



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 989 130**

⑮ Int. Cl.:

B01D 35/12 (2006.01)
B01D 37/04 (2006.01)
B01D 46/00 (2012.01)
B01D 46/10 (2006.01)
B01D 46/24 (2006.01)
B01D 46/44 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- ⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2019 PCT/US2019/057620**
⑦ Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2020 WO20086695**
⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2019 E 19802435 (8)**
⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024 EP 3870333**

⑮ Título: **Dispositivos de monitorización para sistemas de filtración de aire**

⑩ Prioridad:

25.10.2018 US 201862750638 P

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.11.2024

⑬ Titular/es:

DONALDSON COMPANY, INC. (100.0%)
1400 West 94th Street
Bloomington, MN 55431, US

⑭ Inventor/es:

WESSELS, WADE A.;
VITKO, PETER P. y
NELSON, BRENT R.

⑮ Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 989 130 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

Dispositivos de monitorización para sistemas de filtración de aire

5 **Campo**

Las realizaciones de la presente invención se refieren a dispositivos de monitorización para sistemas de filtración, sistemas que incluyen dispositivos de monitorización y métodos relacionados.

10 **Antecedentes**

Muchas industrias encuentran materia particulada suspendida en la atmósfera. En algunas industrias, esta materia particulada es un producto valioso (por ejemplo, almidón) y sería beneficioso si la materia particulada suspendida pudiera recuperarse y reintroducirse en el proceso. Para otras industrias (por ejemplo, trabajo en metal o madera), 15 puede ser deseable eliminar la materia particulada del aire para proporcionar un entorno de trabajo despejado.

La materia particulada también puede ser un problema en las corrientes de admisión de aire hacia los motores de 20 vehículos motorizados o equipos de generación de energía, corrientes de gas dirigidas hacia turbinas de gas y corrientes de aire hacia diversos hornos de combustión. En esos contextos, la materia particulada, en caso de que afecte al funcionamiento interno de los diversos mecanismos implicados, puede provocar daños sustanciales a los mismos.

Se ha desarrollado una variedad de disposiciones de filtro de aire o filtro de gas para la eliminación de partículas. En 25 algunos escenarios, los sistemas para limpiar una corriente de aire u otro gas cargada con materia particulada incluyen conjuntos de filtro de aire que tienen elementos de filtro ubicados en un alojamiento. El elemento de filtro puede ser un bolsa, manga o cartucho que incluya un medio de filtro adecuado, por ejemplo, tejido, papel plisado, etc. La corriente de gas contaminada con materia particulada pasa normalmente a través del alojamiento, de modo que la materia particulada sea capturado y retenida por uno o más elementos de filtro.

30 El documento WO2018031403A1 divulga dispositivos, sistemas y métodos para obtener datos representativos del estado de un medio de filtro de aire de un filtro de aire, y para utilizar tales datos para presentar una indicación del estado del medio de filtro de aire a un usuario. Los documentos US 2011/185895 A1, US 2014/260984 A1, US 2015/059583 A1 y TW I 615 189 B muestran otros documentos relevantes.

35 **Sumario**

El uso de un dispositivo de monitorización para un sistema de filtración de acuerdo con la invención se divulga en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

40 Un sistema de filtración de aire de acuerdo con la invención se divulga en una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13.

Breve descripción de las figuras

45 Los aspectos pueden entenderse más completamente en relación con los siguientes dibujos, en los que:

la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva frontal de un sistema de filtración de aire con un dispositivo de monitorización de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento;

50 la figura 2 es una vista esquemática en sección transversal de algunos aspectos de un sistema de filtración de aire de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento;

la figura 3 es una vista esquemática en perspectiva trasera de un sistema de filtración de aire con un dispositivo de monitorización de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento;

la figura 4 es una vista esquemática de un dispositivo de monitorización de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento;

55 la figura 5 es un diagrama esquemático de elementos de un dispositivo de monitorización de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento;

la figura 6 es un diagrama esquemático de elementos de un dispositivo de monitorización de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento;

la figura 7 es una vista esquemática de un entorno de comunicación de datos de sistema de filtración de acuerdo 60 con diversas realizaciones del presente documento;

la figura 8 es una vista esquemática de un entorno de comunicación de datos de sistema de filtración de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento;

la figura 9 es una vista esquemática en perspectiva frontal de un sistema de filtración de aire con un dispositivo de monitorización de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento;

65 la figura 10 es una vista esquemática en perspectiva frontal de un sistema de filtración de aire con un dispositivo de monitorización de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento;

Aunque las realizaciones son susceptibles a diversas modificaciones y formas alternativas, se muestran, a modo de ejemplo, detalles específicos de las mismas, así como los dibujos, y se describirán en detalle. Se debería entender, sin embargo, que el alcance de la presente invención no se limita a las realizaciones particulares descritas. Por el contrario, la intención es abarcar las modificaciones, los equivalentes y las alternativas que se encuentren dentro del espíritu y el alcance del presente documento.

Descripción detallada

10 Como se ha descrito anteriormente, hay muchas situaciones en las que es útil filtrar materia particulada de las corrientes de aire y existen muchos tipos diferentes de sistemas de filtración de aire para lograrlo. En un tipo de un sistema de filtración de aire, el sistema tiene una cámara de aire limpio (o lado limpio/aguas abajo) y una cámara de aire sucio (o lado sucio/aguas arriba). Las dos cámaras pueden estar separadas por una estructura que se puede denominar comúnmente placa de tubos. En muchos casos, la placa de tubos tiene una serie de aberturas, de modo que el aire pueda pasar entre las cámaras de aire limpio y sucio. Los elementos de filtro se pueden colocar sobre las aberturas, de modo que el aire cargado de partículas (aire sucio) introducido en la cámara de aire sucio debe pasar a través de un elemento de filtro para pasar a la cámara de aire limpio. La materia particulada en el aire sucio se acumula en los elementos del filtro a medida que el aire se mueve a través de los elementos de filtro. Desde la cámara de aire limpio, el aire limpiado se expulsa al entorno o se recircula para otros usos.

20 A medida que los elementos de filtro capturan materia particulada, se inhibe el flujo a través del sistema y se puede realizar una limpieza periódica de los elementos del filtro para aumentar el flujo de aire a través del sistema. La limpieza se puede lograr al pulsar periódicamente un breve chorro de aire, tal como aire presurizado, hacia el interior del elemento de filtro (que podría incluir un cartucho de filtro, una bolsa de filtro o similares) para invertir el flujo de aire a través del elemento de filtro, provocando que la materia particulada recogida sea expulsada del elemento de filtro. En algunos casos, el aire presurizado puede dirigirse a colectores de pulsos como se describe en, por ejemplo, la patente estadounidense n.º 3.942.962 (Duyckinck), la patente estadounidense n.º 4.218.227 (Frey), la patente estadounidense n.º 6.090.173 (Johnson *et al.*), la patente estadounidense n.º 4.395.269, la patente estadounidense n.º 6.902.592 (Green *et al.*), la patente estadounidense n.º 7.641.708 (Kosmider *et al.*) y la publicación de solicitud de patente estadounidense US 2006/0112667 A1.

30 Mantener estos sistemas de filtración de aire en funcionamiento óptimo puede implicar un mantenimiento periódico que incluya, aunque sin limitación, sustitución/limpieza de elementos de filtro, monitorización y sustitución de válvulas de pulso y similares. Los aspectos de monitorización del sistema pueden proporcionar indicaciones sobre el momento óptimo para realizar tales actividades de mantenimiento, así como identificar cualquier otro problema que pueda afectar al rendimiento del sistema de filtración. Poder monitorizar a distancia tales sistemas puede ser incluso más ventajoso, ya que la información procedente de las observaciones de muchos sistemas diferentes se puede agregar y analizar para luego utilizarla para aumentar la precisión de determinaciones tales como el momento adecuado para realizar el mantenimiento del sistema.

40 Muchos sistemas de filtración están construidos de manera robusta, por lo que su vida útil puede durar décadas, siempre que se realice un mantenimiento adecuado. Como resultado, sin embargo, esto significa que la tecnología avanzada, incluidos los sensores y procesadores, puede tardar en implementarse si únicamente se proporciona como parte del equipo original.

45 De acuerdo con diversas realizaciones del presente documento, se incluyen dispositivos de monitorización que se pueden instalar fácilmente en sistemas de filtración existentes que, de lo contrario, carecen de tales capacidades de monitorización. De esta manera, el sistema de filtración existente se puede modernizar para que incluya capacidades de monitorización avanzadas.

50 Haciendo referencia ahora a la figura 1, se muestra una vista esquemática en perspectiva frontal de un sistema de filtración de aire 100 con un dispositivo de monitorización 150 de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. En este ejemplo, el sistema de filtración de aire 100 representado en la figura 1 tiene, generalmente, la forma de una caja e incluye un panel de pared superior 116 y dos pares de paneles de pared lateral opuestos 117 (uno de los cuales se representa en la figura 1). Se apreciará, sin embargo, que el sistema de filtración de aire 100 puede adoptar muchas formas y configuraciones diferentes.

60 El sistema de filtración de aire 100 incluye un conducto de aire sucio 111 para recibir aire sucio o contaminado (es decir, aire con materia particulada en el mismo) en el sistema de filtración de aire 100. Un conducto de aire limpio 113 (véase, por ejemplo, la figura 2) se puede proporcionar para ventilar aire limpio o filtrado del sistema de filtración de aire 100. El sistema de filtración de aire 100 incluye aberturas de acceso 112 para múltiples elementos de filtro (no se muestran en la figura 1). Durante su uso, cada una de las aberturas de acceso 112 está sellada por una cubierta (no mostrada), de manera que el aire sucio que entra en el sistema de filtración de aire 100 no escapa a través de las aberturas de acceso 112.

65 El sistema de filtración de aire 100 también puede incluir una tolva 118 para recoger materia particulada separada de

la corriente de aire sucio, como se describe en el presente documento. La tolva 118 puede incluir paredes inclinadas para facilitar la recogida de la materia particulada y puede, en algunas realizaciones, incluir una barrena accionada u otro mecanismo para eliminar la materia particulada recogida.

- 5 En algunas realizaciones, el sistema de filtración de aire 100 puede incluir un ventilador 132 para proporcionar movimiento de aire a través del sistema de filtración de aire 100. Sin embargo, en otras realizaciones, el aire puede ser aspirado a través del sistema con un ventilador u otro equipo que no forme parte del sistema de filtración de aire 100. El sistema de filtración de aire 100 puede incluir una caja de control preexistente 140, que puede incluir un circuito de control preexistente para el sistema de filtración.
- 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60
- El dispositivo de monitorización 150 se puede conectar a un primer conducto de fluido 152, un segundo conducto de fluido 154 y un tercer conducto de fluido 156. Los conductos de fluido pueden proporcionar comunicación fluida entre diversas partes del sistema de filtración (tales como el lado sucio/aguas arriba, el lado limpio/aguas abajo, un suministro de aire comprimido, etc.) y sensores/transductores que pueden estar dentro o, de otra manera, asociados con el dispositivo de monitorización 150. El primer conducto de fluido 152 se puede conectar a un conducto de fluido existente 162 del sistema de filtración de aire que proporciona comunicación fluida con un área de flujo de fluido que está aguas arriba del elemento o los elementos de filtración. En algunas realizaciones, el primer conducto de fluido 152 se puede conectar al conducto de fluido existente 162 utilizando una unión 166 (tal como una unión en T, unión de empalme u otra estructura de conexión). El segundo conducto de fluido 154 se puede conectar a un conducto de fluido existente 164 del sistema de filtración de aire que proporciona comunicación fluida con un área de flujo de fluido que está aguas arriba del elemento o los elementos de filtración. En algunas realizaciones, el segundo conducto de fluido 154 se puede conectar al conducto de fluido existente 164 utilizando una unión 168 (tal como una unión en T, unión de empalme u otra estructura de conexión similar).
- En algunas realizaciones, no hay comunicación eléctrica entre la caja de control preexistente 140 y/o los componentes en su interior, tales como un circuito de control preexistente y el dispositivo de monitorización 150. Aunque no pretende estar vinculado por la teoría, se cree que esta separación electrónica puede ofrecer una ventaja de seguridad, ya que la caja de control preexistente 140 y los componentes en su interior son responsables del funcionamiento del sistema de filtración 100, mientras que el dispositivo de monitorización 150 solo es responsable de la monitorización del sistema de filtración 100. De este modo, el dispositivo de monitorización 150 no se puede utilizar como medio de obtención de control sobre el funcionamiento del sistema de filtración 100.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, se muestra una vista esquemática en sección transversal de algunos aspectos de un sistema de filtración de aire 100 de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. El interior del sistema de filtración de aire 100 incluye una placa de tubos 222 que separa el interior del alojamiento en una cámara de aire limpio 224 y una cámara de aire sucio 226. El sistema de filtración de aire 100 incluye un conducto de aire limpio 113 a través del cual sale aire limpio de la cámara de aire limpio 224 durante el funcionamiento del sistema de filtración de aire 100.

- 40 45 50 55 60
- El sistema de filtración de aire 100 representado incluye colectores de pulsos 230 y elementos de filtro 240 en la cámara de aire sucio 226 (lado sucio o lado aguas arriba). Los colectores de pulsos 230 están unidos a la placa de tubos 222 sobre un orificio de la placa de tubos 222 (no se observa en la figura 2), de modo que un pulso de aire de los generadores de pulsos 250 que pasa a través del colector de pulsos 230 entra en un volumen interior de los elementos de filtro 240. Se puede proporcionar aire a los generadores de pulsos 250 desde un distribuidor de aire comprimido 248, que a su vez puede recibir aire comprimido desde un compresor de aire o una fuente central de aire comprimido en la planta.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se muestra una vista esquemática en perspectiva trasera de un sistema de filtración de aire con un dispositivo de monitorización de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. La figura 3 muestra muchos de los mismos elementos que se muestran en las figuras 1 y 2, pero como vista en perspectiva trasera.

- 55 60
- Haciendo referencia ahora a la figura 4, se muestra una vista esquemática de un dispositivo de monitorización 150 de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. El dispositivo de monitorización 150 puede incluir un primer receptáculo 402 o accesorio para recibir un tubo u otro conducto como parte del primer conducto de fluido 152. El dispositivo de monitorización 150 también puede incluir un segundo receptáculo 404 o accesorio para recibir un tubo u otro conducto como parte del segundo conducto de fluido 154. Aunque no se muestra en esta figura, se apreciará que el dispositivo de monitorización 150 también puede incluir un tercer receptáculo o accesorio para recibir un tubo u otro conducto como parte del tercer conducto de fluido 156. Así mismo, diversas realizaciones del presente documento pueden incluir un mayor o menor número de receptáculos y/o conductos de fluido.

- 65
- En diversas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 se puede montar en una superficie del sistema de filtración de aire 100, tal como una superficie externa del mismo. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 se puede montar en un panel de pared lateral 117. Sin embargo, el dispositivo de monitorización 150 también se puede montar en otras ubicaciones, incluso en paredes superiores o inferiores, así como dentro del sistema de filtración 100, y también se puede montar fuera del sistema de filtración 100 (tal como en un panel separado

que esté físicamente separado de otros componentes del sistema). El dispositivo de monitorización se puede montar utilizando diversos hardware, inclusive, aunque sin limitación, utilizando elementos de sujeción, adhesivos, imanes y similares. En una realización particular, se utiliza una capa adhesiva 406 para montar el alojamiento del dispositivo de monitorización 150, que puede ser, por ejemplo, un adhesivo sensible a la presión (PSA, por sus siglas en inglés).

5 Haciendo referencia ahora a la figura 5, se muestra un diagrama esquemático de elementos de un dispositivo de monitorización 150 de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. Se apreciará que se puede incluir un número mayor o menor de componentes con diversas realizaciones y que este diagrama esquemático es meramente ilustrativo. El dispositivo de monitorización 150 puede incluir un alojamiento 502 y un circuito de control 504.

10 15 El circuito de control 504 puede incluir diversos componentes electrónicos que incluyen, aunque sin limitación, un microprocesador, un microcontrolador, un chip FPGA (matriz de puertas programables en campo), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o similares.

15 20 El dispositivo de monitorización 150 incluye un primer sensor de presión 506 (como se usa en el presente documento, la referencia a un sensor de presión incluirá un transductor de presión a menos que el contexto indique lo contrario) y un primer conducto de fluido 152 que incluye una porción interna 508 y una porción externa 510. El primer conducto de fluido puede estar en comunicación fluida con la cámara de aire sucio 226.

20 25 El dispositivo de monitorización 150 incluye un segundo sensor de presión 514 y un segundo conducto de fluido 154 que incluyen una porción interna 516 y una porción externa 518. El segundo conducto de fluido puede estar en comunicación fluida con la cámara de aire limpio 224.

25 30 El dispositivo de monitorización 150 incluye un tercer sensor de presión 522 y un tercer conducto de fluido 156 que incluyen una porción interna 524 y una porción externa 526. El tercer conducto de fluido puede estar en comunicación fluida con el distribuidor de aire comprimido 248. Como tal, el tercer conducto de fluido está en comunicación fluida con un suministro de gas comprimido.

30 35 Los sensores de presión del presente documento pueden ser de diversos tipos. Los sensores de presión pueden incluir, aunque sin limitación, sensores de presión de tipo galga extensométrica, sensores de presión de tipo capacitivo, sensores de presión de tipo piezoelectrónico y similares. En algunas realizaciones, los sensores de presión del presente documento pueden ser sensores de presión basados en SMEM.

35 40 45 La potencia de procesamiento del circuito de control 504 y sus componentes puede ser suficiente para realizar diversas operaciones, incluidas diversas operaciones sobre datos procedentes de sensores (tales como sensores de presión 506, 514 y 522), que incluyen, aunque sin limitación, promediación, promediación en el tiempo, análisis estadístico, normalización, agregación, clasificación, eliminando, navegación, transformación, condensación (tal como eliminación de datos seleccionados y/o conversión de los datos a una forma menos granular), compresión (por ejemplo, utilizando un algoritmo de compresión), fusión, inserción, marcado de tiempo, filtración, descarte de valores atípicos, cálculo de tendencias y líneas de tendencia (lineal, logarítmico, polinómico, de potencia, exponencial, promedio móvil, etc.), predicción de fin de vida útil (EOL, por sus siglas en inglés) del elemento de filtro, identificación de un estado de EOL, predicción de rendimiento, predicción de costes asociados con la sustitución de elementos de filtro frente a su no sustitución y similares.

45 50 55 Las operaciones de normalización realizadas por el circuito de control 504 pueden incluir, aunque sin limitación, ajustar uno o más valores en función de otro valor o conjunto de valores. Tan solo como un ejemplo, los datos de caída de presión que reflejan la caída de presión en un elemento de filtro se pueden normalizar teniendo en cuenta el caudal de aire o un valor que sirva como aproximado del mismo.

50 55 60 En diversas realizaciones, el circuito de control puede calcular un tiempo para la sustitución de un elemento de filtro y generar una señal con respecto al tiempo para la sustitución. En diversas realizaciones, el circuito de control puede calcular un tiempo para la sustitución de un elemento de filtro y emitir una notificación con respecto al tiempo para la sustitución a través de un dispositivo de salida de usuario. En diversas realizaciones, el circuito de control puede calcular un tiempo para la sustitución de un elemento de filtro en función de señales procedentes del primer sensor de presión y el segundo sensor de presión. En diversas realizaciones, el circuito de control puede calcular un tiempo para la sustitución de un elemento de filtro en función de señales procedentes del primer sensor de presión y el segundo sensor de presión y una entrada externa. La entrada externa puede recibirse desde un usuario del sistema o desde una ubicación remota a través de una red de comunicación de datos.

60 65 En diversas realizaciones, el circuito de control inicia una alarma si se ha cumplido una condición de alarma predeterminada. La condición de alarma puede incluir uno o más valores máximos para una señal recibida desde el primer sensor de presión, un valor mínimo para una señal recibida desde el primer sensor de presión, un valor máximo para una señal recibida desde el segundo sensor de presión, un valor mínimo para una señal recibida desde el segundo sensor de presión, una diferencia máxima entre un valor para una señal recibida desde el primer sensor de presión y un valor para una señal recibida desde el segundo sensor de presión, y una diferencia mínima entre un valor

para una señal recibida desde el primer sensor de presión y un valor para una señal recibida desde el segundo sensor de presión.

- 5 En diversas realizaciones, el circuito de control 504 se puede configurar para calcular un valor correlacionado con un caudal de fluido a través del sistema de filtración en función de un valor proporcionado por el primer sensor de presión y un valor proporcionado por el segundo sensor de presión. En algunas realizaciones, el circuito de control 504 se puede configurar para calcular un valor correlacionado con un caudal de fluido a través del sistema de filtración en función de un valor de presión estática, en donde el valor de presión estática es una señal procedente de al menos uno del primer sensor de presión y el segundo sensor de presión. En algunas realizaciones, el circuito de control se 10 puede configurar para calcular un valor correlacionado con un caudal de fluido a través del sistema de filtración en función de un valor de presión diferencial y un valor de presión estática, en donde el valor de presión diferencial se determina mediante una señal procedente tanto del primer sensor de presión relativo como del segundo sensor de presión y el valor de presión estática mediante una señal procedente de uno del primer sensor de presión y el segundo sensor de presión.
- 15 15 El caudal de fluido del sistema está determinado por las características de la fuente motriz. Para aplicaciones basadas en ventilador, la relación entre la presión estática y el flujo de fluido es, generalmente, de naturaleza inversa. A medida que aumenta la resistencia del sistema, medida como presión estática, el caudal de fluido disminuye y viceversa debido a las características de funcionamiento del ventilador. Dado que el caudal de fluido del ventilador afecta directamente 20 al caudal de fluido en otras partes del sistema, se puede calcular un aproximado de caudal de fluido del ventilador y, por ende, del sistema de filtración utilizando la presión estática en una ubicación fija del sistema. Generalmente, la presión estática en un canal de fluido es proporcional al cuadrado del caudal de fluido. Como un ejemplo, el valor 25 aproximado de caudal se puede calcular de acuerdo con la ecuación $FRP = \sqrt{\left(\frac{P_s}{P_i}\right) \times Q_i}$, en donde FRP = valor aproximado de caudal, Ps es un valor de presión estática, Pi es la presión estática de punto de diseño de sistema y Qi es un caudal de fluido de punto de diseño de sistema opcional.
- 30 En algunas realizaciones, también se puede utilizar una curva de ventilador para calcular un valor para un caudal. La curva de ventilador se puede utilizar para relacionar una presión estática con un caudal. En diversas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 puede almacenar una curva de ventilador en la memoria (que se puede escribir en la memoria cuando se fabrica el dispositivo de monitorización 150 o se puede recibir/actualizar en función de los datos recibidos a través de una conexión de red mientras se instala el dispositivo de monitorización 150 o después de que se instale en un sistema de filtración en el campo).
- 35 35 En algunas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 puede incluir un sensor adicional, tal como un acelerómetro. Por ejemplo, el dispositivo de monitorización 150 puede incluir un acelerómetro de 3 ejes 530. El acelerómetro de 3 ejes 530 se puede utilizar para detectar vibraciones transmitidas desde el sistema de filtración al dispositivo de monitorización 150. Las vibraciones pueden ser resultado de diversos eventos, tales como los pulsos periódicos de un breve chorro de aire presurizado hacia el interior del elemento de filtro para invertir el flujo de aire a través del elemento de filtro y/o la apertura o cierre de una o más válvulas para lograr lo mismo.
- 40 40 En algunos casos, puede ser útil montar un acelerómetro en el dispositivo de monitorización 150 de manera que reciba vibraciones del sistema de filtración con una disminución mínima de la vibración en términos de intervalo de frecuencia y amplitud. En algunas realizaciones, el acelerómetro puede estar dispuesto dentro del alojamiento, de manera que las vibraciones que inciden sobre una superficie de contacto del alojamiento de dispositivo de monitorización se 45 atenúen en menos del 50 % al incidir sobre el acelerómetro. En algunas realizaciones, el acelerómetro puede estar dispuesto dentro del alojamiento, de manera que las vibraciones que inciden sobre una superficie de contacto del alojamiento de dispositivo de monitorización se atenúen en menos del 10 % al incidir sobre el acelerómetro.
- 50 50 En diversas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 puede incluir un circuito de suministro de alimentación 532. En algunas realizaciones, el circuito de suministro de alimentación 532 puede incluir diversos componentes, inclusive, aunque sin limitación, una batería 534, un condensador, un receptor de energía tal como un receptor de energía inalámbrico, un transformador, un rectificador y similares.
- 55 55 En diversas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 puede incluir un dispositivo de salida 536. El dispositivo de salida 536 puede incluir diversos componentes para salida visual y/o auditiva, inclusive, aunque sin limitación, luces (tales como luces LED), una pantalla de visualización, un altavoz y similares. En algunas realizaciones, el dispositivo de salida se puede utilizar para proporcionar notificaciones o alertas a un usuario del sistema, tales como el estado de sistema actual, una indicación de un problema, una intervención de usuario necesaria, un momento adecuado para realizar una acción de mantenimiento o similares.
- 60 60 En diversas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 puede incluir una memoria 538 y/o un controlador de memoria. La memoria puede incluir diversos tipos de componentes de memoria, inclusive RAM dinámica (D-RAM), memoria de solo lectura (ROM), RAM estática (S-RAM), almacenamiento en disco, memoria flash, EEPROM, RAM respaldada por batería, tal como S-RAM o D-RAM, y cualquier otro tipo de componente de almacenamiento de datos digitales. En algunas realizaciones, el circuito electrónico o componente electrónico incluye memoria volátil. En algunas 65

- realizaciones, el circuito electrónico o componente electrónico incluye memoria no volátil. En algunas realizaciones, el circuito electrónico o componente electrónico puede incluir transistores interconectados para proporcionar retroalimentación positiva que funcionan como trinquetes o biestables, proporcionando circuitos que tienen dos o más estados metaestables y permanecen en uno de estos estados hasta que son cambiados por una entrada externa. El almacenamiento de datos puede basarse en tales circuitos que contienen biestables. El almacenamiento de datos también puede basarse en el almacenamiento de carga en un condensador o en otros principios. En algunas realizaciones, la memoria no volátil 538 se puede integrar con el circuito de control 504.
- 5 En diversas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 puede incluir un circuito de reloj 540. En algunas realizaciones, el circuito de reloj 540 se puede integrar con el circuito de control 504. Aunque no se muestra en la figura 5, se apreciará que diversas realizaciones del presente documento pueden incluir un bus de datos/ comunicación para proporcionar el transporte de datos entre componentes. En algunas realizaciones, se puede incluir una interfaz de señal analógica. En algunas realizaciones, se puede incluir una interfaz de señal digital.
- 10 En diversas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 puede incluir un circuito de comunicaciones 542. En diversas realizaciones, el circuito de comunicaciones puede incluir componentes tales como una antena 544, amplificadores, filtros, convertidores de digital a analógico y/o de analógico a digital, y similares.
- 15 En diversas realizaciones, los dispositivos de monitorización 150 del presente documento están diseñados de modo que puedan funcionar utilizando únicamente una batería como fuente de energía y no agotar la batería durante un largo período de tiempo, tal como semanas, meses o, incluso, años. Como tal, en diversas realizaciones, las operaciones del dispositivo de monitorización 150 se pueden optimizar para conservar el consumo energético.
- 20 En diversas realizaciones, el circuito de control inicia un cambio transitorio en un parámetro de registro de datos en función de una señal recibida desde el tercer sensor de presión. En algunas realizaciones, el cambio transitorio en el parámetro de registro de datos comprende aumentar la resolución de los datos registrados. En algunas realizaciones, el cambio transitorio en el parámetro de registro de datos incluye cambiar la resolución de los datos registrados. En algunas realizaciones, cambiar la resolución puede incluir aumentar o disminuir la frecuencia de muestreo.
- 25 En algunas realizaciones, el primer sensor de presión y el segundo sensor de presión generan señales de manera discontinua. En algunas realizaciones, el primer sensor de presión y el segundo sensor de presión generan señales a intervalos de tiempo predeterminados.
- 30 Haciendo referencia ahora a la figura 6, se muestra un diagrama esquemático de elementos de un dispositivo de monitorización 150 de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. La figura 6 incluye diversos componentes, como se muestra en la figura 5. Como se representa en la figura 6, el dispositivo de monitorización 150 también puede estar en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación de CC y/o puede incluir un transformador 602. El dispositivo de monitorización 150 también puede incluir una interfaz de entrada 604 y/o un dispositivo de entrada de usuario.
- 35 40 El dispositivo de monitorización 150 también puede incluir un componente de comunicación inalámbrica local de bajo consumo 608. En algunas realizaciones, el componente de comunicación inalámbrica local de bajo consumo 608 puede incluir un componente Bluetooth. En algunas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 también puede incluir una interfaz de E/S por cable 610 y uno o más puertos de conexión de cable o receptáculos de toma 612.
- 45 En algunas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 puede incluir diversos otros sensores. En algunas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 también puede incluir un sensor de temperatura 614. El sensor de temperatura 614 puede estar en comunicación fluida con al menos uno del primer conducto de fluido, el segundo conducto de fluido y el tercer conducto de fluido.
- 50 55 En algunas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 también puede incluir un sensor de humedad 616. En algunas realizaciones, el dispositivo de monitorización 150 también puede incluir un sensor de sonido 618, tal como un micrófono. El sensor de sonido 618 puede estar en comunicación fluida con al menos uno del primer conducto de fluido, el segundo conducto de fluido y el tercer conducto de fluido.
- 60 Haciendo referencia ahora a la figura 7, se muestra una vista esquemática de un entorno de comunicación de datos de sistema de filtración 700 de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. El entorno de comunicación 700 puede incluir un sistema de filtración de aire 100, tal como un colector de polvo. En algunas realizaciones, el sistema de filtración 100 puede estar dentro de un entorno de trabajo 702. El entorno de trabajo 702 puede representar un área geográfica en la que funciona el sistema de filtración de aire 100. El entorno de trabajo 702 puede ser, por ejemplo, un centro de envío o distribución, una instalación de fabricación o similares.
- 65 En algunas realizaciones, las señales inalámbricas procedentes del sistema de filtración 100 se pueden intercambiar con una torre de comunicación inalámbrica 720 (o matriz de antenas), que podría ser una torre celular u otra torre de comunicación inalámbrica. La torre de comunicación inalámbrica 720 se puede conectar a una red de datos 722, tal como Internet u otro tipo de red de datos pública o privada, comutada por paquetes o de otro tipo.

- La red de datos puede proporcionar comunicación unidireccional o bidireccional con otros componentes que son externos al entorno de trabajo 702. Por ejemplo, un servidor 724 u otro dispositivo de procesamiento puede recibir señales electrónicas que contienen datos desde uno o más componentes, tal como el sistema de filtración 100. El servidor 724 puede interactuar con una base de datos 726 para almacenar datos. En algunas realizaciones, el servidor 724 (o un dispositivo que forma parte del sistema de servidor) puede interactuar con un dispositivo de usuario 728, que puede permitir a un usuario consultar datos almacenados en la base de datos 726. El servidor 724 y/o la base de datos 726 pueden estar en una ubicación física distinta o pueden estar en la nube.
- 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55
- Haciendo referencia ahora a la figura 8, se muestra una vista esquemática de un entorno de comunicación de datos de sistema de filtración 700 de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. En algunas realizaciones, se puede disponer una unidad de puerta de enlace o repetidor 810 dentro del entorno de trabajo 702. La unidad de puerta de enlace o repetidor 810 puede, en algunas realizaciones, comunicarse de manera inalámbrica con el sistema de filtración 100. En algunas realizaciones, la unidad de puerta de enlace o repetidor 810 se puede conectar a una red de datos externa 722, tal como Internet o diversas redes privadas. En algunas realizaciones, la red de datos 722 puede ser una red conmutada por paquetes. En algunas realizaciones, la puerta de enlace o repetidor 810 también puede incluir la funcionalidad de enrutador de red de datos.
- En algunas realizaciones, los sensores de presión pueden ubicarse a distancia con respecto al dispositivo de monitorización 150, pero en comunicación eléctrica con el dispositivo de monitorización 150, tal como en comunicación eléctrica con el circuito de control 504. Por ejemplo, haciendo referencia ahora a la figura 9, se muestra una vista en perspectiva frontal esquemática de un sistema de filtración de aire 100 con un dispositivo de monitorización de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. A diferencia del sistema mostrado en la figura 1, en este ejemplo, los sensores de presión están dispuestos en, o dentro de, una unión 166, 168 con los conductos de fluido existentes 162, 164 del sistema de filtración de aire y las señales procedentes de los sensores de presión se transmiten de vuelta al dispositivo de monitorización 150 a través de cables 952, 954.
- Se apreciará que, en el presente documento, se incluyen muchos tipos diferentes de sistemas de filtración. Si bien las figuras 1-3 ilustran un sistema de filtración de aire basado en cartucho, se apreciará que, en el presente documento, también se incluyen sistemas de filtración de aire de tipo bolsa. Haciendo referencia ahora a la figura 10, es una vista esquemática en perspectiva frontal de un sistema de filtración de aire 1100 con un dispositivo de monitorización 150 de acuerdo con diversas realizaciones del presente documento. En esta vista, no se muestran las conexiones al dispositivo de monitorización 150 para facilitar la ilustración. Durante el funcionamiento, las bolsas de filtro se pueden limpiar periódicamente con pulsos para mantener o reducir una caída de presión de funcionamiento, tendiendo las bolsas de filtro a limpiarse con pulsos durante el funcionamiento. Durante una operación de limpieza con pulsos, un pulso de aire es dirigido a través de la bolsa de filtro en una dirección opuesta a las operaciones de filtrado normales. El efecto del pulso de aire tiene dos resultados importantes. En primer lugar, el pulso tiende a hacer que la bolsa de filtro se flexione en respuesta al aumento de la presión interna. Tal movimiento de flexión hacia el exterior tiende a eliminar mecánicamente cualquier acumulación de partículas en forma de torta de filtrado en el exterior de la bolsa. Además, el aumento del flujo de aire en la dirección opuesta a través de la superficie de la bolsa de filtro tiende a provocar que las partículas se eliminen por la acción del aire al pasar a través de las aberturas porosas dentro de la estructura de bolsa de filtro. El resultado de la acción del aire al pasar a través de la bolsa en una dirección opuesta durante las operaciones tiende a reducir la cantidad de cualesquier partículas o torta de filtro que se forma en el exterior de la bolsa de filtro, volviendo, por tanto, la bolsa de filtro a una caída de presión que, normalmente, es más acorde con un funcionamiento eficiente de la estructura. Tales operaciones de limpieza con pulsos se pueden realizar utilizando una variedad de estructuras internas dentro de la casa de bolsas. La casa de bolsas puede contener ventiladores internos que pueden dirigir una corriente de aire en la dirección opuesta a través de la estructura de alojamiento. Como alternativa, el alojamiento puede contener un orificio de aire o un cabezal de pulverización que se puede instalar dentro de la estructura de soporte o se puede mover de una estructura de soporte a otra estructura de soporte para introducir una corriente de aire de pulsos inversos hacia el interior de la casa de bolsas. Los dispositivos de monitorización del presente documento se pueden conectar a tales sistemas de filtración de modo que se proporcione comunicación fluida con áreas del sistema de filtración (tal como el lado limpio o aguas abajo de las bolsas de filtro y el lado sucio o aguas arriba de las bolsas de filtro) y sensores en, o de otra manera en comunicación eléctrica con, el dispositivo de monitorización. Algunos aspectos adicionales de los sistemas de filtración de aire de tipo bolsa se describen en la patente estadounidense n.º 6.740.412.

REIVINDICACIONES

1. Uso de un dispositivo de monitorización (150) para un sistema de filtración (100) que comprende:

5 un primer conducto de fluido (152);
 un primer sensor de presión (506), en donde el primer sensor de presión (506) está en comunicación fluida con el primer conducto de fluido (152);
 un segundo conducto de fluido (154);
 un segundo sensor de presión (514), en donde el segundo sensor de presión (514) está en comunicación fluida con el segundo conducto de fluido (154); y
 10 un circuito de control (504) en comunicación electrónica con el primer sensor de presión (506) y el segundo sensor de presión (514);
 un alojamiento (502), en donde el primer sensor de presión (506), el segundo sensor de presión (514) y el circuito de control (504) están todos dispuestos dentro del alojamiento (502), **caracterizado por** el hecho de que el dispositivo de monitorización (150) comprende, además:

15 un tercer conducto de fluido (156); y
 un tercer sensor de presión (522) dentro del alojamiento (502) y en comunicación fluida con el tercer conducto de fluido (156);

20 en donde el tercer conducto de fluido (156) está en comunicación fluida con un suministro de gas comprimido.

25 2. Uso del dispositivo de monitorización de la reivindicación 1, en donde el circuito de control inicia un cambio transitorio en un parámetro de registro de datos en función de una señal recibida desde cualquiera del primer sensor de presión (506), el segundo sensor de presión (514) o el tercer sensor de presión (522).

30 3. Uso del dispositivo de monitorización de la reivindicación 2, en donde el cambio transitorio en el parámetro de registro de datos comprende cambiar la resolución de los datos registrados, en donde cambiar la resolución puede incluir aumentar o disminuir la frecuencia de muestreo.

35 4. Uso del dispositivo de monitorización de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende, además, un acelerómetro, en donde el acelerómetro está en comunicación electrónica con el circuito de control (504), en donde el acelerómetro está dispuesto dentro del alojamiento (502), de manera que las vibraciones incidentes sobre una superficie de contacto del alojamiento (502) se atenúen en menos del 10 % al incidir sobre el acelerómetro.

40 5. Uso del dispositivo de monitorización de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende, además, un micrófono, en donde el micrófono está en comunicación electrónica con el circuito de control (504).

45 6. Uso del dispositivo de monitorización de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el circuito de control (504) está configurado para calcular un valor correlacionado con un caudal de fluido a través del sistema de filtración en función de un valor de presión diferencial y un valor de presión estática, en donde el valor de presión diferencial se determina mediante una señal procedente tanto del primer sensor de presión (506) como del segundo sensor de presión (514) y el valor de presión estática mediante una señal procedente de uno del primer sensor de presión (506) y el segundo sensor de presión (514).

50 7. Uso del dispositivo de monitorización de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el primer sensor de presión (506) y el segundo sensor de presión (514) están configurados para generar señales a intervalos de tiempo variables.

55 8. Uso del dispositivo de monitorización de la reivindicación 7, en donde el intervalo de tiempo variable se determina en función de la tasa de cambio de las señales de primer o del segundo sensor de presión.

60 9. Uso del dispositivo de monitorización de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde el circuito de control (504) inicia una alarma si se ha cumplido una condición de alarma predeterminada.

65 10. Uso del dispositivo de monitorización de la reivindicación 9, en donde la condición de alarma incluye al menos uno de:

66 un valor máximo para una señal recibida desde el primer sensor de presión (506);
 un valor mínimo para una señal recibida desde el primer sensor de presión (506);
 un valor máximo para una señal recibida desde el segundo sensor de presión (514);
 un valor mínimo para una señal recibida desde el segundo sensor de presión (514);

67 una diferencia máxima entre un valor para una señal recibida desde el primer sensor de presión (506) y un valor para una señal recibida desde el segundo sensor de presión (514); y

68 una diferencia mínima entre un valor para una señal recibida desde el primer sensor de presión (506) y un valor para una señal recibida desde el segundo sensor de presión (514).

11. Un sistema de filtración de aire (100) que comprende:

5 un alojamiento del sistema de filtración configurado para recibir un elemento de filtro (240) en su interior a través del cual pasa un flujo de fluido, comprendiendo el elemento de filtro (240) un lado aguas arriba y un lado aguas abajo; y
 un dispositivo de monitorización (150) que comprende:

10 un primer conducto de fluido (152) en comunicación fluida con el lado aguas arriba del elemento de filtro;
 un primer sensor de presión (506), en donde el primer sensor de presión (506) está en comunicación fluida con el primer conducto de fluido (152);
 un segundo conducto de fluido (154) en comunicación fluida con el lado aguas abajo del elemento de filtro;
 un segundo sensor de presión (514), en donde el segundo sensor de presión (514) está en comunicación fluida con el segundo conducto de fluido (154);
15 un circuito de control (504) del dispositivo de monitorización en comunicación electrónica con el primer sensor de presión (506) y el segundo sensor de presión (514); y
 un alojamiento (502) del dispositivo de monitorización (150), en donde el primer sensor de presión (506), el segundo sensor de presión (514) y el circuito de control (504) están todos dispuestos dentro del alojamiento (502) del dispositivo de monitorización (150),
20

caracterizado por el hecho de que el dispositivo de monitorización comprende, además:

25 un tercer conducto de fluido (156); y
 un tercer sensor de presión (522) dentro del alojamiento (502) del dispositivo de monitorización (150) y en comunicación fluida con el tercer conducto de fluido (156);

 en donde el tercer conducto de fluido (156) está en comunicación fluida con un suministro de gas comprimido.

30 12. El sistema de filtración de la reivindicación 11, en donde el sistema de filtración comprende, además, un circuito de control (504) del sistema de filtración.

13. El sistema de filtración de cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, en donde el circuito de control de sistema de filtración (504) no está en comunicación electrónica con el circuito de control (504) del dispositivo de monitorización.

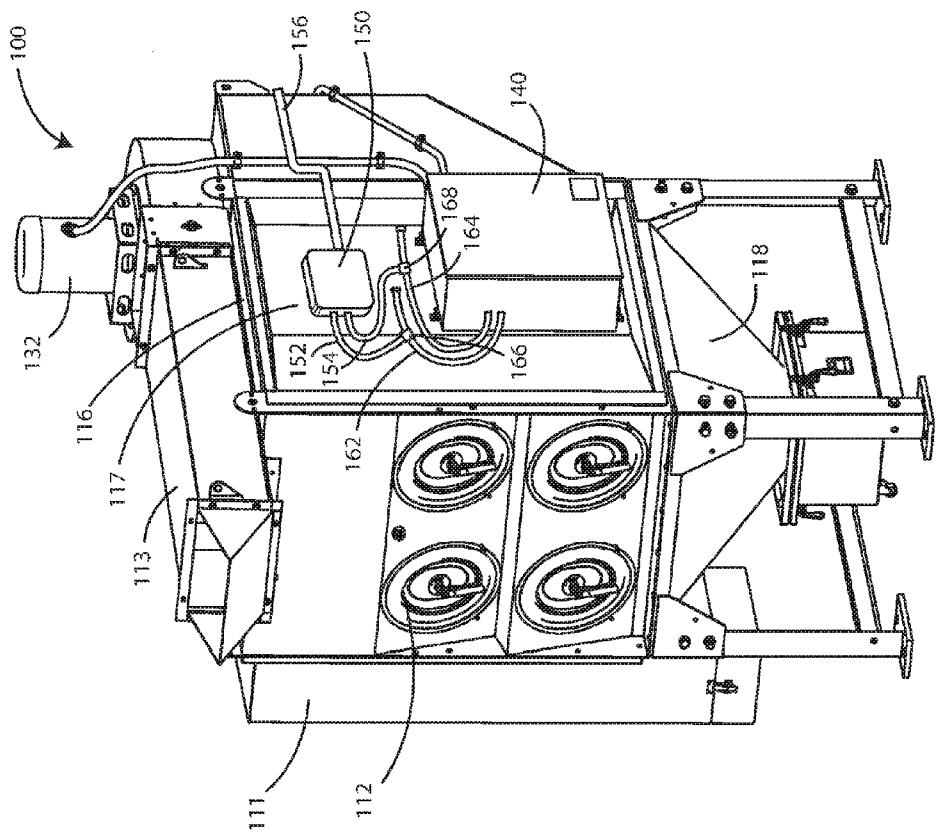


FIG. 1

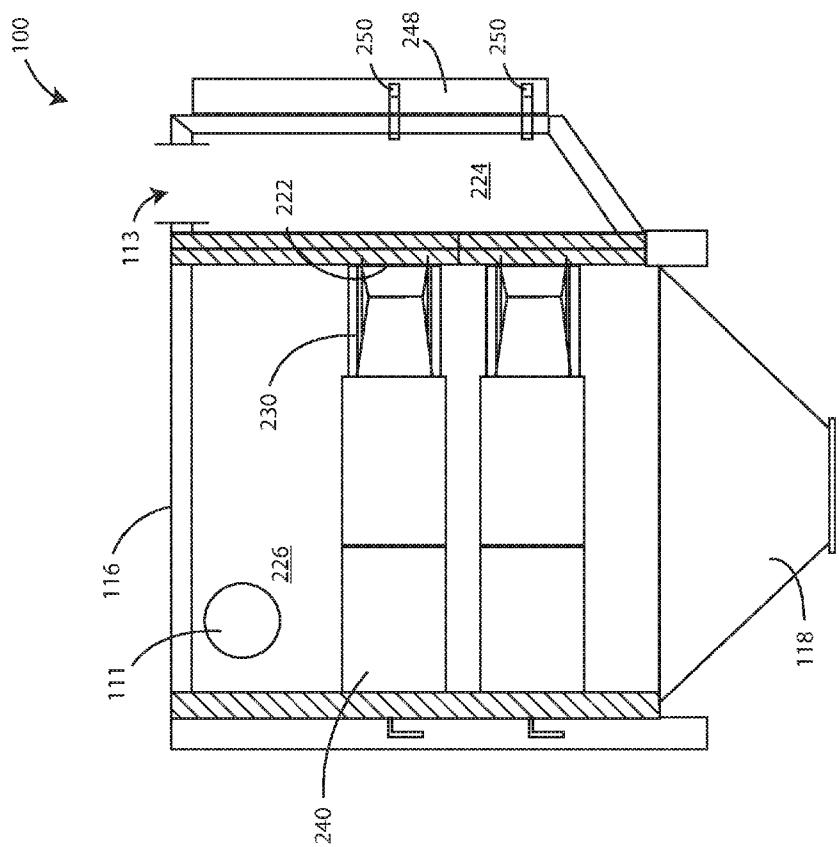


FIG. 2

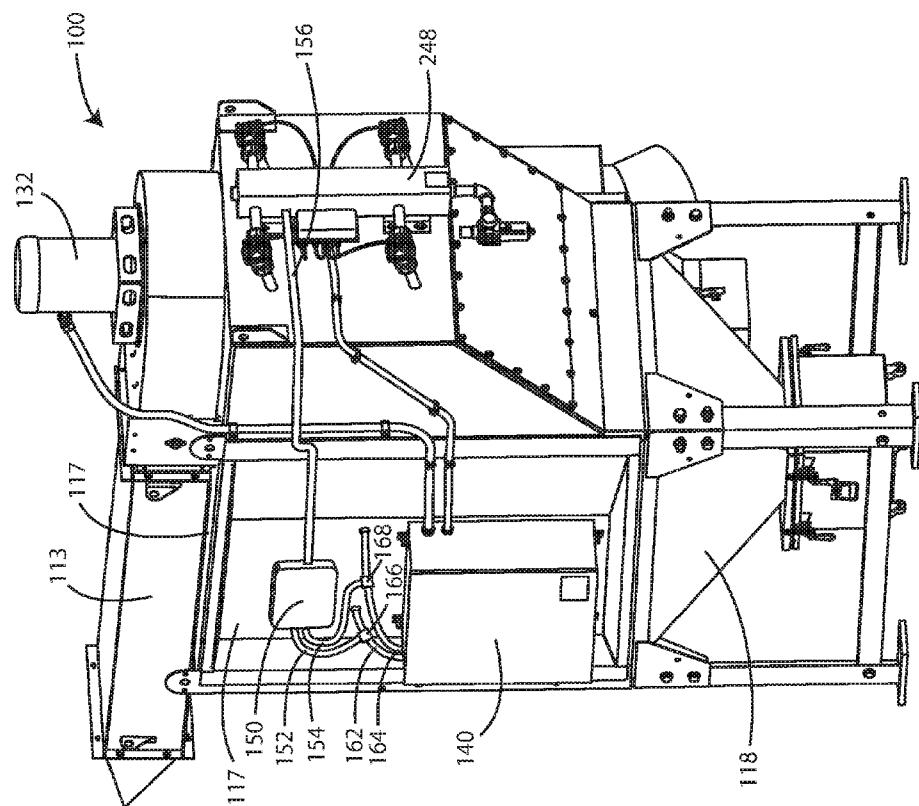
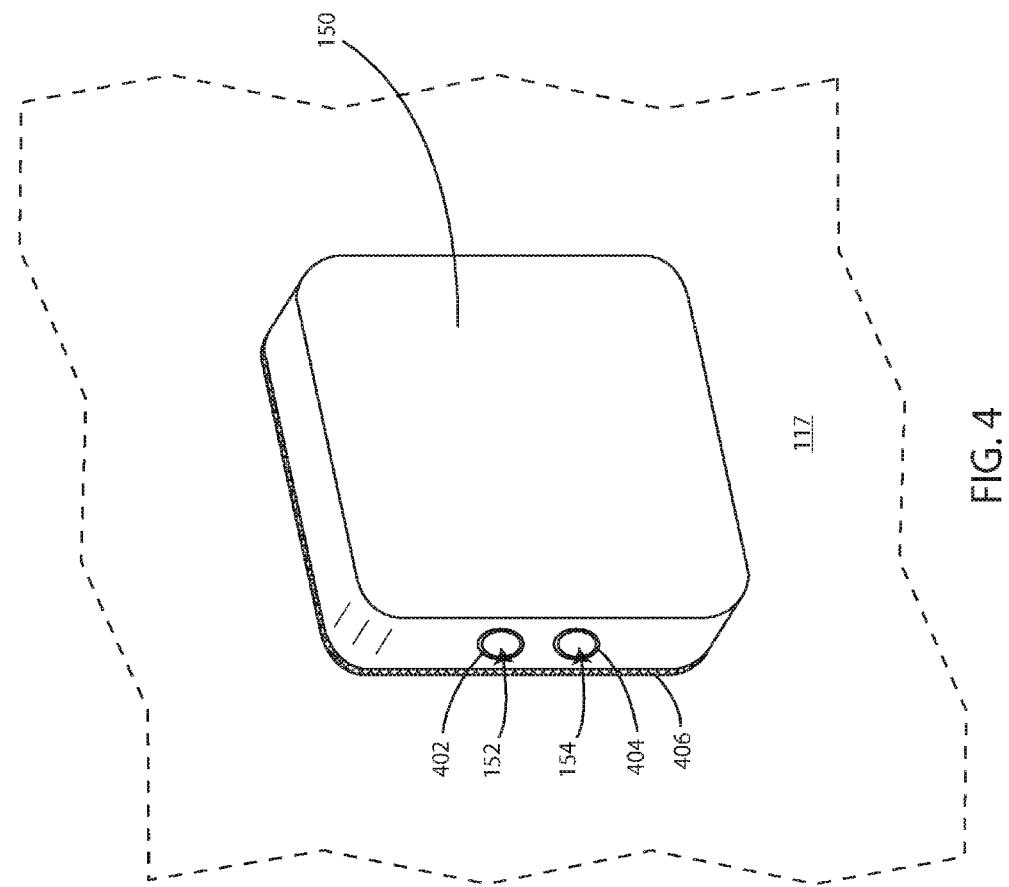


FIG. 3



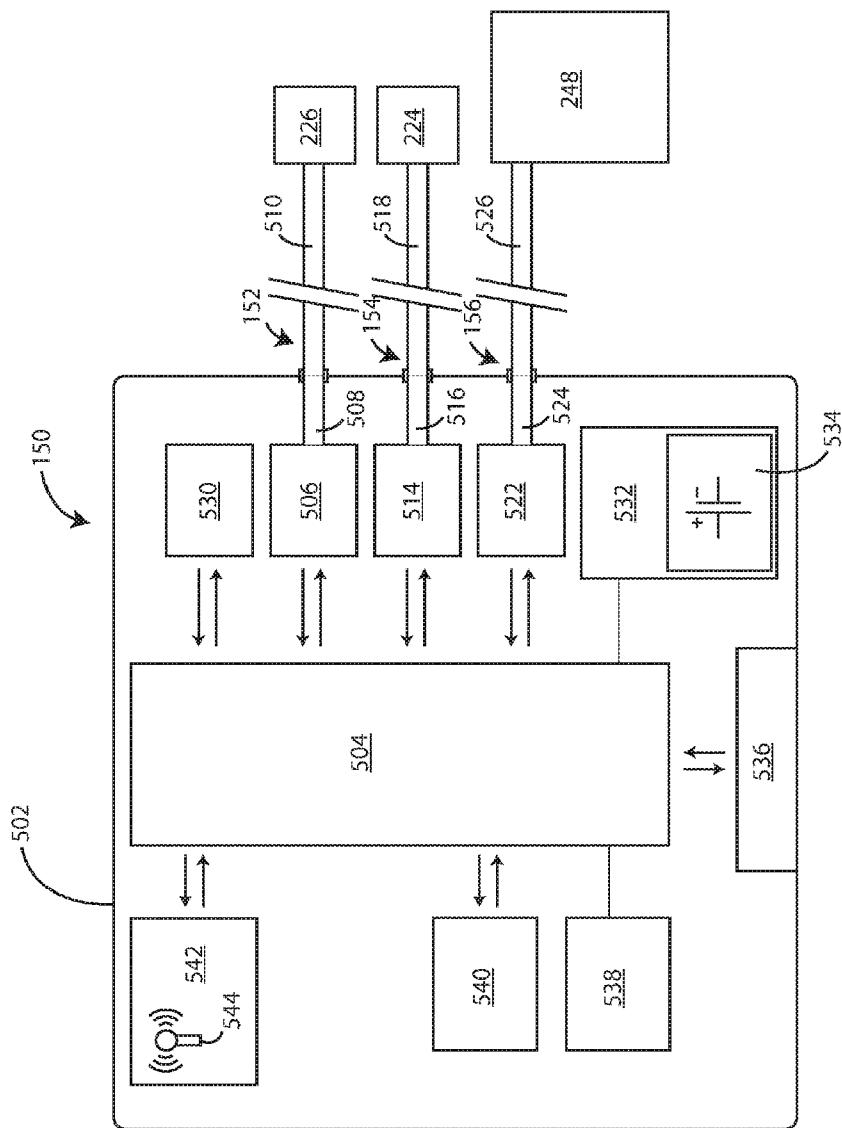


FIG. 5

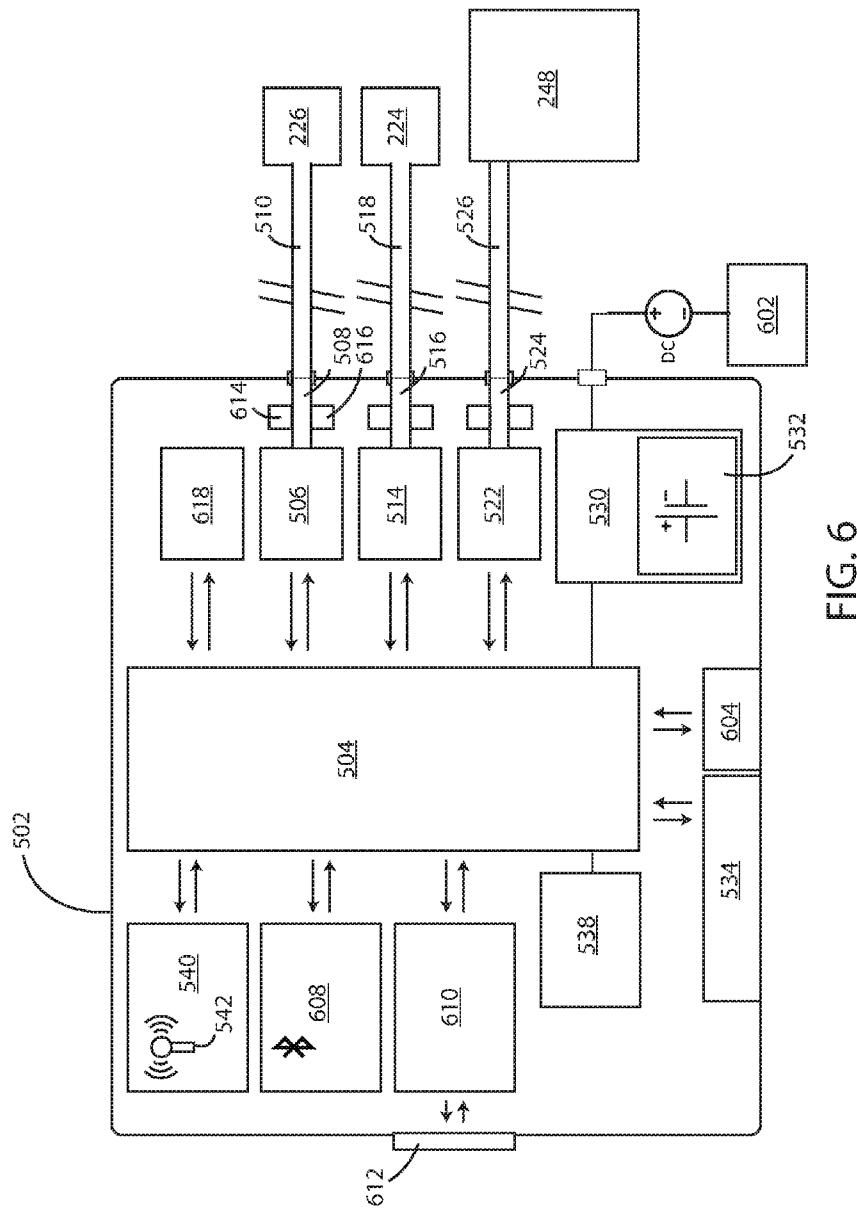


FIG. 6

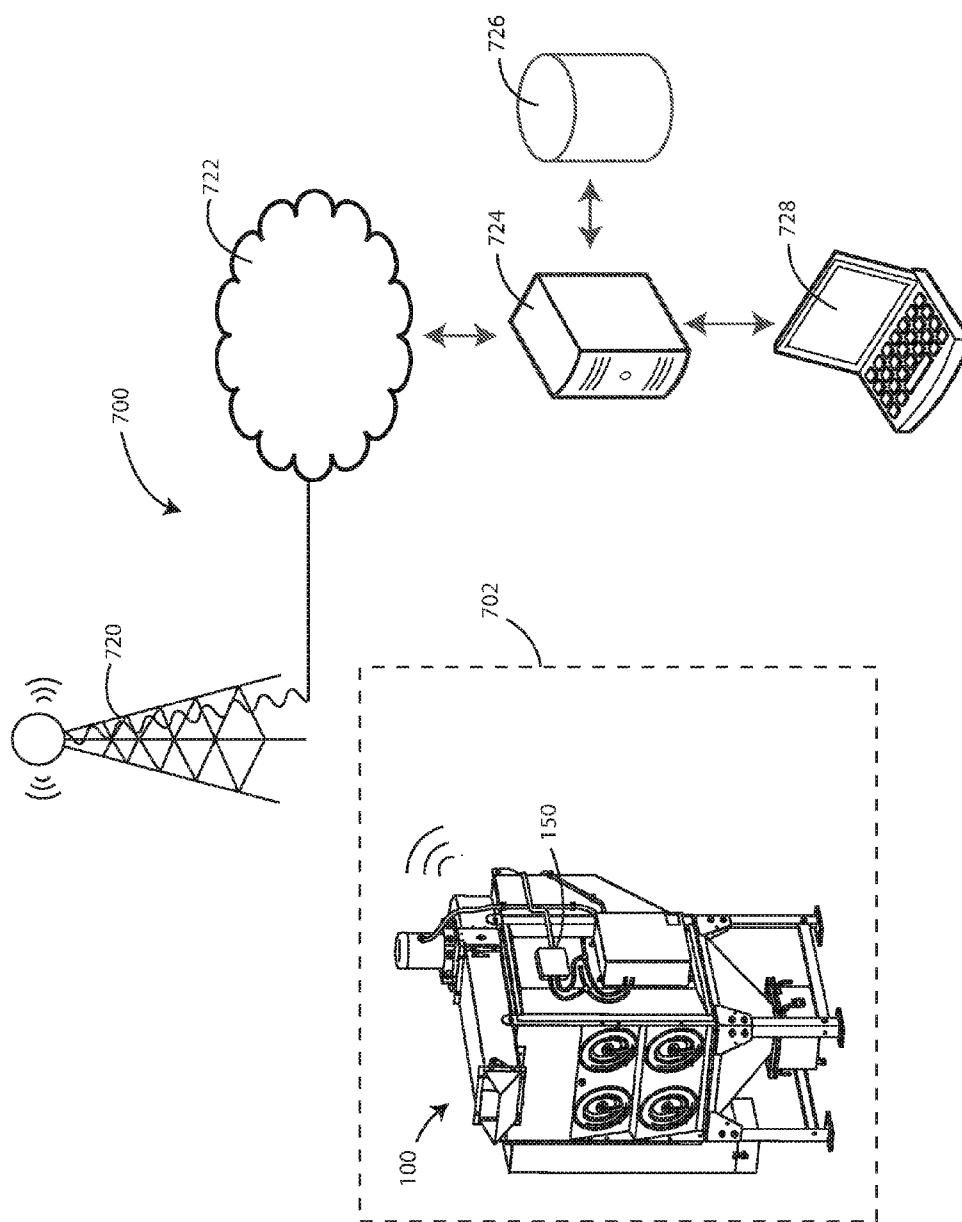


FIG. 7

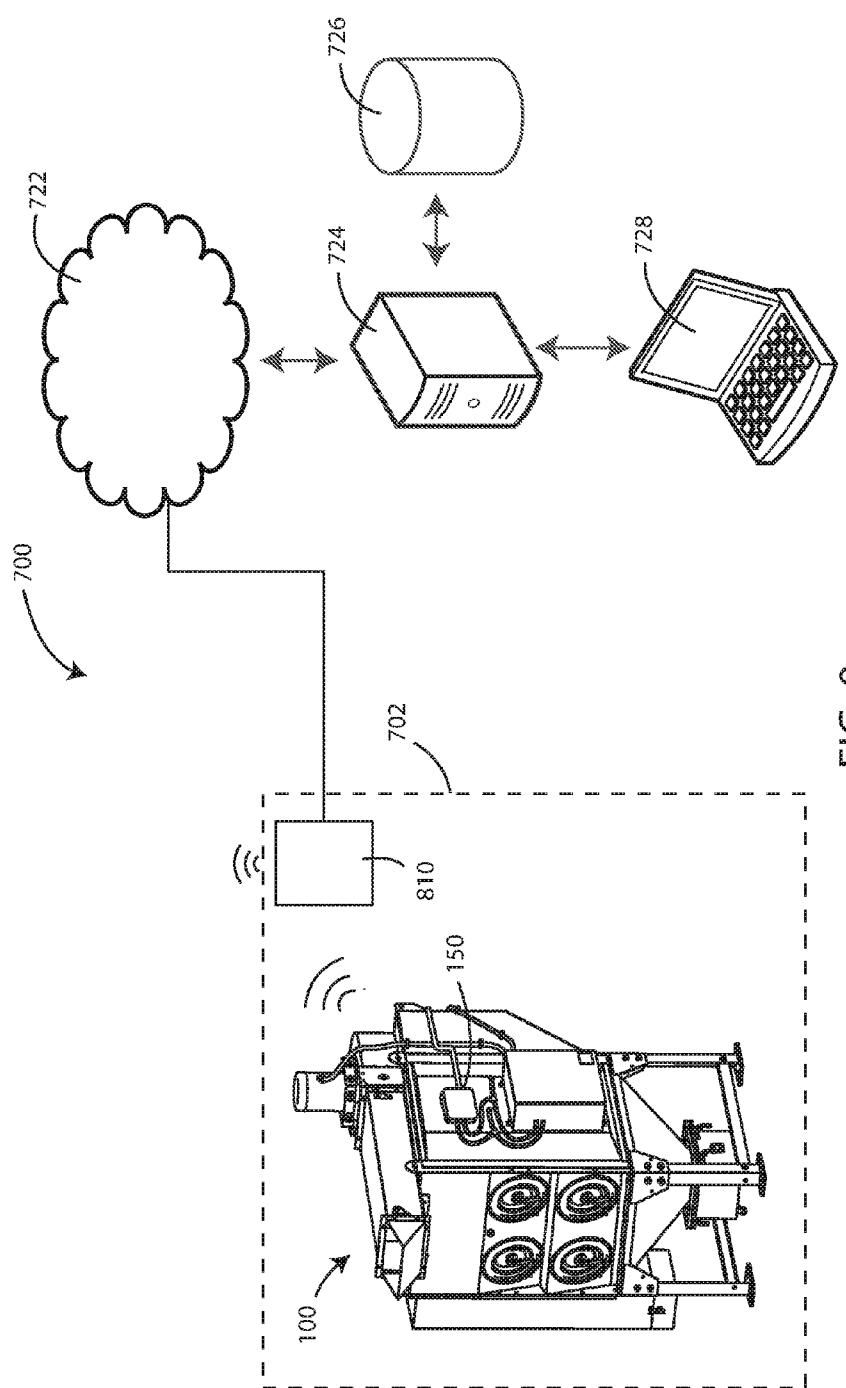


FIG. 8

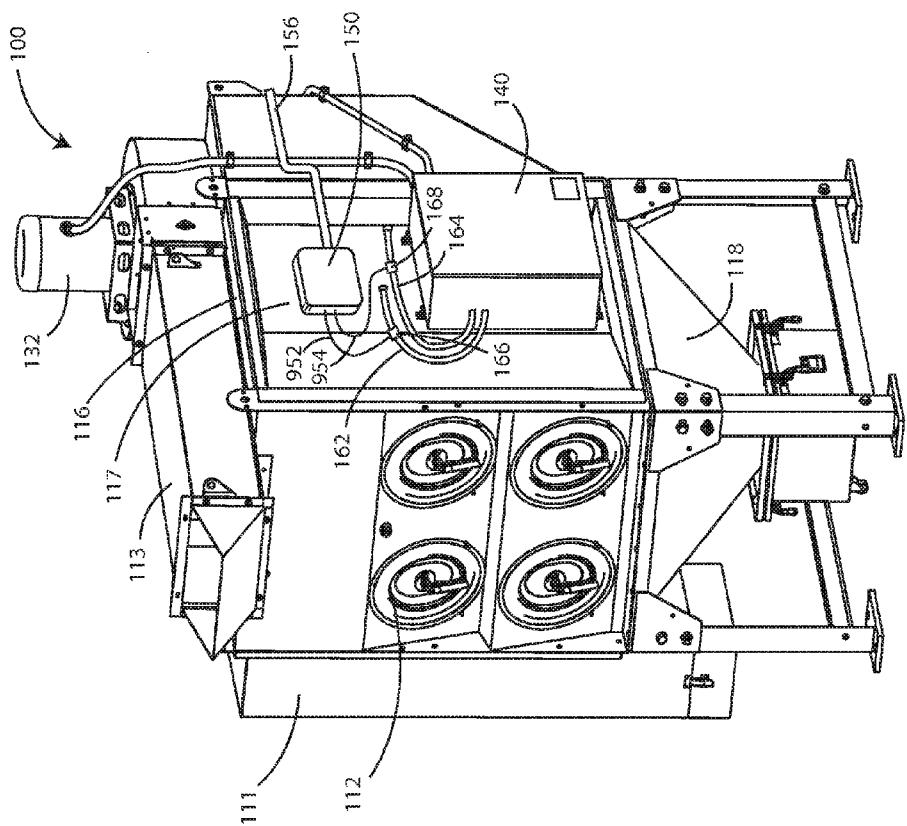


FIG. 9

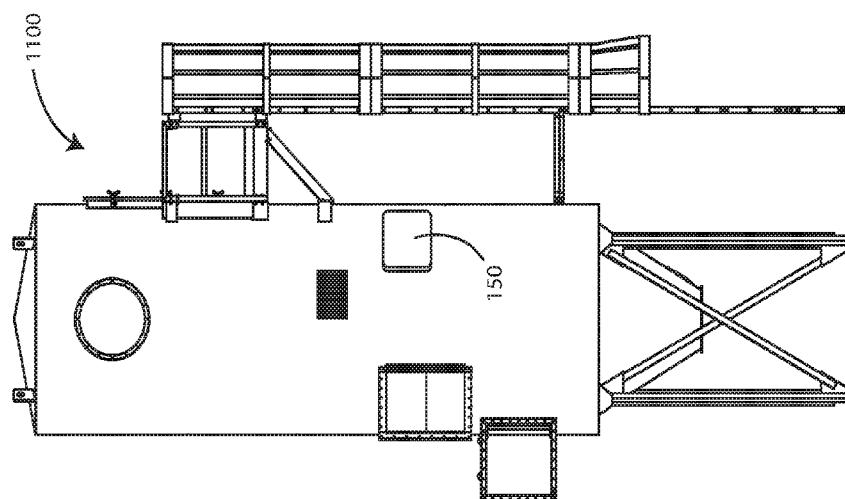


FIG. 10