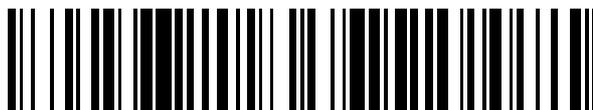


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 700**

51 Int. Cl.:

G01B 7/28 (2006.01)

G01N 27/90 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2014 E 14001754 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2808643**

54 Título: **Método de medición de la geometría de componentes tubulares**

30 Prioridad:

01.06.2013 DE 102013009245

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

07.05.2018

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC GERMANY GMBH
(100.0%)
Dudenstraße 6
68167 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:

**KRAUS, WERNER y
GOOR, BRUNO**

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 666 700 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

Método de medición de la geometría de componentes tubulares

5 (0001) La invención hace referencia a un método de medición de la geometría de componentes tubulares con la utilización de un sensor de matriz, alrededor de cuyo perímetro hay dispuesta una multitud de pares de sensores de corriente de Foucault.

10 (0002) Es conocido, en general, que en instalaciones de producción de energía nuclear son requeridas la mayores medidas de seguridad posibles para excluir cualquier riesgo para el medioambiente y para el personal usuario. En este entorno también es necesario un control de sistemas de conductos de tubos, especialmente, aquéllos que están previstos para el flujo de gases o líquidos cargados de radioactividad. De este modo, es de una importancia esencial la supervisión de la constancia del diámetro interior de los conductos tubulares y del suministro de la pared interior. Para el control óptico es deseable una representación gráfica de los resultados de medición.

15 (0003) Los métodos de medición conocidos hasta ahora están basados en la medición de corriente de Foucault. En un sensor de matriz hay incorporados a lo largo de una trayectoria circular varios pares de sensor de corriente de Foucault, y el radio de la trayectoria circular es medido de tal modo que el sensor de matriz se puede introducir en un tubo que ha de ser controlado de un diámetro similar. Un par de sensor de corriente de Foucault correspondiente presenta una bobina de excitación y una bobina de detección, lo cual es, sin embargo, conocido por el experto. La representación de los datos del tubo medidos de la supervisión de la corriente de Foucault se limita a una representación de los resultados de medición sobre el desarrollo del perímetro del tubo en una zona determinada a lo largo del eje longitudinal. Para conseguir una representación alisada, se emplean técnicas de filtro convencionales, como filtro pasabanda y filtro paso bajo.

20 (0004) Los pares de sensor de corriente de Foucault están calibrados, sin embargo, a una distancia fija respecto a la pared del tubo. En el caso de modificaciones de la geometría del tubo a ser controlado, especialmente, al haber deformaciones, como un estrechamiento, los métodos conocidos no pueden hacer posible una medición realista, o bien, una representación de la geometría del tubo. El sensor de matriz a modo de rascatubo introducido en el tubo desplaza su posición al haber deformaciones de la geometría del tubo, habida cuenta que el mismo se apoya en la pared interior del tubo. Mediante ello, se desplaza el eje del sensor que en semejante caso ya no coincide con el verdadero eje del tubo. El sensor de matriz, entonces, ya no está exactamente centrado en el tubo y la distancia de los respectivos sensores de corriente de Foucault se desplaza correspondientemente respecto a la pared interior del tubo.

25 (0005) El transcurso modificado, mediante ello, de las amplitudes de los datos brutos de los pares de sensor de corriente de Foucault por el perímetro y el eje longitudinal ya no representa una dimensión adecuada para la medición, o bien, la representación de la geometría del tubo. Los principios hasta ahora usados utilizan mecanismos de filtro basados en la frecuencia para conseguir una representación alisada de la superficie, mediante lo cual, sin embargo, no se puede lograr una medición realista, o bien, una representación de la geometría.

30 (0006) En el documento de patente GB 2462193 A se manifiesta un sistema de prueba para tubos en la industria del petróleo, que se basa en el principio de la medición de corriente de Foucault. En base a los resultados de medición y las correspondientes curvas de calibración se reconocen y clasifican distintas clases de errores de un conducto de petróleo.

35 (0007) En el documento de patente DE 10 2007 004 223 A1 se manifiesta un sistema similar en el cual hay previstos otros sistemas, que se basan en otros principios de medición, que trabajan paralelamente respecto al anterior.

40 (0008) Partiendo de este estado de la técnica, es el objetivo de la invención proporcionar un método de medición de la geometría de componentes tubulares que hace posible, en base a datos brutos medidos de una medición de la corriente de Foucault, una representación geométrica especialmente realista del espacio interior del tubo medido.

45 (0009) Este objetivo se cumple mediante un método de medición de la geometría de componentes tubulares del tipo mencionado al inicio. El mismo se caracteriza por los siguientes pasos:

- 50 - Provisión de un cuerpo de ajuste similar a un tubo metálico de una geometría definida, con al menos, una deformación definida a lo largo del perímetro interior,
- Medición de la superficie interior del cuerpo de ajuste mediante el sensor de matriz introducido en su espacio interior, en el cual la posición de fase eléctrica de los respectivos pares de sensor de corriente de Foucault se adaptan teniendo en cuenta la geometría conocida del cuerpo de ajuste,
- 55 - Creación de un haz de curvas de calibración que tiene en cuenta la amplitud de señal de medición respectiva y la distancia radial real correspondiente del respectivo par de sensor de corriente de Foucault, cada uno con una curva de calibración para cada par de sensor de corriente de Foucault,
- Medición de un tubo a ser controlado mediante el sensor de matriz introducido en su espacio interior en el

centro en, al menos, un punto de medición y producción de un juego de datos brutos de los datos de medición obtenidos que comprende para cada par de sensor de corriente de Foucault, por cada punto de medición, una amplitud de señal de medición correspondiente,

- Conversión de las amplitudes de señal de medición del juego de datos brutos en distancias radiales geométricas respecto a la pared interior, usando el haz de curvas de calibración, y en base a las amplitudes de señal que surgen durante el control del tubo, para cada par de sensor, por cada punto de medición, se usa un valor previamente calibrado respectivamente del haz de curvas de calibración,
- Provisión de un juego de datos geométricos usando las distancias radiales medidas para la representación visual de la superficie interior del tubo a ser controlado.

(0010) En el contexto de este método, se consultan los datos de un sensor de matriz para medir la geometría del tubo, y con ello, para la determinación cualitativa y cuantitativa de las modificaciones de geometría local, como por ejemplo, estrechamientos y abombamientos. Mediante la disposición relativamente cercana de los pares de sensor de corriente de Foucault por el perímetro del sensor de matriz, de este modo, son posibles resoluciones altas de la geometría del tubo por el perímetro. Para la determinación cuantitativa de las modificaciones del diámetro/ del radio es necesario un ajuste adecuado del sistema. Por ello, antes del inicio de la grabación de los datos brutos, se mide un cuerpo de ajuste concebido especialmente con el sensor de matriz. Basándose en los datos de medición del cuerpo de ajuste con estrechamientos de referencia se ajusta mediante un software de perfilometría la posición de la fase de los pares de bobinas de sensor, así como se crea un haz de curvas de calibración con una curva de calibración por cada par de bobinas de sensor con las medidas reales de los estrechamientos del cuerpo de ajuste.

(0011) La idea fundamental de la invención consiste en elegir las amplitudes de señal de los pares de sensor de corriente de Foucault como base de partida para la distancia que ha de ser medida. Según las amplitudes de señal que surgen durante el control del tubo, para cada par de sensor, por cada punto de medición, se mide en base al haz de curvas de calibración previamente medido, una correspondiente distancia. De este modo, el hecho de que en un desplazamiento del eje de sensor o al surgir una deformación del eje de sensor, sea necesario otro valor de calibración para un respectivo par de sensor de corriente de Foucault, hay que tener en cuenta que se usa un correspondiente valor previamente calibrado del haz de curvas de calibración.

(0012) Una curva de calibración representa, de este modo, en definitiva, una correspondencia entre amplitud de señal y distancia. El registro de las curvas de calibración llevado a cabo previamente en el cuerpo de ajuste debería cubrir el espectro total de las profundidades de deformación que se esperan en el contexto de un control de tubo. Igualmente, también hay que tener en cuenta que el cuerpo de ajuste en la naturaleza de su material, su diámetro y su espesor de pared se correspondan con el tubo a ser controlado. Sólo de este modo se pueden usar las curvas de calibración medidas en el control de tubo conforme a la invención. En el caso ideal, se usa, por ello, como cuerpo de ajuste una placa del tipo de tubo original que ha de ser controlado.

(0013) De este modo, de modo ventajoso, también al haber deformaciones del interior de tubo o un desplazamiento del eje del sensor, es decir, al haber una variación de la distancia radial prevista respecto a una distancia radial real, se hace posible medir la distancia radial correcta de un par de sensor de corriente de Foucault respecto a la pared interior del tubo a ser controlado.

(0014) Según una variante de ejecución preferible del método de medición de la geometría de componentes tubulares conforme a la invención, el cuerpo de ajuste presenta tres estrechamientos en el ámbito de aprox. 0,8%, 1,6% y 2,4% del diámetro del interior del tubo. La profundidad de las deformaciones, o bien, de los estrechamientos del cuerpo de ajuste está en el ámbito de expectativa real en tubos a ser controlados. Mediante una distribución homogénea de las distintas profundidades de estrechamiento, se produce una buena capacidad de medición en todo el ámbito de expectativa.

(0015) Según otra variante del método de medición de la geometría de componentes tubulares conforme a la invención, el sensor de matriz se desplaza dentro del tubo a ser controlado en varios puntos de medición que se encuentran a lo largo de varios ejes de sensor y en cada punto de medición se lleva a cabo respectivamente una medición. De este modo, la geometría del tubo se registra a lo largo del eje interior del tubo, o bien, a lo largo del eje de sensor.

(0016) Mediante una comparación correspondiente de valores de medición en puntos de medición contiguos axialmente se pueden deducir de modo ventajoso también datos sobre un posible desplazamiento de los ejes del sensor.

(0017) En un caso especialmente interesante de estrechamientos locales, el desplazamiento que se produce en estas zonas del eje del sensor respecto al eje del tubo, conforme a la invención, se tiene en cuenta, por ejemplo, que se corrijan los valores de medición según el desplazamiento en la dirección del eje longitudinal, antes de que se introduzcan como datos en el juego de datos geométrico.

(0018) De tal modo, otra variante conforme a la invención del método de medición de la geometría de componentes tubulares está caracterizado por que en el caso de una deformación local se puede compensar un desplazamiento del eje del sensor respecto al eje del tubo, al producir el juego de datos geométrico, en base a variaciones que aparecen a lo largo del eje del sensor. Las variaciones de los valores de medición que se dan a lo

largo del eje del sensor, pueden ser identificados mediante la comparación como variación real de la geometría del tubo, o bien, sin embargo, usarse para una corrección del cálculo de un eje del sensor desplazado. Esto es posible, sin más, utilizando del haz de curvas de calibración.

5 (0019) Según otra variante del método, se compensa una variación del posicionamiento del sensor de matriz desde la posición céntrica ideal por medio del cálculo, en tanto que se compensa una modificación de la distancia radial en sentido opuesto de pares de sensor de corriente de Foucault opuestos entre sí en puntos de medición contiguos al producir el juego de datos geométricos. Cuando, por ejemplo, un primer par de sensor de corriente de Foucault mide entre dos puntos de medición contiguos una variación de la distancia de $+\Delta x$, y el par opuesto desplazado en 180° , una variación de distancia de $-\Delta x$, entonces se mantiene igual el diámetro del tubo medido entre los puntos de medición y se puede cerrar en una variación del cero del eje de sensor, que mediante cálculo se puede corregir utilizando el haz de curvas de calibración posteriormente.

15 (0020) En una variante especialmente preferible del método de medición de la geometría de componentes tubulares se visualiza el juego de datos geométrico proporcionado en forma de una representación gráfica en un dispositivo de visualización. El mismo puede ser, por ejemplo, un ordenador convencional. Mediante el correspondiente uso – necesario y repetido – de los algoritmos de corrección descritos previamente en el juego de datos brutos se consigue una representación muy cercana a la realidad, mediante la cual se pueden reconocer de forma sencilla y segura eventuales deformaciones por parte del usuario. En una forma especialmente preferible se utiliza también una representación tridimensional.

(0021) Otras posibilidades de ejecuciones ventajosas se desprenden de las otras reivindicaciones dependientes.

25 (0022) En base a los ejemplos de ejecución representados en los dibujos, la invención, otras formas de ejecución y otras ventajas son descritas en detalle.

(0023) Se muestran:

30 Fig. 1 un cuerpo de ajuste, como ejemplo, con un sensor de matriz, así como

Fig. 2 un tubo a ser controlado, como ejemplo, con un sensor de matriz.

35 (0024) La Fig. 1 muestra un cuerpo de ajuste, como ejemplo, con un sensor de matriz en una representación esquemática (10). Un cuerpo de ajuste (12) metálico, similar a una placa de tubo presenta en su lado interior dos deformaciones definidas (14, 16), cuya geometría es conocida junto con el diámetro interior (18). Un sensor de matriz (20) similar a una placa está insertada céntricamente en el cuerpo de ajuste (12) con finalidades de calibración. El sensor de matriz (20) presenta a lo largo de su perímetro en distancias equidistantes una multitud de pares de sensor de corriente de Foucault (22). A causa de la disposición céntrica del sensor de matriz, la distancia radial (26) de los pares de sensor de corriente de Foucault es igual respectivamente en la zona libre de deformaciones.

40 (0025) Con la cifra de referencia (24) se hace referencia a un par de sensor de corriente de Foucault opuesto. Con un posicionamiento no céntrico del sensor de matriz puede reconocerse al mismo, por ejemplo, en que ambos pares de sensor de corriente de Foucault (24) detectan un desplazamiento opuesto radial de la distancia respecto a la pared interior del tubo.

45 (0026) La Figura 2 muestra un tubo a ser controlado, como ejemplo, con una sensor de matriz en una vista cortada (30). En un tubo (32) a ser controlado se encuentra en un primer punto de medición un sensor de matriz (34) similar a una placa que está representado en forma punteada y con la cifra de referencia (40), el cual está representado también en un segundo punto de medición. Estos dos puntos de medición están juntos con otros cuatro puntos de medición (42, 44, 46, 48) a lo largo de un eje de sensor (38) que en este ejemplo, a causa de deformaciones que no están presentes, se corresponde también con el eje del tubo. El sensor de matriz (34) es móvil, con forma de rascatubos, a lo largo del eje de sensor en el interior del tubo y se apoya con medios de apoyo adecuados en la pared interior del tubo. Alrededor del principio del sensor de matriz están previstas en distancias equidistantes pares de sensor de corriente de Foucault (36) que sirven para medir la distancia respectiva radial respecto al interior del tubo.

Lista de referencias

60 (0027)

- 10 cuerpo de ajuste, como ejemplo, con sensor de matriz
- 12 cuerpo de ajuste similar a un tubo
- 14 primera deformación
- 65 16 segunda deformación
- 18 diámetro interior del cuerpo de ajuste similar a un tubo
- 20 sensor de matriz, como ejemplo
- 22 pares de sensor de corriente de Foucault

ES 2 666 700 T3

| | | |
|----|----|---|
| | 24 | par de sensor de corriente de Foucault opuesto |
| | 26 | distancia radial |
| | 30 | ejemplo de tubo a ser controlado con sensor de matriz |
| | 32 | ejemplo de tubo a ser controlado |
| 5 | 34 | ejemplo de sensor de matriz en un primer punto de medición |
| | 36 | pares de sensor de corriente de Foucault |
| | 38 | eje del sensor |
| | 40 | sensor de matriz, como ejemplo, en un segundo punto de medición |
| | 42 | tercer punto de medición |
| 10 | 44 | cuarto punto de medición |
| | 46 | quinto punto de medición |
| | 48 | sexto punto de medición |

REIVINDICACIONES

1ª.- Método de medición de la geometría de componentes tubulares utilizando un sensor de matriz (20, 34, 40), sobre cuyo perímetro redondeado hay dispuesta una multitud de pares de sensor de corriente de Foucault (22, 36), que comprende los siguientes pasos:

- Provisión de un cuerpo de ajuste (12) similar a un tubo metálico de una geometría definida, con al menos, una deformación (14, 16) definida a lo largo del perímetro interior,
- Medición de la superficie interior del cuerpo de ajuste (12) mediante el sensor de matriz (20, 34, 40) introducido en su espacio interior, en el cual la posición de fase eléctrica de los respectivos pares de sensor de corriente de Foucault (22, 36) se adaptan teniendo en cuenta la geometría conocida del cuerpo de ajuste (12),
- Creación de un haz de curvas de calibración que tiene en cuenta la amplitud de señal de medición respectiva y la distancia (26) radial real correspondiente del respectivo par de sensor de corriente de Foucault (22, 36), cada uno con una curva de calibración para cada par de sensor de corriente de Foucault (22, 36),
- Medición de un tubo (32) a ser controlado mediante el sensor de matriz (20, 34, 40) introducido en su espacio interior en el centro en, al menos, un punto de medición (42, 44, 46, 48) y producción de un juego de datos brutos de los datos de medición obtenidos que comprende para cada par de sensor de corriente de Foucault (22, 36), por cada punto de medición (42, 44, 46, 48), una amplitud de señal de medición correspondiente,
- Conversión de las amplitudes de señal de medición del juego de datos brutos en distancias radiales geométricas (26) respecto a la pared interior, usando el haz de curvas de calibración, y en base a las amplitudes de señal que surgen durante el control del tubo, para cada par de sensor, por cada punto de medición, se usa un valor previamente calibrado respectivamente del haz de curvas de calibración,
- Provisión de un juego de datos geométricos usando las distancias radiales medidas para la representación visual de la superficie interior del tubo (32) a ser controlado.

2ª.- Método de medición de la geometría de componentes tubulares según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que el cuerpo de ajuste (12) presenta tres estrechamientos en la zona de aprox. 0,8%, 1,6% y 2,4% del diámetro interior del tubo.

3ª.- Método de medición de la geometría de componentes tubulares según la reivindicación 1ª o 2ª, que se caracteriza por que el sensor de matriz (20, 34, 40) se desplaza dentro del tubo a ser controlado (32) en varios puntos de medición (42, 44, 46, 48) que se encuentran a lo largo de un eje de sensor (38) y en cada punto de medición (42, 44, 46, 48) se lleva a cabo una medición.

4ª.- Método de medición de la geometría de componentes tubulares según la reivindicación 3ª, que se caracteriza por que en el caso de una deformación local (14, 16) se compensa un desplazamiento del eje de sensor (38) respecto al eje del tubo en la producción del juego de datos geométricos, en base a variaciones que surgen a lo largo del eje del sensor (38).

5ª.- Método de medición de la geometría de componentes tubulares según la reivindicación 3ª ó 4ª, que se caracteriza por que una variación del posicionamiento del sensor de matriz (20, 34, 40) se compensa por la posición central ideal, en tanto que la variación de distancia radial en sentido contrario de los pares de sensor de corriente de Foucault (24) opuestos en puntos de medición contiguos (42, 44, 46, 48) se compensan durante la producción del juego de datos geométricos.

6ª.- Método de medición de la geometría de componentes tubulares según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el juego de datos geométricos proporcionado se visualiza en forma de una representación gráfica en un dispositivo de visualización.

7ª.- Método de medición de la geometría de componentes tubulares según la reivindicación 6ª, que se caracteriza por que la representación es tridimensional.

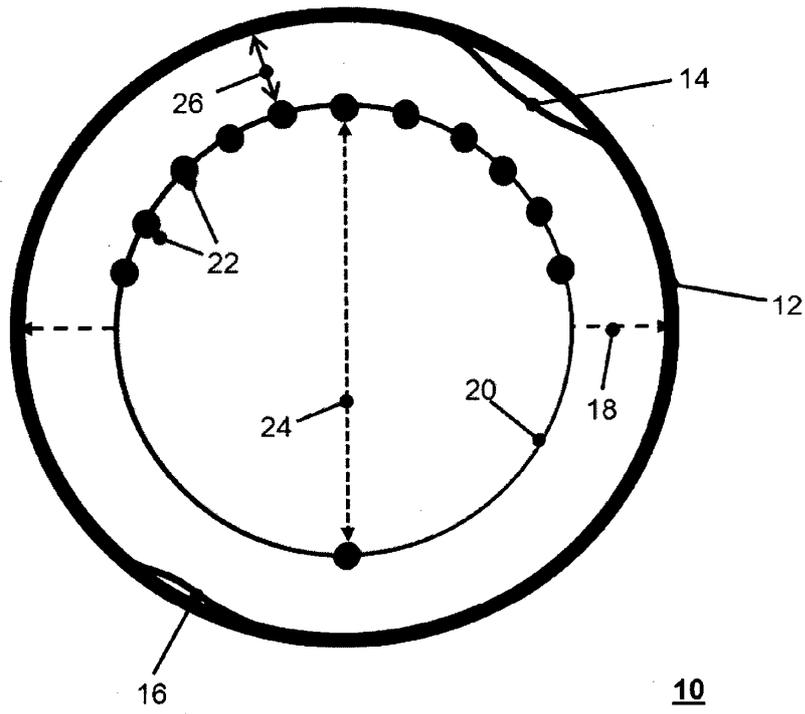


Fig. 1

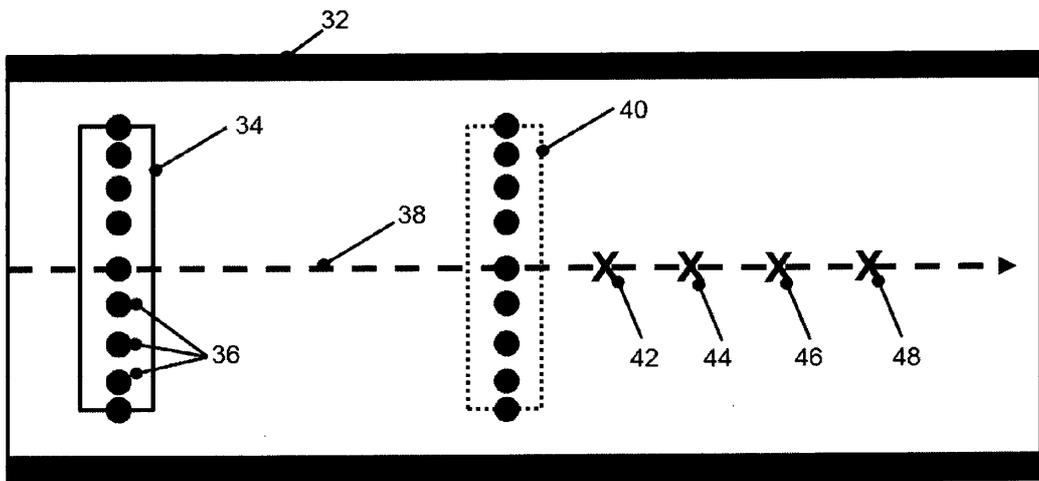


Fig. 2