invención. La unidad de medición de agujero se diseña para medir el diámetro del agujero interno de elementos huecos tales como agujeros de rotor de generador, agujeros de eje de turbina, y similares. Se prevé que la unidad de medición de agujero sea capaz de medir agujeros con diámetros internos en el rango de aproximadamente 4"Ø a 12"Ø y ser exacta dentro de aproximadamente 0.001" (o aproximadamente 25.4 micras). Lo ideal es que la unidad que mide agujeros sea capaz de medir el diámetro de agujeros por lo menos tan pequeños como 4.25"Ø. Adicionalmente, la unidad de medición de agujero puede medir agujeros dentro de elementos huecos de más de 50 pies en longitud o más. Las mediciones se pueden tomar antes de poner en mancha el elemento hueco o periódicamente durante uso, por ejemplo una vez por año.

La Figura 1 representa una vista esquemática de una unidad de medición de agujero 100 de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la Figura 1, la unidad de medición de agujero incluye un cuerpo principal alargado y cilíndrico 102 que tiene un primer extremo 104 y un segundo extremo 106. El primer extremo 104 incluye una porción de medición 108 adaptada para detectar mediciones del diámetro del agujero interno de elementos huecos dentro de los cuales se inserta la unidad de medición de agujero. Entre el primer extremo y segundo extremo 104, 106 de la unidad de medición de agujero 100, y preferiblemente cerca del primer extremo y segundo extremo respectivamente, se separan los mecanismos de ajuste en la forma de un primer mecanismo de ajuste 110 y un segundo mecanismo de ajuste 112. Como se discutirá, los mecanismos de ajuste 110, 112 alteran el diámetro total de la unidad de medición de agujero 100 y mantienen el cuerpo principal 102 en una orientación que es paralela, y se centra en un agujero interno de un elemento hueco.

Pasando a la Figura 2, se muestra una vista esquemática detallada del primer mecanismo de ajuste 110 de la unidad de medición de agujero 100. El mecanismo consiste de diversos componentes, que incluyen un collar fijo 114 y un collar deslizante 116, ambos de los cuales están generalmente en forma anular.

Como el nombre lo sugiere, el collar fijo 114 se adhiere de forma fija al cuerpo principal 102, por ejemplo mediante soldadura, unión química, o fijación mecánica. El collar fijo 114 incluye tres orejas, 118a, 118b, 118c, preferiblemente separadas en intervalos de 120° alrededor del collar fijo, las asas que enfrentan el collar deslizante 116. Cada una de las asas incluye una apertura (no visible en los dibujos) a través de los cuales se pueden impulsar los pasadores 120a, 120b, 120c para formar ejes de giro.

El collar deslizante 116 se dispone de forma similar al collar fijo 114, y también incluye asas 122a, 122b, 122c, preferiblemente se separa en intervalos de 120° alrededor del collar deslizante, o por lo menos en intervalos que corresponden a aquellos de las asas 118a, 118b, 118c del collar fijo. Las asas 122a, 122b, 122c enfrentan el collar fijo 114 e incluyen aperturas (no visibles en los dibujos) a través de las cuales se pueden impulsar los pasadores 124a, 124b, 124c para formar ejes de giro. A diferencia del collar fijo 114, el collar deslizante 116 no se fija en la relación longitudinal al cuerpo principal 102.

Conectando las asas correspondientes, es decir la oreja 118a a la oreja 122a, la oreja 118b a la oreja 122b, y la oreja 118c a la oreja 122c, hay tres pares de brazos, 126a, 126b, 126c. Cada uno de los brazos se articula alrededor de las articulaciones 128a, 128b, 128c formadas en la unión entre los primeros segmentos de brazos 130a, 130b, 130c y segundos segmentos de brazos 132a, 132b, 132c. Se apreciará que los primeros segmentos de brazos 130a, 130b, 130c y segundos segmentos de brazos 132a, 132b, 132c pueden ser iguales en longitud o pueden ser diferentes en longitud. Sin embargo, se prefiere que por lo menos todos los primeros segmentos de brazos 130a, 130b, 130c sean de igual longitud y todos los segundos segmentos de brazos 132a, 132b, 132c también son de iguales longitudes, incluso si son diferentes de los primeros segmentos de brazos. Adicionalmente, las longitudes totales de los brazos 126a, 126b, 126c preferiblemente deben ser iguales.

Las uniones 128a, 128b, 128c se forman a partir de las aperturas correspondientes (no visibles en los dibujos) de los primeros segmentos de brazos 130a, 130b, 130c y segundos segmentos de brazos 132a, 132b, 132c, que se fijan entre sí mediante pasadores 134a, 134b, 134c. Intercaladas dentro de cada unión 128a, 128b, 128c están las ruedas 136a, 136b, 136c que se disponen para rodar libremente a lo largo del eje longitudinal del cuerpo principal 102, por ejemplo al rotar alrededor de los respectivos pasadores 134a, 134b, 134c. Preferiblemente, las ruedas no interfieren e incluyen rodamientos que rueden relativamente fácil.

Aunque no se describe en detalle aquí, se apreciará que el segundo elemento de ajuste 112 está configurado de la misma manera que el primer elemento de ajuste 110.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 1, el cuerpo principal 102 se muestra con un par de ranuras alineadas longitudinalmente cada una asociada con uno de los elementos de ajuste 110, 112. Utilizando el primer elemento de ajuste 110 como un ejemplo, se muestra que la ranura 138a se extiende desde un punto entre el collar fijo 114 y el collar deslizante 116 hasta un punto fuera del collar deslizante 116. En la Figura 1 no se muestran ranuras

adicionales ubicadas 180° alrededor del cuerpo principal 102 de las dos ranuras mostradas. Las ranuras en esta relación de 180° se muestran en la Figura 3 como ranuras 138a, 138b.

La Figura 3 representa una vista en sección transversal parcial de la unidad de medición de agujero 100 de la Figura 1. Dentro del interior de la unidad de medición de agujero 100, y asociada con el primer mecanismo de ajuste 110, se muestran un par de soportes de accionadores separados 140a, 140b. Los soportes de accionador 140a, 140b pueden ser generalmente cuerpos circulares con un área central hueca 142a, 142b y una pluralidad de cortes 144a, 144b, 144c, 144d. Los soportes 140a, 140b apoyan un accionador lineal, preferiblemente en la forma de un cilindro sin vástago acoplado magnéticamente 146, que se extiende entre los dos soportes. El cilindro sin vástago acoplado magnéticamente 146 se coloca a través de las áreas centrales huecas 142a, 142b y se puede mantener en su lugar con equipos mecánicos tales como pernos 149a, 149b en el exterior de los respectivos soportes. Los cortes 144a, 144b, 144c, 144d de los soportes de accionador 140a, 140b proporcionan rutas para cables y suministro de aire para viajar. Como se discutirá, los cables son para energía y señalización de dispositivos electrónicos tal como un motor y sensor y el suministro de aire es para la operación de los elementos neumáticos.

Se apreciará que el cilindro sin vástago acoplado magnéticamente 146 incluye un montaje 148 que viaja a lo largo del cilindro bajo la influencia de presión de aire o de vacío, de la forma convencional. De esta manera, se conecta una llave de aire 150 proporcionado sobre el cilindro sin vástago acoplado magnéticamente 146 a una manguera de aire 152, como se muestra en la Figura 3. La manguera de aire está a su vez conectada a un suministro de aire que proporciona "aire comprimido de taller" estándar en el rango de aproximadamente 90 psi para expandir los mecanismos de ajuste 110, 112. Luego de la eliminación del "aire comprimido de taller", los mecanismos de ajuste 110, 112 se les permite volver a una condición contraída que pone la unidad de medición de agujero 100 en la configuración de su diámetro más pequeño. Esto es ventajoso, por ejemplo, al retirar la unidad de medición de agujero 100 de un agujero, como se discutirá. Los cilindros sin vástago acoplados magnéticamente adecuados para esta aplicación incluyen aquellos previstos como Serie NCY3B por SMC Corporation.

Conectados con el montaje 148 hay un par de cabezales de accionamiento 154a, 154b. Los cabezales de accionamiento 154a, 154b se adjuntan al montaje 148 y cada uno incluye una porción de extensión 156a, 156b que tiene un tamaño y se configura para ajustarse firmemente dentro de las ranuras 138a, 138b, respectivamente, y para viajar dentro de las ranuras. Cuando se proporciona o se elimina el aire del cilindro sin vástago acoplado magnéticamente 146 a través de la llave de aire 150, el montaje 148 se desliza a lo largo del cilindro sin vástago acoplado magnéticamente y por lo tanto el cuerpo principal 102, se une sólo por los límites de las ranuras 138a, 138b. Este movimiento provoca que las patas 126a, 126b, 126c del primer mecanismo de ajuste 110 se expandan o contraigan, alterando de esta manera el diámetro total de la unidad de medición de agujero 100.

En el primer extremo 104 del aparato de medición de agujero, y formando la porción de medición 108, los componentes se adaptan para medir el diámetro del agujero interno de un elemento hueco dentro del cual se inserta la unidad de medición de agujero 100. Con este fin, la porción de medición 108 incluye un codificador de motor 158 ubicado dentro del cuerpo principal 102. El codificador de motor 158 es un motor eléctrico que hace girar un eje 160, mientras que convierte la posición angular del árbol a un código análogo o digital que se puede leer por un procesador de ordenador, tal como aquel que se describe. Adicionalmente, el árbol también puede incluir un sensor de proximidad (no mostrado), para también leer el comienzo la posición de inicio/ parada. El árbol 160 incluye una porción 160a dentro del cuerpo principal 102, y una porción 160b fuera del cuerpo principal. El árbol 160 se mantiene en su lugar con un anillo de deslizamiento 162 que forma el extremo del cuerpo principal 102, el anillo de deslizamiento permite la rotación del árbol sin necesidad de cables eléctricos del sensor lo que es un impedimento. Conectado al árbol 160 en su porción externa 160b está un soporte de sensor 164, en el caso de la Figura 3 es un soporte de doble sensor. El soporte de sensor 164 tiene uno o más sensores 166a, 166b firmemente en su lugar mientras que el árbol 160 gira la totalidad de la combinación de sensor y soporte de sensor. Es importante que el soporte del sensor mantenga firmemente los sensores 166 de tal manera que los sensores 166 no cambien durante el uso, lo que podría introducir errores en las lecturas de distancia.

Los sensores 166 son preferiblemente sensores de distancia fotoeléctricos que no son sensibles a la superficie de acabado en la forma de sensores láser, aunque también se pueden configurar como otros tipos de sensores tales como sensores láser. Preferiblemente, los sensores 166 son del tipo fabricado por la compañía Baumer Electronic, tal como el modelo OADM12.

En la realización mostrada en la Figura 3, los sensores 166a, 166b están diametralmente opuestos entre sí de tal manera que la lectura del diámetro interno de 360° completo se puede obtener a partir de un barrido de motor de 180°. Sin embargo, las consideraciones de espacio pueden exigir que se utilice un único sensor 166a. En dicho caso, el sensor 166 se puede barrer a través de los 360° de revolución para cada lectura de diámetro interno. Las Figuras 4A y 4B representan vistas ampliadas de una porción de medición 108 de un único sensor 166a y una porción de medición de un sensor doble 166a, 166b, respectivamente. Por supuesto, también se pueden utilizar más de dos sensores.

Se muestra en la Figura 5 una unidad de medición de agujero 100 insertada dentro de un agujero de un elemento hueco (M). Como se muestra en la Figura 5, la unidad de medición de orificio completa 100 también incluye un ordenador de recolección y procesamiento de datos, o un procesador de ordenador (P), que se conecta a los dispositivos electrónicos de la unidad, que incluyen el codificador del motor 158 y uno o más sensores 166. Preferiblemente, el procesador de ordenador (P) incluye una pantalla para indicar las lecturas pasadas y otra información.

Para insertar la unidad de medición de agujero 100, un operador colocará la unidad en su configuración de diámetro más pequeña, con los mecanismos de ajuste 110, 112 totalmente o casi retraídos. La unidad 100 luego se puede colocar dentro del agujero de un elemento hueco (M). Luego se puede introducir aire lentamente en los cilindros sin vástago acoplados magnéticamente 146 de cada mecanismo de ajuste 110, 112, que puede ser a través de un colector común independientemente, dependiendo de la disposición física y las necesidades del operador. Por ejemplo, los diámetros del agujero interno complejo pueden requerir un ajuste independiente. El aire mueve los montajes 148 dentro de las ranuras 138 y de ese modo se expanden los mecanismos de ajuste 110, 112. Esta expansión provoca que las ruedas 136 hagan tope con el diámetro interno del elemento hueco (M), mientras que centran la unidad de medición de agujero 100 a lo largo de una línea central longitudinal común (CL) del elemento hueco (M) y la unidad de medición de agujero 100.

Se puede utilizar una barra (R) para empujar la unidad de medición de agujero 100 en el elemento hueco. Preferiblemente, la barra (R) está indexada de tal manera que las lecturas de diámetro interno se pueden tomar en intervalos fijos. La inserción se puede conseguir manualmente, en cuyo caso un operador puede alinear los índices con una posición fija, tal como el segundo extremo 106 de la unidad de medición de agujero 100, o con un mecanismo de desplazamiento electrónico. La presión del aire en los cilindros sin vástago acoplados magnéticamente 146 se puede ajustar para tener en cuenta los diferentes diámetros del elemento hueco (M) cuando la unidad de medición de agujero 100 se hace avanzar en el agujero. Los agujeros de más de 50 pies o más se pueden medir al agregar a la longitud de la barra (R), por ejemplo al agregar segmentos en rosca.

El intervalo fijo para lecturas puede ser del orden de 1/4" a varias pulgadas, y es generalmente aproximadamente cada pulgada. Por lo tanto, en cada pulgada (u otro intervalo fijo) de inserción, se toma un mejor círculo de ajuste del diámetro de orificio interno del elemento hueco (M), y se registra por el procesador de ordenador. En la operación de inserción manual, el operador puede introducir una combinación de teclas en el procesador del ordenador (P) para avisar que se debe tomar una nueva lectura. En dicho caso, se puede introducir manualmente la excursión de la unidad de medición de agujero 100 en el elemento hueco (M). Cuando la unidad de medición de orificio 100 se inserta automáticamente, la operación se puede automatizar.

Se puede tomar un mínimo de tres lecturas de diámetro de agujero en cada intervalo, tres diámetros del agujero representan el número mínimo de lecturas necesarias para completar un mejor círculo de ajuste. Preferiblemente, se pueden leer muchos más diámetros, por ejemplo uno en cada grado de rotación. Cuando se toman un mayor número de lecturas de diámetro en cada intervalo, son necesarias más capacidades de potencia de computación y almacenamiento. Como tal, el fabricante puede decidir un equilibrio adecuado entre los requisitos del sistema y la sensibilidad. Preferiblemente, el sistema se configura para tomar por lo menos una lectura por cada grado del diámetro de 360°. Se puede utilizar el sensor de proximidad (no mostrado) para asegurar que los sensores logran un barrido completo de rotación, que es de 360° para un único sensor o 180° para una configuración de sensor doble.

Luego de la lectura de diámetros de agujero a lo largo del elemento hueco, o a través de cualquier porción que se desee, se puede retirar la unidad de medición de agujero 100. Esto se logra al retirar la barra (R) en la operación manual u operación inversa del operador inserción automatizada. De nuevo, la presión del aire se puede ajustar periódicamente según sea necesario.

Aunque se ha descrito aquí la invención con referencia a las realizaciones particulares, se debe entender que estas realizaciones son solo ilustrativas de los principios y aplicaciones de la presente invención. Por lo tanto, se debe entender que se pueden realizar numerosas modificaciones a las realizaciones ilustrativas y que se pueden concebir otras disposiciones sin apartarse del alcance de la presente invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de medición de agujero (100) que comprende:

un cuerpo principal alargado (102) que tiene un primer extremo (104) y un segundo extremo (106);

5 un primer mecanismo de ajuste (110) dispuesto cerca de dicho primer extremo, el primer mecanismo de ajuste se expande o contrae a diámetros relativos;

un segundo mecanismo de ajuste (112) dispuesto cerca de dicho segundo extremo, el segundo mecanismo de ajuste se expande o contrae a diámetros relativos;

una porción de medición (108) asociada con dicho cuerpo principal, la porción de medición se adapta para medir el diámetro interno del agujero de un elemento hueco (M);

10 la unidad de medición de agujero (100) se dispone de tal manera que cuando dicho cuerpo principal alargado se inserta en un agujero de un elemento hueco, dicho primer y segundo mecanismos de ajuste se expanden para en general centrar dicho cuerpo principal alargado dentro de dicho agujero de tal manera que dicha porción de medición puede medir el diámetro interno del mismo,

15 en donde dicho primer mecanismo de ajuste comprende un collar fijo (114) se posiciona de forma fija alrededor de dicho cuerpo principal alargado, un collar deslizante (116) configurado en una relación deslizante alrededor de dicho cuerpo principal alargado, y tres brazos (126a, 126b, 126c) que conectan dicho primer collar fijo a dicho primer collar deslizante, dichos brazos cada uno se articula para triangular de forma colectiva con el fin de formar un diámetro relativo, en donde el deslizamiento de dicho collar deslizante hacia dicho collar fijo aumenta el diámetro relativo de dicho primer mecanismo de ajuste y el deslizamiento de dicho collar deslizante lejos de dicho collar fijo reduce el diámetro relativo de dicho primer mecanismo de ajuste.

2. La unidad de medición de agujero de la reivindicación 1, en donde dicho primer mecanismo de ajuste comprende adicionalmente una rueda (136a, 136b, 136c) asociada con cada brazo articulado, dichas ruedas se posicionan en bisagras (128a, 128b, 128c) de dichos brazos en el diámetro relativo.

25 3. La unidad de medición de agujero de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un accionador lineal (146) que acopla dicho collar deslizante de dicho primer mecanismo de ajuste a dicho cuerpo alargado de tal manera que dicho accionador lineal mueve dicho collar deslizante en relación con dicho cuerpo alargado.

4. La unidad de medición de agujero de la reivindicación 3, en donde dicho accionador lineal es un cilindro sin vástago acoplado de forma magnética operado neumáticamente.

30 5. La unidad de medición de agujero de la reivindicación 1, en donde dicho primer mecanismo de ajuste y dicho segundo mecanismo de ajuste se pueden ajustar de forma separada, dichos mecanismos de ajuste capaces de formar dos diferentes diámetros relativos de tal manera que dicho cuerpo alargado permanece centrado en un agujero que tiene un diámetro variable.

35 6. La unidad de medición de agujero de la reivindicación 1, en donde dicha porción de medición comprende por lo menos un sensor de distancia fotoeléctrico (166a) que gira para detectar distancias asociadas con el diámetro del agujero interno del elemento hueco aproximadamente en ciclos de 360°.

7. La unidad de medición de agujero de la reivindicación 6, en donde dicho sensor de distancia fotoeléctrico toma por lo menos cuatro lecturas durante cada ciclo para un total de por lo menos cuatro lecturas de distancia.

40 8. La unidad de medición de agujero de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente un ordenador de recolección y procesamiento de datos (P) con pantalla, en donde dicho por lo menos cuatro lecturas de distancia se recolectan y se ajustan en un mejor círculo de ajuste cuyas dimensiones se exhiben sobre dicha pantalla.

9. La unidad de medición de agujero de la reivindicación 1, en donde dicha porción de medición comprende dos sensores de distancia fotoeléctricos (166a, 166b), los sensores de distancia fotoeléctricos cada uno rota en por lo menos ciclos de 180° y cada uno toma por lo menos dos lecturas de distancia durante cada ciclo.

45 10. La unidad de medición de agujero de la reivindicación 1, en donde dicha porción de medición mide el diámetro del agujero del elemento hueco dentro de una tolerancia de aproximadamente 1/1000”.

11. Un método para medir el diámetro del agujero interno de un árbol hueco (M), dicho método comprende:

insertar un dispositivo de medición alargado (100) que comprende un primer mecanismo de ajuste (110), un segundo mecanismo de ajuste (112), y una porción de medición (108) en el agujero interno, los mecanismos de ajuste se pueden ajustar a diámetros relativos;

5 ajustar los diámetros relativos del primer mecanismo de ajuste y el segundo mecanismo de ajuste de tal manera que los mecanismos de ajuste cada uno limiten con el agujero interno en sus diámetros relativos para generalmente centrar el dispositivo de medición alargado dentro del agujero;

10 activar la porción de medición para tomar una pluralidad de lecturas de mediciones del agujero interno en un área adyacente a la porción de medición, en donde el primer mecanismo de ajuste utilizado en el método comprende un collar fijo (114) posicionado de forma fija alrededor de un cuerpo principal alargado (102) del dispositivo de medición
15 alargado, un collar deslizante (116) configurado en un relación deslizante alrededor de dicho cuerpo principal alargado, y tres brazos (126a, 126b, 126c) que conectan dicho primer collar fijo a dicho primer collar deslizante, dichos brazos cada uno se articula para triangular de forma colectiva para formar un diámetro relativo, en donde el deslizamiento de dicho collar deslizante hacia dicho collar fijo aumenta el diámetro relativo de dicho primer mecanismo de ajuste y deslizamiento de dicho collar deslizante lejos de dicho collar fijo reduce el diámetro relativo de dicho primer mecanismo de ajuste.

12. El método para medir de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:

mover el dispositivo de medición alargado a lo largo de la longitud del agujero interno;

activar la porción de medición para tomar una segunda pluralidad de lecturas de mediciones del agujero interno en un área adyacente a la porción de medición.

20 13. El método para medir de la reivindicación 12, en donde dicha etapa de movimiento comprende ajustar el diámetro relativo de por lo menos uno de los mecanismos de ajuste.

14. El método para medir de la reivindicación 11, en donde dicha etapa de inserción se consigue al empujar el dispositivo de medición alargado en el agujero con una barra graduada para medición (R).

15. El método de la reivindicación 14, que comprende adicionalmente:

25 identificar la profundidad de penetración en el agujero interno de la porción de medición;

mover el dispositivo de medición alargado a lo largo de la longitud del agujero interno una distancia predeterminada;

activar la porción de medición para tomar una segunda pluralidad de lecturas de mediciones del agujero interno en un área adyacente a la porción de medición.

30 16. El método de la reivindicación 11, en donde dicha etapa de activar la porción de medición toma por lo menos tres lecturas del agujero interno en un área adyacente a la porción de medición.

17. El método de la reivindicación 16, en donde las lecturas se transportan a y se almacenan en un ordenador de recolección y procesamiento de datos (P).

18. El método de la reivindicación 11, en donde la porción de medición incluye dos sensores (166a, 166b), cada uno adaptado para tomar lecturas de mediciones.

35

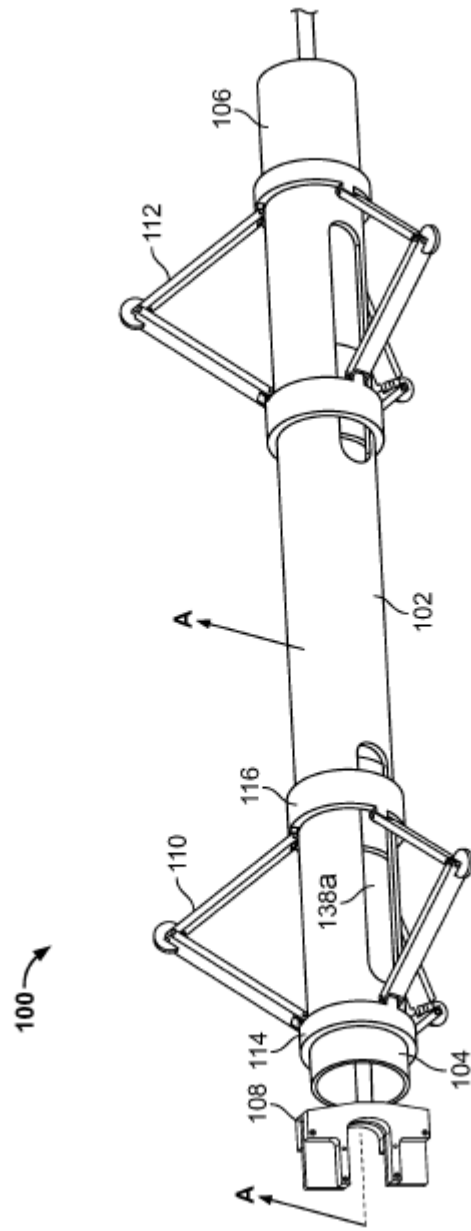


FIG. 1

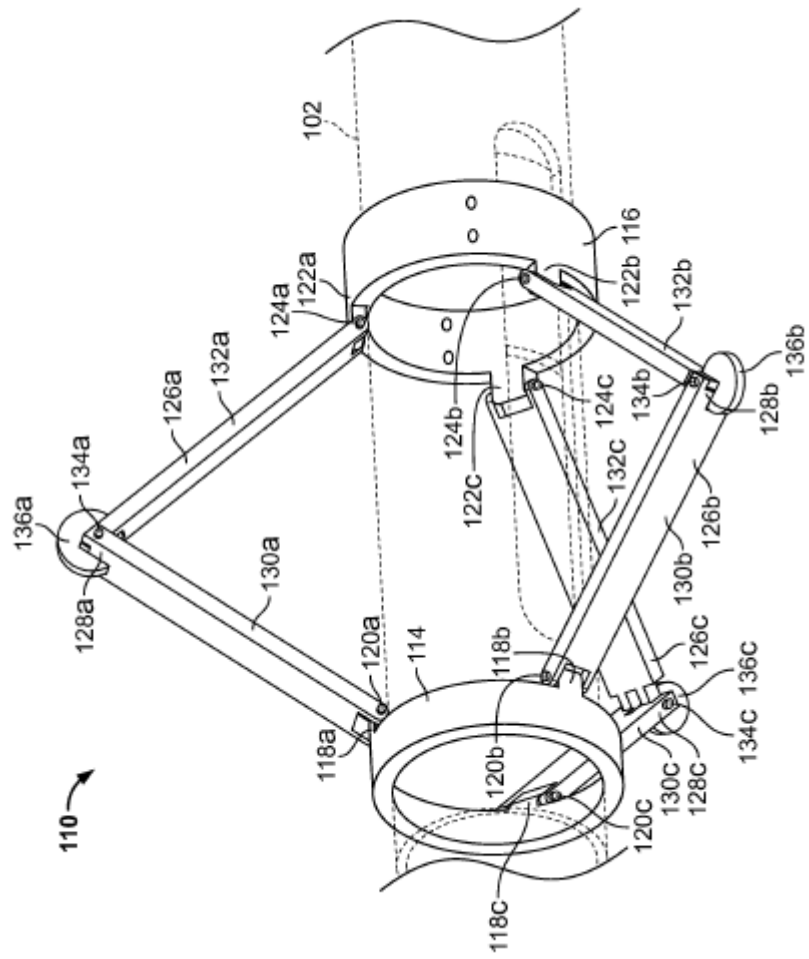


FIG. 2

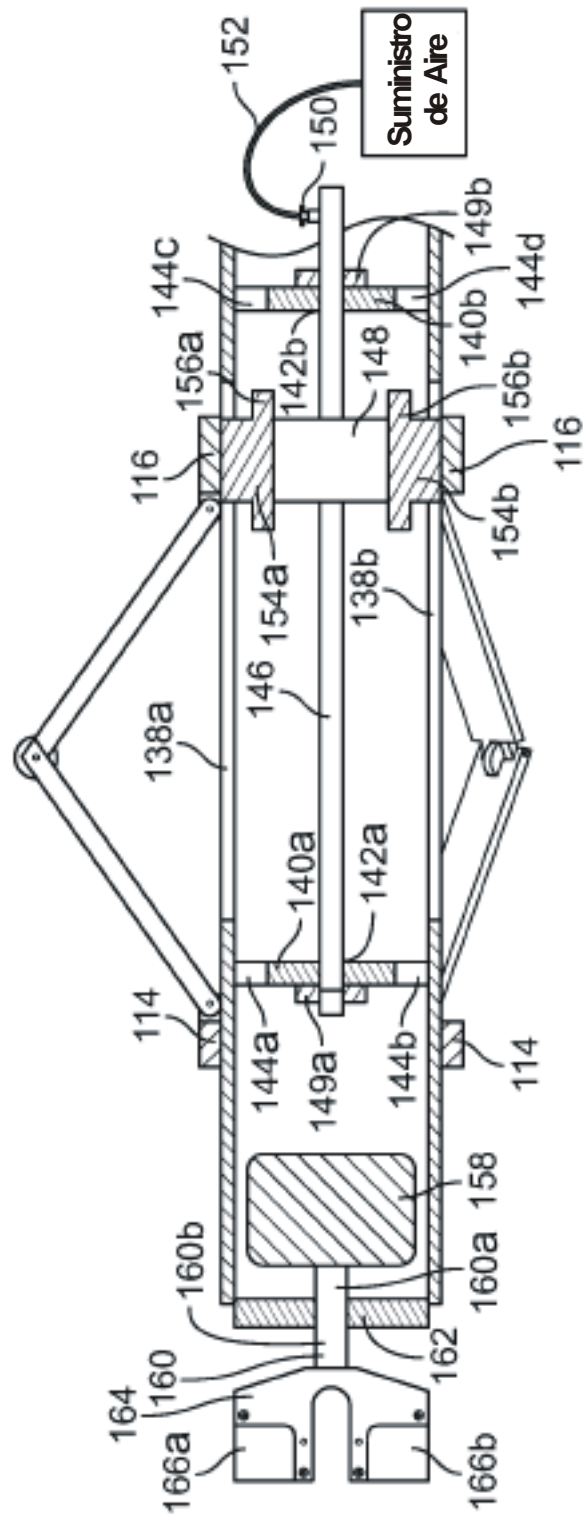


FIG. 3

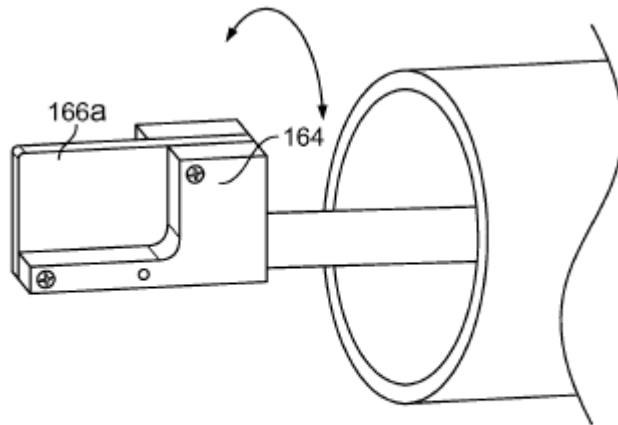


FIG. 4A

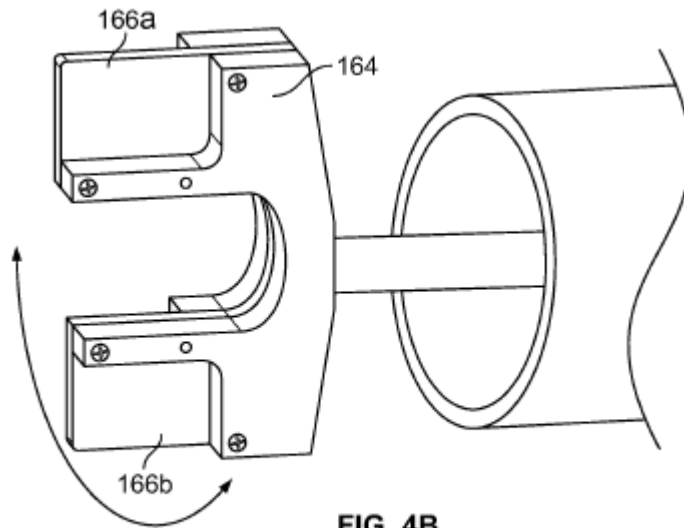


FIG. 4B

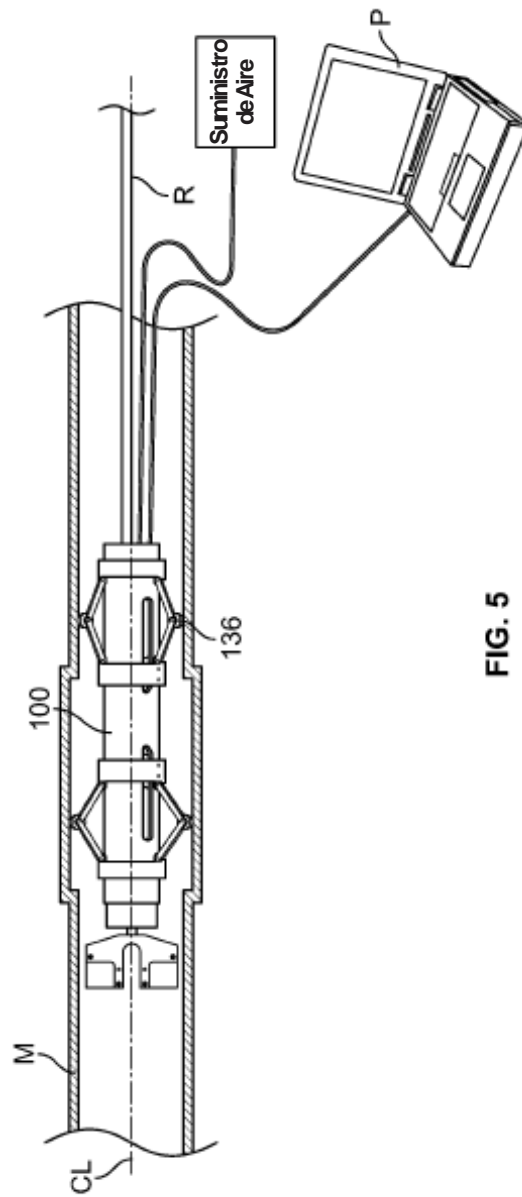


FIG. 5