

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 538**

51 Int. Cl.:

**G01N 27/90** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2010 PCT/US2010/051382**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2012 WO12044330**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2010 E 10858012 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2622362**

54 Título: **Procedimiento de inspección no destructivo para un intercambiador de calor que emplea umbralización adaptativa de ruido**

30 Prioridad:

**01.10.2010 US 895942**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.11.2019**

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC  
(100.0%)  
1000 Westinghouse Drive  
Cranberry Township, Pennsylvania 16066, US**

72 Inventor/es:

**LE.QUI, V. y  
BOWSER, CRAIG, G.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 733 538 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**

Procedimiento de inspección no destructivo para un intercambiador de calor que emplea umbralización adaptativa de ruido

5

**Antecedentes de la invención**1. Campo técnico de la invención

10 La presente invención se refiere a un procedimiento para inspeccionar un intercambiador de calor que comprende una pluralidad de tubos, y en particular a un procedimiento no destructivo para inspeccionar tubos de intercambiador de calor que emplea una umbralización adaptativa basada en el ruido.

2. Técnica relacionada

15

Los intercambiadores de calor, tales como, por ejemplo, los generadores de vapor usados en sistemas de generación eléctrica con energía nuclear de agua a presión incluyen generalmente miles de tubos de intercambiador de calor en forma de U dispuestos dentro de un recipiente de presión generalmente cilíndrico. Los extremos de los tubos de intercambiador de calor se aseguran dentro de una placa transversal llamada lámina de tubos, que separa el generador de vapor en un lado primario y un lado secundario. El fluido primario calentado del reactor nuclear pasa a través de los tubos para efectuar una transferencia de calor con el fluido de trabajo secundario que, a su vez, impulsa la maquinaria turbo utilizada para generar electricidad. El fluido primario puede ser radiactivo. Por consiguiente, para evitar fugas del refrigerante del reactor en el lado secundario del generador, lo cual contaminaría el vapor, los tubos de transferencia de calor deben inspeccionarse periódicamente para detectar grietas y señales de degradación como grietas, hoyos, abolladuras y adelgazamiento de la pared del tubo. Si se descubre un tubo degradado, generalmente se tapa de ambos extremos. En vista de los miles de tubos en el generador de vapor, el tapado de algunos tubos no afecta apreciablemente la eficiencia de la transferencia de calor.

30

La prueba de corriente de Foucault es un procedimiento bien conocido y comúnmente usado para la prueba no destructiva de los tubos generadores de vapor. En general, al realizar una prueba de corriente de Foucault en los tubos del generador de vapor, se avanza un sensor o sonda a través del tubo a medida que se generan y registran las señales para su posterior análisis. Véase, por ejemplo, la patente de EE.UU. No. 3,302,105 (que ilustra y describe las firmas de corrientes de Foucault de varios tipos de grietas de tubos); véase también la patente de EE.UU. No. 3,693,075; 4,194,149; 4,207,520; y 4,631,688. La patente de EE.UU. No. 4,763,274, que se presentó el 24 de junio de 1986 y se emitió al cesionario adjunto, divulga los procesos de inspección de corrientes de Foucault para tubos de generador de vapor nuclear y el análisis computarizado de los datos de corriente de Foucault para detectar automáticamente grietas en los tubos de transferencia de calor de un generador de vapor. El documento US 4 763 274 divulga un ordenador digital que realiza un análisis completo de la corriente de Foucault de los tubos de un generador de vapor desde la entrada de datos hasta la generación de un informe final, que incluye la obtención de datos de corriente de Foucault para una pluralidad de posiciones a lo largo de los tubos por medio de una sonda.

45

El documento JPH06102254A divulga un procedimiento de detección de grietas por corrientes de Foucault destinado a permitir la detección precisa de una grieta mediante una mayor proporción señal/ruido, incluso cuando la frecuencia de una señal de ruido cíclico detectada durante una detección de grietas de Foucault es cercana a la de una señal defectuosa. Esto se hace retrasando la señal de un primer detector de corriente de Foucault para que la fase de una señal de ruido cíclico coincida con la fase de la señal de ruido cíclico de una segunda señal de detector de corriente de Foucault, y luego restando la segunda señal de detección de la señal retardada por un dispositivo aritmético para eliminar así la señal de ruido cíclico. El documento US4799011 divulga un proceso para detectar grietas estructurales en un producto que utiliza detección diferencial de corrientes de Foucault en el que la señal de un sensor diferencial de corriente de Foucault se demodula mediante proyección a lo largo de un ángulo de fase ajustable seleccionado de modo que dicha proyección de señal tenga un valor promedio mínimo.

55

Los sistemas de análisis automático emplean lo que se conoce comúnmente como categorización de grietas, que es un proceso en el que los datos de corriente de Foucault que se recopilan se analizan y las grietas en el tubo se identifican y categorizan en función de un conjunto de reglas basadas en lógica. Las reglas basadas en lógica suelen emplear un conjunto de umbrales mínimos definidos por un analista. Un umbral fijo bajo puede crear una gran cantidad de informes falsos positivos en tubos ruidosos, y un umbral fijo alto puede provocar que ciertas señales de grieta no se atiendan o no se clasifiquen correctamente.

60

Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento no destructivo mejorado para inspeccionar tubos de intercambiador de calor que atienda los problemas asociados con los umbrales mínimos descritos anteriormente.

65

## Sumario de la invención

De acuerdo con la invención, un procedimiento de prueba de corriente de Foucault para detectar grietas en un tubo como se reivindica en la reivindicación adjunta incluye pasar una sonda de corriente de Foucault a través del tubo y obtener datos de corriente de Foucault para una pluralidad de posiciones a lo largo del tubo, analizar los datos de corriente de Foucault para generar datos extraídos para una serie de posiciones a lo largo del tubo, y determinar si una grieta de una categoría particular está presente en el tubo en función de un conjunto de una o más de reglas aplicadas a al menos una parte de los datos extraídos, en el que al menos una de las reglas emplea un umbral, en el que un valor del umbral se ajusta de acuerdo con un patrón de repetición basado en una posición a lo largo del tubo.

Estos y otros objetos, aspectos y características de la presente invención, así como los procedimientos de operación y funciones de los elementos relacionados de la estructura y la combinación de piezas y economías de fabricación, se harán más evidentes tras la consideración de la descripción que sigue y las reivindicaciones adjuntas con referencia a los figuras adjuntas, todos los cuales forman parte de esta memoria, en la que los números de referencia similares designan partes correspondientes en las diversas figuras. Sin embargo, debe entenderse expresamente que las figuras tienen el propósito de ilustrar y describir solamente y no pretenden ser una definición de los límites de la invención. Tal como se utiliza en la memoria y en las reivindicaciones, la forma singular de "un", "uno", "una", "el" y "la" incluye referentes plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

## Breve descripción de las figuras

Se puede obtener una comprensión adicional de la invención a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferentes cuando se lee junto con las figuras adjuntas, en las que:

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un generador de vapor típico que forma parte del sistema de suministro de vapor nuclear en una planta de generación de energía eléctrica con reactor de agua a presión;

La Figura 2 es un diagrama esquemático de una sonda, instrumentación de prueba y sistema informático utilizado para obtener datos de corriente de Foucault de los tubos del generador de vapor mostrado en la Figura 1; y

Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para inspeccionar un tubo de intercambiador de calor y clasificar grietas en él de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

## Descripción de la realización preferente

Las frases direccionales utilizadas en la presente memoria, tales como, por ejemplo, y sin limitación, arriba, debajo, izquierda, derecha, superior, inferior, frontal, posterior y sus derivados, se refieren a la orientación de los elementos mostrados en las figuras y no limitan a las reivindicaciones a menos que se indique expresamente en ellas.

Como se emplea en la presente memoria, la declaración de que dos o más partes o componentes están "acoplados" significa que las partes están unidas u operan juntas ya sea directamente o a través de una o más partes o componentes intermedios.

Como se emplea en la presente memoria, la declaración de que dos o más partes o componentes se "acoplan" entre sí significa que las partes ejercen una fuerza una contra otra, ya sea directamente o a través de una o más partes o componentes intermedios.

Como se emplea en la presente memoria, el término "número" significa uno o un número entero mayor que uno (es decir, una pluralidad).

La invención se describirá como aplicada al análisis de datos de corriente de Foucault generados a partir de una inspección del generador de vapor 1 mostrado en la Figura 1, que es un generador de vapor típico que forma parte del sistema de suministro de vapor nuclear en una planta de generación de energía eléctrica con reactor de agua a presión. El generador de vapor 1 comprende una porción de cuerpo cilíndrica 3 que está montada en su extremo inferior con una carcasa hemisférica 5. La lámina de tubo 7 en el extremo inferior de la porción de cuerpo cilíndrico 3 divide el generador de vapor 1 en el lado primario 9 debajo de la lámina de tubo 7 y el lado secundario 11 sobre la lámina de tubo 7. El lado primario 9, que también se conoce como la cabeza de canal, está dividido por la mitad por la placa divisoria vertical 13 en la sección de entrada 15 y la sección de salida 17. Miles de tubos en forma de U 19 (solamente las partes de dos se muestran para mayor claridad) están montados en el lado secundario 11 con un extremo que se extiende a través de la lámina de tubo 7 en la sección de entrada 15 y el otro en la sección de salida 17 de la cabeza de canal 9. Los tubos 19 están apoyados en el lado secundario 11 del generador por una serie de placas de soporte metálicas 21 fijadas por varillas de unión 23, y por barras antivibratorias 25. Se puede

acceder a los tubos 19 a través de una compuerta 27. El agua del lado primario ingresa al generador de vapor 1 a través de la boquilla de entrada 29 y viaja a través de los tubos 19 al lado de salida 17.

5 En la realización de una inspección de los tubos 19 del generador de vapor 1, la sonda 31 en forma de un par de bobinas enrolladas diferencialmente 33 y 35, como se muestra esquemáticamente en la Figura 2, se monta en el extremo de una varilla no electromagnéticamente activa larga y flexible 37 que se inserta secuencialmente en cada uno de los tubos 19 para inspeccionar.

10 Como se muestra en la Figura 1, la varilla 37 que lleva la sonda 31 entra y sale del tubo seleccionado 19 mediante el mecanismo de accionamiento 39. Cuando la varilla 37 se retira de un tubo 19, las bobinas 33 y 35 se multiplexan secuencialmente en múltiples frecuencias, típicamente 400 KHz, 200 KHz, 100 KHz y 10 KHz. Para las señales diferenciales, las mediciones se toman de forma simultánea de las bobinas 33 y 35 enrolladas de manera opuesta. Para las señales absolutas, se toma una medida de una sola de las bobinas y esta señal se compara con la generada en una bobina de referencia externa (no se muestra). Los datos se toman varias veces por segundo (por ejemplo, 400 veces por segundo). Es decir, la secuencia de 4 señales diferenciales y 4 señales absolutas se repite cada cierto número de milisegundos (por ejemplo, cada 2,5 milisegundos). Además, la sonda 31 se retira del tubo 19 a una cierta velocidad nominal. Por ejemplo, la sonda 31 se puede retirar a una velocidad nominal de 30 cm (1 pie) por segundo, de modo que los puntos de datos estén separados aproximadamente por 0,76 mm (0,03 pulgadas).

20 Como es bien sabido en el campo de prueba de corrientes de Foucault, las variaciones en las características de los tubos 19, tales como abolladuras y grietas, como picaduras, fisuras y adelgazamientos en las paredes, así como la presencia de estructuras adyacentes tales como las placas de soporte 21, la lámina de tubo 7 y las barras antivibratorias 25 influyen en la impedancia efectiva de las bobinas de sonda 33 y 35. Para calibrar el sistema, una sección de prueba del tubo 41 se conecta al extremo de un tubo seleccionado 19, de modo que la sonda debe pasar a través de la sección de prueba, así como del tubo a probar. La sección de prueba 41 está provista de grietas estándar en forma de 20%, 40%, 60% y 100% a través de orificios de pared de diámetro especificado, y un anillo estándar que rodea el tubo y genera una indicación similar a la de una placa de soporte 21. Las señales generadas por estas características de prueba también se graban.

30 Las señales generadas por la sonda 31 a medida que la sonda 31 se mueve a lo largo de un tubo 19 se suministran a la instrumentación de prueba 43 (Figura 2). La instrumentación de prueba 43 digitaliza las señales generadas por la sonda 31 para crear múltiples canales de datos, en donde cada canal de datos puede proporcionar información de voltaje (amplitud de la señal) o de fase (ángulo de la señal con respecto a una referencia) para cualquiera de las múltiples frecuencias que se emplean. La sonda 31 está acoplada operativamente al sistema informático 45, que recibe los datos digitales de la instrumentación de prueba 43. El sistema informático 41 incluye una unidad de procesamiento que tiene un procesador 47, que puede ser un microprocesador o microcontrolador, y un dispositivo de memoria 49. El ordenador 45 también incluye la pantalla 51, que en la realización a modo de ejemplo es una pantalla de ordenador. El dispositivo de memoria de ejemplo 49 incluye un software de gestión de base de datos para registrar los datos descritos en la presente memoria. El dispositivo de memoria de ejemplo 49 también almacena una o más rutinas de software ejecutables por un procesador 47 para llevar a cabo los pasos del procedimiento descrito en la presente memoria y mostrado en la Figura 3.

45 La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para inspeccionar un tubo de intercambiador de calor y clasificar grietas de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención. En una realización ilustrativa no limitativa usada en la presente memoria para describir la presente invención, el procedimiento de la Figura 3 puede ser implementado en el generador de vapor 1 que se muestra en la Figura 1 utilizando la sonda 31, la instrumentación de prueba 43 y el sistema informático 45 que se muestra en la Figura 2. Debe entenderse, sin embargo, que el procedimiento puede ser implementado en otros entornos de intercambiador de calor usando otras configuraciones de hardware sin apartarse del alcance de la presente invención.

50 Con referencia a la Figura 3, el procedimiento comienza en el paso 50, en el que la sonda 31 se pasa a través de un tubo 19, durante el cual se generan señales de corriente de Foucault como se describe en otra parte en la presente memoria. Esas señales se proporcionan a la instrumentación de prueba 43, que digitaliza las señales de la corriente de Foucault y crea datos digitales basados en un número de canales de interés para cada una de una serie de posiciones a lo largo del tubo, dependiendo de la velocidad de muestreo de la sonda 31, la velocidad de muestreo del convertidor A/D de la instrumentación de prueba 43, y la velocidad a la que se mueve la sonda 31. Por ejemplo, los puntos de datos pueden estar separados por 0,76 mm (0,03 pulgadas). Como se describe en otra parte de la presente memoria, cada uno de esos canales comprenderá datos de voltaje o fase para varias frecuencias diferentes. Los datos del canal se proporcionan luego al sistema informático 45.

60 A continuación, en la etapa 43, el sistema informático 45 analiza los canales recopilados para generar datos de ruido de fondo para cada uno de los números de canales de interés en una serie de posiciones a lo largo del tubo 19. Por ejemplo, los datos de ruido de fondo se pueden medir/generar cada 1,3 cm (0,5 pulgadas) a lo largo de la longitud del tubo. En una realización a modo de ejemplo particular, no limitativa, el tubo 19 se divide en varias

regiones de interés diferentes, y la frecuencia a la que se miden/generan los datos de ruido de fondo es diferente para cada región de interés. En esta realización, las regiones de interés son la región de la placa de soporte, la región de separación libre (que está entre las placas de soporte), la región de la curva en U, la región de la lámina de tubos y la región de la barra de vibración. En la región de intervalo libre, los datos de ruido de fondo se miden/generan para una ventana de 1,3 cm (0,5 pulgadas) del tubo 19 que se mueve en incrementos de 7,6 mm (0,3 pulgadas), aunque esos valores pueden ser ajustados. La región de la curva en U, la región de la lámina de tubos, la región de la placa de soporte y la región de la barra antivibración se denominan regiones de estructura de soporte, y el ruido de fondo en esas regiones se puede medir con respecto al centro, los bordes o la longitud total de las estructuras de soporte de los mismos. Los datos de ruido medidos/generados en cada caso serán apropiados para el canal en cuestión (es decir, el voltaje o la fase se medirán según corresponda). Los datos de ruido de fondo, sin embargo, medidos/generados a partir de los datos recopilados en el número de canales de interés, se almacenan en el dispositivo de memoria 49 del sistema informático 45.

A continuación, en la etapa 54, el sistema informático 45 extrae datos de interés de los datos recopilados en cada uno de los canales de interés utilizando los datos de ruido de fondo como base para una serie de umbrales de extracción, de modo que solo los datos que superan estos umbrales de extracción se extraerán para su uso posterior. Los umbrales de extracción se pueden determinar en función de la naturaleza/fuente de los componentes del ruido y su contribución al ruido total. En la realización a modo de ejemplo, el sistema informático 45 lo hace examinando cada pedazo de los datos en el número de canales de interés y comparándolos con un valor de umbral de extracción, en el que el valor de umbral de extracción es un valor predeterminado por encima de los datos de ruido de fondo que corresponde a la parte de los datos que se están examinando (por ejemplo, datos de ruido de fondo + algún %). Los datos de ruido de fondo que corresponden a la pieza de datos que se examina pueden ser un valor de ruido localizado (ruido en una ventana pequeña alrededor de la señal de interés, como 13 cm/5 pulgadas). Alternativamente, los datos de ruido de fondo que corresponden a la pieza de datos que se examina pueden ser un valor de ruido regional (ruido para esa región particular de interés) para ese tubo. Estos valores de ruido regionales podrían provenir de cientos de pulgadas en una sección de espacio libre o de varios bordes de estructura o centros de estructura. Si es apropiado, se podrían usar valores de ruido de muestreo en tubos adyacentes para mejorar el proceso de entrada de ruido en la evaluación. Generalmente, el ruido de fondo consiste en el ruido de fabricación del tubo y el ruido de la instrumentación. Si bien el ruido de la instrumentación es consistente y esperado a ciertos valores, el ruido de fabricación del tubo no es como un tubo puede tener varias veces el nivel de ruido en comparación con otro tubo. Parte del análisis de ruido es determinar las fuentes de ruido y sus características para aplicar la extracción adecuada. También es importante comprender la contribución del ruido de las condiciones del servicio (escala, depósitos, etc.) que deben separarse de los valores de ruido totales para que la extracción apropiada sea efectiva. El sistema puede referirse a la fabricación de datos de corriente de Foucault sin procesar para determinar el ruido de fabricación si aún no está almacenado en la base de datos. Si la pieza de datos que se examina excede el valor de umbral de extracción calculado a partir de ese ruido de fondo del tubo, se considerarán los datos de interés extraídos para mayor consideración como se describe a continuación.

En la etapa 56, se aplican una o más técnicas de procesamiento de señales a los datos de interés extraídos en cada uno de los números de canales de interés para condicionar los datos para un procesamiento adicional. Por ejemplo, como se conoce en la técnica, ciertas señales se pueden mezclar (suprimirse) de una manera que elimina las señales relacionadas con las placas de soporte 21 y mejora las señales relacionadas con la degradación. Se puede utilizar otro procesamiento de señal, como filtros.

En la etapa 58, los datos de interés extraídos en cada uno de los números de canales de interés son analizados por el ordenador 45 para categorizar grietas en el tubo 19 usando lógica basada en reglas que emplea umbrales adaptativos basados en ruido como se describe a continuación. Más específicamente, el sistema informático 45 implementa un sistema automatizado de análisis y categorización de grietas (las rutinas de software se almacenan en el dispositivo de memoria 49 y se ejecutan mediante el procesador 47) en donde se preestablecerán un número de categorías de grietas predeterminadas diferentes. Por ejemplo, las categorías de grietas pueden especificar desgaste, picaduras, grietas o lo que comúnmente se conoce como indicaciones no cuantificadas (NQI, non-quantified indications). Cada categoría de grietas se define por un conjunto de lógica de reglas, y la lógica de reglas tendrá su propio número de reglas individuales que cada una debe cumplir para concluir que la grieta está presente. Además, cada regla del conjunto especificará un tipo de datos (voltaje o fase de un canal en particular) y un umbral mínimo (por ejemplo, 0,15V o 30 grados) y un umbral máximo (por ejemplo, 1000,0V o 150 grados) en el que los datos deben caer para satisfacer la regla. Por lo general, si incluso una regla del conjunto no se cumple, el conjunto se considera fallido y se encontrará que la grieta no está presente. Por lo tanto, los datos de interés extraídos en cada uno de los canales de interés se pueden examinar utilizando el sistema de análisis y categorización de grietas y, en particular, la lógica de reglas en una pluralidad de posiciones a lo largo del tubo para determinar si las grietas se deben identificar y reportar.

De acuerdo con un ejemplo que no forma parte de la presente invención, en una o más de las reglas individuales, el umbral mínimo es una función del ruido de fondo medido/generado para ese canal y para esa posición del tubo 19, de modo que cambiará en lugar de ser estático. Los datos de ruido de fondo que se utilizan en las reglas en un momento determinado pueden ser un valor de ruido localizado (ruido en una ventana pequeña alrededor de la

5 señal de interés, como 13 cm/5 pulgadas). Alternativamente, los datos de ruido de fondo pueden ser un valor de ruido regional (ruido para esa región particular de interés) para ese tubo. Este valor de ruido regional podría provenir de cientos de pulgadas en una sección de separación libre o de varios bordes de estructura o centros de estructura. Si es apropiado, se podrían usar valores de ruido de muestreo en tubos adyacentes para mejorar el proceso de entrada de ruido en la evaluación. Por ejemplo, el umbral mínimo para una regla se puede especificar como un rango de 0,15 V a ( $2 * \text{Ruido de Fondo}$ ), por lo que si el Ruido de Fondo fuera de 0,01 V, entonces el umbral mínimo sería de 0,02 V (si los datos son ruidosos, y ( $2 * \text{Ruido de Fondo}$ ) es mayor que 0,15V, luego la regla utilizará 0,15V; la regla está limitada por 0,15V, de modo que no se pasará por alto una pequeña grieta de 0,15V debido al alto ruido de fondo). De manera similar, el umbral mínimo para una regla podría ser de 30 grados, y si el Ruido de Fondo fuera de 5 grados, este ruido de fase de 5 grados podría usarse para la transformación y medición de la señal en el proceso de evaluación/categorización. Alternativamente, los ángulos de fase pueden simplemente sumarse o restarse durante el umbralización adaptativa durante la categorización de grietas.

15 En una realización a modo de ejemplo de acuerdo con la invención, una regla para la categorización de grietas también puede especificar un patrón de repetición particular que debería seguir un voltaje o fase en un canal particular (ese patrón se almacenaría en el dispositivo de memoria 49). El patrón se utilizará para determinar si se puede usar la técnica de umbralización adaptativa. Su nivel de umbralización adaptativa dependerá de cómo y cuánta de la señal sigue cierto patrón de ruido. Por ejemplo, en el caso de un tubo apilado, se crearía un patrón de señales de apilador que se repetirían a intervalos regulares (aproximadamente cada 5 a 8 cm (2 a 3 pulgadas). Eso también presentaría un patrón de repetición regular de voltaje y ruido de fase en todo el tubo, en el que el ruido solo estaría presente periódicamente. Por ejemplo, puede haber 0,5 - 2,0 V y 170 grados de ruido que se repite cada dos o tres pulgadas por cientos de pulgadas a lo largo del tubo. Por lo tanto, en la lógica basada en reglas, el umbral solo debería ajustarse para ese ruido periódicamente, es decir, cuando el ruido periódico está presente, y no ajustarse, o un poco menos, cuando el ruido periódico no está presente.

25 Después de la etapa 58, una vez que todos los datos de interés extraídos han sido analizados y todas las grietas se han categorizado, las grietas se pueden reportar tal como se muestra en la etapa 60.

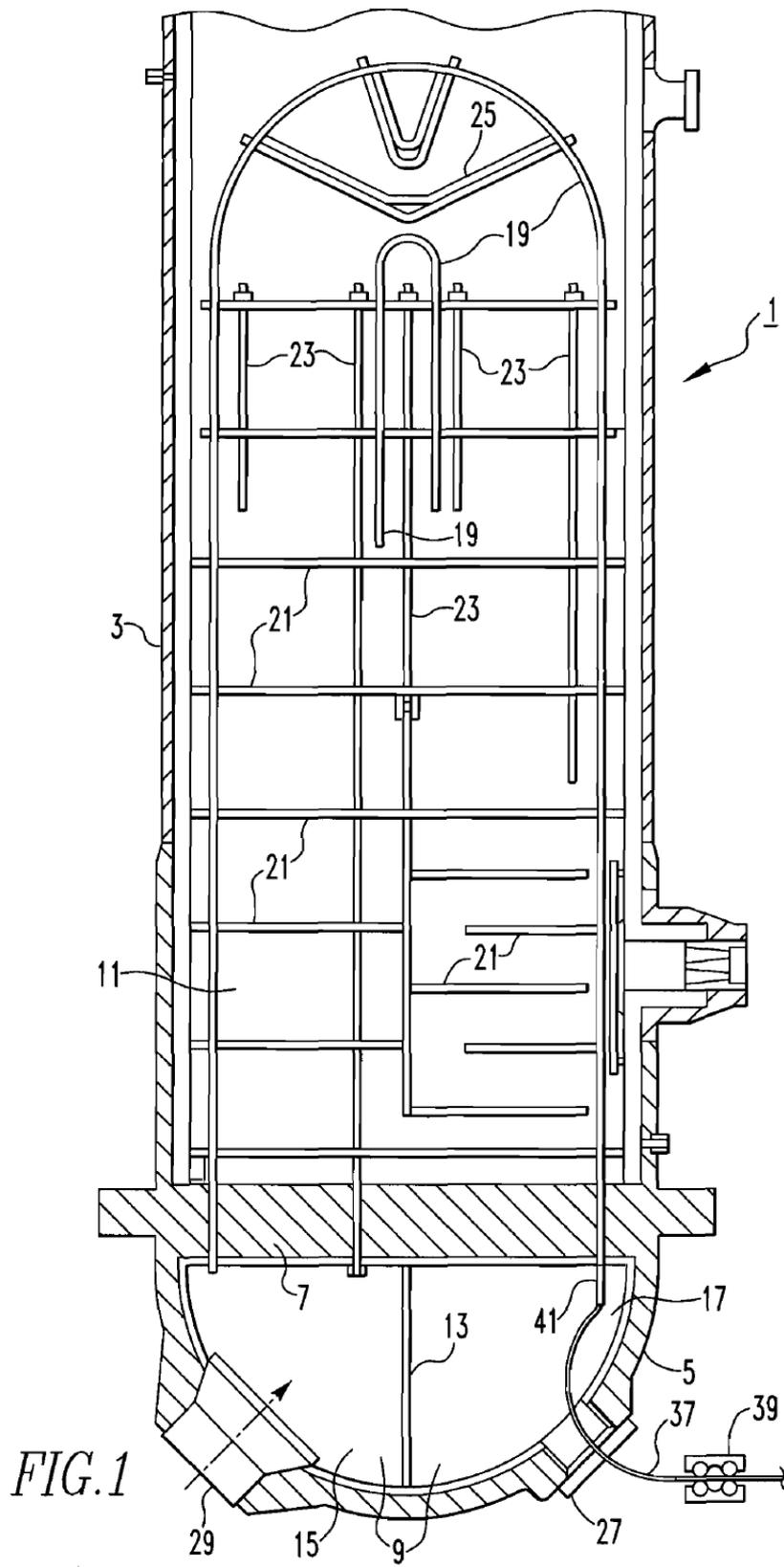
30 Si bien una realización específica de la invención se ha descrito en detalle, los expertos en la técnica apreciarán que diversas modificaciones y alternativas a esos detalles podrían desarrollarse a la luz de las enseñanzas generales de la divulgación. Por consiguiente, la realización particular descrita pretende ser solo ilustrativa y no limitativa en cuanto al alcance de la invención que se define únicamente por la reivindicación adjunta.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de prueba de corrientes de Foucault para detectar grietas en un tubo (19), que comprende:
- 5 pasar una sonda de corriente de Foucault (31) a través del tubo (19) y obtener datos de corriente de Foucault para una pluralidad de posiciones a lo largo del tubo (19),
- 10 analizar los datos de corriente de Foucault para generar datos extraídos para una pluralidad de posiciones a lo largo del tubo (19), y
- 15 determinar si una grieta de una categoría particular está presente en el tubo (19) con base en un conjunto de una o más de reglas aplicadas al menos a una parte de los datos extraídos, en el que al menos una de las reglas emplea un umbral,
- caracterizado porque** un valor del umbral se ajusta de acuerdo con un patrón de repetición basado en una posición a lo largo del tubo (19).

20



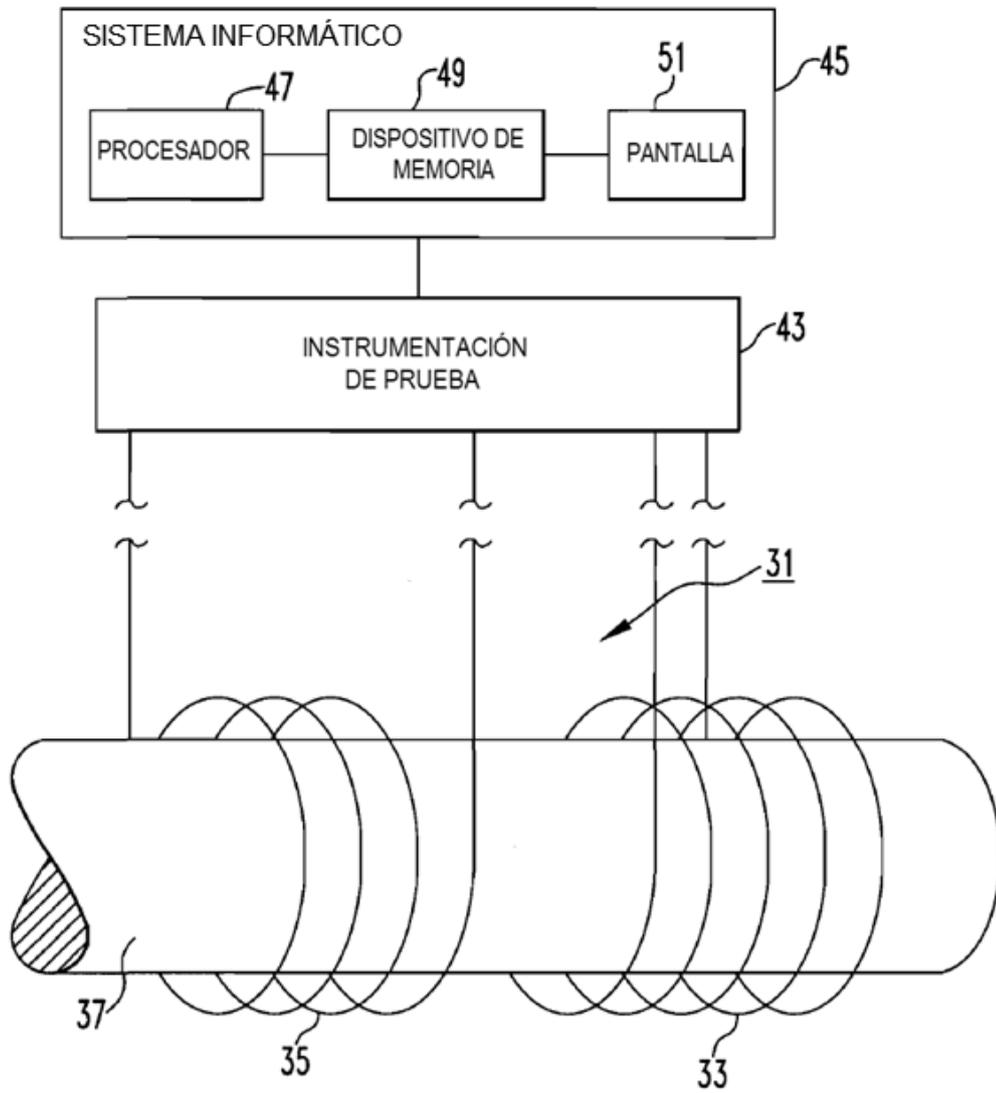


FIG.2

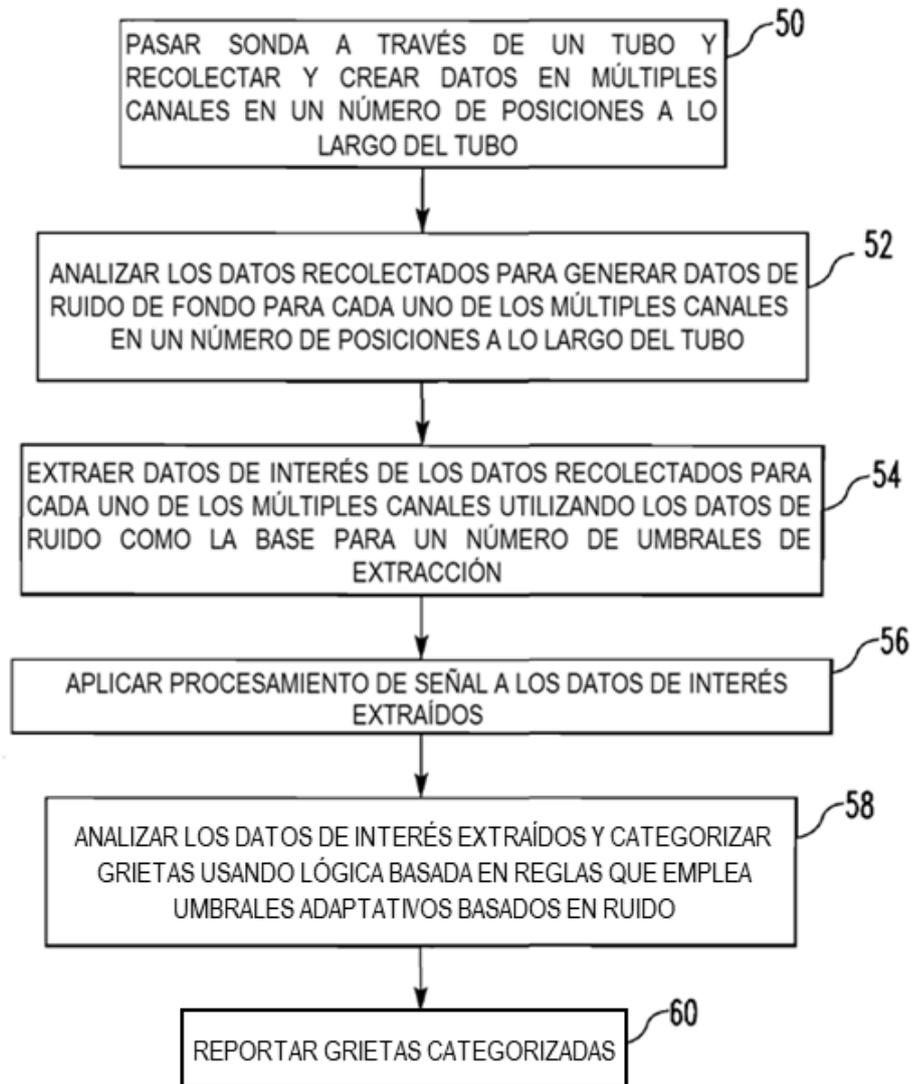


FIG. 3