

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 377**

51 Int. Cl.:

G01B 7/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2007** **E 07872521 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015** **EP 2038604**

54 Título: **Sistema de medición de generador de vapor**

30 Prioridad:

10.07.2006 US 484227

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

30.12.2015

73 Titular/es:

**AREVA INC. (100.0%)
3315 Old Forest Road
Lynchburg, VA 24501, US**

72 Inventor/es:

**WYATT, JOSEPH R.;
GRIFFITH, JOHN CARROLL;
NEWMAN, VICTOR y
FLECK, JEFFREY M.**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 555 377 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

Sistema de medición de generador de vapor

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a generadores de vapor. Más específicamente, la presente invención proporciona un sistema de mapeo de depósito para generador de vapor y metodología.

10 INFORMACIÓN SOBRE ANTECEDENTES

[0002] Los generadores de vapor nucleares usados en los reactores de agua a presión, por ejemplo, están sometidos a la acumulación de impurezas del agua de alimentación. Aunque el agua de alimentación se mantiene a un alto nivel de pureza, pueden concentrarse concentraciones minúsculas de productos corrosivos y/o impurezas de agua de alimentación en la corriente fluida, lo que conduce en consecuencia a la acumulación de de estos materiales dentro del generador de vapor según el agua se convierte en vapor. Estos depósitos degradarán finalmente el rendimiento hidráulico térmico del componente.

[0003] Para aumentar las capacidades de transferencia de calor del generador de vapor, el espesor de los depósitos, así como la ubicación de los depósitos, debe determinarse de tal forma que las técnicas de retirada puedan implementarse. Actualmente, se utilizan inspecciones visuales e inspecciones de corriente de Foucault para determinar la ubicación y el espesor aproximado del material. Sin embargo, estas técnicas son propensas a error. Además, las inspecciones visuales suponen un riesgo radiológico significativo para los trabajadores si el generador de vapor está conectado a un sistema de generación de energía nuclear.

[0004] Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar un sistema que determinará el espesor de las acumulaciones de depósitos, así como la ubicación de las acumulaciones sobre las superficies de calentamiento de un generador de vapor.

[0005] Existe también la necesidad de proporcionar un sistema que determinará las acumulaciones de depósitos sobre las superficies de calentamiento del generador de vapor, minimizando al mismo tiempo la necesidad de que un trabajador entre en un entorno potencialmente radiactivo.

[0006] El documento US 6407546 B1 desvela una técnica sin conectada para usar una sonda de corriente de Foucault para medir el espesor de las capas de metal dispuestas sobre productos de oblea semiconductora.

RESUMEN

[0007] Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema que determinará el espesor de estas acumulaciones de depósitos, así como la ubicación de las acumulaciones sobre las superficies de calentamiento de un generador de vapor.

[0008] También es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema y una metodología que calcularán las acumulaciones de depósitos sobre las superficies de calentamiento del generador de vapor, minimizando al mismo tiempo la necesidad de entrar en un entorno potencialmente radiactivo para los trabajadores.

[0009] Los objetivos que se han descrito anteriormente se consiguen como se ilustra y se describe. El método de acuerdo con la presente invención determina el espesor y la ubicación de los depósitos en un generador de vapor. El método se define en la reivindicación 1.

[0010] Se definen características opcionales en las reivindicaciones 2-6.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0011]

La figura 1 es una vista en perspectiva de una salida de mapeo de depósitos de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una segunda vista en perspectiva de una salida de mapeo de depósitos.

La figura 3 es un gráfico que compara el mapeo de depósitos con mecanismos de transporte de productos corrosivos.

5 La figura 4 es un histograma que muestra la reproducibilidad del mapeo de depósitos.

La figura 5 es un diagrama del método para determinar el mapeo de depósitos en el interior de un generador de vapor.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0012] Haciendo referencia a la figura 5, se proporciona una metodología de mapeo de depósitos 10 para determinar la ubicación y cantidad de material acumulado en el interior de un generador de vapor. El generador de vapor puede ser parte de un sistema nuclear o no nuclear. El material acumulado puede proceder de productos corrosivos generados dentro de la planta, así como impurezas del agua de alimentación dentro del refrigerante según fluye a través del generador de vapor.

[0013] El fin de la metodología de mapeo de depósitos 10 es proporcionar la caracterización de las cantidades de carga de depósito, así como la distribución de depósito de los materiales presentes en un generador de vapor según el agua de alimentación pasa a través de un generador de vapor. El conocimiento de la condición de los depósitos en un generador de vapor es valioso para evaluar el impacto del depósito sobre el rendimiento hidráulico térmico, sobre el potencial para una corrosión acelerada de las superficies de calentamiento en el generador de vapor, así como la determinación de una degradación del rendimiento de detección de señal de examen no destructivo (NDE, *Non Destructive Examination*). Esta información también es necesaria para determinar las mejores técnicas de mantenimiento para mitigar la condición de depósito y para evaluar la eficacia de dichas acciones de mantenimiento.

[0014] El proceso de mapeo de depósitos utiliza tres componentes clave. La combinación de los tres componentes produce una única metodología para medir la cantidad de depósito adherida a la superficie del diámetro externo de la tubería del generador de vapor.

[0015] En la primera etapa de metodología, se crea un estándar de calibración de depósito específico 20. El estándar 20 se obtiene a partir de una cantidad de anillos circunferenciales de material de depósito, donde cada anillo contiene una cantidad conocida de material de depósito que se determina por el espesor de cada uno de los anillos. Las mediciones de espesor para el estándar de calibración se predeterminan o se miden previamente para determinar el espesor de cada anillo. La serie de anillos en la realización ejemplar tienen una cantidad creciente de volumen de depósito y procesamiento de espesor desde el círculo más interno al círculo más externo. En la realización ejemplar, los anillos se separan lo suficiente para permitir que la respuesta de señal de una sonda de corriente de Foucault de bobina consiga un valor nulo sin influencia de depósitos entre cada anillo. El diseño del estándar de calibración de depósitos actual en la realización ejemplar desvelada utiliza cinco anillos de depósito y seis regiones nulas no influenciadas por depósitos. La mezcla de material de depósito se determina a partir de una química de la planta específica para asegurar una respuesta de señal coherente entre el estándar de calibración y la tubería del generador de vapor.

[0016] Después de la creación del estándar de calibración anterior 20, la siguiente etapa es evaluar el estándar con una sonda de corriente de Foucault de bobina. Se usa una amplitud de señal de corriente de Foucault de bobina reflejada a partir de cada anillo de depósito con respecto a la respuesta de señal promedio de las regiones no afectadas por depósitos para conseguir un ajuste de mínimos cuadrado polinomial de cuarto orden 30 a través de técnicas de ajuste de curva. Este polinomio se usa para determinar el espesor del depósito a lo largo de longitudes, seleccionables por el usuario, específicas de tubería entre las estructuras de soporte adyacentes en un generador de vapor. El método se estructura para utilizar datos del estándar de calibración adquiridos durante el examen de los tubos del generador de vapor. Este conjunto de exámenes de los tubos se conoce como un grupo de calibración. Utilizando los datos de calibración de depósitos para el grupo de calibración, el polinomio produce resultados más fiables en los que las variaciones en el rendimiento de la sonda de corriente de Foucault se registran en el ajuste de mínimos cuadrados. Además, el error en el espesor medido, atribuido al rendimiento de la sonda, puede cuantificarse para el grupo de calibración. La práctica convencional para las mediciones usa una respuesta normalizada de tensión de un defecto o conjunto de defectos en un estándar de calibración ASME para establecer la consistencia del rendimiento de la sonda antes de los exámenes de los tubos. En estas prácticas convencionales, no existe actualmente ningún proceso riguroso para realizar una calibración específica para el espesor de los depósitos,

como se describe en el presente documento, por lo tanto, las prácticas convencionales son más propensas a error.

[0017] La siguiente etapa en la metodología es el establecimiento de un valor de amplitud de referencia nulo sin influencia de depósitos para cada conjunto de datos de examen de tubos 40. Para el hardware de la sonda en aplicaciones convencionales, el equilibrado se realiza independiente de las calibraciones y, en consecuencia, el uso de dichos valores de amplitud de señal absolutos produce resultados incoherentes e imprecisos. El establecimiento de la amplitud de referencia para cada tubo 40 con valores calibrados conocidos, como se proporciona en la presente invención, representa una ventaja significativa sobre las aplicaciones convencionales para medir el espesor del depósito por el uso de corriente de Foucault de baja frecuencia. Como se ha descrito previamente, el espesor de depósito se evalúa usando longitudes, seleccionables por el usuario, específicas de tubería entre las estructuras de soporte adyacentes en un generador de vapor. Estas longitudes seleccionados por el usuario se denominan como "intervalos" en el proceso de mapeo de depósitos y pueden tener una longitud entre 1/2 pulgadas y 5 pulgadas. Dada la longitud del "intervalo" seleccionable por el usuario, se determina la cantidad de amplitudes de señal de corriente de Foucault que constituye un "intervalo". Para cada par de estructuras de soporte adyacentes, por ejemplo soporte de tubo uno (TSP 1) y el soporte de tubo dos (TSP 2), la cantidad de "intervalos" que pueden ajustarse entre el par se determina 50. Para cada sección de análisis, la amplitud de señal promedio se tabula y para cada par de soporte, se determina la amplitud de "intervalo" mínima. La población de amplitudes de "intervalo" mínimas se pasa a un algoritmo de *culling* para determinar el mejor valor de amplitud para usar como el valor de amplitud de referencia nula sin influencia de depósitos para los dos. La población de amplitudes de "intervalo" mínimas para un generador de vapor circulante con ocho placas de soporte es 16, y la población de una vez a través del generador de vapor con 15 placas de soporte es 16 en la realización ejemplar. El algoritmo de *culling* requiere no menos de tres amplitudes de "intervalo" para establecer el valor de amplitud de referencia. Si el algoritmo de *culling* no puede producir un valor de amplitud de referencia, el tubo se elimina del proceso de mapeo de depósitos.

[0018] Los criterios de un mínimo de tres amplitudes de "intervalo", en la realización ejemplar, se seleccionaron después de realizar una cantidad mínima de comparaciones de resultados de tubos a partir de los tubos que tenían múltiples exámenes en una parada y tubos con exámenes en paradas secuenciales. La medición coherente de la carga de depósito para esta población mínima de tubos soportó los criterios. Un aumento de la cantidad mínima requerida de amplitudes de "intervalo" mejorará la consistencia de los resultados para una mayor población de comparaciones de tubos pero también eliminará un gran número de tubos del proceso de mapeo de depósitos general para generadores con mayores cargas de depósito. El proceso *culling* se presenta usando el lenguaje de programación BASIC:

```
Dim pair_min_value(1 A 32) As Long
35 'el número de pares usados para la determinación del valor base se ajustará inicialmente al número de pares de
    soporte (number_of_pairs).
    Dim num_mins As Integer
    Dim base_value As Long
    Dim spread As Long
    Dim max_min As Long
    Dim min_min As Long
    Dim median As Long
    Dim max_min_index As Integer
    Dim min_min_index As Integer
    Dim i_long As Integer
    Dim i_long As Integer
    propagación = 31
    num_mins = number_of_pairs
    'el resultado final (valor de referencia)
    'diferencia ente el máx y el mín
    'usado para computar el promedio
    'usado para computar el promedio
    'usado para computar el promedio
    'usado para recordar el valor máx
    'usado para recordar el valor mín
    'índice variable de fin general
    'índice variable de fin general
    'forzar el primer paso a través del algoritmo
```

[0019] El control de la propagación de amplitud de 30 equivale a un resultado final de +/- 0,001 pulgadas de espesor de depósito a partir del promedio de la población. Este valor puede ajustarse al alza para permitir más inclusión o ajustarse a la baja para producir mayor exclusión de los miembros a partir del resultado final.

```
While propagación > 30 And num_mins > 2
55 base_value = pair_min value(1)
    max_min = base_value
    max_min index = 1
    min_min = base_value
    min_min_index = 1
```

[0020] La siguiente sección de código, el ciclo "for/next", se usa para identificar los valores máximos y mínimos dentro de la población actual de valores mínimos pares y para sumar los valores para el cálculo del promedio.

```

5  For i_long = 2 To num_mins
    If pair_min_value(i_long) > max_min Then
        max_min = pair_min_value(i_long)
        max_min_index = i_long
10 End If
    If pair_min_value(i_long) < min_min Then
        min_min = pair_min_value(i_long)
        min_min_index = i_long
    End if
15 base_value = base_value + pair_min_value(i_long)
    Next i_long

```

[0021] Los siguientes tres enunciados calculan el valor promedio, el valor medio y la propagación para la población actual de valores mínimos pares.

```

20  base_value = CLng(base_value / num_mins)           'el promedio
    median = CLng((max_min + min_min) / 2) 'la media
    spread = max_min - min_min                       'la propagación

```

[0022] La siguiente sección de código determina si la población ha de extraerse y, si es así, que miembro o miembros de la población han de eliminarse.

```

    If propagación > 30 Then debe reducir la población
    If base_value > media Then 'retirar el valor bajo
30  i_long = min_min_index
    For i_long = i_long To (num_mins -1)
        pair_min_value(i_long)=pair_min_value(i_long + 1)
    Next i_long
    num_mins = num_mins -1
35 End If
    If base_value < media Then 'retirar el valor alto
        i_long = max_min_index
        For i_long = i_long To (num_mins -1)
            pair_min_value(i_long) = pair_min_value(i_long + 1)
40 Next i_long
        num_mins = num_mins - 1
    End If

    If base_value = media Then 'retirar ambos valores
45  i_long = min_min_index
    For i_long = i_long To (num_mins - -1)
        pair_min_value(i_long)=pair_min_value(i_long + 1)
    Next i_long
    num_mins = num_mins -1
50  i_long = max_min_index
    If i_long > min_min_index Then i_long = i_long - 1
    For i_long = i_long To (num_mins - 1)
        pair_min_value(i_long) = pair_min_value(i_long + 1)
    Next i_long
55 num_mins = num_mins -1
    End if
    End If
Wend 'continuar ciclo hasta que se consiguen los criterios

```

[0023] El análisis químico de la escala de tubos diana se usa para crear un material de simulación de depósito compuesto por los componentes reactivos de corriente de Foucault del depósito real. Se usa un proceso para aplicar diversas bandas de espesor de este material de simulación de depósito a una sección de tubería. Los rangos de espesor se basan en el espesor de depósito esperado dentro del generador de vapor. Se usa un examen de corriente de Foucault de bobina del estándar de depósito para confirmar que el ángulo de fase de respuesta de corriente de Foucault es similar al observado en los datos del generador de vapor disponibles. Cuando no hay ningún análisis químico o ninguna respuesta de depósito de corriente de Foucault significativa del generador de vapor actual bajo investigación, esta comprobación se ha basado en una comparación con los datos de la planta, que son de naturaleza similar. Cuando se han adquirido los datos de corriente de Foucault del estándar de depósito, estos se usan para desarrollar una función de respuesta polinomial que puede usarse para convertir la respuesta de señal absoluta en un valor de espesor de depósito 50.

[0024] Puesto que se usan datos absolutos para medir el depósito, ha detenerse cuidado para definir el punto nulo o valor de desviación limpio de los datos. Varios factores, incluyendo la temperatura, la desviación del instrumento de corriente de Foucault, la construcción de la sonda, el material del tubo y el espesor de la pared, así como el depósito o escala de redundancias (entre otros) interactúan todos para determinar la respuesta de señal de corriente de Foucault absoluta dentro del tubo. Dado que la mayoría de estos parámetros (con la excepción del depósito que fue un componente en escala) permanecerán aproximadamente constantes durante un examen del tubo determinado, es posible identificar el desplazamiento de señal inicial dentro de la mayor parte de los tubos 60. Una vez que el valor o valores de desplazamiento inicial se han identificado 60, después, los valores de desplazamiento inicial se restan de la respuesta de señal absoluta para aislar y extraer la componente de la señal que se debe a la presencia de depósitos 70. El uso de la discriminación de fase proporciona una herramienta adicional para eliminar respuestas que no están asociadas con el ángulo de fase correcto para la señal de depósito.

[0025] Los datos de corriente de Foucault dentro del tubo se giran de manera que la respuesta del depósito esté en la componente vertical. Después determinar el desplazamiento para un tubo 60, se resta de la respuesta de señal 70. La señal de la componente vertical restante es representativa de la respuesta de depósito. Después, esta componente vertical resultante se aplica a la función polinomial del estándar de calibración para derivar el cálculo del espesor de depósito 80. El espesor conseguido a través del polinomio es técnicamente más representativo de la acumulación de depósito total en una ubicación axial determinada ya que este espesor real puede variar alrededor de la circunferencia del tubo. La respuesta de la sonda de bobina integra todo el material dentro de su campo de visión en una posición dada dentro del tubo.

[0026] En resumen, un proceso que tiene un diseño específico de un estándar de calibración de depósito, y el uso de este estándar de calibración, y el uso de este estándar de calibración para establecer el polinomio ajustado en mínimos cuadrados para convertir la amplitud de señal en espesor de depósito, y el uso de un algoritmo de *culling* para determinar la amplitud de señal de referencia sin influencia de depósito para cada tubo es una mejora significativa sobre los métodos existentes para determinar el espesor del depósito adherido a la superficie de diámetro externo de la tubería del generador de vapor.

[0027] Esta técnica se ha usado para mapear la distribución de depósitos dentro de varios generadores de vapor. Es posible comparar las mediciones de la técnica de mapeo del depósito, como se ha descrito anteriormente, con los resultados independientes de las medidas del transporte de productos corrosivos (CPT, *Corrosion Product Transport*). Ya que las mediciones del transporte de productos corrosivos se expresan como concentraciones iónicas de productos corrosivos y los resultados del mapeo de depósitos se basan en el compuesto de óxido esperado real, se requiere que las mediciones de transferencia de producto corrosivo se multipliquen por un factor de 1,38 para obtener un valor comparable en la realización ejemplar. Como se entenderá, pueden usarse otros factores al comparar las mediciones de transporte de producto corrosivo con el análisis de mapeo del generador de vapor basado en factores, tales como la química de la planta.

[0028] La aplicación de la técnica de mapeo de depósitos para multiplicar datos de ciclo proporciona cierta información sobre la reproducibilidad de la técnica. Esta sección presentará una muestra de esta información para ilustrar el rendimiento del proceso de mapeo de depósito, la comparación de los resultados del transporte de producto corrosivo y la reproducibilidad de las mediciones.

[0029] Las mediciones de mapeo de depósitos consisten en una serie de archivos que proporcionan la fila del tubo, columna, coordenada x, coordenada y, coordenada z y la medición del espesor del depósito. El extracto a continuación de un fichero de texto de depósito típico muestra la información disponible. En este caso, las muestras se proporcionaron cada 5 pulgadas realmente a lo largo del tubo. Las coordenadas del archivo se proporcionan en

metros.

30 48 -0,9992 -0,0163 0,16183
 30 48 -0,9992 -0,0163 0,28882
 5 30 48 -0,9992 -0,0163 0,41582
 30 48 -0,9992 -0,0163 0,54282
 30 48 -0,9992 -0,0163 0,77096
 30 48 -0,9992 -0,0163 0,89797
 30 48 -0,9992 -0,0163 1,02495
 10 30 48 -0,9992 -0,0163 1,15195
 30 48 -0,9992 -0,0163 1,27896
 30 48 -0,9992 -0,0163 1,42905
 30 48 -0,9992 -0,0163 1,55604
 30 48 -0,9992 -0,0163 1,68304
 15 30 48 -0,9992 -0,0163 1,81004
 30 48 -0,9992 -0,0163 1,93704
 30 48 -0,9992 -0,0163 2,06403
 30 48 -0,9992 -0,0163 2,19102
 30 48 -0,9992 -0,0163 2,31802
 20 30 48 -0,9992 -0,0163 2,44502
 30 48 -0,9992 -0,0163 2,57202
 30 48 -0,9992 -0,0163 2,72211
 30 48 -0,9992 -0,0163 2,84912
 30 48 -0,9992 -0,0163 2,97611
 25 30 48 -0,9992 -0,0163 3,1031
 30 48 -0,9992 -0,0163 3,23011

[0030] Haciendo referencia a la figura 1, se proporciona una representación gráfica del archivo de salida de mapeo de depósito ejemplar de un tubo depositado. Haciendo referencia a la figura 2, se proporciona una segunda visualización del depósito ejemplar.

[0031] Además de la visualización gráfica del depósito, también es posible evaluar la carga del depósito total en diversas ubicaciones del generador de vapor. La siguiente tabla 1 proporciona un ejemplo de este tipo de datos. La tabla enumera los resultados de dos análisis de mapeo de depósito separados. En este caso, la información del depósito se ha convertido en libras de depósito.

Tabla 1

Intervalo	1995		2000	
	Rama Fría (lbm)	Rama Caliente (lbm)	Rama Fría (lbm)	Rama Caliente (lbm)
1 (TTS a TSP 1)	8	154	7	189
2 (TSP 1 a TSP 2)	11	105	10	146
3 (TSP 2 a TSP 3)	9	23	15	30
4 (TSP 3 a TSP 4)	11	19	35	36
5 (TSP 4 a TSP 5)	13	27	66	89
6 (TSP 5 a TSP 6)	13	37	95	158
7 (TSP 6 a TSP 7)	21	42	148	188
Total	86	407	376	836
Total General	493		1212	

[0032] La figura 3 proporciona una comparación de la estimación del mapeo del depósito de carga con la aproximada por CPT. Las mediciones de mapeo del depósito indicadas por las áreas resaltadas muestran que la carga del depósito aumento en aproximadamente 956 libras entre 10 y 14 años de funcionamiento a plena potencia eficaz. Los datos CPT, corregidos para óxidos, proporcionan un estándar por comparación y muestran un aumento de 996 libras durante el mismo periodo de tiempo verificando la precisión de la estimación del mapeo del depósito.

[0033] Una ventaja adicional de la presente invención es la reproducibilidad de medición. Cuando se toman mediciones durante un intervalo de tiempo durante el cual algunas de las medidas que se esperan cambian, la

reproducibilidad es más difícil de cuantificar. Se ha usado la corriente de Foucault durante muchos años para evaluar el cambio en las indicaciones durante un cierto periodo de tiempo. La evaluación de tal cambio implica una medición inicial del inicio de un intervalo y una medición final al final del intervalo.

- 5 **[0034]** Estadísticamente, la incertidumbre de la técnica de medición se incluye en cada medición inicial y final. Por lo tanto, la incertidumbre de medición para la técnica hará que algunas de las indicaciones medidas tengan un crecimiento negativo aparente a pesar de que sea posible físicamente un cambio negativo. Por lo tanto, este crecimiento negativo aparente es un indicador de la incertidumbre o error de la técnica de medición. En ausencia de los valores conocidos, este factor de crecimiento negativo aparente puede usarse para evaluar la fiabilidad de la
- 10 técnica de medición.

- [0035]** La figura 4 ilustra los cambios medidos para una gran serie de pares de medición iniciales y finales. En la realización ejemplar proporcionada, dado que las mediciones se tomaron durante un intervalo de tiempo cuando se esperaba un aumento del depósito con el tiempo, los (diferenciales) delta verdaderos esperados hubiesen sido
- 15 cero o positivos dependiendo de la ubicación en el generador de vapor. El porcentaje extremadamente pequeño y el pequeño valor de cualquier cambio de medición negativo en la figura 4 son indicativos de una excelente fiabilidad y reproducibilidad repetibilidad del sistema. Si la incertidumbre del sistema fuese mayor, el número y magnitud de los deltas negativos hubiera sido mayor.

- 20 **[0036]** En la memoria descriptiva anterior, la invención se ha descrito con referencia a realizaciones ejemplares específicas de la misma. Sin embargo, será evidente que pueden hacerse diversas modificaciones y cambios en las mismas sin apartarse de la invención como se expone en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, la memoria descriptiva y los dibujos se considerarán ilustrativos en lugar de en un sentido restrictivo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar depósitos en un generador de vapor, que comprende:
 - 5 crear un estándar de calibración que tiene al menos dos anillos de material de depósito, teniendo los anillos una cantidad en aumento de depósito y espesor;
someter el estándar de calibración a una señal de corriente de Foucault, en el que una amplitud de la señal reflejada a partir del estándar de calibración se usa para obtener un ajuste de ecuación polinomial de las señales de corriente
10 de Foucault reflejadas con respecto al grosor real de los anillos;
obtener un generador de vapor con tubos;
iniciar una señal de corriente de Foucault en los tubos del generador de vapor;
15 detectar y registrar reflexiones de la señal de corriente de Foucault iniciada en los tubos del generador de vapor; y
determinar un espesor de los depósitos en el generador de vapor a partir de las reflexiones registradas de la señal de corriente de Foucault usando la ecuación polinomial.
20
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la señal de corriente de Foucault se crea por una sonda de bobina.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la ecuación polinomial es una ecuación de
25 cuarto orden.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se introducen múltiples señales en el estándar de calibración y las señales reflejadas se detectan y se procesan para obtener la ecuación polinomial.
- 30 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las múltiples señales reflejadas se pasan a través de un algoritmo de *culling*.
6. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende obtener un desplazamiento de señal inicial a partir del estándar de calibración, y en el que la etapa de determinar un espesor de
35 los depósitos en el generador de vapor a partir de las reflexiones registradas de la señal de corriente de Foucault usando la ecuación polinomial comprende:
restar el desplazamiento de la señal inicial de las señales de corriente de Foucault reflejadas para obtener una señal de corriente de Foucault reflejada corregida; y
40 determinar un espesor de los depósitos en el generador de vapor a partir de la señal de corriente de Foucault reflejada corregida a través de la ecuación polinomial.

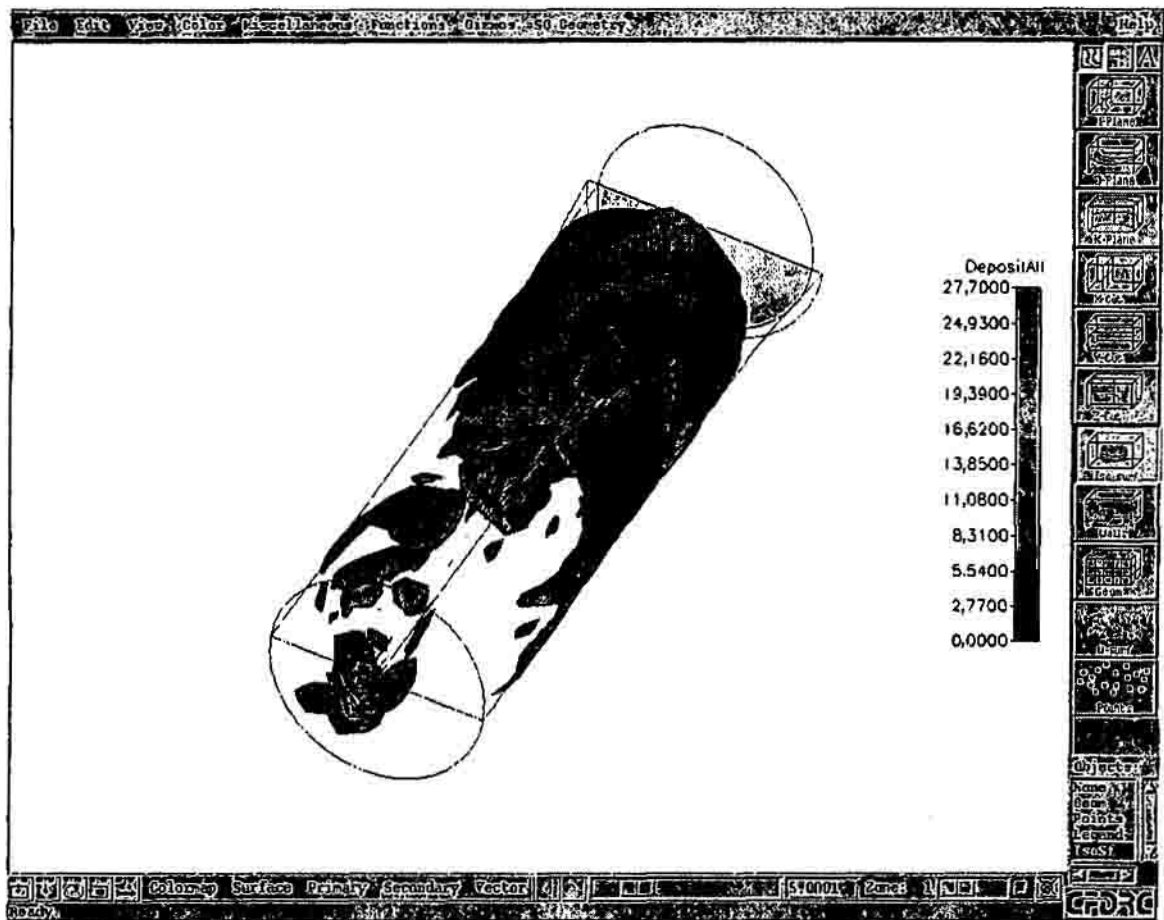


FIGURA 1

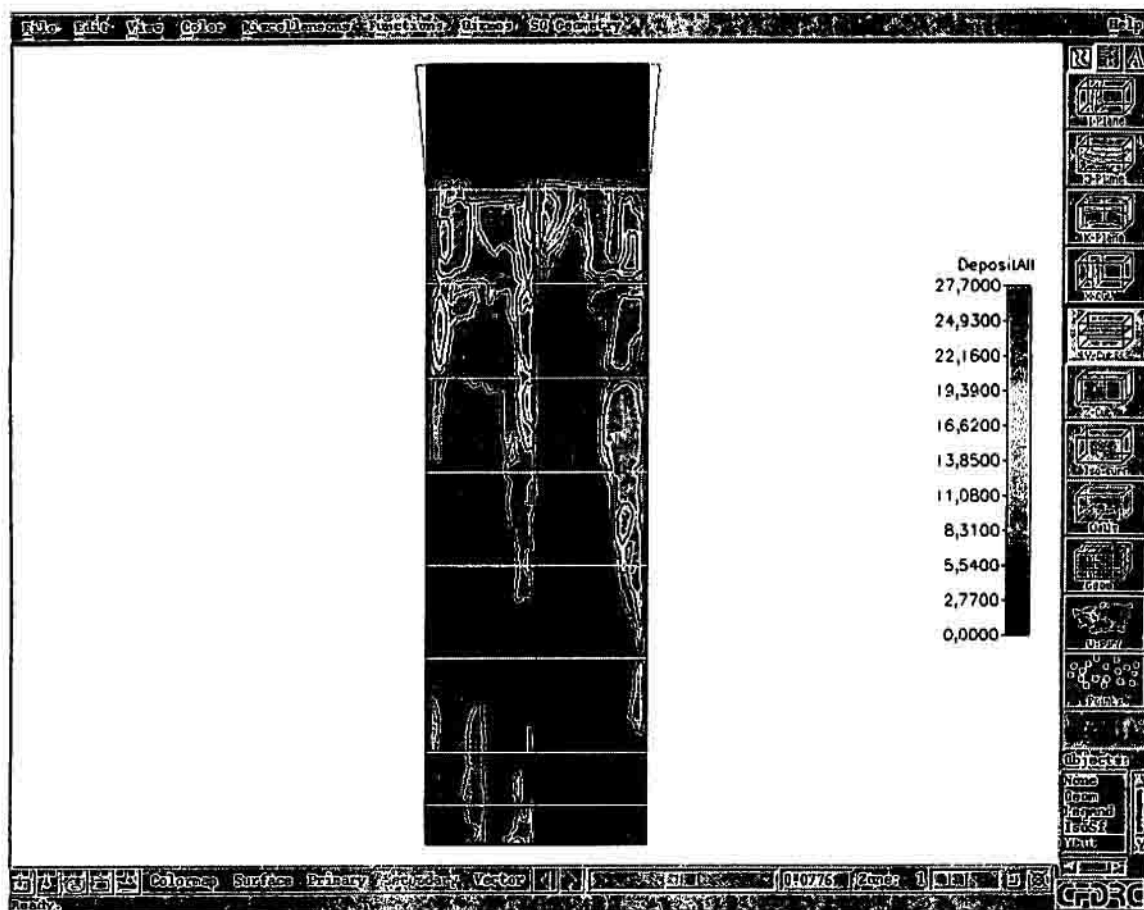


FIGURA 2

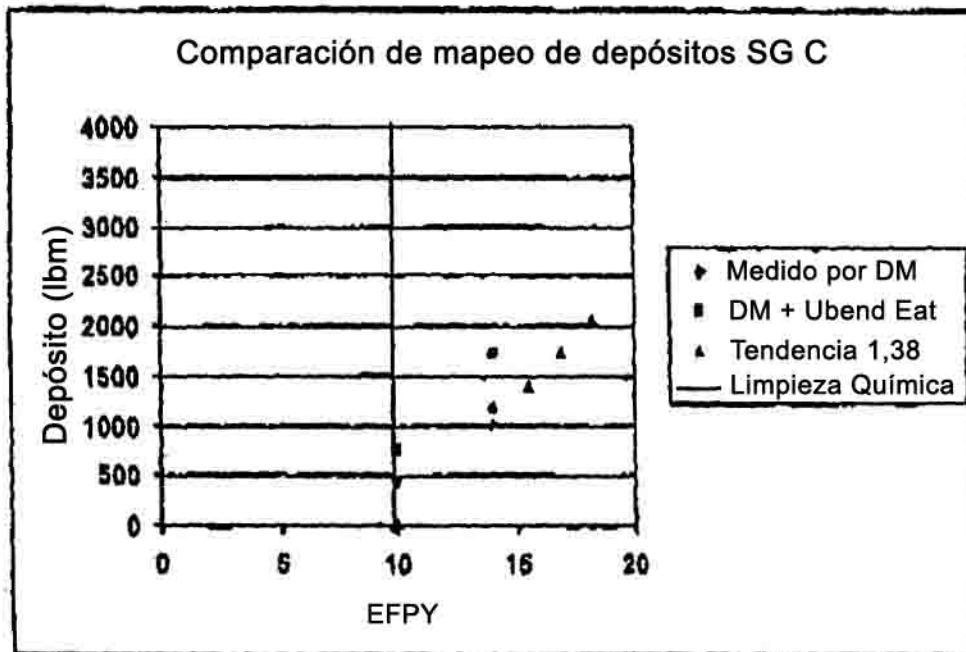


Figura 3

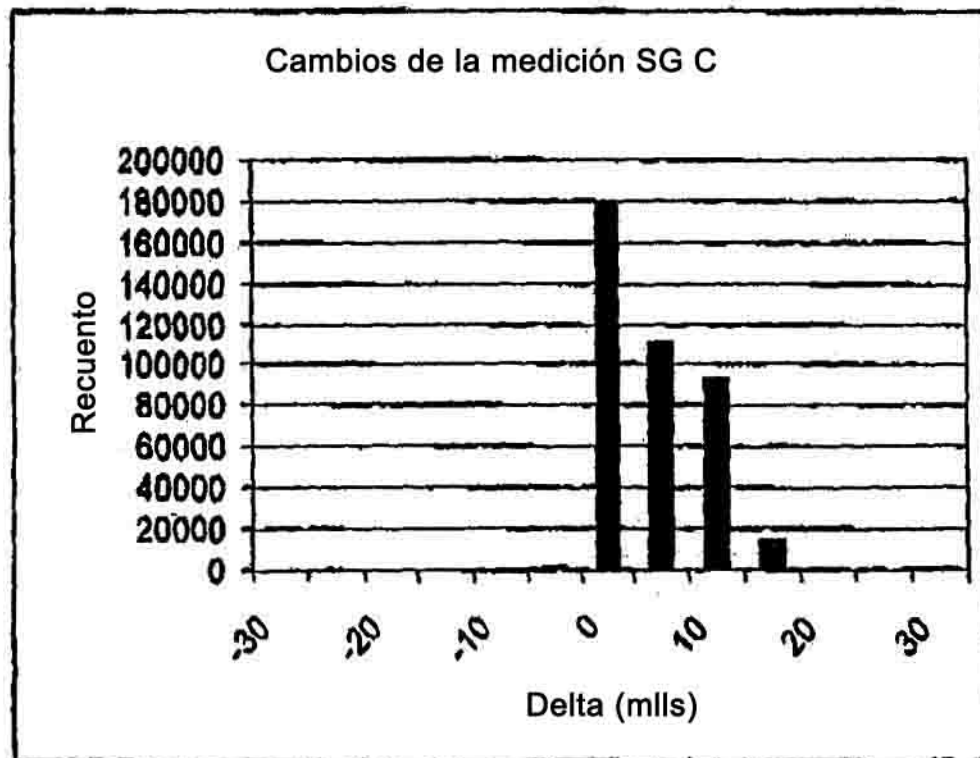


Figura 4

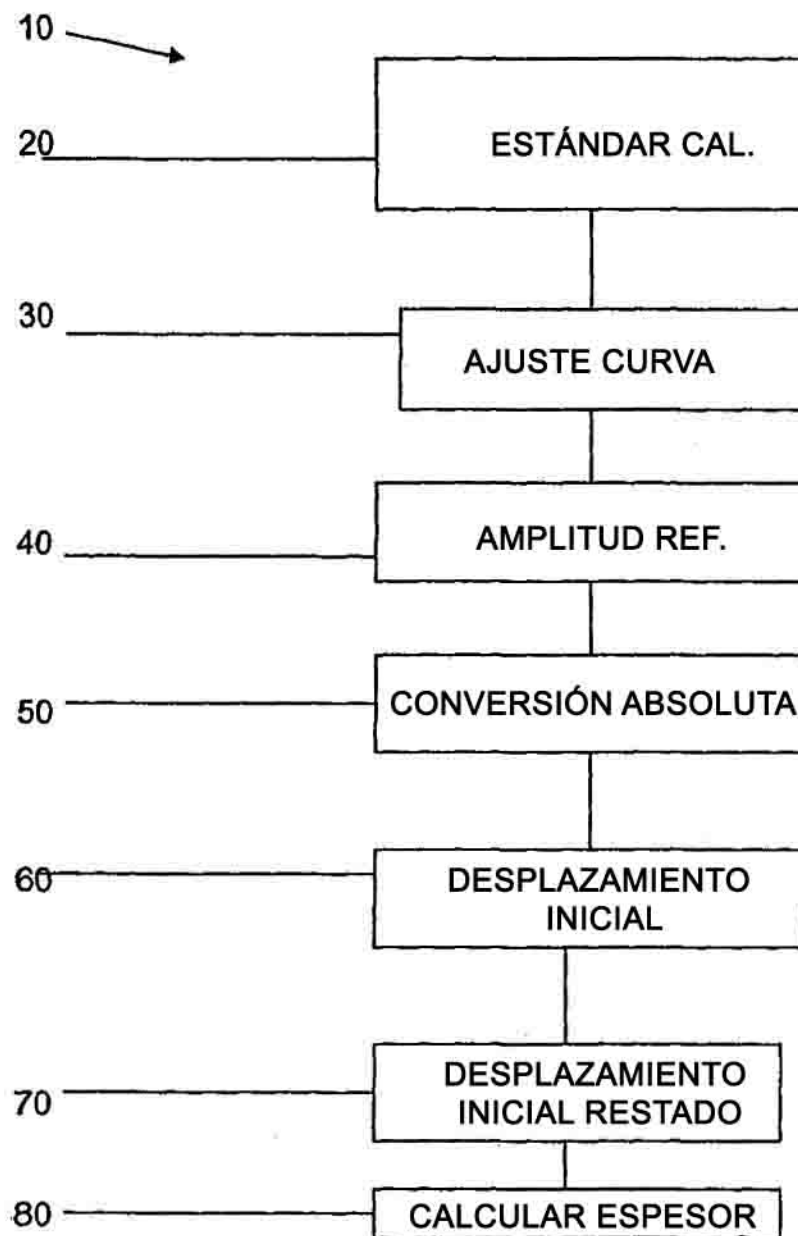


FIGURA 5