(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 577 021**

(51) Int. CI.:

G01R 27/26 (2006.01)
G08B 17/11 (2006.01)
G01N 27/66 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2012 E 12816179 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2803055**

(54) Título: **Procedimiento y aparato de detección de humo en una cámara de ionización**

(30) Prioridad:

14.12.2011 US 201161570418 P
02.10.2012 US 201213633686
02.11.2012 US 201213667269

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.07.2016

(73) Titular/es:

MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED (100.0%)
2355 West Chandler Boulevard
Chandler, AZ 85224-6199, US

(72) Inventor/es:

COOKE, BENJAMIN T.;
JULICHER, JOSEPH y
CURTIS, KEITH EDWIN

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

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

Procedimiento y aparato de detección de humo en una cámara de ionización

La presente divulgación versa acerca de dispositivos de detección de humo y, más en particular, acerca de un dispositivo de detección de humo que utiliza un cambio en permitividad que afecta a un valor de capacitancia de una cámara de ionización cuando se introduce humo en la misma.

La solicitud de patente francesa FR 2 473 201 da a conocer un detector de humo en el que hay conectada una cámara de ionización a un módulo de detección capacitiva (CSM). La patente estadounidense US 3.295.121 da a conocer un sistema eléctrico de alarma, preferentemente para alarmas de incendio. La patente estadounidense US 7.307.485 da a conocer un sensor de capacitancia que utiliza osciladores de relajación.

En general, un detector de humo utiliza una cámara de ionización que contiene una fuente de iones radiactivos que está acoplada a un amplificador operacional de impedancia elevada de entrada. La Figura 1 muestra una cámara típica de ionización utilizada en un detector de humo para producir una corriente muy pequeña (nA) que se reduce en presencia de partículas de humo. Los amplificadores operacionales son utilizados para convertir esta corriente en una tensión que es medida entonces para determinar la presente de humo. Las temperaturas elevadas provocan mayores corrientes de fuga en las entradas del amplificador operacional en el detector de humo. Esto afecta al rendimiento general de la función de detección de humo de la cámara de ionización. Por lo tanto, tales aumentos en las corrientes de fuga pueden plantear diversos problemas, tales como inexactitud, etc. que pueden requerir circuitos de compensación adicionales cuando se diseña un detector de humo y, por lo tanto, puede aumentar el coste del dispositivo.

Además, la impedancia de la cámara de ionización es sumamente elevada, y cualquier corriente de fuga, por ejemplo, una corriente de fuga de placa de circuito impreso enmascara la corriente de la cámara de ionización. Por lo tanto, las cámaras de ionización de detección de humo requieren un procedimiento complejo de fabricación en el que se doblan y se sueldan directamente patillas del amplificador operacional del circuito integrado de detección, suspendido en el aire, a la cámara de ionización. Según se ha mencionado anteriormente, se requieren circuitos especiales de fuga reducida para detectar el pequeño cambio de corriente a través de la cámara de ionización causado por la presencia de humo en la misma.

Por lo tanto, existe la necesidad de una manera de detectar humo en una cámara de ionización de un detector de humo que no requiera componentes sensibles ni caros ni procedimientos complejos de fabricación. Se pueden conseguir estos y otros objetos por medio de un procedimiento y de un aparato según se define en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se caracterizan mejoras adicionales.

Según la reivindicación 1, el procedimiento de detección de humo comprende las etapas de: acoplar una cámara de ionización a un módulo de detección capacitiva (CSM); determinar un cambio en una capacitancia de la cámara de ionización utilizando el CSM; y detectar la presencia de humo detectando un cambio predeterminado en la capacitancia.

En particular, la etapa de determinar el cambio en la capacitancia de la cámara de ionización comprende, además, las etapas de: determinar un primer cambio en la capacitancia de la cámara de ionización cuando la cámara de ionización puede encontrarse en una primera polaridad; determinar un segundo cambio en la capacitancia de la cámara de ionización cuando la cámara de ionización puede encontrarse en una segunda polaridad; determinar una diferencia entre el primer cambio y el segundo cambio; y utilizar la diferencia para determinar el cambio en la capacitancia de la cámara de ionización. Según una realización adicional del procedimiento, el cambio predeterminado en la capacitancia puede ser un cambio en la capacitancia dentro de cierto tiempo.

Según una realización adicional del procedimiento, la etapa de determinar el cambio en la capacitancia de la cámara de ionización puede comprender las etapas de: cargar la capacitancia de la cámara de ionización con una primera fuente de corriente constante hasta que una carga en la capacitancia pueda estar a una primera tensión, luego descargar la capacitancia de la cámara de ionización con una segunda fuente de corriente constante hasta que la carga en la capacitancia de la cámara de ionización pueda estar a una segunda tensión, y luego repetir la carga de la capacitancia; contar el número de veces que la carga en la capacitancia de la cámara de ionización pueda estar a la primera o a la segunda tensión dentro de cierto periodo de tiempo; y comparar los números de conteo de periodos de tiempo subsiguientes para determinar si el número de conteo de cualquiera o más de los periodos de tiempo subsiguientes ha cambiado un cierto número de conteos.

Según una realización adicional del procedimiento, la etapa de determinar el cambio en la capacitancia de la cámara de ionización puede comprender las etapas de: cargar la capacitancia de una primera cámara de ionización abierta a la entrada de humo con una primera fuente de corriente constante hasta que una carga en la capacitancia de la primera cámara de ionización pueda estar a una primera tensión, luego descargar la capacitancia de la primera cámara de ionización con una segunda fuente de corriente constante hasta que la carga en la capacitancia de la primera cámara de ionización pueda estar a una segunda tensión, y luego repetir la carga de la capacitancia de la primera cámara de ionización; contar el número de veces que la carga en la capacitancia de la primera cámara de

ionización pueda estar a la primera o a la segunda tensión dentro de cierto periodo de tiempo; cargar la capacitancia de una segunda cámara de ionización cerrada a la entrada de humo con la primera fuente de corriente constante hasta que una carga en la capacitancia de la segunda cámara de ionización pueda estar a una primera tensión, luego descargar la capacitancia de la segunda cámara de ionización con la segunda fuente de corriente constante hasta que la carga en la capacitancia de la segunda cámara de ionización pueda estar a la segunda tensión, y luego repetir la carga de la capacitancia de la segunda cámara de ionización; contar el número de veces que la carga en la capacitancia de la segunda cámara de ionización pueda estar a la primera o a la segunda tensión dentro de cierto periodo de tiempo; y restar un número de conteo de la primera cámara de ionización de un número de conteo de la segunda cámara de ionización y dividirlo por el número de conteo de la segunda cámara de ionización.

Según una realización adicional del procedimiento, en una primera medición, un alojamiento de la cámara de ionización puede estar acoplado al CSM; y en una segunda medición, una placa colectora de la cámara de ionización puede estar acoplada al CSM.

Según una realización adicional del procedimiento, etapas adicionales pueden comprender las etapas de restar un valor de medición de la primera medición de un valor de medición de la segunda medición, dividiendo entonces por el segundo valor de medición; y comparar los números de conteo de periodos de tiempo subsiguientes para determinar si el número de conteo de uno cualquiera o más de los periodos de tiempo subsiguientes ha cambiado un cierto número de conteos. Según una realización adicional del procedimiento, etapas adicionales pueden comprender la etapa de compensar un cambio de temperatura con información de temperatura procedente de un sensor de temperatura. Según una realización adicional del procedimiento, etapas adicionales pueden comprender la etapa de compensar un cambio de humedad relativa con información de humedad relativa procedente de un sensor de humedad relativa. Según una realización adicional del procedimiento, una etapa adicional puede comprender la etapa de compensar un cambio de tensión con información de tensión procedente de un sensor de tensión.

Según la reivindicación 8, el aparato de detección de humo comprende:

una cámara de ionización acoplada a un módulo de detección capacitiva (CSM) para determinar una capacitancia de la cámara de ionización; indicando un cambio predeterminado en la capacitancia de la cámara de ionización la presencia de humo en la cámara de ionización, por lo que se proporcionan circuitos para acoplarse de forma alterna con la cámara de ionización a una primera polaridad para determinar una primera capacitancia de la cámara de ionización y acoplarse a la cámara de ionización a una segunda polaridad para determinar una segunda capacitancia de la cámara de ionización, por lo que se puede utilizar una diferencia entre las capacitancias primera y segunda para determinar la presencia de humo en la cámara de ionización.

Según una realización adicional, el CSM puede ser un dispositivo periférico en un microcontrolador. Según una realización adicional, se pueden acoplar un procesador digital y una memoria al CSM y un circuito de alarma. Según una realización adicional, se puede acoplar un sensor de temperatura al procesador digital y una tabla de consulta de compensación de temperatura almacenada en la memoria acoplada al procesador digital y utilizada para compensar cambios inducidos por la temperatura de la capacitancia de la cámara de ionización. Según una realización adicional, se puede acoplar un sensor de humedad al procesador digital y una tabla de consulta de compensación de humedad almacenada en la memoria acoplada al procesador digital y utilizada para compensar cambios inducidos por la humedad de la capacitancia de la cámara de ionización.

Según una realización adicional, se puede acoplar un sensor de tensión al procesador digital y una tabla de consulta de compensación de tensión almacenada en la memoria acoplada al procesador digital y utilizada para compensar cambios inducidos por la tensión de la capacitancia de la cámara de ionización. Según una realización adicional, la presencia de humo en la cámara de ionización puede accionar una alerta audible. Según una realización adicional, la presencia de humo en la cámara de ionización puede accionar una alerta visual.

Según otra realización más, un aparato de detección de humo puede comprender: una primera cámara de ionización acoplada a un módulo de detección capacitiva (CSM) para determinar una capacitancia de la primera cámara de ionización, pudiendo estar abierta la primera cámara de ionización a la entrada de humo; una segunda cámara de ionización acoplada al CSM para determinar una capacitancia de la segunda cámara de ionización, pudiendo estar cerrada la segunda cámara de ionización a la entrada de humo; indicando una diferencia predeterminada en las capacitancias de las cámaras primera y segunda de ionización la presencia de humo en la primera cámara de ionización.

Se puede lograr una comprensión más completa de la presente divulgación haciendo referencia a la siguiente descripción tomada junto con los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático de una cámara de ionización que tiene una fuente de radiación y utiliza como un sensor de detección de humo;
la Figura 1A ilustra diagramas esquemáticos de una cámara de ionización que tiene una fuente de radiación y que muestra flujos de corriente a través de la misma para conexiones a la misma de la fuente de tensión de diferente polaridad;

la Figura 2 ilustra una vista esquemática en alzado de una cámara típica de ionización utilizada como un sensor de detección de humo;
la Figura 3 ilustra un diagrama esquemático de bloques de un detector de humo, según una realización ejemplar específica de la presente divulgación;
la Figura 4 ilustra un diagrama esquemático de bloques del módulo de detección capacitiva mostrado en la Figura 3; y
la Figura 5 ilustra un diagrama esquemático de bloques de una porción del módulo de detección capacitiva mostrado en la Figura 3 que muestra medios de conmutación utilizados para rechazar corriente de fuga del modo común, según la presente invención.

Aunque la presente divulgación es susceptible a diversas modificaciones y formas alternativas, en los dibujos se han mostrado realizaciones ejemplares específicas de la misma y se describen en la presente memoria con detalle. Sin embargo, se debería comprender que no se concibe que la descripción en la presente memoria de realizaciones ejemplares específicas limite la divulgación de las formas particulares divulgadas en la presente memoria, sino al contrario, la presente divulgación ha de abarcar todas las modificaciones y los equivalentes según se define en las reivindicaciones adjuntas.

Una fuente radiactiva en una cámara de ionización provoca que se ionice parte del gas (por ejemplo, aire) en la cámara. Los resultados son una permitividad superior a la normal del gas debido al número mayor del normal de moléculas de gas polarizadas (ionizadas) eléctricamente. Cuando entra humo en la cámara de ionización, el humo reacciona con las moléculas ionizadas de gas, cambiando, de ese modo, la permitividad, ε, de las mismas. La cámara de ionización puede caracterizarse como un condensador con fugas, estando la cantidad de corriente de fuga determinada por el flujo iónico entre placas cargadas 102 y 104 (Figura 1) de la cámara de ionización. Una capacitancia, C, de un condensador formado por las placas 102 y 104 es una función del área, A, de las placas conductivas 102 y 104; la distancia, d, entre las placas 102 y 104; y la permitividad, ε, del (aire) dieléctrico entre las mismas según la fórmula: $C = \varepsilon A/d$. Por lo tanto, un cambio en la permitividad del gas en la cámara de ionización también cambia el valor de capacitancia del mismo. Por lo tanto, utilizando una función de medición de la capacitancia, por ejemplo, un módulo de detección capacitiva (CSM) en un microcontrolador, se puede detectar el cambio de valor de capacitancia causado por el cambio de permitividad del dieléctrico gaseoso de este condensador con fugas para determinar la presencia de humo en el mismo.

Se describe más plenamente una detección capacitiva que utiliza el presente procedimiento y un módulo de detección capacitiva (CSM), según las enseñanzas de la presente divulgación, en las notas de la solicitud AN1101, AN1171, AN1268, AN1312, AN1334 y TB3064, disponibles en www.microchip.com, y en la solicitud de patente U.S. de propiedad común nº: US 2011/0007028 A1, titulada “Capacitive Touch System With Noise Immunity” de Keith E. Curtis, et al.

Las variaciones de temperatura y de tensión de batería pueden suponer diferencias significativas en la permitividad del gas (aire) con variaciones correspondientes en las mediciones de capacitancia de una primera cámara de ionización. Al proporcionar una segunda cámara de ionización que está sellada contra la entrada de humo, se puede utilizar una comparación de los valores medidos de capacitancia de cada una de las cámaras primera y segunda de ionización para compensar estas variaciones y proporcionar una forma sensible de detectar partículas de humo. Por ejemplo, restando el valor de capacitancia de la primera cámara de ionización del valor de capacitancia de la segunda cámara de ionización y luego dividiendo por el valor de capacitancia de la segunda cámara de ionización, elimina los efectos de temperatura y de tensión de la batería, dejando un valor resultante que es afectado principalmente por la presencia de humo en la primera cámara de ionización.

Se pueden incorporar sensores de temperatura, de humedad relativa (RH) y de tensión de batería en un sistema de detección de humo para determinar la compensación necesaria para las mediciones de capacitancia de la cámara de ionización utilizada para la detección de humo. En general, las variaciones de permitividad debidas a cambios de temperatura, de RH y/o de tensión son en un periodo más prolongado de tiempo que un cambio repentino en la cantidad de sustancias contaminantes (partículas de carbón, etc.) en el aire entre las placas del condensador de la cámara de ionización. Otra forma menos sensible de ignorar las variaciones de permitividad debida a cambios de temperatura, de RH y/o de tensión sería utilizar un procedimiento de promediación o de detección envolvente para ignorar la deriva lenta de la capacitancia de la cámara de ionización debida a cambios de tensión y/o de temperatura pero reconocer un cambio más brusco (rápido) de la permitividad del aire debido a partículas de carbón que aparecen repentinamente en la cámara de ionización. En la presente memoria se pueden utilizar y se contemplan diversas técnicas para medir cambios en la capacitancia para todos los fines. Las personas que tienen un nivel normal de dominio de circuitos medidores de la capacitancia y el beneficio de la presente divulgación podrían aplicar fácilmente esos circuitos medidores de la capacitancia en un aparato de detección de humo. Se puede utilizar un microcontrolador de señales mixtas (funciones analógica y digital) para mediciones de capacitancia, por ejemplo, un CSM, que realiza los cálculos necesarios para determinar si hay presente humo en la cámara de ionización, y compensar y/o promediar los cambios de permitividad debidos a cambios de temperatura, de RH y/o de tensión de batería.

Con referencia ahora al dibujo, se ilustran de forma esquemática los detalles de realizaciones ejemplares específicas. Se representarán elementos similares en los dibujos mediante números similares, y se representarán elementos similares mediante números similares con un sufijo distinto en minúsculas.

Con referencia a la Figura 1, se muestra un diagrama esquemático de una cámara de ionización que tiene una fuente de radiación y es utilizada como un sensor de detección de humo. La cámara 102 de ionización puede caracterizarse como un condensador con algunas moléculas ionizadas de gas entre las placas 104 y 106 del condensador. Las moléculas de gas se ionizan por medio de la fuente de radiación y cuando se aplica una tensión entre las dos placas 104 y 106 del condensador una corriente fluirá a través del gas ionizado y una resistencia eléctrica 108 conectada en serie con las placas 104 y 106 del condensador. Esta corriente produce una tensión a través de la resistencia eléctrica 108. Al medir la tensión a través de la resistencia eléctrica 108, se puede determinar la permitividad, ε, del gas. El humo en la cámara de ionización provocará un cambio brusco en la permitividad, ε, provocando un cambio brusco en el flujo de corriente y en la tensión a través de la resistencia eléctrica 108. Esta tensión es medida por medio de un amplificador operacional (no mostrado) de impedancia elevada de entrada que requiere procedimientos de fabricación y circuitería complejos. Una forma mejor, según las enseñanzas de la presente memoria, es medir los valores de capacitancia de la cámara de ionización antes y después de la entrada del humo en la misma. Según cambia la permitividad, ε, del gas ionizado también lo hace el valor de capacitancia de la cámara de ionización. Al utilizar un módulo de medición capacitiva que tiene una resolución de medición suficientemente elevada del valor de capacitancia, se puede detectar el cambio en capacitancia causado por la entrada de humo en la cámara de ionización y puede ser utilizado para generar una alarma de detección de humo.

Con referencia a la Figura 1A, se muestran diagramas esquemáticos de una cámara de ionización que tiene una fuente de radiación y muestra flujos de corriente a través de la misma para conexiones a la misma de la fuente de tensión de diferente polaridad. La cámara 102 de ionización puede caracterizarse como tres electrodos, por ejemplo, electrodos 104, 106 y 210, que tienen algunas moléculas ionizadas de gas (por ejemplo, aire) entre los mismos. Las moléculas de gas son ionizadas por medio de una fuente 108 de radiación. Cuando se aplica un potencial 112 de tensión entre los dos electrodos 104 y 106 a una primera polaridad (positivo al electrodo 106 y negativo al electrodo 104), fluirá una corriente electrónica 116 de ionización polarizada de forma positiva, $I_{cámara}$, a través del gas ionizado. Cuando se aplica el potencial 112 de tensión entre los dos electrodos 104 y 106 a una segunda polaridad (positivo al electrodo 104 y negativo al electrodo 106), no fluirá sustancialmente ninguna corriente electrónica 116a de ionización polarizada negativamente a través del gas ionizado, dado que ahora el electrodo 14 repelerá los electrones del gas ionizado. Sin embargo, la corriente 114 de fuga, I_{fuga}, por ejemplo, sustancias contaminantes, grasa, polvo, etc. en la placa de circuito impreso, fluirá independientemente de la polaridad conectada del potencial 112 de tensión.

Por lo tanto, cuando el potencial 112 de tensión está conectado a la primera polaridad a través de los electrodos 104 y 106 de la cámara 102, el flujo de corriente total a través del amperímetro 110 es la corriente electrónica ionizada 116, $I_{cámara}$, más la corriente 114 de fuga, I_{fuga}. Y cuando el potencial 112 de tensión está conectado a la segunda polaridad a través de los electrodos 104 y 106 de la cámara 102, el flujo de corriente total a través del amperímetro 110 es sustancialmente ninguna corriente electrónica ionizada 116a más la corriente 114 de fuga, I_{fuga}, lo que tiene como resultado de forma sustancial únicamente la corriente 114 de fuga, I_{fuga}. Por lo tanto, al restar la corriente 114 de fuga, I_{fuga}, del flujo de corriente total, se puede determinar la corriente electrónica ionizada real 116, $I_{cámara}$. Esto permite mediciones más sensibles de cualquier cambio en la corriente electrónica ionizada 116, $I_{cámara}$, sin que sean enmascarados estos cambios por la corriente no deseada 114 de fuga, I_{fuga}. Se contempla dentro del alcance de la presente divulgación, y se encuentra dentro del mismo, que cualquier fluido, por ejemplo, gas o líquido, que pueda ser ionizado por la fuente 108 de ionización funcionará como se ha descrito anteriormente en la presente memoria.

Con referencia a la Figura 2, se muestra una vista esquemática en alzado de un sensor típico de detección de humo de dos cámaras que tiene una fuente de radiación. La cámara 102 de ionización consiste en dos cámaras 102a y 102b. La cámara superior 102a está abierta a la admisión de humo en la misma, y la cámara inferior 102b está cerrada a la admisión de humo. Se ubica una pantalla conductiva 210 entre las dos cámaras 102a y 102b. La fuente 108 de radiación próxima a la cámara 102 de ionización, o en la misma, provoca que se ionice parte del gas en las cámaras 102a y 102b. Esta ionización del gas en el interior de las cámaras 102a y 102b provoca que se aumente una corriente 116 de ionización, $I_{cámara}$, a través de ambas cámaras 102a y 102b entre los electrodos 104 y 106 de la cámara 102 de ionización.

Cuando hay humo presente en la cámara superior 102a, se combina con el gas ionizado, neutralizando parte del gas ionizado del trayecto de la corriente 116 de ionización, $I_{cámara}$. Como resultado, la permitividad de la cámara superior 102a es menor de lo que es en la cámara inferior 102b. La corriente 116 de ionización, $I_{cámara}$, fluye en serie a través de las cámaras 102a y 102b y, por lo tanto, será menor cuando hay humo en la cámara 102a. Cuando se invierte la tensión a través de las cámaras 102a y 102b, no fluirá sustancialmente corriente inversa 116a de ionización y el único flujo de corriente entre los electrodos 104 y 106 será la corriente 114 de fuga. La presencia de la corriente 114 de fuga reduce la sensibilidad para medir cambios en la corriente 116 de ionización. Eliminar esta corriente 114 de fuga de modo común de la determinación de humo en la cámara 102a da como resultado un detector de humo más sensible.

Con referencia a la Figura 3, se muestra un diagrama esquemático de bloques de un detector de humo, según una realización ejemplar específica de la presente divulgación. Un detector de humo, representado en general por medio del número 300, comprende un módulo 208 de detección capacitiva, una cámara 102a de ionización de detección de humo, un procesador digital y memoria 314, un accionador 316 de alarma y una alerta audible/visual 318. Se pueden proporcionar el módulo 208 de detección capacitiva, el procesador digital y la memoria 314 y el accionador 316 de alarma en un microcontrolador 330 de circuito integrado. La cámara 102a de ionización de detección de humo está acoplada al módulo 208 de detección capacitiva en el que se miden las representaciones de los valores de capacitancia de la misma, y luego se lee cada valor representativo de capacitancia por medio del procesador digital y la memoria 314, y es procesado por los mismos. Cuando hay un cambio en las representaciones de valores de capacitancia dentro de cierto tiempo, el procesador digital 314 habilitará el accionador 316 de alarma que activa la alerta audible/visual 318 para indicar la presencia de humo en la ubicación del detector 300 de humo.

El detector 300 de humo puede comprender, además, una segunda cámara 102b de ionización que está cerrada al aire exterior que puede contener humo. Se pueden utilizar las cámaras primera y segunda 102a y 102b de ionización para realizar una comparación de los valores medidos de capacitancia de cada una de las cámaras primera y segunda 102a y 102b de ionización, y compensar estas variaciones, proporcionando, de ese modo, una forma más sensible de detección de partículas de humo, como se ha descrito de forma más completa anteriormente en la presente memoria.

El detector 300 de humo puede comprender, además, un sensor 320 de temperatura, un sensor 322 de humedad relativa y/o un sensor 324 de tensión acoplados a una fuente de alimentación, por ejemplo, una batería (no mostrada), pudiendo compensar el procesador digital 314 mediciones de capacitancia que pueden cambiar en distintas condiciones de temperatura, de humedad y/o de tensión, por ejemplo, utilizando tablas de consulta que contienen datos de calibración y de compensación para la cámara 102 de ionización de detección de humo. Además, el procesador digital 314 puede llevar a cabo un aplanamiento, una promediación de tiempos, una eliminación del ruido, un sobremuestreo y/o un procesamiento digital de señales para aumentar la sensibilidad de detección de cambios de capacitancia y/o reducir la captación de ruido.

Con referencia a la Figura 4, se muestra un diagrama esquemático de bloques del módulo de detección capacitiva mostrado en la Figura 3. El módulo 208 de detección capacitiva (CSM) mide la capacitancia en función de metodología de oscilador de relajación. El CSM 208 produce una señal de tensión oscilante para la medición por medio de un circuito de determinación de la frecuencia, a una frecuencia que depende de la capacitancia de la cámara 102 de ionización. La frecuencia a la que genera el CSM 208 la señal de tensión oscilante cambiará cuando se introduce humo en la cámara 102a de ionización. Este cambio en frecuencia indica que hay presente humo en la cámara 102a de ionización. Además, una mejora adicional para una detección más fiable de humo es requerir que el cambio en frecuencia se produzca dentro de un cierto periodo de tiempo, o un periodo igual al mismo, de forma que se rechace un cambio lento de frecuencia debido a cambios en la temperatura, en la humedad relativa y/o en la tensión de alimentación (por ejemplo, la batería, no mostrada).

El módulo 208 de detección capacitiva (CSM) puede comprender un conmutador 440 de selección de cámara de ionización, un conmutador 442 de selección de la fuente de corriente, un condensador interno o externo 444, una primera fuente 446 de corriente constante, una segunda fuente 448 de corriente constante, un primer comparador 450 de tensiones, un segundo comparador 452 de tensiones, un circuito biestable RS 454, uno o más contadores 456 de forma de onda, uno o más circuitos 458 de retención, y un temporizador 460 de periodos. El conmutador 440 de selección puede controlarse por medio del procesador digital 314 para seleccionar entre cámaras 102a y 102b de ionización. Se puede añadir el condensador 444 en paralelo con la capacitancia de la cámara 102 de ionización para reducir la frecuencia de oscilación. El conmutador 442 de selección de la fuente de corriente acopla bien la primera fuente 446 de corriente constante o bien la segunda fuente 448 de corriente constante a la capacitancia de la cámara 102 de ionización (y del condensador 444 si se utiliza). Los comparadores 450 y 452 monitorizan la tensión de carga/descarga en la capacitancia de la cámara 102 de ionización (y del condensador 444, si se utiliza).

Se genera una forma de onda de tensión triangular oscilante por medio de la primera fuente 446 de corriente constante que carga la capacitancia de la cámara 102 de ionización (y del condensador 444, si se utiliza) y la segunda fuente 448 de corriente constante que descarga la capacitancia de la cámara 102 de ionización (y del condensador 444, si se utiliza). El circuito biestable RS 454 controla el conmutador 442 de selección de la fuente de corriente como sigue: cuando la tensión en la capacitancia de la cámara 102 de ionización (y del condensador 444, si se utiliza) (carga) alcanza la tensión VH, la salida del primer comparador 450 de tensiones pasa a un 1 lógico y “fija” la salida Q del circuito biestable RS 454 a un 1 lógico, haciendo, de ese modo, que el conmutador 442 de selección de la fuente de corriente seleccione la segunda fuente 448 de corriente estable, por lo que la capacitancia de la cámara 102 de ionización (y del condensador 444, si se utiliza) comienza a descargarse a través de la segunda fuente 448 de corriente constante. Cuando la tensión en la capacitancia de la cámara 102 de ionización (y del condensador 444, si se utiliza) (descarga) alcanza la tensión VL, la salida del segundo comparador 452 de tensiones pasa a un 1 lógico y “reinicializa” la salida Q del circuito biestable RS 454 a un 0 lógico, haciendo, de ese modo, que el conmutador 442 de selección de la fuente de corriente seleccione la primera fuente 446 de corriente constante, por lo que comienza a cargar la capacitancia de la cámara 102 de ionización (y del condensador 444, si se utiliza) a

través de la primera fuente 446 de corriente constante. Los conmutadores 440 y 442 pueden ser conmutadores de transistores de efecto de campo (FET) de estado sólido.

Esta oscilación de conmutación entre las dos fuentes 450 y 452 de corriente constante de carga y de descarga, respectivamente, tienen una frecuencia de oscilación que depende del valor de capacitancia de la cámara 102 de ionización (y del condensador 444, si se utiliza). Si aumenta el valor de la capacitancia de la cámara 102 de ionización entonces disminuye la frecuencia de oscilación y si se reduce el valor de la capacitancia entonces aumenta la frecuencia de oscilación. Al medir con precisión esta frecuencia de oscilación, se puede determinar la detección de un cambio de capacitancia (por ejemplo, humo).

Se puede utilizar un contador 456 de forma de onda para contar el número de ciclos de la forma de onda de oscilación (por ejemplo, niveles lógicos de paso a positivo de la salida Q del circuito biestable RS 454) dentro de cierto periodo de tiempo. Si se conocen el periodo de tiempo de conteo y el número de ciclos en el periodo de tiempo, e puede determinar la frecuencia de la forma de onda. Sin embargo, dado que solo interesa un cambio en el valor de la capacitancia, solo es necesario comparar el número de ciclos en distintos periodos de tiempo para determinar si hay humo en la cámara 102a de ionización. Los contadores 456a y 456b de forma de onda pueden estar concatenados y/o un contador (temporizador) de alta resolución puede ser, por ejemplo pero sin limitación, de 24 o 32 bits. Un temporizador 460 de periodos de alta resolución proporciona periodos de tiempo precisos para determinar el número de ciclos de la forma de onda de oscilación en cada uno de los periodos de tiempo. El o los circuitos 458 de retención capturan el número de ciclos contados en el o los contadores 456 de forma de onda para cada periodo de tiempo y, entonces, el procesador digital puede leer el conteo de ciclos por periodo de tiempo de la forma de onda de oscilación del o de los circuitos 458 de retención.

Según diversas realizaciones, en una medición el alojamiento 106 de la cámara 102a de ionización (Figura 2) puede estar acoplado en paralelo con el condensador interno 444 y se puede medir la frecuencia resultante respectiva. En otra medición la placa colectora interna 104 de la cámara 102a de ionización puede estar conectada en paralelo con el condensador interno 444. La resta del valor de capacitancia de la cámara 102a de ionización del valor de capacitancia de la cámara 102b de ionización y dividirlo por el valor de capacitancia de la cámara 102b de ionización, elimina los efectos de temperatura y de tensión de la batería, dejando un valor de capacitancia que se ve afectado principalmente por la presencia de humo en la cámara 102a de ionización.

Con referencia a la Figura 5, se muestra un diagrama esquemático de bloques de una porción del módulo de detección capacitiva mostrado en la Figura 3 que muestra medios de conmutación utilizados para rechazar corriente de fuga de modo común, según la presente invención.

Los conmutadores 550 y 552 y 554 y 556 cambian las conexiones de polaridad de las cámaras 102a y 102b, respectivamente. Se realizan dos conteos de muestreo de cada una de las cámaras 102a y 102b: un conteo de muestra a una primera polaridad y un segundo conteo de muestra a una segunda polaridad opuesta a la primera polaridad. Estos valores de conteo de muestras son almacenados en la memoria del procesador digital 314 para un procesamiento adicional de cálculo, por ejemplo, la resta del valor inferior del conteo de muestra del valor superior del conteo de muestra de cada cámara 102a y 102b, cancelando, de ese modo, lo que causa la corriente 114 de fuga, con un resultado de únicamente una representación de la corriente 116 de ionización de la cámara. Dado que se mide independientemente cada cámara 102a y 102b, cualquier diferencia en las corrientes 116 de ionización de las dos cámaras indicará la influencia del humo en la ionización del gas en la cámara 102a. La determinación de un valor de conteo que represente la corriente 116 de ionización de la cerrada al valor de conteo que representa la cámara 102b de ionización de humo permite, de ese modo, que se pueda utilizar un valor base para hacer un seguimiento o “flotar” un valor base de referencia de conteo para la cámara 102a, de forma que se pueda reconocer más fácilmente que un cambio pequeño del mismo indica la detección de humo en la misma.

Aunque se han mostrado, descrito y definido realizaciones de la presente divulgación por referencia a realizaciones ejemplares de la divulgación, tales referencias no implican una limitación de la divulgación, y no se infiere tal limitación. La materia objeto divulgada es susceptible de considerables modificaciones, alteraciones y equivalencias en forma y en función, como se les ocurrirá a las personas con un nivel normal de dominio de la técnica pertinente y que tengan el beneficio de la presente divulgación. Las realizaciones mostradas y descritas de la presente divulgación son únicamente ejemplos.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de detección de humo, que comprende las etapas de:

acoplar una cámara (102) de ionización con un módulo (208) de detección capacitiva (CSM);
determinar un cambio en una capacitancia de la cámara (102) de ionización utilizando el CSM (208):

determinando un primer cambio en la capacitancia de la cámara (102) de ionización cuando la cámara (102) de ionización se encuentra en una primera polaridad;
determinando un segundo cambio en la capacitancia de la cámara (102) de ionización cuando la cámara (102) de ionización se encuentra en una segunda polaridad;
determinando una diferencia entre el primer cambio y el segundo cambio; y
utilizar la diferencia para determinar el cambio en la capacitancia de la cámara (102) de ionización;

y
detectar la presencia de humo detectando un cambio predeterminado en la capacitancia.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el cambio predeterminado en la capacitancia es un cambio en la capacitancia dentro de cierto tiempo.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de determinar el primer o el segundo cambio en la capacitancia de la cámara (102) de ionización comprende las etapas de:

cargar la capacitancia de la cámara (102) de ionización con una primera fuente (446) de corriente constante hasta que una carga en la capacitancia se encuentra a una primera tensión, luego descargar la capacitancia de la cámara (102) de ionización con una segunda fuente (448) de corriente constante hasta que la carga en la capacitancia de la cámara (102) de ionización se encuentra a una segunda tensión, y luego repetir la carga y la descarga de la capacitancia;
contar el número de veces que la carga en la capacitancia de la cámara (102) de ionización se encuentra a la primera o a la segunda tensión dentro de cierto periodo de tiempo; y
comparar los números de conteo de periodos de tiempo subsiguientes para determinar si el número de conteo de uno cualquiera o más de los periodos de tiempo subsiguientes han cambiado un cierto número de conteos.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la cámara (102) de ionización comprende una primera cámara (102a) de ionización abierta a la admisión de humo y una segunda cámara (102b) de ionización cerrada a la admisión de humo, y en el que la etapa de determinar el cambio en la capacitancia de la cámara de ionización comprende las etapas de:

cargar la capacitancia de la primera cámara (102a) de ionización abierta a la entrada de humo con una primera fuente (446) de corriente constante hasta que una carga en la capacitancia de la primera cámara (102a) de ionización se encuentra a una primera tensión, luego descargar la capacitancia de la primera cámara (102a) de ionización con una segunda fuente (448) de corriente constante hasta que la carga en la capacitancia de la primera cámara (102a) de ionización se encuentra a una segunda tensión, y luego repetir la carga y la descarga de la capacitancia de la primera cámara (102a) de ionización;
contar el número de veces que la carga en la capacitancia de la primera cámara (102a) de ionización se encuentra a la primera o a la segunda tensión dentro de cierto periodo de tiempo;
cargar la capacitancia de una segunda cámara (102b) de ionización cerrada a la entrada de humo con la primera fuente (446) de corriente constante hasta que una carga en la capacitancia de la segunda cámara (102b) de ionización se encuentra a una primera tensión, luego descargar la capacitancia de la segunda cámara (102b) de ionización con la segunda fuente (448) de corriente constante hasta que la segunda cámara (102b) de ionización se encuentra a una segunda tensión, y luego repetir la carga y la descarga de la capacitancia de la segunda cámara (102b) de ionización;
contar el número de veces que la carga en la capacitancia de la segunda cámara (102b) de ionización se encuentra a la primera o a la segunda tensión dentro de cierto periodo de tiempo; y
restar un número de conteo de la primera cámara (102a) de ionización de un número de conteo de la segunda cámara (102b) de ionización y dividir por el número de conteo de la segunda cámara (102b) de ionización.

5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que:

en una primera medición, un alojamiento (104, 106) de la cámara (102) de ionización está acoplado con el CSM (208); y
en una segunda medición, una placa colectora (210) de la cámara (102) de ionización está acoplada con el CSM (208).

6. El procedimiento según la reivindicación 6, que comprende, además, las etapas de restar un valor medido de la primera medición de un valor medido de la segunda medición, dividiendo luego por el segundo valor medido; y comparar los números de conteo de periodos de tiempo subsiguientes para determinar si el número de conteo de uno cualquiera o más de los periodos de tiempo subsiguientes ha cambiado un cierto número de conteos.

7. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de compensar un cambio de temperatura con información de temperatura procedente de un sensor de temperatura,
y/o
compensar un cambio de humedad relativa con información de humedad relativa procedente de un sensor de humedad relativa,
y/o
compensar un cambio de tensión con información de tensión procedente de un sensor de tensión.

8. Un aparato de detección de humo, que comprende:

una cámara (102) de ionización acoplada a un módulo (208) de detección capacitiva (CSM) para determinar una capacitancia de la cámara (102) de ionización;
en el que un cambio predeterminado en la capacitancia de la cámara (102) de ionización indica la presencia de humo en la cámara (102) de ionización; y
circuitos (550, 552, 554, 556) para acoplarse, de forma alterna, a la cámara (102) de ionización a una primera polaridad para determinar una primera capacitancia de la cámara (102) de ionización y acoplarse a la cámara (102) de ionización a una segunda polaridad para determinar una segunda capacitancia de la cámara (102) de ionización, mediante lo cual se utiliza una diferencia entre las capacitancias primera y segunda para determinar la presencia de humo en la cámara (102) de ionización.

9. El aparato de detección de humo según la reivindicación 11, en el que el CSM (208) es un dispositivo periférico en un microcontrolador.

10. El aparato de detección de humo según la reivindicación 11, en el que el microcontrolador comprende un procesador digital y memoria (314) acoplados al CSM (208) y, preferentemente, un circuito (316) de alarma.

11. El aparato de detección de humo según una de las reivindicaciones precedentes 8-10, que comprende, además, un sensor (320) de temperatura acoplado al procesador digital (314) y una tabla de consulta de compensación de la temperatura almacenada en la memoria acoplada al procesador digital (314) y utilizada para compensar cambios inducidos por la temperatura de la capacitancia de la cámara (102) de ionización, y/o
un sensor (322) de humedad acoplado al procesador digital (314) y una tabla de consulta de compensación de la humedad almacenada en la memoria acoplada al procesador digital (314) y utilizada para compensar cambios inducidos por la humedad de la capacitancia de la cámara (102) de ionización, y/o
un sensor (324) de tensión acoplado al procesador digital (314) y una tabla de consulta de compensación de la tensión almacenada en la memoria acoplada al procesador digital (314) y utilizada para compensar cambios inducidos por la tensión de la capacitancia de la cámara (102) de ionización.

12. El aparato de detección de humo según la reivindicación 11, que comprende, además, una alerta audible (318) accionada por la presencia de humo en la cámara (102) de ionización.

13. El aparato de detección de humo según la reivindicación 11, que comprende, además, una alerta visual (318) accionada por la presencia de humo en la cámara (102) de ionización.

14. El aparato según una de las reivindicaciones precedentes 8-13, en el que la cámara de ionización comprende:

una primera cámara (102a) de ionización abierta a la entrada de humo; y
una segunda cámara (102b) de ionización acoplada al CSM (208) cerrada a la entrada de humo;
en el que una diferencia predeterminada en las capacitancias de las cámaras primera y segunda (102a, b) de ionización indica la presencia de humo en la primera cámara (102a) de ionización.

15. El aparato de detección de humo según la reivindicación 14 en combinación con al menos la reivindicación 10, en el que el procesador digital (314) está configurado para determinar si la diferencia predeterminada se produce dentro de cierto periodo de tiempo.

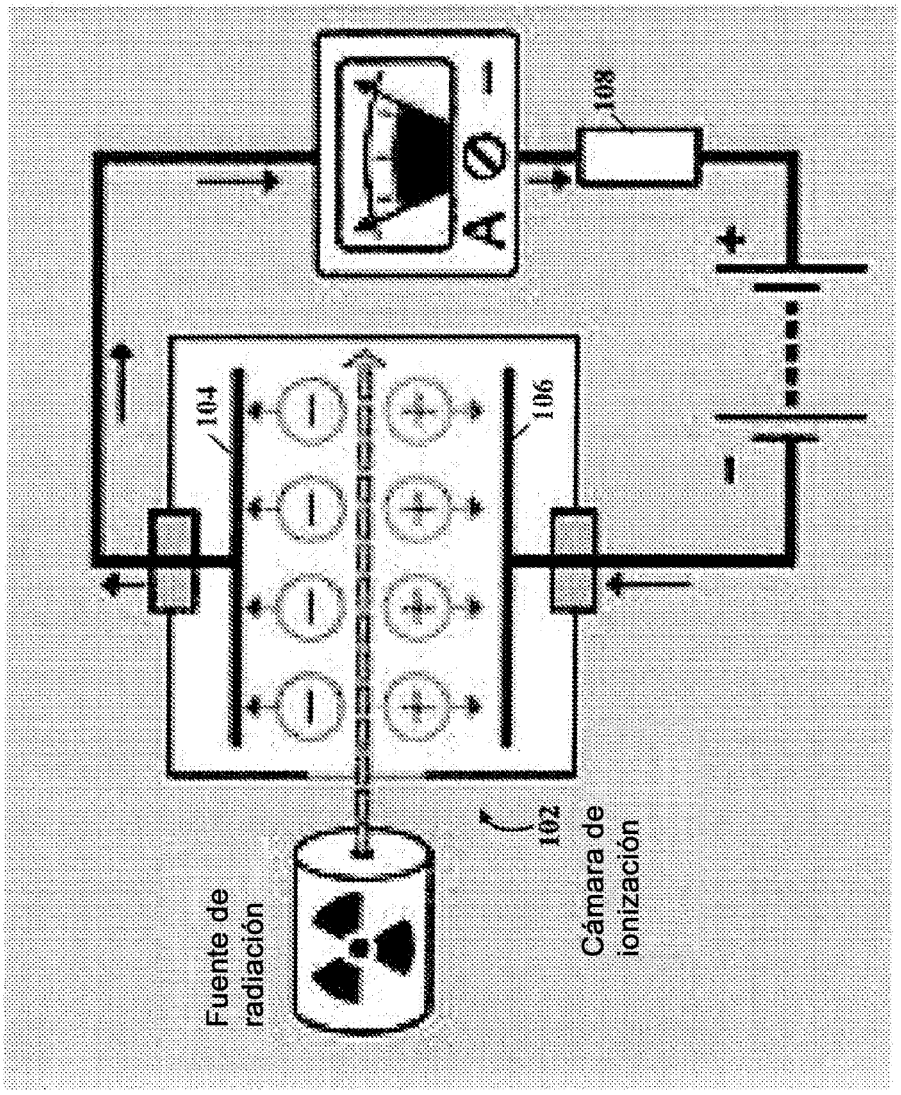

FIGURA 1

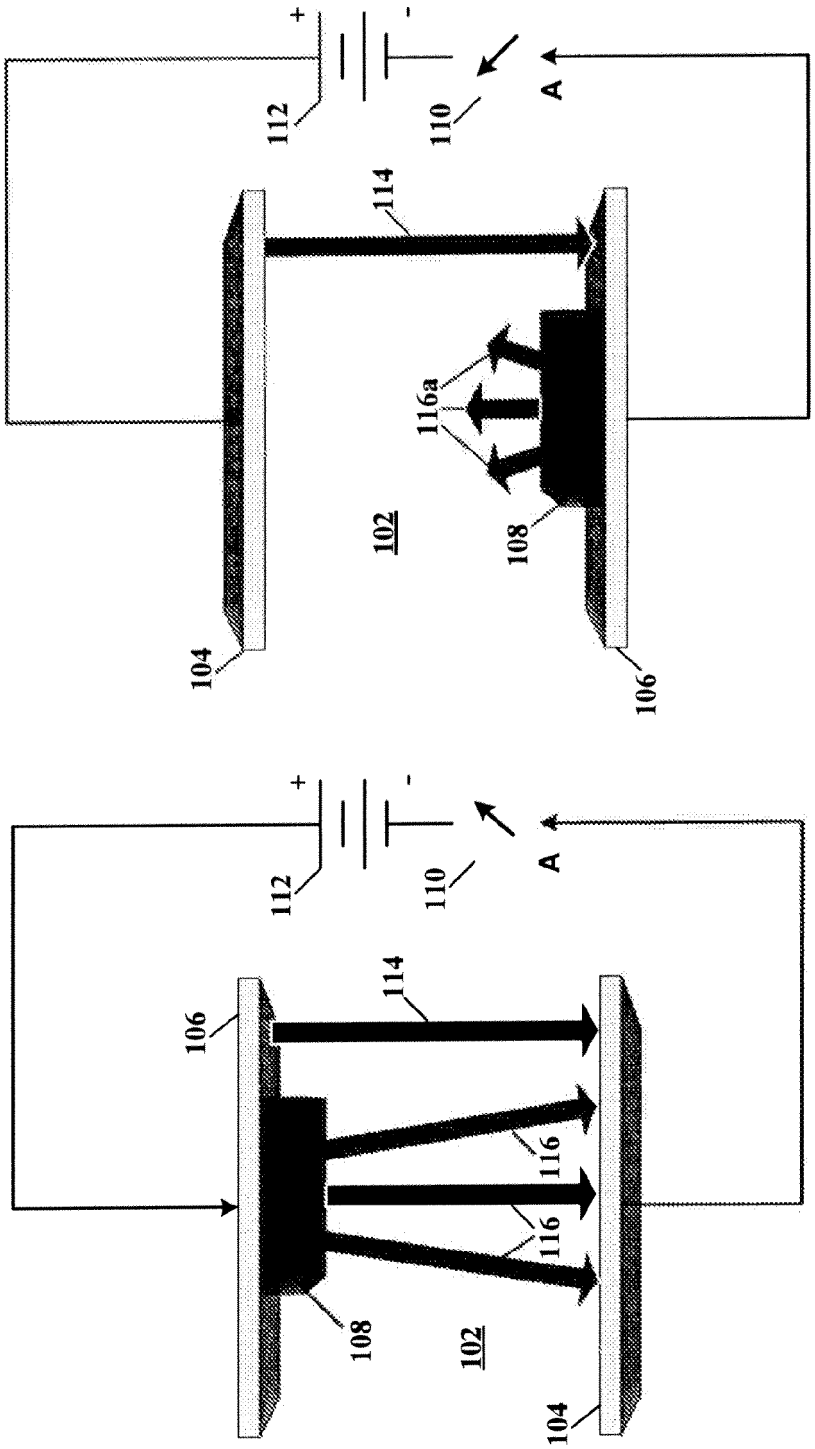
+
-
112
110
A
114
116a
102
108
104
106
+
-
112
110
A
106
114
116
116
108
102
104

Figura 1A

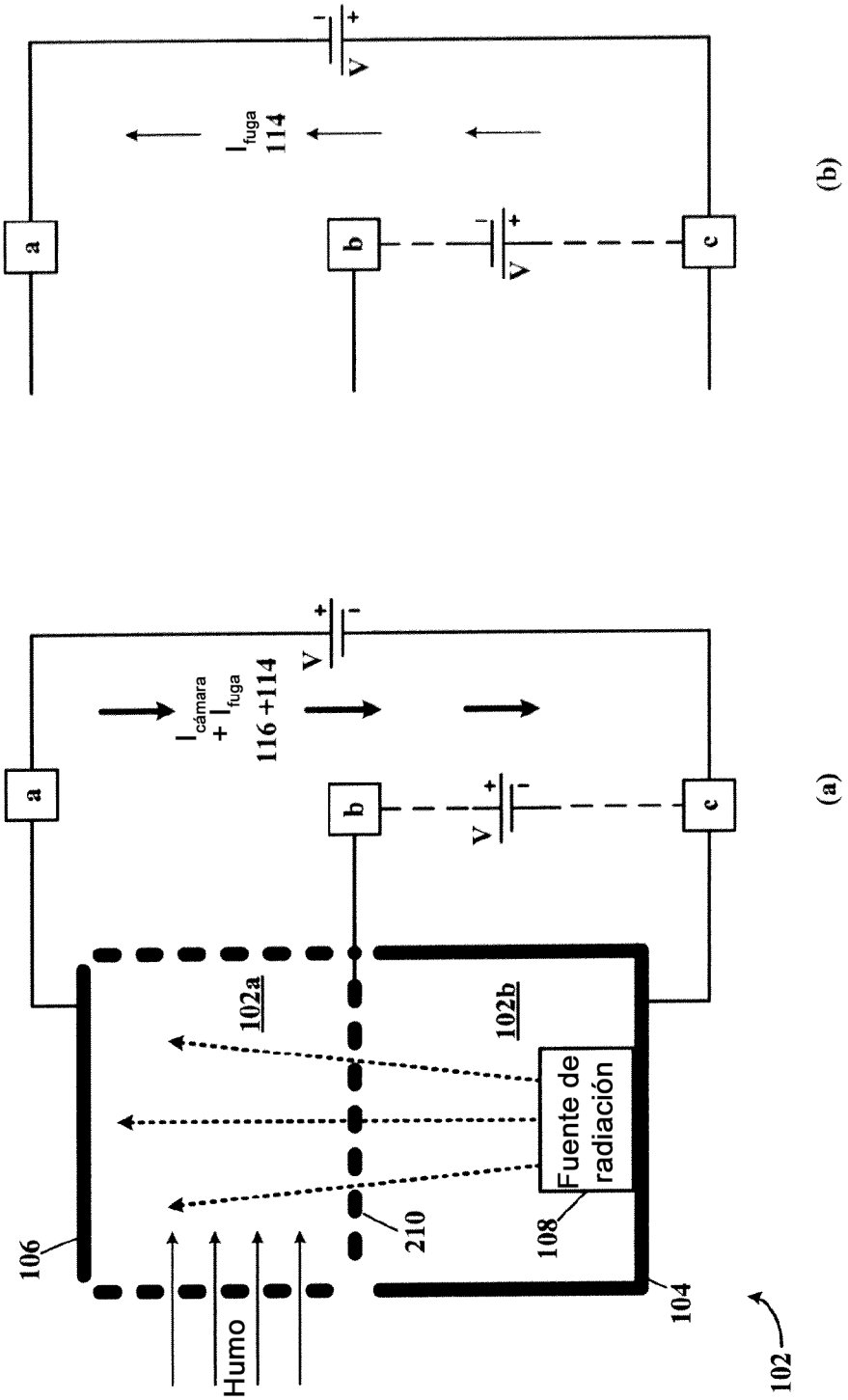
a
b
c
V
I_{fuga}
114
(b)
$I_{cámara}$ + I_{fuga}
116 +114
102a
102b
Fuente de radiación
106
210
108
104
102
Humo
(a)

FIGURA 2

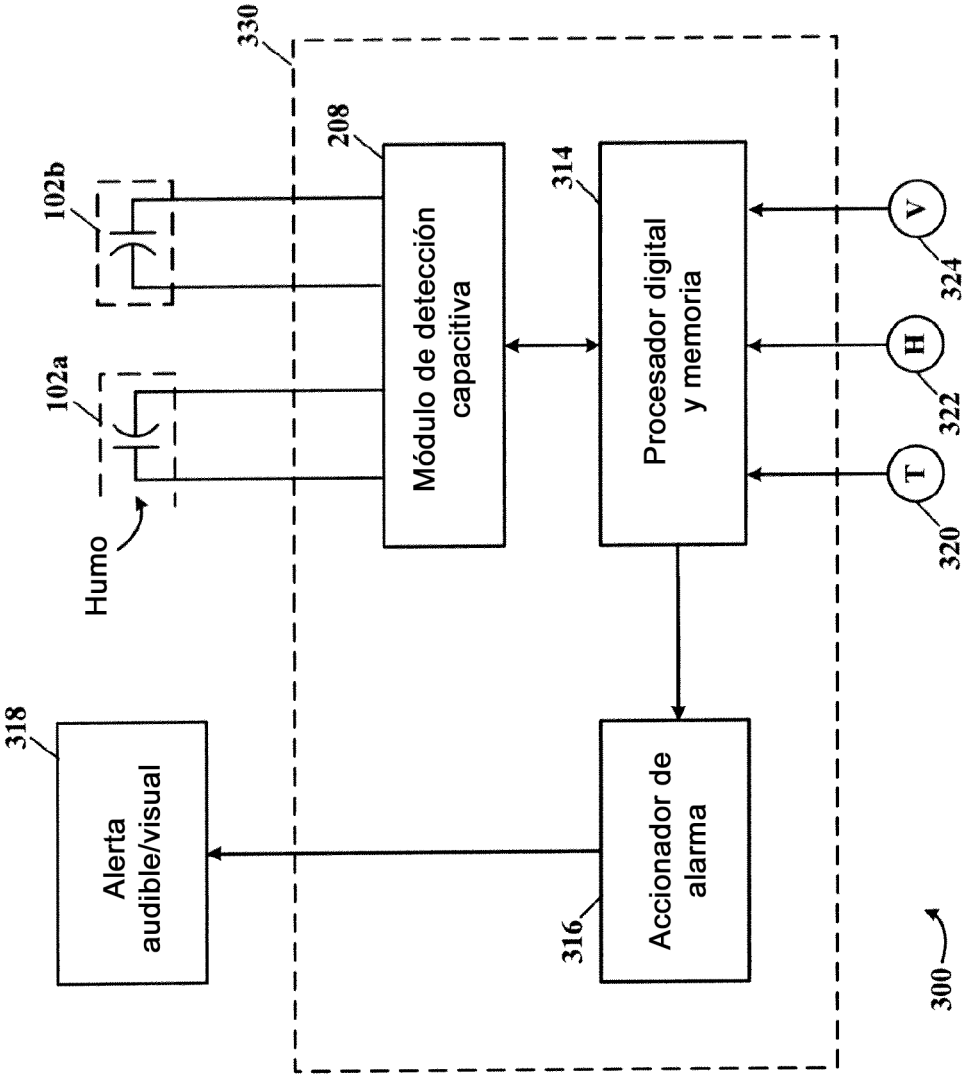
330
208
Módulo de detección capacitiva
314
Procesador digital y memoria
102b
102a
Humo
V
H
T
324
322
320
318
Alerta audible/visual
316
Accionador de alarma
300

FIGURA 3

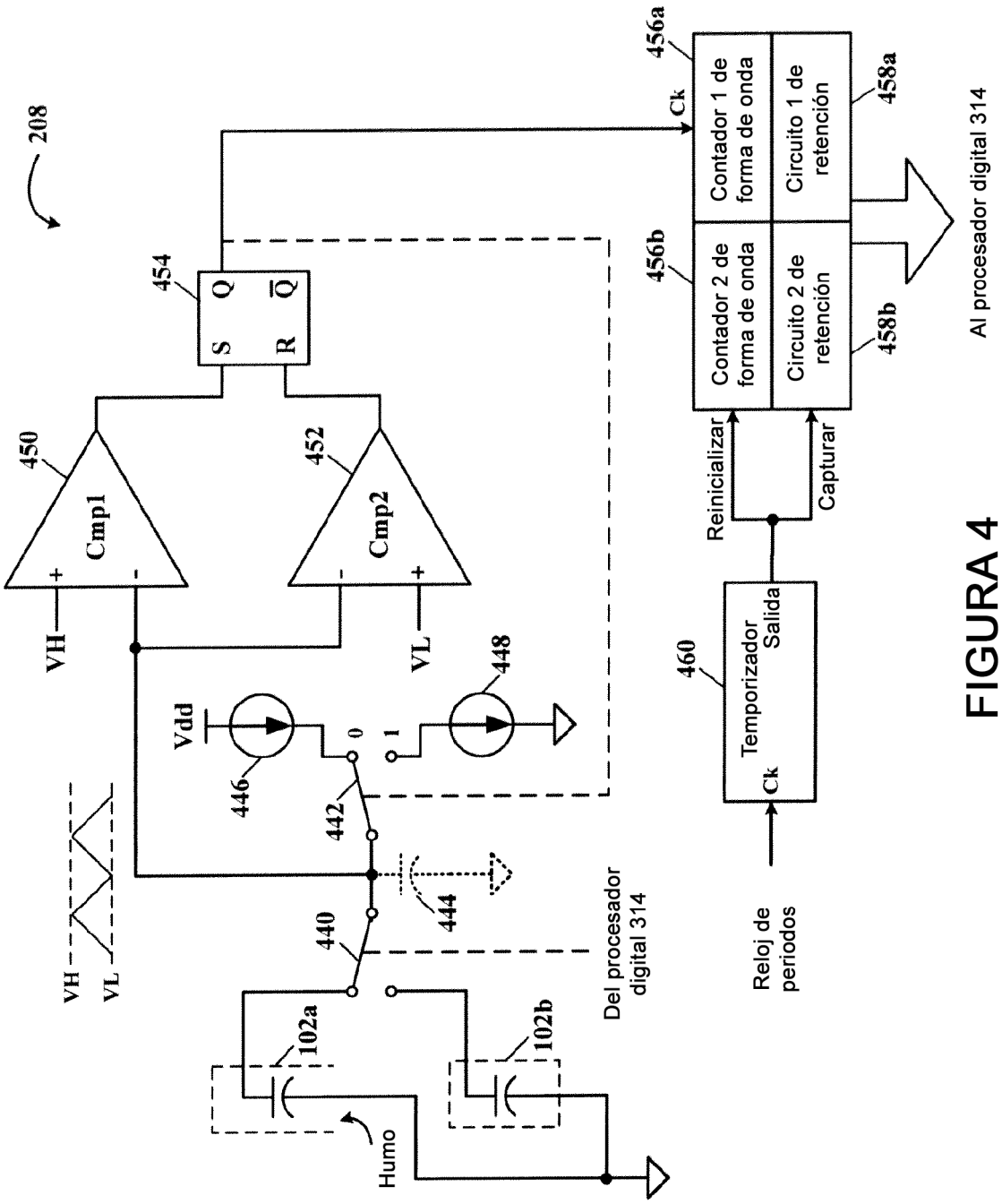
208
454
S
Q
R
$\bar{Q}$
450
Cmp1
452
Cmp2
VH
VL
Vdd
446
448
442
444
440
0
1
VH
VL
102a
102b
Humo
Del procesador digital 314
456a
Ck
Contador 1 de forma de onda
Circuito 1 de retención
458a
456b
Contador 2 de forma de onda
Circuito 2 de retención
458b
Al procesador digital 314
Reinicializar
Capturar
460
Temporizador
Salida
Ck
Reloj de periodos

FIGURA 4

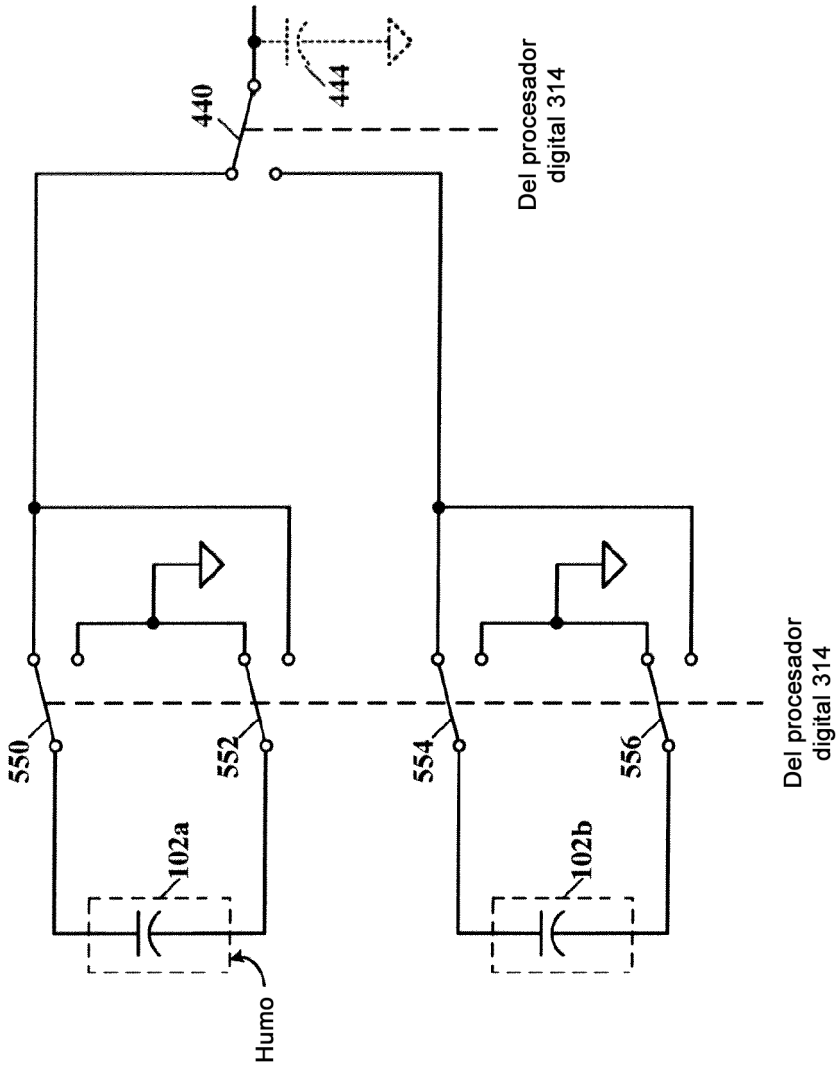
440
444
Del procesador digital 314
550
552
554
556
102a
102b
Humo
Del procesador digital 314

Figura 5