

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 736**

51 Int. Cl.:

D21C 11/00 (2006.01)

D21C 11/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2016 E 16197281 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 3165671**

54 Título: **Sistema de emisiones acústicas y método para predecir explosiones en tanque de disolución**

30 Prioridad:

06.11.2015 US 201562252221 P
25.10.2016 US 201615333695

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

06.11.2018

73 Titular/es:

ANDRITZ INC. (100.0%)
One Namic Place
Glens Falls, NY 12801, US

72 Inventor/es:

AURA, KARI AATOS y
TIMOTHEO, ALVARO MOURA

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 688 736 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 emisiones acústicas y método para predecir explosiones en tanque de disolución

5 **Solicitud relacionada****Antecedentes de la invención**1. **Campo técnico**

10 La presente divulgación se refiere de manera general a la obtención de pasta química y particularmente a calderas de recuperación y tanques de disolución usados en la industria de pasta y papel.

2. **Técnica relacionada**

15 La obtención de pasta química convierte biomasa lignocelulósica en fibras de pasta de diversas longitudes. En la industria de pasta y papel, la biomasa lignocelulósica comprende con frecuencia virutas de madera; pero el material lignocelulósico puede incluir otra biomasa basada en plantas en la que la proteína lignina está estrechamente asociada con moléculas de azúcar celulósicas. Con el procesamiento, los operarios pueden aislar fibras de pasta
20 celulósica para su uso en una variedad de aplicaciones comerciales, incluyendo la elaboración de papel.

Por ejemplo, cuando la madera es el material lignocelulósico primario, la producción puede comenzar con un tronco. Una descortezadora elimina la corteza de (o "descorteza") troncos, y una troceadora tritura los troncos para dar
25 pequeñas virutas. Dependiendo del procedimiento y aplicación particulares, los operarios pueden someter estas virutas a tratamiento previo con vapor y productos químicos para expandir poros en la biomasa lignocelulósica, o los operarios pueden enviar virutas secas directamente al interior de un digestor químico. Los digestores químicos continuos son generalmente cilíndricos y pueden tener varios pisos de altura.

En el digestor, los operarios introducen normalmente lejía blanca y vapor en la sección superior del digestor. En el
30 procedimiento de Kraft, la "lejía blanca" consiste con frecuencia en una disolución de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio. A lo largo del transcurso de varias horas, la biomasa tratada con vapor se mueve a través del digestor a medida que la lejía blanca disuelve la lignina. La lignina es una proteína que une la celulosa y la hemicelulosa en la biomasa entre sí. La eliminación de lignina permite a los operarios aislar fibras que comprenden principalmente celulosa y hemicelulosa. A medida que la lignina y otros compuestos de biomasa auxiliares se disuelven en la lejía,
35 la lejía se oscurece y se convierte en "lejía negra".

Después de que la disolución de lejía negra salga del digestor, los equipos aíslan las fibras de pasta celulósica de la
40 lejía negra restante. Mientras que la lejía blanca contiene hidróxido de sodio y sulfuro de sodio, la lejía negra contiene carbonato de sodio y sulfato de sodio respectivamente. Carbonato de sodio y sulfato de sodio son los productos de la reacción química de la lejía blanca con la lignina y otros compuestos en el digestor. Los productos, carbonato de sodio y sulfato de sodio, son generalmente menos útiles para digerir lignina.

Aunque el hidróxido de sodio y sulfuro de sodio son productos químicos generalmente económicos, comprar nuevas
45 disoluciones de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio para cada nuevo lote de biomasa lignocelulósica da generalmente un coste prohibitivo. Por este motivo, muchas fábricas de pasta química usan sistemas de recuperación de productos químicos pirolíticos para convertir al menos una parte del carbonato de sodio y sulfato de sodio de nuevo en hidróxido de sodio y sulfuro de sodio útiles.

La nueva lejía negra procedente de un digestor químico está generalmente diluida y no es combustible. Por tanto,
50 para preparar lejía negra para la pirólisis, los operarios generalmente canalizan la lejía negra a través de tanques de expansión u otras etapas de evaporación para aumentar la cantidad de partículas sólidas concentradas en la lejía negra. Entonces los operarios calientan la lejía negra concentrada antes de inyectar la lejía negra concentrada a través de boquillas de pulverización en una caldera de recuperación de productos químicos. Las boquillas de pulverización crean gotitas gruesas. La caldera de recuperación evapora el agua restante de las gotitas y los
55 compuestos sólidos en la lejía negra experimentan pirólisis parcial. Los compuestos inorgánicos que permanecen caen a la parte inferior del horno y se acumulan en un lecho de carbón vegetal. Parte del carbono y monóxido de carbono en el lecho de carbón vegetal puede actuar como catalizadores para convertir sulfato de sodio en sulfuro de sodio, que entonces puede recogerse de los gases de escape cerca de la parte superior del horno.

Los compuestos inorgánicos restantes en el lecho de carbón vegetal eventualmente se funden y fluyen como una
60 colada a través de uno o más canales de colada en la parte inferior de la caldera de recuperación. El refrigerante, habitualmente agua, puede enfriar los canales de colada. Tubos de refrigerante pueden o bien estar integrados en el propio canal o bien en un sistema de refrigeración auxiliar. El sistema de refrigeración auxiliar se denomina con frecuencia "camisa de agua" y puede rodear el exterior del canal. La colada que fluye desde el canal cae en un
65 tanque de disolución y entra en contacto con agua o lejía blanca débil para producir lejía de sosa. La disolución de lejía de sosa resultante se conoce comúnmente como "lejía verde".

En un procedimiento químico de sulfato, tal como el procedimiento de Kraft, el componente principal de la lejía verde es normalmente sulfuro de sodio y carbonato de sodio. Sin embargo, procedimientos químicos diferentes producen lejía verde con compuestos inorgánicos diferentes. Los operarios recogen normalmente la lejía verde y transportan la lejía verde hasta una planta de caustificación para aislar y concentrar adicionalmente el sulfuro de sodio y carbonato de sodio y de ese modo volver a producir lejía blanca.

A medida que la colada entra en contacto con la lejía verde en el tanque de disolución, la colada explota y emite una serie de ruidos audibles. Esto se conoce generalmente como “repiqueteo” por los expertos en la industria. La colada que fluye desde el canal está normalmente a entre 750 grados centígrados (°C) y 820°C, mientras que la temperatura promedio de la lejía verde es de aproximadamente 70°C a 100°C. Además, la colada contiene generalmente metales alcalinos reactivos tales como sodio, que reacciona de manera explosiva con agua. Sin limitarse a la teoría, el gran diferencial de temperatura puede aumentar la reactividad de la colada y lejía verde y de ese modo provocar o contribuir al repiqueteo. Si no se regula, un flujo de entrada repentino de colada puede hacer explotar el tanque de disolución y la caldera de recuperación, lo cual supone graves riesgos para el personal operario cercano.

Para gestionar el repiqueteo, los tanques de disolución convencionales generalmente perturban la colada a medida que la colada cae desde el canal. Los perturbadores pueden ser uno o más chorros de fragmentación, que golpean la colada que cae con vapor u otro fluido a alta presión para crear gotitas de colada. Estas gotitas tienen un volumen menor que el flujo global de colada y, por tanto, las explosiones son generalmente menos intensas de lo que serían si la colada entrara en contacto con la lejía verde como un flujo continuo, no interrumpido y no perturbado. Normalmente, el extremo del canal de colada se encuentra por encima del nivel de lejía verde y estos chorros de fragmentación perturban la colada que cae a medida que la colada cae desde el extremo de canal.

Ocasionalmente, la colada puede enfriarse prematuramente en la caldera de recuperación o el canal y reducir o eliminar la velocidad de flujo de colada. En este estado antes de la caída intensa, la colada líquida tiende a acumularse detrás de la obstrucción. Si la obstrucción se desprende, el repentino flujo de entrada de colada puede saturar la capacidad del chorro de fragmentación para perturbar la colada para dar gotitas lo suficientemente pequeñas. Además, si la caída intensa es particularmente sustancial, la colada puede fluir sobre los lados del canal y evitar completamente los chorros de fragmentación. En otras situaciones, un chorro de fragmentación puede fallar. En estas situaciones, el volumen aumentado de colada que entra en contacto con la lejía verde aumenta drásticamente el riesgo de explosión y la intensidad explosiva del repiqueteo.

En muchas fábricas, los operarios se mueven habitualmente en y entre los equipos de procesamiento para monitorizar las condiciones de procesamiento y el resultado. Una explosión en el tanque de disolución o la caldera de recuperación supone un grave riesgo de seguridad para el personal en las proximidades inmediatas, y el incendio resultante supone un grave riesgo para el personal en el resto de la fábrica. Tales explosiones también provocan que una cantidad no regulada de contaminantes entren en el aire y las aguas subterráneas y declarar una pérdida de producción significativa. Las explosiones de esta escala pueden desactivar una fábrica durante de semanas a meses.

Sumario de la invención

El solicitante concibió un sistema en el que se colocan sensores de emisiones acústicas en o alrededor del tanque de disolución. El solicitante ha descubierto que las emisiones acústicas filtradas a un intervalo de frecuencia programado de más de 20 KHz tienden a mostrar un patrón distintivo o “huella previa a flujo de entrada” poco antes de que se produzca un flujo de entrada de colada. Aislando las frecuencias registradas de emisiones acústicas para detectar una huella previa a flujo de entrada, es posible predecir un flujo de entrada de colada antes de que se produzca el flujo de entrada de colada. Tras la detección de una huella previa a flujo de entrada, un sistema a modo de ejemplo divulgado en el presente documento puede modificar una condición de procedimiento o contener el flujo de entrada de colada y de ese modo prevenir o mitigar condiciones alterantes, que pueden contribuir a explosiones peligrosas. En otras realizaciones a modo de ejemplo, los operarios pueden programar un mecanismo de control de colada tal como los perturbadores o la placa de restricción divulgada en la patente estadounidense n.º 9.206.548 para controlar el flujo de colada. La medición de acontecimientos de emisión acústica a partir de repiqueteo de colada en un tanque de disolución puede usarse adicionalmente para regular condiciones dentro de la caldera de recuperación para así controlar la cantidad de colada que entra en el tanque de disolución.

Un flujo de entrada de colada detectado por uno o más sensores de emisiones acústicas dispuestos cerca del perturbador y canal de colada puede corroborarse mediante una “huella previa a flujo de entrada” que comprende una tasa aumentada de emisiones acústicas que tienen amplitudes que superan sustancialmente un primer conjunto de formas de onda procesadas en más del 200% y que tienen una frecuencia de más de 20 KHz. El sistema de emisiones acústicas puede comprender además una respuesta configurada para ajustar el flujo de colada cuando el sistema de emisiones acústicas detecta una huella previa a flujo de entrada. La respuesta puede comprender restringir el flujo de colada, cambiar condiciones de procedimiento dentro de la caldera de recuperación, o una combinación de los mismos.

El problema de explosiones en caldera se mitiga usando realizaciones a modo de ejemplo del sistema y método divulgados en el presente documento. En una realización a modo de ejemplo, el sistema de emisiones acústicas puede comprender sensores de emisiones acústicas configurados para detectar emisiones acústicas. Un sensor de 5 emisiones acústicas puede comprender un transductor que tiene una frecuencia resonante, en el que el transductor está configurado para convertir una onda acústica en una señal eléctrica. Un preamplificador puede comunicarse con el transductor. El preamplificador está normalmente configurado para amplificar una señal eléctrica. El preamplificador genera a su vez una señal amplificada, y transfiere la señal amplificada a un procesador de datos. El procesador de datos puede estar configurado para filtrar la señal amplificada a un intervalo de frecuencia programado superior a 20 KHz. El procesador de datos puede evaluar adicionalmente frecuencias en el intervalo de 10 frecuencia programado para detectar la huella previa a flujo de entrada. Una vez que el procesador de datos detecta la huella previa a flujo de entrada, el procesador de datos puede iniciar una respuesta, que puede incluir cambiar una o más condiciones de funcionamiento en la caldera de recuperación o activar dispositivos de seguridad para reducir o impedir que el flujo de entrada de colada entre en contacto con la lejía verde en el tanque de disolución.

En un sistema a modo de ejemplo, pueden disponerse múltiples sensores de emisiones acústicas en y alrededor del tanque de disolución. Por ejemplo, pueden disponerse sensores de emisiones acústicas que comprenden una guía de ondas en la pared del tanque de disolución. El sensor acústico puede tener un extremo de lectura en el extremo de la guía de ondas y un segundo extremo, opuesto al extremo de lectura, dispuesto fuera del tanque de disolución. 20 El extremo de lectura puede estar dispuesto dentro del tanque de disolución. En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, dos o más sensores de emisiones acústicas pueden tener guías de ondas que se extienden al interior de la lejía verde. En otras realizaciones a modo de ejemplo, un sensor de emisiones acústicas puede tener una guía de ondas dispuesta dentro del fluido emitido desde el perturbador. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, un sensor de emisiones acústicas puede tener una guía de ondas dispuesta dentro del tanque de 25 disolución por encima del nivel de lejía verde y fuera del perturbador fluido. En otras realizaciones a modo de ejemplo, un sensor de emisiones acústicas puede disponerse adyacente al tanque de disolución.

En condiciones de funcionamiento normales los perturbadores dispersan la colada que fluye fuera del canal de colada para dar gotitas de colada. Las gotitas de colada entran entonces en contacto con la lejía verde y emiten un pequeño “repiqueteo”. El “repiqueteo” comprende tanto emisiones acústicas audibles como emisiones acústicas por encima y por debajo del rango de la audición humana. En estas condiciones de funcionamiento normales, pueden producirse cientos de pequeños repiqueteos cada segundo. En una realización a modo de ejemplo del procedimiento, el sensor de emisiones acústicas detecta las emisiones acústicas y transduce las ondas de emisión acústica para dar una señal analógica eléctrica. La señal puede proceder a una serie de etapas de preamplificación seguidas por una o más etapas de filtro de paso alto, de paso bajo o de paso de banda para aislar frecuencias deseables en un intervalo de frecuencia superior a 20 KHz. La señal puede refinarse adicionalmente antes de convertirse en una señal digital. Un convertidor analógico-digital (“A/D”) puede convertir la señal analógica en una señal digital. Entonces puede enviarse la señal digital a un procesador de datos tal como una matriz de puertas programables en campo (“FPGA”), que puede o bien usar el método de recuento continuo o bien llevar a cabo una transformada de Fourier para procesar y de ese modo simplificar la señal digital. La transformada de Fourier puede ser una transformada rápida de Fourier (“FFT”) u otra transformada de Fourier. En otras realizaciones a modo de ejemplo, la FPGA puede usar otros métodos de procesamiento o transformación de señales para mostrar correlaciones máximas en cada parte de procedimiento individual, por ejemplo, usando el método de la media cuadrática (“RMS”), método de desviación estándar, método de asimetría, método de curtosis, método de media, 45 método de varianza o usando lógica difusa, redes neuronales y otros métodos de procesamiento de señales. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, el procesador de datos puede ser un circuito integrado de aplicación específica (“ASIC”). Además, un sistema a modo de ejemplo puede analizar señales producidas por los múltiples sensores de emisiones acústicas.

Un sistema a modo de ejemplo puede monitorizar de manera continua el tanque de disolución para determinar el flujo de entrada de colada por encima de un nivel de referencia de flujo de colada.

Un sistema a modo de ejemplo puede procesar y analizar las señales derivadas de emisiones acústicas en el tanque de disolución para predecir un flujo de entrada de colada e iniciar una respuesta para prevenir el flujo de entrada de colada. 55

Un sistema a modo de ejemplo adicional puede regular las condiciones de funcionamiento en la caldera de recuperación basándose en señales derivadas de emisiones acústicas en el tanque de disolución.

Aún otro sistema y método a modo de ejemplo pueden comprender un sistema basado en ordenador que tiene software configurado para monitorizar el tanque de disolución basándose en la entrada de señal procedente de los sensores de emisiones acústicas. El sistema basado en ordenador puede tener alertas de condición definidas para indicar cuando una señal supera un umbral de amplitud de señal predeterminado.

El problema de condiciones alterantes en tanques de disolución se resuelve usando un método de monitorización de los tanques de disolución que comprende: insertar uno o más sensores de emisiones acústicas a través de una

pared o techo en el tanque de disolución; escuchar de manera continua la cantidad e intensidad (“agresividad”) de repiqueteo en el tanque de disolución, retransmitir este repiqueteo a un sistema informático, analizar los datos, compararlos con estado de procedimiento de tanque de disolución y devolver una salida una vez que los datos cumplen las condiciones programadas.

5 Un rasgo característico de la disposición según una realización de la presente divulgación es que la presente divulgación comprende: un sensor para medir la emisión acústica provocada por la colada que entra en contacto con la lejía verde. El sensor puede comprender una guía de ondas que tiene un primer extremo y un segundo extremo, en el que el primer extremo está dispuesto a una distancia dentro del tanque de disolución y el segundo extremo está ubicado fuera del tanque de disolución. El segundo extremo puede estar dotado de un sensor piezoeléctrico configurado para convertir una emisión acústica recibida en una señal eléctrica analógica. La guía de ondas puede comprender una parte no aislada para recibir la emisión acústica y una parte aislada dispuesta aguas abajo de la parte no aislada. El sensor de emisiones acústicas puede comprender además preprocesadores para procesar la señal eléctrica analógica recibida.

15 Un método a modo de ejemplo según la presente divulgación comprende: recibir emisión acústica provocada por las reacciones químicas y térmicas de colada y lejía verde en un interior de un tanque de disolución a través de un sensor de emisiones acústicas que se extiende en el interior del tanque de disolución. El método puede comprender además convertir la emisión acústica en una señal digital, transmitir la señal digital a un ordenador, y representar gráficamente la señal digital en un espectro de frecuencia para crear un espectro de frecuencia gráfico. Después puede compararse el espectro de frecuencia representado gráficamente con un espectro de frecuencia almacenado indicativo de una condición de funcionamiento normal, y generar una respuesta cuando el espectro de frecuencia representado gráficamente supera el espectro de frecuencia almacenado en más del 200%.

20 En otra realización a modo de ejemplo, el ordenador puede producir una señal de salida digital que despliega una placa de restricción tal como la descrita en la patente estadounidense n.º 9.206.548.

Breve descripción de los dibujos

30 Lo anterior resultará evidente a partir de la siguiente descripción más particular de realizaciones a modo de ejemplo de la divulgación, tal como se ilustra en los dibujos adjuntos en los que caracteres de referencia similares se refieren a las mismas partes a lo largo de todas las vistas diferentes. Los dibujos no están necesariamente a escala, enfatizándose en vez de eso la ilustración de las realizaciones divulgadas.

35 La figura 1 es una vista lateral en sección transversal de múltiples sensores de emisiones acústicas dispuestos alrededor de un tanque de disolución.

La figura 2 es una vista en sección transversal detallada del sensor de emisiones acústicas.

40 La figura 3 es un diagrama de flujo que representa una realización a modo de ejemplo del sistema de emisiones acústicas.

La figura 4 es un gráfico que representa esquemáticamente una huella previa a flujo de entrada a modo de ejemplo.

45 La figura 5A representa una salida de FFT en una pantalla, en la que la salida es un primer conjunto de formas de onda procesadas que representan un nivel de referencia de actividad.

50 La figura 5B representa una salida de FFT en una pantalla, en la que la salida tiene un segundo conjunto de formas de onda procesadas que superan la referencia en más del 200%.

Descripción detallada de la invención

La siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas se presenta únicamente con propósitos ilustrativos y descriptivos, y no se pretende que sea exhaustiva ni que limite el alcance y espíritu de la invención. Las realizaciones se seleccionaron y se describen para explicar mejor los principios de la invención y su aplicación práctica. Un experto habitual en la técnica reconocerá que pueden realizarse muchas variaciones a la invención divulgada en esta memoria descriptiva sin apartarse del alcance y el espíritu de la invención.

60 Caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes a lo largo de la totalidad de las diversas vistas. Aunque los dibujos representan realizaciones de diversas características y componentes según la presente divulgación, los dibujos no están necesariamente a escala y determinadas características pueden exagerarse con el fin de ilustrar mejor realizaciones de la presente divulgación, y no se interpreta que tales muestras a modo de ejemplo limiten el alcance de la presente divulgación de ninguna manera.

65 La referencias en la memoria descriptiva a “una realización”, “realización”, “una realización a modo de ejemplo”, etc., indican que la realización descrita puede incluir un rasgo, estructura o característica particular, pero puede que no

5 todas las realizaciones incluyan necesariamente el rasgo, estructura o característica particular. Además, tales frases no se refieren necesariamente a la misma realización. Además, cuando se describe un rasgo, estructura o característica particular en relación con una realización, se presenta que está dentro del conocimiento de un experto en la técnica realizar tal rasgo, estructura o característica en relación con otras realizaciones tanto si se describe de manera explícita como si no.

10 Aunque se usan términos específicos en la siguiente descripción por motivos de claridad, se pretende que estos términos se refieran únicamente a la estructura particular de la realización seleccionada para ilustración en los dibujos, y no se pretende que definan o limiten el alcance de la divulgación.

15 Las formas en singular “un”, “una” y “el/la” incluyen referentes en plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Debe entenderse que los valores numéricos incluyen valores numéricos que son iguales cuando se reducen al mismo número de figuras significativas y valores numéricos que difieren del valor de estados en menos del error experimental de la técnica de medición convencional del tipo descrito en la presente solicitud para determinar el valor.

20 Todos los intervalos divulgados en el presente documento incluyen los puntos de extremo mencionados y pueden combinarse de manera independiente (por ejemplo, el intervalo “de 40 decibelios (“dB”) a 60 dB” incluye los puntos de extremo, 40 dB y 60 dB, y todos los intervalos intermedios).

25 Tal como se usa en el presente documento, pueden aplicarse términos de aproximación para modificar cualquier representación cuantitativa que puede variar sin dar como resultado un cambio en la función básica a la que se refiere. Por consiguiente, un valor modificado por un término o términos, tales como “aproximadamente” y “sustancialmente”, puede no limitarse a los valores precisos especificados. También debe considerarse que el modificador “aproximadamente” divulga el intervalo definido por los valores absolutos de los dos puntos de extremo. Por ejemplo, la expresión “desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 4” también divulga el intervalo “desde 2 hasta 4”.

30 Debería observarse que muchos de los términos usados en el presente documento son términos relativos. Por ejemplo, los términos “superior” e “inferior” son relativos uno con respecto al otro en cuanto a la ubicación, es decir, un componente superior está ubicado por encima de un componente inferior en una orientación dada, pero estos términos pueden cambiar si se da la vuelta al dispositivo. Los términos “entrada” y “salida” son relativos para un fluido que fluye a través de los mismos con respecto a una estructura dada, por ejemplo un fluido fluye a través de la entrada al interior de la estructura y fluye a través de la salida fuera de la estructura. Los términos “aguas arriba” y “aguas abajo” son relativos con respecto al sentido en el que fluye un fluido o se mueve una señal a través de diversos componentes, es decir la señal encuentra un componente aguas arriba antes de encontrar el componente aguas abajo.

40 Los términos “parte superior” y “parte inferior” o “base” se usan para hacer referencia a ubicaciones/superficies en las que la parte superior siempre está por encima de la parte inferior/base con respecto a una referencia absoluta, es decir la superficie de la Tierra. Los términos “hacia arriba” y “hacia abajo” también son relativos con respecto a una referencia absoluta; un flujo hacia arriba siempre va en contra de la gravedad de la Tierra.

45 La figura 1 es un diagrama esquemático que representa un tanque 160 de disolución que tiene sensores 150 de emisiones acústicas que se extienden a través de paredes 162 y una parte 164 superior del tanque 160 de disolución. Aunque la figura 1 representa un único canal 110 de colada y un único tanque 160 de disolución, se entenderá que múltiples canales 110 de colada y tanques 160 de disolución pueden extenderse alrededor de la caldera 100 de recuperación. El sensor 150 de emisiones acústicas tiene un extremo de lectura (222, figura 2) y un segundo extremo (224, figura 2), opuesto al extremo 222 de lectura, dispuesto fuera del tanque 160 de disolución. El extremo 222 de lectura está dispuesto dentro del tanque 160 de disolución. En otras realizaciones a modo de ejemplo, un sensor 150 de emisiones acústicas puede disponerse totalmente dentro del tanque 160 de disolución de manera que tanto el extremo 222 de lectura como el segundo extremo 224 están dispuestos dentro del tanque 160 de disolución.

55 Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, un sensor 150 de emisiones acústicas puede disponerse totalmente fuera del tanque 160 de disolución de manera que tanto el extremo 222 de lectura como el segundo extremo 224 están dispuestos fuera del tanque 160 de disolución. La figura 1 representa múltiples sensores 150 de emisiones acústicas dispuestos a través del tanque 160 de disolución. Pueden usarse múltiples sensores 150 de emisiones acústicas para proporcionar datos de señal detallados adicionales. Un sensor 150 de emisiones acústicas puede adherirse, sujetarse o fijarse de otro modo a la parte 164 superior o las paredes 162 del tanque 160 de disolución. En otras realizaciones a modo de ejemplo, un sensor 150 de emisiones acústicas puede engancharse a tuberías próximas a, o que se comunican con, el tanque 160 de disolución. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, imanes pueden enganchar los sensores 150 de emisiones acústicas al tanque 160 de disolución o a tuberías.

65 A medida que las gotitas 130 de colada entran en contacto con la lejía 165 verde, las gotitas 130 de colada emiten

emisiones 167 acústicas. Alguien que pase por allí puede oír algunas de estas emisiones 167 acústicas como un repiqueteo audible. Un sensor 150 de emisiones acústicas de ejemplo puede detectar las emisiones 167 acústicas, transducir las emisiones 167 acústicas para dar una señal 307 analógica eléctrica (figura 3), y preamplificar la señal 307 antes de transmitir la señal 311 amplificada para su procesamiento adicional. Las emisiones 167 acústicas pueden ser ondas acústicas u otras ondas energéticas transmitidas a través del tanque 160 de disolución.

Los sensores 150 de emisiones acústicas pueden comprender un sensor piezoeléctrico, un sensor de sistema microelectromecánico ("MEMS") u otros sensores acústicos configurados para detectar las emisiones 167 acústicas y transducir las emisiones 167 acústicas para dar una señal 307 eléctrica. Además, un sensor 150 de emisiones acústicas puede comprender un filtro 316 (figura 3) tal como un filtro de emisiones acústicas de banda ancha. En otras realizaciones a modo de ejemplo, un sensor 150 de emisiones acústicas puede comprender un filtro de emisiones acústicas de banda estrecha.

Tal como se muestra en la figura 1, un primer extremo del canal 110 de colada puede estar dispuesto en, enganchado con o extenderse hacia, la caldera 100 de recuperación y el segundo extremo del canal 110 de colada, opuesto al primer extremo del canal 110 de colada, puede estar dispuesto sobre, enganchado con o extenderse hacia, un tanque 160 de disolución. La colada 115 procedente de una caldera 100 de recuperación fluye hacia abajo por un canal 110 de colada al interior del tanque 160 de disolución. El tanque 160 de disolución está dispuesto generalmente debajo de una campana 170. Perturbadores 140 emiten fluido 145 que perturba el flujo de la colada 115 para crear gotitas 130 de colada. El fluido 145 es generalmente vapor. Los perturbadores 140 pueden ser boquillas de chorro de fragmentación.

En la realización representada, un sensor 150' de emisiones acústicas se extiende al interior del fluido 145 emitido por el perturbador 140. La zona en la que se extiende el fluido 145 puede conocerse como la trayectoria de fluido del perturbador 140. Una guía 125 de ondas de al menos uno de los sensores 150 de emisiones acústicas se extiende de manera deseable al interior del líquido en el tanque 160 de disolución. En realizaciones a modo de ejemplo representadas en la figura 1, el líquido es lejía 165 verde, pero se entenderá que el líquido puede ser cualquier líquido usado en tanques 160 de disolución. Una guía 125 de ondas de al menos otro sensor 150' de emisiones acústicas no entra en contacto con la lejía 165 verde.

El sensor 150" de emisiones acústicas está configurado para detectar los primeros signos de flujo de colada irregular. Esto es un ejemplo de usar los sensores 150, 150' y 150" de emisiones acústicas en una configuración de procesamiento de maestro-esclavo, en la que un sensor maestro (véase 150") está montado cerca de una zona de interés (por ejemplo la zona en la que la colada entra en contacto con fluido) y sensores esclavos o de seguridad (véase 150, 150') rodean al sensor maestro (véase 150") y eliminan ruido generado a partir del exterior de la zona de interés. Por ejemplo, el sensor 150' de emisiones acústicas que tiene una guía 125 de ondas dispuesta en la trayectoria de fluido del perturbador 140, puede monitorizar de manera continua las emisiones 167 acústicas producidas en la trayectoria de fluido del perturbador 140. El sistema puede procesar la señal tal como se describe a continuación y generar un perfil de señal indicativo de condiciones de funcionamiento de perturbador normales. Entonces, un procesador 336 de datos (figura 3) puede restar el perfil de señal de las condiciones de funcionamiento de perturbador normales de la señal registrada por el sensor maestro (véase 150") situado a lo largo de la zona en la que la colada entra en contacto con la lejía 165 verde. De esta manera, puede usarse la técnica de maestro-esclavo para eliminar ruido de fondo irrelevante de la señal generada en el sensor 150" maestro.

En otras realizaciones a modo de ejemplo, los sensores de seguridad (véase 150, 150') pueden detectar un nivel 442 de referencia de actividad (figura 4) representativo de una primera velocidad de flujo de colada en condiciones de funcionamiento normales en la zona de detección de un sensor de seguridad. Por ejemplo, el sensor 150' de emisiones acústicas que tiene una guía 125 de ondas dispuesta en la trayectoria de fluido del perturbador 140, puede monitorizar de manera continua las emisiones 167 acústicas producidas en la trayectoria de fluido del perturbador 140. Un procesador 336 de datos que se comunica con el sensor 150' acústico puede registrar un primer conjunto de formas 432 de onda procesadas (figura 4) indicativas de un nivel 442 de referencia de actividad en la trayectoria de fluido del perturbador 140. Antes de producirse un flujo de entrada de colada, el procesador 336 de datos puede registrar adicionalmente un segundo conjunto de formas 433 de onda procesadas (figura 4) que supera el nivel 442 de referencia de actividad en más del 200%. El segundo conjunto de formas 433 de onda procesadas pueden ser representativas de una segunda velocidad de flujo de colada. En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, el procesador 336 de datos puede corroborar el primer conjunto de formas 432 de onda procesadas producidas a partir de un sensor de seguridad (véase 150, 150') con un primer conjunto de formas 432 de onda procesadas producidas a partir de un sensor maestro (véase 150") para confirmar que el tanque 160 de disolución está funcionando en condiciones de funcionamiento normales. En realizaciones a modo de ejemplo todavía adicionales, el procesador 336 de datos puede corroborar el segundo conjunto de formas 433 de onda procesadas producidas por los sensores de seguridad (véase 150, 150') con el segundo conjunto de formas de onda procesadas producidas por el sensor maestro (véase 150"). Al comparar los segundos conjuntos de formas 433 de onda procesadas, el procesador de datos puede confirmar la existencia de una huella 372 previa a flujo de entrada (figura 3) y de ese modo iniciar una respuesta para prevenir o contener el flujo de entrada de colada.

Las gotitas 130 de colada pueden tener una temperatura promedio de entre 750°C y 820°C. La temperatura

promedio de la lejía 165 verde es de aproximadamente 70°C a 100°C. Para resistir el calor dentro del tanque 160 de disolución y la exposición al fluido 145, los sensores 150 de emisiones acústicas pueden tener un alojamiento 151 compuesto por un material configurado para resistir las altas temperaturas y presiones. Los ejemplos incluyen aluminio, acero inoxidable dúplex o acero inoxidable convencional. Además, los sensores 150 de emisiones acústicas de ejemplo que tienen electrónica o elementos de transducción dispuestos dentro del tanque 160 de disolución pueden configurarse para funcionar a temperaturas de hasta 100°C y más o a temperaturas de hasta 160°C y más dependiendo de la temperatura promedio dentro del tanque 160 de disolución. Los sensores 150 de emisiones acústicas que tienen electrónica o elementos de transducción dispuestos fuera del tanque de disolución pueden configurarse para funcionar a temperaturas de hasta 50°C y más.

Haciendo referencia a las figuras 1, 3 y 4, el sensor 150 de emisiones acústicas detecta emisiones 167 acústicas de manera continua y el procesador 336 de datos puede procesar o transformar de manera continua la señal digital preparándose para el análisis de señal (por ejemplo, analizar la señal procesada para detectar una huella 372 previa a flujo de entrada de colada). En otros sistemas a modo de ejemplo, el sensor 150 de emisiones acústicas puede tomar muestras de las emisiones 167 acústicas a intervalos de tiempo, tales como, por ejemplo, cada 10 milisegundos ("ms"), un segundo o sesenta segundos. Una vez procesadas, el procesador 336 de datos emite una señal de salida O. La señal de salida O puede transmitirse a un ordenador 338 y una pantalla 339. La señal de salida O comprende un primer conjunto de formas 432 de onda procesadas que representan una primera velocidad de flujo de colada (es decir un nivel 442 de referencia de actividad). Dependiendo de la escala de la pantalla 339, el primer conjunto de formas 432 de onda procesadas puede parecer tener una amplitud sustancialmente constante. En una pantalla 339 (véase la figura 4, la figura 5A y la figura 5B para salidas de pantalla), el primer conjunto de formas 432 de onda que tienen una amplitud sustancialmente constante puede parecer mapearse a una línea sustancialmente recta que representa las amplitudes promedio del primer conjunto de formas 432 de onda. La pantalla 339 puede emitir además un umbral flotante F, que es un umbral que tiene una amplitud establecida por la medida promediada en el tiempo de la señal. En la figura 4, el umbral flotante F representa las amplitudes promedio de la señal de salida O durante un intervalo de tiempo. Este primer conjunto de formas 432 de onda procesadas representa un nivel 442 de referencia de actividad indicativo de flujo de colada uniforme, normal, y flujo de fluido perturbador basándose en entradas de uno o más sensores 150 de emisiones acústicas. El flujo de colada uniforme normal puede comprender una primera velocidad de flujo de colada. La referencia 442 puede indicar adicionalmente actividad de caldera de recuperación nominal. En otras realizaciones a modo de ejemplo, los sensores 150' de emisiones acústicas colocados cerca de la salida de cada canal 110 de colada detectarán los primeros signos de flujos de colada irregulares, problemas con los perturbadores 140, y flujo de entrada de colada.

Justo antes de un flujo de entrada de colada repentino, la amplitud de la señal 368 procesada puede ser sustancialmente inferior al nivel de referencia de actividad seguido por un segundo conjunto de formas 433 de onda procesadas que tienen amplitudes que son sustancialmente superiores al nivel 442 de referencia de actividad, tal como un 100% superiores, más de un 150% superiores, al menos un 200%, más de un 200% superiores, al menos un 300%, más de un 300% superiores, al menos un 500% o más de un 500% superiores al nivel 442 de referencia de actividad. El segundo conjunto de formas 433 de onda procesadas pueden caracterizarse por uno o más picos 461 de amplitud. Los picos 461 de amplitud del segundo conjunto de formas 433 de onda procesadas superan sustancialmente las amplitudes promedio del nivel 442 de referencia de actividad en al menos el 200%. El segundo conjunto de formas 433 de onda procesadas pueden representar una segunda velocidad de flujo de colada. La huella 372 previa a flujo de entrada comprende el segundo conjunto de formas 433 de onda que superan sustancialmente el nivel 442 de referencia de actividad en al menos el 200%. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, uno o más picos 461 de amplitud en el segundo conjunto de formas 433 de onda pueden comprender además la huella 372 previa a flujo de entrada. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, la huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender tres o más picos 461 de amplitud en el segundo conjunto de formas 433 de onda que superan sustancialmente el nivel 442 de referencia de actividad. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, la huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender al menos cinco picos 461 de amplitud en el segundo conjunto de formas 433 de onda que superan sustancialmente el nivel 442 de referencia de actividad.

En las condiciones que conducen a un flujo de entrada de colada, la frecuencia de las emisiones 167 acústicas puede ser inferior al nivel 442 de referencia de actividad en uno o más de los canales 110 de colada. Es decir, una vez preprocesada y procesada, la señal de salida O puede comprender además un tercer conjunto de formas 441 de onda procesadas que tienen amplitudes inferiores a las amplitudes promedio del nivel 442 de referencia de actividad. En sistemas que comprenden una pantalla 339 o interfaz de usuario, puede no representarse el tercer conjunto de formas 441 de onda procesadas, o el tercer conjunto de formas 441 de onda procesadas puede representarse como hueco en el primer conjunto de formas 432 de onda procesadas. La tasa inferior de las emisiones 167 acústicas será independiente de las condiciones de procedimiento que de lo contrario explicarían una tasa inferior de las emisiones 167 acústicas. Un sistema 305 a modo de ejemplo puede comparar señales 368 procesadas derivadas del sensor 150' de emisiones acústicas dispuesto cerca del perturbador 140 y el canal 110 de colada con señales 368 procesadas derivadas del sensor 150 de emisiones acústicas dispuesto a través del tanque 160 de disolución para determinar si una tasa inferior de las emisiones 167 acústicas es un resultado esperado de las condiciones actuales de tanque de disolución o caldera de recuperación. Si la tasa inferior de las emisiones 167 acústicas (y el tercer conjunto de formas 441 de onda procesadas resultante) no es un resultado esperado de las condiciones actuales de tanque de disolución o caldera de recuperación, una tasa baja de las emisiones 167

acústicas puede ser indicativa de bloqueo del canal de colada, o indicar fluctuación del flujo de colada en la caldera 100 de recuperación y puede comprender además la huella 372 previa a flujo de entrada.

5 Tal como se observa en la figura 4, la huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender una huella 372_a previa a flujo de entrada inicial caracterizada por el tercer conjunto de formas 441 de onda procesadas que tienen una tasa inferior de las emisiones 167 acústicas que no es un resultado esperado de las condiciones de procedimiento y una huella 372_b previa a flujo de entrada inminente caracterizada por un segundo conjunto de formas 433 de onda procesadas que tienen uno o más picos 461 de amplitud que superan el primer conjunto de formas 432 de onda procesadas en más del 200%. En determinados sistemas a modo de ejemplo, el procesador 336 de datos puede iniciar una respuesta, tal como una alarma o un cambio en la condición de procedimiento, o iniciar contención de colada tras la detección de la huella 372_a previa a flujo de entrada inicial. En otros sistemas a modo de ejemplo, el procesador 336 de datos puede desencadenar una primera alarma en respuesta a la detección de una huella 372_a previa a flujo de entrada inicial.

15 En otras realizaciones a modo de ejemplo, la pantalla 339 puede visualizar un primer umbral 479 flotante definido por las amplitudes promedio del primer conjunto de formas 432 de onda procesadas y un segundo umbral 480 flotante definido por el segundo conjunto de formas 433 de onda procesadas. La huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender además una transición (véase 372_b) desde el primer umbral 479 flotante hasta el segundo umbral 480 flotante, en la que el segundo umbral 480 flotante supera el primer umbral 479 de mantenimiento en al menos el 100%. Es decir, la huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender un aumento del umbral flotante F en más del 100%.

25 Se apreciará que se considera que transformar una señal de emisión acústica con cualquier fórmula de procesamiento de señales para predecir un flujo de entrada de colada, en el que la señal es superior a 20 KHz, y emana de repiqueteo en un tanque de disolución, está dentro del alcance de esta divulgación. La frecuencia de 20 KHz representa el límite superior de la audición humana. Se apreciará adicionalmente que se considera que transformar una señal de emisión acústica con cualquier fórmula de procesamiento de señales para predecir un flujo de entrada de colada, en el que la señal es superior a 100 KHz, y emana de repiqueteo en un tanque de disolución, está dentro del alcance de esta divulgación.

30 En otras realizaciones a modo de ejemplo, la huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender una huella 372_c previa a flujo de entrada con disminución de amplitud en la que dos o más picos 461 de amplitud sobrepasan el umbral 483 dentro de una unidad de tiempo establecida. El umbral 483 puede ser un umbral de tensión, umbral flotante, umbral de exploración de sistema u otro umbral establecido por el usuario o instrumento con el que puede compararse la huella 372 previa a flujo de entrada. Por ejemplo, cuando la pantalla 339 visualiza una señal de salida O a una resolución de un segundo, la huella 372_c previa a flujo de entrada con disminución de amplitud puede comprender dos o más picos 461 de amplitud que sobrepasan el umbral 483 cada segundo. En realizaciones en las que la pantalla 339 visualiza una señal de salida O a 10 ms, la huella 372_c previa a flujo de entrada con disminución de amplitud puede comprender dos o más picos 461 de amplitud que sobrepasan el umbral 483 cada 10 milisegundos. Cuanto más tiempo sobrepasen los picos 461 de amplitud el umbral 483, más probable es que el flujo de entrada de colada provoque que el tanque de disolución explote (véase 531, figura 5B).

45 La figura 2 representa un sensor 250 de emisiones acústicas en el que las ondas 167 acústicas (figura 1) hacen vibrar la guía 225 de ondas. Los sensores 250 de emisiones acústicas están configurados para detectar las emisiones 167 acústicas de manera continua. El sensor 250 de emisiones acústicas tiene una guía 225 de ondas enganchada con un transductor 285. En la realización representada, el transductor 285 es un cristal piezoeléctrico, aunque se entenderá que puede usarse otro transductor conocido en la técnica. La guía 225 de ondas tiene una longitud L₁ que se extiende desde el transductor 285 hasta un extremo 222 de lectura.

50 Un manguito 227 protector puede blindar una parte de la longitud L₃ de la guía de ondas frente a salpicaduras de colada, salpicaduras de lejía y la temperatura y presión dentro del tanque 260 de disolución. Una parte expuesta de la guía de ondas L₂ puede estar directamente expuesta a la lejía 165 verde dentro de un tanque 265 de disolución. Los operarios pueden insertar la guía 225 de ondas a través de un manguito 229 de entrada dispuesto dentro de la pared 262 o la parte 164 superior del tanque 260 de disolución. Un aislamiento 228 puede sellar la abertura en el manguito 229 de entrada y aislar la guía 225 de ondas de las paredes 262 de tanque de disolución y el manguito 229 para minimizar señales de fondo, no relevantes para la detección de repiqueteo.

60 Tal como se muestra en las figuras 2 y 3, las ondas 167 acústicas entran en contacto con la guía 225 de ondas, la guía 225 de ondas vibra y transfiere mecánicamente la onda 167 acústica al transductor 285. El sensor 250 de emisiones acústicas puede tener un nivel de umbral. El nivel de umbral es una amplitud de umbral con la que se comparan las amplitudes de las emisiones 167 acústicas. El sensor 250 de emisiones acústicas puede estar configurado para registrar emisiones 167 acústicas que tienen amplitudes superiores al nivel de umbral o inferiores al nivel de umbral. Entonces, el transductor 285 transduce las emisiones 167 acústicas superiores al nivel de umbral para dar una señal 307 eléctrica inicial. El transductor 285 y la electrónica asociada están generalmente protegidos dentro de un alojamiento 220.

Entonces, un preamplificador 221 puede amplificar la señal 307. Amplificadores posteriores (véase 313) pueden amplificar adicionalmente la señal 307 antes de que el procesador 336 de datos reciba la señal 318 preprocesada. Un sensor 250 de emisiones acústicas típico tiene generalmente un preamplificador 221 preinstalado, aunque nada en esta divulgación limita los sensores 250 de emisiones acústicas a tener preamplificadores 221 preinstalados. El preamplificador 221 puede amplificar la señal 307 generalmente en de 40 a 60 decibelios ("dB"). Entonces, un filtro 316, tal como un filtro de paso alto, de paso bajo o de paso de banda, puede filtrar la señal a un intervalo de frecuencia programado superior a 20 KHz. En otras realizaciones a modo de ejemplo, el filtro 316 puede filtrar la señal a un intervalo de frecuencia programado de más de 100 KHz. Entonces, un convertidor 326 A/D puede convertir la señal 307 analógica en una señal 312 digital. El procesador 366 de datos recibe la señal 311, 317, 312 digital amplificada y filtrada (es decir la señal 318 preprocesada) y realiza un método 356 de procesamiento o transformación de señales para generar una señal 368 procesada. El procesador 366 de datos puede estar configurado adicionalmente para detectar una huella 372 previa a flujo de entrada. Un sensor 250 de emisiones acústicas puede incluir electrónica para un procesamiento de señales completo, que puede incluir un amplificador 313, filtro 316, convertidor 326 A/D, procesador 366 de datos y pantalla 339. En otras realizaciones a modo de ejemplo en las que el sensor 250 de emisiones acústicas no contiene todos los elementos de procesamiento, el cable 223 puede transmitir la señal al siguiente procesador de señales. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, el sensor 250 de emisiones acústicas puede transmitir la señal de manera inalámbrica.

Aunque los sensores 250 de emisiones acústicas pueden estar configurados para detectar un intervalo de emisiones acústicas, los sensores 250 de emisiones acústicas tienen normalmente una frecuencia resonante. Es decir, el sensor 250 de emisiones acústicas está generalmente configurado para proporcionar una señal eléctrica altamente definida a la frecuencia resonante. Aunque el sensor 250 de emisiones acústicas puede detectar ondas 167 acústicas y transmitir señales 307 por encima o por debajo de la frecuencia resonante, el detalle de estas señales no resonantes es comparativamente menor que el detalle detectado a la frecuencia resonante. En sensores piezoeléctricos, el grosor del cristal piezoeléctrico define la frecuencia resonante del sensor. En una realización a modo de ejemplo, el sensor 250 de emisiones acústicas puede tener una frecuencia resonante superior a 20 KHz y de manera deseable superior a 100 KHz.

Los sensores piezoeléctricos también tienen normalmente una temperatura a la que el cristal piezoeléctrico pierde sus propiedades piezoeléctricas. En realizaciones en las que el sensor 250 de emisiones acústicas es un sensor piezoeléctrico, es deseable seleccionar un sensor piezoeléctrico configurado para funcionar a temperaturas típicas de tanques 260 de disolución.

La figura 3 es un diagrama de flujo que representa un sistema 305 de emisiones acústicas a modo de ejemplo para detectar un patrón de repiqueteo en un tanque 260 de disolución. Uno o más sensores 250 de emisiones acústicas detectan las emisiones 367 acústicas de manera continua. El transductor 385 de señales transduce las emisiones 367 acústicas para dar una señal 307 analógica eléctrica. Entonces, los preprocesadores 335 preprocesan la señal 307. El orden en el que se somete la señal 307 a preprocesamiento antes de la aplicación del método 356 de transformación de señales es irrelevante. Los preprocesadores 335 pueden comprender un filtro 316, un amplificador 313, un convertidor 326 A/D o un ordenador 338. El preprocesamiento de señales puede comprender uno o más preprocesadores 335, menos que la totalidad de preprocesadores 335 indicados, o múltiples tipos de preprocesadores 335 seleccionados. Por ejemplo, el preprocesamiento puede comprender tanto preamplificar la señal en de 40 dB a 60 dB en el sensor 250 de emisiones acústicas como amplificar adicionalmente la señal en un amplificador dispuesto fuera del sensor 250 de emisiones acústicas; sin embargo, tanto el preamplificador dispuesto dentro del sensor 250 de emisiones acústicas como el amplificador dispuesto fuera del sensor 250 de emisiones acústicas se consideran amplificadores 313 con los propósitos de preprocesar y preprocesadores 335.

El filtro 316 genera una señal 317 filtrada. El filtro 316 puede ser un filtro analógico, filtro de paso alto, filtro de paso bajo, filtro de paso de banda, filtro digital u otro filtro usado en el procesamiento de señales. El filtro 316 elimina por filtrado frecuencias bajas no deseadas (filtro de paso alto), frecuencias altas no deseadas (filtro de paso bajo) o tanto frecuencias altas como frecuencias bajas no deseadas (filtro de paso de banda). Los operarios pueden seleccionar manualmente el filtro 316 deseado. En los sistemas a modo de ejemplo divulgados en el presente documento, los operarios pueden aislar frecuencias de señal de entre 100 KHz y 300 KHz. Este intervalo es lo suficientemente alto como para escapar de la mayor parte de ruido mecánico, pero es lo bastante bajo como para detectar las emisiones 167 acústicas suficientemente lejos de la fuente. Esto puede permitir a los operarios colocar los sensores 150 de emisiones acústicas en las paredes 262 del tanque de disolución o próximos al tanque 260 de disolución. En otras realizaciones a modo de ejemplo, el filtro 316 puede establecerse de manera automática. De esta manera pueden eliminarse mediante filtrado frecuencias no deseadas inferiores a 20 KHz (por ejemplo, frecuencias irrelevantes para predecir un flujo de entrada de colada repentino). En otras realizaciones a modo de ejemplo, de esta manera pueden eliminarse mediante filtrado frecuencias no deseadas inferiores a 100 KHz.

Sin limitarse a la teoría, un filtro de paso alto puede ser deseable para eliminar mediante filtración ruido hidráulico, que puede emanar de flujo turbulento de fluidos, ebullición de fluidos y fugas. El filtro de paso alto puede eliminar adicionalmente mediante filtrado ruido mecánico que surge de partes mecánicas en contacto con el sistema. También puede eliminarse mediante filtrado ruido cíclico, por ejemplo ruido repetitivo de maquinaria alternante o rotatoria, con un filtro de paso alto. Un filtro de paso bajo puede ser útil para eliminar mediante filtración ruido

electromagnético. El solicitante ha descubierto que la frecuencia del ruido mecánico es habitualmente inferior a una ráfaga de emisiones acústicas procedente del intervalo de frecuencia más alto de repiqueteo en el tanque 260 de disolución.

5 El amplificador 313 amplifica la amplitud de la señal para producir una señal 311 amplificada. Un amplificador 313 puede ser un amplificador analógico, preamplificador, amplificador digital u otro amplificador usado en el procesamiento de señales. Un amplificador puede preamplificar la señal 307 producida a partir del transductor 385 de señales. La señal 307 puede amplificarse adicionalmente tras el filtrado y entonces un convertidor 326 A/D puede convertir la señal analógica en una señal 312 digital. Se considera que variaciones en el orden de preprocesamiento se encuentran dentro del alcance de esta divulgación.

10 Se entenderá que algunos o la totalidad de los preprocesadores 335 pueden residir en el sensor 250 de emisiones acústicas (por ejemplo, dentro de un único alojamiento 251, en una única placa de circuito, etc.). En otras realizaciones a modo de ejemplo, los preprocesadores 335 pueden residir en el sistema como dispositivos independientes fuera del sensor 250 de emisiones acústicas.

15 Los preprocesadores 335 producen una señal 318 preprocesada. Un procesador 366 de datos recibe la señal preprocesada y aplica un método 356 de transformación de señales para generar una señal 368 procesada. La señal 368 procesada puede emitirse desde el procesador de datos como señal de salida O. El procesador 366 de datos puede ser una matriz de puertas programables en campo ("FGPA"). Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, el procesador 366 de datos puede ser un circuito integrado de aplicación específica ("ASIC"). El procesador 366 de datos recibe la señal 318 procesada y puede realizar un análisis de recuento continuo como método 356 de transformación de señales.

20 En otras realizaciones a modo de ejemplo, el procesador 366 de datos puede llevar a cabo una transformada rápida de Fourier ("FFT") como método 356 de transformación de señales. En otros sistemas a modo de ejemplo, el método 356 de transformación de señales puede comprender el método de la media cuadrática ("RMS"), método de desviación estándar, método de asimetría, método de curtosis, método de media, método de varianza o el método de transformación de señales puede usar lógica difusa, redes neuronales y otros métodos de procesamiento de señales para producir una señal 368 procesada. El procesador 366 de datos puede estar configurado adicionalmente para detectar una huella 372 previa a flujo de entrada antes de emitir una señal de salida O.

25 Entonces puede enviarse la señal de salida O a un ordenador 338, que puede estar configurado para confirmar la huella 372 previa a flujo de entrada y visualizar la señal de salida O en una pantalla 339 u otra interfaz de usuario. A modo de ejemplo, la señal de salida O puede visualizarse como una visualización de espectro de frecuencia continuo, una envolvente a largo plazo o visualizando simplemente partes de la señal que superan umbrales predeterminados (por ejemplo las partes que superan el primer conjunto de formas 432 de onda procesadas).

30 En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, la pantalla 339 puede visualizar la señal procesada en la que la señal procesada es una señal de emisión acústica rectificadas, promediada en el tiempo, representada en una escala lineal y notificada en voltios. La pantalla 339 puede visualizar adicionalmente la energía de la señal procesada, en la que la energía de la señal procesada se evalúa como la integral de la función de voltios al cuadrado a lo largo del tiempo. También puede visualizarse la intensidad de señal en la que la intensidad de señal se mide como las áreas de la señal de emisión acústica rectificadas en unidades proporcionales a voltios-segundos. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, la pantalla 339 puede visualizar sólo señales procesadas que superan un umbral.

35 El umbral puede ser ajustable por el usuario, fijo o un umbral flotante. El umbral flotante varía con el tiempo en función de la salida de ruido. Un umbral flotante puede usarse para distinguir entre ruido de fondo y acontecimientos de emisión acústica en condiciones en las que el ruido de fondo es alto y variable. Un umbral de tensión es un nivel de tensión en un comparador electrónico de modo que se reconocerán señales con amplitudes mayores que este nivel.

40 La pantalla 339 puede visualizar resoluciones de tendencia de recuento a 10 milisegundos ("ms"), un segundo, 60 segundos, o cualquier otro intervalo de tiempo seleccionado por los operarios. Todas las demás tendencias (transformada rápida de Fourier, media cuadrática, etc.) se visualizan de manera deseable a una resolución de un segundo. Dado que los sensores 150 de emisiones acústicas detectan las emisiones 167 acústicas de manera continua, la tendencia de tiempo total puede durar mientras los sensores 150 de emisiones acústicas permanezcan funcionales, tal como durante un periodo de años.

45 En realizaciones a modo de ejemplo adicionales, cuando el ordenador 338 reconoce la huella 372 previa a flujo de entrada, el ordenador 338 puede iniciar una respuesta 353. La respuesta 353 puede comprender cambiar una condición de procedimiento, tal como restringir o bloquear el flujo de colada con una placa de restricción tal como la divulgada en la patente estadounidense n.º 9.206.548. En otras realizaciones, la respuesta 353 puede comprender ajustar una condición de procedimiento dentro de la caldera de recuperación. Cambiar una condición de procedimiento dentro de la caldera de recuperación puede incluir ajustar la tasa de combustión, velocidad de flujo de lejía negra, velocidad de flujo de aire, trayectoria de flujo de aire, trayectoria de flujo de lejía negra, temperatura,

presión y concentración de reactantes. Cambiar la condición de procedimiento puede incluir cambiar una segunda velocidad de flujo de colada indicativa de un flujo de entrada de colada a una primera velocidad de flujo de colada indicativa de un nivel 442 de referencia de actividad, tal como restringir la velocidad de flujo de colada en el canal 110 de colada o impedir que la colada 115 en el canal 110 de colada entre en el tanque 160 de disolución. Puede configurarse software para iniciar la respuesta 353. En aún otras realizaciones, la respuesta 353 puede comprender aumentar la velocidad de fluido que sale del perturbador 140. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, la respuesta 353 puede comprender desencadenar una o más alarmas. Se considera que combinaciones de las respuestas 353 divulgadas y otras maneras comunes de controlar el flujo de colada están dentro del alcance de esta divulgación.

En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, el procesador 366 de datos puede residir en el ordenador 338. En otras realizaciones a modo de ejemplo, puede comenzar un procedimiento de datos dispuesto fuera del ordenador 338 a procesar la señal 318 preprocesada tal como usando un método 356 de transformación de señales para transformar la señal y después transmitir la señal transformada al ordenador 338 para la detección de huella previa a flujo de entrada. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, un ordenador 338 puede comprender un preprocesador 335 y realizar parte o la totalidad del preprocesamiento de señales. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, un ordenador 338 puede aplicar un método 356 de transformación de señales.

La figura 5A representa una señal de salida de FFT O que puede observarse en una pantalla 339. La señal de salida O es un primer conjunto de formas 532 de onda procesadas que representan un nivel 442 de referencia de actividad (figura 4) en un tanque 160 de disolución. En la realización representada la señal 318 preprocesada se ha filtrado a por encima de 100 KHz. Esto está mucho más allá del intervalo de audición humana y micrófonos que detectan ondas de audio transmitidas a través del aire. Un usuario puede establecer un umbral 583, por ejemplo, a 20. En la escapa representada, el primer conjunto de formas 532 de onda procesadas tiene picos 578 que sobrepasan un umbral ocasionales, distribuidos de manera aleatoria. La cantidad de veces que estos picos 578' que sobrepasan un umbral ocasionales sobrepasan generalmente el umbral 583 depende de dónde se establece el umbral y del periodo de tiempo especificado. Por ejemplo, cuando la pantalla 339 está visualizando un pico 578 de amplitud cada segundo, los picos 578' que sobrepasan un umbral ocasionales pueden no sobrepasar el umbral 583 más que unas pocas veces por minuto. En la realización representada, el umbral 583 se establece a 20 y la resolución de visualización se establece a un segundo. Generalmente, los picos 578' que sobrepasan un umbral ocasionales no sobrepasan el umbral 583 en tres segundos consecutivos. Dado que la señal 368 procesada (figura 3) es una señal por encima de 20 KHz y el ruido de fondo se ha eliminado mediante filtrado durante el preprocesamiento 335, los picos 578' que sobrepasan un umbral ocasionales representan un repiqueteo de colada normal, o flujos de entrada de colada secundarios periódicos que no ponen en peligro la integridad estructural del tanque de disolución. El primer conjunto de formas 532 de onda procesadas y el nivel 442 de referencia de actividad comprenden estos picos 578' que sobrepasan un umbral ocasionales. Se entenderá que el pico que sobrepasa un umbral ocasional representa la actividad de repiqueteo de colada normal. La representación de estos picos que sobrepasan un umbral ocasionales variará dependiendo de un entorno de tanque de disolución específico y la tasa y escala a la que los usuarios eligen visualizar la salida O. La pantalla 339 puede visualizar adicionalmente un umbral flotante F (figura 4), que representa las amplitudes promedio de la señal de salida O durante un intervalo de tiempo especificado.

En la figura 5B, la señal de salida de FFT O comprende un primer conjunto de formas 532 de onda procesadas que pasan a un segundo conjunto de formas 533 de onda procesadas. En la realización representada, la señal 318 preprocesada se ha filtrado a por encima de 100 KHz. El segundo conjunto de formas 533 de onda procesadas comprende un patrón de picos 561 de amplitud que sobrepasan de manera sistemática el umbral 583 a lo largo de un periodo de tiempo especificado. Por ejemplo, en la figura 5B, el umbral 583 se establece a 20 y la pantalla 339 visualiza un pico de amplitud cada segundo.

La huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender el patrón de picos 561 de amplitud. Además, la huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender una huella 372_d previa a flujo de entrada cíclica caracterizada por huellas previas a flujo de entrada con disminución de amplitud repetitivas (véase 372_c, figura 4) a lo largo de un intervalo de tiempo. En la realización representada, la huella 372_d previa a flujo de entrada cíclica comprende al menos cinco huellas C₁, C₂, C₃, C₄ y C₅ previas a flujo de entrada con disminución de amplitud. En la realización representada, la huella 372_d previa a flujo de entrada cíclica se produjo a lo largo de un periodo de aproximadamente tres horas. Sin embargo, se entenderá que una huella 372_d previa a flujo de entrada cíclica puede comprender al menos dos huellas 372_c previas a flujo de entrada con disminución de amplitud. El sistema descrito en el presente documento puede iniciar un cambio en la condición de procedimiento tras la detección de cualquier huella 372 previa a flujo de entrada. En la realización representada, el sistema puede desencadenar una primera alarma o cambio en la condición de procedimiento tras la detección de la huella 372_d previa a flujo de entrada cíclica y una segunda alarma o cambio en la condición de procedimiento tras la detección de una huella 372_e previa a flujo de entrada prolongada.

La huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender una huella 372_e previa a flujo de entrada prolongada. En la figura 5B se muestra una huella 372_e previa a flujo de entrada prolongada, a lo largo de un intervalo de tiempo E. Una huella 372_e previa a flujo de entrada prolongada tiene múltiples picos 561 de amplitud a lo largo del intervalo de resolución y puede no mostrar fácilmente la huella 372_c previa a flujo de entrada con disminución de amplitud o la

huella 372_d previa a flujo de entrada cíclica. Se entenderá que el intervalo de tiempo E puede variar dependiendo de las configuraciones y condiciones de un tanque 160 de disolución particular y la frecuencia de muestreo del sensor 150 de emisiones acústicas, procesador 366 de datos y resolución de la señal de salida O. En la señal de salida O representada, por ejemplo, el intervalo de tiempo E se produjo a lo largo de aproximadamente una hora y cuarenta y cinco minutos. Independientemente de cómo se represente o se visualice la huella 372_e previa a flujo de entrada prolongada, la huella 372_e previa a flujo de entrada prolongada indica que un flujo de entrada de colada es inminente o está produciéndose actualmente. El sistema, o un ordenador en el sistema, puede iniciar un cambio inmediato en las condiciones de procedimiento o contener la colada en respuesta a la detección de una huella 372_e previa a flujo de entrada prolongada. Si el flujo de colada no se contiene tras la detección de una huella 372_e previa a flujo de entrada prolongada, una explosión 531 puede ser inminente. Tras el ajuste de una condición de procedimiento o contención del flujo de entrada de colada, el segundo conjunto de formas 533 de onda procesadas puede pasar de vuelta al primer conjunto de formas 532 de onda procesadas indicativas de un nivel 442 de referencia de actividad.

La huella 372 previa a flujo de entrada puede comprender además una tendencia de recuento y una tendencia de transformada rápida de Fourier, en la que la tendencia de recuento representa la intensidad de repiqueteo decreciente en el tanque 160 de disolución antes de que las bandas de frecuencia en la tendencia de transformada rápida de Fourier sobrepasen el primer conjunto de formas 432 de onda procesadas en más del 300%.

Además, un método a modo de ejemplo de predecir un flujo de entrada de colada en un tanque de disolución puede comprender: detectar emisiones acústicas que emanan de repiqueteo de colada dentro del tanque de disolución con un sensor acústico; convertir las emisiones acústicas en una señal eléctrica inicial; amplificar la señal eléctrica inicial para producir una señal amplificada; filtrar la señal amplificada a un intervalo de frecuencia programado de más de 20 KHz; emitir una primera señal de salida en el intervalo de frecuencia programado, en el que la primera salida representa un nivel 442 de referencia de actividad dentro del tanque de disolución en ausencia de un flujo de entrada de colada; emitir una segunda señal de salida que supera sustancialmente la primera señal de salida en más del 200%, en el que la segunda señal de salida comprende picos de señal, y en el que tres o más picos de señal en la segunda salida de señal comprenden la huella previa a flujo de entrada; reducir el flujo de colada al interior del tanque de disolución en respuesta a la huella previa a flujo de entrada.

Un sistema a modo de ejemplo puede comprender: un tanque de disolución adyacente a una caldera de recuperación, en el que un canal de colada está en comunicación de fluido con la caldera de recuperación y el tanque de disolución; colada dispuesta en el canal de colada, en el que la colada fluye desde la caldera de recuperación a través del canal de colada al interior del tanque de disolución a una primera velocidad, y en el que la colada entra en contacto con un líquido en el tanque de disolución y de ese modo genera emisiones acústicas; un sensor de emisiones acústicas que tiene un extremo de lectura orientado para detectar las emisiones acústicas que emanan del tanque de disolución, en el que el sensor de emisiones acústicas tiene un transductor en comunicación de señales con el extremo de lectura, y en el que el transductor está configurado para transducir las emisiones acústicas para dar una señal eléctrica inicial; un preprocesador configurado para amplificar, filtrar y digitalizar la señal eléctrica inicial para producir una señal preprocesada que tiene una frecuencia de más de 20 KHz, en el que el preprocesador está dispuesto aguas abajo del transductor; un procesador de datos en comunicación de señales con el preprocesador, en el que el procesador de datos está configurado para transformar la señal preprocesada con un método de transformación para producir una señal de salida, en el que la señal de salida comprende un primer conjunto de formas de onda procesadas representativas de la primera velocidad, y un segundo conjunto de formas de onda representativas de una segunda velocidad de flujo de colada, teniendo el segundo conjunto de formas de onda procesadas picos de amplitud que superan el primer conjunto de formas de onda procesadas en más del 200% para comprender una huella previa a flujo de entrada.

Un sistema a modo de ejemplo adicional puede comprender: un tanque de disolución adyacente a una caldera de recuperación, un canal de colada que tiene un primer extremo próximo a una caldera de recuperación y un segundo extremo opuesto al primer extremo próximo a un tanque de disolución, en el que el canal de colada está configurado para recibir una colada de la caldera de recuperación y transportar la colada al tanque de disolución; un sensor de emisiones acústicas que tiene un extremo de lectura configurado para detectar emisiones acústicas que emanan de la colada que entra en contacto con un líquido en el tanque de disolución, y en el que el sensor de emisiones acústicas tiene un transductor en comunicación de señales con el extremo de lectura, y en el que el transductor está configurado para transducir las emisiones acústicas para dar una señal eléctrica inicial; un preprocesador configurado para amplificar, filtrar y digitalizar la señal eléctrica inicial para producir una señal preprocesada que tiene una frecuencia de más de 20 KHz, en el que el preprocesador está dispuesto aguas abajo del transductor; un procesador de datos en comunicación de señales con el preprocesador, en el que el procesador de datos está configurado para transformar la señal preprocesada con un método de transformación para producir una señal de salida, en el que la señal de salida comprende un primer conjunto de formas de onda procesadas representativas de una primera velocidad de flujo de colada, y un segundo conjunto de formas de onda representativas de una segunda velocidad de flujo de colada, teniendo el segundo conjunto de formas de onda procesadas picos de amplitud que superan el primer conjunto de formas de onda procesadas en más del 200% para comprender una huella previa a flujo de entrada.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende:
 - 5 un tanque (160, 260) de disolución adyacente a una caldera (100) de recuperación,

un canal (110) de colada que tiene un primer extremo próximo a una caldera (100) de recuperación y un segundo extremo opuesto al primer extremo, estando el segundo extremo próximo a un tanque (160, 260) de disolución, en el que el canal (110) de colada está configurado para recibir una colada (115) desde la caldera (100) de recuperación y transportar la colada (115) hasta el tanque (160, 260) de disolución;

un sensor (150, 250) de emisiones acústicas que tiene un extremo (222) de lectura configurado para detectar emisiones (167, 376) acústicas que emanan de la colada (115) que está en contacto con un líquido en el tanque (160, 260) de disolución, y en el que el sensor (150, 250) de emisiones acústicas tiene un transductor (285, 385) en comunicación de señales con el extremo (222) de lectura, y en el que el transductor (285, 385) está configurado para transducir las emisiones (167, 376) acústicas para dar una señal (307) eléctrica inicial;

un preprocesador (335) configurado para amplificar, filtrar y digitalizar la señal (307) eléctrica inicial para producir una señal (318) preprocesada que tiene una frecuencia de más de 20 KHz, en el que el preprocesador (335) está dispuesto aguas abajo del transductor (285, 385);

un procesador (366) de datos en comunicación de señales con el preprocesador (335), en el que el procesador (366) de datos está configurado para transformar la señal (318) preprocesada con un método (356) de transformación para producir una señal de salida (O), en el que la señal de salida (O) comprende un primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas representativas de una primera velocidad de flujo de colada, y un segundo conjunto de formas (433, 533) de onda representativas de una segunda velocidad de flujo de colada, teniendo el segundo conjunto de formas (433, 533) de onda procesadas picos (461, 561) de amplitud que superan el primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas en más del 200% para comprender una huella (372) previa a flujo de entrada.
 2. El sistema según la reivindicación 1, en el que el sensor (150, 250) de emisiones acústicas está dispuesto dentro del tanque (160, 260) de disolución, dentro de una pared (162, 262) del tanque (160, 260) de disolución, dentro de un techo (164, 264) del tanque (160, 260) de disolución, dentro de una base del tanque (160, 260) de disolución, o adyacente al tanque (160, 260) de disolución.
 3. El sistema según la reivindicación 1, en el que el primer extremo del canal (110) de colada está dispuesto en, enganchado con o se extiende hacia, la caldera (100) de recuperación y el segundo extremo del canal (110) de colada está dispuesto sobre, enganchado con, o se extiende hacia, un tanque (160, 260) de disolución.
 4. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un ordenador (338), en el que el ordenador (338) está configurado para detectar la huella (372) previa a flujo de entrada y restringir el flujo de colada al interior del tanque (160, 260) de disolución tras detectar la huella (372) previa a flujo de entrada, y en el que el ordenador (338) cambia una condición de procedimiento en respuesta (353) a detectar la huella (372) previa a flujo de entrada.
 5. El sistema según la reivindicación 4, en el que la huella (372_a) previa a flujo de entrada comprende además un tercer conjunto de formas (441) de onda procesadas que tienen amplitudes inferiores a amplitudes promedio del primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas, y en el que el ordenador (338) inicia una respuesta (353) tras la detección del tercer conjunto de formas (441) de onda procesadas.
 6. El sistema según la reivindicación 1, en el que el procesador (366) de datos es un procesador de FPGA, en el que el procesador de FPGA transforma la señal (318) preprocesada y visualiza de manera continua una intensidad de bandas de frecuencia elegidas en el segundo conjunto de formas (433, 533) de onda procesadas en una pantalla (339).
 7. El sistema según la reivindicación 6, en el que la huella (372_b) previa a flujo de entrada comprende además al menos dos picos (461, 561) de amplitud del segundo conjunto de formas (433, 533) de onda procesadas que superan la amplitud promedio del primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas en al menos el 300% dentro de un intervalo de tiempo predefinido (E).
 8. El sistema según la reivindicación 1, en el que la señal (318) preprocesada tiene una frecuencia de más de 100 kHz.
 9. El sistema según la reivindicación 1, en el que el método (356) de transformación se selecciona del grupo

que consiste en un método de recuento continuo, una transformada rápida de Fourier, un método de media cuadrática, un método de desviación estándar, un método de asimetría, un método de curtosis, un método de media, un método de varianza, un método de lógica difusa y un método de red neuronal.

- 5 10. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además múltiples sensores (150, 150', 150", 250) de emisiones acústicas, y en el que cada sensor (150, 150', 150", 250) de emisiones acústicas comprende además una guía (125, 225) de ondas.
- 10 11. El sistema según la reivindicación 10, en el que el procesador (366) de datos transforma señales (318) preprocesadas producidas por los múltiples sensores (150, 150', 150", 250) de emisiones acústicas.
- 15 12. El sistema según la reivindicación 10, en el que una guía (125, 225) de ondas se extiende en el líquido en el tanque (160, 260) de disolución y una guía (125, 225) de ondas en un segundo sensor (150', 150") acústico se extiende en un fluido (145) emitido desde el perturbador (140).
- 20 13. El sistema según la reivindicación 10, en el que un sensor (150, 150', 150", 250) de emisiones acústicas de los múltiples sensores (150, 150', 150", 250) de emisiones acústicas se extiende a través de una pared (162, 262) del tanque (160, 260) de disolución o una parte (164, 264) superior del tanque (160, 260) de disolución y/o en el que un sensor (150, 150', 150", 250) de emisiones acústicas de los múltiples sensores (150, 150', 150", 250) de emisiones acústicas está dispuesto próximo al tanque (160, 260) de disolución y fuera del tanque (160, 260) de disolución.
- 25 14. El sistema según la reivindicación 1, en el que el primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas se mapea en una línea horizontal que representa la amplitud promedio del primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas y en el que la línea horizontal es un nivel de referencia de actividad (442).
- 30 15. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además una pantalla (339), en el que la pantalla (339) visualiza la señal de salida (O) como una visualización de espectro de frecuencia continuo, una envolvente a largo plazo, o visualizando simplemente partes de la señal de salida (O) en el primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas.
- 35 16. El sistema según la reivindicación 1, en el que la huella (372) previa a flujo de entrada comprende además una tendencia de recuento y una tendencia de transformada rápida de Fourier, en el que la tendencia de recuento representa intensidad de repiqueteo decreciente en el tanque (160, 260) de disolución antes de que las bandas de frecuencia en la tendencia de transformada rápida de Fourier sobrepasen el primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas en más del 300%.
- 40 17. El sistema según la reivindicación 4, en el que la huella (372) previa a flujo de entrada comprende además una huella (372_a) previa a flujo de entrada cíclica que tiene huellas (372_c) previas a flujo de entrada con disminución de amplitud repetitivas y, preferiblemente, el ordenador (338) inicia una respuesta (353) tras detectar la huella (372) previa a flujo de entrada.
- 45 18. El sistema según la reivindicación 4, en el que la huella (372) previa a flujo de entrada comprende además una huella (372_e) previa a flujo de entrada prolongada y en el que el ordenador (338) inicia una respuesta (353) tras detectar la huella (372_e) previa a flujo de entrada prolongada.
- 50 19. El sistema según la reivindicación 1, en el que la huella (372) previa a flujo de entrada comprende además dos o más picos (461, 561) de amplitud en el segundo conjunto de formas (433, 533) de onda procesadas que sobrepasan un umbral (483, 583) dentro de un intervalo de tiempo predefinido (E).
- 55 20. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un primer umbral (479) flotante definido por las amplitudes promedio del primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas y un segundo umbral (480) flotante definido por el segundo conjunto de formas (433, 533) de onda procesadas, en el que la huella (372) previa a flujo de entrada comprende además una transición desde el primer umbral (479) flotante hasta el segundo umbral (480) flotante, en el que el segundo umbral (480) flotante supera el primer umbral (479) flotante en al menos el 100%.
- 60 21. Un método para predecir un flujo de entrada de colada en un tanque (160, 260) de disolución que comprende:
 detectar emisiones (167, 376) acústicas que emanan de repiqueteo de colada en un tanque (160, 260) de disolución con un sensor (150, 250) de emisiones acústicas;
 generar una señal (307) eléctrica inicial que representa las emisiones (167, 376) acústicas;
 65 amplificar la señal (307) eléctrica inicial para producir una señal (311) amplificada;

filtrar la señal (307) eléctrica inicial a un intervalo de frecuencia superior a 20 KHz para producir una señal (317) filtrada;

5 convertir la señal (307) eléctrica inicial a partir de una señal analógica para producir una señal (312) digital, en el que una señal (318) preprocesada comprende la señal (311) amplificada, señal (317) filtrada y señal (312) digital;

10 transformar la señal (318) preprocesada con un procesador (366) de datos, en el que el procesador (366) de datos transforma la señal (318) preprocesada con un método (356) de transformación para producir una señal de salida (O);

15 emitir la señal de salida (O), en el que la señal de salida (O) comprende un primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas que representan una primera velocidad de flujo de colada, y un segundo conjunto de formas (433, 533) de onda que representan una segunda velocidad de flujo de colada, teniendo el segundo conjunto de formas (433, 533) de onda procesadas picos (461, 561) de amplitud que superan el primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas en más del 200%, y en el que el primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas y el segundo conjunto de formas (433, 533) de onda procesadas comprenden una huella (372) previa a flujo de entrada.

20 22. El método según la reivindicación 21, que comprende además comparar múltiples señales (318) preprocesadas en un intervalo de frecuencia programado a partir de múltiples sensores (150, 150', 150'', 250) de emisiones acústicas.

25 23. El método según la reivindicación 21, que comprende además transmitir la señal de salida (O) a un ordenador (338) y restringir el flujo de colada al interior del tanque (160, 260) de disolución y/o cambiar una condición de procedimiento tras detectar un ordenador (338) una huella (372) previa a flujo de entrada.

30 24. El método según la reivindicación 23, en el que la huella (372) previa a flujo de entrada comprende además un tercer conjunto de formas (441) de onda procesadas que tienen amplitudes inferiores a las amplitudes promedio del primer conjunto de formas (432, 532) de onda procesadas.

35 25. El método según la reivindicación 21, en el que el método (356) de transformación se selecciona del grupo que consiste en un método de recuento continuo, una transformada rápida de Fourier, un método de media cuadrática, un método de desviación estándar, un método de asimetría, un método de curtosis, un método de media, un método de varianza, un método de lógica difusa y un método de red neuronal.

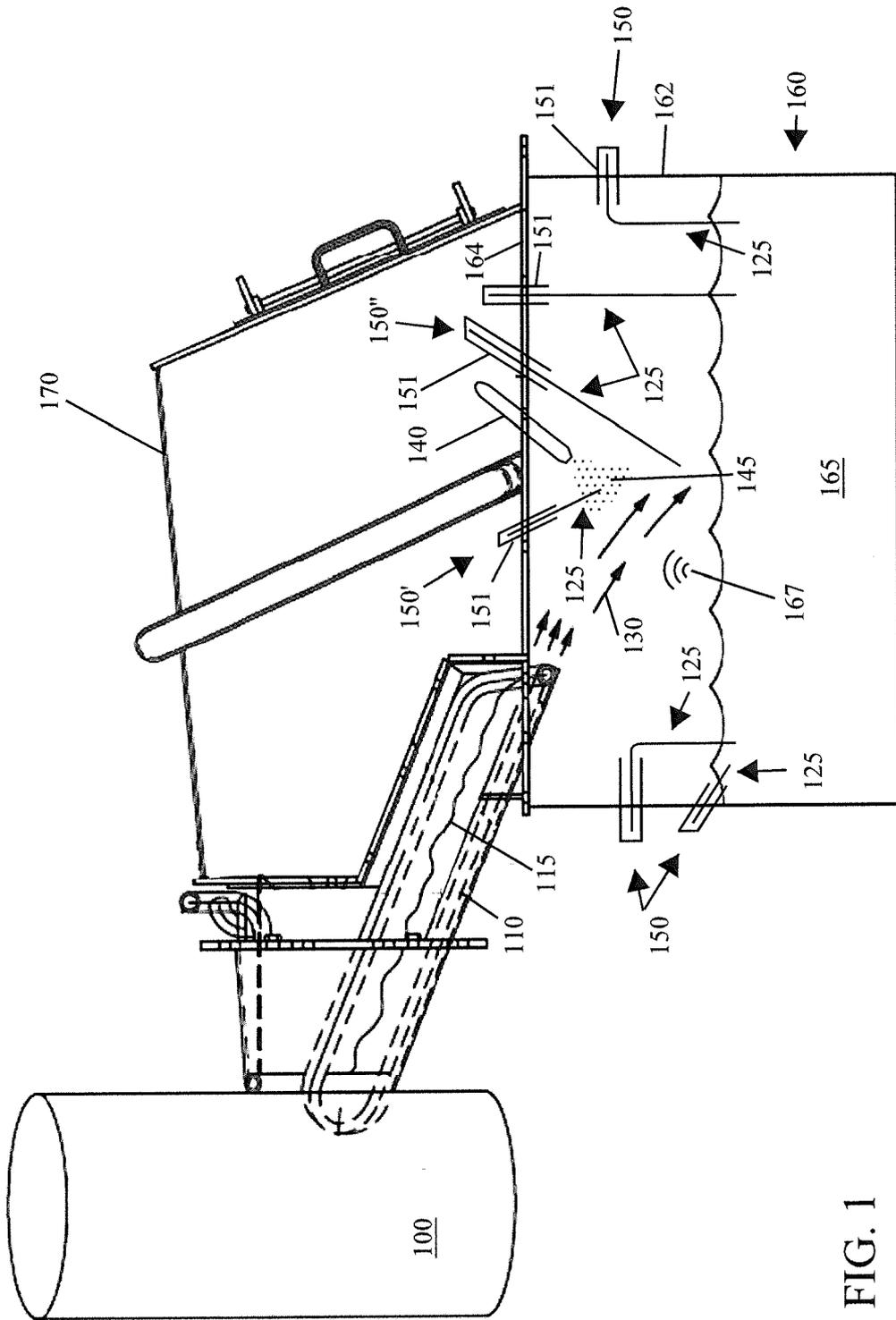


FIG. 1

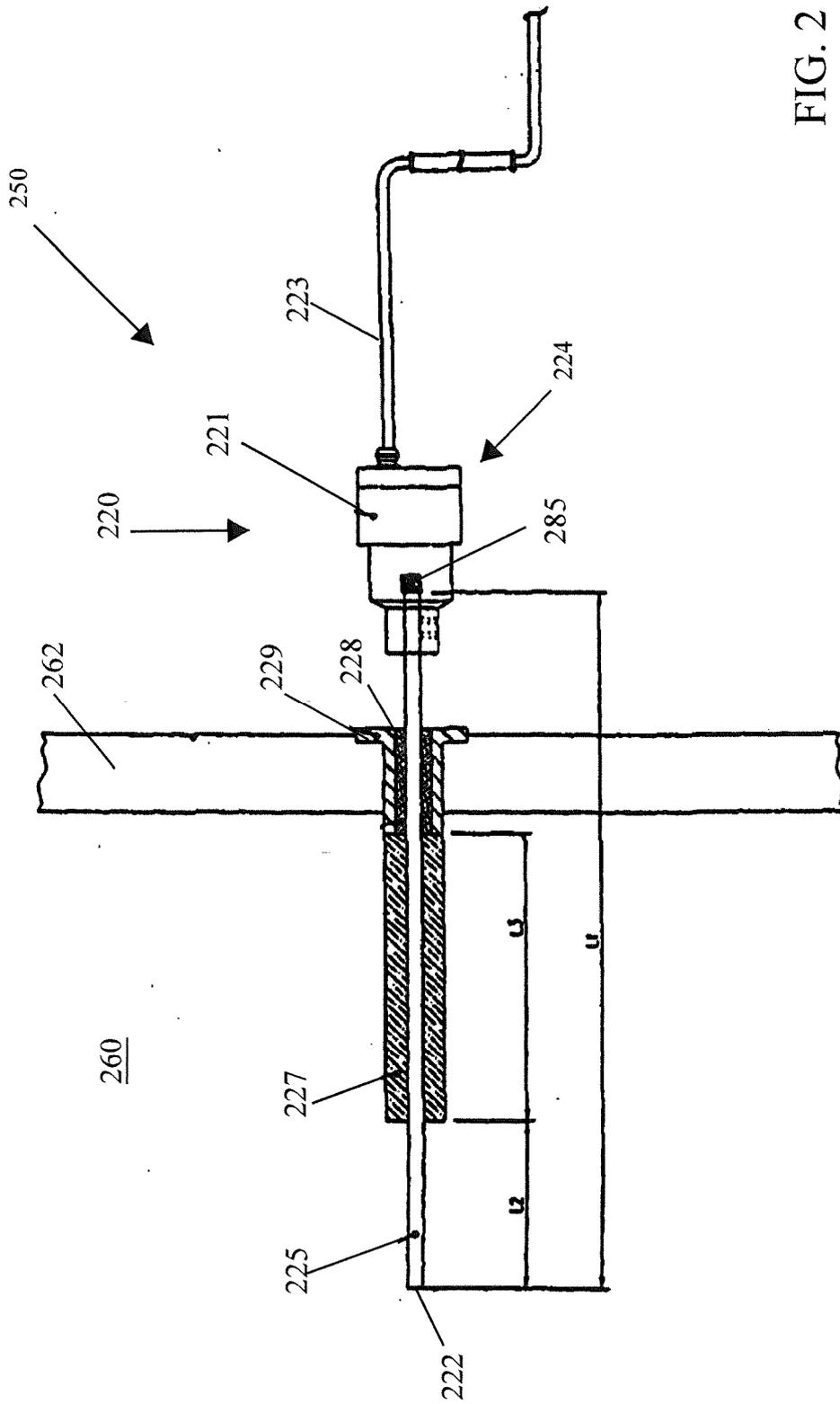


FIG. 2

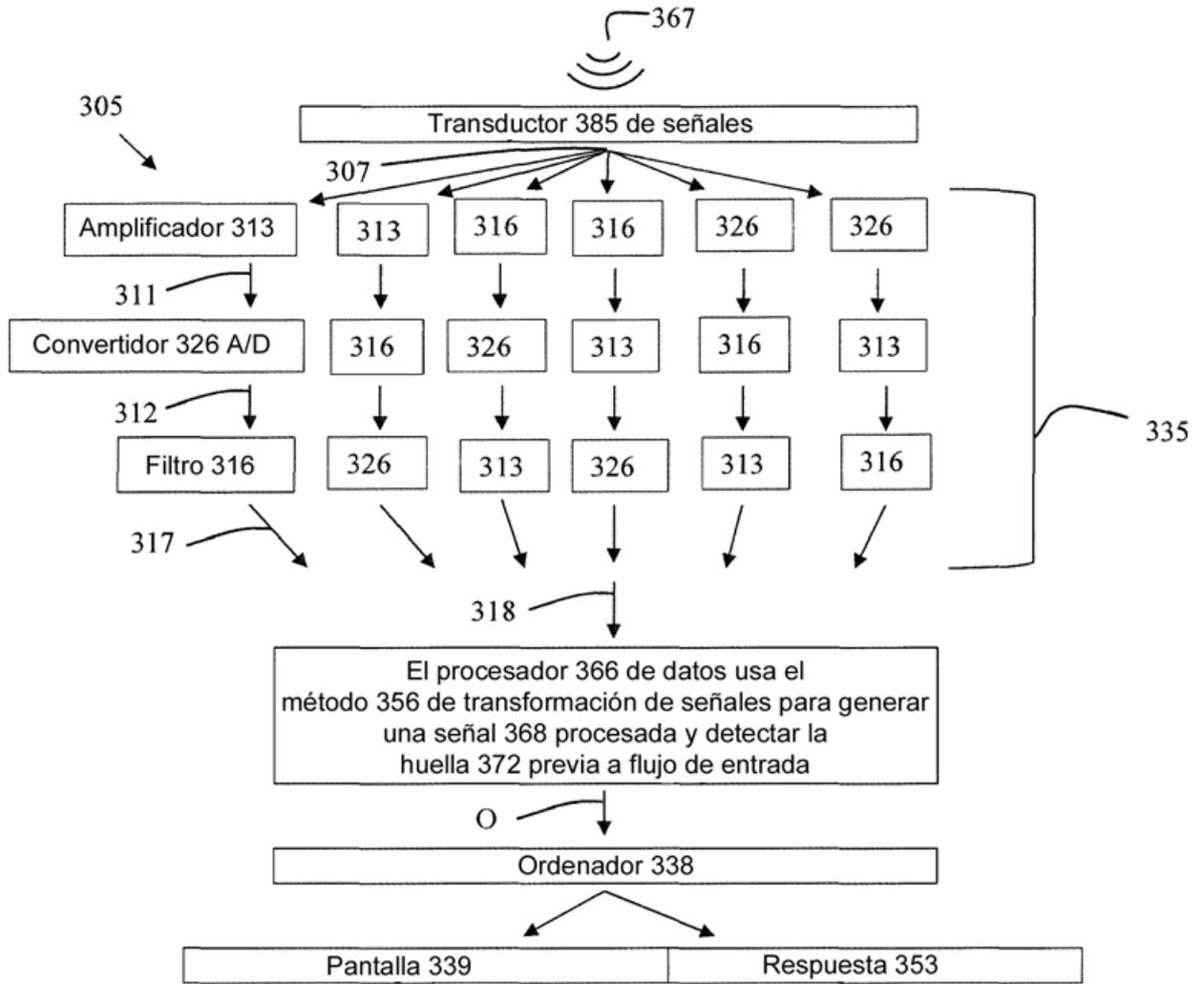


FIG. 3

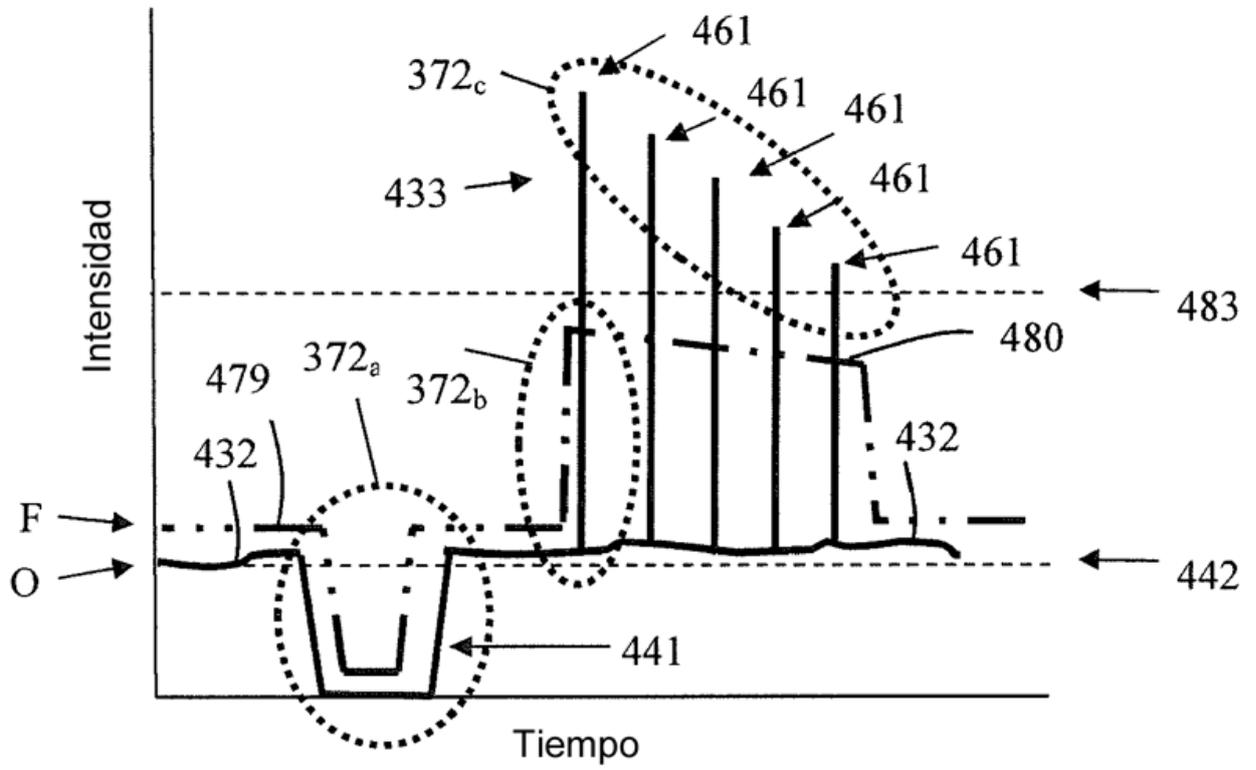


FIG. 4

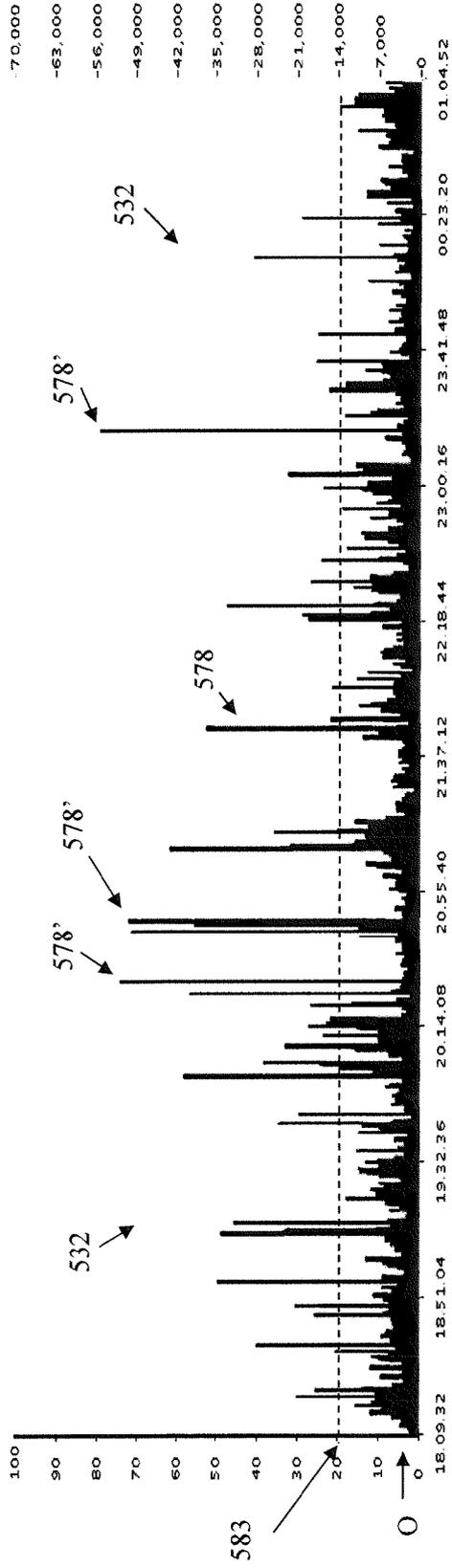


FIG. 5A

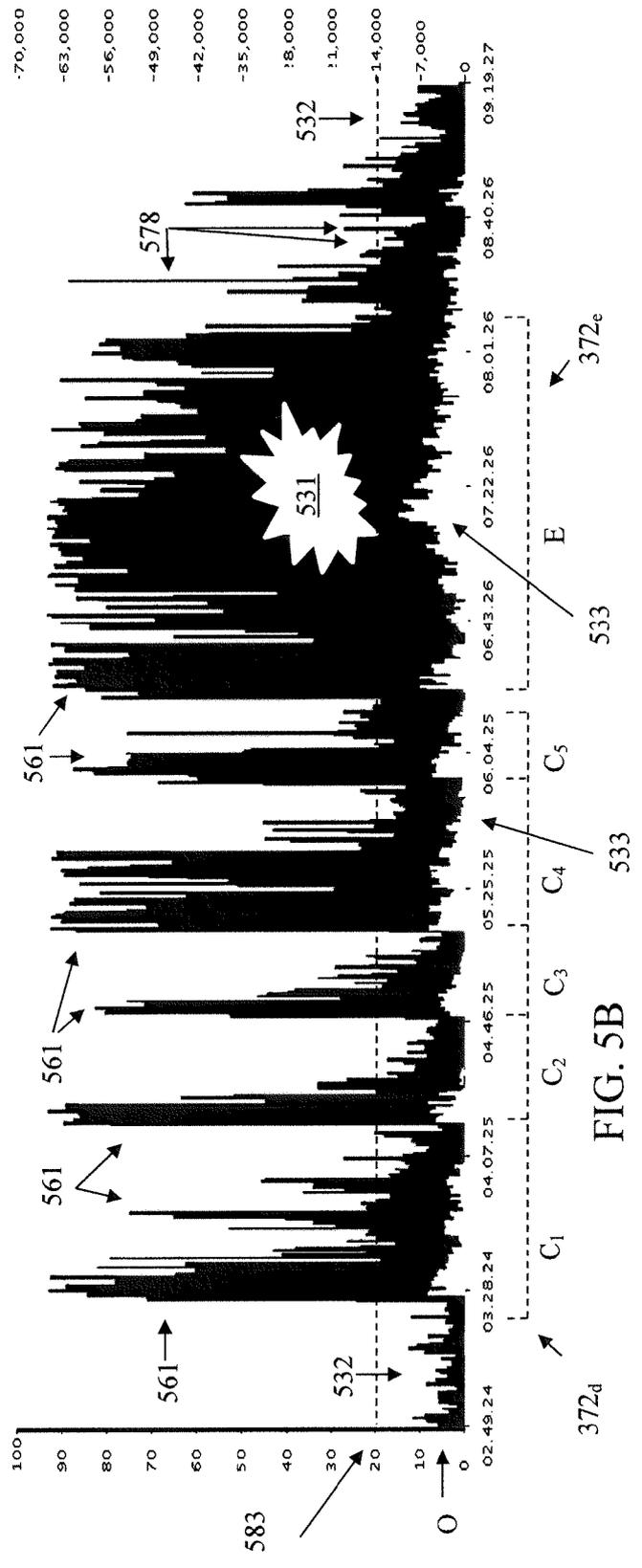


FIG. 5B