

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 739**

51 Int. Cl.:

G01B 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.10.2015 PCT/EP2015/075029**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16066709**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2015 E 15787985 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 3213028**

54 Título: **Método de medición de holguras entre zonas de tubos y conjunto de medición de holguras relacionado**

30 Prioridad:

29.10.2014 FR 1460400

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

19.03.2019

73 Titular/es:

**FRAMATOME (100.0%)
1 Place Jean Millier, Tour Areva
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**PIRIOU, MARC;
BOURGOIS, STÉPHANE;
SARTRE, BERNARD y
KERNIN, YANN**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 704 739 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 holguras entre zonas de tubos y conjunto de medición de holguras relacionado

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un método para medir holguras entre zonas de tubos de intercambio de calor de un intercambiador de calor, que comprende las siguientes etapas:
- acoplar una cadena de fuentes emisoras en dicha zona de un primer tubo;
 - hacer circular un detector receptor en dicha zona de un segundo tubo;
- 10 - registrar la señal captada por el detector receptor mientras recorre dicha zona del segundo tubo;
- calcular la separación entre las zonas respectivas del primer y segundo tubos a partir de la señal registrada.
- [0002]** Este método está destinado a controlar las dimensiones y evaluar la integridad de las estructuras mecánicas del intercambiador de calor después de su fabricación o después de un periodo de servicio.
- 15 **[0003]** Un método de este tipo está adaptado para realizar una medición de las holguras entre los arcos de haces tubulares de un generador de vapor en la etapa final de fabricación o en servicio, con una incertidumbre asociada. Esta medida revela defectos de fabricación u operación. El conjunto para realizar las mediciones se utiliza como una herramienta de control no destructiva.
- 20 **[0004]** El método para medir holguras entre las zonas de tubos de intercambio de calor de un intercambiador de calor se realiza convencionalmente por un control no destructivo de tipo sensor o por un método visual, midiendo las distancias entre los tubos de una superficie exterior del tubo de referencia.
- 25 **[0005]** Este método de medición hecho desde la superficie exterior del tubo es difícil de adaptar para los tubos de generadores de vapor. Sin embargo, para un generador de vapor, la superficie exterior de los tubos del conjunto de haces tubulares es de difícil acceso. Las medidas hechas son por lo tanto imperfectas. Además, las operaciones son tediosas por este método.
- 30 **[0006]** Para facilitar el método de medición de las holguras entre tubos, se han desarrollado soluciones para introducir un conjunto de medición de holguras en zonas de tubos de intercambio de calor.
- [0007]** El documento US 5 744 952 desvela un método para medir holguras entre dos tubos rectos de un intercambiador de calor que comprende un núcleo de ferrita de alta permeabilidad magnética en un primer tubo y
- 35 una bobina de corrientes de Foucault en un segundo tubo. La medición realizada con la bobina permite determinar la distancia que la separa hasta el núcleo de ferrita.
- [0008]** Sin embargo, el método de medición de las holguras entre las zonas de los tubos de intercambio de calor del intercambiador de calor no proporciona plena satisfacción. El método de medición es impreciso para los
- 40 arcos tubulares de un generador de vapor.
- [0009]** Un objeto de la invención es proporcionar un método para medir holguras entre zonas de tubos arqueados de haces tubulares de intercambiadores de calor, en la etapa final de fabricación o en servicio.
- 45 **[0010]** Para este propósito, el objeto de la invención es, de acuerdo con la reivindicación independiente 1, un método para medir las holguras entre dos zonas de tubos de intercambio de calor de un intercambiador de calor del tipo mencionado anteriormente en el que dichas zonas son arcos dispuestos de tal manera que dicha zona de arco del primer tubo se extiende encarada a dicha zona de arco del segundo tubo, actuando sobre dos extremos opuestos de la cadena de fuentes emisoras para inmovilizar la cadena de fuentes emisoras en el arco del primer
- 50 tubo durante la circulación del detector receptor en el arco del segundo tubo.
- [0011]** El método de acuerdo con la invención puede comprender una o más de las siguientes características tomadas por separado o en cualquier combinación técnicamente posible:
- 55 - dichas zonas de los arcos del primer y segundo tubos se extienden en un mismo plano y son sustancialmente paralelas entre sí;
- la cadena de fuentes emisoras está posicionada de manera que presione la cadena de fuentes emisoras contra un intradós del arco del primer tubo;
 - la cadena de fuentes emisoras comprende elementos de centrado y la cadena de fuentes emisoras está
- 60 posicionada para centrar la cadena de fuentes emisoras en el arco del primer tubo;

- la etapa de acoplamiento de la cadena de fuentes emisoras en la zona del primer tubo comprende las siguientes operaciones:

- introducir el detector receptor hasta una entrada de la zona del arco del segundo tubo,
 - 5 - introducir la cadena de fuentes emisoras en el primer tubo,
 - desplazar la cadena hasta que se detecte una primera fuente emisora delante del detector receptor,
 - desplazar la cadena hasta que se detecte una última fuente emisora delante del detector receptor,
 - actuar sobre la cadena para inmovilizarla el primer tubo;
- 10 - la etapa para registrar la señal recogida por el detector receptor mientras recorre dicha zona del segundo tubo comprende una operación de medición de una señal que comprende datos físicos que permiten calcular la distancia entre la fuente emisora y el detector receptor y datos que se pueden deducir del análisis de los datos físicos para distinguir las fuentes emisoras detectadas;
- la etapa para registrar la señal comprende una operación repetida y reproducida para adquirir mediciones de señal,
 - 15 realizando preferiblemente al menos una adquisición de medición por mm de recorrido;
- la cadena de fuentes emisoras comprende una pluralidad de fuentes emisoras con una forma idéntica, separadas en una distancia suficiente para que los datos físicos emitidos por una de las fuentes emisoras no interfieran con los datos físicos emitidos por otra cualquiera de las fuentes emisoras durante la operación de medición de señal;
- cada fuente emisora está hecha de una aleación de neodimio-hierro-boro o cualquier otro material eléctricamente
 - 20 conductor o cualquier otro material magnético;
 - la cadena de fuentes emisoras comprende un filamento que conecta las fuentes emisoras;
 - la etapa para la circulación del detector receptor en dicha zona del segundo tubo comprende una operación de desplazamiento del detector receptor a una velocidad sustancialmente constante en el segundo tubo;
 - el detector receptor comprende una parte activa con un sensor de tipo sonda para medir corrientes de Foucault o
 - 25 un sensor de tipo sonda para medición el flujo de fuga;
 - el detector receptor comprende una parte de guía y centrado para el detector receptor con respecto al arco del segundo tubo;
 - los arcos del primer y segundo tubos están en un plano vertical, encontrándose el arco del primer tubo por encima o por debajo del segundo tubo.

30

[0012] La invención también tiene por objeto, de acuerdo con la reivindicación independiente 15, un conjunto de medición de las holguras entre zonas de los tubos de calor de un intercambiador de calor. El conjunto de medición de holguras entre las zonas de los tubos comprende una cadena de fuentes emisoras adaptadas para acoplarse en una zona de un arco de un primer tubo, un detector receptor capaz de recibir una señal transmitida

35 por la cadena de fuentes emisoras durante un recorrido de una zona de un arco de un segundo tubo, extendiéndose la zona del arco del primer tubo opuesta a la zona del arco del segundo tubo, y un medio de desplazamiento y mantenimiento en posición de la cadena de fuentes emisoras y el detector del receptor, adaptado para actuar sobre dos extremos opuestos de la cadena de fuentes emisoras para su inmovilización en el arco del primer tubo durante la circulación del detector receptor en el arco del segundo tubo.

40

[0013] El conjunto de medición de holguras de acuerdo con la invención puede comprender una o más de las siguientes características tomadas por separado o en cualquier combinación técnicamente posible:

- la cadena de fuentes emisoras comprende una pluralidad de fuentes emisoras con una forma idéntica, emitiendo
- 45 las fuentes emisoras una señal que incluye datos físicos que permiten calcular la distancia entre la fuente emisora y el detector receptor y datos que se pueden deducir del análisis de los datos físicos para distinguir las fuentes emisoras detectadas, separadas por una distancia suficiente para que los datos físicos emitidos por una de las fuentes emisoras no interfieran con los datos físicos emitidos por otra de las fuentes emisoras, estando las fuentes emisoras conectadas ventajosamente por un filamento y posicionadas ventajosamente en el intradós o en el centro
- 50 del primer tubo por medio de un elemento de centrado;
- el detector receptor comprende una parte activa que comprende un sensor de tipo sonda para medir la corriente de Foucault o un sensor de tipo sonda para medición el flujo de fuga;
- el detector receptor comprende una parte de guía y centrado que se adapta al diámetro del segundo tubo.

55 **[0014]**

La invención se entenderá mejor tras la lectura de la siguiente descripción dada únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es una vista global y esquemática de un intercambiador de calor, en particular de la zona destinada a controlarse por el método de acuerdo con la invención,

- la figura 2 es una vista general de lado esquemática tomada en sección de un conjunto de medición de holguras entre zonas de tubos de intercambio de calor de un intercambiador de calor de acuerdo con la invención, y
- la figura 3 es una vista general frontal de una cadena de fuentes emisoras del conjunto de medición de holguras de la figura 2.

5

[0015] En la Figura 1 se muestra un intercambiador de calor 1 de tipo generador de vapor.

[0016] Comprende un tanque 4 y una pluralidad de haces tubulares 6 dispuestos en el tanque 4. Cada haz 6 comprende un gran número de tubos en forma de U, teniendo estos tubos una parte recta y en cada uno de sus
10 extremos, un arco 10.

[0017] Los arcos 10 se disponen, por medio de separadores 12 dispuestos particularmente en los extremos de las partes rectas de los tubos, de modo que el arco de un primer tubo 14 se extienda encarado hacia el arco de un segundo 16. El arco del primer tubo 14 y el arco del segundo tubo 16 definen entre ellos un espacio 18.

15

[0018] Los arcos del primer y segundo tubos 14, 16 se extienden en el mismo plano y son sustancialmente paralelos entre sí.

[0019] De acuerdo con la realización ilustrada en la figura 1, los arcos del primer y segundo tubos 14, 16 se
20 extienden en el mismo plano vertical. El arco del primer tubo 14 está ventajosamente sobre el arco del segundo tubo 16. Como alternativa, los arcos del primer y segundo tubo 14, 16 se extienden en el mismo plano que tiene un componente horizontal y/o un componente vertical.

[0020] Como se muestra en la figura 2, un conjunto de medición 20 está destinado a realizar un control no
25 destructivo para controlar la holgura entre el primer y segundo tubos 14, 16 en particular en una etapa final de fabricación o en servicio.

[0021] El conjunto de medición 20 de holguras comprende una cadena de fuentes emisoras 22 destinadas a
30 acoplarse en el primer tubo 14, un detector receptor 24 destinado a circular en el segundo tubo 16 y medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 de la cadena 22 y el detector receptor 24.

[0022] El conjunto de medición 20 de las holguras también comprende una unidad de control 28 para registrar la señal recibida por el detector receptor 24 durante la adquisición de mediciones de la holgura entre el primer tubo 14 y el segundo tubo 16. La unidad de control 28 también puede calcular la distancia entre la cadena de fuentes
35 emisoras 22 y el detector receptor 24 mediante la evaluación de la distancia por la disminución de la intensidad de datos físicos determinados.

[0023] Como se ilustra en la figura 3, la cadena de fuentes emisoras 22 comprende una pluralidad de fuentes de emisoras 30 sustancialmente idénticas y separadas entre sí. La cadena de fuentes emisoras 22 también
40 comprende un filamento 32 que une las fuentes emisoras 30, y un espaciador 34 entre cada par de fuentes emisoras 30 adyacentes a lo largo del filamento, preferiblemente transparente al campo magnético. El espacio entre las fuentes emisoras 30 es tal que la influencia de una fuente en la otra se considera despreciable.

[0024] Ventajosamente, los espaciadores 34 son de forma cilíndrica, típicamente redondeados, y divididos en
45 varias partes conectadas entre sí, por ejemplo articuladas entre sí. El espaciador 34 puede seguir el contorno del arco, sin atascarlo en el interior, y preposicionar el par de fuentes emisoras 30 que se mantienen en el filamento 32 para mantener una distancia fija entre las fuentes emisoras 30.

[0025] Como alternativa, la cadena de fuentes emisoras 22 comprende elementos de centrado 36 capaces de
50 posicionar la cadena de fuentes emisoras 22 con respecto al arco del primer tubo 14. El elemento de centrado 36 tiene un alojamiento que se adapta con el contorno de la fuente emisora 30 y/o el espaciador 34. El elemento de centrado 36 es capaz de colocar la fuente emisora 30 contra un intradós del arco del primer tubo 14. Como alternativa, el elemento de centrado 36 puede colocar la fuente emisora 30 en el centro del arco del primer tubo 14.

[0026] Cada fuente emisora 30 emite una señal que puede ser recogida por el detector receptor 24. La señal
55 comprende datos físicos adaptados para permitir que la unidad de control 28 calcule la separación entre la fuente transmisora 30 y el detector receptor 24 y datos deducibles del análisis de los datos físicos para distinguir las fuentes emisoras detectadas 30.

- [0027]** El detector receptor 24 puede medir la señal emitida por cada fuente emisora 30 y se extiende en el segundo tubo 16 como se ilustra en la figura 2.
- [0028]** El detector receptor 24 está posicionado ventajosamente con respecto al primer tubo 14.
- 5 **[0029]** El detector receptor 24 comprende una parte de guía y centrado 40 del detector con relación al arco del segundo tubo 16 y una parte activa 42 que comprende un sensor para medir la señal.
- [0030]** El detector receptor 24 está conectado a los medios de desplazamiento 26, ventajosamente por la parte de guía y centrado 40.
- 10 **[0031]** La parte de guía y centrado 40 del detector receptor comprende una envoltura, ventajosamente de forma cilíndrica, que se ajusta al contorno interior del arco del segundo tubo 16.
- 15 **[0032]** Los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 están adaptados para hacer circular el detector receptor 24 en el arco del segundo tubo 16 a una velocidad sustancialmente constante. En otras palabras, la variación de la velocidad debida en particular a la fricción tiene un orden de magnitud de $\pm 10\%$ de la velocidad constante.
- 20 **[0033]** Los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 también pueden desplazar la cadena de fuentes emisoras 22 en el primer tubo 14 y mantenerla en posición.
- [0034]** Los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 pueden colocar un primer extremo de la cadena 22 en el primer tubo 14, y hacerla circular al menos hasta este extremo del arco del primer tubo 14. El primer extremo de la cadena 22 está además adaptado para volver a acoplarse en los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26.
- 25 **[0035]** Como alternativa, los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 están adaptados para hacer circular una primera parte de cadena de tipo guía en el primer tubo 14, para insertar gradualmente una segunda parte de la cadena de fuentes emisoras 22.
- 30 **[0036]** Los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 están adaptados para colocar la cadena de fuentes emisoras 22 en la parte derecha y/o en el arco del primer tubo 14.
- 35 **[0037]** Como se ilustra en la figura 2, los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 comprenden medios de inmovilización propios para recibir los dos extremos de la cadena 22 y para manipular cada uno de los extremos para inmovilizar la cadena 22 en el primer tubo 14.
- [0038]** Los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 están adaptados para actuar sobre los dos extremos opuestos de la cadena 22 y para inmovilizarla en el arco del primer tubo 14 durante la circulación del detector receptor 24 en el arco del segundo tubo 16.
- 40 **[0039]** Como alternativa, los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 comprenden un medio de bloqueo en posición de uno de los extremos de la cadena de fuentes emisoras 22 y un medio para inmovilizar el otro extremo de la cadena de fuentes emisoras 22, cuando la cadena 22 está acoplada en el arco del primer tubo 14.
- 45 **[0040]** Los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 son apropiados para inmovilizar uno de los extremos de la cadena de fuentes emisoras 22 y para actuar sobre los otros extremos opuestos de la cadena 22 para colocar e inmovilizar la cadena de fuentes emisoras 22 en el arco del primer tubo 14, en particular durante la circulación del detector receptor 24 en el arco del segundo tubo 16.
- 50 **[0041]** Los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 comprenden ventajosamente un elemento de tipo empujador-tirador para desplazar la cadena 22 y un elemento de tipo empujador-tirador para el detector receptor 24.
- 55 **[0042]** Ahora se describirá el método para medir las holguras entre las zonas de tubos de intercambio de calor de un intercambiador de calor 1.
- 60 **[0043]** Como se ilustra en la figura 2, el método comprende las siguientes etapas.

- [0044]** Inicialmente, la cadena de fuentes emisoras 22 se acopla en el primer tubo 14. El detector receptor 24 se desplaza en el segundo tubo 16 por el medio de desplazamiento 26. La unidad de control 28 registra la señal recogida por la parte activa 42 del detector durante el recorrido de la zona del segundo tubo 16. La unidad de control 5 28 calcula la separación o la holgura entre las zonas respectivas del primer y segundo tubos 14, 16 a partir de la señal registrada.
- [0045]** Estas diferentes etapas se detallarán ahora.
- 10 **[0046]** Primero, el detector receptor 24 se desplaza a una entrada del arco del segundo tubo 16, indicado por un separador detectable 12. El detector receptor 24 detecta el separador 12 y el medio de desplazamiento 26 coloca el detector receptor 24 lo más cerca posible.
- 15 **[0047]** Después, la cadena de fuentes emisoras 22 se introduce en el primer tubo 14. Se desplaza mediante el medio de desplazamiento 26 hasta que se detecta una primera fuente emisora 30a delante del detector receptor 24. El medio de desplazamiento 26 desplaza la cadena 22 hasta que se detecta una segunda fuente emisora 30b delante del detector receptor 24.
- 20 **[0048]** El medio de desplazamiento 26 actúa ligeramente sobre la cadena 22 en los extremos, de modo que la cadena 22 está en posición en el arco del primer tubo 14. El medio de desplazamiento 26 inmoviliza la cadena de fuentes emisoras 22 en el arco del primer tubo 14. Los extremos de la cadena 22 se sujetan por el medio de inmovilización del medio de desplazamiento 26. El medio de inmovilización ejerce una tensión sobre el filamento 32 que inmoviliza la cadena 22 en el arco del primer tubo 14. Las fuentes emisoras 30 se disponen de manera sustancialmente equidistante, contra los intradoses o en el centro del primer tubo 14.
- 25 **[0049]** La cadena de fuentes emisoras 22 se inmoviliza en el arco del primer tubo 14, el medio de desplazamiento 26 del detector receptor 24 impulsa este último en el arco del segundo tubo 16.
- 30 **[0050]** El desplazamiento del detector receptor 24 es a una velocidad sustancialmente constante. Durante la etapa de registro de la señal recogida por el detector 24 durante su recorrido, la unidad de control 28 registra la señal que comprende los datos físicos de la fuente emisora 30, lo que permite calcular la distancia entre la fuente emisora 30 y el detector de recepción 24 y los datos deducibles del análisis de los datos físicos para distinguir las fuentes emisoras detectadas 30. A medida que avanza el desplazamiento, la parte activa 42 del detector receptor mide una variación de los datos físicos transmitidos. Esta medición, en función de la cadena 22 y el detector 24 correspondiente, es una variación de un campo magnético, o una variación de una corriente eléctrica inducida. El análisis de la variación de los datos físicos transmitidos distingue las fuentes emisoras 30, las enumera y determina la distancia entre las fuentes emisoras 30 y el detector receptor 24.
- 35 **[0051]** La adquisición de las mediciones de la señal se reproduce y se repite sobre una distancia de recorrido predeterminada. La adquisición de las mediciones se renueva preferiblemente al menos una vez por milímetro de recorrido, ventajosamente varias veces por milímetro de recorrido.
- 40 **[0052]** El método de medición de holguras se renueva para una muestra que comprende algunos arcos o para el conjunto de arcos 10 de los haces tubulares del intercambiador de calor 1.
- 45 **[0053]** En una primera realización, la cadena de fuentes emisoras 22 es una cadena de cuerpos eléctricamente conductores. Los datos físicos de la cadena de fuentes emisoras 22 se producen por una corriente eléctrica que forma un campo magnético inducido. Cada fuente emisora 30 es preferiblemente una aleación de cobre, aluminio o cualquier otro material eléctricamente conductor.
- 50 **[0054]** La parte activa 42 del detector receptor 24 es un sensor de medición del tipo de sonda de medición de corriente de Foucault.
- [0055]** La cantidad medida del detector receptor 24 es una variación de una corriente eléctrica inducida que designa cada una de las fuentes emisoras 30. Junto con el examen de la holgura entre los arcos, la medición del detector receptor 24 realiza de manera ventajosa un examen del estado de la superficie y la ausencia de fisuras en el segundo tubo 16.

[0056] Además, el método asociado con esta primera realización de medición de las holguras entre las zonas del tubo de intercambio de calor realiza conjuntamente un control de la holgura entre arcos, un control del estado de la superficie y una búsqueda fisuras para el arco del segundo tubo 16.

5 **[0057]** En una segunda realización, la cadena de fuentes emisoras 22 es una cadena de imanes. Los datos físicos de la cadena de fuentes emisoras 22 son un campo magnético. Cada fuente emisora 30 es preferiblemente una aleación de neodimio-hierro-boro o cualquier otro material magnético.

10 **[0058]** La parte activa 42 del detector receptor 24 es un sensor de medición del tipo de sonda de medición de flujo de fuga. La cantidad medida del detector receptor 24 es una variación del campo magnético que designa cada una de las fuentes emisoras 30.

15 **[0059]** El método para medir la holgura entre los arcos 10 controla de manera eficiente la distancia entre los arcos 10 de los haces tubulares de los generadores de vapor 1. Los medios de desplazamiento y mantenimiento en posición 26 posicionan con certeza por un mantenimiento en tensión la cadena de fuentes emisoras 22 en el arco del primer tubo 14, lo que garantiza una medición precisa.

20 **[0060]** El método de medición también permite determinar las holguras tanto en la etapa final de fabricación como en servicio, al asociarlas con una incertidumbre.

[0061] El método para medir las holguras entre los arcos 10 propone un método para determinar la distancia entre los arcos 10 desde el interior de los arcos de los tubos 14, 16, con referencia tanto al centro del tubo como al intradós del tubo.

25 **[0062]** Ventajosamente, el método de medición de holgura emplea fuentes emisoras 30 que tienen características idénticas que permiten obtener una reproducibilidad y una baja incertidumbre de las mediciones.

[0063] El método de medición de las holguras se considera como un medio para mapear las distancias entre los arcos 10 para el conjunto de haces tubulares del intercambiador de calor 1, en un tiempo razonable.

30

[0064] El método de medición de holguras no requiere ninguna modificación del intercambiador de calor 1 para llevar a cabo controles no destructivos.

REIVINDICACIONES

1. Método para medir holguras entre zonas de tubos de intercambio de calor de un intercambiador de calor (1), comprendiendo el método las siguientes etapas:
- 5
- acoplar una cadena de fuentes emisoras (22) en dicha zona de un primer tubo (14);
 - hacer circular un detector receptor (24) en dicha zona de un segundo tubo (16);
 - registrar la señal captada por el detector receptor (24) mientras recorre dicha zona del segundo tubo (16);
 - calcular la separación entre las zonas respectivas del primer (14) y segundo (16) tubos a partir de la señal
- 10 registrada;
- caracterizado porque** dichas zonas son arcos (10) dispuestos de tal manera que dicha zona de arco del primer tubo (14) se extiende encarada hacia dicha zona de arco del segundo tubo (16), actuando sobre dos extremos opuestos de la cadena de fuentes emisoras (22) para inmovilizar la cadena de fuentes emisoras (22) en el arco del primer tubo
- 15 (14) durante la circulación del detector receptor (24) en el arco del segundo tubo (16).
2. Método de medición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichas zonas de los arcos del primer y segundo tubos (14, 16) se extienden en un mismo plano y son sustancialmente paralelas entre sí.
- 20 3. Método de medición de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la cadena de fuentes emisoras (22) está posicionada de manera que presione la cadena de fuentes emisoras (22) contra un intradós del arco del primer tubo (14).
4. Método de medición de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la cadena de
- 25 fuentes emisoras (22) comprende elementos de centrado (36) y la cadena de fuentes emisoras (22) está posicionada para centrar la cadena de fuentes emisoras (22) en el arco del primer tubo (14).
5. Método de medición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la etapa de acoplamiento de la cadena de fuentes emisoras (22) en la zona del primer tubo (14) comprende
- 30 las siguientes operaciones:
- introducir el detector receptor (24) hasta una entrada de la zona del arco del segundo tubo (16);
 - introducir la cadena de fuentes emisoras (22) en el primer tubo (14);
 - desplazar la cadena (22) hasta que se detecte una primera fuente emisora (30a) delante del detector receptor (24);
 - 35 - desplazar la cadena (22) hasta que se detecte una segunda fuente emisora (30b) delante del detector receptor (24);
 - actuar sobre la cadena (22) para inmovilizarla el primer tubo (14).
6. Método de medición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la etapa para registrar la señal recogida por el detector receptor (24) mientras recorre dicha zona del
- 40 segundo tubo (16) comprende una operación de medición de una señal que comprende datos físicos que permiten calcular la distancia entre la fuente emisora (30) y el detector receptor (24) y datos que se pueden deducir del análisis de los datos físicos para distinguir las fuentes emisoras detectadas (30).
- 45 7. Método de medición de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** la etapa para registrar la señal comprende una operación repetida y reproducida para adquirir mediciones de señal, realizando preferiblemente al menos una adquisición de medición por mm de recorrido.
8. Método de medición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, **caracterizado porque** la cadena de fuentes emisoras (22) comprende una pluralidad de fuentes emisoras con una forma idéntica
- 50 (30), separadas en una distancia suficiente para que los datos físicos emitidos por una de las fuentes emisoras (30) no interfieran con los datos físicos emitidos por otra cualquiera de las fuentes emisoras (30) durante la operación de medición de señal.
- 55 9. Método de medición de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** cada fuente emisora (30) está hecha de una aleación de neodimio-hierro-boro o cualquier otro material eléctricamente conductor o cualquier otro material magnético.
10. Método de medición de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, **caracterizado porque** la cadena de
- 60 fuentes emisoras (22) comprende un filamento (32) que conecta las fuentes emisoras (30).

11. Método de medición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** la etapa para la circulación del detector receptor (24) en dicha zona del segundo tubo (16) comprende una operación de desplazamiento del detector receptor (24) a una velocidad sustancialmente constante en el segundo tubo (16).
12. Medición de medición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** el detector receptor (24) comprende una parte activa (42) con un sensor de tipo sonda para medir corrientes de Foucault o un sensor de tipo sonda para medición el flujo de fuga.
- 10 13. Método de medición de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** el detector receptor (24) comprende una parte de guía y centrado (40) para el detector receptor con respecto al arco del segundo tubo (16).
- 15 14. Método de medición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** los arcos del primer y segundo tubos (14, 16) están en un plano vertical, el arco del primer tubo (14) se encuentra arriba o debajo del segundo tubo (16).
15. Un conjunto de medición (20) de holguras entre zonas de tubos de intercambio de calor de un intercambiador de calor (1), **caracterizado porque** comprende:
- una cadena de fuentes emisoras (22) que pueden acoplarse en la zona de un arco de un primer tubo (14),
 - un detector receptor (24) capaz de recibir una señal enviada por la cadena de fuentes emisoras (22) durante el recorrido desde una zona de un arco de un segundo tubo (16), extendiéndose la zona del arco del primer tubo (14) encarada hacia la zona del arco del segundo tubo (16), y
 - un medio de desplazamiento y mantenimiento en posición (26) de la cadena de fuentes emisoras (22) y el detector receptor (24), capaz de actuar sobre dos extremos opuestos de la cadena de fuentes emisoras (22) para inmovilizarla en el arco del primer tubo (14) durante la circulación del detector receptor (24) en el arco del segundo tubo (16).
- 25 30 16. Conjunto de medición (20) de holguras de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado porque** la cadena de fuentes emisoras (22) comprende una pluralidad de fuentes emisoras (30) con una forma idéntica, emitiendo las fuentes emisoras (30) una señal que incluye datos físicos que permiten calcular la distancia entre la fuente emisora (30) y el detector receptor (24) y datos que se pueden deducir del análisis de los datos físicos para distinguir las fuentes emisoras detectadas (30), separadas por una distancia suficiente para que los datos físicos emitidos por una de las fuentes emisoras (30) no interfieran con los datos físicos emitidos por otra de las fuentes emisoras (30), estando las fuentes emisoras (30) conectadas ventajosamente por un filamento (32) y posicionadas ventajosamente en el intradós o en el centro del primer tubo (14) por medio de un elemento de centrado (36).
- 35 40 17. Conjunto de medición (20) de holguras de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, **caracterizado porque** el detector receptor (24) comprende una parte activa (42) que comprende un sensor de tipo sonda para medir corrientes de Foucault o un sensor de tipo sonda para medir el flujo de fuga.
- 45 18. Conjunto de medición (20) de holguras de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, **caracterizado porque** el detector receptor (24) comprende una parte de guiado y centrado (40) que se adapta al diámetro del segundo tubo (16).

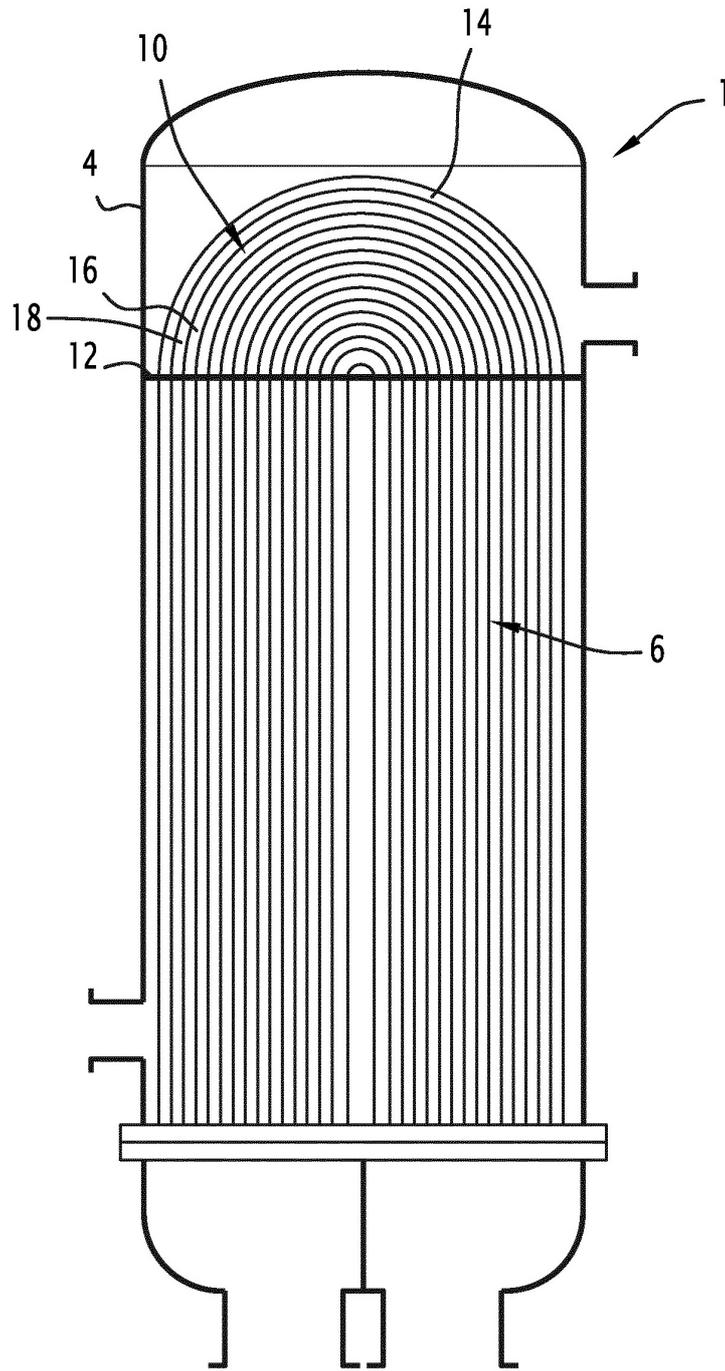


FIG.1

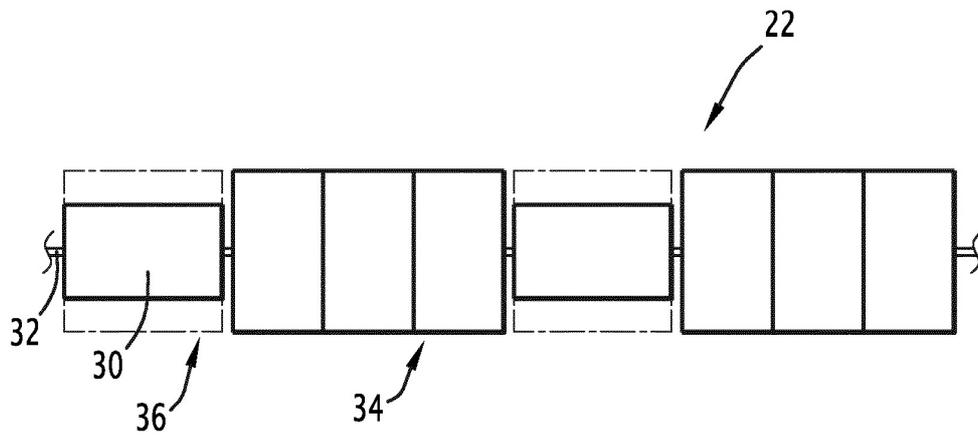
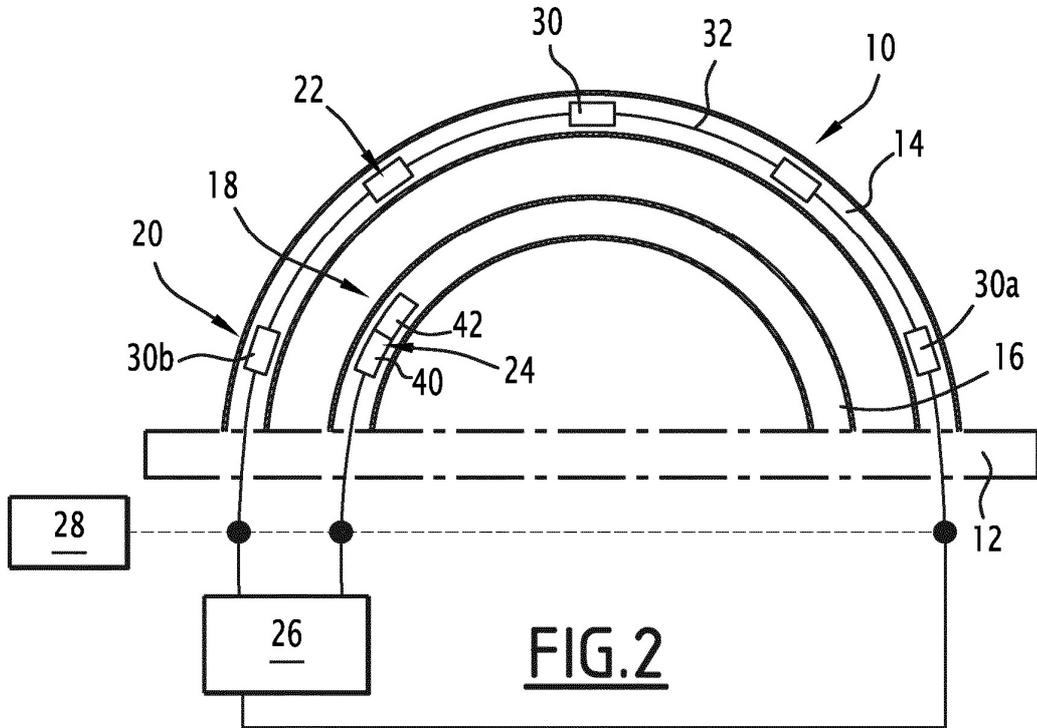


FIG. 3