

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 597 844**

51 Int. Cl.:

G08B 17/103 (2006.01)

G08B 17/107 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2004** **E 07113623 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016** **EP 2112639**

54 Título: **Mejoras relacionadas con detectores de partículas**

30 Prioridad:

23.10.2003 AU 2003905839

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

23.01.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS SCHWEIZ AG (100.0%)
FREILAGERSTRASSE 40
8047 ZURICH, CH**

72 Inventor/es:

COLE, MARTIN TERENCE

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 597 844 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

Mejoras relacionadas con detectores de partículas

La presente invención se relaciona con el campo de la detección, análisis y/o de la determinación de materia o partículas suspendidas en un fluido.

- 5 En una forma particular, la presente invención se relaciona con detectores de humo, los cuales detectan la pirolisis o combustión indeseada de material. En otra forma, la presente invención se relaciona con detectores de humo del tipo de detección temprana, y que pueden ser aplicados a la monitorización de ventilación, aire acondicionado o ductos de un área particular. En aun otra forma, la presente invención se relaciona con la monitorización para seguimiento, para vigilancia, tales como monitorización de edificios, fuego o seguridad. En todavía otra forma, la
 10 presente invención se relaciona con monitorización ambiental, tal como monitorización, detección y/o análisis de un fluido, zona, área y/o entorno ambiental, incluyendo entornos comerciales e industriales.

Como será evidente, la presente invención tiene amplia aplicación y así las formas particulares anotadas más arriba solamente se dan a manera de ejemplo, y el alcance de la presente invención no debería ser limitado a solamente estas formas.

- 15 Arte anterior

La Solicitud de Patente Internacional WO 01/59737 A divulga un detector de partículas para detección de partículas suspendidas en un fluido, particularmente detectores de humo adecuados para su montaje sobre ductos para la detección temprana de humo creado por pirolisis o combustión indeseada de materiales en un área protegida o zona de fuego a la cual está conectado el ducto. El detector provee alternadamente iluminación a una zona de detección
 20 con una o con una primera o una segunda iluminación. La carcasa del detector de acuerdo con la figura 1 involucra una tubería para proveer flujo de aire a través de una cámara de detección. Esta tubería puede incorporar una boquilla opuesta a un colector, para dirigir el flujo de aire a través de la cámara, de tal manera que la cámara sea purgada rápidamente de humo en el evento de que el nivel de humo se esté reduciendo.

Arte antecedente

- 25 El presente inventor ha determinado el entendimiento de que el tipo de humo producido en diversas circunstancias de pirolisis de combustión es diferente. Los fuegos de ignición rápida tienden a producir un número muy grande de partículas sólidas muy pequeñas que pueden aglomerarse en formas aleatorias para formar hollín. En contraste, las etapas tempranas de la pirolisis tienden a producir un número mucho más pequeño de partículas líquidas relativamente grandes (de alto punto de ebullición), existentes típicamente como aerosoles que pueden aglomerarse
 30 para formar esferas más grandes, traslucidas.

El presente inventor también ha determinado el entendimiento de que la detección de partículas relativamente grandes que se incrementan lentamente en cantidad durante un período extendido de tiempo indicarían típicamente una pirolisis de condición llameante, mientras que la detección de numerosas partículas pequeñas que surgen rápidamente y sin pirolisis o llamas tempranas podría indicar un incendio provocado que involucra el uso de
 35 acelerantes.

El presente inventor también ha determinado el entendimiento de que las partículas de polvo son generadas por abrasión o descomposición no térmica de materiales u organismos naturales en el ambiente y que tales partículas en general son muy grandes comparadas con las partículas de humo.

El presente inventor también ha determinado el entendimiento de lo siguiente:

- 40 Los detectores de humo de tipo de punto convencional están diseñados primariamente para instalación en techos en un área protegida. Estos detectores tienen una sensibilidad relativamente baja y tienen dificultad en detectar la presencia de pirolisis no deseada cuando grandes volúmenes de aire pasan a través del área que está siendo monitorizada, diluyendo así la capacidad del detector para detectar la presencia de pirolisis no deseada.

45 Para superar estas desventajas, se han desarrollado detectores de humo aspirado altamente sensible, y se despliegan frecuentemente en ductos con el propósito de monitorizar un área. Esto detectores proveen una medida de sensibilidad de algunos cientos de veces mayor que los detectores de punto convencionales. Estos sistemas aspirados emplean presión por succión a través de una bomba de aire y también emplean un filtro de polvo para evitar que la polución por polvo no deseada ensucie el detector o sea detectada de manera indistinguible del humo y produzca la activación de una falsa alarma.

- 50 El detector de humo empleado preferiblemente en un sistema aspirado es un nefelómetro. Este es un detector

sensible a muchos tamaños de partículas, tal como las muchas partículas de humo producidas en fuegos o durante las etapas iniciales de sobrecalentamiento, pirolisis o llama.

5 Los detectores de humo tipo óptico (o de partículas aéreas) del arte anterior usan típicamente una fuente de luz individual para iluminar una zona de detección que puede contener tales partículas. El uso de dos fuentes de luz ha sido propuesto para algunos detectores. Una proporción de esta luz puede ser dispersada por las partículas hacia una o más celdas receptoras (o sensores). Las señales de salida de las celdas receptoras se utilizan para activar una señal de alarma.

10 Otros detectores utilizan un haz de láser, que provee una fuente de luz monocromática polarizada, típicamente en la longitud de onda del infrarrojo cercano. Estos detectores, sin embargo, no se consideran como verdaderos nefelómetros puesto que son propensos a ser extremadamente sensibles a un rango de tamaño de partícula en particular a costa de otros rangos de tamaño.

La desventaja sufrida por los detectores anteriores es su insensibilidad relativa a partículas muy pequeñas características de pirolisis temprana y fuegos incipientes, así como a ciertos fuegos de ignición rápida.

15 Los detectores de humo por ionización, por otro lado, utilizan un elemento radiactivo tal como americio, para ionizar el aire dentro de la cámara de detección. Estos detectores son relativamente sensibles a partículas muy pequeñas producidas en fuegos en ignición, pero relativamente insensibles a partículas más grandes producidas en pirolisis o por llama. También se han encontrado relativamente propensos a corrientes de aire, las cuales sirven para desplazar el aire ionizado dentro de la cámara de detección y así activar una falsa alarma. Esto coloca un límite práctico sobre su sensibilidad útil.

20 Otros detectores de humo han utilizado una lámpara de xenón como fuente de luz individual. La lámpara de xenón produce un espectro continuo de luz similar a la luz solar, abarcando las longitudes de onda ultravioleta, visible e infrarroja. El uso de esta fuente de luz puede detectar todos los tamaños de partícula y los detectores producen una señal que es proporcional a la densidad de masa del humo, lo cual es característico de un verdadero nefelómetro. Sin embargo, el tipo de fuego no puede ser caracterizado por que el tamaño de partícula particular no puede ser discernido. La luz de xenón también tiene solamente una vida útil relativamente corta de cerca de 4 años y se sabe que su intensidad de luz varía, lo cual afecta la sensibilidad.

30 El presente inventor también ha detectado que con el fin de proveer un rango de salida amplio en sensibilidad, los detectores del arte anterior proveen un convertidor análogo a digital (ADC) utilizado para aplicar los datos del nivel de humo a un microprocesador. Con un diseño cuidadoso, sustancialmente toda la capacidad del ADC se usa para representar el nivel de humo máximo, tal como (típicamente) 20%/m. La operación por ADC a una resolución de 8 bit es útil mientras que ADC de 10 bit o mayores son más costosos y requieren microprocesadores más grandes. Se ha encontrado que un ADC de 10 bit permite que este nivel de 20%/m sea dividido en 1024 etapas, representando cada etapa un incremento de $20/1024 = 0.02\%/m$. Así las etapas son 0, 0.02, -0.04, 0.06, etc., sin oportunidad de incrementos más finos. A niveles de humo bajos esto se considera una resolución muy burda, siendo difícil fijar umbrales de alarma finamente. Sin embargo a niveles de humo altos, una resolución de 0.02%/m es innecesaria —la capacidad para fijar un umbral de alarma a 10.00%/m o 10.02%/m por ejemplo, tiene poco o ningún beneficio. Así la resolución de los detectores del arte anterior se considera demasiado burda a niveles de humo bajos y demasiados fina a niveles de humo altos.

40 Cualquier discusión de documentos, dispositivos, actas o conocimientos en esta especificación se incluyen para explicar el contexto de la invención. No deben considerarse como admisión de que cualquiera de los materiales forma una parte de la base de arte anterior o del conocimiento general común en el arte relevante en Australia o en ningún otro lugar o antes de la fecha de prioridad de la divulgación y reivindicaciones presentes.

45 Un objeto de la presente invención es proveer un aparato y métodos para la detección de partículas que permiten una detección, discriminación y/o análisis mejorados de partículas, pirolisis, eventos y polvo por llama y/o ignición, proveyendo así una mejora correspondiente en la detección de partículas presentes en fluidos.

Un objeto adicional de la presente invención es proveer un aparato y métodos para la detección de partículas adecuados para uso con ductos o como detectores y/o monitores individuales.

Un objetivo todavía adicional de la presente invención es aliviar al menos una desventaja asociada con el arte anterior.

50 Resumen de la invención

De acuerdo con aspectos de la presente invención, la monitorización, vigilancia, determinación, detección y/o análisis de partículas, ambiente, fluidos, humo, zonas o áreas puede comprender la determinación de la presencia

y/o características de las partículas según se requiera dada la aplicación particular de la presente invención.

5 En esta línea, un aspecto de la invención provee, un método y un dispositivo para determinar, en una muestra de fluido, la presencia de partículas que tienen sustancialmente un tamaño o rango de tamaño predeterminado, comprendiendo el método las etapas de iluminar la muestra con una primera longitud de onda de luz, obteniendo una primera señal de respuesta indicativa de la primera iluminación, iluminar la muestra con una segunda longitud de onda de luz, obteniendo una segunda señal de respuesta indicativa de la segunda iluminación, y determinar la presencia de partículas que tienen el tamaño o rango de tamaños comparando la primera y segunda señales.

Preferiblemente, las iluminaciones son polarizadas horizontal y/o verticalmente.

10 En otro aspecto de la invención, se provee un aparato para control de ganancia adaptado para proveer control de ganancia en un monitor de partículas, comprendiendo dicho aparato una primera etapa de ganancia que tiene un primer amplificador, una segunda etapa de ganancia que tiene un segundo amplificador, y una retroalimentación de voltaje o corriente controlada desde la salida de la segunda etapa a la entrada de la primera etapa de tal manera que la respuesta en frecuencia del amplificador no se afecta por dicha retroalimentación.

15 En todavía otro aspecto de la invención, se provee un método para determinar un intervalo de servicio para un monitor de partículas, comprendiendo el método las etapas de determinar la presencia de partículas de polvo, proveyendo una medición de la presencia de las partículas, y proveyendo una indicación de servicio cuando la medición ha alcanzado un umbral predeterminado.

20 En aún otro aspecto de la invención, se provee una cámara para monitorización de partículas, que comprende un primer lente operable en asociación con una fuente de iluminación, un segundo lente adaptado para enfocar la luz incidente hacia una celda receptora, y un iris primario configurado para evitar sustancialmente que la luz que emana directamente del primer lente impacte sobre el segundo lente.

25 En un aspecto adicional de la invención, se provee un método y un dispositivo para determinar la velocidad de fluido que fluye a través de un área dada, comprendiendo el método las etapas de proveer un primer sensor en el camino del flujo del fluido en un punto de velocidad de fluido relativamente baja, proveyendo un segundo sensor en el camino del flujo de fluido en un punto de velocidad de fluido relativamente alta, teniendo el segundo sensor características de temperatura sustancialmente similares a las del primer sensor, y determinando la velocidad de fluido con base en una medición del efecto de enfriamiento del fluido que pasa a través del primero y segundo sensores.

30 Adicionalmente se provee de acuerdo con otro aspecto de la invención, un método y un dispositivo para montar una carcasa en un ducto, comprendiendo el método las etapas de proveer al menos un elemento de pestaña en asociación con la carcasa, localizando la carcasa próxima al área de montaje del ducto, conformando el elemento de pestaña para que se ajuste sustancialmente a un perfil del ducto próximo al área de montaje, y acoplando la carcasa utilizando el elemento de pestaña.

35 La presente invención también provee un monitor para monitorizar la presencia, concentración y características de partículas en el medio fluido.

La presente invención también provee, como activación de salida el umbral o alarma del detector, una señal logarítmica. Esto significa una señal, cuya amplitud puede ser comprimida de acuerdo con una función o escala logarítmica. La señal logarítmica puede representar diversos atributos de partículas detectadas, tales como la presencia, número, frecuencia, concentración y/o duración.

40 En esencia, en un aspecto de la invención, se utilizan diferentes longitudes de onda, diversos rangos de longitudes de onda y/o polarización para detectar partículas predeterminadas en el fluido.

En esencia, en otro aspecto de la invención, la sustracción o provisión de una relación de dos señales permite una salida más medible que indica la detección de partículas y los tamaños de partícula.

45 En esencia, en otro aspecto de la invención, esta salida que indica la detección de partículas es amplificada de acuerdo con las dos señales.

Otros aspectos y aspectos preferidos están divulgados en la especificación y/o definidos en las reivindicaciones anexas, formando una parte de la descripción de la invención.

50 Se ha encontrado que la presente invención da como resultado una serie de ventajas, tales como tamaño, coste y consumo de energía reducidos a la vez que alcanza los estándares más altos de la industria en cuanto a sensibilidad, confiabilidad, período de mantenimiento y minimización de falsas alarmas, y/o monitorización de un

ambiente en cuanto a la presencia de humo y/o partículas de polvo de tal manera que puede proveerse una sensibilidad muy alta al humo sin sufrir falsas alarmas debidas al polvo.

5 A lo largo de esta especificación, se hace referencia a una serie de diferentes fuentes de luz que tienen ciertas longitudes de onda. La referencia a las fuentes de luz y longitudes de onda se hace solamente puesto que son fuentes de luz comercialmente disponibles actualmente. Debe entenderse que los principios que subyacen a la presente invención tienen aplicabilidad igual a las fuentes de luz de diferentes longitudes de onda.

Un monitor puede incluir una referencia a un detector o aparato similar.

10 El alcance adicional de la aplicabilidad de la presente invención será evidente a partir de la descripción detallada dada a continuación. Sin embargo, debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, a la vez que indican realizaciones preferidas de la invención, se dan solamente a manera de ilustración, puesto que diversos cambios y modificaciones dentro del espíritu y alcance de la invención serán evidentes para los experimentados en el arte a partir de esta descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

15 Divulgación, objetos, ventajas y aspectos adicionales de la presente invención pueden ser entendidos mejor por los experimentados en el arte relevante con referencia a la siguiente descripción de realizaciones preferidas tomadas en conjunción con los dibujos acompañantes, los cuales se dan a manera de ilustración solamente, y no son limitantes de la presente invención, y en los cuales:

La figura 1 ilustra resultados de longitudes de onda de azul a 430 nm y roja a 660 nm para partículas en un rango de tamaños de partícula,

20 La figura 2 ilustra resultados de longitudes de onda de azul a 430 nm y verde a 530 nm para partículas sobre un rango de tamaños de partícula,

La figura 3 ilustra los resultados de longitudes de onda de azul a 470 nm e infrarroja a 940 nm para partículas sobre un rango de tamaños de partícula,

La figura 4 ilustra el resultado que sigue a la sustracción relativa de las señales roja de la azul,

25 La figura 5 ilustra el resultado que sigue a la sustracción relativa de las señales verde de la azul,

La figura 6 ilustra el resultado que sigue a la sustracción relativa de las señales de infrarrojo de azul,

La figura 7 ilustra el desarrollo del tamaño de partícula con el tiempo para diversos tipos de combustibles,

La figura 8 ilustra una respuesta comparativa de canales de infrarrojo y azul al humo de diversos combustibles y/o etapas de crecimiento del fuego,

30 La figura 9 ilustra relaciones relativas de las salidas del canal B y canal A en respuesta a partículas aéreas a partir de combustibles dados durante una prueba,

La figura 10 ilustra un diagrama de bloque esquemático de un monitor de humo de acuerdo con una realización de la presente invención,

35 La figura 11 ilustra un diagrama de circuitos de una forma de un amplificador controlado de ganancia de acuerdo con una realización de la presente invención,

Las figuras 12, 13 ilustran una geometría de cámara preferida que incluye rutas de luz indicativas,

La figura 14 ilustra el uso de un lente biconvexo de acuerdo con un aspecto de la invención,

La figura 15 ilustra la operación relativa de un lente esférico de acuerdo con un aspecto de la invención,

La figura 16 ilustra el uso de un lente esférico de acuerdo con un aspecto de la invención,

40 La figura 17 ilustra la operación relativa de un lente biconvexo de acuerdo con un aspecto de la invención, y

La figura 18 ilustra un ejemplo del montaje de una unidad de detector sobre un arreglo de ducto.

Descripción detallada

5 En las realizaciones descritas, se hace referencia a al menos dos canales, siendo uno el canal A, el cual usa longitudes de onda tales como longitudes de onda roja o infrarroja, siendo el otro el canal B, el cual utiliza longitudes de onda, tales como longitudes de onda azul. Podrían emplearse canales adicionales tales como un canal C, el cual utiliza longitudes de onda tales como longitudes de onda verde. Otras longitudes de onda también pueden ser empleadas de acuerdo con la presente invención, como será evidente en la descripción siguiente. En general, se prefiere si una lectura establecida a partir de una longitud de onda más larga es comparada con una lectura establecida a partir de una longitud de onda más corta. Lo más preferiblemente, la longitud de onda más larga es sustraída de longitud de onda más corta. También puede utilizarse una relación para comparar las lecturas de las longitudes de onda.

Longitudes de onda de luz

15 En un aspecto de la invención, se ha determinado por parte del presente inventor que las longitudes de onda de luz empleadas tienen una relevancia importante sobre la sensibilidad del presente dispositivo con respecto a los tamaños de partícula. La dispersión de luz por las partículas en diferentes rangos de tamaño ha sido descrita en "Absorption and Scattering of Light by Small Particles" by Bohren CF and Huffman DR, ISBN 0-471-05772-X.

20 Se ha determinado que las ecuaciones Mie son apropiadas para considerar las partículas de un rango de tamaño apropiado para el humo y el polvo comunes. Los fuegos de ignición rápida tienden a producir un número grande de partículas carbonáceas muy pequeñas que pueden aglomerarse en formas aleatorias para formar hollín. En contraste, las etapas tempranas de la pirolisis tienden a producir un número mucho más pequeño de partículas líquidas relativamente más grandes (de alto punto de ebullición), existentes típicamente como aerosoles que pueden aglomerarse para formar esferas o gotas incluso más largas, traslúcidas. A las partículas de polvo en general son el resultado de la abrasión mecánica y tienen formas aleatorias que pueden ser aproximadas como incluso esferas más grandes para propósitos de modelación. Una fuente de humo o polvo probablemente será monodispersa (que contiene un tamaño de partículas), pero es más probablemente polidispersa, con un rango de tamaño que puede seguir una distribución Gaussiana. Se ha encontrado por parte del inventor que una desviación estándar típica para la distribución de tamaño está en la vecindad de 1.8 a 2.

25 También se ha encontrado que las distribuciones de partículas aéreas en ciudades son bimodales, con picos alrededor de 0.1 micrones y 10 micrones. Típicamente, las partículas de humo caen en el rango de 0.01 a 1 micrón, mientras que las partículas de polvo aéreas caen en el rango de 1 a 100 micrones. Sin embargo hay alguna superposición en la frontera de 1 micrón puesto que las partículas de polvo más pequeñas en la naturaleza son más pequeñas que las partículas de humo más grandes posibles.

30 El presente inventor también ha determinado que ciertos tamaños de partículas son discernidos más fácilmente por longitudes de onda particulares (diferentes) de luz. Dado esto, se utilizan dos longitudes de onda de luz incidente. La luz puede variar en cualquier lugar de azul a rojo (e infrarrojo). Un ejemplo es la luz que varía desde 400 nm (azul) a 1050 nm (rojo). Por ejemplo, podrían utilizarse 430 nm (azul) y 660 nm (rojo).

35 Al aplicar la teoría de Mie a los tamaños de partícula que varían desde 0.01 a 10 micrones de diámetro medio de masa y utilizando una desviación estándar de 1.8, la figura 1 muestra los resultados para dos longitudes de onda de luz incidente, 430 nm (azul) y 660 nm (rojo), siendo cada una no polarizada, polarizada verticalmente o polarizada horizontalmente y proyectada al mismo ángulo con respecto al eje óptico.

40 En la figura 1, la familia azul de resultados (B = Azul no polarizada, BV = Azul polarizada verticalmente, BH = Azul polarizada horizontalmente) son bastantes adecuadas para la detección de humo y polvo, mientras que la familia roja de resultados (R, RV y RH) son igualmente adecuadas para la detección de polvo pero son comparativamente pobres para detectar un amplio rango de partículas de humo debido a la falta de respuesta a partículas pequeñas. Todas las gráficas de la figura 1 vienen juntas por encima de alrededor de 0.8 micrones mientras que hay una diferencia significativa entre las gráficas para tamaños de partículas menores que esto. La mejor separación se alcanza para azul-vertical (BV) versus rojo-horizontal (RH). Las gráficas no pueden ser separadas efectivamente a diámetros más grandes. La periodicidad (afringencia o resonancia) en las curvas es causada por la cancelación y reforzamiento por fases debidas a la interacción entre longitud de onda dada y el tamaño de partícula dado.

45 Si en vez de la combinación de longitudes de onda se examina 430 nm (azul) y 530 (verde), se obtienen los resultados mostrados en la figura 2. Aquí las diversas gráficas son mucho más similares una a otra y es difícil separar las gráficas por encima de aproximadamente 0.5 micrones.

Las longitudes de onda escogidas para ser ejemplificadas han sido limitadas por las de los proyectores disponibles

comercialmente. Con base en la información obtenida en la figura 2 (530 nm), los resultados para naranja (620 nm) serian similares a la figura 1 (660 nm).

5 Los resultados para azul (470 nm) versus infrarrojo (940 nm) se presentan ahora en la figura 3. En la figura 3, la separación de longitud de onda es sustancialmente de un octavo. Puede verse que hay una separación más clara de las gráficas en la región por debajo de 1 micrón, la frontera nominal entre humo y polvo.

10 Habría algún merito en operar el monitor a longitudes de onda incluso más ampliamente separadas, pero la tecnología actualmente disponible es un factor limitante. La celda receptora utilizada para detectar la luz dispersa es un fotodiodo PIN que tiene una respuesta potenciada al azul. Con una respuesta pico a 850 nm, su respuesta cae a aproximadamente 30% a 400 nm y a 1050 nm, de manera que para propósitos prácticos las longitudes de onda del proyector están limitadas actualmente a este rango. Desde luego, si otra celda receptora fuera utilizable, las longitudes de onda de luz que impactan las partículas serian alteradas para tener una separación más grande.

A partir de los resultados anteriores, puede verse que en una realización de la presente invención, las longitudes de onda para dos proyectores para detectar partículas irradiantes deberían caer preferiblemente en el rango de 400 a 500 nm para azul/violeta y 650 a 1050 nm para rojo/infrarrojo.

15 En otro aspecto de la invención, se ha encontrado que si los resultados de las señales recibidas se comparan uno con otro, tal como por comparación de relación o al ser sustraídos uno de otro, esto es una señal sustraída de la otra señal, puede producirse una señal de "activación" o detección más confiable indicativa de la presencia de partículas que tienen un tamaño de interés para la aplicación para la cual se aplica el monitor de la presente invención. Así, por ejemplo, si el monitor de la presente invención está configurado como monitor de "humo", entonces partículas
20 relativamente pequeñas serian de mayor interés que partículas grandes (polvo). Así, el inventor ha comprendido que para un monitor de humo, por ejemplo, se ha encontrado que la luz azul da mayor respuesta a partículas relativamente pequeñas así como partículas grandes, y se ha encontrado que la luz infrarroja responde más a partículas relativamente grandes solamente. Al obtener una señal que se basa en una señal de respuesta "azul" menos una señal de respuesta "infrarroja", el monitor puede ser configurado para tener una capacidad de respuesta
25 relativamente más alta a partículas pequeñas y una respuesta más baja o nula a partículas relativamente grandes.

Por ejemplo, la figura 4 muestra el resultado de sustraer los datos de rojo-horizontal (RH), el rojo no polarizado (R) o el rojo vertical (RV) del azul (B). Un monitor configurado de estas maneras respondería con más sensibilidad a partículas más pequeñas de 1 micrón, con la mejor sensibilidad para la combinación B-RH. Para evitar aglomeración los resultados de BH y BV no se muestran pero son consistentes.

30 Para comparar con la figura 4, la sustracción de GH, G y GV de B produce los resultados de la figura 5. De nuevo, tamaños de partículas relativamente más pequeños son más claramente discernibles que los tamaños de partícula más grandes (tipo polvo) aunque los efectos de fringencia son significativos.

35 La figura 6 presenta los resultados después de la sustracción de IRH a partir de B. Otros resultados son emitidos en busca de claridad. Además, algunos datos publicados sobre tamaños medios de partículas obtenidos para incienso, mecha de lámpara de algodón, tostadas y cemento Portland (un subrogado de polvo) también son conocidos. Puede verse que un monitor configurado para llevar a cabo esta sustracción tendría sensibilidad apropiada para tipos de humo comunes a la vez que es capaz de rechazar (relativamente) polvo hasta un grado significativo.

40 A partir de este aspecto de sustracción, se ha desarrollado un aspecto adicional de la invención en cuanto a que un amplificador de ganancia construido apropiadamente puede ser utilizado para proveer señales de salida apropiadas para uso por dispositivos o sistemas de alarma u otras alertas. Este aspecto será discutido de manera más completa más adelante.

Si se utiliza una longitud de onda tercera o adicional además de las dos longitudes de onda discutidas más arriba, será posible identificar no solamente partículas pequeñas y grandes, sino otros tamaños de partícula (intermedias), dependiendo de la longitudes de onda usadas.

45 Diseño de dos canales

Otra característica propia del uso de un diseño de dos canales de acuerdo con un aspecto de la invención, es que al sustraer el canal A (referencia) del canal B (muestra) (o viceversa) como se describe aquí, se puede alcanzar un balance nulo. Puede encontrarse que este balance no varía significativamente si la señal de fondo de la cámara cambia con el tiempo. El inventor ha comprendido que a medida que la cámara se envejece o ensucia durante un
50 tiempo de utilización largo (un tiempo que se extiende grandemente mediante el uso de un filtro para polvo), el nivel de luz de fondo puede cambiar. El beneficio de sustraer los canales se debe a que la respuesta de ambos canales (especialmente el construido para polvos) es sustancialmente la misma, luego el efecto se cancela por sí mismo, lo cual minimiza cualquier cambio en la salida resultante del circuito agregado con el tiempo. Nótese que la señal

obtenida a partir del polvo no depende de ser aéreo –puede ser depositado sobre una superficie. Lo mismo es válido para cualquier cosa más grande que el polvo –como aglomerados de polvo o incluso paredes.

Esta anulación de desplazamiento debida a la suciedad se considera una característica valiosa en términos de la calibración de mantenimiento.

5 Análisis del nivel de señal

Se hace divulgación adicional de la presente invención con referencia a una aplicación de monitorización de humo. Debe anotarse, sin embargo, que la presente invención no debería limitarse a solamente esta aplicación.

10 Los detectores de humo “ópticos” montados en techos convencionales proveen una sensibilidad equivalente a aproximadamente oscurecimiento de 10%/m (3%/pie), para generar una alarma. La base establecida para detección de humo de sensibilidad muy alta requiere una sensibilidad de al menos dos órdenes de magnitud más alta, equivalente a 0.1%/m de oscurecimiento a escala completa con puntos de fijación de alarma por debajo de este nivel. Eccleston, King & Packham (Eccleston AJ, King NK and Packham DR, 1974: The Scattering Coefficient and Mass Concentration of Smoke from some Australian Forest Fires, APCA Journal, v24 no11) han demostrado que para humo por fuego en bosques de eucaliptos, el nivel de 0.1%/m corresponde a un rango visual de 4 km y una densidad de humo de 0.24 mg/m³. Tal sensibilidad alta permite la detección de pirolisis en etapa temprana y por lo tanto provee la alerta más temprana para fuego potencial en edificios, conmensurada con una rata baja de falsas alarmas.

15 La mayoría de los detectores de humo de muy alta sensibilidad actuales utilizan una cámara óptica con un diodo de láser de estado sólido infrarrojo. La longitud de onda larga de luz infrarroja es útil para detectar las partículas aéreas relativamente grandes características del polvo, así como aerosoles del humo para ciertos tipos de fuego, pero comparativamente pobre para detectar las partículas muy pequeñas liberadas en otros tipos de fuego. Los láseres de estado sólido convencional que operan a longitudes de onda preferiblemente más cortas, visible, serían costosos o podrían no operar de manera confiable a temperatura ambiente elevada (60°C). Para superar estas dificultades se decidió utilizar, en una realización preferida de la presente invención aplicada a monitores de humo, un proyector de diodos emisores de luz (LED) que opera en el extremo azul del espectro visible (470 nm).

20 La configuración del monitor incorpora este proyector azul fijado a 60° con respecto al eje de la celda receptora dentro de una cámara óptica, como se explicará adicionalmente más adelante. También incluye un proyector de referencia a 940 nm (infrarrojo) fijado al mismo ángulo, pero opuesto horizontalmente al proyector azul. Con un ángulo de cono irradiante proyector efectivo de 10°, esta disposición ofrece una configuración relativamente óptima para maximizar la sensibilidad al sistema a la vez que minimiza la luz de fondo que de alguna otra manera puede saturar la celda receptora.

25 Para la densidad de humo especificada (0.1%/m), que comprende partículas de (por decir algo) 0.3 μm de diámetro medio de masa (con una desviación estándar geométrica práctica de 1.8), Weinert (Weinert D, 2002: Assessment of Light Scattering from Smoke Particles for a Prototype Duct-mounted Smoke Detector, no publicado) ha determinado que en la configuración de monitor utilizada, la fuerza de la señal recibida debido a la irradiación de este humo mediante una fuente de luz azul no polarizada, está en el orden de 4.5E-8 por unidad de irradiación. Los datos de Weinert a 470 nm y 940 nm han sido representados gráficamente y se presentan en la figura 3. De manera crucial, esto significa que la intensidad de luz “de fondo” recibida por la celda, debido a reflexiones remanentes no deseadas provenientes de las paredes de la cámara, debe ser de al menos ocho órdenes de magnitud más baja que la intensidad del haz del proyector, de forma que la señal de luz deseada (dispersada por el humo) no sea saturada.

30 El proyector azul, en una forma, está especificado para tener una intensidad luminosa de 40 candelas (cd) a una corriente de impulso de 500 mA. Por definición, a 1cd del nivel de potencia es 1.464 mW por estereorradián (sr) de tal manera que la potencia medida es $1.464 \times 40 = 58.6 \text{ mW/sr}$. El ángulo medio de 5° se convierte a $2\pi(1 - \cos(5)) = 0.024 \text{ sr}$ de tal manera que la potencia de salida es $58.6 \times 0.024 = 1.4 \text{ mW}$. Incidentalmente, con esta corriente de impulso, la caída de voltaje del proyector es 4.0V de manera que al utilizar un ciclo de trabajo de 0.1%, la potencia de entrada al proyector es $0.5 \times 4.0 \times 0.001 = 2.0 \text{ mW}$ la cual es menor que 1% de su valor de disipación de potencia máxima.

35 De acuerdo con lo anterior, a una salida de potencia del proyector pulsado de 1.4 mW, la señal de luz dispersa dirigida hacia la celda es $1.4 \times 4.5 \text{ E-}8 = 6.3 \text{ E-}5 \text{ μW}$ para la configuración usada. Este nivel de iluminación está dirigido y enfocado para caer sobre la celda receptora, la cual es un fotodiodo PIN dentro del módulo receptor. La sensibilidad de las celdas esta especificada como 0.2A/W a 400 nm, convirtiéndose a 0.31μA/μW a 470 nm. Con una transmisión de lente especificada de 92% (no recubierta), la señal desarrollada por la celda iluminada es por lo tanto $0.31 \times 6.3 \text{ E-}5 \times 0.92 = 1.8 \text{ E-}5 \text{ μA}$.

El módulo receptor, en una forma, incluye una tercera etapa, un preamplificador de pulso acoplado a AC que

comprende un convertidor de corriente a voltaje seguido por dos amplificadores de voltaje. El convertidor es un amplificador operacional con el fotodiodo PIN conectado diferencialmente entre las entradas inversas y no inversas, con resistencia en serie despreciable. El resistor de retroalimentación puede ser de 3.9 M (desviado por 3.9 pF) de modo que las frecuencias de banda media, para una señal de entrada de 1 μ A, la salida desde este voltaje sería $3.9E6 \cdot 1E-6 = 3.9V/\mu A$. En respuesta a la iluminación de celda especificada, la salida se convierte en $3.9 \cdot 1.8E-5 = 7.0E-5V$ o $70\mu V$.

Las siguientes dos etapas, en una forma, son amplificadores operacionales que tienen cada uno una ganancia de banda media de 10, de tal manera que la salida del módulo receptor sería de 7.0 mV en la iluminación especificada. El nivel de salida de escala completa de calibración para el procesamiento de señal puede ser 3V, de tal manera que la ganancia de voltaje del amplificador principal sería $3/7.0E-3 = 429$. Empleando dos etapas similares, el amplificador requeriría una ganancia de 21 por etapa. En la práctica se ha encontrado adecuada una ganancia de 17 por etapa para producir una sensibilidad consistente con un 0.1%/m nominal a escala completa, según se requiere.

Claramente, la sensibilidad de los detectores de humo depende del tamaño de partícula y un estándar significativo requeriría que este tamaño (o un rango de tamaño) se especificara. No obstante, la base internacional viene establecida de rendimiento es el monitor VESDA Mk3 muy recientemente producido por Vision Systems Australia, que utiliza una fuente de luz de xenón. En efecto esta fuente es comparable con un proyector azul, puesto que la característica espectral de la lámpara de xenón, combinada con la respuesta espectral de un fotodiodo de PIN y las partículas o moléculas de aerosol pequeñas que dispersan los haces (lo cual favorece longitudes de onda cortas como $1/\lambda^4$), determina que la longitud de onda característica para la calibración de los monitores basados en xenón es 470 nm –lo mismo que el proyector azul. Por esta razón, gases confiables tales como nitrógeno y FM200 pueden seguir usándose para la calibración (lo cual no es posible para detectores basados en láser infrarrojo).

Como se estableció anteriormente, el monitor emplea dos proyectores que operan a longitudes de onda diferentes. Con referencia a la figura 3, para partículas relativamente grandes ($>1 \mu$) es un diseño objetivo que el mismo nivel de señal sea generado por la celda por la señal de infrarrojo, como es en el caso para la señal azul. A la longitud de onda de infrarrojo de 940 nm, la celda receptora tiene una sensibilidad de $0.55 \mu A/\mu W$ (en comparación con $0.31 \mu A/\mu W$ a 470 nm). Puesto que a 940 nm la transmisión del lente sigue siendo 92%, entonces debido a que todas las ecuaciones relevantes son lineales y las geometrías son relativamente idénticas, la potencia de salida del proyector infrarrojo puede ser reducida por un factor de $0.31/0.55 = 0.56$. A una corriente de 500 mA, el proyector de infrarrojo tiene un nivel de potencia de 343 mW/sr (en comparación con 58.6 mW/sr para el proyector azul), de tal manera que la corriente de impulso requerida para el proyector de infrarrojos se convierte en $500 \cdot 0.56 \cdot 58.6/343 = 48$ mA. Esta corriente de impulso necesitaría ser incrementada si se utilizará un filtro polarizador, con el fin de superar la pérdida en este filtro.

Las condiciones de impulso del proyector requeridas, para una primera aproximación la señal de fondo pequeña causada por las reflexiones agregadas provenientes de las paredes de la cámara, como se ve por la celda receptora, deberían estar en el mismo nivel (muy bajo) para cada proyector. Esto requiere que la reflexión (o absorción) de las paredes de la cámara sea fundamentalmente independiente de la diferencia en longitudes de onda usadas. Por lo tanto, en la ausencia de cualquier humo en la cámara, el voltaje diferencial entre las dos salidas de canal sería aproximadamente cero (o puede ajustarse así).

Introduciendo humo en la cámara, el voltaje sobre cada canal se elevaría, pero el voltaje diferencial entre los canales frecuentemente sería diferente de cero. Este voltaje diferencial provee una indicación de la naturaleza de las partículas aéreas. La figura 6 indica la sensibilidad resultante cuando el canal infrarrojo es sustraído del canal azul. Este resultado podría ser usado para resaltar la presencia de partículas más pequeñas de un diámetro medio de 1μ de masa. Se incluye en la figura 6 líneas que identifican los datos publicados para el diámetro medio de masa de partículas producidas a partir de algunos materiales disponibles –“polvo” de cemento Portland, tostadas, lámpara con mecha de algodón e incienso. El voltaje diferencial debería ser cero o ligeramente negativo en el primer ejemplo (partículas grandes), pero significativamente positivo en los otros tres ejemplos (partículas pequeñas). Esto demuestra la oportunidad para discriminar contra el polvo mientras que se mantiene una buena detección del humo.

El tamaño de partícula en aerosoles de humo puede variar sustancialmente de acuerdo con el combustible usado, la temperatura y período de tiempo, así como por las condiciones de flujo de aire que determinan el suministro de oxígeno, enfriamiento y dilución del humo. En la figura 7, los datos de Cleary, Weinert and Mulholland (Cleary TG, Weinert, DW and Mulholland GW, 2001; Moment Method of obtaining Particle Size Measures fo Test Smokes, NIST), han sido promediados para producir gráficas de los tamaños de aerosol generados por cuatro combustibles a saber aceite de cocina (plato de vidrio sobre placa caliente), tostada (tostadora), espuma de poliuretano (llameante) y bloques de madera de haya (placa caliente). Puede verse que en cada caso la partícula promedio es inicialmente pequeña, incrementándose en tamaño y luego cayendo a medida que el combustible se va consumiendo completamente. Como generalización, puede decirse que la detección de partículas pequeñas es importante para la alerta más temprana posible de un fuego incipiente. Otros datos muestran los picos de concentración de masa de aerosol en la mitad final de cada período representado gráficamente, y que cae al final.

La figura 8 provee una comparación más exhaustiva de la respuesta relativa de los dos canales, esperada para un cierto número de materiales dispuestos en orden de tamaño de partícula según se publican. Aquí la respuesta ha sido normalizada a la del cemento Portland (subrogado de polvo) reduciendo la señal del proyector de infrarrojo por un factor de 0.64. Los datos de abeto de Douglas y poliuretano rígido (Bankston et al; Bankston CP, zinn BT Browner RF and Powell EA, 1981: Aspects of the Mechanisms of Smoke Generation by Burning Materials, Combustion and Flame no 41 pp273-292) demuestran la progresión de tres diferentes etapas de la rata de liberación de calor radiante, que debería producir un rastro de voltaje diferencial conmensurado.

Para una primera aproximación y por las razones establecidas anteriormente, la figura 8 podría ser vista como una comparación de comportamiento esperado entre detectores estándar basados en xenón y láser corriente.

Además, en el caso del monitor de dos canales, la figura 8 demuestra la oportunidad de sensibilidad incrementada comparada con estos detectores infrarrojos (hasta un factor de cuatro o cinco), con respecto a eventos de fuego incipientes que involucran pirolisis y llamas, mientras que se reduce grandemente la sensibilidad a alarmas falsas de polvo. Esto podría implicar que no se requiere un filtro para polvo. Por el contrario, la filtración de polvo es indeseable para minimizar la suciedad y por lo tanto maximizar el período de mantenimiento y la vida de servicio global del monitor. Dado que un filtro perfecto para polvo también capturaría humo, entonces la capacidad de discriminación de polvo puede ser utilizada para evitar alarmas no deseadas causadas por pequeñas cantidades de polvo que inevitablemente pasan a través de un filtro práctico.

Adicionalmente, debido a que el canal A responde predominantemente a polvo, la salida del canal A puede ser integrada con el tiempo (medida en meses o años) para registrar la exposición real de la cámara y el elemento de filtro al polvo distinguiéndolo del humo, por lo tanto permitiendo que el intervalo de servicio sea determinado y anunciado de acuerdo con el entorno ambiental (frecuentemente impredecible). Por ejemplo, un intervalo de servicio puede ser determinado para el filtro de polvo con base en la acumulación o recuento del número de veces en que una lectura de polvo es detectada. Una vez que el recuento alcanza o excede un umbral predeterminado, puede iluminarse un indicador de servicio o comunicarse de alguna otra manera. Preferiblemente, el circuito indicador de servicio debería integrar el nivel de polvo real y el período de su duración.

Resultado logarítmico

Como se anotó anteriormente, con el fin de proveer un rango de resultado amplio en sensibilidad, los detectores del arte anterior proveen un convertidor análogo a digital (ADC) utilizado para aplicar los datos de nivel de humo o un microprocesador. Con un diseño cuidadoso, sustancialmente toda la capacidad del ADC se utiliza para representar el nivel de humo máximo, tal como (típicamente) 20%/m. Los ADC que operan a una resolución de 8 bit son útiles, mientras que un ADC de 10 bit o más son más costosos y requieren microprocesadores más grandes. Se ha encontrado que un ADC de 10 bit permite que este nivel de 20%/m sea dividido en $2^{10} = 1024$ etapas, representando cada etapa un incremento de $20/1024 = 0.02\%$ m. Así las etapas son 0, 0.02, 0.04, 0.06, etc., sin oportunidad para incrementos más finos. A niveles de humo bajo esta se considera como una resolución muy burda, haciendo difícil fijar umbrales de alarma finamente. Sin embargo a niveles altos de humo, una resolución de 0.02%/m es innecesaria -la capacidad para fijar un umbral de alarma a 10.00%/m o 10.02%/m por ejemplo, tiene muy pocos beneficios si hay alguno. Así la resolución de los detectores del arte anterior se considera demasiado burda a niveles de humo bajos y demasiado finos a niveles de humo altos.

De acuerdo con este aspecto de la invención, sin embargo, estas desventajas del arte previo tal como se anotaron más arriba son superadas proveyendo un rango de salida logarítmico o decile. De acuerdo con la presente invención, se ha encontrado que la resolución es apropiada para el nivel de humo dado, a saber fina a niveles de humo bajos y burda a niveles de humo altos. Como ilustración, con la presente invención, utilizando un rango de salida logarítmico, a niveles de humo bajos, un umbral de alarma podría ser fijado a 0.010 o 0.011%/m pero con igual facilidad, a niveles de humo alto, un nivel de alarma podría ser fijado a 10%/m u 11%/m.

En otras palabras, entendiendo que el humo es una sustancia muy variable, y que hay muy poco beneficio al medir su densidad (concentración) hasta una exactitud mejor que dos cifras significativas, la adopción de una salida logarítmica provee una resolución de sensibilidad beneficiosa a lo largo de un rango relativamente alto de niveles de humo y/o de niveles de umbral.

Resultados de pruebas con humo

Se llevo a cabo una serie de ensayos utilizando la presente invención configurada como un aparato para la detección de humo y construido y calibrado de acuerdo con el Análisis de Nivel de Señal divulgado más arriba. El monitor fue montado sobre un ducto de ventilación de 200 mm de diámetro, mientras que se insertó una sonda en el ducto para tomar muestra del aire que pasa a través del ducto. Un ventilador de entrada mantenía un flujo relativamente continuo a través del ducto, a la vez que aseguraba que las partículas aéreas fueran mezcladas exhaustivamente con el aire fresco entrante. La salida del ducto fue impulsada con un fuelle. Una placa caliente que

- operaba a aproximadamente 350°C fue posicionada a la entrada del ventilador y del ducto de tal manera que podrían colocarse muestras de combustible pequeña sobre la placa caliente. Esta disposición fue tal que ocurrió una dilución considerable, puesto que el humo fue arrastrado y mezclado con el flujo predominante de aire fresco que era llevado directamente hacia el ducto desde el interior del laboratorio. Esta situación se entendió como una simulación de un ambiente protegido real en donde altos niveles de dilución podrían esperarse durante las primeras etapas del crecimiento de un fuego incipiente. Varias muestras diferentes de combustible fueron calentadas separadamente sobre la placa caliente para generar aerosoles de humo. Además, también se evaluaron algunas muestras de polvo sin la placa caliente agitando y liberando el polvo en la entrada del ventilador y el ducto.
- La salida de los dos canales A y B de monitor fue medida para proveer el alejamiento del voltaje más allá de la condición quiescente (aire limpio) después de que las partículas aéreas fueran introducidas al monitor.
- Se observó que diversos tipos de combustible producen aerosoles de humo a diferentes ratas y concentraciones. Puesto que se calentaron y consumieron diversos combustibles, se esperaba que el tamaño de partícula del aerosol variara con el tiempo y así la salida relativa de los canales A y B debería variar conforme a esto. La figura 9 presenta la salida del canal B expresado con una relación de la salida del canal A, en respuesta a un número de fuentes de partículas (después de permitir la medición de transientes de deposición). Estos datos se presentan como relaciones con el fin de tener en cuenta las diferentes densidades de partículas aéreas involucradas, dado que nuestro interés actual está en el tamaño de partícula. La longitud y posición de cada barra horizontal representa el rango en relaciones presentado durante el curso de cada ensayo. En muchos casos la relación se elevó rápidamente hasta el valor más alto, luego cayó lentamente. En algunos casos la relación se elevó de nuevo después de un período en valores más bajos. Algunos de tales patrones (características) fueron observados como claramente bimodales.
- La figura 9 también representa la sensibilidad relativa del monitor a estas fuentes de combustible y polvo, dispuestas en orden de aparición de tamaño de partícula promedio. De acuerdo con lo anterior, la tubuladura de nylon produce inicialmente las partículas de tamaño más pequeño (relación de pico 5.3). Después el ensayo fue completado hasta la mitad, la relación cayó lentamente, en efecto el combustible se funde sobre la placa caliente y produce un aerosol durante un tiempo comparativamente largo. La espuma de estireno tiene un efecto similar. Los combustibles adicionales hacia abajo de la gráfica tienden a formar alquitrán y producir un residuo sólido carbonáceo.
- La prueba del alambre caliente consiste de un alambre aislado con PVC de 2 m de longitud que fue calentado pasando una corriente alta suministrada por un transformador de "alcance" de 2V AC, para simular un cable con sobrecalentamiento que da como resultado una pirolisis en estado temprano.
- El resultado para la resina de soldadura viene de la fusión de una longitud corta de la soldadura con núcleo de resina y su lugar en la gráfica indica que se producen partículas comparativamente grandes (gotitas con punto de fusión alto).
- El resultado para el vapor es anómalo en cuanto las lecturas de salida obtenidas a partir de una fuente de ebullición fueron de una magnitud muy pequeña y no generaron una condición de alarma pero las relaciones involucradas colocaron el tamaño de partícula en el extremo inferior de la gráfica. En contraste, todas las otras fuentes produjeron lecturas de salida grandes y es solamente la relación de salida de canales la que es pequeña, en el caso de diversas fuentes de polvo (incluyendo polvo de talco).
- Claramente hay una fuerte diferenciación hecha entre los aerosoles de humo y el polvo, con base en el tamaño de la partícula, de manera que es posible, con la presente realización, discriminar entre fuentes de humo deseadas y fuentes de polvo no deseadas en el proceso de generar una alarma.
- Cuando la relación es cercana a la unidad, puede entenderse que la sustracción del canal A (tal como infrarrojo) del canal B (tal como azul) daría como resultado una lectura grandemente reducida, de tal manera que podrían evitarse alarmas indeseadas a partir de estas fuentes. Cuando la relación está significativamente por encima de la unidad, la sustracción del canal A del canal B daría como resultado una alarma. Aunque es cierto que el proceso de sustracción podría reducir la salida del monitor para ciertos tipos de humo, el hecho de que alarmas no deseadas de fuentes de polvo puedan evitarse, permite que el monitor sea operado a una sensibilidad más alta de lo que de otra forma sería el caso.
- Adicionalmente, los resultados se consideran consistentes con los datos publicados que muestran que para muchos combustibles, las primeras partículas liberadas por pirolisis son comparativamente pequeñas. Por lo tanto, el tipo de monitor usado aquí puede proveer la alerta más temprana de pirolisis.

Descripción del circuito

La figura 10 ilustra esquemáticamente como un diagrama de flujo una forma de la presente invención usada para detectar humo. La circuitería impulsa un par de proyectores 1 y 2 de luz, teniendo cada proyector características

diferentes de longitud de onda (color) y/o polarización. Cada proyector es guiado independientemente para proveer un pulso de luz de duración corta (por ejemplo 0.4 mS), alternativamente a intervalos de (por decir algo) 150 mS y 350 mS. Esto permite una actualización de la calidad del aire dos veces por segundo, siendo una rata de refrescamiento de la muestra alta conmensurada con consumo bajo de potencia.

5 Una parte de la luz dispersada por partículas aéreas que pasan a través de la cámara 3 de monitor, es recibida por una celda fotovoltaica (no mostrada) dentro de un módulo 4 receptor. La señal es amplificada en el módulo 4 receptor y pasada a un amplificador 5 principal con control 6 de ganancia. La señal amplificada es pasada entonces a un discriminador (que comprende un par de detectores 7, 8 síncronos y un par de circuitos 9, 10 amortiguados de muestra y sostenimiento), que separa las señales derivadas de los dos proyectores respectivos, en dos canales, canal A representado por el numeral 9 y canal B representado por el numeral 10. Los dos canales proveen información acerca del tipo de partículas en el aire. El canal A responde particularmente a partículas polvo, mientras que el canal B es predominantemente sensible al humo pero tiene alguna sensibilidad al polvo. Esto se debe a que las partículas de polvo y humo cubren cada una un amplio rango de tamaños, los cuales pueden superponerse hasta cierto grado. Por lo tanto en la circuitería subsiguiente, la lectura de polvo del canal A es sustraída de la lectura de humo del canal B por virtud de un sumador 11 que da como resultado una señal que en esencia provee una indicación de la densidad del humo solo.

20 Esta señal de densidad de humo es aplicada a la circuitería 12 de detección de umbral que opera una serie de tres lámparas y relés 13 en respuesta a nivel de peligro de fuego que se detecta. Estas lámparas y relés se denominan por ejemplo A1 (alerta, o nivel 1) A2 (acción, o nivel 2) y A3 (fuego, o nivel 3). Típicamente estos tres niveles de alarma indican densidades de humo equivalentes aproximadamente a 0.03, 0.06 y 0.10%/m de oscurecimiento, aunque el monitor podría ser calibrado con otros valores, y se entendería que las señales y valores podrían ser configurados apropiadamente a la aplicación particular de la presente invención.

25 Además, una salida 14 directa del canal A se utiliza para indicar cuándo los niveles de polvo son altos, independientemente del nivel de densidad del humo. También esto puede ayudar en pruebas, encargos y demostraciones. Esta salida también indica cuándo el monitor esta en el proceso de discriminar contra polvo.

30 Una lámpara y un relee 13 adicionales pueden ser configurados como un circuito "de seguro de falsedad" aplicado al sumador 11 para proveer una alarma de fallo en el evento que el monitor no esté funcionando apropiadamente con la sensibilidad adecuada. Una salida análoga del sumador 11 también puede ser provista para el procesamiento remoto de los anuncios de fallo y alarma. Alternativamente, pueden proveerse salidas análogas a partir de cada uno de los canales A y B para permitir el análisis de características remoto, y procesar anuncios de fallo y alarma.

Un generador 15 de reloj puede proveer señales temporizadas apropiadas según se requiera, y una sección 16 de suministro de potencia puede reticular potencia a todas las partes del circuito a voltajes apropiados.

35 Es necesario que la señal de salida de los canales discriminadores no se sature cuando se encuentran niveles muy altos de humo o polvo. Cada saturación haría perder información acerca de los niveles de señal relativos producidos por los dos proyectores, superando por lo tanto la función de discriminación. En primer lugar, el amplificador está provisto con un "espacio de cabeza" grande de tal manera que una operación a escala completa se logra a un nivel de señal (por decir algo) de la mitad de la saturación. En segundo lugar, se provee un control de ganancia automático. Los voltajes de salida DC de los canales discriminadores son retroalimentados a un dispositivo de control de ganancia para asegurarse que los niveles de saturación no puedan ser alcanzados.

40 Control de ganancia

45 Con referencia a la figura 11, la ganancia de banda media de un amplificador ocasional está determinada por la relación del resistor de retroalimentación al resistor de entrada. En el caso de IC3a en la figura 11, la ganancia de voltaje es $R4/R3$ y en el caso de IC3b es $R6/R5$. Los puntos de ruptura de frecuencia alta son determinados por $C4 \cdot R4$ y $C6 \cdot R6$, mientras que los puntos de ruptura de frecuencia baja están determinados por $C1 \cdot (R1//R2)$, $C3 \cdot R3$ y $C5 \cdot R5$. Los amplificadores están acoplados por DC y la desviación de DC está fijada por R1 y R2.

50 El dispositivo de control de ganancia IC4 comprende típicamente un LDR (un resistor independiente de la luz) y un LED (un diodo emisor de luz) acoplado cercanamente en una caja hermética a la luz. El LDR provee una resistencia ajustable, cuyo valor está determinado por la corriente suministrada a través del LED que está controlado externamente por R7. Sin corriente a través de R7, la resistencia del LDR es efectivamente infinita, y a corrientes de 10 a 20 mA, la resistencia cae dentro de la región de 10kΩ a 100kΩ. Nuevamente este LDR estaría conectado a través de R4 o bien R6. Esto tiene la desventaja de que durante la operación, se eleva al punto de ruptura de frecuencia alta (bien sea $C4 \cdot R4$ o $C6 \cdot R6$), incrementando por lo tanto la respuesta a frecuencia deseada y las características de fase del amplificador. Además, se ha encontrado que esta disposición produce un rango dinámico insuficiente de control de ganancia.

Debido a que el circuito de dos etapas es no inversor con respecto a la señal amplificada, es posible conectar el LDR desde la salida de la segunda etapa (IC3b) a la entrada de la primera etapa (IC3a). Esto incrementa grandemente el rango dinámico efectivo disponible. Además, ninguno de los puntos de ruptura C4•R4 y C6•R6 es afectado cuando el IC4 entra en operación.

- 5 La corriente de impulsor R7 es derivada de las señales de voltaje de muestra y mantenimiento (alto cambiando a bajo) del canal A y el canal B, a través de los diodos sensores Zener D5 y D6, para asegurar que la acción de control de ganancia no entra en efecto hasta que los niveles de señal sean suficientemente grandes.

10 De manera importante, la característica de la combinación de LDR, LED y diodo Zener no es abrupta ni lineal. No es lineal, con el efecto de proveer una función de ganancia logarítmica. Un cambio abrupto en la ganancia podría producir una inestabilidad o comportamiento errático, puesto que un nivel de señal alto causaría una reducción súbita en la ganancia, lo cual produciría una reducción súbita en la salida, lo cual a su vez reduciría el impulso a IC4, haciendo que la ganancia se eleve de nuevo. A su vez, esto podría hacer que la salida de alarma se retrase al tintineo. El diseño no lineal permite un incremento pequeño en la salida a medida que la entrada se eleva a niveles altos, y provee un rango dinámico amplio de control.

15 La sensibilidad normal a escala completa del monitor, correspondiente al umbral de alarma más alto ("fuego"), es equivalente a 0.1%/m de oscurecimiento, con umbrales de alarma intermedios disponibles por debajo de este nivel. Utilizando esta característica logarítmica es posible en vez de disponer los umbrales de salida de alarma, que los niveles más altos de alarma puedan estar en la región no lineal. Por este medio, puede proveerse una resolución adecuada para proveer una alarma de primer nivel ("alerta") a densidades de humo muy bajas tales como 0.01%/m, mientras que el nivel más alto de alarma podría ser elevado a 1%/m, 10%/m o incluso más alto.

Óptica de la cámara

25 La figura 12 muestra los diagramas de rayo de los proyectores, que operan a diferentes longitudes de onda y/o polarizaciones. Por claridad, los rayos de ejemplo se muestran de acuerdo con su posición en el centro 1201, extremidad 1202 izquierda o derecha del haz. En la práctica estos haces son operados para una duración de pulso corta, alternadamente. Puede verse que los haces están formados por el cuerpo 1203, 1204 proyector con lentes y confinado por iris 1205, 1206, de tal manera que pasen a través de la región o zona 1207 de monitorización central de la cámara. Si hay humo o polvo pasando a través de esta zona 1207, una pequeña proporción de la energía del haz es dispersada por estas partículas en muchas direcciones. Alguna parte de esta energía es dispersada en la dirección de un iris 1208 receptor primario, y luego a un lente 1209 el cual enfoca la energía sobre una fotocelda dentro de un módulo 1210 receptor. Nótese que los iris intermedios en esta ruta han sido evitados puesto que la luz foránea reflejada de las piezas de las partes de la cámara y por lo tanto proveniente de direcciones inapropiadas, puede reflejarse en estos iris intermedios y hacia el lente.

35 Los haces 1201, 1202 directos pasan a una galería 1211 de absorción en donde las múltiples reflexiones de las paredes 1212 altamente absorbentes, disipan la energía de la luz. La galería está diseñada para dirigir las múltiples reflexiones hacia el extremo lejano de la galería 1213, de tal manera que ocurren muchas reflexiones antes de que cualquier luz remanente pueda emerger. La combinación de esta absorción y la geometría del iris primario en relación con la cámara y los iris del haz, evita la saturación de luz dispersa de partículas de humo o polvo, por remanentes de los haces originales.

40 Los rayos 1214 indican que la región se ha hecho sensible a las fotoceldas por el lente receptor y el iris primario. Puede verse que esta región sensible está enfocada dentro de la zona 1207 de monitorización pero la fotocelda 1210 retiene sensibilidad a lo largo del eje óptico más allá de la zona. Esta sensibilidad extendida está confinada por una región 1215 absorbente en el extremo lejano de la cámara. El diseño intenta asegurar que la energía lumínica despreciable de los proyectores 1203, 1204 pueda caer sobre esta región absorbente, lo cual tendría a saturar las partículas que dispersan luz. Esta luz no deseada surge primariamente de las reflexiones de los iris 1205, 1206 proyectores. Una combinación de oscurecimiento de esta región absorbente, y de reflejar la luz foránea de esta área, minimiza esta luz de saturación. Además, las paredes de la región absorbente están coloreadas preferiblemente de negro para absorber la luz incidente.

50 La figura 13 ilustra rayos típicos no deseados que surgen de las reflexiones de los iris 1205, 1206 proyectores que se evitan, a los cuales se impide alcanzar la región 1215 absorbente central. Este diagrama también incluye rayos 1216 no deseados que pasan a través del iris 1217 primarios y son absorbidos dentro de la galería 1218 receptora. Además, los rayos 1219 no deseados que se reflejan del iris 1217 primarios, se muestran para enfoque fuera del eje de la fotocelda dentro del módulo 1210 receptor y se evitan por medio de un iris de fotocelda dentro del módulo 1210 receptor (mostrado como 1401 en la figura 14).

55 La combinación de todos estos métodos sirve para evitar la saturación de luz dispersa de partículas aéreas. La dificultad de esta tarea puede ser apreciada por el hecho de que la intensidad de luz dispersa es típicamente 100

millones de veces más baja que la luz del proyector.

Con referencia de nuevo a la figura 12, el brillo dentro del cono central de luz 1202 del proyector se ve como el primer orden de brillantez dentro de la cámara. Esta luz brillante está dirigida hacia la galería 1211 de absorción, a lo largo de la cual se absorbe eficientemente después de múltiples reflexiones. Por fuera de este ángulo de cono central hay un segundo orden de brillantez 1220 causado por la óptica del proyector y reflexiones del iris del proyector. Por lo tanto la totalidad del área del iris del proyector debe ser vista como brillante en muchas direcciones. De acuerdo con lo anterior el iris del proyector debe ser oscurecido de la vista por el receptor o el iris del lente, lo cual se logra posicionando el iris 1217 primario. Para alcanzar este oscurecimiento, la geometría de cámara es fijada por una línea 1221 (mostrada como punteada en la figura 13) desde la extremidad más externa del iris 1205, 1206 proyector, hasta la extremidad más interna del iris 1217 primario, hasta la extremidad más externa del iris 1222 del lente. Esta se considera una geometría de definición dado que un objetivo de una realización de la invención es producir un monitor de mínimo tamaño predecible y la más alta sensibilidad posible.

Al estar por fuera del cono 1202 del proyector central, este iris 1217 primario está expuesto a la luz de brillos 1220 de segundo orden del iris 1203, 1204 proyector. Por lo tanto el iris 1217 primario reflejará luz de brillantez 1219 de tercer orden, en muchas direcciones. Nótese que en esta discusión, un "orden de brillantez", no necesariamente significa un factor de diez. Dadas las superficies negras que absorben 99% de la luz incidente, reflejando solamente el 1% el cual a su vez es reducido por dispersión debida a reflexión no especular, entonces puede alcanzarse una reducción de brillantez en un factor de 1000 o más. De acuerdo con lo anterior, un tercer orden de brillantez no es una medida precisa, pero provee una indicación relativa. Una pequeña proporción de esta luz 1219 de brillo de tercer orden será reflejada hacia el iris 1208 del lente y hacia el lente 1209. Como se muestra en la figura 14, el lente 1209 enfocará la luz 1219 indeseada, fuera del eje de la celda 1210 receptora, para ser detenida por el iris 1401 receptor. El uso de un lente biconvexo, una longitud focal relativamente larga y un iris primario ancho, permite que los rayos no deseados (fuera del eje) reflejados desde el iris 1217 primario caigan en el lado de la celda 1210 receptora y puedan ser atenuados por el iris 1401 receptor.

Se espera que un control relativamente exacto del enfoque del lente sea necesario con el fin de controlar la separación de la luz no deseada con respecto a la luz deseada. Se propuso un lente 1501 esférico (como se muestra en la figura 15) de longitud focal relativamente corta. Tal lente provee un control adecuado del enfoque a través de la cara completa de la celda receptora, evitando aberración esférica y formando una imagen de calidad fotográfica. La figura 15 ilustra la operación de tal lente 1501 en el enfoque de luz dispersa recibida de partículas detectadas en la zona 1207 de monitorización (figura 12). La figura 15 también ilustra la colocación del lente 1501 con respecto al iris 1217 primario y la celda 1210. La figura 16 muestra que con tal lente esférico, sin embargo, una parte de la luz no deseada reflejada del iris primario cae antes que la celda. Esto podría saturar la señal deseada.

Regresando a la figura 12, se usa un lente biconvexo (que tiene dos caras convexas) relativamente grueso, y el cual se muestra en más detalle en las figuras 14 y 17. Como se muestra en la figura 14, debido a que la luz 1219 indeseada llega desde todas las direcciones de fuera del eje, la aberración esférica de este tipo de lente 1402 ayuda a incrementar la separación de los dos conjuntos de rayos de luz. Esta separación es asistida adicionalmente creando una longitud focal relativamente larga (y se ha encontrado que la separación es proporcional a la longitud focal). En la figura 17, puede verse que el uso de los lentes 1402 biconvexos se hace posible debido a que no se requiere formar una imagen fotográfica exacta en la celda 1210 receptora –solamente es necesario recolectar luz, de tal manera que el punto de enfoque no sea tan importante como las rutas de los rayos de luz involucradas. De esta manera, la geometría de la celda 1210 receptora y el lente 1402 están dispuestos preferiblemente de tal manera que una cantidad relativamente máxima de luz dispersa de las partículas dispersadas es capaz de caer sobre la celda del receptor (como se muestra en los dibujos en donde la celda 1210 está iluminada con luz sustancialmente en todo el rango de superficie de la celda 1210) mientras que la luz no deseada es bloqueada bien sea desde la celda mediante un receptor 1401 como se describió más arriba, o se deja pasar hacia el lado de la celda.

Dinámica de fluidos

El diseño de la cámara desde un punto de vista de la dinámica de fluidos es bastante importante. Una realización de la invención incluye una sonda para ductos en miniatura para captar una muestra continua pequeña pero representativa del aire que pasa a través de un ducto de ventilación, por ejemplo una sonda como la divulgada en la solicitud dependiente de Patente de los Estados Unidos 2003/0011770, también del presente inventor.

Con referencia a la figura 13, el fluido, tal como aire, muestreado desde el ambiente es introducido en la cámara de la presente invención a través de la entrada 1301, pasa a través de la cámara de detección y zona 1207 de monitorización (figura 12) y sale a través de la salida 1302. Es posible utilizar un filtro 1303 relativamente grande que puede retirar eficientemente el polvo durante un período de servicio largo, sin incurrir en pérdida de cabeza significativa (caída de presión). El tipo preferido de filtro en uso es un filtro de espuma de celda abierta, de poro largo de profundidad grande. Las partículas de polvo más pequeñas que el filtro está diseñado para eliminar, son en general al menos 10 veces más pequeñas que el tamaño de poro promedio del filtro. La eliminación del polvo se logra como un resultado del movimiento Browniano (oscilación térmica rápida), mediante el cual las partículas de

- 5 polvo reaccionan como si fueran muchas veces más grandes que su tamaño físico. El polvo es retirado estadísticamente a medida que el flujo pasa a través del filtro profundo, de tal manera que virtualmente todo el polvo considerado como nocivo es retirado antes de que el flujo salga de la salida 1314 del filtro. Se ha encontrado que esto minimiza la acumulación de polvo (suciedad) dentro de la cámara más allá, extendiendo grandemente el período de mantenimiento. Sin embargo, la estructura abierta del filtro evita un problema significativo que ha ocurrido con detectores de humo aspirado del arte anterior, a saber la eliminación de partículas de humo, crecientemente con el tiempo, lo cual reduce la sensibilidad. Además, el filtro es de un tipo en el cual la pérdida de cabeza en el filtro no se incrementa apreciablemente a medida que el filtro se va cargando con polvo.
- 10 Típicamente, las partículas de humo caen en el rango de 0.01 a 1 micrón, mientras que las partículas de polvo aéreas caen en el rango de 1 a 100 micrones. Sin embargo hay algunas superposición en la frontera de 1 micrón puesto que las partículas de polvo más pequeñas en la naturaleza son más pequeñas que las partículas de humo más grandes posibles. Por lo tanto es inapropiado que el filtro sea un captador de polvo perfecto. Para evitar una reducción en la sensibilidad al humo, una pequeña fracción de las partículas de polvo deben pasar por lo tanto a través del filtro, lo cual requiere que sean acomodadas de otras maneras (como se divulga más adelante).
- 15 Hay difusores 1312, 1313 de imagen espejo, bien a cada lado del filtro 1303. La cara 1314 de salida del filtro es presentada a un difusor 1313 que recombina eficientemente el flujo, desvía el flujo a través de 90° y presenta el flujo a un paso 1304. En una realización preferida de la invención, este paso se estrecha hasta un área de sección transversal que es todavía 5 veces más grande que el tubo de entrada, de tal manera que la pérdida sigue siendo muy baja, pero la velocidad de aire local es casi 8 veces mayor que la que hay en la cara 1314 de salida del filtro.
- 20 En una realización preferida, pueden montarse dos dispositivos 1305, 1306 detectores, un 1306 en la salida del filtro y un 1305 dentro de esta región 1304 estrecha. En esta disposición el sensor 1306 está sujeto al flujo de aire de velocidad relativamente baja que sale del filtro, de tal manera que tiene lugar muy poco enfriamiento del sensor. Este sensor 1306 puede ser protegido adicionalmente del enfriamiento por medio de una envoltura 1307. En contraste, el sensor 1305 está expuesto de manera relativamente completa a un flujo de aire de velocidad significativamente más alta y por lo tanto sujeto a sustancialmente más enfriamiento que el sensor 1306. Los dos sensores 1305, 1306 están expuestos preferiblemente a la misma temperatura del aire ambiente. Preferiblemente, pueden utilizarse dispositivos de comparación que tienen una dependencia de la temperatura conocida, mediante lo cual sus diferencias de enfriamiento causadas por las diferentes velocidades de flujo de aire a las cuales están expuestos, pueden ser utilizadas para generar un voltaje diferente a través de cada sensor, proveyendo por lo tanto una medida de la velocidad del aire de una manera que es fundamentalmente independiente de la temperatura del aire ambiente.
- 25 Los sensores pueden ser del tipo divulgado en la US 4,781,065, sin embargo el posicionamiento de los sensores en la presente disposición de la invención es diferente de manera única.
- 30 También, en la presente disposición, los sensores están expuestos al flujo de aire después de que este ha pasado a través del filtro 1303 de polvo, minimizando así la suciedad. La suciedad puede interferir con las características de enfriamiento de los sensores 1305, 1306, afectando por lo tanto la exactitud de la circuitería de medición del flujo de aire.
- 35 El flujo continúa hacia un difusor 1308 adicional, el cual también tiene la galería 1308 absorbente de luz para el proyector 1203 (figura 12). A medida que el flujo de aire alcanza la boca de la galería 1308 absorbente, se imparte un cambio de dirección mientras que su velocidad ha disminuido hasta unas 25 veces menos que la velocidad en el tubo de entrada. Por lo tanto se incurre en muy poca pérdida en el paso de flujo de aire a través de la galería 1308, a través de la zona 1207 de monitorización (figura 12) y en la segunda galería 1309. Debido a que la velocidad aquí es relativamente baja, cualquier partícula de polvo remanente que pueda estar en la corriente de aire, siendo muy pequeña en número y tamaño (debido al filtro 1303), tiene un momentum muy bajo y por lo tanto no es expulsada de la suspensión en el fluido por fuerzas centrífugas como minimizando por lo tanto el potencial de suciedad dentro de la vecindad de la zona 1207 de monitorización. En el evento de que haya una tendencia para la separación centrífuga de partículas de polvo, su dirección de momentum será tal que estas partículas serían deflectadas de manera no nociva desde el orificio 1217 primario.
- 40 El flujo de aire es dirigido hacia la segunda galería 1309 absorbente y por la acción del difusor es gradual y eficientemente acelerada y llevada a coincidir con la salida 1302 de expulsión. El aire expulsado es entonces regresado eficientemente al ambiente de muestreo, tal como un ducto, tal como se describe en la US 4,781,065 citada más arriba.
- 45 Se ha explicado cómo el flujo de aire pasa a través de una serie de etapas de una manera que minimiza la pérdida y promueve el flujo laminar. De acuerdo con lo anterior, la cámara es purgada con una muestra fresca de aire de manera muy eficiente y rápida, con mínima retención de humo. A pesar de las velocidades locales bajas causadas por las áreas transversales grandes, la respuesta del ensamblaje de cámara a los cambios en los niveles de humo ha demostrado ser bastante rápida, y adecuada para el propósito de las alarmas de monitorización de humo.
- 55

Debido a que hay muy poca caída de presión dentro del monitor de la invención, la presión absoluta en cualquier lugar dentro del monitor es similar a la del interior del ducto. Puesto que puede ser un diferencial de presión grande entre el interior del ducto y el entorno ambiental en el cual está colocado el monitor, el monitor debe mantener un buen sello de presión para evitar fugas en cualquier punto. La oportunidad de fugas se minimiza por el diseño de la cámara, el cual comprende dos mitades similares conectadas por pestañas 1310 coincidentes planas. Por lo tanto solamente se requiere una empaquetadura plana para sellar la cámara. En una realización, se prefiere una empaquetadura en espuma de celda cerrada gruesa puesto que esta puede adaptarse fácilmente a variaciones en la planitud de la pestaña de la cámara, superando la pequeña cantidad de arqueamiento y de formación, que puede ocurrir dentro de los moldes de inyección plástica. Ciertas áreas de la cámara, particularmente cerca a la zona 1207 de monitorización, que son sensibles a la calidad de absorción de la luz de las paredes de la cámara están ocultas de la empaquetadura por medio de rebordes 1311 pequeños extendidos que se encuentran en el centro de unión de las mitades de la cámara. El contacto real entre las dos mitades de la cámara se prefiere solamente en estos rebordes, simplificando grandemente las exigencias de manufactura de planitud de las partes coincidentes.

La descripción anterior ha sido discutida con el uso de una sonda de ducto en mente, sin embargo en otras realizaciones de la invención, la sonda puede ser reemplazada con otros medios para capturar una muestra del fluido, tal como aire, que va a ser monitorizado. Este otro medio (divulgado en US 4,781,065) puede ser un dispositivo de vénturi dentro de una tubería de sección pequeña tal como 20 mm de diámetro. Esta tubería puede estar conectada a una bomba de aspiración o ventilador (aspirador), colocado bien sea corriente arriba o corriente abajo del vénturi. Si se coloca corriente abajo, puede conectarse entonces una pluralidad de monitores a un aspirador sencillo. Corriente arriba de cada monitor, la tubería de sección pequeña puede extenderse a través de una zona de fuego. Las tuberías de muestreo pueden ser configuradas como red o ramificaciones que se extienden hacia áreas o zonas donde el fluido va a ser monitorizado o detectado. Cada dicha tubería puede contener ramificaciones. Cada dicha tubería y ramificación puede contener una serie de pequeños orificios de tal manera que el aire en la vecindad de cada orificio es introducido en la tubería. La contribución de muestras de aire desde todos los orificios es dirigida intermitentemente o de manera relativamente continua hacia el vénturi. El vénturi está diseñado de tal manera que una proporción del aire dentro de la tubería es llevado hacia el monitor de tal forma que la presencia de humo o polvo es detectada, antes de que el flujo de aire del monitor sea regresado a la tubería. Todo el aire es llevado entonces al aspirador y expulsado.

Nótese que si se prefiere cualquiera de ellos en el caso de una sonda de ducto o el vénturi, solamente una proporción del aire disponible pase a través del monitor. Esta proporción o muestra de aire contiene humo y/o polvo en la misma densidad que el flujo principal. Sin embargo, minimizando cuidadosamente el flujo a través del monitor, la rata de polvo acumulado en el filtro de polvo puede ser minimizada, maximizando por lo tanto el intervalo de mantenimiento sin afectar la sensibilidad del monitor.

En una realización alternativa adicional de la presente invención, en vez del vénturi sería posible conectar el monitor directamente a un tubo de sección pequeña tal como un diámetro interno de 5 mm. Esto sería adecuado para recorrer distancias cortas tales como varios metros. En este caso, el flujo de aire completo pasaría a través del monitor, pero la rata de flujos sería baja y por lo tanto el intervalo de mantenimiento no necesariamente se afectaría. Para evitar tiempos de respuesta rápidos con tubos de sección pequeña en distancias largas la caída de presión sería muy alta, requiriéndose de un aspirador de alta presión y consumo de energía.

40 Montaje del monitor

Con referencia a la figura 18, el monitor 1801, por ejemplo un monitor de acuerdo con la presente invención puede ser montado sobre una superficie de lado plano, circular o de otra forma, tal como un ducto 1802 por medio de pestañas 1803 de montaje. El monitor 1601 puede ser asegurado por tornillos por ejemplo, u otro medio adecuado (no mostrado). En el montaje del monitor, las pestañas 1803 son simplemente flexionadas hasta que las pestañas encajen con la superficie donde el monitor va a ser fijado. Por ejemplo, en el montaje a un ducto, las pestañas son flexionadas hasta que se asienten o coincidan con la superficie del ducto, como se ilustra en la figura 18. Este ducto puede ser tan pequeño como de 200 mm (8 pulgadas) de diámetro. Las pestañas 1803 pueden ser conformadas integralmente con la carcasa del monitor 1801, en cuyo caso, una ranura (no mostrada) formada en la carcasa puede definir las pestañas y permitir el flexionamiento de las pestañas sin sesgarlas, de tal manera que se asienten firmemente sobre una superficie de un ducto u otra superficie de montaje.

REIVINDICACIONES

1. Un detector de partículas que comprende una cámara que tiene una entrada (1301) a través de la cual un fluido fluye hacia la cámara y una salida (1302) a través de la cual dicho fluido sale de la cámara, comprendiendo la cámara:
 - 5 un primer difusor (1308) adaptado para disminuir el flujo de fluido desde una primera velocidad a una segunda velocidad, en donde la segunda velocidad es inferior a la primera velocidad, proveyendo el primer difusor el flujo de fluido a la segunda velocidad a una zona (1207) de detección de partículas,
un segundo difusor (1309) adaptado para acelerar el flujo de fluido desde dicha segunda velocidad a una tercera velocidad, en donde la tercera velocidad es más alta que la segunda velocidad, en donde un cambio de dirección
10 ocurre a medida que el fluido pasa a través de la zona (1207) de detección de partículas, y en donde el flujo de fluido difundido pasa a través de la zona (1207) de detección de partículas de una manera que sustancialmente todas las partículas de polvo que pueden estar en el flujo de fluido difundido no son expulsadas de la suspensión en el fluido por fuerzas centrífugas.
 - 15 2. Un detector de partículas como se reivindica en la reivindicación 1, en donde las partículas de polvo remanentes en el flujo de fluido expulsadas de la suspensión en el flujo de fluido a través de la zona (1207) de detección de partículas por fuerzas centrífugas son deflectadas desde un orificio (1217) primario próximo a la zona (1207) de detección.
 3. Un detector de partículas como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde la segunda velocidad es sustancialmente 25 veces inferior a la primera velocidad.
 - 20 4. Un detector de partículas como se reivindica en la reivindicación 1, 2 o 3, en donde el flujo de fluido de segunda velocidad es sustancialmente un flujo de fluido laminar.
 5. Un detector de partículas como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la tercera velocidad es sustancialmente la misma que la primera velocidad.
 - 25 6. Un detector de partículas como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde un cambio de dirección se presenta a medida de que el flujo de fluido pasa a través del primer difusor (1308).
 7. Un detector de partículas reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la cámara está diseñada para minimizar sustancialmente cualquier caída de presión dentro del detector de partículas.
 8. Un detector de humo que comprende el detector de partículas como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
 - 30 9. Un detector de humo aspirado que comprende el detector de partículas como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

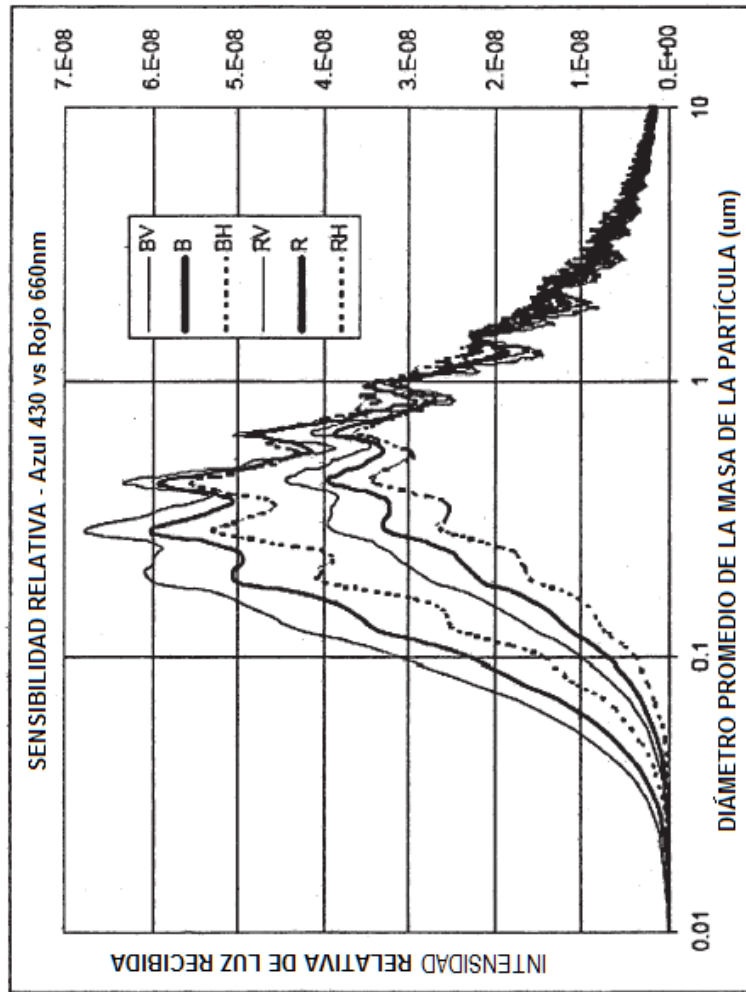


Figura 1

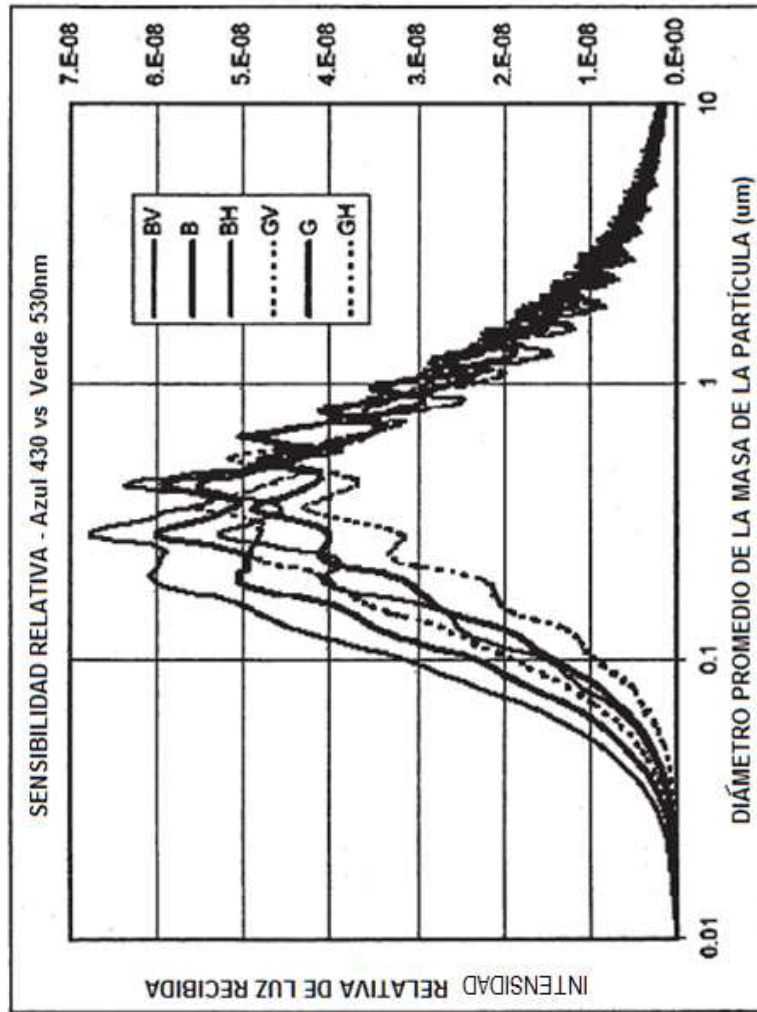


Figura 2

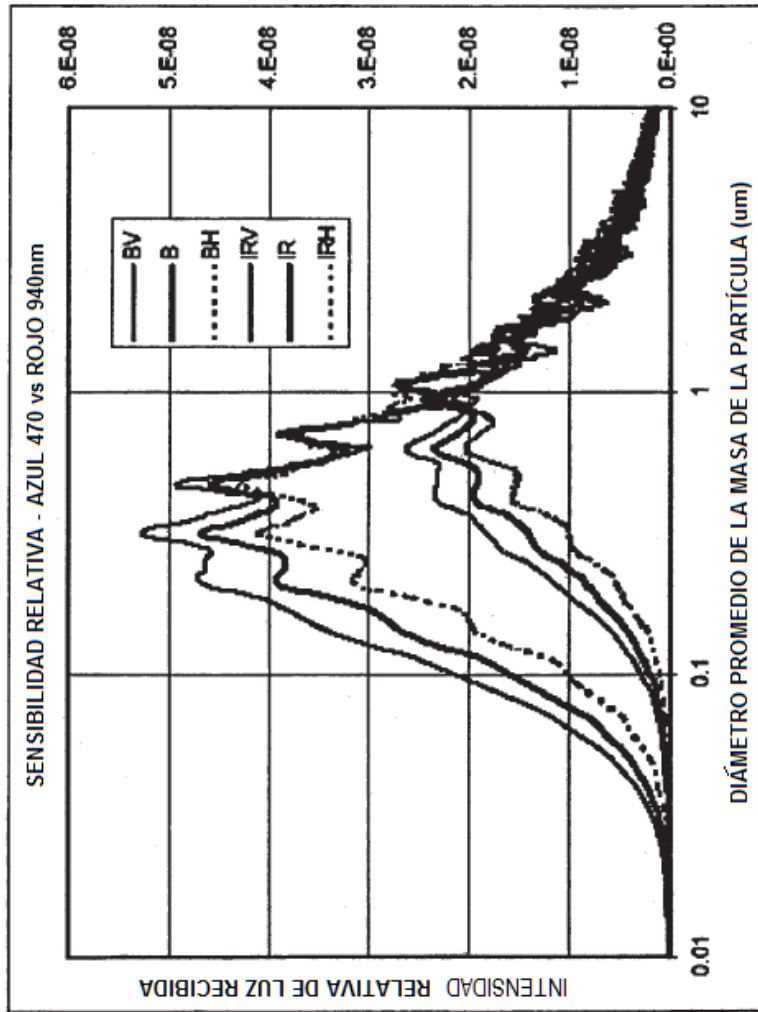


Figura 3

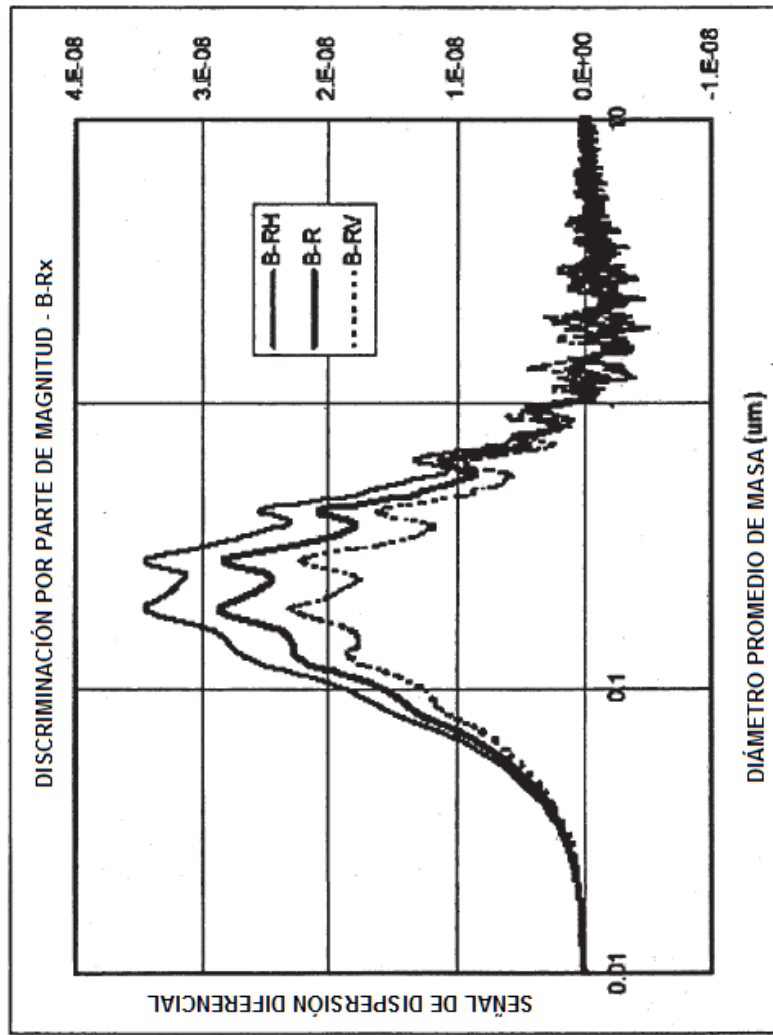


Figura 4

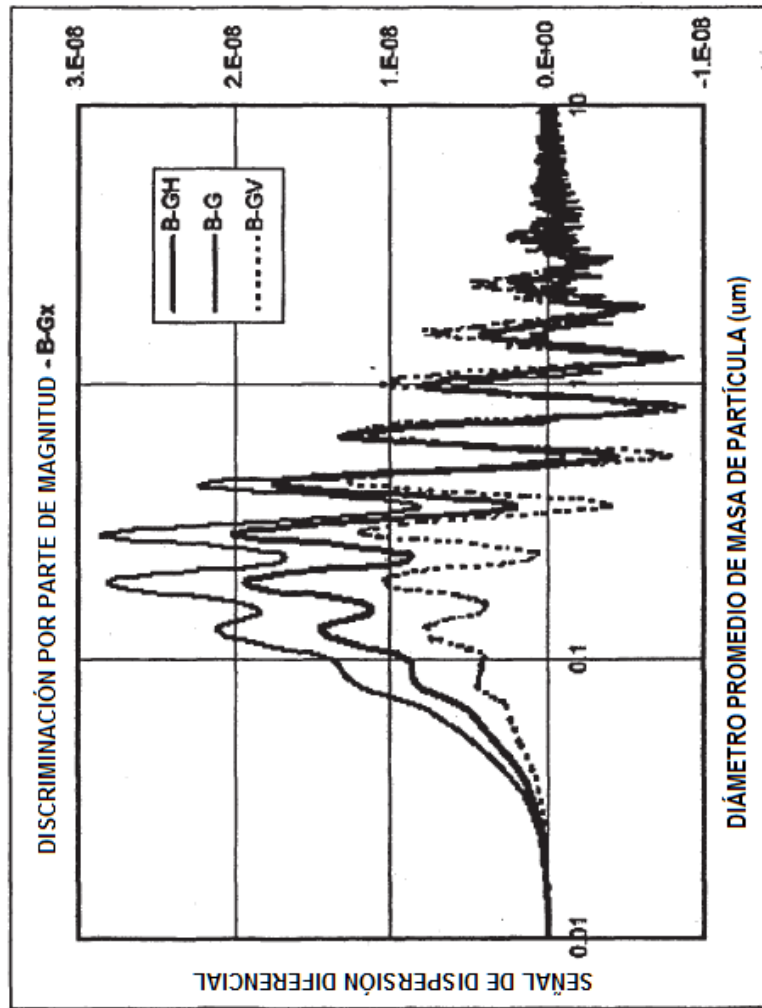


Figura 5

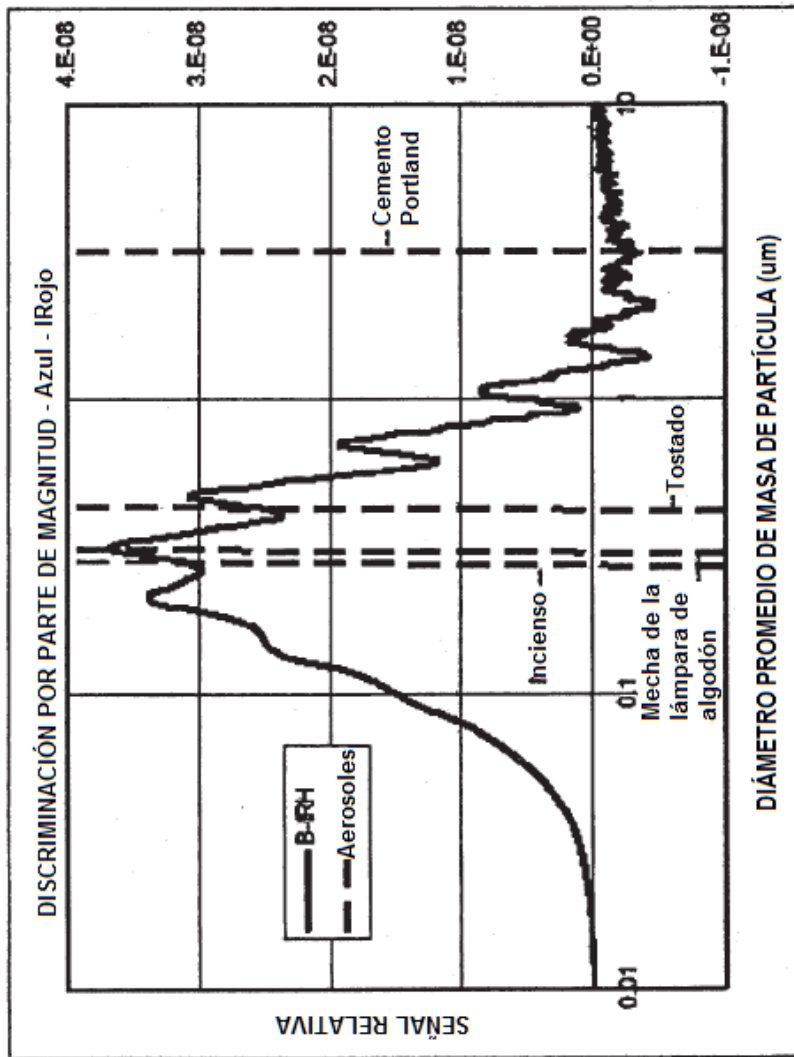


Figura 6

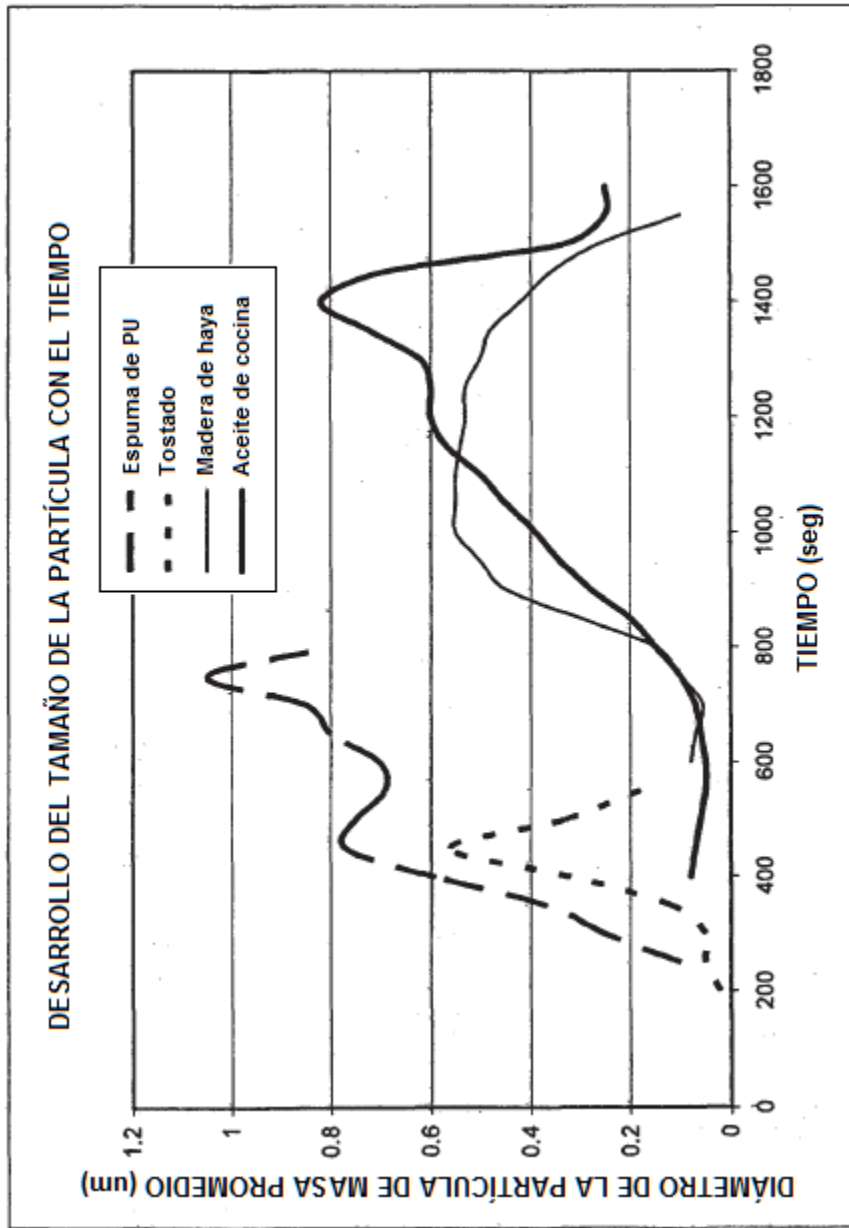


Figura 7

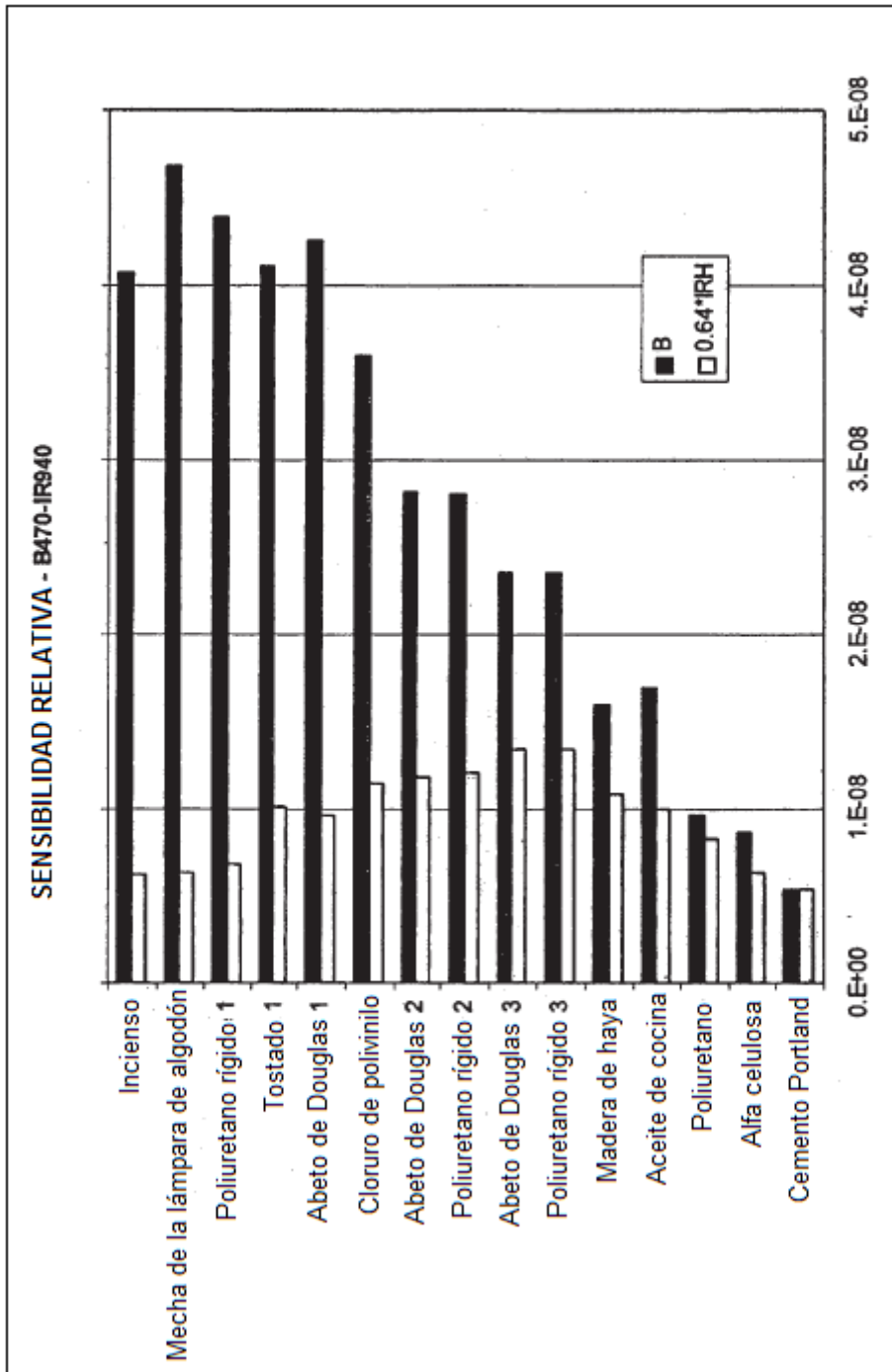


Figura 8

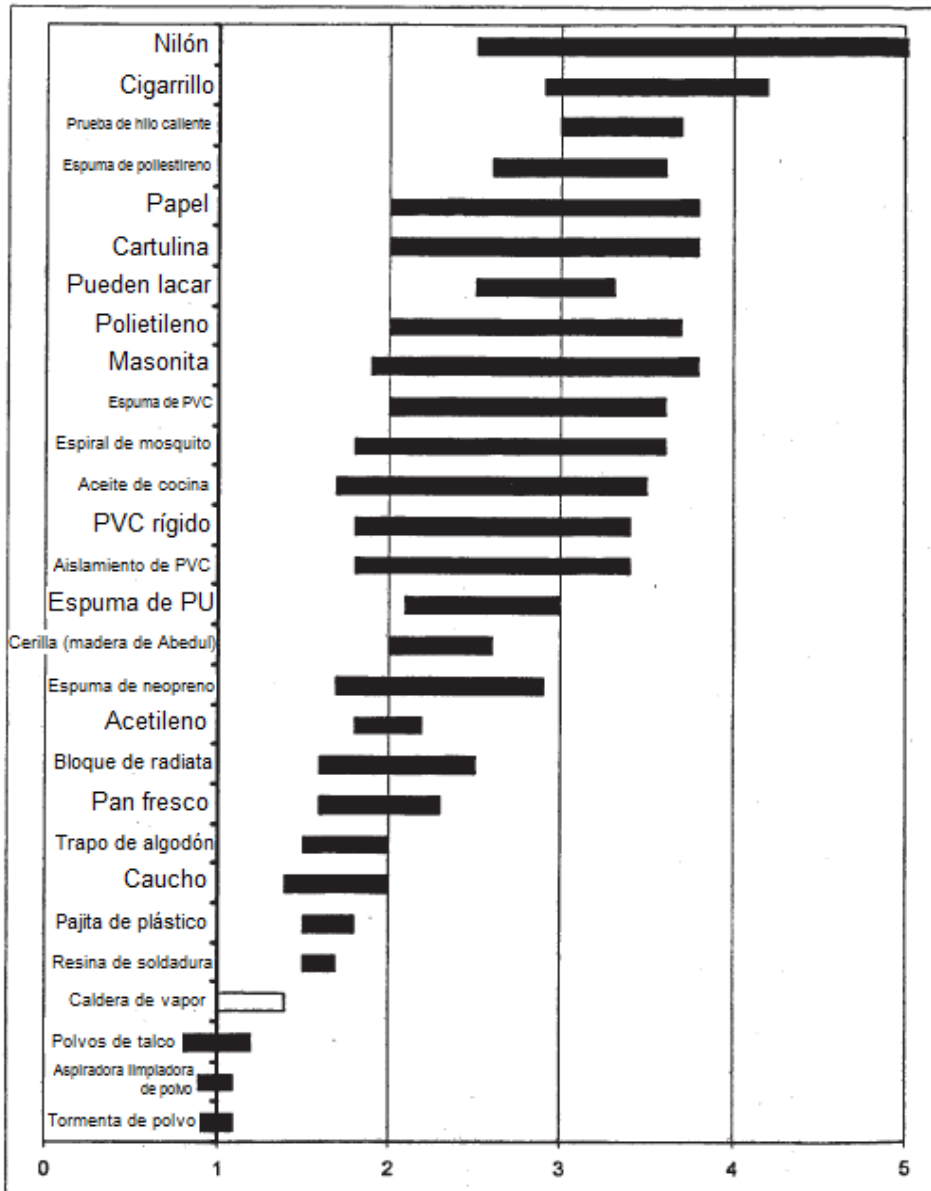


Figura 9

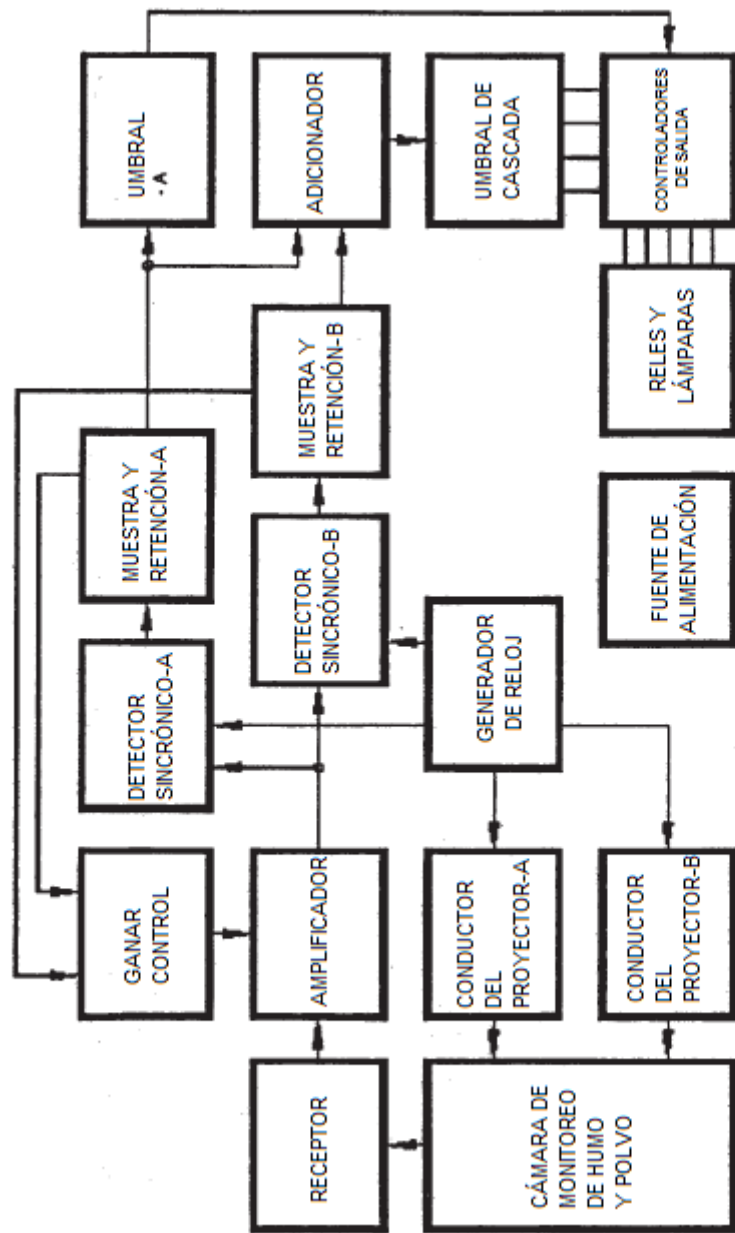


Figura 10

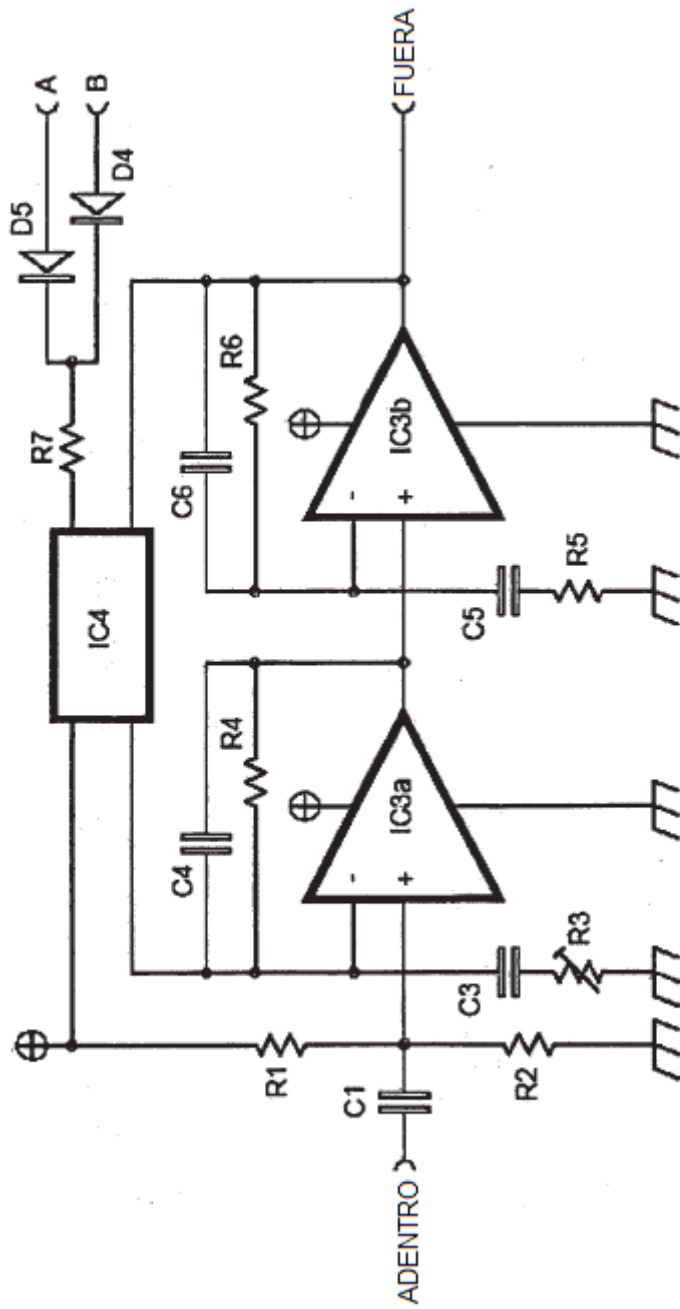


Figura 11

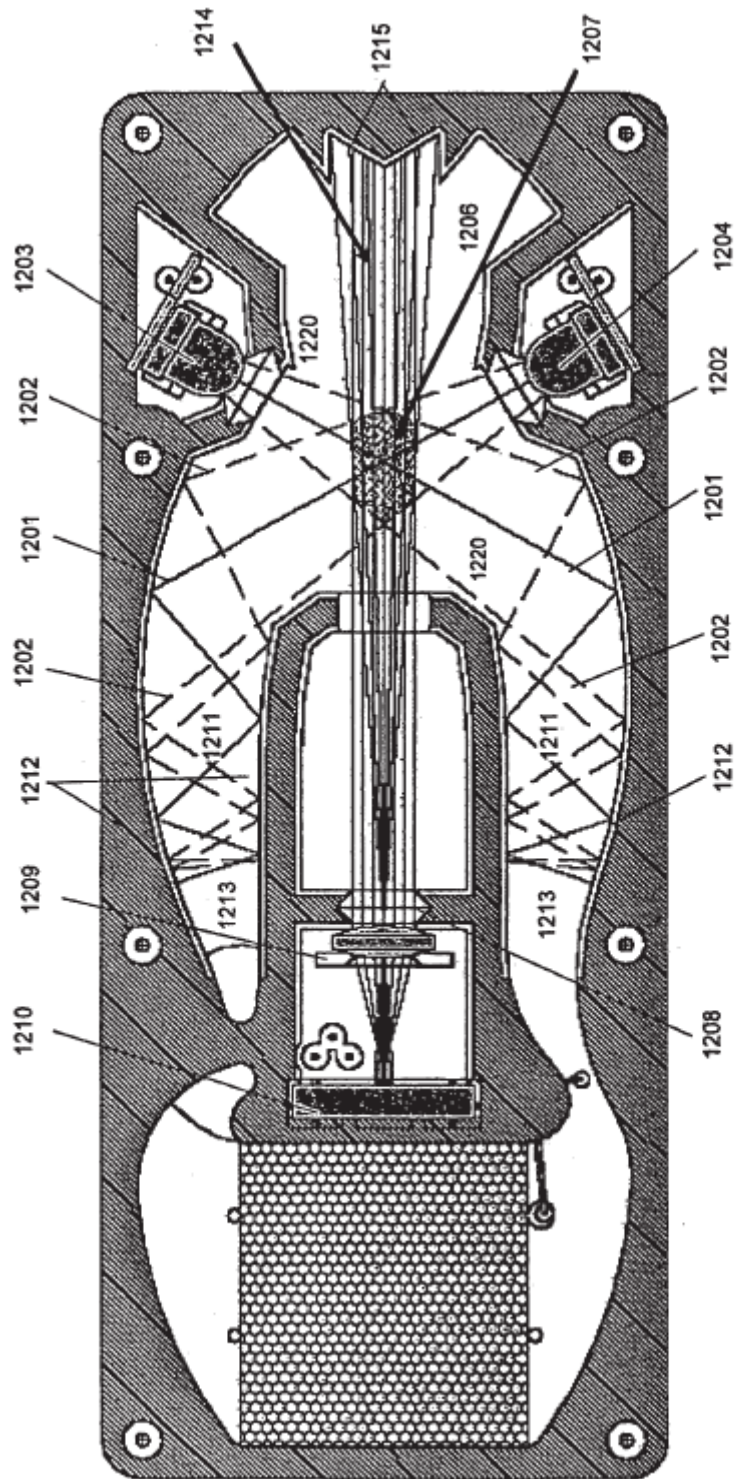


Figura 12

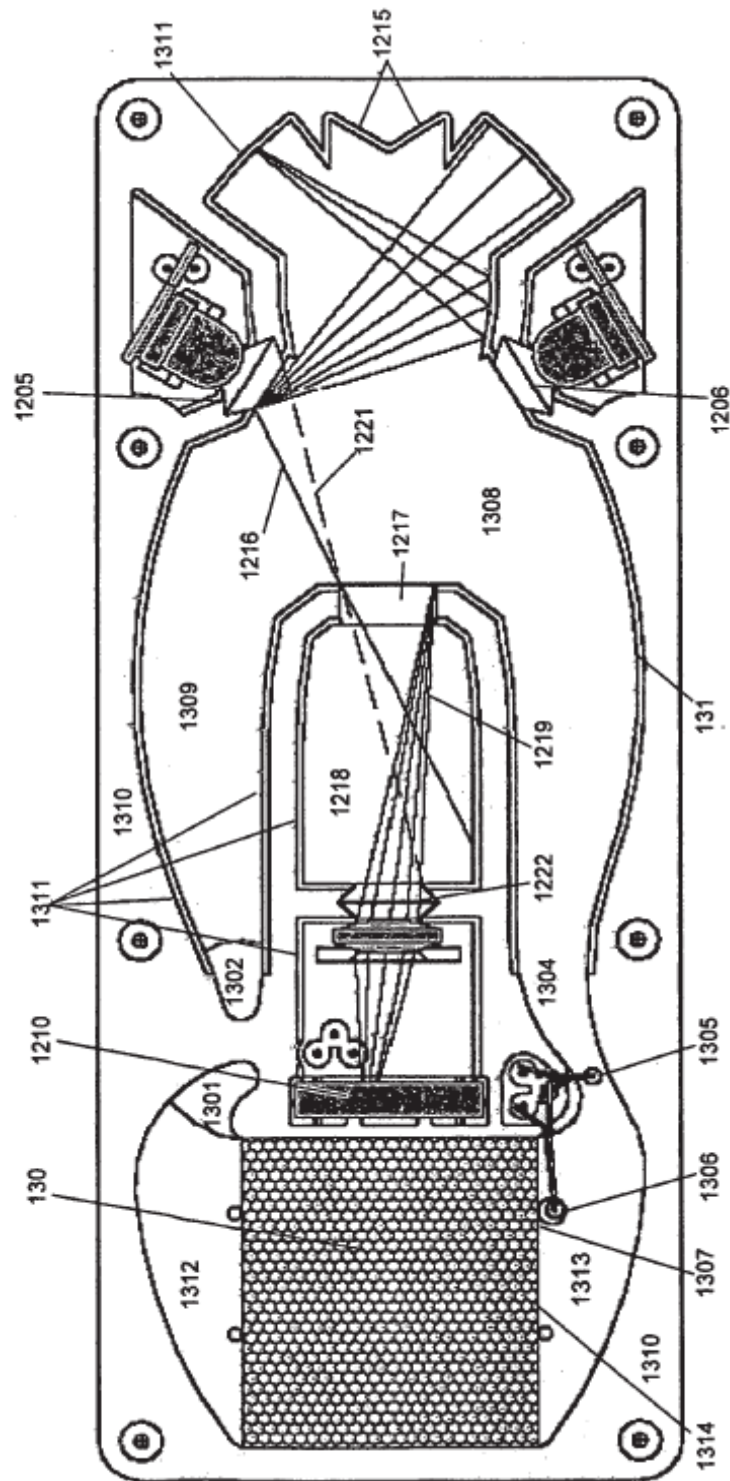


Figura 13

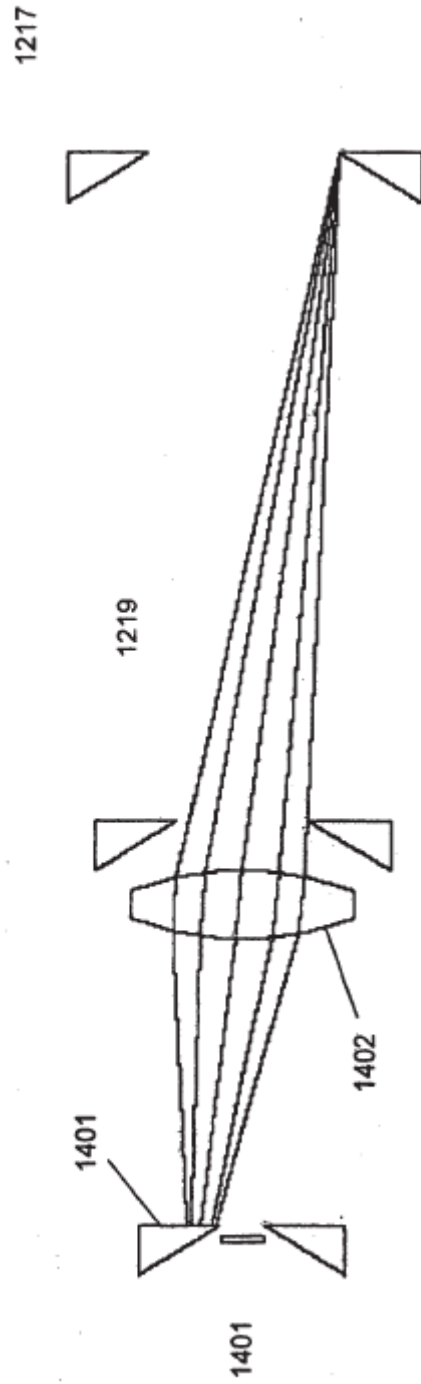


Figura 14

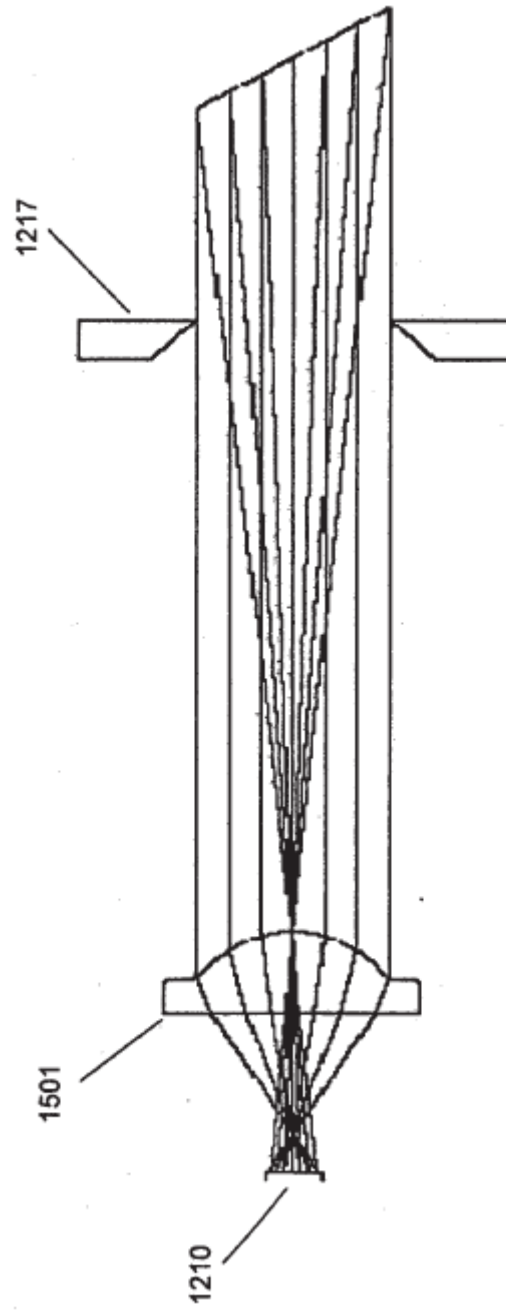


Figura 15

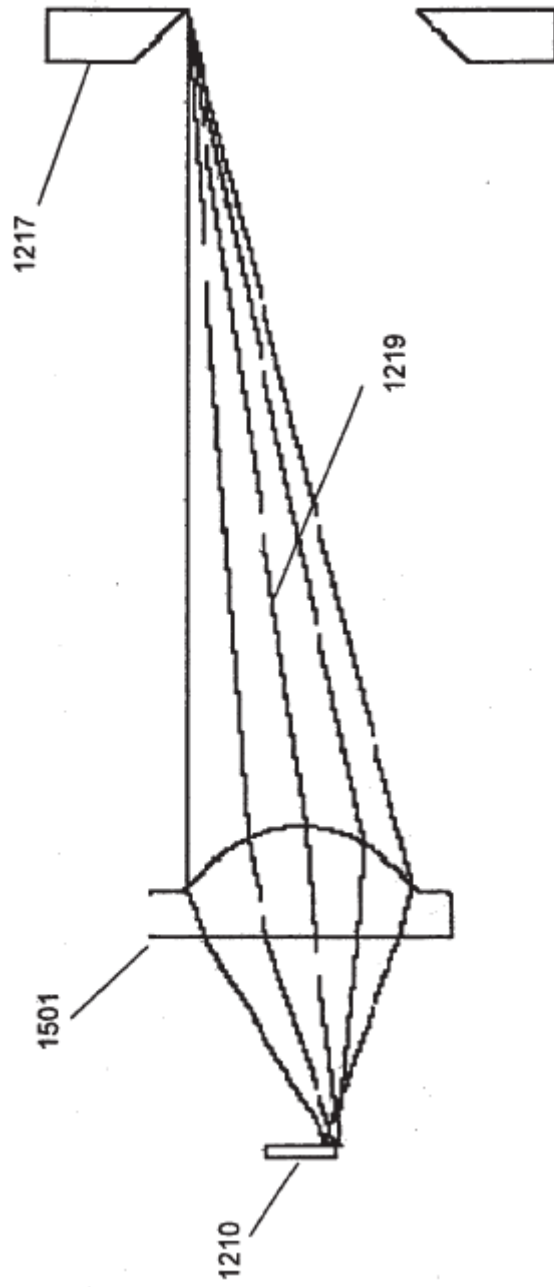


Figura 16

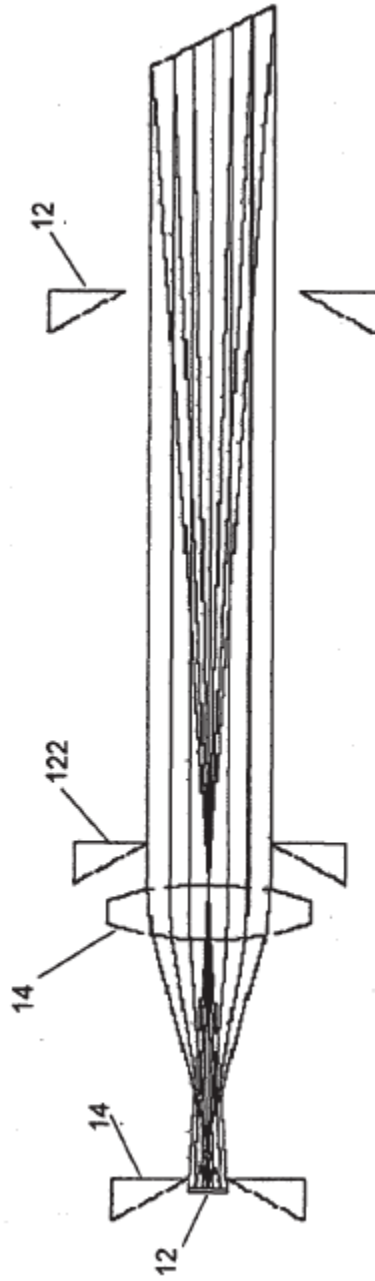


Figura 17

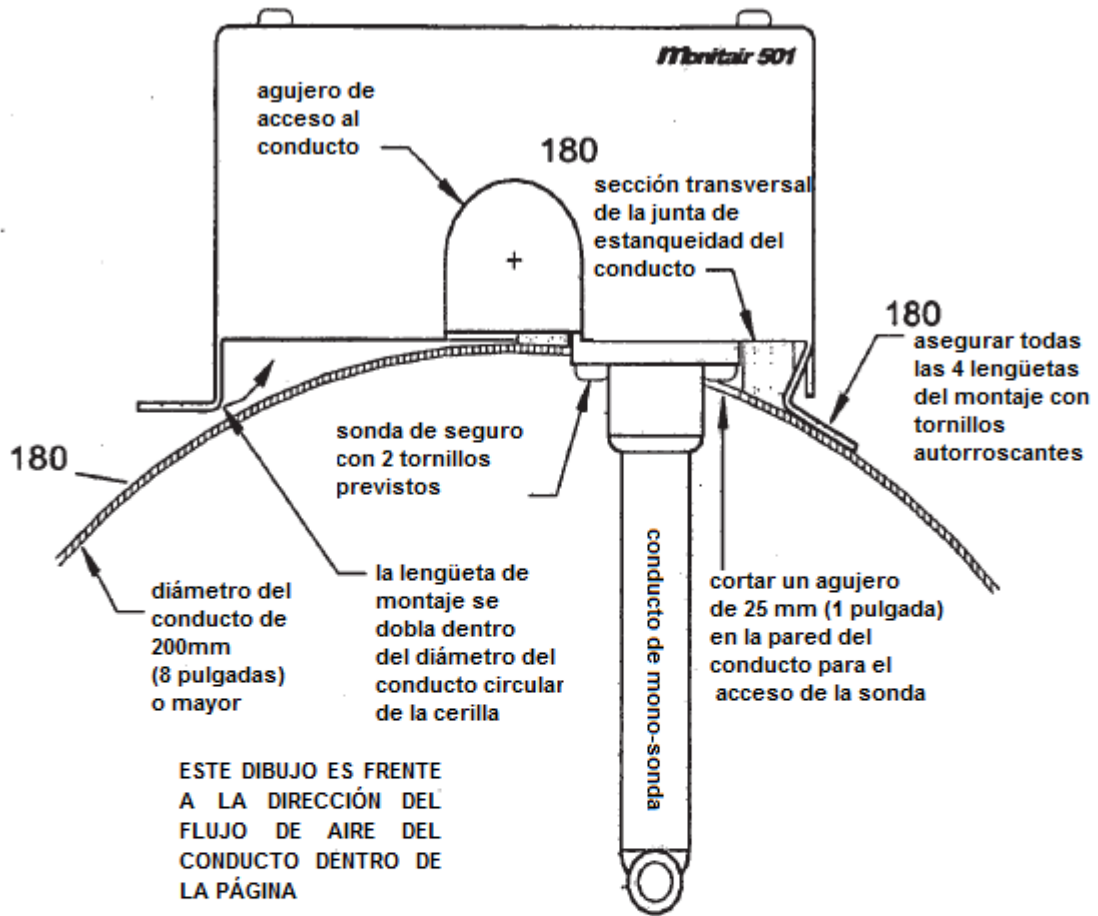


Figura 18