

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 036**

21 Número de solicitud: 201730033

51 Int. Cl.:

**G21C 17/017** (2006.01)

**G01R 1/067** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**13.01.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**16.07.2018**

71 Solicitantes:

**TECNATOM, S.A. (100.0%)**

**Avda. Montes de Oca, 1**

**28703 SAN SEBASTIAN DE LOS REYES (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**HERNÁNDEZ RIOJA, Jerónimo y**

**RODRIGO GARCÍA, Jorge**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro**

54 Título: **SONDA DE CORRIENTES INDUCIDAS DIGITAL CON SISTEMA DE POSICIONAMIENTO Y MÉTODO APLICADO**

57 Resumen:

La sonda de corrientes inducidas digital con sistema de posicionamiento para generadores de vapor u otros tubos en centrales nucleares comprende uno o más sensores (203) de corrientes inducidas, una electrónica (100) de adquisición de datos que digitaliza éstos, los analiza y los marca con la posición espacial indicada por un subsistema de posicionamiento (106) en la sonda (1), todos ellos portados en un conjunto de bloques (201, 203', 205, 207, 209) unidos por un elemento flexible (208).

De esta forma el método de comprobación aplicado permite marcar directamente los datos digitalizados con la posición de la sonda, incluyendo opcionalmente la posición angular. Este subsistema de posicionamiento (106) permite igualmente identificar el tubo comprobado mediante un método con redundancia.

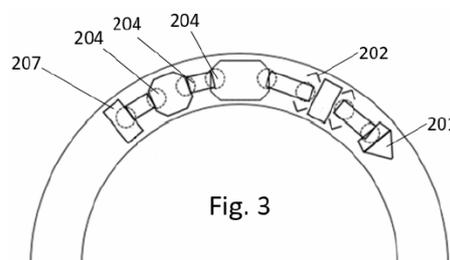


Fig. 3

ES 2 676 036 A1

## DESCRIPCIÓN

### **Sonda de corrientes inducidas digital con sistema de posicionamiento y método aplicado**

5

#### **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se aplica al sector de la inspección y se refiere a una sonda de corrientes inducidas digital con sistema de posicionamiento para inspección de tubos o tuberías como los utilizados en los generadores de vapor u otros intercambiadores de calor en centrales nucleares. Esta sonda realiza ensayos no destructivos mediante la técnica de corrientes inducidas, desde el interior de las tuberías.

10

También se refiere al método de comprobación de los tubos mediante la sonda.

15

#### **ESTADO DE LA TÉCNICA**

La inspección de componentes críticos como los tubos de los generadores de vapor de una central nuclear requiere que los datos obtenidos sean de gran calidad y un bajo nivel de ruido para asegurar que las señales detectadas reflejan, sin lugar a dudas, la situación real del tubo inspeccionado.

20

Las sondas utilizadas en la actualidad para la inspección de tubos de generadores de vapor están compuestas, en su mayoría, por dos bobinas que se conectan a unos cables coaxiales y estos cables, con información analógica, se envían hasta el equipo de adquisición de datos que está situado fuera del generador. El desplazamiento de la sonda por el tubo se realiza con un sistema mecánico situado en uno de los extremos del tubo. Este sistema empuja la sonda durante todo el recorrido del tubo hasta que la sonda sale por el otro extremo del tubo y después tira de ella en sentido contrario para recogerla. Un ejemplo se aprecia en CN104749242.

25

30

La longitud de la sonda, por tanto, tiene que ser tal que permita recorrer todo el tubo, por lo que longitudes de 30m son habituales para este tipo de sondas. También puede haber situaciones en las que el equipo de adquisición de datos no se puede colocar justo al lado del generador sino que tiene que estar situado fuera del edificio de contención, en estos casos se utiliza un cable alargadera que extiende la conexión de la

35

sonda otros 30m. La gran longitud de los cables unidos a un sensor extremadamente sensible en un ambiente industrial, con maquinaria de todo tipo alrededor, hace que este conjunto totalmente analógico de sonda y cables sea vulnerable al ruido provocando que en ocasiones los datos adquiridos no sean fiables.

5

Por otro lado, en el caso concreto de la inspección de generadores de vapor existe una gran cantidad de tubos (generalmente en "U" invertida) que por su disposición hace que cada uno tenga una longitud y un radio de giro en su zona curva que es distinta de un tubo a otro. El movimiento de la sonda dentro del tubo está condicionado, sobre todo, por ese radio de giro. El rozamiento del plástico que lleva la sonda para contener los cables y a la vez ayudar en su impulsión mecánica hace que los tubos de mayor diámetro se pasen con facilidad pero aquellos cuyo radio de giro es muy pequeño presentan dificultades al movimiento de la sonda teniendo que recurrir a diferentes estrategias como reducir la velocidad del motor que desplaza la sonda, utilizar sondas específicas con un diseño especial sólo para estos tubos o inspeccionar el tubo en dos trozos introduciendo la sonda primero por un extremo del tubo y luego por el otro extremo.

En ocasiones, la inspección inicial realizada con la sonda indica que hay un defecto en alguna zona del tubo. En función de la zona del tubo y para obtener más información sobre el defecto encontrado puede ser necesario el realizar una segunda inspección sobre esa zona utilizando otro tipo de sonda (por ejemplo rotatoria). En estos casos es muy útil conocer la posición axial del defecto dentro del tubo para que la sonda utilizada en la segunda inspección vaya automáticamente a esa posición. En los sistemas actuales esta posición se obtiene a través de los sensores de posición asociados al motor que mueve la sonda o mediante sensores que detectan el movimiento del tubo de plástico que lleva la sonda para proteger los cables. En cualquiera de los casos la detección de la posición se hace muy alejada de la posición del sensor de la sonda lo que se traduce en errores de posicionamiento significativos y que sólo valen para indicar el área aproximada donde se encuentra el defecto.

La sonda empleada habitualmente en inspección de tubos está formada por un sensor que cubre toda la superficie circunferencial del tubo. Los defectos detectados con estas sondas permiten conocer la dimensión axial del defecto, pero no la circunferencial ya que el sensor promedia todos los datos vistos en los 360° del tubo. Para solucionar este problema se suelen usar sondas con varios sensores individuales que giran

mecánicamente en el interior del tubo o sondas multi-elemento con muchos sensores miniatura situados a lo largo de una línea circular. Estos dos tipos de sondas permiten dimensionar axial y circunferencialmente los defectos, pero no son capaces de posicionarlos con una referencia absoluta dentro del tubo.

5

En cuanto a la posición circunferencial, el problema se encuentra en el hecho de que la sonda al desplazarse dentro del tubo puede realizar un movimiento de giro que se acentúa cuanto más avanza dentro del tubo. El sistema de empuje está situado, en algunos casos, hasta a 30m del sensor con lo que el giro de la sonda dentro del tubo es un movimiento imposible de controlar, cambiante de un tubo a otro y totalmente desconocido para el sistema de tratamiento de datos.

10

Estas situaciones, cables largos con posibles problemas de ruido, dificultades para moverse por tubos de pequeño radio y falta de precisión en el posicionamiento, hacen que sea complicado reducir el tiempo que dura la inspección y, como consecuencia, el tiempo que la central o unidad donde se encuentran instalados estos tubos está sin funcionar.

15

El solicitante no conoce ninguna solución equivalente a la invención.

20

### **BREVE EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

La invención consiste en una sonda según las reivindicaciones.

25

Por un lado, esta sonda representa un reto tecnológico importante de miniaturización de toda la electrónica en un espacio extremadamente reducido, por otro lado, el beneficio que supone tener un producto de estas características es muy significativo en cuanto a la mejora de la calidad de señal y la reducción de tiempos de inspección.

30

Según la invención, la sonda de corrientes inducidas digital con sistema de posicionamiento aplicable para generadores de vapor, especialmente en centrales nucleares, comprende uno o más sensores de corrientes inducidas (por simplicidad del texto, en adelante se indicará siempre "sensor" en singular, independientemente del número utilizado en la sonda), una electrónica de adquisición de datos que digitaliza

35

éstos y que los marca con la posición indicada por un subsistema de posicionamiento instalado en la propia sonda y un interfaz de comunicación de estos datos a un equipo

externo. Todos estos elementos son portados en un conjunto de bloques que forman el cuerpo de la sonda, unidos por un elemento flexible.

5 El subsistema de posicionamiento es un módulo inercial que puede incluir la posibilidad de medir la posición angular. En ese caso, se podrán instalar varios sensores correspondientes a un equipo de corrientes inducidas multi-elemento con varias bobinas.

10 El cuerpo de la sonda puede poseer varias características mejoradas, como centradores (al menos cerca del sensor), un bloque inicial en punta o un último bloque expansible o intercambiable para ajustar su tamaño al tubo y de esta forma taponarlo para facilitar que se mueva por aire comprimido.

15 El sensor podrá generar señales de corrientes inducidas, y detectar sus variaciones, con diferentes frecuencias y/o amplitud.

20 Por su parte, el método de comprobación de tubos, por ejemplo de generadores de vapor, implica introducir y recorrer sucesivamente la sonda por cada tubo del generador de vapor, comprobando la presencia de defectos. Como característica esencial, la sonda analiza automáticamente los datos tomados por el sensor y digitalizados por la electrónica de adquisición de datos, con un interfaz de comunicación que puede remitirlos directamente al exterior o almacenarlos internamente y esperar a una conexión física, con la posición definida por el subsistema de posicionamiento (módulo inercial) presente en la sonda. Su funcionamiento podrá ser con periodicidad temporal o  
25 espacial durante su recorrido por el tubo.

30 Como complemento que simplifica la toma de datos, el tubo concreto puede ser identificado por la posición espacial de su extremo inicial medida por la sonda, y comprobada su identificación mediante la medición del tamaño de una curva presente en el tubo por la sonda y su comparación con una tabla almacenada en memoria.

35 Si los sensores se disponen en *array*, la posición marcada a los datos incluirá la posición angular, permitiendo precisar en qué posición del tubo (longitudinal y angular) se localiza un eventual defecto.

## **DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para una mejor comprensión de la invención, se incluyen las siguientes figuras.

FIG 1 es un diagrama esquemático de la electrónica de un ejemplo de sonda.

5

FIG 2 es una imagen con dos posibles configuraciones esquemáticas de la sonda.

FIG 3 es una imagen esquemática de una realización de la sonda dentro de un tubo de un generador en la zona curva.

10

FIG 4 es el diagrama de bloques de la electrónica de la sonda a la que se añade un sensor array y los elementos necesarios para su control.

### **MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION**

15

A continuación se pasa a describir de manera breve un modo de realización de la invención, como ejemplo ilustrativo y no limitativo de ésta.

La sonda (1) de la invención comprende uno o más sensores (203) y toda la electrónica (100) de adquisición de datos permitiendo la digitalización de la información medida por el sensor (203), el análisis automático de los mismos y el marcado de cada dato con su posición espacial real, gracias a un subsistema de posicionamiento (106). Todo ello permite eliminar la vulnerabilidad al ruido de la información de naturaleza analógica medida por el sensor (203).

25

El sensor (203) serán de corrientes inducidas (Eddy current), y poseerá una electrónica de generación de las señales que generan los campos magnéticos, y uno o más receptores de la señal para detectar las variaciones de los mismos. El subsistema de acondicionamiento, demodulación, filtrado y de cualquier otro tipo de operación sobre los datos está incorporado en la electrónica (100) de adquisición de datos. Igualmente la asociación de una alarma a los datos tras un análisis automático de los mismos se podrá hacer en la sonda (1) o en un tratamiento posterior previo a su presentación al personal inspector.

30

El incluir toda la electrónica (100) dentro de la sonda (1) y muy cerca del sensor (203) permite evitar la reducción en la calidad de la información analógica medida por el sensor (203) a causa del ruido, gracias a transmitirse la información de forma digital.

5 Igualmente, al incluir el subsistema de posicionamiento (106) en el eje central de la sonda (1), en el centro de la electrónica (100) y muy cerca del sensor (203) permite conocer de manera precisa la posición, haciendo que el sistema utilizado para desplazar la sonda (1) dentro del tubo no sea ahora un factor crítico a la hora de determinar la posición. Este sistema puede ser aire comprimido o un cable portador. Cuando no se  
10 aplica el cable portador, se puede eliminar también el tubo de plástico de guiado de cables que genera el rozamiento con el tubo dificultando el paso de la sonda por los tubos de pequeño radio de curvatura.

Utilizando esta misma idea se puede hacer que los sensores (203) correspondan a un  
15 equipo de corrientes inducidas multi-elemento o array (116) compuesto por varias bobinas (20) en lugar de un elemento único. Añadiendo a la electrónica los circuitos necesarios para manejar los diferentes elementos del sensor, multiplexores y control, eliminamos la gran cantidad de cables que se usan en la actualidad para manejar este tipo de sondas.

20

En la figura 1 aparece un ejemplo de sonda (1) utilizado para la inspección. Esta sonda (1) puede estar formado por dos bobinas (20) configuradas ya sea en modo diferencial, en la que se adquiere la señal de una bobina (20) con respecto a la otra, o absoluto, en la que se adquiere la señal de una bobina (20) respecto de una referencia, que es el  
25 caso habitual en la inspección de tubos de generadores de vapor. Pero también admite el poder conectar 1 o 2 bobinas (20) en cualquier configuración diferencial, absoluto, emisor-receptor.

El bloque de control (107) de la sonda (1) genera de forma digital una señal sinusoidal  
30 que se convierte a analógica mediante el transmisor (102) que es el encargado de alimentar al sensor (203) correspondiente. Se pueden generar varias señales sinusoidales en paralelo para variar la profundidad, resolución, etc. de la corriente inducida y detectar diferentes tipos de defectos. Cada una de estas señales tendría parámetros independientes con lo que cada una es configurable en frecuencia, amplitud  
35 y fase. La posibilidad de generar varias señales hace que, con una sola pasada de la

sonda por el tubo, se pueda realizar un análisis posterior de los datos eliminando la necesidad de varias pasadas por el tubo con el consiguiente ahorro de tiempo.

5 El bloque de control (107) recoge la señal recibida por el sensor (203) en el receptor (105). Ésta se amplifica, filtra y convierte a digital en el bloque de control (107), el cual comprende el subsistema de acondicionamiento. Allí se procesan en función de los parámetros de frecuencia y fase, realizando la demodulación, filtrado y análisis. Igualmente incluyen cualquier corrección y ajuste para compensar los errores de linealidad de los bloques analógicos. Ante un defecto en el material inspeccionado se  
10 produce una variación en las corrientes inducidas sobre el material y esta variación es detectada por el sensor (203). En el bloque de control (107) se puede incluir un análisis de señal para marcar una alarma.

15 El subsistema de posicionamiento (106) permite calcular la posición de la sonda (1) dentro del tubo, tanto axialmente como circunferencialmente y añadir esa posición a la trama de datos. Así, la electrónica (100) de adquisición conserva las medidas tomadas con la posición exacta, lo cual permite asociar los defectos a la posición del sensor (203) en cada instante.

20 El conocer la dinámica de movimiento de la sonda (1) o su posición permite tener varios modos de trabajo:

25 Un primer modo puede ser configurar la sonda (1) para tomar datos a una velocidad de muestreo fija controlada por un temporizador interno. De esta forma, cada X mseg se adquiere un dato del sensor (203) para cada una de las frecuencias programadas y a este dato se añade la posición espacial obtenida mediante el subsistema de posicionamiento (106). En este caso, y debido a que el desplazamiento de la sonda (1) dentro del tubo no es constante por problemas de rozamiento y que el sistema de empuje está situado muy alejado del sensor, tendríamos una serie de datos obtenidos a  
30 intervalos regulares de tiempo pero irregulares en el espacio, siendo en cualquier caso ambos (tiempo y distancia) conocidos.

35 Un segundo modo de funcionamiento consistiría en obtener primero la posición espacial mediante el subsistema de posicionamiento (106) y configurar la sonda (1) para que genere una señal de disparo cada X mm en desplazamiento axial a lo largo del tubo. Esta señal de disparo sería la que inicie la secuencia de adquisición de un dato del

sensor (203) para cada una de las frecuencias programadas. De esta forma tendríamos una serie de datos adquiridos a intervalos regulares en distancia, pero posiblemente irregulares en el tiempo.

- 5 El subsistema de posicionamiento (106) también puede permitir calcular la posición angular de la sonda (1) dentro del tubo. Por lo tanto, cuando se utilizan sensores (203) de tipo array (116) formados por múltiples bobinas (20), permite conocer la posición de los defectos dentro del tubo respecto de una referencia de partida.
- 10 Para inspección de tubos de generadores de vapor se sigue la normativa ASME que determina que, para asegurar que no se pierden defectos, se deben adquirir, como mínimo, 30 datos por pulgada o, lo que es lo mismo, 1,18 datos por mm. La inclusión de la posición real del sensor en la trama de datos obtenida mediante el subsistema de posicionamiento (106) permite asegurar que se está cumpliendo la normativa vigente y
- 15 que el número de puntos por mm es el requerido. Cualquier anomalía en este sentido se calcula en tiempo real y se añade a la trama de datos como una alarma, con lo que se puede saber exactamente en qué punto del tubo se produce el fallo, durante cuánto tiempo y, en cualquier caso, permitiría volver a repetir el tubo inspeccionado.
- 20 Otro uso del subsistema de posicionamiento (106) es la identificación automática del tubo analizado. Dentro del generador de vapor los tubos se distribuyen por filas y en una misma fila todos los tubos tienen la misma longitud y, por lo tanto, el mismo radio en la zona curva. Para identificar el tubo se utiliza un sistema redundante utilizando la posición en el espacio y el giro realizado en la curva, ambos valores detectados por el
- 25 subsistema de posicionamiento (106). Estos valores se comparan con una tabla almacenada en memoria, ya sea como parte de la electrónica (108) de adquisición o en la unidad controlada por el operador.

En operación, con el primer tubo a inspeccionar se inicializa el subsistema de

30 posicionamiento (106) en todas las direcciones y ángulos espaciales. Cada vez que el sistema mecánico o robótico avanza hacia el siguiente tubo, las coordenadas x,y del subsistema de posicionamiento (106) se actualizan con un nuevo valor. Estas coordenadas x,y corresponden al extremo inicial de un tubo con un radio en la zona curva determinado. Midiendo el tiempo que la sonda tarda en pasar la curva y la

35 velocidad empleada se puede obtener la longitud de la curva. En concreto, mientras la sonda (1) sube por el tramo recto, ésta sólo puede realizar el giro según el eje

longitudinal. En cambio, al tomar la curva varía al menos uno de los otros ángulos de posición, por lo que se puede medir el tiempo que tarda en variar o la distancia entre el punto de inicio y de final de la variación. Por lo tanto la identificación del tubo se conoce por las coordenadas de su extremo inicial y por la longitud de su curva. Si ambas  
5 identificaciones no coinciden se podrá emitir una señal de error.

La trama de datos se puede almacenar en la electrónica (100) de adquisición mediante la memoria (108) o enviar al exterior de forma digitalizada a través de un módulo de comunicaciones (110). Este puede ser inalámbrico o un interfaz eléctrico.

10

La sonda (1) posee un sistema de alimentación, que puede estar incluido o no en la electrónica (100), apropiado a su modo de funcionamiento, ya sea por baterías o por medio del cable. Las diferentes tensiones y corrientes necesarias para alimentar la sonda (1) se obtienen desde el bloque de potencia encargado de, a partir de la tensión  
15 de la batería, generar esas alimentaciones y encargado también de controlar el proceso de carga.

En la figura 2 se muestran dos ejemplos de estructura de la sonda (1), con y sin cable, formada por diferentes bloques (201, 203', 205, 207, 209). En ambos ejemplos posee un  
20 bloque inicial (201) acabado en punta para facilitar la entrada en el tubo y el seguimiento de las curvas de éste. Igualmente comprende unos centradores (202) para mantener el sensor (203) a una distancia constante de la pared. Los centradores (202) estarán principalmente cerca del sensor (203) en el segundo bloque (203'), pero pueden estar por toda la longitud de la sonda. La electrónica (100) de adquisición de los datos se  
25 situará en un tercer bloque (205) próximo al sensor (203) para reducir el riesgo de ruido. Si el tamaño de la sonda (1) y de los componentes lo permite, la electrónica (100) de adquisición irá en el mismo bloque que el sensor (203). Las baterías y/o el interfaz eléctrico se sitúan en cualquiera de los bloques restantes. El último bloque (207) debe taponar la tubería si la sonda se desplaza por aire comprimido. Para ello puede ser  
30 expansible por cualquier método, y poseer geometría cónica o la que corresponda. Igualmente podrá ser ajustable o intercambiable.

Todos los bloques de la sonda están unidos entre sí mediante un elemento flexible (208) hueco que permite el paso de cables por su interior. Éste elemento flexible (208) es lo  
35 suficientemente flexible como para permitir que toda la sonda pase a través de los tubos de pequeño diámetro, pero con la rigidez suficiente para que el sistema de impulsión

transmita su fuerza sobre la sonda y la empuje hacia adelante. En su caso podrá disponer de rótulas (204) que favorecen la movilidad de la sonda (1) sobre tubos con radio de curvatura reducido.

5 El elemento (230) del segundo ejemplo puede ser un interfaz eléctrico, con las características apropiadas para el paso de datos digitalizados y/o de alimentación, o un hilo portador para recoger la sonda (1) desde el punto de inserción. Cuando se trate de un interfaz eléctrico, portará las comunicaciones entre el operador y la sonda (1). Esta solución permite obviar la memoria de la electrónica (108) de adquisición. Esta solución  
10 está destinada a las ocasiones en las que se deba reducir mucho el contenido de la sonda (1), pues se eliminan varios de los elementos de la misma, a aquellas ocasiones en las que no se pueda recargar la batería, o las que comprendan tantos datos a tomar que desborden la capacidad de la memoria o de la batería.

15 En la figura 4 se muestra el esquema de una sonda tipo array (116) con múltiples bobinas (20) con una serie de multiplexores (115, 117) necesaria para conectar el transmisor (102) y el bloque de control (107) con las bobinas *array* (116). La sincronización de la posición de cada multiplexor (115, 117) y, por lo tanto, de la bobina  
20 (20) que se está usando para generar el campo magnético o del *array* (116) para recibirlo, se hace desde el bloque de control (107) y se realiza teniendo en cuenta el número de frecuencias empleadas para la inspección. Para el procesamiento de los datos recibidos, la demodulación y el filtrado, también se tiene en cuenta la posición del multiplexor (115, 117).

**REIVINDICACIONES**

- 1- Sonda de corrientes inducidas digital con sistema de posicionamiento para inspección de tubos, en especial en centrales nucleares, caracterizada por que comprende uno o  
5 más sensores (203) de corrientes inducidas, una electrónica (100) de adquisición de datos que digitaliza éstos y los marca con la posición indicada por un subsistema de posicionamiento (106) mediante módulo inercial dispuesto en la sonda (1), todos ellos portados en un conjunto de bloques (201, 203', 205, 207, 209) unidos por un elemento flexible (208) y un interfaz de comunicación con un equipo externo.
- 10
- 2- Sonda, según la reivindicación 1, donde el elemento flexible (208) posee rótulas (204) para favorecer la movilidad de la sonda (1) sobre tubos con radio de curvatura reducido.
- 3- Sonda, según la reivindicación 1, cuyo último bloque (207) es expansible, ajustable o  
15 intercambiable.
- 4- Sonda, según la reivindicación 1, que posee centradores (202) al menos cerca de cada sensor (203).
- 20
- 5- Sonda, según la reivindicación 1, cuyo sensor (203) corresponde a un equipo de corrientes inducidas multi-elemento con varias bobinas (20) formando un *array* (116).
- 6- Sonda, según la reivindicación 1, que emite señales de corrientes inducidas con diferentes frecuencias y/o amplitudes configurables.
- 25
- 7- Método de corrientes inducidas para comprobación de tubos, en especial para centrales nucleares, que comprende introducir y recorrer sucesivamente la sonda de la reivindicación 1 en los tubos del generador de vapor, comprobando la presencia de  
30 defectos, caracterizado por que la sonda (1) posee uno o más sensores (203) de corrientes inducidas y una electrónica (100) de adquisición de datos que digitaliza éstos y los marca con la posición definida por un subsistema de posicionamiento (106) formado por un módulo inercial presente en la sonda (1).
- 35
- 8- Método, según la reivindicación 7, donde la sonda (1) realiza la comprobación con periodicidad temporal.

9- Método, según la reivindicación 7, donde la sonda (1) realiza la comprobación con periodicidad espacial según la posición detectada por el subsistema de posicionamiento (106).

5

10- Método, según la reivindicación 7, donde se identifica el tubo por la posición espacial de su extremo inicial medido por la sonda (1).

11- Método, según la reivindicación 10, donde se comprueba la identificación del tubo mediante la medición del tamaño de una curva presente en el tubo por la sonda (1) y su comparación con una tabla almacenada en memoria.

10

12- Método, según la reivindicación 7, donde los datos se conservan en la electrónica (100) de adquisición.

15

13- Método, según la reivindicación 7, donde los sensores (203) se disponen en *array* (116) y la posición marcada a los datos de cada bobina (20) incluye la posición angular medida por el subsistema de posicionamiento (106).

20

Fig. 1

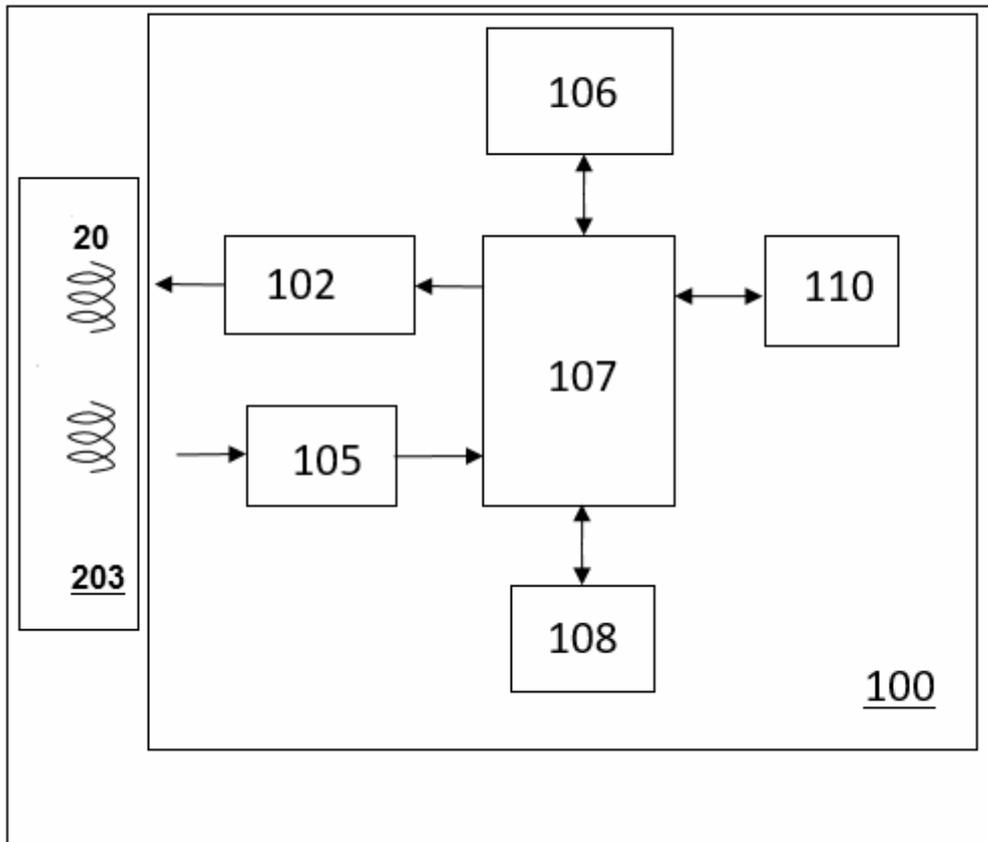
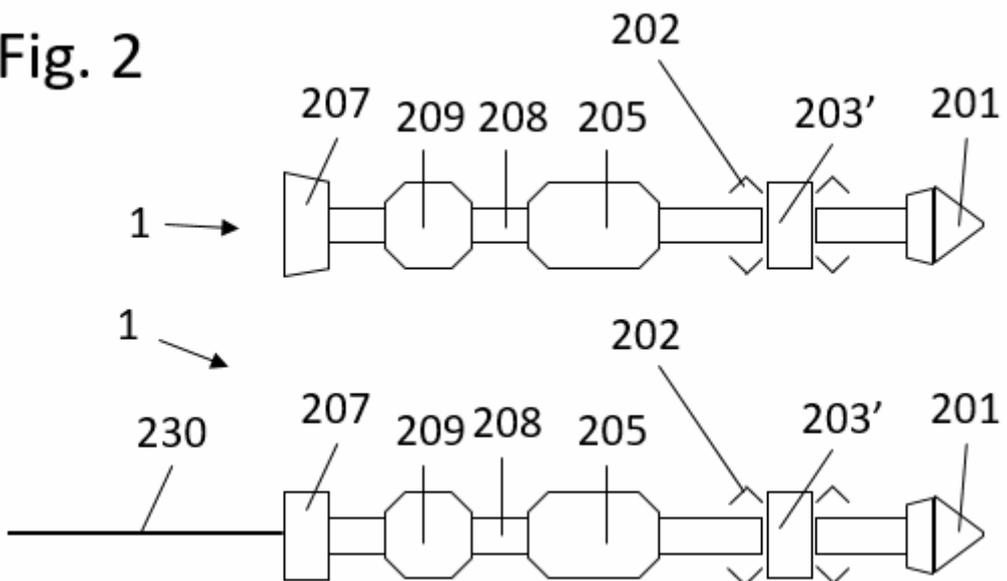


Fig. 2



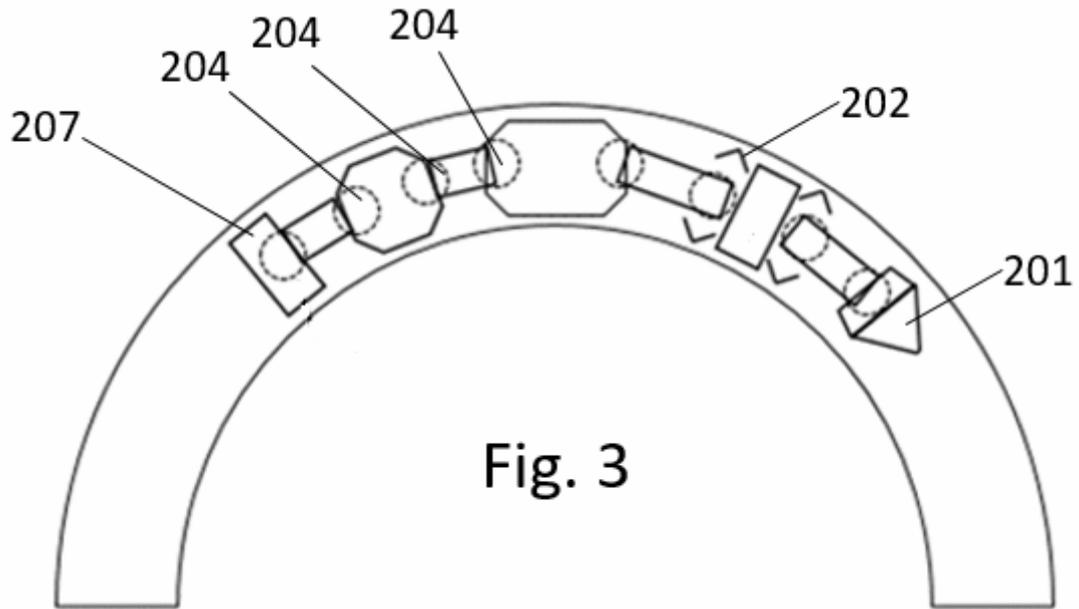
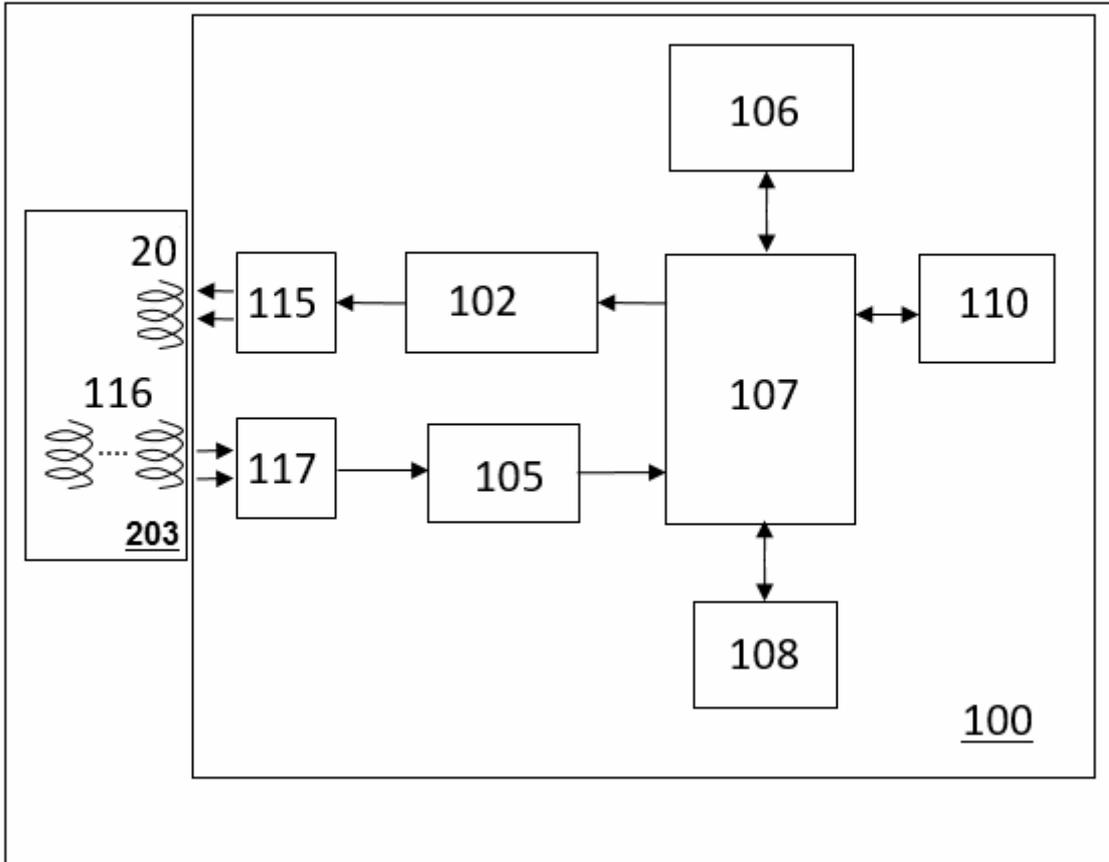


Fig. 3

Fig. 4





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201730033

②② Fecha de presentación de la solicitud: 13.01.2017

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G21C17/017** (2006.01)  
**G01R1/067** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 2012006133 A1 (DRAPER et al.) 12/01/2012, Párrafos [0006] a [0047]; figuras 1-6.	1, 2, 4, 5, 7-10, 12
Y	EP 2315018 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 27/04/2011, párrafos [0010] a [0038]; figuras 1-6.	1, 2, 4, 5, 7-10, 12
Y	US 5174164 A (WILHEIM) 29/12/1992, Columna 3, línea 26 a columna 13, línea 21; figuras 1-10.	2

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

**Fecha de realización del informe**  
01.06.2018

**Examinador**  
J. Botella Maldonado

**Página**  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G21C, G01R

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, XPAIP, XPI3E, INSPEC.

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.06.2018

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 3, 6, 11, 13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1, 2, 4, 5, 7-10, 12	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2012006133 A1 (DRAPER et al.)	12.01.2012
D02	EP 2315018 A1 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP)	27.04.2011
D03	US 5174164 A (WILHEIM)	29.12.1992

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 presenta una sonda de medida para ser insertada en un tubo. Comprende un eje flexible que sostiene a su alrededor elementos centradores y un cuerpo de sonda que incluye sensores de corrientes inducidas. La sonda se conecta a un centro de operaciones a través de un cableado por el que se suministra energía eléctrica a la sonda y datos de control recibiendo de esta, las señales del sensor que se procesan y almacenan. Además el centro de operaciones dispone de medios de comunicación (párrafo [0024]).

El documento D02 describe una sonda de inspección de tuberías de vapor con sensores de corrientes inducidas (bobinas en array) con dispositivos de centrado y de medida de la velocidad y posición de la sonda que además puede conducirse a través de los conductos mediante empuje por aire comprimido.

El documento D03 presenta un cable central flexible que sujeta radialmente una sonda para inspeccionar anomalías en los tubos de los generadores de vapor de una central nuclear una pluralidad de cuentas alrededor y rodeando al cable formando juntas de rótula cada dos adyacentes.

La sonda referida en la reivindicación independiente 1ª deriva directamente y sin ningún equívoco de la sonda presentada en el documento D01 a excepción del módulo de posicionamiento, que sin embargo se incluye en la sonda presentada en el documento D02. Un experto en la materia combinará las partes principales de ambos documentos obteniendo con facilidad las características técnicas de la reivindicación 1ª. Por lo tanto la reivindicación 1ª carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Las parte caracterizadora de la reivindicación 2ª, dependiente de la 1ª, se anticipa en el documento D03 siendo obtenible con sencillez por un experto en la materia por combinación de los documentos D01, D02 y D03. Por lo tanto la reivindicación 2ª carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Las reivindicaciones 4ª y 5ª, ambas dependientes de la 1ª, están anticipadas en los documentos D02 y D01 respectivamente. Por lo tanto las reivindicaciones 4ª y 5ª carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

En la reivindicación independiente 7ª referida a un método de detección de defectos en tubos de centrales nucleares mediante la sonda de la reivindicación 1ª, al igual que ocurre en esta reivindicación, su contenido técnico es deducible con facilidad por un experto en la materia por combinación de los documentos D01 y D02. Por lo tanto la reivindicación 7ª carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Las técnicas de medida que se reivindican en las reivindicaciones 8ª y 9ª son conocidas y obvias para un experto en la materia. Por lo tanto las reivindicaciones 8ª y 9ª carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Lo mismo ocurre con las reivindicaciones 10ª y 12ª cuyas características técnicas son opciones normales de diseño. Por lo tanto las reivindicaciones 10ª y 12ª carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).