

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 284**

51 Int. Cl.:

G01H 3/12 (2006.01)

G01N 29/24 (2006.01)

G01N 29/14 (2006.01)

H04R 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.02.2014** **PCT/GB2014/000051**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.08.2014** **WO14125242**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2014** **E 14709346 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.05.2021** **EP 2984463**

54 Título: **Sensor de sonido**

30 Prioridad:

14.02.2013 GB 201302575

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

07.12.2021

73 Titular/es:

CLARKE, SOPHIE ELIZABETH (50.0%)

29 Salisbury Rd

Fordingbridge SP6 1EH, GB y

ROSE, DARREN (50.0%)

72 Inventor/es:

ROSE, DARREN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 883 284 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

Sensor de sonido

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a un sensor de sonido aéreo en forma de conjunto de compresión para detectar sonido aéreo. El sistema reduce el riesgo de que los trabajadores se expongan a peligrosos chorros de gas a alta presión que los trabajadores industriales no pueden ver ni oír cuando escapan de los sistemas industriales de gas presurizado de alta presión.

Antecedentes

En muchos entornos industriales, el uso de tuberías presurizadas es común, tal como plataformas petrolíferas, refinerías, instalaciones de producción y almacenamiento de gas y plantas de generación de energía que normalmente contienen redes de conductos complejas para mover una variedad de medios de alta presión peligrosos y no peligrosos, tales como gas y líquidos. Los conductos también se pueden usar para operar o controlar procesos, así como para la distribución de productos de proceso y gas final. El gas puede ser potencialmente tóxico o explosivo, lo que puede requerir una acción inmediata, aunque cualquier fuga de gas presurizado se debe tratar con la mayor urgencia y, por lo tanto, requiere un control cuidadoso de las fugas.

Otras operaciones industriales que producen gas presurizado o que dependen de gas presurizado como parte del funcionamiento de la máquina contienen partes mecánicas que pueden producir ultrasonido cuando los componentes se desgastan o están bajo tensión.

La evaluación histórica del ruido ultrasónico de la mayoría de las plantas industriales indica que la mayor parte del ruido producido por el hombre se produce en el intervalo acústico, mientras que una fuga de gas presurizado produce un nivel de presión sonora de banda ancha que abarca el intervalo acústico y ultrasónico. El tamaño de la señal de sonido ultrasónico es una función de muchas variables que incluyen el diferencial de presión corriente arriba a corriente abajo, tamaño de la fuga, tipo de gas y temperatura del gas y tipo de sistema presurizado, accionado o cerrado. Es importante establecer si un sistema se acciona usando un generador de presión, tal como una bomba, para mantener la presión del sistema, o si el sistema está cerrado, tal como un recipiente a presión, para establecer la intensidad y duración del perfil de fuga potencial. Si el sistema es accionado por una presión constante, el perfil de fuga permanecerá razonablemente constante durante la duración de la fuga con fluctuaciones menores en el intervalo de frecuencia, mientras que un sistema cerrado experimentará un enfriamiento rápido debido a la transferencia de energía y el nivel de presión acústica disminuirá rápidamente a través del intervalo de frecuencia con fluctuaciones menores que requiere detección instantánea para evitar que los charcos de gas pasen desapercibidos. Cabe destacar que, aunque no hay dos fugas de gas que produzcan un perfil idéntico, la característica de banda ancha que disminuye en intensidad al incrementar la frecuencia permite que las fugas sean susceptibles de ser detectadas.

Técnica anterior

Los detectores ultrasónicos de fugas de gas ya están disponibles y típicamente funcionan en el intervalo de frecuencia ultrasónica de 25 kHz a 100 kHz para eliminar el ruido acústico provocado por el hombre y evitar falsas alarmas. Los detectores se montan típicamente en un poste o en una posición por encima del área de detección (por ejemplo, en un poste o pared de aproximadamente 3 m de altura) para incrementar el intervalo de detección que es típicamente semiesférico o con forma de cono.

Para evitar otras falsas alarmas, los detectores se configuran instalación por instalación con el nivel de alarma establecido en un punto por encima del nivel máximo de fondo ultrasónico (típicamente fondo máximo +6 dB para fondos por debajo de 74 dB) y a continuación, se monitorean durante el proceso completo antes de su uso con fines de alarma. Una medida adicional para aplicaciones no tóxicas puede ser aplicar un tiempo de retardo a la función de alarma para eliminar picos de sonido ultrasónico a corto plazo producidos por etiquetas metálicas, válvulas de liberación de presión y otras actividades de mantenimiento tales como martilleo, chorro de arena y lavado a presión.

Los detectores existentes se suministran con un intervalo dinámico relativamente grande en comparación con el área de interés, ya que se requieren para cubrir todas las áreas de entornos industriales de 44 a +104 dB con un detector estándar que da lugar a una menor sensibilidad de la señal de salida.

Otro requisito es garantizar un nivel de integridad de seguridad satisfactorio (por ejemplo, SIL - EN61508) para mantener la funcionalidad. Actualmente, esto se hace de dos maneras, a través del diseño de detectores y la evaluación de componentes en detectores simples o con el diseño de detectores y la evaluación de componentes junto con un medio de autocomprobación en detectores complejos.

Los ejemplos de la primera forma de usar el diseño del detector y la evaluación de componentes se encuentran típicamente en detectores intrínsecamente seguros de baja potencia, mientras que los ejemplos de la segunda forma

incluyen el monitoreo de fondo donde el nivel de fondo ultrasónico excede el extremo inferior del intervalo dinámico del detector, lo que provoca un nivel de señal elevado, un transductor piezoeléctrico montado externamente como se describe en el documento EP 1522839, un chorro de aire presurizado interno como se describe en el documento US 2011120209 y una prueba electrónica que pulsa los componentes del detector con un voltaje conocido.

El primer tipo de SIL que usa el diseño del detector y la evaluación de componentes tiene una desventaja por el hecho de que no existe una retroalimentación positiva en la sala de control para indicar que el detector todavía funciona, por lo que el mantenimiento se debe realizar de forma regular y debido a la altura de los detectores, esto normalmente tiene un coste. Este tipo de detector típicamente alcanza un nivel de clasificación bajo de SIL1/2 que puede excluir su uso en algunos sistemas críticos de seguridad.

El segundo tipo que usa niveles de fondo no funciona cuando el nivel de ruido de fondo está por debajo del intervalo dinámico del detector. Si los niveles de fondo están en el intervalo dinámico del detector, la falta de sensibilidad del detector normalmente requiere una verificación adicional para producir una señal que se pueda medir con exactitud, especialmente en instalaciones más antiguas, ambos casos requerirían un mantenimiento costoso regular. Este tipo de detector también alcanzaría típicamente un nivel de clasificación bajo de SIL1/2.

Las desventajas del transductor piezoeléctrico montado externamente como se describe en el documento EP 1522839 se describen en el documento US 2011120209. Para producir un ruido capaz de probar completamente el sensor, la duración de la prueba es típicamente en la región de 15 segundos, momento en el cual el detector es eficazmente sordo al ambiente, lo que puede excluir su uso cuando hay presencia de gas tóxico. El transductor piezoeléctrico también tiene una salida máxima de aproximadamente 100 dB, lo que evita su uso en áreas con alto ruido de fondo. Este tipo de detector típicamente alcanza un nivel de clasificación de SIL2/3, pero tendría restricciones en los entornos de instalación.

Las desventajas del chorro de aire presurizado interno como se describe en el documento US 2011120209 están en el número de partes móviles y la posibilidad de que las boquillas o los tubos se bloqueen, especialmente en entornos hostiles. Este tipo de prueba también adolece de los inconvenientes mencionados para el transductor piezoeléctrico, pero también debido a la complejidad de los componentes del chorro de aire a presión, este tipo de detector típicamente alcanza un nivel de clasificación bajo de SIL1/2 al tiempo que requiere también restricciones en los entornos de instalación.

Otra desventaja de los procedimientos descritos en el documento EP 1522839 y el documento US 2011120209 se encuentran en la potencia requerida para el funcionamiento que excluye su uso en entornos de zona 0 (un lugar en el que una atmósfera explosiva, que consiste en una mezcla con aire de sustancias peligrosas en forma de gas, vapor o niebla, está presente de forma continua o durante períodos prolongados).

La desventaja de una prueba electrónica que usa un pulso de voltaje es que solo se someten a prueba los componentes internos, lo que significa que, si el sensor y la pantalla de protección de sensor/entrada se desconectan, la prueba seguirá indicando una condición de aprobación aunque el detector se haya vuelto eficazmente sordo debido a la bolsa de aire producida por la desconexión. El sensor y la pantalla de protección de sensor/entrada en un detector de tipo 'cristal flotante' solo se adhieren usando las cualidades adhesivas del sellador epoxi y se pueden desconectar debido a la vibración, el envejecimiento o el ataque de productos químicos. El sensor también se podría dañar; si el sensor se agrieta debido a un impacto, se produciría una pérdida de sensibilidad y, al mismo tiempo, todavía se lograría una condición de prueba aprobada. Este tipo de detector típicamente alcanza un nivel de clasificación de SIL2.

Por lo tanto, las formas existentes de detección de SIL tienen problemas de confiabilidad, no poseen el rigor adecuado y tienen exclusiones en los entornos de instalación.

Se han desarrollado otros sensores acústicos para diversas aplicaciones, en su mayoría no relacionadas con la detección de fugas de tuberías de alta presión, por lo que no son adecuados para este uso. A continuación, se indican algunos ejemplos.

La solicitud de patente estadounidense US -A1 -2004 / 0050163 (Komninos) divulga un detector para medios sólidos transmitidos por el sonido, por lo que no es adecuado para detectar el ruido aéreo procedente de tuberías de alta presión.

La solicitud de patente alemana DE -A1 -3023155 (Telemit Electronic GmbH) muestra el uso de un micrófono de contacto piezoeléctrico con un pilar piezoeléctrico tensado. La conexión eléctrica se realiza desde una placa (3) en la base del elemento piezoeléctrico (2) y un segundo contacto (6) en la base de la carcasa. El micrófono es para la reproducción de voz con baja susceptibilidad a interferencias de ruido de fondo.

La solicitud de patente europea EP -A2 -0679874 (Siemens AG) muestra un sensor de sonido que tiene un oscilador piezoeléctrico en contacto con una carcasa conductora de electricidad en un lado y una lámina de contacto en el lado opuesto. Un elemento de presión presiona el oscilador piezoeléctrico contra la base de la carcasa por medio de la lámina de contacto.

La solicitud de patente del Reino Unido GB1529468 (Thompson -CSF) muestra un sensor electroacústico submarino que puede funcionar a gran profundidad. Este sensor no es adecuado para detectar sonido aéreo. Comprende una cerámica piezoeléctrica sostenida entre una placa frontal relativamente maciza y una contramasa.

La solicitud de patente japonesa JP -SA -5639699 (Tokyo Shibaura Electric Co) muestra un sensor acústico que tiene un elemento piezoeléctrico dentro de una carcasa rígida, comprimido contra la base de la carcasa mediante un resorte. Entre el resorte y el elemento piezoeléctrico hay un parachoques relativamente macizo y una placa de electrodo. El resorte helicoidal se selecciona de acuerdo con la inductancia.

La patente de Estados Unidos US 4461177 (Dunegan Corporation) se refiere a un sensor de emisión acústica, que se usa para escuchar los sonidos generados con las grietas de un objeto monitoreado. Este sensor está adaptado para detectar sonidos emitidos por objetos sólidos y no es adecuado como sensor para detectar vibraciones aéreas. Comprende elementos acústicos comprimidos entre una masa frontal y una contramasa mediante una tuerca y un perno. El cristal piezoeléctrico está contenido dentro de una carcasa rígida y relativamente maciza.

La solicitud de patente de Estados Unidos US -A1 -2010 / 0005954 (Higashidate *et al.*) describe un detector de sonido que se puede usar para detectar sonidos generados por un instrumento musical. Un material magnetostrictivo se comprime entre dos imanes de polarización.

Todos, incluyendo Telmit, Siemens, Thompson -CSF, Tokyo Shibaura Electric, Dunegan Corporation, muestran cristal piezoeléctrico con bases macizas y/o parachoques que bloquean las caras del sensor del cristal contenido dentro de una carcasa rígida y relativamente maciza que cubre la cara de detección del transductor.

Tanto Telmit como Siemens revelan sensores que requieren una carcasa conductora de electricidad.

La solicitud de patente europea EP -A2 -2442124 (Eaton Corporation) muestra un sensor acústico para detectar fallas de conductividad eléctrica. Este sensor comprende un elemento piezoeléctrico. Una precarga opcional, que no es necesaria, comprime el elemento piezoeléctrico. El sensor se sujeta a un conductor de energía eléctrica. Este sensor no es adecuado para detectar sonido aéreo.

La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos US -A -5872307 (Robert Bosch GmbH) describe un sensor de detonación, que detecta los sonidos de detonación/vibraciones generados por un motor. Este sensor comprende un disco piezocerámico comprimido entre una masa sísmica y la carcasa mediante un resorte de placa.

La solicitud de patente internacional WO9726513A1 (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH) se refiere a un sensor acústico, para su uso en espectroscopía fotoacústica inducida por láser. Un elemento piezoeléctrico se comprime entre una placa de aislamiento y una almohadilla de presión mediante un resorte que actúa contra un miembro de carcasa por medio de un espaciador. Un diafragma cubre la almohadilla de presión 8.

La solicitud de patente alemana DE -A1 -2459729 (Sachsse Lothar) describe un altavoz o micrófono de condensador, preferentemente usado como transductor ultrasónico.

La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos US -A1 -2011 / 120209 (Rose) describe un detector ultrasónico de sonido aéreo que comprende un transductor configurado para producir una señal de sonido ultrasónico de banda ancha para que el detector ultrasónico realice una autocomprobación.

Sumario de la invención

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un conjunto de compresión para detectar sonido aéreo que comprende: un transductor piezoeléctrico montado y aislado eléctricamente de una jaula de Faraday en el que el transductor está dispuesto para convertir el sonido aéreo en una señal eléctrica, el transductor tiene una primera cara en un lado de no detección del conjunto y una segunda cara de detección distal en un lado de detección del conjunto; y un electrodo en la jaula de Faraday, caracterizado por que un primer elemento y un segundo elemento comprimen el transductor a través de las caras con una presión deseada mantenida por una estructura de reacción que actúa como una porción rígida de una abrazadera fijada al segundo elemento para presionar una primera porción del electrodo contra y en contacto eléctrico con la segunda cara y que refuerza el primer elemento para presionar una primera vía conductora en contacto con la primera cara, en el que la jaula de Faraday comprende el segundo elemento y la estructura de reacción, y el primer elemento comprende la primera vía conductora.

Preferentemente, el conjunto de compresión comprende un medio elástico dispuesto para empujar el primer elemento contra el transductor y, por lo tanto, empujar el transductor contra el segundo elemento. De forma ventajosa, el medio elástico se deforma y, por lo tanto, no hay necesidad de tolerancias críticas de fabricación para mantener la presión de compresión deseada porque el medio elástico se deforma según se requiera.

Preferentemente, el medio elástico se aprieta entre el primer elemento y una estructura de reacción inamovible con respecto a una conexión con el segundo elemento. La estructura de reacción es un miembro que es relativamente rígido y prácticamente indeformable en comparación con el medio elástico. Preferentemente, la estructura de reacción es inamovible con respecto al segundo elemento lateral que refuerza el medio elástico.

Preferentemente, la estructura de reacción se fija al segundo elemento.

Preferentemente, la estructura de reacción comprende un tope final dispuesto para limitar la distancia que el primer elemento puede recorrer en una dirección orientada desde el segundo lado al primer lado. De forma ventajosa, el tope final detiene un golpe fuerte en el sensor acústico, lo que hace que el medio elástico se deforme en la medida en que podrían producirse daños en el conjunto de compresión.

De forma ventajosa, la compresión proporcionada por el conjunto de compresión establece una conexión eléctrica fiable con el transductor.

Preferentemente, el primer elemento comprende una segunda vía conductora en contacto eléctrico con un electrodo. De forma ventajosa, el primer elemento comprende una placa de circuito impreso que comprende la primera vía conductora. Por tanto, se utiliza un primer elemento sencillo y económico de fácil producción en masa que incorpora la primera vía conductora y también preferentemente la segunda vía conductora.

La placa de circuito impreso es típicamente un panel de fibra de vidrio o poliéster y es menos densa y menos maciza que el transductor, que típicamente es un cristal piezoeléctrico. Por tanto, el conjunto de compresión comprende un transductor relativamente denso y macizo comprimido entre un segundo elemento y primeros elementos relativamente menos denso y menos macizo donde estos elementos laterales son preferentemente paneles, típicamente hechos de fibra de vidrio o poliéster. De forma ventajosa, se forma un sello de cubierta donde el segundo lado se comprime contra el segundo elemento. Preferentemente, el sello es capaz de evitar la filtración de líquidos o gases que podrían dañar el transductor o cualquiera de los componentes y conexiones eléctricos mencionados anteriormente.

Preferentemente, el segundo elemento comprende una abertura central rodeada por el sello de cubierta. De forma ventajosa, la abertura permite que el sonido y la vibración lleguen al segundo lado no ocluido por la parte del segundo elemento que de otro modo ocluiría el segundo lado del sonido y la vibración que estimula el sensor acústico.

Preferentemente, el segundo elemento comprende un compuesto de calafateo que cierra la abertura central. Preferentemente, el compuesto de calafateo es impermeable. De forma ventajosa, el compuesto de calafateo provoca una atenuación insignificante del sonido y la vibración que atraviesa la abertura.

De forma ventajosa, el segundo lado es sensible al sonido y la vibración.

Preferentemente, el transductor produce una diferencia de voltaje entre el segundo lado y el primer lado como resultado del sonido o vibración que incide sobre el segundo lado. De forma ventajosa, un cristal piezoeléctrico funcionará como transductor.

Preferentemente, el transductor tiene una forma cilíndrica entre el segundo lado y el primer lado. Preferentemente, el transductor es un cilindro circular recto, cuyas caras son el segundo lado y el primer lado.

Preferentemente, el conjunto de compresión se monta en el sensor acústico de modo que el segundo elemento esté dispuesto para transmitir sonido y vibración no ocluidos por el sello de cubierta.

Preferentemente, hay un sensor acústico que comprende un módulo de autocomprobación dispuesto para proporcionar una excitación eléctrica entre la primera vía conductora y la segunda vía conductora donde se forma dicha excitación eléctrica para provocar que se excite una frecuencia de resonancia del conjunto de compresión. La fuerza resultante de la resonancia del conjunto y su frecuencia central exacta se pueden medir a continuación para determinar la funcionalidad correcta del conjunto de compresión y los circuitos de detección.

Preferentemente, la frecuencia de resonancia del conjunto de compresión está por debajo de la frecuencia de resonancia del transductor.

De forma ventajosa, la intensidad de la señal de resonancia resultante será muchas veces mayor que la intensidad de la señal esperada durante el funcionamiento normal del detector, por lo que la funcionalidad se puede determinar para cualquier nivel de fondo.

De forma ventajosa, la fuerza de la señal de resonancia se puede establecer fácilmente en milisegundos para permitir la determinación continua de la funcionalidad como parte del ciclo de detección del sensor, lo que da como resultado un mayor rendimiento del detector.

De forma ventajosa, se detectará un funcionamiento incorrecto debido tanto a fallos físicos como eléctricos. Por ejemplo, si el transductor se agrieta debido a un impacto o choque o si se produce una delaminación entre superficies sensibles al sonido, el voltaje preseleccionado hará que el conjunto resuene de forma diferente al caso en el que no hay falla.

Preferentemente, existe un procedimiento para incrementar la sensibilidad de la señal de salida del sensor en respuesta a un estímulo de sonido y/o vibración. Se debe determinar el nivel mínimo de ruido de fondo y la salida de señal mínima se debe establecer en un nivel igual o justo por debajo del valor determinado; a continuación, la salida de señal máxima se debe establecer en un valor por encima del nivel determinado. El valor máximo de salida de señal sería típicamente el equivalente de fondo + 6 dB, aunque este nivel puede aumentar o disminuir dependiendo de la aplicación del sensor.

De forma ventajosa, la salida de la señal se puede ajustar en múltiples etapas para adaptarse a cualquier instalación, con el intervalo de salida de señal que representa el intervalo dinámico completo del sensor, según los detectores existentes, o representa solo una parte del intervalo dinámico del sensor, con el intervalo de salida de señal que representa cualquier valor desde un dB o menos del intervalo de salida de sensor, hasta el intervalo dinámico del sensor completo, y con el punto de inicio en el intervalo dinámico del sensor ajustable a cualquier valor en ese intervalo, en etapas, por ejemplo, etapas de un dB.

Ahora se describirá la invención, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Breve descripción de las figuras

Las siguientes figuras proporcionan una mejor comprensión de la presente invención a modo de ejemplo solamente.

La figura 1 es una vista en perspectiva del detector de fugas de gas que muestra el conjunto de compresión del sensor.

La figura 2 muestra una sección transversal del conjunto de compresión del sensor.

La figura 3 muestra ejemplos de placas de compresión.

La figura 4 es un gráfico que muestra el grado de uso de la señal para la detección de fugas de gas con un amplio intervalo dinámico.

La figura 5 es un gráfico que muestra el grado de uso de la señal para la detección de fugas de gas con un intervalo dinámico activo.

Descripción detallada de modos de realización preferentes de la invención

En referencia a la figura 1, un detector de fugas de gas ultrasónico comprende una carcasa 1 que se mecaniza o fabrica a partir de cualquier material aplicable al entorno de instalación y/o requisitos de certificación. El detector tiene dimensiones totales de 105 mm de alto por 125 mm de diámetro y pesa aproximadamente 1,5 kg si la carcasa está hecha de aluminio o aproximadamente 4 kg si la carcasa está hecha de acero inoxidable. Como tal, el detector no está diseñado para ser portátil, aunque el conjunto de compresión 5 para un detector acústico mostrado en la figura 2 se podría usar en un dispositivo portátil si fuera necesario. El detector mostrado en la figura 1 comprende una caja de electrónica 1, una cubierta frontal 2 y una cubierta terminal 3 que aloja el conjunto de compresión 5, componentes eléctricos y electrónicos. El detector tiene una entrada de cable 4 para alimentación y señal y un indicador visual 7 para mostrar la funcionalidad correcta y la condición de falla. El conjunto de compresión 5 es una jaula de Faraday para aislar el sensor de la interferencia eléctrica externa y, por lo tanto, la cubierta frontal 2 del detector se debe aislar eléctricamente del conjunto de compresión 5. Esto se logra usando un espaciador aislado 6 hecho de cualquier material no conductor de electricidad.

En referencia a la figura 2, el conjunto de sensor es un conjunto de compresión 5 que consiste en un transductor piezoeléctrico 11 con un intervalo de frecuencia natural fuera de la frecuencia de funcionamiento del detector para eliminar la resonancia natural en el intervalo dinámico del detector. La selección de un transductor piezoeléctrico que sea apropiado ha sido bien documentada y se puede encontrar un buen ejemplo en el documento US 2011120209. A diferencia del transductor piezoeléctrico al que se hace referencia en el documento US 2011120209 el conjunto de transductor de la figura 2 está conectado en ambas caras.

El transductor piezoeléctrico 11 tiene forma de columna. Las geometrías preferentes de la forma del transductor piezoeléctrico 11 son: un cilindro redondo sólido con extremos planos paralelos, un bloque de cilindros sólido cuadrado o rectangular con extremos planos paralelos u otra forma de columna con extremos planos paralelos. El transductor piezoeléctrico tiene un diámetro si la forma es la de un cilindro redondo. Tiene una anchura si la forma es la de un cuadrado, rectángulo u otro contorno de varios lados. Los extremos planos paralelos se denominan primer lado y segundo lado. La cara del primer lado es la primera cara. La cara del segundo lado es la segunda cara.

La primera cara está en el primer lado y en uno de los extremos paralelos planos del transductor piezoeléctrico 11. La primera cara se une directamente a un primer lado del primer elemento de PCI piezoeléctrico 12 (elemento del lado de no detección) usando adhesivo conductor, preferentemente epoxi conductor. Este primer extremo del transductor piezoeléctrico 11 es el primer lado del transductor piezoeléctrico 11. La PCI 12 también podría estar hecha de otro material, rígido o flexible, siempre que pueda mantener comprimido el transductor piezoeléctrico. Las pistas conductoras en la PCI piezoeléctrica 12 van desde el transductor piezoeléctrico 11 a un conector de cable, conectando de este modo eléctricamente el transductor piezoeléctrico y el conector de cable.

Un electrodo 16 se une eléctricamente a la PCI 12 y el transductor piezoeléctrico 11 a la superficie del segundo lado. Específicamente, la segunda parte del electrodo 162 se une a la segunda vía conductora 24 en la PCI 12.

Como se muestra en la figura 2, el segundo elemento 9 tiene una región central que comprende una porción en forma de lámina 26 que presiona contra la primera parte del electrodo 161 y, por lo tanto, aplica presión contra la segunda cara que es una cara de detección del transductor 11. La porción en forma de lámina puede tener la forma de un panel rígido delgado, tal como un panel delgado del tipo de placa de circuito impreso, o la porción en forma de lámina puede tener la forma de una membrana flexible. El primer elemento es un panel rígido delgado, tal como una placa de circuito impreso.

Una ventaja de que los elementos laterales sean paneles o membranas delgados es que son relativamente menos macizos y densos en comparación con el transductor, lo que ayuda a que la frecuencia natural del transductor sea más alta que la del conjunto de compresión. También simplifica el montaje a un transductor entre dos elementos relativamente simples. Esta es una construcción de bajo coste. Los elementos laterales no se corren ni conducen electricidad, excepto en la región de la placa de circuito impreso, donde existen vías conductoras en la superficie y/o incrustadas.

El segundo elemento 9 comprende una región periférica, que rodea un orificio 27 en la región central que tiene un diámetro o anchura mayor que la cara de detección del transductor, a la que se une la porción en forma de lámina 26 para cubrir el orificio en la región central. Como se muestra en la figura 2, la región periférica tiene la forma de un anillo exterior plano que es una forma sencilla y económica. No es necesario que el borde más exterior de la región periférica sea circular, ni es necesario que el perímetro del orificio sea circular. Una ventaja del orificio es que el sonido y la vibración que se van a detectar pasan a través del orificio para incidir en la cara de detección 20 del transductor 11. Por tanto, el segundo elemento 9 no oscurece ni ocluye la cara lateral de detección del sonido aéreo y la vibración que se va a detectar.

El sello ambiental 18 es un sello de cubierta 18 que ocupa el orificio en la región central para cubrir la porción en forma de lámina 26. El sello de cubierta 18 es un compuesto impermeable y tiene una masa y una densidad relativamente bajas en comparación con el transductor 11.

Idealmente, la porción en forma de lámina 26 se estira a través del orificio en la región central. Una ventaja es que la porción en forma de lámina cubre la cara de detección 20 y presiona el electrodo 16, 161 contra la cara de detección. Idealmente, el electrodo es una lámina metálica delgada, o al menos la primera porción del electrodo 16 es una lámina metálica intercalada entre la membrana y la segunda cara. Una ventaja es que el espesor total de la porción en forma de lámina más el electrodo de lámina delgada es mínimo y presenta una atenuación mínima del sonido y la vibración antes de llegar a la cara de detección. En referencia a la figura 1, existe una cubierta frontal 2 que soporta una porción del segundo elemento 9 que tiene una abertura central que expone el segundo elemento 9 al sonido aéreo.

Es importante que el conjunto de compresión que contiene 11, 12 y 16 tenga una frecuencia de resonancia natural fuera del intervalo de frecuencia del detector y la resonancia natural del transductor piezoeléctrico 11. En este modo de realización, esto se logra seleccionando un transductor piezoeléctrico con una resonancia de alta frecuencia como se indica anteriormente, por lo que es importante eliminar la resonancia de alta frecuencia de los componentes restantes del conjunto. La figura 3 muestra ejemplos de 12 con material eliminado alrededor del área de contacto del transductor piezoeléctrico para eliminar la resonancia de alta frecuencia usando amortiguación.

Para eliminar el ruido eléctrico espurio que actúa sobre el transductor piezoeléctrico 11, el conjunto se aloja a continuación en una jaula de Faraday hecha de elementos de material conductor de electricidad 8, 9 y 10. La cubierta superior 9 (elemento lateral de detección) tiene un orificio pasante que es de un diámetro o anchura mayor que el transductor piezoeléctrico 11 de modo que las ondas sonoras no se obstruyan y también en este caso contiene un bisel que actúa como un retén mecánico para el sello ambiental 18. Es importante que el material usado para el sello ambiental no inunde el interior de la jaula de Faraday, por lo que se usa un material adhesivo de doble cara 17 en el interior del segundo elemento 9 para actuar como sello. El transductor piezoeléctrico 11, la PCI 12 y el electrodo 16 se unen a continuación al interior del material adhesivo 17. A continuación, se aplica o fija el sello ambiental 18 para proteger el conjunto de la entrada de humedad, partículas o cualquier otro contaminante aéreo. El sello 18 tiene normalmente la forma de un líquido o una pasta que se solidifica, tal como epoxi o caucho líquido, y debe dejarse fraguar antes del montaje posterior.

Para asegurar que el conjunto esté bajo compresión, se insertan resortes 15 debajo de la PCI piezoeléctrica 12, que es el primer elemento 12, antes del montaje de la primera cubierta 10 (estructura de reacción). Los resortes de compresión pueden tomar la forma de un resorte helicoidal, un bloque o disco de material de caucho u otro miembro elástico de este tipo que actuará como retén de compresión. El o los resortes de compresión reaccionan contra la primera cubierta 10 y la PCI piezoeléctrica 12 que es el primer elemento, comprimiendo de este modo el transductor piezoeléctrico 11 a lo largo de su columna.

Para asegurar que el conjunto de resorte no experimente un movimiento excesivo y que el transductor se separe del sello ambiental 18, se coloca un tope final 13 en la primera cubierta 10 y se retiene usando una tuerca de bloqueo 14. El tope final 13 debe permitir un movimiento de entre 0,25 y 0,5 mm. Por lo tanto, el resorte de compresión se comprime entre 0,25 y 0,5 mm, la PCI piezoeléctrica 12 se mueve hasta un máximo de este intervalo de distancia. El tope final 13 se dispone para limitar la distancia que el transductor puede recorrer en la dirección del primer lado bloqueando el primer elemento.

La primera cubierta 10 tiene un orificio pasante para cable 19 y los hilos de cable pasan a través de este. Los hilos de cable transportan señales de sensor y, si es necesario, señales de prueba hacia y desde la PCI piezoeléctrica; ese es el primer elemento 12. El hilo de cable se conecta a la conexión de la PCI piezoeléctrica.

Un módulo de autocomprobación, no mostrado, se conecta eléctricamente a la primera y segunda vía conductora en el primer elemento. La primera vía conductora 23 se presiona eléctricamente en contacto con la primera cara del transductor 11 y la segunda vía conductora se conecta eléctricamente al electrodo 16 conectado a la segunda cara 20 del transductor. De este modo, el módulo de autocomprobación se dispone para proporcionar una señal eléctrica correspondiente a la frecuencia de resonancia del conjunto de compresión 5 y detectar una señal correspondiente a la frecuencia de resonancia del conjunto.

Los hilos de cable transportan las señales generadas por el transductor piezoeléctrico a un circuito electrónico principal en la caja de detector 1.

Si bien el sensor preferente es un transductor piezoeléctrico, también se pueden usar otros transductores que pueden detectar la presión del sonido mientras están bajo compresión. La mayoría de los micrófonos existentes no contienen un sensor que cumpla con este requisito.

Los sistemas de control usados para las alarmas del detector pueden haber estado en uso durante muchas décadas y el coste de actualizar los sistemas para su uso con detectores modernos puede ser prohibitivo. Es posible que los sistemas más antiguos solo tengan una exactitud de varios miliamperios, por lo que la salida del detector se debe escalar para incrementar la exactitud del sistema de control.

En referencia a la figura 4, se muestra una escala para un detector con una salida fija de 4 -20 mA y un intervalo dinámico de 50 a 106 dB para resaltar la falta de sensibilidad en las formas actuales de detección. El detector se configura para su uso en una instalación con un nivel de fondo de 68 dB, la alarma típicamente se configuraría en un nivel de fondo más 6 dB (74 dB) que se muestra en el área sombreada oscura. Esto daría como resultado 1,71 mA del intervalo de trabajo de los detectores o 0,285 mA por 1 dB que pueden pasar desapercibidos por los sistemas de control más antiguos. Al usar amplificadores en el detector para ajustar el intervalo dinámico de la salida de la señal del detector, se reduce el porcentaje del intervalo dinámico del detector usado y, por lo tanto, se incrementa la sensibilidad en la salida. La figura 5 muestra un detector con el intervalo dinámico recortado para trabajar entre 66 y 74 dB, el nivel de dB más bajo se establece por debajo del nivel de ruido de fondo (68 dB) para permitir el monitoreo de fondo, pero esto podría incrementarse o disminuirse según corresponda. Usando el intervalo dinámico recortado, el detector ahora tiene una salida de señal de 2 mA por 1 dB que permitirá su uso con sistemas de control más antiguos e incrementará la sensibilidad de la señal en los sistemas de control más nuevos.

Una mejora de los procedimientos de autocomprobación piezoeléctricos existentes es agregar una prueba de señal eléctrica adicional a una prueba de pulso de voltaje, si existe, para probar la autorresonancia del conjunto de compresión. Un transductor piezoeléctrico responderá a una carga eléctrica, como en los procedimientos existentes, pero esto no comprobará por completo la integridad de la estructura del sensor si el transductor o el conjunto de compresión están dañados. Para superar las deficiencias, se recomienda aplicar al transductor piezoeléctrico un pulso estrecho o una señal eléctrica de frecuencia controlada. Para un transductor piezoeléctrico típico, la frecuencia controlada debe estar en o cerca de su frecuencia autorresonante, típicamente una frecuencia mayor que el intervalo de detección de frecuencia ultrasónica del detector. Esto asegurará que el sensor todavía se encuentre dentro del límite definido del detector, ya que los parámetros de autorresonancia son críticos para la respuesta del detector al nivel de presión sonora. En particular, la amplitud y la frecuencia exacta de la resonancia resultante cambiarán si se altera el conjunto y el transductor se separa total o parcialmente de la pantalla protectora, o si el transductor está dañado. El detector mide la amplitud y opcionalmente la frecuencia exacta de la resonancia resultante y las compara con los valores de fábrica. El pulso de frecuencia se puede suministrar a cualquier cara del transductor piezoeléctrico a intervalos que sean apropiados para los niveles de integridad de seguridad requeridos por el detector.

Si bien el sensor preferente es un transductor piezoeléctrico, se pueden usar otros transductores que pueden detectar la presión del sonido y reaccionar a una frecuencia resonante.

El transductor piezoeléctrico es sensible al sonido aéreo y la vibración del intervalo audible y ultrasónico.

En una configuración mínima, el conjunto de compresión comprende: un segundo elemento 9, un electrodo 16, un transductor 11 que tiene una segunda cara 20 para la detección y un primer elemento 12, en el que el segundo elemento 9 presiona el electrodo 16 contra la segunda cara 20, comprimiendo de este modo el transductor 11 contra el primer elemento 12. Por tanto, el transductor se comprime entre el segundo elemento 9 y el primer elemento 12.

Como se muestra en la figura 2, el segundo elemento 9 tiene la forma de una membrana o lámina flexible delgada donde el segundo elemento cubre la segunda cara 20 del transductor 11. La lámina o membrana delgada se localiza en la región central del segundo elemento. La región central del segundo elemento presiona contra la segunda cara 20 para detectar el transductor.

La invención se ha descrito solamente a modo de ejemplo. Por lo tanto, lo anterior se considera solo ilustrativo de los principios de la invención. Además, dado que a los expertos en la técnica se les ocurrirán fácilmente numerosas modificaciones y cambios, no se desea limitar la invención a la construcción y funcionamiento exactos mostrados y descritos y, en consecuencia, se puede recurrir a todas las modificaciones adecuadas que estén dentro del alcance de las reivindicaciones que definen el alcance de protección.

Lista de elementos en las figuras

- 1 Caja
- 2 Cubierta frontal
- 3 Cubierta terminal
- 4 Entrada de cable
- 5 Conjunto de compresión
- 6 Espaciador aislado
- 7 Indicador visual
- 8 Turbo
- 9 Segundo elemento
- 10 Primera cubierta
- 11 Cristal piezoeléctrico
- 12 Primer elemento
- 13 Tope final
- 14 Tuerca de bloqueo
- 15 Resorte de compresión
- 16 Electrodo
- 161 Primera porción de electrodo
- 162 Segunda porción de electrodo
- 17 Sello (disco adhesivo)
- 18 Sello ambiental
- 19 Orificio pasante para cable
- 20 Segunda cara
- 21 Primera cara
- 23 Primera vía conductora
- 24 Segunda vía conductora
- 27 Orificio en elemento lateral de detección

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de compresión (5) para detectar sonido aéreo comprende: un transductor piezoeléctrico (11) montado y aislado eléctricamente de una jaula de Faraday (8, 9, 10), en el que el transductor está dispuesto para convertir el sonido aéreo en una señal eléctrica, el transductor tiene una primera cara (21) en un lado de no detección del conjunto y una segunda cara de detección distal (20) en un lado de detección del conjunto; y un electrodo (16) en la jaula de Faraday, caracterizado por que un primer elemento (12) y un segundo elemento (9) comprimen el transductor (11) a través de las caras con una presión deseada mantenida por una estructura de reacción (8, 10) que actúa como una porción rígida de una abrazadera fijada al segundo elemento (9) para presionar una primera porción (161) del electrodo (16) contra y en contacto eléctrico con la segunda cara (20) y que refuerza el primer elemento (12) para presionar una primera vía conductora (23) en contacto con la primera cara (21), en el que la jaula de Faraday comprende el segundo elemento (9) y la estructura de reacción (8, 10), y el primer elemento (12) comprende la primera vía conductora (23).
2. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un medio elástico (15) dispuesto para presionar contra el primer elemento (12).
3. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el medio elástico (15) se dispone para reaccionar contra la estructura de reacción (8, 10).
4. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que la estructura de reacción (8, 10) es inamovible con respecto al segundo elemento (9) que refuerza el medio elástico (15).
5. Un conjunto (5) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la estructura de reacción (8, 10) comprende un tope final (13) dispuesto para limitar la distancia que el transductor (11) puede recorrer en la dirección desde la segunda cara (20) hacia la primera cara (21) bloqueando el primer elemento (12).
6. Un conjunto (5) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el primer elemento (12) comprende un material de rigidez o flexibilidad para mantener comprimido el transductor piezoeléctrico (11).
7. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer elemento (12) y el segundo elemento (9) tienen la forma de un panel o membrana.
8. Un conjunto (5) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el primer elemento (12) comprende una placa de circuito impreso que comprende la primera vía conductora (23).
9. Un conjunto (5) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el primer elemento (12) comprende una segunda vía conductora (24) en contacto con una segunda porción (162) del electrodo (16).
10. Un conjunto (5) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el segundo elemento (26, 9) tiene menos masa que el transductor (11).
11. Un conjunto (5) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el segundo elemento (9) tiene una región central que comprende una porción en forma de lámina (26) que presiona contra la primera porción (161) del electrodo (16).
12. Un conjunto (5) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el segundo elemento (9, 26) comprende una región periférica, que rodea un orificio en la región central que tiene un diámetro o anchura mayor que la segunda cara (20) del transductor (11), a la que se une la porción en forma de lámina (26) para cubrir el orificio (27) en la región central.
13. Un conjunto (5) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la porción en forma de lámina (26) se estira a través del orificio (27) en la región central.
14. Un conjunto (5) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, en el que la región periférica tiene la forma de un anillo exterior plano.
15. Un conjunto (5) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que un sello de cubierta (18) ocupa el orificio (27) en la región central para cubrir la porción en forma de lámina (26).
16. Un conjunto (5) de acuerdo con la reivindicación 15, en el que el sello de cubierta (18) es un compuesto impermeable.
17. Un conjunto (5) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la primera porción del electrodo (161) es una lámina metálica intercalada entre una membrana (26) del segundo elemento (9) y la segunda cara (20).
18. Un sensor de sonido aéreo ultrasónico para detectar fugas de gas, que comprende: el conjunto (5) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente; y una cubierta frontal (2) que soporta una porción del segundo elemento (9) que

tiene una abertura central que expone el segundo elemento (9) al sonido aéreo, caracterizado por que la cubierta frontal (2) está aislada eléctricamente de la jaula de Faraday por un espaciador aislado (6) hecho de un material no conductor de electricidad.

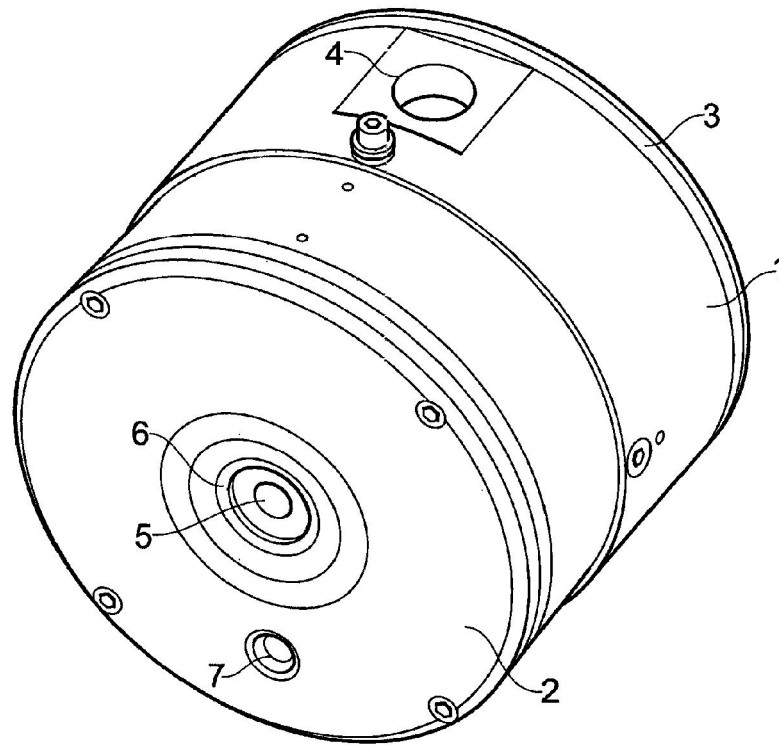


FIG. 1

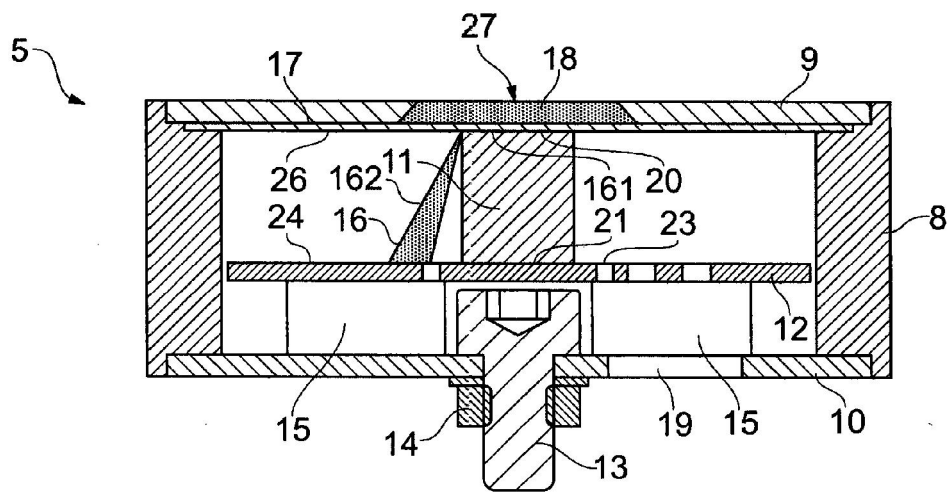


FIG. 2

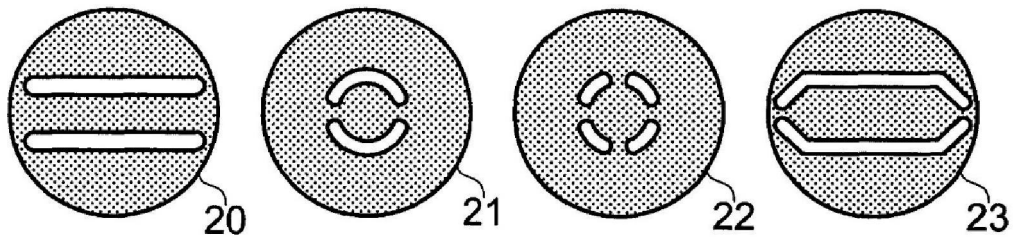


FIG. 3

INTERVALO DE DETECTOR
USADO = 1,71 mA

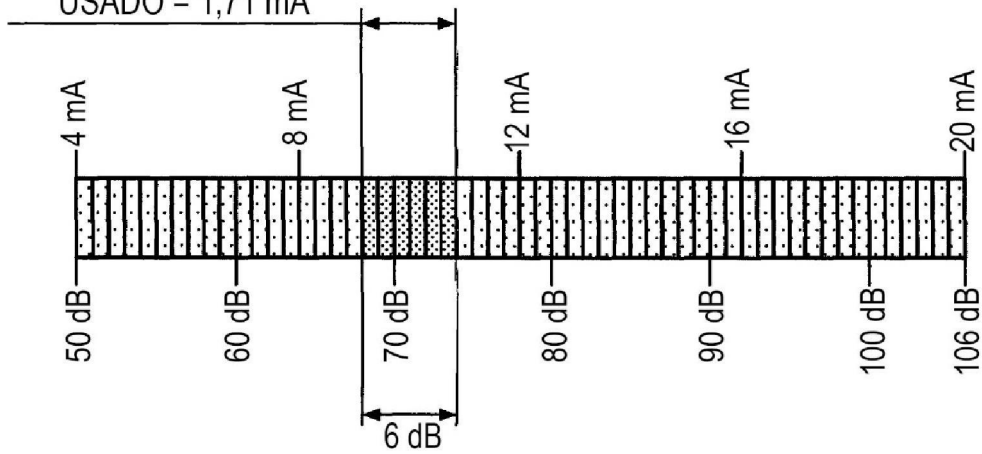


FIG. 4

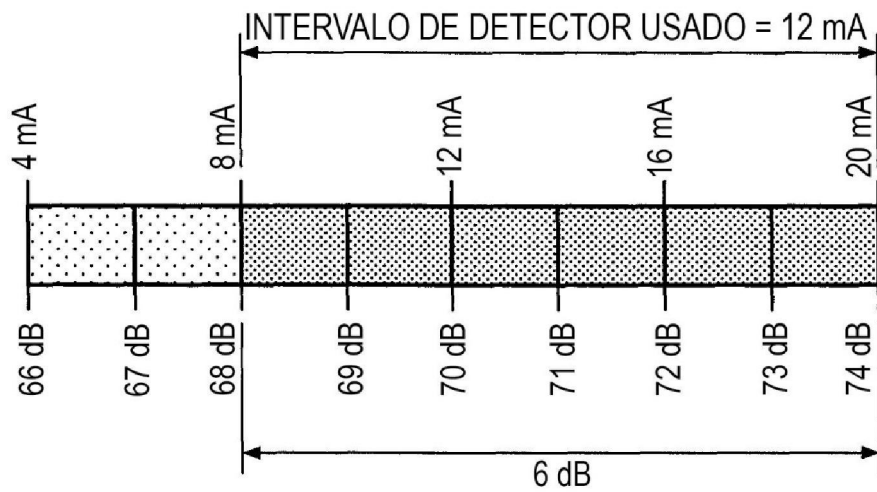


FIG. 5