

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 471**

51 Int. Cl.:

**G08B 17/11** (2006.01)

**G01N 27/66** (2006.01)

**G01R 27/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2012 E 12810480 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2795598**

54 Título: **Procedimiento y aparato de detección de humo en una cámara de iones**

30 Prioridad:

**14.12.2011 US 201161570485 P**

**02.10.2012 US 201213633686**

**02.11.2012 US 201213667196**

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

**22.04.2016**

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**

**ES 2 567 471 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

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

La presente divulgación se refiere a dispositivos de detección de humo y más particularmente a un dispositivo de detección de humo que utiliza un cambio en permitividad que afecta a un valor de capacitancia de una cámara de iones cuando el humo se introduce en la misma.

La patente US 3.295.121 de EE.UU. divulga un sistema de alarmas eléctrico, preferentemente de alarmas contraincendios, en el que una cámara de ionización está conectada a un divisor de tensión capacitivo (CVD), en el cual el humo se detecta mediante la determinación de un cambio predeterminado en la capacitancia de la cámara de ionización, utilizando el CVD.

La solicitud de patente francesa FR 2 473 201 divulga un detector de humo con una cámara de humo ionizante que está diseñada como un condensador de aire. La publicación de la solicitud de patente US2008/0312857 de EE.UU. divulga un bus multiplexor de entrada/salida. La publicación de la solicitud de patente US2010/0181180 de EE.UU. divulga un sensor táctil capacitivo que utiliza un condensador interno de un transformador de analógico a digital y una referencia de tensión.

Un detector de humo utiliza generalmente una cámara de ionización que contiene una fuente de iones radiactivos que está acoplada a un amplificador operacional de alta impedancia de entrada. La Figura 1 muestra una típica cámara de ionización utilizada en un detector de humo para producir una corriente muy pequeña (nA) que disminuye en presencia de partículas de humo. Los amplificadores operacionales se utilizan para transformar esta corriente a una tensión que se mide después para determinar la presencia de humo. Las temperaturas elevadas causan un aumento de las corrientes de pérdida en las entradas del amplificador operacional en el detector de humo. Esto afecta al rendimiento global de la función de detección de humo de la cámara de ionización. Por ello, tales aumentos de las corrientes de pérdida pueden suponer una variedad de problemas tal 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 iones es extremadamente alta, y cualquiera de las corrientes de pérdida, por ejemplo, la corriente de pérdida de la placa de circuito impreso, enmascara la corriente de la cámara de iones. Las cámaras de iones de detección de humo requieren, por lo tanto, un procedimiento de fabricación complejo, donde las patillas del amplificador operacional del circuito de detección integrado están dobladas y soldadas directamente al aire a la cámara de iones. Como se mencionó anteriormente, se requieren circuitos especiales de baja pérdida para detectar el pequeño cambio de corriente a través de la cámara de iones causado por la presencia de humo en la misma.

Por lo tanto, existe una necesidad de una manera de detectar el humo en una cámara de iones de un detector de humo que no requiera componentes sensibles y caros ni complejos procedimientos de fabricación. Este y otros objetivos se pueden lograr mediante un procedimiento y aparato como el que se define en las reivindicaciones independientes. Las mejoras adicionales están caracterizadas en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la realización 1, el procedimiento para detectar humo comprende las etapas de: acoplar una cámara de ionización a un circuito divisor de tensión capacitivo (CVD); determinar un cambio en una capacitancia de la cámara de ionización utilizando el circuito CVD; y detectar la presencia de humo mediante la detección de 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 pueda estar a una primera polaridad; determinar un segundo cambio en la capacitancia de la cámara de ionización cuando la cámara de ionización pueda estar a una segunda polaridad; determinar una diferencia entre el primero y el segundo cambio; y utilizar la diferencia en la determinación del cambio en la capacitancia de la cámara de ionización. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el cambio predeterminado en la capacitancia puede ser un cambio en la capacitancia dentro de un cierto tiempo.

De acuerdo con 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 un primer condensador a una primera tensión, cargar la capacitancia de la cámara de ionización a una segunda tensión; acoplar el primer condensador a la capacitancia de la cámara de ionización, en la que resulta una tercera tensión en el primer condensador y la capacitancia de la cámara de ionización; transformar la tercera tensión en una representación digital de la misma; comparar la representación digital de la tercera tensión transformada con una representación digital de la misma previamente almacenada; detectar la presencia de humo cuando la representación digital de la tercera tensión transformada ha cambiado respecto de la representación digital previamente almacenada en al menos el cambio predeterminado; y almacenar la representación digital de la tercera tensión.

De acuerdo con una realización adicional de la procedimiento, la etapa de determinar el cambio en la capacitancia de la cámara de ionización puede comprender las etapas de: cargar la capacitancia de un primer condensador a una

primera tensión; cargar la capacitancia de una primera cámara de ionización abierta a entrada de humo a una segunda tensión; acoplar el primer condensador a la capacitancia de la primera cámara de ionización, en la que resulta una tercera tensión en el primer condensador y la capacitancia de la primera cámara de ionización; transformar la tercera tensión en una representación digital de la misma; almacenar la representación digital de la tercera tensión; cargar la capacitancia del primer condensador a una cuarta tensión; cargar la capacitancia de una segunda cámara de ionización cerrada a entrada de humo a una quinta tensión; acoplar el primer condensador a la capacitancia de la segunda cámara de ionización, en la que resulta una sexta tensión en el primer condensador y la capacitancia de la segunda cámara de ionización; transformar la sexta tensión en una representación digital de la misma; almacenar el representación digital de la sexta tensión; restar la representación digital de la tercera tensión de la representación digital de la sexta tensión y dividir entre la representación digital de la sexta tensión para producir una representación resultante; comparar la representación resultante con una representación resultante previamente almacenada; detectar la presencia de humo cuando la representación resultante ha cambiado respecto de la representación resultante previamente almacenada en al menos el cambio predeterminado; y almacenar la representación resultante. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, donde: en una primera medida, un alojamiento de la cámara de ionización se puede acoplar al circuito CVD; y en una segunda medida, una placa colectora de la cámara de ionización se puede acoplar al circuito CVD.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, etapas adicionales pueden comprender las etapas de restar un valor de medida de la primera medida de un valor de medida de la segunda medida dividiendo después entre el segundo valor de medida; y comparar los números de recuento de períodos de tiempo posteriores para determinar si el número de recuento de uno cualquiera o varios de los períodos de tiempo posteriores ha cambiado en un cierto número de recuentos. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, una etapa adicional puede comprender la etapa de compensar el cambio de temperatura con la información de la temperatura de un sensor de temperatura. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, una etapa adicional puede comprender la etapa de compensar el cambio de la humedad relativa con la información de humedad relativa de un sensor de humedad relativa.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, una etapa adicional puede comprender la etapa de compensar el cambio de la tensión con la información de tensión de un sensor de tensión. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la primera tensión puede ser aproximadamente una tensión de fuente de alimentación y la segunda tensión puede ser aproximadamente una fuente de alimentación común. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la primera tensión puede ser aproximadamente una fuente de alimentación común y la segunda tensión puede ser aproximadamente una tensión de fuente de alimentación. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la cuarta tensión puede ser aproximadamente una tensión de fuente de alimentación y la quinta tensión puede ser aproximadamente una fuente de alimentación común. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la cuarta tensión puede ser aproximadamente una fuente de alimentación común y la quinta tensión puede ser aproximadamente una tensión de fuente de alimentación.

De acuerdo con la reivindicación 8, el aparato para detectar humo comprende:

una cámara de ionización acoplada a un circuito divisor de tensión capacitivo (CVD) para determinar una capacitancia de la cámara de ionización; en el que un cambio predeterminado en la capacitancia de la cámara de ionización indica la presencia de humo en la cámara ionización.

en el cual están previstos circuitos para acoplarse alternativamente con la cámara de ionización a una primera polaridad para determinar una primera capacitancia de la cámara de ionización y acoplarse con la cámara de ionización a una segunda polaridad para determinar una segunda capacitancia de la cámara de ionización, en el cual puede utilizarse una diferencia entre la primera y segunda capacitancias en la determinación de la presencia de humo en la cámara de ionización. De acuerdo con una realización adicional, el circuito CVD puede ser un dispositivo periférico en un microcontrolador. De acuerdo con una realización adicional, un procesador digital y memoria se pueden acoplar al circuito CVD y a un circuito de alarma.

De acuerdo con una realización adicional, al procesador digital puede acoplarse un sensor de temperatura y una tabla de consulta de compensación de la temperatura almacenarse en la memoria acoplada al procesador digital y utilizarse para compensar los cambios inducidos por la temperatura en la capacitancia de la cámara de ionización. De acuerdo con una realización adicional, al procesador digital puede acoplarse un sensor de humedad y una tabla de consulta de compensación de la humedad almacenarse en la memoria acoplada al procesador digital y utilizarse para compensar los cambios inducidos por la humedad en la capacitancia de la cámara de ionización. De acuerdo con una realización adicional, al procesador digital puede acoplarse un sensor de tensión y una tabla de consulta de compensación de tensión almacenarse en la memoria acoplada al procesador digital y utilizarse para compensar los cambios inducidos por la tensión en la capacitancia de la cámara de ionización. De acuerdo con una realización adicional, puede accionarse una alerta audible por la presencia de humo en la cámara de ionización. De acuerdo con una realización adicional, puede accionarse una alerta visual por la presencia de humo en la cámara de ionización.

De acuerdo con otra realización más, un aparato para detectar humo puede comprender: una primera cámara de ionización acoplada a un circuito divisor de tensión capacitivo (CVD) para determinar una capacitancia de la primera

cámara de ionización, en el que la primera cámara de ionización puede estar abierta para la entrada de humo; una segunda cámara de ionización acoplado al circuito CVD para determinar una capacitancia de la segunda cámara de ionización, en el que la segunda cámara de ionización puede estar cerrada para la entrada de humo; en el que una diferencia predeterminada en las capacitancias de la primera y segunda cámaras de ionización indica la presencia de humo en la primera cámara de ionización. De acuerdo con una realización adicional, puede utilizarse un temporizador de detección de humo para determinar si la diferencia predeterminada se produce dentro de un cierto período de tiempo.

Una comprensión más completa de la presente divulgación puede adquirirse por referencia a la siguiente descripción considerada conjuntamente con los dibujos adjuntos en los que:

- 10 La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático de una cámara de iones que tiene una fuente de radiación y se utiliza como un sensor de detección de humo;
- La Figura 1A ilustra diagramas esquemáticos de una cámara de iones que tienen una fuente de radiación y que muestran flujos de corrientes a través de los mismos para conexiones a ello de fuentes de tensión de diferente polaridad;
- 15 La Figura 2 ilustra una vista en alzado esquemática de una típica cámara de iones utilizada como un sensor de detección de humo;
- La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo, de acuerdo con un ejemplo de realización específico de esta divulgación;
- La Figura 4 ilustra un diagrama de bloques esquemático de la función de divisor de tensión capacitivo mostrado en la Figura 3; y
- 20 La Figura 5 ilustra un diagrama de bloques esquemático de una parte de la función de divisor de tensión capacitivo mostrada en la Figura 3 que muestra medios de conmutación utilizados en el rechazo de la corriente de pérdida del modo común, de acuerdo con la presente invención.

Aunque la presente descripción es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, ejemplos de realizaciones específicas de la misma se han mostrado en los dibujos y se describen en el presente documento en detalle. Debe comprenderse, sin embargo, que la descripción en el presente documento de los ejemplos de realizaciones específicas no pretende limitar la divulgación de las formas particulares divulgadas en el presente documento, sino que por el contrario, esta divulgación es para cubrir todas las modificaciones y equivalentes tal como se definen mediante las reivindicaciones adjuntas.

30 Una fuente radiactiva en una cámara de iones causa que parte del gas (por ejemplo, aire) en la cámara se ionice. El resultado es una permitividad del gas mayor de lo normal debido al número mayor de lo normal de moléculas de gas eléctricamente polarizadas (ionizadas). Cuando el humo entra en la cámara de iones, el humo reacciona con las moléculas de gas ionizadas cambiando de ese modo la permitividad,  $\epsilon$ , del mismo. La cámara de iones puede caracterizarse como un condensador de pérdidas con la cantidad de corriente de pérdida determinada por el flujo de iones entre placas 102 y 104 cargadas (Figura 1) de la cámara de iones. Una capacitancia, C, de un condensador formado por las placas 102 y 104 es una función del área, A, de las placas 102 y 104 conductoras; la distancia, d, entre las placas 102 y 104; y la permitividad,  $\epsilon$ , del dieléctrico (aire) entre las mismas de acuerdo con la fórmula:  $C = \epsilon \cdot A/d$ . Así, un cambio en la permitividad del gas en la cámara de iones cambia también el valor de la capacitancia de la misma. Por lo tanto, utilizando una función de medida de la capacitancia, por ejemplo, un divisor de tensión capacitivo (CVD) en un microcontrolador, el cambio de valor de la capacitancia causado por el cambio de la permitividad del dieléctrico gas de este condensador de pérdidas puede ser detectada para determinar la presencia de humo allí dentro.

Los microcontroladores incluyen actualmente periféricos que mejoran la detección y evaluación de tales cambios en el valor capacitivo. Una aplicación de este tipo utiliza el procedimiento de divisor de tensión capacitivo (CVD) para determinar un valor de la capacitancia y/o evaluar si el valor capacitivo ha cambiado. El procedimiento de CVD se describe con mayor detalle en la Nota de Aplicación AN1208, disponible en [www.microchip.com](http://www.microchip.com); y una explicación más detallada del procedimiento de CVD se presenta en la publicación de solicitud de patente n.º US 2010/0181180 de Estados Unidos, de propiedad común, titulada "Capacitive Touch Sensing using an Internal Capacitor of an Analog-To-Digital Converter (ADC) and a Voltage Reference", por Dieter Peter.

50 Las variaciones de temperatura y de tensión de la batería pueden producir diferencias significativas en la permisividad del gas (aire) con variaciones correspondientes en las medidas de la capacitancia de una primera cámara de iones. Al proporcionar una segunda cámara de iones que está sellada para la entrada de humo, la comparación de los valores medidos de la capacitancia de cada una de las cámaras de iones primera y segunda se puede utilizar para compensar estas variaciones y proporcionar una manera sensible de detectar partículas de humo. Por ejemplo, restando el valor de la capacitancia de la primera cámara de iones del valor de capacitancia de la segunda cámara de iones y dividiendo después entre el valor de la capacitancia de la segunda cámara de iones, se eliminan los efectos de la temperatura y de la tensión de la batería, dejando un valor resultante que se ve afectado principalmente por la presencia de humo en la primera cámara de iones.

Los sensores de temperatura, humedad relativa (HR) y/o de tensión de la batería se puede incorporar en un sistema de detección de humo para determinar la compensación necesaria para las medidas de la capacitancia de la cámara

de iones utilizadas para la detección de humo. Las variaciones de permitividad debido a los cambios de temperatura, HR y/o tensión son generalmente durante un período de tiempo más largo que un cambio repentino en la cantidad de contaminantes (partículas de carbono, etc.) en el aire entre las placas del condensador de la cámara de iones. Otra forma menos sensible de ignorar las variaciones de permitividad debido a los cambios de temperatura, HR y/o tensión, sería utilizar un procedimiento de detección de envolvente o de promediado para ignorar la lenta deriva de la capacitancia de la cámara de iones debido a los cambios de tensión y/o temperatura pero reconocer un cambio más brusco (rápido) de la permitividad del aire debido a partículas de carbono que aparecen de repente en la cámara de iones. Para medir los cambios en la capacitancia se pueden utilizar varias técnicas y se contemplan en el presente documento para todos los fines. Aquellos con una experiencia corriente en circuitos de medida de condensadores y el beneficio de esta divulgación podrían aplicar fácilmente esos circuitos de medida de condensadores en un aparato de detección de humo. Un microcontrolador de señal mixta (funciones analógica y digital) se puede utilizar para medidas de capacitancia, por ejemplo, CVD, utilizando un transformador analógico-digital (ADC) en el microcontrolador, que hace los cálculos necesarios para determinar si está presente humo en la cámara de iones, y compensar y/o promediar los cambios de permitividad debidos a los cambios de temperatura, HR y tensión de la batería.

Con relación ahora a los dibujos, se ilustran esquemáticamente los detalles de los ejemplos de realizaciones específicas. Elementos iguales de los dibujos estarán representados por números iguales, y elementos similares estarán representados por números iguales con un sufijo diferente en letra minúscula.

Con relación a la Figura 1, se representa un diagrama esquemático de una cámara de iones que tiene una fuente de radiación y se utiliza como un sensor de detección de humo. La cámara 102 de iones puede caracterizarse como un condensador con algunas moléculas de gas ionizadas entre las placas 104 y 106 del condensador. Las moléculas de gas son ionizadas por la fuente de radiación y cuando se aplica una tensión entre las dos placas 104 y 106 del condensador circulará una corriente a través del gas ionizado y de una resistencia 108 conectada en serie con las placas 104 y 106 del condensador. Esta corriente produce una tensión en la resistencia 108. Midiendo la tensión en la resistencia 108, se puede determinar la permitividad,  $\epsilon$ , del gas. El humo en la cámara de iones causará un cambio brusco en la permitividad,  $\epsilon$ , causando un cambio brusco en el flujo de la corriente y en la tensión en la resistencia 108. Esta tensión se mide mediante un amplificador operacional muy alta impedancia (no mostrado) que requiere complejos procedimientos de circuitería y fabricación. Una mejor manera, de acuerdo con las enseñanzas de esta divulgación, es medir los valores de capacitancia de la cámara de iones antes y después de que el humo entre en la misma. A medida que cambia la permitividad,  $\epsilon$ , del gas ionizado lo hace también el valor de la capacitancia de la cámara de iones. Utilizando un módulo de medida capacitivo que tenga una resolución bastante alta de la medida del valor de la capacitancia, se puede detectar el cambio en la capacitancia causado por la entrada de humo en la cámara de iones y utilizarlo para generar una alarma de detección de humo.

Con relación a la Figura 1A, se representan diagramas esquemáticos de una cámara de iones que tiene una fuente de radiación y que muestra flujos de corriente a través de los mismos para las conexiones a ellos de fuentes de tensión de diferente polaridad. La cámara 102 de iones puede caracterizarse como tres electrodos, por ejemplo, los electrodos 104, 106 y 210, que tienen algunas moléculas de gas (por ejemplo, aire) ionizadas entre los mismos. Las moléculas de gas son ionizadas por una fuente 108 de radiación. Cuando entre los dos electrodos 104 y 106 se aplica un potencial 112 de tensión a una primera polaridad (positiva para el electrodo 106 y negativa para el electrodo 104), a través del gas ionizado circulará una corriente 116,  $I_{\text{cámara}}$ , de electrones de ionización polarizada de forma positiva. Cuando entre los dos electrodos 104 y 106 se aplica el potencial 112 de tensión a una segunda polaridad (positiva para el electrodo 104 y negativa para el electrodo 106), sustancialmente ninguna corriente 116a de electrones de ionización polarizada de forma negativa circulará a través del gas ionizado ya que ahora el electrodo 104 repelerá los electrones de gas ionizado. Sin embargo, la corriente 114 de pérdida,  $I_{\text{pérdida}}$ , por ejemplo, contaminantes, grasa, polvo, etc., de la placa de circuito impreso, circulará independientemente de la polaridad conectada del potencial 112 de tensión.

Así, 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 total de corriente a través del medidor 110 de corriente es la corriente 116 de electrones ionizados,  $I_{\text{cámara}}$ , más la corriente 114 de pérdida,  $I_{\text{pérdida}}$ . 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 total de corriente a través del medidor 110 de corriente es la corriente 116a de electrones sustancialmente no ionizados más la corriente 114 de pérdida,  $I_{\text{pérdida}}$ , que da como resultado sustancialmente solo la corriente 114 de pérdida,  $I_{\text{pérdida}}$ . Por lo tanto, restando la corriente 114 de pérdida,  $I_{\text{pérdida}}$ , del flujo total de corriente, se puede determinar la corriente 116,  $I_{\text{cámara}}$ , real de electrones ionizados. Esto permite medidas más sensibles de cualquier cambio en la corriente 116,  $I_{\text{cámara}}$ , de electrones ionizados sin que estos cambios estén enmascarados por la corriente 114,  $I_{\text{pérdida}}$ , de pérdida no deseada. Está contemplado y dentro del alcance de esta divulgación que cualquier fluido, por ejemplo, gas o líquido, que pueda ser ionizado por la fuente 108 de iones funcionará como se ha descrito en lo que antecede.

Con relación a la Figura 2, se representa una vista en alzado esquemática de un típico sensor de detección de humo de dos cámaras que tienen una fuente de radiación. La cámara 102 de iones comprende dos cámaras 102a y 102b. La cámara 102a superior está abierta al ingreso de humo en la misma, y la cámara 102b superior está cerrada al ingreso de humo. Una pantalla 210 conductora está situada entre las dos cámaras 102a y 102b. La fuente 108 de radiación próxima a o en la cámara 102 de iones hace que algo del gas en las cámaras 102a y 102b se ionice. Esta

ionización del gas dentro de las cámaras 102a y 102b causa una corriente 116 de ionización,  $I_{\text{cámara}}$ , a través de ambas cámaras 102a y 102b que aumenta entre los electrodos 104 y 106 de la cámara 102 de iones.

5 Cuando el humo está presente en la cámara 102a superior, se combina con el gas ionizado, neutralizando algo del gas ionizado de la trayectoria de corriente de la corriente 116 de ionización,  $I_{\text{cámara}}$ . Como resultado, la permitividad de la cámara 102a superior es más pequeña de lo que lo es en la cámara 102b superior. La corriente 116 de ionización,  $I_{\text{cámara}}$ , circula en serie a través de las cámaras 102a y 102b y, por lo tanto, será menor cuando el humo esté en la cámara 102a. Cuando la tensión a través de las cámaras 102a y 102b se invierte no circulará sustancialmente ninguna corriente 116a de ionización inversa y el único flujo de corriente entre los electrodos 104 y 106 será la corriente 114 de pérdida. La presencia de la corriente 114 de pérdida reduce la sensibilidad en los cambios de medida en la corriente 116 de ionización. Eliminando esta corriente 114 de pérdida del modo común de la determinación de humo en la cámara 102a, resulta un detector de humo más sensible.

10 Con relación a la Figura 3, se representa un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo, de acuerdo con un ejemplo de realización específico de esta divulgación. Un detector de humo, representado en general por el número 300, comprende un transformador 208 analógico/digital (ADC) que tiene un divisor de tensión capacitivo (CVD) y funciones de multiplexación de entrada, una cámara 102a de iones con un sensor de detección de humo, un procesador digital y memoria 314, un accionador 316 de alarma y una alerta 318 audible/visual. El ADC 208, el procesador digital y memoria 314, y el accionador 316 de alarma se pueden proporcionar en un microcontrolador 330 de circuito integrado. La cámara 102a de iones con el sensor de detección de humo de está acoplada al ADC 208, en el que se miden las representaciones de los valores de capacitancia de la misma y después cada valor de capacitancia representativo se lee y se procesa mediante el procesador digital y memoria 314. Cuando hay un cambio en las representaciones del valor de la capacitancia dentro de un cierto tiempo, el procesador 314 digital permitirá que el accionador 316 de alarma ponga en funcionamiento la alerta 318 audible/visual para indicar la presencia de humo en la ubicación del detector 300 de humo.

15 El detector 300 de humo puede comprender además una segunda cámara 102b de iones que está cerrada al aire exterior que pueda contener humo. La primera y segunda cámara 102a y 102b de ionización se pueden usar para hacer una comparación de los valores de capacitancia medidos de cada una de las cámaras 102a y 102b de iones primera y segunda, y compensar estas variaciones, proporcionando de ese modo una forma más sensible de detectar partículas de humo, como se describe más detalladamente en lo que antecede.

20 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, batería (no mostrada). En el cual el procesador 314 digital puede compensar las medidas de capacitancia que pueden cambiar bajo diferentes condiciones de temperatura, humedad y/o tensión, por ejemplo, utilizando tablas de consulta que contienen datos de calibración y de compensación para la cámara 102 de iones con el sensor de humo. Además, el procesador 314 digital puede realizar la estabilización, promediado en el tiempo, supresión del ruido, sobre muestreo y/o procesamiento de señales digitales para mejorar la sensibilidad de la detección del cambio de la capacitancia y/o reducir la captación de ruido.

25 Con relación a la Figura 4, se representa un diagrama de bloques esquemático de la función de divisor de tensión capacitivo mostrada en la Figura 3. La función del divisor de tensión capacitivo (CVD) no utiliza componentes externos. Sólo se requiere un transformador analógico/digital (ADC) que se proporciona en un microcontrolador, de acuerdo con las enseñanzas de esta divulgación. Un microcontrolador 330 que tiene capacidades de ADC es aplicable cuando se utiliza el procedimiento de divisor de tensión capacitivo (CVD) de determinar los valores de capacitancia de la cámara 102 (las cámaras) de iones. En el procedimiento de CVD, dos condensadores están cargados/descargados para valores de tensión opuestos. Después, los dos condensadores cargados de forma opuesta están acoplados entre sí y se mide una tensión resultante en los dos condensadores conectados. La tensión resultante se transforma en una representación digital de la misma mediante el ADC 442 y se lee mediante el procesador 314 digital. Esta representación digital puede ser transformada a un valor de capacitancia mediante el procesador 314 digital o utilizarse tal cual ya que la representación digital es proporcional al valor de la capacitancia. Un cambio suficiente en esta representación digital de la tensión resultante puede utilizarse para indicar humo en la cámara 102 de iones. Una mejora adicional para una detección de humo más fiable es requerir que se produzca el cambio suficiente en la representación digital se produce en menos de o igual a un cierto período de tiempo para rechazar los lentos cambios de capacitancia de la cámara 102 de iones debido a cambios de temperatura, humedad relativa y/o tensión de alimentación (por ejemplo, la batería no mostrada).

30 Un conmutador G de multiplexor puede ser usado para seleccionar una cualquiera de las cámaras 102a o 102b de iones, y puede ser controlado por el procesador 314 digital. Los conmutadores mostrados en la Figura 4 pueden ser, por ejemplo pero sin limitarse a ellos, conmutadores de transistor de efecto de campo (FET). El nodo 436 es un nodo analógico acoplado a un bus 444 analógico de una sola línea interna (conductor).

35 El primer condensador de CVD es la capacitancia de la cámara 102 de iones, y el segundo condensador de CVD puede ser un condensador 440 de muestreo y retención. Preferiblemente, estos dos condensadores tienen valores capacitivos muy próximos, por ejemplo, desde 1:1 a aproximadamente 3:1. Si no, entonces puede añadirse capacitancia adicional a cualquier primer condensador de CVD. La razón para esto en el procedimiento CVD es que

parte del cambio de un condensador se transfiere al otro condensador que no tiene carga o una carga opuesta. Por ejemplo, cuando los dos condensadores CVD tienen igual valor, la mitad de la carga de uno se transferirá al otro condensador. Una relación de capacitancia de dos a uno dará como resultado que 1/3 de la carga que es transferida a o tomada del condensador más pequeño ( $1/2C$ ) dependiendo de cuál de los condensadores estaba cargado inicialmente.

Cuando el condensador 440 de muestreo y retención tiene una capacitancia sustancialmente más pequeña que la capacitancia de la cámara 102 de iones, se puede añadir capacitancia 438a adicional externamente al nodo 436, y/o se puede añadir capacitancia 438b interna independientemente del nodo 436 de manera que la capacitancia combinada de los condensadores 440, 438a y/o 438b tenga suficiente capacitancia en relación con el valor de capacitancia de la cámara 102 de iones para satisfacer los criterios anteriores. Esto da como resultado la mejor resolución en la determinación de un valor de capacitancia utilizando el procedimiento de CVD. El condensador 440 es también el condensador de muestreo y retención utilizado para el muestreo y retención de la tensión analógica resultante después de que la carga es transferida entre los dos condensadores CVD. Una vez que la transferencia de carga se ha completado, un transformador analógico/digital (ADC) 442 transforma la tensión de carga resultante en un valor digital que es leído por el procesador 314 digital para su posterior procesamiento y la determinación del valor de la capacitancia o cambio de la misma de la cámara 102 de iones.

En el ejemplo presentado en lo sucesivo, se pueden seleccionar los valores de capacitancia para la cámara 102 de iones (primer condensador CVD), condensador 438a (un condensador conectado externamente) y/o condensador 438b (un condensador conectado internamente) en combinación con el condensador 440 de muestreo y retención para dar como resultado una tensión de carga combinada de  $1/3$  o  $2/3$  de la tensión Vdd dependiendo de si el primer condensador CVD (cámara 102 de iones) es descargado a Vss o cargado a Vdd, y la combinación de los condensadores 438 y 440 son cargados a Vdd o descargados a Vss, respectivamente. En este ejemplo, la capacitancia de la cámara 102 de iones es aproximadamente el doble de la capacitancia como capacitancia de la combinación de los condensadores 438 y 440 conectados en paralelo. La tensión estática resultante después de acoplar juntos los dos condensadores CVD cargados de polaridad opuesta será de aproximadamente  $1/3 \cdot Vdd$  cuando la capacitancia de la cámara de iones estaba inicialmente descargada a Vss, y aproximadamente  $2/3 \cdot Vdd$  cuando la capacitancia de la cámara de iones estaba cargada inicialmente a Vdd.

De acuerdo con varias realizaciones, en una medida la carcasa 106 de la cámara 102a de iones (Figura 2) puede ser cargada/descargada y después acoplada en paralelo con el condensador 440 y la tensión resultante transformada por el ADC 442. En otra medida la placa colectora interna 104 de la cámara 102a de iones puede ser conectada en paralelo con el condensador 440. También restando el valor de tensión resultante de la cámara 102a de iones del valor de tensión resultante de la cámara 102b de iones y dividiendo entre el valor de tensión resultante de la cámara 102b de iones, se eliminan los efectos de temperatura y tensión de la batería, dejando un valor de tensión resultante que se ve afectado principalmente por la presencia de humo en la cámara 102a de iones.

Con relación a la Figura 5, se representa un diagrama de bloques esquemático de una parte de la función de divisor de tensión capacitivo mostrado en la Figura 3 que muestra el cambio medio utilizado en el rechazo de la corriente de pérdida del modo común, de acuerdo con 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 toman dos operaciones de medida de CVD para cada una de las cámaras 102a y 102b, una operación de medida de CVD se toma a una primera polaridad y una segunda operación de medida de CVD a una segunda polaridad opuesta a la primera polaridad. Los resultados de estas operaciones de medida de CVD se almacenan en la memoria del procesador 314 digital para su posterior procesamiento computacional, por ejemplo, restando el menor valor de capacitancia de la operación de medida de CVD del mayor valor de la capacitancia de la operación de medida del CVD de cada cámara 102a y 102b, anulando de ese modo lo que está causado por la corriente 114 de pérdida, con un resultado de solo una representación de la corriente 116 de la cámara de ionización. Dado que cada cámara 102a y 102b se mide de forma independiente, 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 capacitancia de la operación del CVD que representa la corriente 116 de ionización de la cerrada para el valor de capacitancia de la operación de medida del CVD que representa la cámara 102b de ionización de humo permite de ese modo un valor de base que se puede utilizar para rastrear o "flotar" un valor de referencia de capacitancia base para la cámara 102a, de modo que un pequeño cambio del mismo puede ser más fácilmente reconocido como indicador de detección de humo en dicho lugar.

Aunque se han representado, descrito y definido realizaciones de esta divulgación por referencia a ejemplos de realizaciones de la divulgación, tales referencias no implican una limitación de la divulgación, y ninguna limitación se debe inferir. El objeto divulgado es capaz de considerables modificación, alteración y equivalentes en forma y función, como se les ocurrirá a los expertos en la técnica correspondiente y que tienen el beneficio de esta divulgación. Las realizaciones representadas y descritas de esta divulgación son solo ejemplos, y no son exhaustivas del alcance de la divulgación.

**REIVINDICACIONES**

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

acoplar una cámara (102) de ionización a un circuito (208) divisor de tensión capacitivo (CVD);  
 5 determinar un cambio en una capacitancia de la cámara (102) de ionización utilizando el circuito (208) CVD mediante:

la determinación de un primer cambio en la capacitancia de la cámara (102) de ionización cuando la cámara (102) de ionización está a una primera polaridad;  
 la determinación de un segundo cambio en la capacitancia de la cámara (102) de ionización cuando la cámara (102) de ionización está a una segunda polaridad;  
 10 la determinación de una diferencia entre el primer cambio y el segundo cambio; y  
 la utilización de la diferencia para determinar el cambio en la capacitancia de la cámara (102) de ionización;

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

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

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la etapa de determinar el primer o segundo cambio en la capacitancia de la cámara (102) de ionización comprende las etapas de:

cargar la capacitancia de un primer condensador (440) a una primera tensión, preferiblemente a una tensión de de alimentación o a una fuente de alimentación común;  
 20 cargar la capacitancia de la cámara (102a, 102b) de ionización a una segunda tensión, preferiblemente una fuente de alimentación común o a una tensión de fuente de alimentación;  
 acoplar el primer condensador (440) a la capacitancia de la cámara (102a, 102b) de ionización, en donde resulta una tercera tensión en el primer condensador (440) y la capacitancia de la cámara (102a, 102b) de ionización;  
 25 convertir la tercera tensión en una representación digital de la misma;  
 comparar la representación digital de la tercera tensión convertida con una representación digital de la misma previamente almacenada;  
 detectar la presencia de humo cuando la representación digital de la tercera tensión convertida ha cambiado respecto de la representación digital previamente almacenada en al menos el cambio predeterminado; y  
 almacenar la representación digital de la tercera tensión.

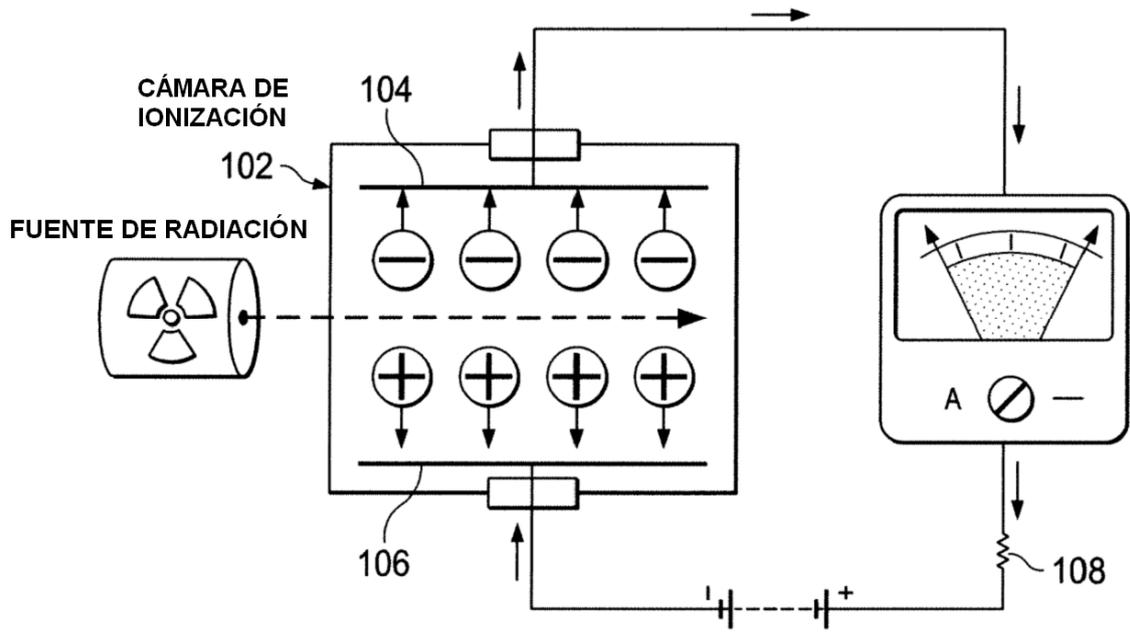
4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la cámara (102) de ionización comprende una primera cámara (102a) de ionización abierta al ingreso de humo y una segunda cámara (102b) de ionización cerrada al ingreso de humo, y en donde la etapa de determinar el cambio en la capacitancia de la cámara de ionización comprende las etapas de:

cargar la capacitancia de un primer condensador (440) a una primera tensión, preferiblemente una tensión de fuente de alimentación o una fuente de alimentación común;  
 35 cargar la capacitancia de una primera cámara (102a) de ionización abierta a la entrada de humo a una segunda tensión, preferiblemente una fuente de alimentación común o una tensión de fuente de alimentación;  
 acoplar el primer condensador (440) a la capacitancia de la primera cámara (102a) de ionización, en donde resulta una tercera tensión en el primer condensador (440) y la capacitancia de la primera cámara (102a) de ionización ;  
 40 convertir la tercera tensión en una representación digital de la misma;  
 almacenar la representación digital de la tercera tensión;  
 cargar la capacitancia del primer condensador (440) a una cuarta tensión, preferiblemente una tensión de fuente de alimentación o una fuente de alimentación común;  
 45 cargar la capacitancia de una segunda cámara (102b) de ionización cerrada a la entrada de humo a una quinta tensión, preferiblemente una fuente de alimentación común o una tensión de fuente de alimentación;  
 acoplar el primer condensador (440) a la capacitancia de la segunda cámara (102b) de ionización, en donde resulta una sexta tensión en el primer condensador (440) y la capacitancia de la segunda cámara (102b) de ionización ;  
 50 convertir la sexta tensión en una representación digital de la misma;  
 almacenar la representación digital de la sexta tensión;  
 restar la representación digital de la tercera tensión de la representación digital de la sexta tensión y dividir entre la representación digital de la sexta tensión para producir una representación resultante;  
 55 comparar la representación resultante con una representación resultante previamente almacenada;  
 detectar la presencia de humo cuando la representación resultante ha cambiado respecto de la representación resultante previamente almacenada en al menos el cambio predeterminado; y  
 almacenar la representación resultante.

5. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que:

- en una primera medida, un alojamiento (104, 106) de la cámara (102) de ionización está acoplado al circuito (208) CVD; y  
 en una segunda medida, una placa (210) colectora de la cámara (102) de ionización está acoplada al circuito (208) CVD.
- 5 6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además las etapas de restar un valor de medida de la primera medida de un valor de medida de la segunda medida, dividiendo después por el segundo valor de medida;  
 y comparar los números de recuento de períodos de tiempo posteriores para determinar si el número de recuento de uno cualquiera o varios de los períodos de tiempo posteriores ha cambiado en un cierto número de recuentos.
- 10 7. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende además la etapa de compensar el cambio de temperatura con la información de la temperatura de un sensor de temperatura, y/o de compensar el cambio de humedad relativa con la información de humedad relativa de un sensor de humedad relativa, y/o compensar el cambio de tensión con la información de tensión de un sensor de tensión.
8. Un aparato de detección de humo, que comprende:
- 15 una cámara (102) de ionización acoplada a un circuito (208) divisor de tensión capacitivo (CVD) 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 alternativamente 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  
 20 (102) de ionización a una segunda polaridad para determinar una segunda capacitancia de la cámara (102) de ionización, en la que una diferencia entre la primera y segunda capacitancia se utiliza en la determinación de la presencia de humo en la cámara (102) de ionización.
9. El aparato de detección de humo de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el circuito (208) CVD es un  
 25 dispositivo periférico en un microcontrolador (330).
10. El aparato de detección de humo de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el microcontrolador (330) comprende un procesador digital y memoria (314) acoplado al circuito CVD y, preferiblemente, un circuito (316) de alarma.
11. El aparato de detección de humo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8-10 precedentes, que comprende  
 30 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 (314) digital y utilizada para compensar los cambios inducidos por la temperatura de la capacitancia de la cámara (102) de ionización y/o un sensor (322) de humedad acoplado al procesador (314) digital y una tabla de consulta de compensación de la humedad almacenada en la memoria acoplada al procesador digital (314) y utilizada para compensar los cambios  
 35 inducidos por la humedad de la capacitancia de la cámara (102) de ionización y/o un sensor (324) de tensión acoplado al procesador (314) digital y una tabla de consulta de compensación de la tensión almacenada en la memoria acoplada al procesador (314) digital y utilizada para compensar los cambios inducidos por tensión de la capacitancia de la cámara (102) de ionización.
12. El aparato de detección de humo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-11 precedentes, que comprende  
 40 además una alerta (318) audible accionada por la presencia de humo en la cámara (102) de ionización.
13. El aparato de detección de humo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 9-12, que comprende además una alerta (318) visual accionada por la presencia de humo en la cámara (102) de ionización.
14. El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 9-13 precedentes, en el que la cámara de ionización  
 comprende
- 45 una primera cámara (102a) de ionización abierta a la entrada de humo; y  
 una segunda cámara (102b) de ionización cerrada a la entrada de humo;  
 en el que una diferencia predeterminada en las capacitancias de la primera y segunda cámaras de ionización (102a, 102b) indica la presencia de humo en la primera cámara (102) de ionización.
15. El aparato de detección de humo de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende además un temporizador  
 50 de detección de humo utilizado para determinar si la diferencia predeterminada se produce dentro de un cierto período de tiempo.

FIG. 1



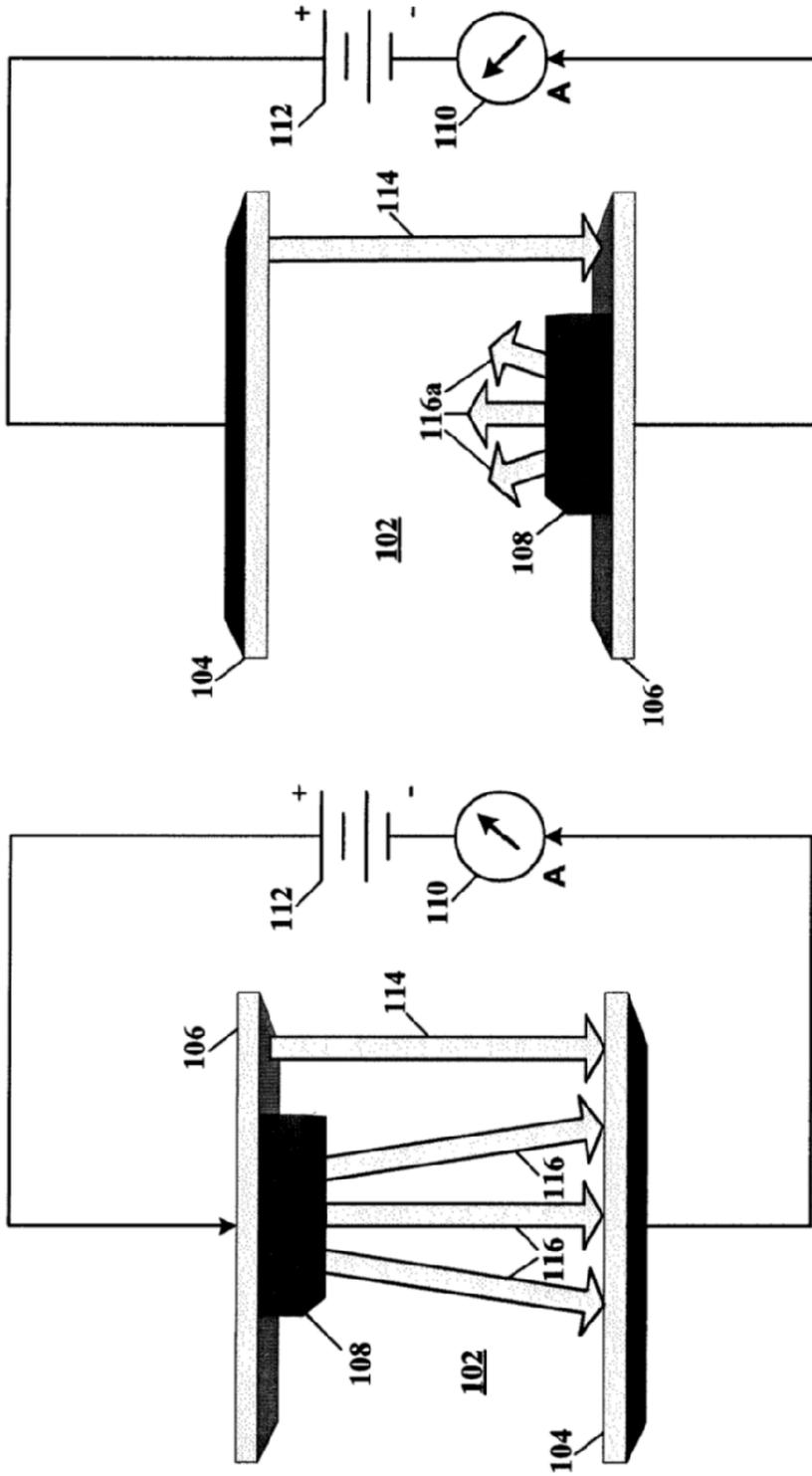


Figura 1A

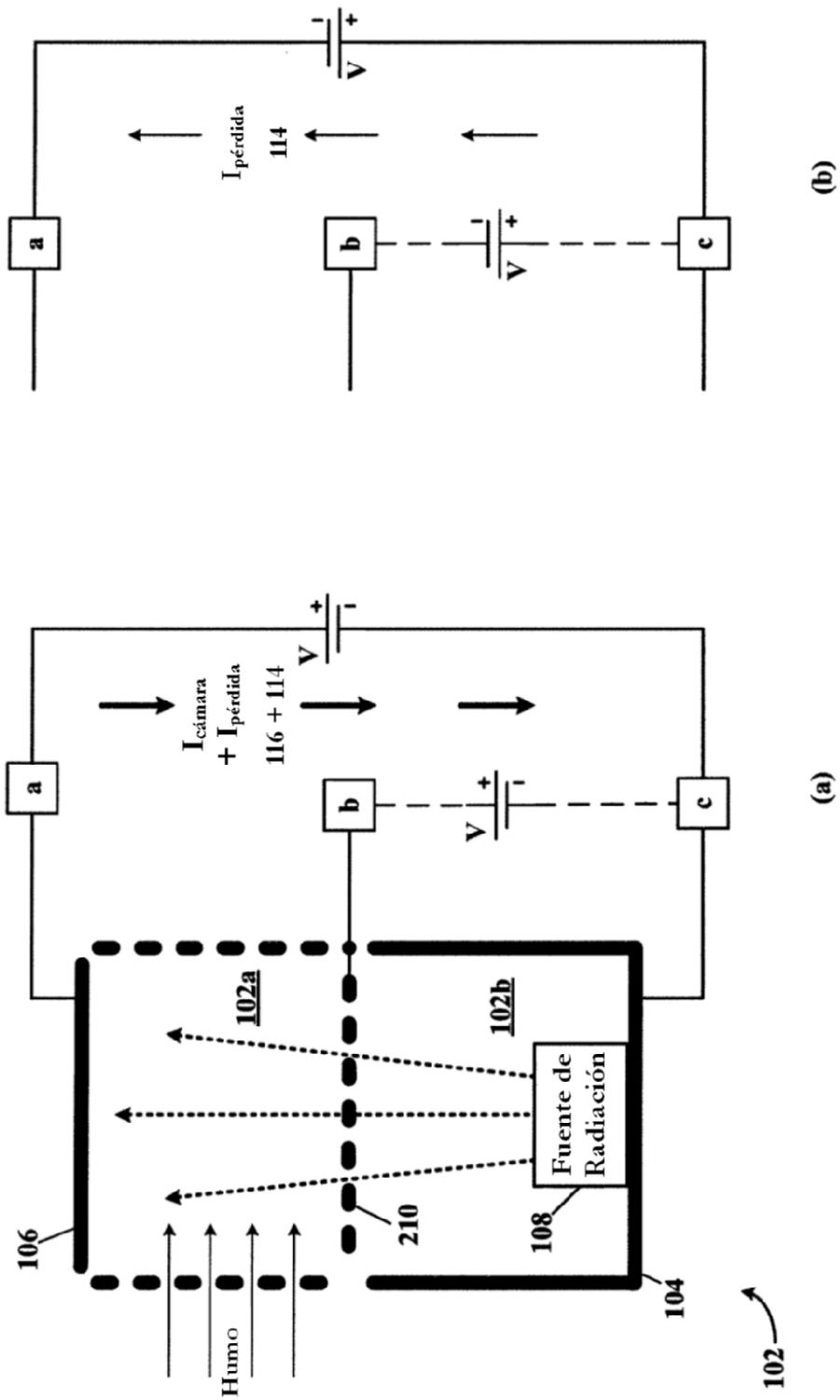


Figura 2

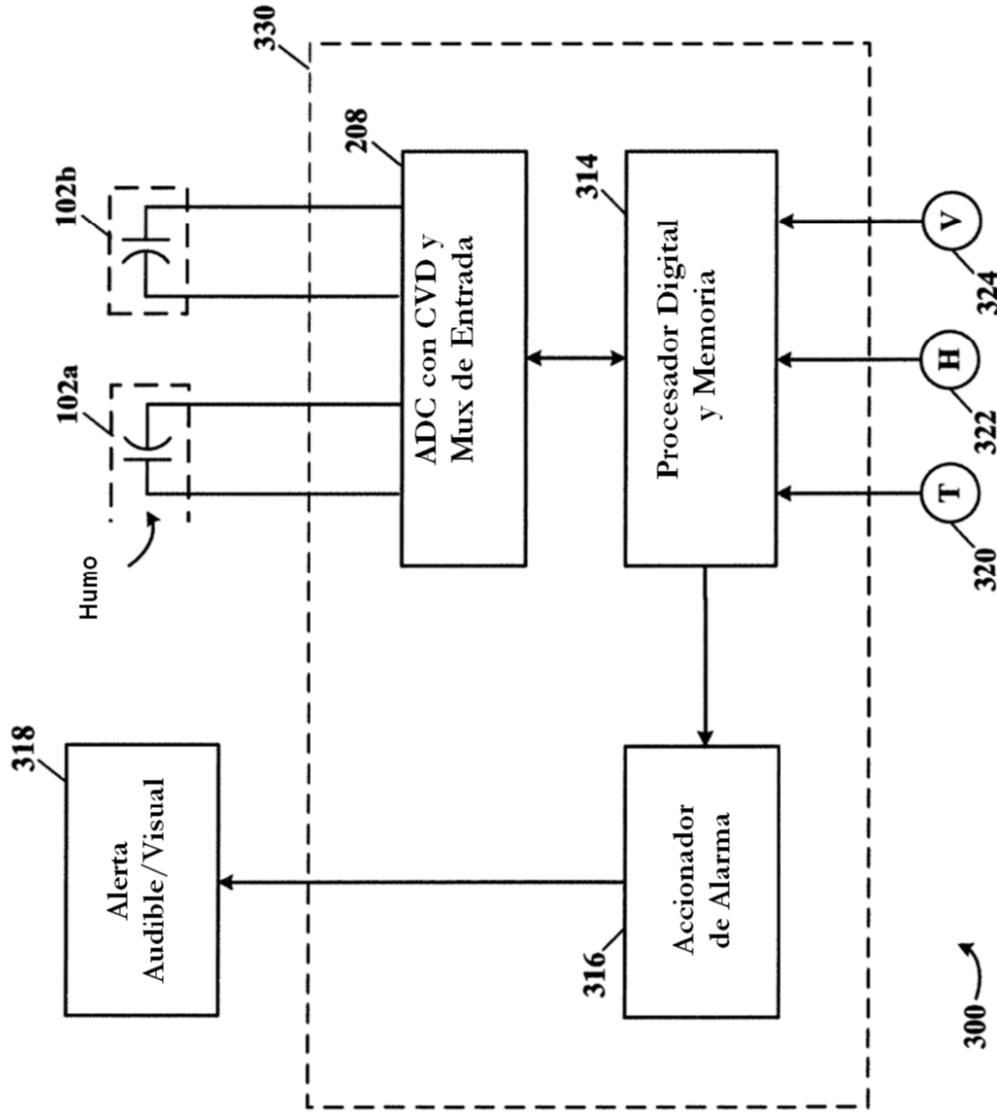


Figura 3



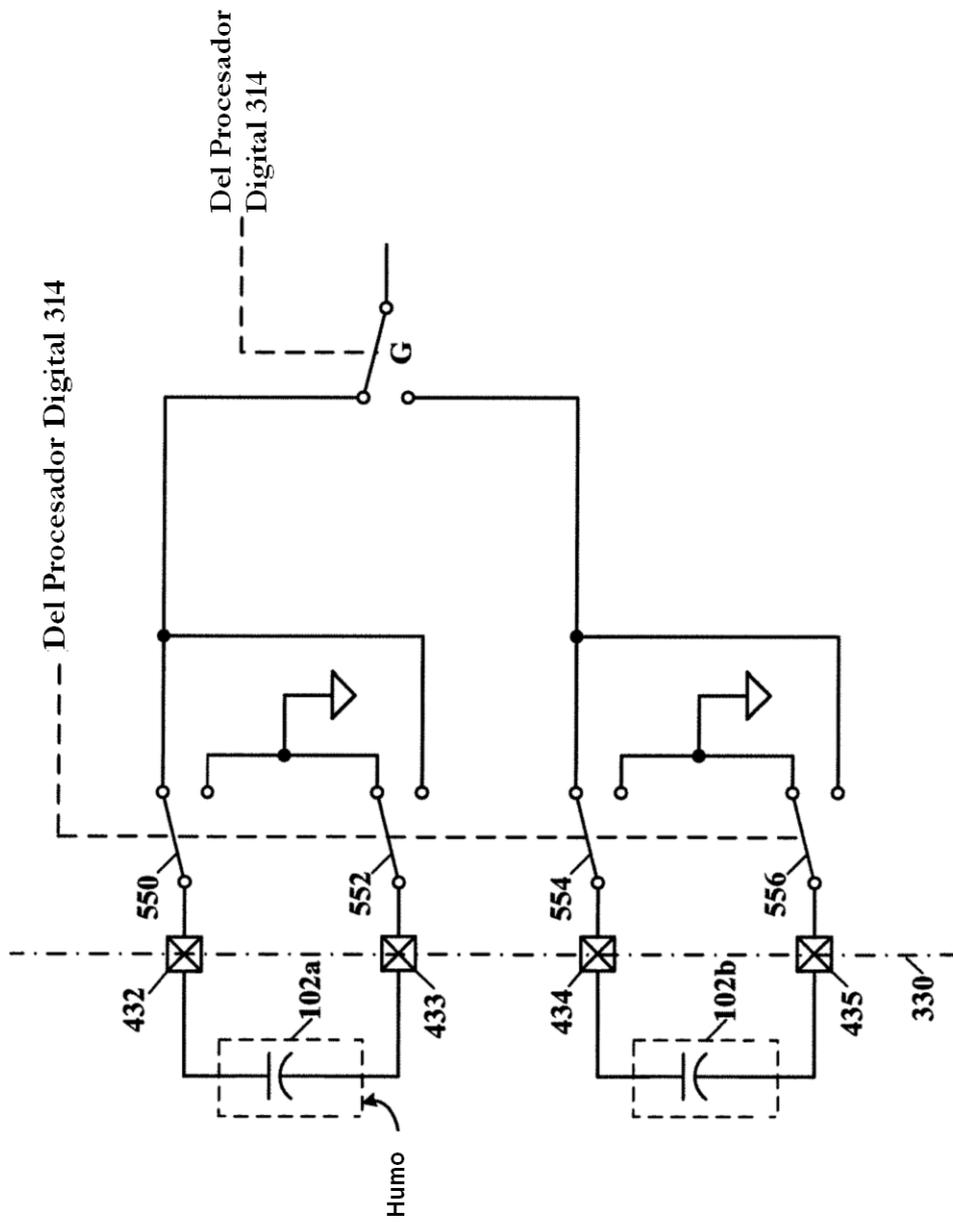


Figura 5