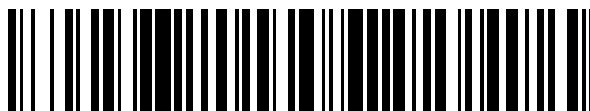


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 875**

51 Int. Cl.:

G01N 27/66 (2006.01)

G08B 17/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2012 E 12780347 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2764353**

54 Título: **Mediciones de la corriente diferencial para determinar una corriente de iones en presencia de una corriente de fugas**

30 Prioridad:

06.10.2011 US 201161544150 P
07.10.2011 US 201161544386 P
07.10.2011 US 201161544363 P
14.12.2011 US 201161570485 P
14.12.2011 US 201161570436 P
14.12.2011 US 201161570418 P
21.12.2011 US 201161578502 P
02.10.2012 US 201213633616
02.10.2012 US 201213633429
02.10.2012 US 201213633523
02.10.2012 US 201213633686

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.01.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JULICHER, JOSEPH;
CURTIS, KEITH y
KATZ, PAUL N.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 555 875 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

Mediciones de la corriente diferencial para determinar una corriente de iones en presencia de una corriente de fugas

La presente divulgación se refiere a una interfaz de cámara de ionización y, en particular, para un microcontrolador que tenga una interfaz de entrada de corriente que rechace las fugas de corriente en modo común en la determinación de la corriente de iones en presencia de la corriente de fugas.

Un detector de humo usa generalmente una cámara de ionización que contiene una fuente de iones radiactivos que se conecta a un amplificador operacional de alta impedancia de entrada. Una cámara de ionización típica, usada en un detector de humo, proporciona una corriente muy pequeña (nA) que se reduce en presencia de partículas de humo. Se usan amplificadores operacionales para convertir esta corriente en un voltaje que se mide a continuación para determinar la presencia de humo. Las temperaturas elevadas provocan corrientes de fuga incrementadas 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. De ese modo, dichos incrementos en las corrientes de fuga pueden plantear una variedad de problemas tal como imprecisión, etc. que pueden requerir circuitos de compensación adicionales cuando se diseña un detector de humo y por lo tanto puede incrementar el coste del dispositivo.

Adicionalmente, la impedancia de la cámara de ionización es extremadamente alta, y cualquier corriente de fuga, por ejemplo, la corriente de fuga de la tarjeta del circuito impreso, enmascara la corriente de la cámara de ionización. Las cámaras de ionización de la detección de humo requieren por lo tanto un proceso de fabricación complejo en el que los terminales del amplificador operacional del circuito integrado de detección se doblan y se sueldan directamente en un medio de aire a la cámara de ionización. Como se ha mencionado anteriormente, se requieren circuitos especiales de bajas fugas para detectar el pequeño cambio de corriente a través de la cámara de ionización provocado por la presencia de humo en ellas.

La Patente de Estados Unidos US 5.243.330 desvela un sistema y procedimiento detector de incendios con un detector de humos por ionización. El procedimiento comprende: - la conexión de un primer y segundo electrodos de una cámara de ionización a un primer voltaje, la determinación de una primera corriente entre el primer y el segundo electrodos de la cámara de ionización provocado por el primer voltaje; la conexión del primer y el segundo electrodos de la cámara de ionización a un segundo voltaje; la determinación de una segunda corriente entre el primer y el segundo electrodos de la cámara de ionización provocado por el segundo voltaje; y la determinación de una diferencia entre la primera y la segunda corrientes.

La Patente de Estados Unidos US 3.832.678 desvela un sistema de alarma de incendios que incluye una pluralidad de dispositivos de alarma individuales. La Patente de Estados Unidos US 4.538.137 desvela un sistema de alarma de incendios que incluye un sensor para la producción de un voltaje de salida que corresponde a una concentración de humo. La solicitud de Patente del Reino Unido GB 2.156.126 desvela un detector de incendios con un sensor de tipo fotoeléctrico.

Existe por lo tanto una necesidad de una forma de detectar humo en una cámara de ionización de un detector de humo que no requiera componentes sensibles y caros ni de complejo proceso de fabricación.

De acuerdo con la reivindicación 1, el procedimiento para la determinación de la corriente de iones en una cámara de ionización comprende las etapas de: conexión de un primer y segundo electrodos de una cámara de ionización a un voltaje con una primera polaridad; determinación de una primera corriente entre el primer y el segundo electrodos de la cámara de ionización provocada por el voltaje con la primera polaridad; conexión del primer y el segundo electrodos de la cámara de ionización al voltaje con una segunda polaridad; determinación de una segunda corriente entre el primer y el segundo electrodos de la cámara de ionización provocada por el voltaje con la segunda polaridad; y determinación de una diferencia entre la primera y segunda corrientes, en el que la diferencia es la corriente de iones a través de la cámara de ionización.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la segunda polaridad puede ser opuesta a la primera polaridad. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje puede ser un voltaje en corriente continua (CC). De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la cámara de ionización puede comprender una fuente de radiación para la ionización de moléculas de gas en ella. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la cámara de ionización puede usarse para detectar partículas de humo.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la etapa de determinación de la diferencia entre la primera y segunda corrientes puede comprender las etapas de: almacenamiento de la primera y segunda mediciones de corriente en una memoria; y resta de una medición de corriente de la otra medición de corriente. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje puede ser una pluralidad de pulsos de voltaje.

De acuerdo con otra realización, el procedimiento puede comprender las etapas de: fijación de un condensador a un voltaje de inicio; conexión de un primer electrodo de una cámara de ionización a un voltaje de alimentación; conexión de un segundo electrodo de la cámara de ionización al condensador; carga del condensador durante un primer periodo de tiempo; conversión de un primer voltaje de carga en el condensador a una primera representación digital del mismo; almacenamiento de la primera representación digital en una memoria; fijación del condensador al

5 voltaje de inicio; conexión del segundo electrodo de la cámara de ionización al voltaje de alimentación; conexión del primer electrodo de la cámara de ionización al condensador; carga del condensador durante un segundo periodo de tiempo; conversión de un segundo voltaje de carga en el condensador a una segunda representación digital del mismo; almacenamiento de la segunda representación digital en la memoria; y determinación de una diferencia entre la primera y segunda representaciones digitales, en el que la diferencia puede ser una representación digital de la corriente de iones en la cámara de ionización.

10 De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje de inicio puede ser sustancialmente cero (0) voltios. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje de inicio puede ser sustancialmente el voltaje de alimentación. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de determinación de si la diferencia puede estar en un intervalo de condición de alarma. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de actuación de una alarma cuando la diferencia puede estar en el intervalo de condición de alarma. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje puede ser un generador de pulsos que comprende una pluralidad de pulsos de voltaje de salida. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de carga de un anillo de guarda
15 alrededor de la cámara de ionización a un voltaje en el condensador.

20 De acuerdo con otra realización más, el procedimiento puede comprender las etapas de: fijación de un condensador a un voltaje de inicio; conexión de un primer electrodo de una cámara de ionización a una fuente de pulsos; conexión de un segundo electrodo de la cámara de ionización al condensador; carga del condensador con una pluralidad de pulsos desde la fuente de pulsos durante un primer periodo de tiempo; conteo de un primer número de la pluralidad de pulsos requeridos para cargar el condensador a un segundo voltaje; almacenamiento del primer número en una memoria; fijación del condensador al voltaje de alimentación; conexión del segundo electrodo de la cámara de ionización a la fuente de pulsos; conexión del primer electrodo de la cámara de ionización al condensador; carga del condensador con la pluralidad de pulsos desde la fuente de pulsos durante un segundo periodo de tiempo; conteo
25 de un segundo número de la pluralidad de pulsos requeridos para cargar el condensador al segundo voltaje; almacenamiento del segundo número en una memoria; y determinación de una diferencia entre el primer y segundo números, en el que la diferencia puede ser una representación digital de la corriente de iones en la cámara de ionización.

30 De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje de inicio puede ser sustancialmente cero (0) voltios. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje de inicio puede ser sustancialmente el voltaje de alimentación. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de determinación de si la diferencia puede estar en un intervalo de condición de alarma. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de actuación de una alarma cuando la diferencia puede estar en el intervalo de condición de alarma. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la etapa de carga de un anillo de guarda alrededor de la cámara de ionización a un voltaje en el condensador.

35 De acuerdo con otra realización más, el procedimiento puede comprender las etapas de: fijación del condensador a un primer voltaje; conexión de un primer electrodo de una cámara de ionización a una pluralidad de transiciones de voltaje que tengan periodos de tiempo y amplitudes de voltaje desde sustancialmente cero voltios a sustancialmente un voltaje; conexión de un segundo electrodo de la cámara de ionización al condensador; carga y descarga del condensador con la pluralidad de transiciones de voltaje que tienen los periodos de tiempo definidos; y conteo de un
40 número de transiciones de la pluralidad de transiciones de voltaje requeridas para cargar el condensador a un segundo voltaje.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de determinación de si el número de transiciones representa un intervalo de condición de alarma.

45 De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender las etapas de: medición de un voltaje de carga en el condensador; y ajuste de los periodos de tiempo para la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en sustancialmente cero voltios y en sustancialmente el voltaje, en el que: cuando el voltaje de carga en el condensador puede ser menor que la mitad del voltaje, los periodos de tiempo de la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en la amplitud de cero voltios puede ser mayor que los periodos de tiempo de la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en la amplitud de voltaje; cuando la carga de voltaje en el condensador puede
50 estar a sustancialmente una mitad del voltaje, los periodos de tiempo de voltios cero y de amplitudes de voltaje de la pluralidad de transiciones de voltaje pueden ser sustancialmente los mismos; y cuando el voltaje de carga en el condensador puede ser mayor que la mitad del voltaje, los periodos de tiempo de la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en amplitudes de cero voltios puede ser menor que los periodos de tiempo de la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en la amplitud de voltaje.

55 De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de carga de un anillo de guarda alrededor de la cámara de ionización sustancialmente al voltaje de carga en el condensador.

De acuerdo con otra realización, el procedimiento puede comprender las etapas de: fijación de un condensador a un voltaje de inicio; conexión de una cámara de ionización y un condensador en serie a un voltaje de alimentación en una primera polaridad; carga del condensador durante un primer periodo de tiempo; conexión de la cámara de

ionización y el condensador en serie al voltaje de alimentación en una segunda polaridad; descarga del condensador durante el segundo periodo de tiempo; y medición de un voltaje de carga en el condensador después de un periodo de tiempo de detección.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje de inicio puede ser sustancialmente cero (0) voltios. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje de inicio puede ser sustancialmente el voltaje de alimentación. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de determinación de si el voltaje de carga medido puede estar en un intervalo de condición de alarma. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de actuación de una alarma cuando el voltaje de carga medido puede estar en el intervalo de condición de alarma. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el voltaje de alimentación puede ser un generador de pulsos que tenga un la salida que comprenda una pluralidad de pulsos de voltaje. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, puede comprender la etapa de carga de un anillo de guarda alrededor de la cámara de ionización a sustancialmente el voltaje de carga en el condensador.

De acuerdo con la reivindicación 12 un aparato para la detección de humo comprende una cámara de ionización que tiene una fuente de radiación y que comprende un primer y segundo electrodos, en el que la cámara de ionización está abierta a la entrada de humo; y un microcontrolador configurado para realizar el procedimiento de la invención, y que comprende: medios de conmutación para la conexión de la cámara de ionización con dicho voltaje en la primera y segunda polaridades, respectivamente, y medios para la determinación de la corriente a través de dicha cámara de ionización que comprenden un condensador conectado en serie con dicha cámara de ionización.

De acuerdo con una realización adicional, la cámara de ionización puede comprender: dos cámaras separadas por un tercer electrodo, en el que una de las dos cámaras puede estar abierta a la entrada de humo y la otra puede estar cerrada a la entrada de humo; un quinto interruptor conectado al tercer electrodo; el primer y quinto interruptores tienen tres posiciones en las que la tercera posición puede estar abierta; el controlador digital puede conectarse a una primera posición del quinto interruptor; y el condensador puede conectarse a una segunda posición del quinto interruptor.

De acuerdo con una realización adicional, el microcontrolador puede comprender un controlador de alarmas. De acuerdo con una realización adicional, se puede conectar una alarma audible/visual al controlador de alarmas. De acuerdo con una realización adicional, un anillo de guarda puede estar alrededor de la cámara de ionización, en la que el anillo de guarda puede estar cargado a un voltaje de anillo de guarda sustancialmente el mismo que un voltaje de carga en el condensador. De acuerdo con una realización adicional, se puede conectar un segundo condensador al condensador.

De acuerdo con otra realización, el aparato puede comprender:

un microcontrolador en la forma de un circuito integrado que comprende: un primer interruptor conectado al primer electrodo de la cámara de ionización; un segundo interruptor conectado al segundo electrodo de la cámara de ionización; un controlador digital que tiene una salida conectada a las primeras posiciones del primer y segundo interruptores; un comparador de voltaje que tiene una primera entrada conectada a las segundas posiciones del primer y segundo interruptores y una segunda entrada conectada a una referencia de voltaje; un condensador conectado entre la primera y segunda entradas del comparador de voltaje; un biestable que tiene una entrada D conectada a una salida del comparador de voltaje y una entrada de reloj conectada al generador de reloj, en el que cada vez que puede recibirse una señal de reloj desde el generador de reloj se puede transferir un valor lógico en la entrada D a la salida Q del biestable; una resistencia de realimentación conectada entre la salida Q del biestable y la primera entrada del comparador de voltaje para la carga y descarga del condensador; una resistencia de medición de corriente conectada entre la primera entrada del comparador de voltaje y una fuente de alimentación común; en el que cuando el voltaje en la primera entrada del comparador de voltaje puede ser mayor que el voltaje desde la referencia de voltaje la salida del comparador de voltaje puede estar en un nivel lógico bajo y el condensador puede estar descargado, y cuando el voltaje en la primera entrada del comparador de voltaje puede ser menor que el voltaje desde la referencia de voltaje la salida del comparador de voltaje puede estar en un valor lógico alto y el condensador puede estar cargado; un primer contador para el conteo de un primer número de pulsos de reloj desde el generador de reloj cuando la salida Q del biestable puede estar en un valor lógico alto durante un cierto periodo de tiempo; y un segundo contador para el conteo de un segundo número de pulsos de reloj desde el generador de reloj durante un cierto periodo de tiempo; en el que cuando el primer interruptor puede estar en la primera posición el primer electrodo de la cámara de ionización puede conectarse al controlador digital, cuando el primer interruptor puede estar en la segunda posición el primer electrodo de la cámara de ionización puede estar conectado a la primera entrada del comparador de voltaje, cuando el segundo interruptor puede estar en la primera posición el segundo electrodo de la cámara de ionización puede conectarse al controlador digital, y cuando el segundo interruptor puede estar en la segunda posición el segundo electrodo de la cámara de ionización puede estar conectado a la primera entrada del comparador de voltaje.

De acuerdo con una realización adicional, el circuito integrado puede tener un procesador digital y memoria. De acuerdo con una realización adicional, el procesador digital y la memoria del microcontrolador pueden ir a un modo

de reposo de bajo consumo durante el conteo por el primer y segundo contadores. De acuerdo con una realización adicional, el circuito integrado puede comprender un controlador de alarmas. De acuerdo con una realización adicional, se puede conectar una alarma audible/visual al controlador de alarmas. De acuerdo con una realización adicional, puede haber un anillo de guarda alrededor de la cámara de ionización, en el que el anillo de guarda puede cargarse a un voltaje de anillo de guarda sustancialmente el mismo que un voltaje de carga en el condensador. De acuerdo con una realización adicional, se puede conectar un segundo condensador al condensador.

De acuerdo con otra realización, el microcontrolador puede comprender; un primer interruptor conectado al primer electrodo de la cámara de ionización; un segundo interruptor conectado al segundo electrodo de la cámara de ionización; un controlador digital que tiene una salida conectada a las primeras posiciones del primer y segundo interruptores; un condensador conectado a las segundas posiciones del primer y segundo interruptores; un tercer interruptor conectado entre el condensador y la fuente de alimentación común, adaptado al tercer interruptor para la descarga del condensador; un comparador de voltaje que tiene una primera entrada conectada al condensador y una segunda entrada conectada a una referencia de voltaje; un generador de pulsos conectado a la entrada del controlador digital; un contador de pulsos conectado al generador de pulsos, en el que el contador de pulsos cuenta un número de pulsos desde el generador de pulsos; y un procesador digital y memoria, en el que el procesador digital puede conectarse a y controlar el primer, segundo y tercer interruptores, el generador de pulsos y el contador de pulsos; en el que cuando el primer interruptor puede estar en la primera posición el primer electrodo de la cámara de ionización puede conectarse al controlador digital, cuando el primer interruptor puede estar en la segunda posición el primer electrodo de la cámara de ionización puede conectarse al condensador, cuando el segundo interruptor puede estar en la primera posición el segundo electrodo de la cámara de ionización puede conectarse al controlador digital, cuando el segundo interruptor puede estar en la segunda posición el segundo electrodo de la cámara de ionización puede conectarse al condensador; y cuando el tercer interruptor puede estar cerrado el condensador puede estar a sustancialmente cero (0) voltios.

De acuerdo con una realización adicional, el procesador digital y la memoria del microcontrolador pueden ir a un modo de reposo de bajo consumo durante el conteo de pulsos por el contador de pulsos. De acuerdo con una realización adicional, el microcontrolador puede comprender un controlador de alarmas. De acuerdo con una realización adicional, se puede conectar una alarma audible/visual al controlador de alarmas. De acuerdo con una realización adicional, puede situarse un anillo de guarda alrededor de la cámara de ionización, en el que el anillo de guarda puede cargarse a un voltaje de anillo de guarda sustancialmente el mismo que un voltaje de carga en el condensador. De acuerdo con una realización adicional, se puede conectar un segundo condensador al condensador.

De acuerdo con otra realización, el aparato puede comprender: un generador de pulsos conectado al primer electrodo de la cámara de ionización, en el que la salida del generador de pulsos puede comprender transiciones de voltaje desde sustancialmente cero voltios a sustancialmente un voltaje; un condensador conectado al segundo electrodo de la cámara de ionización; una referencia de voltaje de precarga; un interruptor de precarga conectado entre la referencia de voltaje de precarga y el condensador, en el que el interruptor de precarga conecta inicialmente la referencia de voltaje de precarga al condensador para la carga del condensador a un primer voltaje; un circuito de determinación del voltaje conectado al condensador; y un contador de pulsos conectado al generador de pulsos y que cuenta un número de pulsos desde el mismo, en el que el contador de pulsos cuenta el número de pulsos desde el generador de pulsos requeridos para cargar el condensador a un segundo voltaje.

De acuerdo con una realización adicional, el generador de pulsos puede ser un generador de modulación de ancho de pulsos (PWM) que tiene periodos de tiempo programables. De acuerdo con una realización adicional, el primer voltaje puede ser aproximadamente la mitad del voltaje. De acuerdo con una realización adicional, el circuito de determinación del voltaje puede comprender un comparador de voltaje. De acuerdo con una realización adicional, el circuito de determinación del voltaje puede comprender un convertidor analógico a digital (ADC).

De acuerdo con una realización adicional, el generador de pulsos, el condensador, la referencia de voltaje de precarga, el interruptor de precarga, el circuito de determinación del voltaje, y el contador de pulsos puede proporcionarse en un microcontrolador. De acuerdo con una realización adicional, el microcontrolador puede comprender adicionalmente un controlador de alarmas. De acuerdo con una realización adicional, se puede conectar una alarma audible/visual al controlador de alarmas. De acuerdo con una realización adicional, un anillo de guarda puede estar alrededor de la cámara de ionización, en el que el anillo de guarda puede cargarse a un voltaje de anillo de guarda sustancialmente el mismo que un voltaje de carga del condensador. De acuerdo con una realización adicional, se puede conectar un segundo condensador al condensador.

Se puede adquirir una comprensión más completa de la presente divulgación por referencia a la descripción a continuación tomada en conjunto con los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 ilustra diagramas esquemáticos de una cámara de ionización que tiene una fuente de radiación y que muestra flujos de corriente a través de ella para diferentes conexiones de polaridad del voltaje en ella;

La Figura 2 ilustra un gráfico tiempo-voltaje de un condensador que se está cargando desde una fuente de corriente constante;

La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques esquemático de una fuente de corriente conectada a interfaces de entrada y salida de microcontrolador, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación.

La Figura 4 ilustra diagramas de tiempos esquemáticos para la operación de las funciones periféricas mostradas en la Figura 3, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación;

5 La Figura 5 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con una realización específica de ejemplo de la presente divulgación;

La Figura 6 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de doble cámara, de acuerdo con una realización específica de ejemplo en la presente divulgación, de acuerdo con otra realización específica de ejemplo de la presente divulgación;

10 La Figura 7 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple que usa un convertidor analógico a digital (ADC) delta-sigma diferencial, de acuerdo con otra realización específica más de ejemplo de la presente divulgación;

La Figura 8 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con otra realización específica más de ejemplo de la presente divulgación;

15 La Figura 9 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con otra realización específica adicional de ejemplo de la presente divulgación;

La Figura 10 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con otra realización específica de ejemplo de la presente divulgación;

20 La Figura 11 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con otra realización específica más de ejemplo de la presente divulgación;

La Figura 12 ilustra un diagrama de bloques esquemático de una parte del extremo frontal de un detector de humo de iones de cámara simple que se puede usar en combinación con las realizaciones desveladas y descritas en el presente documento, de acuerdo con realizaciones específicas de ejemplo y las enseñanzas de la presente divulgación;

25 La Figura 13 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple que usa un condensador de carga externo, de acuerdo con una realización específica adicional de ejemplo de la presente divulgación;

30 La Figura 14 ilustra representaciones esquemáticas de líneas de campo electrostático que rodean a una placa capacitiva en la proximidad de un plano conductor de tierra, y las líneas de campo electrostático que rodean a una placa capacitiva con un anillo de guarda entre la placa capacitiva y el plano conductor de tierra; y

Las Figuras 15, 16, 17 y 18 ilustran diagramas de flujo del proceso operativo esquemático, de acuerdo con las enseñanzas y realizaciones de la presente divulgación.

35 Aunque la presente divulgación es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, se han mostrado realizaciones específicas de ejemplo de la misma en los dibujos y se describen en el presente documento en detalle. Se debería entender, sin embargo, que la descripción del presente documento de realizaciones específicas de ejemplo no se pretende que limite la divulgación a las formas particulares desveladas en el presente documento, sino que por el contrario, la presente divulgación ha de cubrir todas las modificaciones y equivalentes tal como se definen por las reivindicaciones adjuntas.

40 De acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación explicadas en el presente documento permitirán, en particular, que se midan directamente pequeñas corrientes con un microcontrolador sin componentes externos excepto un sensor que tenga una salida de corriente, por ejemplo, una cámara de ionización de detección de humo. Una cámara de ionización puede modelarse como un condensador que tiene una fuga de corriente a través de ella, o como una elevada resistencia variable dependiendo de la ionización de un gas en la cámara de ionización. La ionización del gas es provocada por una fuente de iones en la cámara de ionización de detección de humo. La corriente de fugas no deseada está también presente en una tarjeta de circuito impreso (PCB) a la que se conecta la

45 cámara de ionización de detección de humo.

Una cámara de ionización usada para la detección de humo comprende una fuente radiactiva en la cámara de ionización que provoca que se ionicen parte de las moléculas en la cámara del gas (por ejemplo, aire). Esto da como resultado una permitividad del gas más alta que la normal debido al número más alto que el normal de moléculas de gas polarizadas (ionizadas) eléctricamente. Por lo tanto, cuando se coloca un voltaje a través de dos de los electrodos de la cámara de ionización (véase la Figura 1) circulará una pequeña corriente a través de este gas ionizado. 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 la misma, y reduce el número de moléculas de gas ionizadas. Esto da como resultado una menor corriente de fuga a través de la cámara de ionización. La fuga de corriente en la cámara

50

de ionización variará con la temperatura, la humedad relativa y las variaciones de voltaje. Pero estas variaciones son de cambio muy lento. Sin embargo, el humo provoca un cambio repentino en la corriente de fuga de la cámara de ionización (reduce la corriente de iones).

- Mediante la aplicación de un potencial de voltaje con una primera polaridad a través de la cámara de ionización y la medición de la corriente total a través de la cámara de ionización y la corriente de fuga en el PCB, y aplicando a continuación un potencial de voltaje con una segunda polaridad (opuesta) a través de la cámara de ionización y midiendo solamente la corriente de fugas del PCB. Se puede aislar la corriente de fugas del PCB bipolar en modo común de la corriente de iones unipolar, incrementando de ese modo la sensibilidad de la detección de humo en la cámara de ionización. Además, no se requieren las costosas técnicas físicas de compensación de fugas.
- Un condensador de muestreo usado con un conversor analógico a digital (ADC) tiene ciertas limitaciones. Sin embargo, estas limitaciones son conocidas. Las soluciones externas requieren etapas de amplificación adicionales para combatir los efectos parásitos de los equipos en la tarjeta de circuito impreso (PCB) y otras condiciones ambientales. Al mover las partes de circuito necesarias al microcontrolador y ADC, estos efectos parásitos son fácilmente conocidos, controlados, y la solución del circuito es más compacta y sensible a las entradas del sensor.
- Dicha interfaz corriente/voltaje se puede usar ventajosamente con un detector de humos de cámara de ionización y reducirá significativamente el coste de la interfaz con el sensor de humos de la cámara de ionización. De acuerdo con varias realizaciones, se conecta una corriente desde un dispositivo externo tal como una cámara de ionización a una entrada de un ADC. El condensador de muestra interno del ADC acepta la carga de la corriente y crea un voltaje a lo largo de un periodo de tiempo. Después de que haya transcurrido el periodo de tiempo, el voltaje del condensador de M/R puede medirse iniciando una conversión de analógico a digital con el ADC. Alternativamente, cuando se alcanza cierto voltaje (voltaje objetivo) en el condensador de M/R, puede determinarse el tiempo requerido para cargar el condensador de M/R a un cierto voltaje. En cualquier caso, puede determinarse la corriente de iones a través del sensor de humos de la cámara de ionización, y un cambio en la corriente de iones es indicativo de humo en la cámara de ionización.
- Esta corriente representa una corriente de ionización del gas a través de la cámara de ionización y una corriente de fuga en la tarjeta de circuito impreso cuando se aplica una primera polaridad del voltaje a los electrodos de la cámara de ionización. Cuando se aplica la segunda polaridad del voltaje (opuesta a la primera polaridad del voltaje) a los electrodos de la cámara de ionización, la corriente de carga solo será la corriente de fuga en la tarjeta de circuito impreso. Restando la corriente determinada usando la segunda polaridad del voltaje de la corriente determinada usando la primera polaridad del voltaje, se puede determinar la corriente de ionización del gas.
- Se pueden usar partes de una Unidad de Medición del Tiempo de Carga (CTMU) en la determinación del valor del voltaje de carga en el condensador de M/R. La CTMU se describe más completamente en las notas de aplicación del microchip AN1250, AN1375, etc., disponibles en www.microchip.com, y en las Patentes de Estados Unidos N°. 7.460.441 B2 y 7.764.213 B2. La precisión de medición del voltaje de carga por la CTMU se consigue mediante la carga de un condensador de valor conocido a partir de una fuente de corriente a lo largo de un periodo de tiempo conocido, muestreando a continuación un voltaje desarrollado en el condensador cargado. Este voltaje muestreado se convierte a continuación en un valor digital con un conversor analógico a digital (ADC) y, opcionalmente, se puede usar una tabla de búsqueda, u otros medios, para convertir el valor digital del voltaje muestreado en un valor por comparación contra un valor de referencia. Si el valor del voltaje muestreado es significativamente diferente, como en una condición de alarma, por ejemplo, de detección de humo, respecto al valor de referencia entonces se puede iniciar una alarma. Si el valor del voltaje muestreado está dentro de los valores deseados entonces no existe una condición de alarma.
- Las diversas realizaciones descritas en el presente documento, proporcionan la capacidad de crear una solución efectiva en coste para aplicaciones que usen sensores que tienen salidas de corriente. De ese modo, se elimina la necesidad de costosos amplificadores operacionales y circuitos asociados. Se puede usar ventajosamente una interfaz de acuerdo con las diversas realizaciones usadas en combinación con cámaras de ionización de detección de humo para detectar fuegos con humo que suceden rápidamente.
- Con referencia ahora a los dibujos, se ilustran esquemáticamente los detalles de realizaciones específicas de ejemplo. Elementos iguales en los dibujos se representarán con números iguales, y elementos similares se representarán con números iguales con un sufijo de letra minúscula diferente.
- Con referencia a la Figura 1, se representan diagramas esquemáticos de una cámara de ionización que tiene una fuente de radiación y que muestran flujos de corriente a través de ella para diferentes conexiones de polaridad del voltaje en la misma. La cámara 102 de ionización puede caracterizarse como dos electrodos, por ejemplo electrodos 104 y 106, que tienen algunas moléculas de gas (por ejemplo, aire) ionizadas entre ellas. Las moléculas de gas se ionizan por una fuente 108 de radiación. Cuando se aplica un potencial 112 de voltaje entre los dos electrodos 104 y 106 en una primera polaridad (positiva en el electrodo 106 y negativa en el electrodo 104), una corriente 116 de electrones de ionización positivamente polarizada circulará a través del gas ionizado. Cuando el potencial 112 de voltaje se aplica entre los dos electrodos 104 y 106 con una segunda polaridad (positiva en el electrodo 104 y negativa en el electrodo 106), no circulará sustancialmente ninguna corriente 116a de electrones de ionización

negativamente polarizada a través del gas ionizado dado que ahora el electrodo 104 repelerá los electrones del gas ionizado. Sin embargo, la corriente 114 de fugas, por ejemplo, contaminantes, grasa, polvo, etc. en la tarjeta de circuito impreso, circularán independientemente de la polaridad conectada al potencial 112 de voltaje.

De ese modo cuando se conecta el potencial 112 de voltaje a la primera polaridad a través de la cámara 102 electrodos 104 y 106, la circulación de corriente total a través del medidor 110 de corriente es la corriente 116 de electrones de ionización más la corriente 114 de fugas. Y cuando el potencial 112 de voltaje se conecta a la segunda polaridad a través de la cámara 102 electrodos 104 y 106, la circulación de corriente total a través del medidor de corriente 110 es sustancialmente ninguna corriente 116a de electrones de ionización más la corriente 114 de fugas lo que da como resultado sustancialmente solo la corriente 114 de fugas. Por lo tanto, mediante la resta de la corriente 114 de fugas de la circulación de corriente total, se puede determinar la corriente 116 de electrones de ionización real. Esto permite mediciones más sensibles de cualquier cambio en la corriente 116 de electrones de ionización sin que estos cambios queden enmascarados por la corriente 114 de fugas no deseada. Se contempla y está dentro del alcance de la presente divulgación que cualquier fluido, por ejemplo, gas o líquido, que pueda ionizarse por la fuente 108 de iones funcionará tal como se ha descrito en el presente documento anteriormente.

Con referencia a la figura 2, se representa un gráfico tiempo-voltaje de un condensador que se está cargando desde una fuente de corriente constante. Cuando se carga un condensador 220 a través de una fuente 222 de corriente constante el voltaje, V, a través del condensador 220 se incrementa linealmente con el tiempo, de acuerdo con la ecuación (1): $I = C \cdot dV/dT$, en la que C es el valor de la capacidad del condensador 220, I es la corriente desde la fuente 222 de corriente constante y V es el voltaje en el condensador 220 en el tiempo T. Cuando son conocidos dos valores cualesquiera de entre corriente, I; tiempo, T; y voltaje, V, los otros valores desconocidos pueden calcularse a partir de los dos valores conocidos. Por ejemplo, si la capacidad del condensador 220 y el tiempo $T = T_2 - T_1$ son conocidos, y se mide el voltaje V en el condensador 220, se puede determinar una corriente de carga. Esto permite la conversión del voltaje de carga (por ejemplo, voltaje en el condensador 220) a la variable de proceso medida, por ejemplo, corriente 116 de electrones de ionización más la corriente 114 de fugas, y sustancialmente la corriente 114 de fugas (corriente 116a + corriente 114). Puede proporcionarse también un voltaje simple para procesar un valor variable en la tabla de búsqueda y almacenarse en una memoria de un procesador digital 326 (Figura 3).

Con referencia a la Figura 3, se representa un diagrama de bloques esquemático de una fuente de corriente conectada a unas interfaces de entrada y salida del microcontrolador, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. El microcontrolador 324 comprende un conversor 328 analógico a digital (ADC) interno que tiene un condensador 220 de muestra y retención (M/R) asociado. Adicionalmente, se proporcionan un interruptor 336 de muestra y retención y un interruptor 332 de descarga. El interruptor 332 de descarga descargará el condensador 220 de M/R a sustancialmente cero (0) voltios. Se proporciona un interruptor ADC 334 para conectar el ADC 328 al condensador 220 de M/R durante un ciclo de conversión de analógico a digital.

Se puede usar un temporizador 330 para controlar con precisión el interruptor 336 de muestra y retención. Se puede usar un procesador digital 326 y memoria en el microcontrolador 324 para controlar el interruptor 332 de descarga y el interruptor 334 de ADC (o la periferia del ADC 328 puede controlar el interruptor 334) e iniciar el temporizador 330, o se puede proporcionar por separado una unidad de control independiente (no mostrada) del procesador digital 326 en el microcontrolador 324 para controlar independientemente la operación de la carga y mantenimiento del condensador 220 de M/R. De acuerdo con otras realizaciones, esta unidad de control (no mostrada) puede ser, por ejemplo pero sin limitarse a, una máquina de estado programable o cualquier otra unidad de control secuencial adecuada dentro del microcontrolador 324.

La fuente 222 de corriente puede ser un sensor que tenga una salida de corriente, por ejemplo, una cámara 102 de humo de iones (véase la Figura 1). Se puede usar un controlador 327 de salida para controlar la fuente 222 de corriente, y suministrar periódicamente un voltaje 112 operativo (Figura 1) a la fuente 222 de corriente para conservación de la energía, por ejemplo, incremento de la vida de la batería. La cámara 102 de humo de iones puede caracterizarse también como una resistencia variable que tenga una resistencia muy alta que cambia (se incrementa) con la introducción de humo en ella. El voltaje de carga resultante en el condensador 220 de M/R es el resultado de una constante de tiempo RC de la resistencia equivalente de la cámara 102 de humo de iones y la capacidad del condensador 220 de M/R. Preferiblemente, el controlador 327 de salida puede aplicar el voltaje operativo 112 de alimentación a lo largo de periodos de tiempo que cargarán al condensador 220 de M/R a voltajes que permitirán la mejor resolución de voltaje por el ADC 328. Adicionalmente los periodos de tiempo pueden cambiarse para la variación de las condiciones de operación para optimizar el voltaje de carga en el condensador 220 de M/R, por ejemplo, la mitad del voltaje de alimentación durante condiciones de muestreo quiescente. Maximizando de ese modo el intervalo de resolución de los cambios medibles en el voltaje de carga arriba o abajo a partir de las condiciones de muestreo del voltaje en quiescencia.

Con referencia a la Figura 4, se representan diagramas de tiempos esquemáticos para la operación de las funciones periféricas mostradas en la Figura 3, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. El interruptor 332 cierra, eliminando cualquier carga en el condensador 220 de M/R a sustancialmente cero voltios. A continuación el temporizador 330 cierra el interruptor 336 de muestra y retención durante un periodo de tiempo fijo conocido, $T = T_2 - T_1$. A continuación después del tiempo T se abre el interruptor 336 de muestra y retención. Esto provoca que el condensador 220 de muestra y retención se cargue a una velocidad determinada por la fuente 222 de corriente

controlada por un controlador 327 de salida. Después de que haya transcurrido el periodo de tiempo T, el interruptor de ADC 334 cierra y el ADC 328 convierte el voltaje de carga en el condensador 220 de M/R en una representación digital del mismo. El procesador digital 326 puede leer posteriormente esta representación digital para procesamiento adicional, por ejemplo, detección de humo y alarma de notificación del mismo. El interruptor 336 puede eliminarse mediante el control del controlador 327 con la salida del temporizador 330, y la salida del controlador 327 puede estar en serie con un diodo 329 de corriente bidireccional para impedir la descarga del condensador de M/R de vuelta al controlador 327 cuando está en una condición de salida de estado lógico bajo. La salida del controlador 327 también puede colocarse en un estado de alta impedancia una vez que se acabe el pulso al condensador 220 de M/R.

Con referencia a la Figura 5, se representa un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con una realización específica de ejemplo de la presente divulgación. Un microcontrolador 524 comprende un convertidor 328 analógico a digital (ADC) que tiene un condensador 220 de muestra y retención (M/R), un temporizador 330, un procesador digital 326 y memoria, un interruptor 332 de descarga, un interruptor 334 de muestra ADC, un controlador 536 de salida digital, e interruptores 540 y 542 de entrada/salida de finalidad general (GPIO) conectados a las conexiones 538 de GPIO externas. El interruptor 332 de descarga descargará al condensador 220 de M/R a sustancialmente cero (0) voltios. El interruptor 334 de muestra de ADC conecta el ADC 328 al condensador 220 de M/R durante un ciclo de conversión analógico a digital. El microcontrolador 524 puede comprender adicionalmente un controlador 548 de alarmas conectado a una alerta 550 audible/visual, por ejemplo, bocina, sirena, etc. La cámara 102 de ionización de detección de humo se conecta a las conexiones 538 de GPIO. Se puede añadir un condensador 220a externo a la conexión 544 de entrada salida (E/S) para el incremento de la capacidad total que carga la cámara 102 de ionización. Este condensador 220a externo y la conexión 544 de E/S pueden añadirse a cualquiera de las realizaciones desveladas en el presente documento.

El temporizador 330 puede usarse para controlar un pulso de voltaje a la cámara 102 de ionización. El procesador digital 326 se puede usar para controlar el interruptor 332 de descarga, el interruptor 334 de muestra ADC e iniciar el temporizador 330, alternativamente un periférico del ADC 328 puede controlar el interruptor 334 de muestra de ADC y también iniciar el temporizador 330, o alternativamente puede proporcionarse una unidad de control (no mostrada) independiente del procesador digital 326 para controlar independientemente la operación de estos componentes. De acuerdo con otras realizaciones, esta unidad de control (no mostrada) puede ser, por ejemplo pero sin limitarse a, una máquina de estado programable o cualquier otra unidad de control secuencial adecuada dentro del microcontrolador 524. El controlador 536 de salida aplica un voltaje (112) que tienen un ancho de pulso de una duración de tiempo determinada por el temporizador 330, y puede tener un tiempo de duración del pulso que puede cargar el condensador 220 durante las condiciones de operación quiescente a aproximadamente la mitad del voltaje suministrado desde el controlador 536 de salida. La generación periódicamente de pulsos conservará la energía, por ejemplo, la energía de la batería. Entre los pulsos periódicos, el microcontrolador 524 puede ir a un modo de reposo de baja potencia.

Los interruptores 540 y 542 de GPIO permiten que los electrodos 104 y 106 se conecten alternativamente a la salida del controlador 536 y al condensador 220. Cuando el interruptor 540 de GPIO está en una posición a, el electrodo 104 se conecta a través de la conexión 538a de GPIO a la salida del controlador 536. Cuando el interruptor 542 de GPIO está en la posición b, el electrodo 106 se conecta a través de la conexión 538b de GPIO al condensador 220. En esta configuración, circulará una corriente 116 de electrones de ionización positivamente polarizada entre los electrodos 104 y 106. Cuando el interruptor 540 de GPIO está en la posición b, el electrodo 104 se conecta a través de la conexión 538a de GPIO al condensador 220. Cuando el interruptor 542 de GPIO está en la posición a, el electrodo 106 se conecta a través de la conexión 538b de GPIO a la salida del controlador 536. En esta configuración, no circulará una corriente 116a de electrones de ionización negativamente polarizada entre los electrodos 104 y 106, y la única corriente que circulará entre las conexiones 538 será atribuible a la corriente 114 de fugas.

Después de que se acabe el pulso de voltaje desde el controlador 536, el interruptor 334 de ADC cierra y el ADC 328 convierte el voltaje de carga en el condensador 220 a una representación digital del mismo. Esta representación digital puede almacenarse en la memoria del procesador digital 326 para procesamiento adicional. Alternativamente, la conversión y almacenamiento de los voltajes de carga desde el condensador 220 cuando está circulando una corriente 116 de electrones de ionización positivamente polarizada y a continuación cuando no está circulando la corriente 116a de electrones de ionización negativamente polarizada permitirá la determinación solo de la corriente de electrones de ionización a través de la cámara 102 del detector de humo mediante la resta del pequeño voltaje de carga (creado por la corriente 114 de fugas solamente) del mayor voltaje de carga (creado por la corriente 116 de electrones de ionización positivamente polarizada y la corriente 114 de fugas).

Cuando hay un cambio en el voltaje de carga medido que representa una condición de presencia de humo, el procesador digital 326 puede habilitar al controlador 548 de alarmas que conecta la alerta 550 audible/visual para indicar la presencia de humo. Este cambio puede medirse dentro de un cierto periodo de tiempo. Una velocidad rápida de cambio del voltaje de carga puede usarse también para indicar la presencia de humo, en el que un cambio lento en el voltaje de carga puede estar provocado por cambios en las condiciones medioambientales, por ejemplo, temperatura, humedad relativa, contaminantes en el aire y/o sobre la tarjeta de circuito impreso, etc.

Con referencia a la Figura 6, se representa un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara doble, de acuerdo con una realización específica de ejemplo de la presente divulgación, de acuerdo con otra realización específica de ejemplo de la presente divulgación. El detector de humo de iones de cámara doble trabaja de sustancialmente la misma forma que el detector de humos mostrado en la Figura 5 y descrito en el presente documento anteriormente con la adición de una cámara 102b de referencia de aire limpio, una tercera conexión 538c de GPIO e interruptor 544 de GPIO asociado, cargan muestras de voltaje que pueden tomarse como se han descrito anteriormente en el presente documento alternativamente para la cámara 102a de humos y la cámara 102b de aire limpio, a continuación se procesan las muestras de voltaje de la cámara de aire limpio y de humos para eliminar cualquier corriente de fuga en modo común, y se comparan a continuación. Si la diferencia es suficientemente grande, se determina la detección de humos y se puede activar la alerta 550 audible/visual.

Con referencia a la Figura 7, se representa un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple que usa un convertidor analógico a digital (ADC) delta-sigma diferencial, de acuerdo con otra realización específica de ejemplo más de la presente divulgación. Un detector de humo, de acuerdo con esta realización de ejemplo, puede comprender un la cámara 102 de ionización del sensor de detección de humo, un procesador digital 326 y memoria, un controlador 548 de alarmas, una alerta 550 audible/visual, un generador 726 de reloj, un primer contador 732, un segundo contador 728, un comparador 736 de voltaje, un biestable D 734, una resistencia 738 de realimentación, un condensador 740 interno, un voltaje 742 de referencia, y una resistencia 744 de medición de corriente. Todos los elementos anteriormente mencionados excepto la cámara 102 de ionización y la alerta 550 audible/visual pueden proporcionarse en un microcontrolador 724 de circuito integrado. Cuando el procesador digital 326 determina que hay presencia de humo, el controlador 548 de alarmas puede activar la alerta 550 audible/visual, por ejemplo, bocina, sirena, etc.

Los electrodos 104 y 106 de la cámara 102 de ionización se conectan a las conexiones 538a y 538b de GPIO, respectivamente. Las conexiones 538a y 538b de GPIO se conectan a los interruptores 540 y 542 de GPIO, respectivamente. Los interruptores 540 y 542 de GPIO permiten que los electrodos 104 y 106 se conecten alternativamente a la salida del controlador 536 y al condensador 220. Cuando el interruptor 540 de GPIO está en una posición a, el electrodo 104 se conecta a través de la conexión 538a de GPIO a la salida del controlador 536. Cuando el interruptor 542 de GPIO está en la posición b, el electrodo 106 se conecta a través de la conexión 538b de GPIO al condensador 220. En esta configuración, circulará una corriente 116 de electrones de ionización positivamente polarizada entre los electrodos 104 y 106. Cuando el interruptor 540 de GPIO está en la posición b, el electrodo 104 se conecta a través de la conexión 538a de GPIO al condensador 220. Cuando el interruptor 542 de GPIO está en la posición a, el electrodo 106 se conecta a través de la conexión 538b de GPIO a la salida del controlador 536. En esta configuración, no circulará una corriente 116a de electrones de ionización negativamente polarizada entre los electrodos 104 y 106, y la única corriente que circulará entre las conexiones 538 será atribuible a la corriente 114 de fugas.

El comparador 736 tiene entradas diferenciales de alta impedancia y una salida de baja impedancia que proporciona niveles lógico bajo "0" y lógico alto "1". La entrada positiva del comparador 736 puede conectarse a una referencia de voltaje 742 que puede proporcionar un voltaje de referencia de aproximadamente $V_{DD}/2$. Se pueden proporcionar otros voltajes de referencia por parte de la referencia 742 de voltaje y se contemplan en el presente documento para todas las finalidades. El condensador 740 se conecta entre las entradas negativa y positiva del comparador 736. La resistencia 744 de medición de corriente proporciona un voltaje a la entrada positiva del comparador 736 que es proporcional a la corriente desde la cámara 102 de ionización. El voltaje en la entrada positiva del comparador 736 estará en un primer voltaje determinado por la corriente 116 de ionización de la cámara 102 de ionización y la corriente 114 de fugas cuando el interruptor 540 de GPIO está en la posición a y el interruptor 542 de GPIO está en la posición b. Y a un segundo voltaje determinado solamente por la corriente 114 de fugas cuando el interruptor 540 de GPIO está en la posición b y el interruptor 542 de GPIO está en la posición a.

Cuando el voltaje en la entrada negativa del comparador 736 es mayor que (o igual a) al voltaje en la entrada positiva del comparador 336 la salida del mismo estará a un nivel lógico "0", por ejemplo, sustancialmente V_{SS} . Cuando el voltaje en la entrada negativa del comparador 336 es menor que el voltaje en la entrada positiva del comparador 736 la salida del mismo estará en un nivel lógico "1", por ejemplo, sustancialmente V_{DD} .

La salida del comparador 736 se conecta a la entrada D del biestable 734 y cada vez que se recibe una señal de reloj desde el reloj 726 en la entrada de reloj del biestable 734 el nivel lógico en la entrada D se transferirá a la salida Q del biestable 734, por ejemplo, sustancialmente V_{DD} o V_{SS} . La resistencia 738 de realimentación se conecta entre la salida del biestable 734 y la entrada negativa del comparador 736 que también se conecta a la parte superior del condensador 740. Cuando la salida Q del biestable 734 está a un nivel lógico "1" el condensador 740 se cargará a un voltaje más alto, y cuando la salida Q del biestable 734 está en un nivel lógico "0" el condensador 740 se descargará a un voltaje más bajo. El equilibrio quiescente se alcanzará cuando las entradas negativa y positiva del comparador estén a sustancialmente los mismos voltajes. Para equilibrio quiescente mientras no se detecta humo, el valor de la resistencia 744 se selecciona para producir $V_{DD}/2$ y el voltaje 742 de referencia a sustancialmente $V_{DD}/2$, las salidas lógicas 1/0 del biestable 734 estarán en sustancialmente un 50 por ciento del ciclo de trabajo. Si la salida de la referencia 742 de voltaje es menor que $V_{DD}/2$, entonces el ciclo de trabajo de quiescencia será menor del 50 por ciento y si la referencia 742 de voltaje es mayor que $V_{DD}/2$, entonces el ciclo de trabajo de quiescencia será mayor del 50 por ciento. El comparador 736, biestable 734, resistencia 738 de realimentación y condensador 740

forman un modulador sigma-delta.

Las entradas de reloj del primer y segundo contadores 732 y 728 se conectan al generador 726 de reloj y se incrementa cada vez que se recibe una señal de reloj, excepto para el primer contador 732 que solo se incrementa cuando está habilitado. La entrada de habilitación del primer contador 732 se conecta a la salida Q del biestable 734 y su cuenta se controla de ese modo para contar solamente cuando la salida Q está en uno u otro de los niveles lógicos, por ejemplo, a nivel lógico "1". Los valores de contejo máximo del primer y segundo contadores 732 y 728 pueden ser tan grandes como sea necesario, por ejemplo, 16 bits. El primer y segundo contadores 732 y 728 pueden estar también concatenados, por ejemplo, una pluralidad de primeros y segundos contadores 732 y 728. Cuanto mayor sea el valor de la cuenta, mayor será la resolución pero también se requerirá un incremento en el tiempo para la conversión analógico a digital. Mediante la aplicación de una velocidad apropiada del reloj, y valores apropiados para la resistencia 738 de realimentación, la resistencia 744 de medición de corriente y el condensador 740, se puede obtener una resolución muy alta que permitirá que el procesador digital discrimine fácilmente cuándo hay un evento de detección de humo en la cámara 102 de ionización de detección de humo.

El procesador digital 326 lee el primer y segundo valores de cuenta del primer y segundo contadores 732 y 728, respectivamente, a continuación los repone para comenzar de nuevo el contejo. A partir de la lectura del primer y segundo valores de contejo el procesador digital 326 puede determinar cuándo ha ocurrido un evento de humo. El procesador digital 326 puede también realizar un diezmado de estos valores de cuenta, promediado, etc. El procesador digital 326 puede también restar la corriente 114 de fugas de la corriente total (corriente 116 de la cámara de ionización más corriente 114 de fugas) para eliminar la corriente 114 de fugas en modo común de la corriente 116 de la cámara de ionización deseada.

Además, el procesador digital 326 puede realizar aplanado, promediado en el tiempo, supresión de ruidos, sobremuestreo, diezmado, y/o procesamiento digital de la señal para mejorar la sensibilidad en la detección del cambio de la corriente de fugas y/o para reducir la captura de ruido. También una mejora adicional para una detección de humo más fiable es requerir que el cambio en la corriente de fugas tenga lugar en menos de o igual a un cierto periodo de tiempo de modo que rechace los cambios de corriente lentos medidos debidos a variaciones en temperatura, humedad relativa y/o voltaje de alimentación (por ejemplo, la batería no mostrada).

Se contempla y está dentro del alcance de la presente divulgación que el procesador digital 326 y memoria puedan ir a un modo de reposo de baja potencia mientras están contando el primer y segundo contadores 732 y 728, y solamente despierte para leer los valores de contejo de los mismos y realizar los cálculos apropiados en la determinación de si hay humo en la cámara 102 de ionización. Todas las otras funciones y circuitos descritos en el presente documento anteriormente permanecerán en un modo activo pero todos están a una potencia muy baja. También el segundo contador 728 puede ser un temporizador de activación inherente con una función de modo reposo de baja potencia, de reserva en un microcontrolador. Este modo de reposo puede incrementar adicionalmente la vida de la batería en el detector de humo. El procesador digital 326 puede controlar al controlador 536 hasta un nivel lógico alto "1" cuando el modulador sigma-delta está convirtiendo el voltaje a través de la resistencia 744 y a un nivel lógico bajo "0" cuando el modulador sigma-delta está en un modo de espera para conservar energía. Las muestras del detector de humo en la cámara 102 de ionización pueden tomarse periódicamente para una reducción adicional del consumo de energía.

Con referencia a la Figura 8, se representa un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con otra realización específica de ejemplo más de la presente divulgación. Un microcontrolador 824 comprende un generador 850 de pulsos, un contador 852 de pulsos, un condensador 220, un comparador 860 de voltaje, una referencia 856 de voltaje, un procesador digital 326 y memoria, un interruptor 858 de descarga y multiplexores (interruptores) 840 y 842 de entrada/salida de finalidad general (GPIO) conectados a conexiones 538 de GPIO externas. El interruptor 858 de descarga descargará el condensador 220 a sustancialmente cero (0) voltios. El microcontrolador 824 puede comprender adicionalmente un controlador 548 de alarmas conectado a una alerta 550 audible/visual, por ejemplo, bocina, sirena, etc. La cámara 102 de ionización de detección de humo se conecta a las conexiones 538 de GPIO. La referencia 856 de voltaje puede ser programable, por ejemplo, un convertidor digital a analógico (DAC) controlado por el procesador digital 326.

Opcionalmente, un controlador digital 536, que tenga una salida conectada al multiplexor 840 en lugar de V_{DD} , puede suministrar pulsos de corta duración desde el generador 850 de pulsos a la cámara 102 de ionización en lugar de un voltaje positivo constante, por ejemplo, V_{DD} , de modo que le lleve más tiempo al condensador 220 cargarse hasta V_{DD} . Esto puede permitir una mayor flexibilidad en los tiempos del microcontrolador 824.

El procesador digital 326 se puede usar para controlar el interruptor 858 de descarga y reponer el contador 852 de pulsos, alternativamente un periférico puede controlar el interruptor 858 y reponer el contador 852 de pulsos, o alternativamente puede proporcionarse por separado una unidad de control (no mostrada) independiente respecto al procesador digital 326 para controlar independientemente la operación de estos componentes. De acuerdo con otras realizaciones, esta unidad de control (no mostrada) puede ser, por ejemplo, una máquina de estado programable o cualquier otra unidad de control secuencial adecuada dentro del microcontrolador 824. El controlador 536 de salida puede aplicar pulsos de voltaje (112) que tengan anchos de pulso de duraciones de tiempo determinadas por el generador 850 de pulsos.

El voltaje (pulsos) a la cámara 102 de ionización carga el condensador 220. Cuando la carga del condensador 220 es mayor que un voltaje de referencia, por ejemplo, $V_{DD}/2$, respecto a la referencia 856 de voltaje, la salida del comparador 860 pasa a un nivel lógico "0" e inhabilita el generador 850 de pulsos (un nivel lógico "1" habilita el generador 850 de pulsos). El contador 852 de pulsos cuenta el número de pulsos desde el generador 850 de pulsos necesarios para cargar el condensador hasta un cierto voltaje, por ejemplo, $V_{DD}/2$. La cámara 102 de ionización actúa como una fuente de corriente variable en la que cuando se requiere un tiempo más bajo (menor número de pulsos) para cargar el condensador a $V_{DD}/2$ entonces la corriente a través de la cámara 102 de ionización es más alta (corriente 116 + corriente 114), y cuando se requiere un tiempo mayor (número de pulsos más alto) para cargar el condensador a $V_{DD}/2$ entonces la corriente a través de la cámara 102 de ionización es más baja (corriente 114 solamente). La cámara 102 de ionización tendrá una corriente más baja a través de ella (menos moléculas de gas ionizadas) en presencia de humo que cuando no hay humo presente en ella.

Por lo tanto mediante la comparación del número de pulsos requeridos para que se cargue el condensador 220 hasta un cierto voltaje, por ejemplo, $V_{DD}/2$, se puede realizar una determinación de si hay o no humo en la cámara 102 de ionización. El procesador digital 326 lee los valores de conteo del contador 852 de pulsos, los almacena en su memoria, y a continuación cierra el interruptor 858 para descargar el condensador 220. El ciclo se repite una y otra vez, cuando los multiplexores (interruptores) 840 y 842 de GPIO se cambian por el procesador digital 326, como se describirá más completamente en el presente documento a continuación. La generación periódicamente de una pluralidad de pulsos conservará la energía, por ejemplo, la energía de la batería. Entre la pluralidad periódica de pulsos, el microcontrolador 824 puede ir a un modo de reposo de baja potencia.

Los multiplexores (interruptores) 840 y 842 de GPIO permiten que se conecten los electrodos 104 y 106 alternativamente a V_{DD} , o alternativamente a la salida del controlador 536, y el condensador 220. Cuando el multiplexor 440 de GPIO está en la posición 0, el electrodo 104 se conecta a través de la conexión 538a de GPIO a V_{DD} , o, alternativamente, a la salida del controlador 536. Cuando el multiplexor 842 de GPIO está en la posición 1, el electrodo 106 se conecta a través de la conexión 538b de GPIO al condensador 220. En esta configuración, circulará una corriente 116 de electrones de ionización positivamente polarizada entre los electrodos 104 y 106. Cuando multiplexor 840 de GPIO está en la posición 1, el electrodo 104 se conecta a través de la conexión 538a de GPIO al condensador 220. Cuando el multiplexor 842 de GPIO está en la posición 0, el electrodo 106 se conecta a través de la conexión 538b de GPIO a V_{DD} , o alternativamente a la salida del controlador 536. En esta configuración, no circulará una corriente 116a de electrones de ionización negativamente polarizada entre los electrodos 104 y 106, y la corriente que circula entre las conexiones 538 de GPIO solo será atribuible a la corriente 114 de fugas. El procesador digital 326 puede leer y reponer el contador 852 de pulsos, puede iniciar y parar el generador 850 de pulsos para conservación de la energía de la batería, y controlar los multiplexores (interruptores) 858, 840 y 842.

El número de pulsos contados será menor cuando está circulando la corriente 116 de electrones de ionización positivamente polarizada y la corriente 114 de fugas que cuando no circula la corriente 116a de electrones de ionización negativamente polarizada y solo la corriente 114 de fugas carga el condensador 20. Lleva más pulsos cargar el condensador 220 a $V_{DD}/2$ cuando la corriente a través de la cámara 102 de ionización es más baja. Esto permite la determinación de la corriente 116 de electrones de ionización a través de la cámara 102 de detector de humo mediante la resta del número de pulsos más bajo (representativo de la corriente 116 de electrones de ionización positivamente polarizada y la corriente 114 de fugas) del número de pulsos más alta (representativo de solamente la corriente 114 de fugas). La diferencia resultante en la cuenta de pulsos es representativa de la corriente 116 de electrones de ionización.

Cuando hay un cambio en la diferencia de cuenta de pulsos resultante suficiente para representar una condición de presencia de humo, el procesador digital 326 puede habilitar al controlador 548 de alarma que puede activar la alerta 550 audible/visual para indicar la presencia de humo. Este cambio de cuenta puede medirse dentro de un cierto periodo de tiempo. Un cambio rápido de la cuenta puede usarse también para indicar la presencia de humo, en la que un cambio lento en la cuenta puede indicar solamente cambios en las condiciones medioambientales, por ejemplo, temperatura, humedad relativa, contaminantes en el aire y/o en la tarjeta de circuito impreso, etc.

Con referencia a la Figura 9, se representa un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con otra realización específica de ejemplo más de la presente divulgación. La realización mostrada en la Figura 9 funciona de sustancialmente la misma forma que la realización mostrada en la Figura 8 y descrita en el presente documento anteriormente, en la que un convertidor 328 analógico a digital e interruptor 334 de muestreo se sustituyen por el comparador 860 y la referencia 856 de voltaje. También se precarga el contador 852a de pulsos con un cierto conteo de pulsos y contará descendiendo a cero por cada pulso recibido desde el generador 850 de pulsos. Cuando el contador 852a de pulsos alcanza una cuenta cero detendrá el generador 850 de pulsos. Seleccionados valores de cuenta apropiados para la mejor resolución del voltaje en el condensador 220 por el ADC 328 puede convertirse una resolución muy sensible del voltaje en el condensador 220 en un número de cuentas. El número de cuentas determinado por la corriente 116 de la cámara de ionización y la corriente 114 de fugas puede compararse de ese modo con el número de cuentas determinadas por solamente la corriente 114 de fugas de polaridad inversa.

Con referencia a la Figura 10, se representa un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con otra realización específica de ejemplo de la presente divulgación. Un

microcontrolador 1024 comprende un generador 1050 de modulación de ancho de pulsos (PWM), un contador 852 de pulsos, un condensador 220, un comparador 860 de voltaje, una primera referencia 856 de voltaje, una segunda referencia 857 de voltaje, un procesador digital 326 y memoria, un interruptor 859 de precarga y un controlador 536 de salida digital. El interruptor 859 de precarga carga del condensador 220 hasta un segundo voltaje de referencia positivo nominal, por ejemplo $V_{DD}/2$, desde la segunda referencia 857 de voltaje. El microcontrolador 1024 puede comprender adicionalmente un controlador 548 de alarmas conectado a una alerta 550 audible/visual, por ejemplo, bocina, sirena, etc. La cámara 102 de ionización de detección de humo se conecta a las conexiones 538 de GPIO. La primera y segunda referencias 856 y 857 de voltaje, respectivamente, pueden ser programables, por ejemplo, convertidores digital a analógico (DAC) controlados por el procesador digital 326, o pueden fijarse a valores de voltaje de salida. La primera salida de voltaje de referencia desde la primera referencia 856 de voltaje es mayor que la segunda salida de voltaje de referencia desde la segunda referencia 857 de voltaje.

El generador 1050 de PWM puede proporcionar, por ejemplo, pero sin limitarse a, pulsos a sustancialmente el 50 por ciento de ciclo de trabajo a través del controlador 536 hacia la cámara 102 de ionización, o cualquier combinación de porcentaje de ciclos de trabajo descritos más completamente en el presente documento a continuación. El procesador digital 326 se puede usar para controlar el interruptor 859 de precarga e iniciar el generador 1050 de PWM, alternativamente un periférico puede controlar el interruptor 859 de precarga e iniciar también el generador 1050 de PWM, o alternativamente se puede proporcionar una unidad de control (no mostrada) independiente del procesador digital 326 para controlar de modo independiente la operación de estos componentes. De acuerdo con otras realizaciones, esta unidad de control (no mostrada) puede ser, por ejemplo, una máquina de estado programable o cualquier otra unidad de control secuencial adecuada dentro del microcontrolador 824. El controlador 536 de salida aplica niveles lógicos alto y bajo, por ejemplo, potenciales de voltaje V_{DD} y V_{SS} al electrodo 104 de la cámara 102 de ionización con ciclos de trabajo seleccionables (programables). El otro electrodo 106 se conecta al condensador 220 que ha sido precargado al segundo voltaje de referencia, por ejemplo pero sin limitarse a, $V_{DD}/2$ a través del interruptor 859 de precarga.

Cuando los pulsos de voltaje al electrodo 104 de la cámara 102 de ionización están a un nivel lógico alto (V_{DD}) el electrodo 104 estará a un potencial positivo con respecto al electrodo 106 conectado al condensador 220 en el segundo voltaje de referencia a, por ejemplo, pero sin limitarse a, $V_{DD}/2$. La combinación de la corriente 116 de ionización y la corriente 114 de fugas cargará de ese modo el condensador 220 a un voltaje más positivo. Cuando los pulsos de voltaje al electrodo 104 de la cámara 102 de ionización están en un nivel lógico bajo (V_{SS}) el electrodo 104 estará a potencial negativo con respecto al electrodo 106 conectado al condensador 220 en el segundo voltaje de referencia a, por ejemplo pero sin limitarse a, $V_{DD}/2$. Por lo tanto solo la corriente 114 de fugas descargará el condensador 220 a voltajes menos positivos. Dado que los pulsos de voltaje desde el controlador 536 pueden tener, por ejemplo pero sin limitarse a, aproximadamente un ciclo de trabajo del 50 por ciento, las partes de lógica alta de los pulsos continuarán cargando el condensador 220 más positivamente que lo que las partes de lógica baja de los pulsos descargarán el condensador 220. Eventualmente el voltaje de carga en el condensador 220 alcanzará un potencial positivo que se aproxime a V_{DD} , debido a que la corriente de lógica alta (corriente 116 + corriente 114) a través de la cámara 102 de ionización será mayor que la corriente de lógica baja (solo la corriente 114) a través de la cámara 102 de ionización, la corriente 116 de ionización estará en su máximo y el condensador 220 cargará hasta el potencial positivo que se aproxima a V_{DD} en menos cuentas que cuando hay humo en la cámara 102 de ionización dado que la corriente 116 de ionización se reducirá por ello (menos moléculas de gas ionizadas). Determinando el número de pulsos requeridos para cargar el condensador 220 al potencial positivo que se aproxima a V_{DD} en un cierto periodo de tiempo, o el tiempo requerido (temporizador no mostrado) para cargar el condensador 220 al potencial positivo que se aproxima a V_{DD} , se llevará a cabo de modo fiable la detección de humo en la cámara 102 de ionización. Se lleva a cabo una detección muy sensible de la presencia de humo mediante la eliminación de que la corriente 114 de fugas en modo común sea un factor en la carga del condensador 220 al potencial de voltaje positivo que se aproxime a V_{DD} .

El procesador digital 326 lee los valores de cuentas desde el contador 852 de pulsos, los almacena en su memoria y cierra a continuación el interruptor 859 para precargar el condensador 220. El ciclo se repite una y otra vez. La generación periódicamente de una pluralidad de pulsos conservará energía, por ejemplo, energía de la batería. Entre la pluralidad periódica de pulsos, el microcontrolador 1024 puede ir a modo de reposo de baja potencia.

Con referencia a la Figura 11, se representa un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple, de acuerdo con otra realización específica de ejemplo más de la presente divulgación. La realización mostrada en la Figura 11 trabaja sustancialmente de la misma forma que la realización mostrada en la Figura 10 y descrita en el presente documento anteriormente, en la que un convertidor 328 analógico a digital e interruptor 334 de muestras se sustituyen por el comparador 860 y referencia 856 de voltaje. También se precarga al contador 852a de pulsos con una cierta cuenta de pulsos y contará descendiendo a cero con cada pulso de lógica alta recibido desde el generador 1050 de PWM. Cuando el contador 852a de pulsos alcanza una cuenta cero detendrá el generador 1050 de PWM. Mediante la selección de los valores de cuenta apropiados para la mejor resolución por el ADC 328 del potencial positivo que se aproxima a V_{DD} en el condensador 220, y, opcionalmente, el voltaje de precarga desde el DAC 857, una resolución muy sensible de cualquier cambio en el número de cuentas indicará humo en la cámara de ionización. Se consigue de ese modo una detección muy sensible de la presencia de humo mediante la eliminación de que la corriente 114 de fugas en modo común sea un factor en la carga del

condensador 220 al potencial positivo que se aproxima a V_{DD} .

Se contempla y está dentro del alcance de la presente divulgación que el ciclo de trabajo del tren de pulsos desde el generador 1050 de PWM pueda cambiar en proporción al voltaje de carga del condensador 220. Por ejemplo, cuando el voltaje de carga del condensador es el 50 % de V_{DD} ($V_{DD}/2$), el ciclo de trabajo del tren de pulsos puede optimizarse al 50 %. Cuando el voltaje de carga del condensador 220 es mayor del 50 % de V_{DD} ($V_{DD}/2$), la parte positiva del tren de pulsos puede ser también mayor del 50 % y la parte cero (V_{SS}) puede ser menor del 50 % dado que la diferencia de voltaje entre el voltaje de carga del condensador 220 y V_{DD} será menor que la diferencia de voltaje entre el voltaje de carga del condensador 220 y V_{SS} , de modo que un periodo de pulso más largo en V_{DD} cargará proporcionalmente el condensador con el diferencial de voltaje más pequeño. En esta forma el voltaje de precarga puede seleccionarse en cualquier valor de voltaje (para una precisión de resolución más alta) y el ciclo de trabajo de la corriente de pulsos ajustarse proporcionalmente cuando el voltaje de carga en el condensador 220 se incrementa hasta V_{DD} . La velocidad de cambio del voltaje de carga (pulsos por periodo de tiempo de muestra) en el condensador 220 se puede usar en la determinación de la detección de humo en la cámara.

Se puede añadir un condensador 220a de carga externa a la conexión 538b de GPIO para incrementar el valor de capacidad del condensador 220. Esto incrementará el tiempo requerido para cargar el condensador 220 hasta un voltaje positivo que se aproxime a V_{DD} , incrementando de ese modo el número de cuentas de pulsos que se puede usar en la determinación de si ha entrado humo en la cámara 102 de ionización.

Con referencia a la Figura 12, se representa un diagrama de bloques esquemático de una parte del extremo frontal de un detector de humo de iones de cámara simple que se puede usar en combinación con las realizaciones desveladas y descritas en el presente documento, de acuerdo con realizaciones específicas de ejemplo y las enseñanzas de la presente divulgación. Con referencia a la Figura 12(a), la cámara 102 de ionización se conecta en serie con un condensador 220 en el que se conecta un voltaje positivo, por ejemplo, V_{DD} , al electrodo 104 y se conecta un común, por ejemplo, V_{SS} , a un lado del condensador 220 no conectado al electrodo 106 de la cámara 102 de ionización. En esta configuración tanto la corriente 116 de electrones de ionización como la corriente 114 de fugas cargarán el condensador 220 a un voltaje positivo en el lado del condensador 220, representado por un "+", que se conecta al electrodo 106 de la cámara 102 de ionización.

Con referencia a la Figura 12(b), la cámara 102 de ionización se conecta en serie con el condensador 220 en el que el común, por ejemplo, V_{SS} , se conecta al electrodo 104 y el voltaje positivo, por ejemplo, V_{DD} , se conecta al lado del condensador 220 no conectado al electrodo 106 de la cámara 102 de ionización. En esta configuración, solo la corriente 114 de fugas descargará el condensador 220 a voltajes menos positivos. En efecto, la polaridad del voltaje conectado a la serie conectada a la cámara 102 de ionización y condensador 220 se invierte entre las configuraciones mostradas en la Figura 12(a) y la 12(b). De ese modo cuando el condensador 220 y la cámara 102 de ionización se configuran tal como se muestra en la Figura 12(a) el condensador 220 se carga a una corriente más alta (corriente 116 de iones + corriente 114 de fugas) que cuando se configura tal como se muestra en la Figura 12(b) en la que el condensador 220 se descarga con la corriente 114 de fugas más baja. La carga resultante en el condensador 220 proviene sustancialmente de la corriente 116 de iones solamente dado que la corriente 114 de fugas se ha eliminado de modo efectivo alternando la carga y descarga del condensador 220 a lo largo de un cierto periodo de tiempo.

El voltaje positivo puede ser un voltaje continuo, por ejemplo, V_{DD} , o pueden ser pulsos que tengan duraciones de tiempo fijas o variables, por ejemplo, anchos de pulso. Usando pulsos que tienen cortas duraciones de tiempo para voltaje positivo requerirá un tiempo más largo cargar el condensador 220 antes de que haya de ser descargado, por ejemplo, mediante un interruptor 332. Los pulsos de duración variable, por ejemplo, modulación por ancho de pulsos (PWM), pueden usarse adicionalmente para linealizar las velocidades de carga/descarga del condensador 220. Cuando el voltaje de carga es menor que $1/2 V_{DD}$ se puede usar una duración de pulso más larga para descargar el condensador 220 y se puede usar la duración de pulso más corta para cargar el condensador a una cierta velocidad de cambio de voltaje. Cuando el voltaje de carga es de aproximadamente $1/2 V_{DD}$ entonces duraciones de pulsos sustancialmente iguales producirán aproximadamente las mismas velocidades de cambio de voltaje en la carga y descarga. Cuando el voltaje de carga es mayor que $1/2 V_{DD}$ entonces se puede usar una duración de pulso más corta para descargar el condensador 220 y se puede usar una duración de pulso más larga para cargar el condensador 220.

El circuito mostrado en la Figura 12(c) es una realización de circuito que implementa las inversiones de polaridad del voltaje anteriormente mencionadas a través de la serie conectada a la cámara 102 de ionización y condensador 220. Este circuito se puede usar con cualquiera de las realizaciones mostradas en las Figuras 5-11, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. Además, no es necesario ningún almacenamiento en memoria de los voltajes de carga resultantes de una primera muestra de voltaje de carga tomada a la velocidad de carga de la corriente 116 de iones y de la corriente 114 de fugas, y una segunda muestra de voltaje de carga tomada a una velocidad de carga de solamente la corriente 114 de fugas, ahorrando así significativamente sobrecarga en la lógica digital. El circuito mostrado en la Figura 12(c) realiza el rechazo en modo común de la corriente 114 de fugas cada dos pulsos desde el controlador 536 de salida digital.

Los multiplexores 1270 y 1272 controlan las polaridades del voltaje aplicado a la serie conectada a la cámara 102 de

ionización y condensador 220. Cuando la salida Q del biestable 1278 está en un nivel lógico "0" la cámara 102 de ionización y el condensador 220 se conectan a la primera polaridad del voltaje tal como se muestra en la Figura 12(a). Cuando la salida Q del biestable 1278 está a nivel lógico "1" la cámara 102 de ionización y el condensador 220 se conectan a una segunda polaridad del voltaje tal como se muestra en la Figura 12(b). La salida Q del biestable 1278 cambia en cada transición negativa de los pulsos desde el controlador 536. Por lo tanto, la configuración mostrada en la Figura 12(a) recibe un pulso que carga el condensador 220 a la corriente 116 de ionización y corriente 114 de fugas, y la configuración mostrada en la Figura 12(b) recibe un pulso que descarga el condensador 220 a la corriente 114 de fugas.

Esta carga/descarga del condensador 220 prosigue durante una pluralidad de pulsos hasta que el condensador 220 alcanza un cierto voltaje positivo, se puede tomar una muestra del mismo con un conversor 1228 analógico a digital (ADC), y entonces se puede descargar el condensador 220, por ejemplo, con un interruptor 332, posteriormente. Se pueden tomar periódicamente muestras de voltaje, por ejemplo, véase las Figuras 5, 6, 9 y 11, y se pueden ajustar en consecuencia los anchos de pulso (PWM) de los pulsos. Se puede sustituir un voltaje constante, V_{DD} , por los pulsos desde el controlador 536 a través del diodo 329. El diodo 329 se puede usar para impedir el retroceso de descarga del condensador 220 cuando los pulsos están a nivel lógico bajo "0", por ejemplo, el voltaje común. Se contempla y está dentro del alcance de la presente divulgación que se puede añadir un anillo 844 de guarda y un controlador 842 analógico a la realización del circuito mostrado en la Figura 12(c).

Con referencia a la Figura 13, se representa un diagrama de bloques esquemático de un detector de humo de iones de cámara simple usando un condensador de carga externo, de acuerdo con otra realización específica de ejemplo más de la presente divulgación. El circuito mostrado en la Figura 13 es un microcontrolador 1324 simple, principalmente digital conectado a un condensador 220b externo en combinación con la cámara 102 de ionización. Las polaridades del voltaje en el electrodo 104 y el condensador 220b conectado en serie con el electrodo 106 se establecen con los controladores 536 y 1354 de salida digital, en los que la salida de nivel lógico desde el controlador 536 es opuesta a la salida de nivel lógico desde el controlador 1354. Por lo tanto, cuando hay un nivel lógico alto desde el controlador 536 hacia la conexión 538a de GPIO, el electrodo 104 estará a un voltaje positivo, por ejemplo, V_{DD} , y el extremo del condensador 220b conectado a la conexión 538b de GPIO está a sustancialmente cero (0) voltios, por ejemplo, V_{SS} , (véase la Figura 12(a)). Un inversor 1356 controla al controlador 1354 de salida digital a un nivel lógico opuesto al del controlador 536 de salida digital.

Un generador 1050 de pulsos, por ejemplo, un generador de modulación de ancho de pulsos (PWM), proporciona pulsos que tienen anchos de pulso definidos hacia las conexiones 538a y 538b de GPIO. El uso de un generador 1050 de PWM permite la variación de los anchos de los pulsos alto y bajo (ciclo de trabajo) de acuerdo con el valor del voltaje de carga en el condensador 220b. Tal como se ha descrito más completamente en el presente documento anteriormente, el ciclo de trabajo del tren de pulsos desde el generador 1050 de PWM puede cambiar en proporción al cambio en el voltaje de carga en el condensador 220b.

Puede usarse un controlador 1352 de salida digital para descargar el condensador 220b a continuación ir a un estado de salida de alta impedancia, por ejemplo, tercer estado, de modo que el ADC 328 pueda muestrear el voltaje de carga en el condensador 220b cuando se cierra el interruptor 334 de muestreo. El ADC 328 y el interruptor 334 pueden muestrear periódicamente los voltajes de carga cambiantes en el condensador 220b y convertir estas muestras de voltaje en representaciones digitales de los mismos. El procesador digital 326 lee estas representaciones digitales y puede usarlas en la determinación de si ha entrado humo en la cámara 102 de ionización, como se describe más completamente en el presente documento. El procesador digital 326 puede controlar también el generador de PWM para variar el ciclo de trabajo de anchos de pulso en base a los valores de voltaje de carga muestreados.

Con referencia a la Figura 14, se presentan representaciones esquemáticas de líneas de campo electrostático que rodean a una placa capacitiva en la cercana proximidad de un plano conductor a tierra, Figura 14(a), y de líneas de campo electrostático que rodean una placa capacitiva con un anillo de guarda entre la placa capacitiva y el plano conductor a tierra, Figura 14(b). Una representación esquemática de los campos electrostáticos entre el electrodo 106 y los conductores que lo rodean a diferentes potenciales de voltaje se muestra en la Figura 14(a). Tómese nota de las fuertes líneas de campo electrostático entre el electrodo 106 y el metal y/o conductores que lo rodean, por ejemplo, el plano de tierra 846. Esta capacidad parásita limita la resolución de la detección de un cambio en el valor de la capacidad del electrodo 106 que sucede durante la entrada de humo dentro de la cámara 102. La capacidad parásita afecta de modo similar a las conexiones entre el electrodo 106 y el microcontrolador 1024 o 1124. También limita la cantidad de apantallarlo al ruido que se puede emplear en los detectores de humo de cámara de ionización.

Puede introducirse un anillo 844 de guarda alrededor del electrodo 106 de la cámara 102 de ionización. Al mantener un voltaje sobre el anillo 844 de guarda que sea sustancialmente el mismo que el voltaje en el electrodo 106, se pueden reducir significativamente las capacidades parásitas. Incrementando de ese modo la resolución de la detección de un cambio en el valor de la capacidad de fugas en la cámara 102 de ionización que sucede durante la entrada de humo en ella. Además, el anillo 844 de guarda puede mejorar el apantallarlo al ruido del electrodo 106 y de la cámara 102 de ionización.

La Figura 14(b) muestra una representación esquemática de los campos electrostáticos entre el electrodo 106, anillo

844 de guarda y plano 846 de tierra, si está presente, en el que el electrodo 106 y el anillo 844 de guarda están a sustancialmente el mismo potencial de voltaje. Tómese nota de las líneas de campo electrostático mucho más débiles (líneas más largas) entre el electrodo 106 plano 846 de tierra. No hay sustancialmente capacidad parásita entre el electrodo 106 y el anillo 844 de guarda debido a que ambos están a sustancialmente el mismo potencial de voltaje. Volviendo a referirnos a las Figuras 10 y 11, se puede conectar un controlador 842 analógico a un bus 846 analógico y también conectar a la conexión 538b de GPIO y el condensador 220. El anillo 844 de guarda se puede conectar a la conexión 840 de GPIO que también puede conectarse a un controlador 842 analógico. El controlador 842 analógico puede controlar el anillo 844 de guarda al voltaje de carga en el condensador 220 que puede estar a sustancialmente el mismo voltaje que en el electrodo 106, reduciendo de ese modo los campos electrostáticos entre el electrodo 106 y el metal puesto a tierra que lo rodea.

Con referencia a la Figura 15, se representa un diagrama de flujo del proceso operativo esquemático, de acuerdo con las enseñanzas y realizaciones de la presente divulgación. En la etapa 1506 se conectan el primer y segundo electrodos de una cámara 102 de ionización del detector de humo a un voltaje con una primera polaridad. En la etapa 1508, se determina una primera corriente resultante de la aplicación a la cámara 102 de ionización del voltaje con la primera polaridad. En la etapa 1510 la primera corriente se convierte a una primera representación digital de la misma. En la etapa 1512 la primera representación digital se almacena en una memoria para procesamiento adicional. En la etapa 1518 el primer y segundo electrodos de la cámara 102 de ionización del detector de humo se conectan al voltaje con una segunda polaridad. En la etapa 1520 se determina una segunda corriente resultante de la aplicación del voltaje con la segunda polaridad. En la etapa 1522 la segunda corriente se convierte a una segunda representación digital de la misma. En la etapa 1524 la segunda representación digital se almacena en la memoria para procesamiento adicional.

En la etapa 1526 se almacena en la memoria un valor absoluto, es decir, valor positivo, de la diferencia entre la primera y segunda representaciones digitales. Este valor de diferencia es representativo de la corriente 116 de iones a través de la cámara 102 de ionización con la corriente 114 de fugas en modo común eliminada de la misma. En la etapa 1528 se realiza una determinación a partir del valor de diferencia de si existe una condición de alarma de detección de humo. Esta determinación se puede realizar mediante la comparación del valor de diferencia con un valor de referencia, comparando un valor de diferencia previo con un valor de diferencia presente, y/o la velocidad de cambio de una pluralidad de valores de diferencia. Cuando existe una condición de alarma, se puede generar una alarma en la etapa 1530.

Con referencia a la Figura 16, se representa un diagrama de flujo del proceso operativo esquemático, de acuerdo con las enseñanzas y realizaciones de la presente divulgación. En la etapa 1602 se fija un condensador 220 a un voltaje de inicio, por ejemplo, cero (0) voltios, por ejemplo, V_{SS} , o se conecta a un voltaje de alimentación, por ejemplo, V_{DD} . En la etapa 1604 se conecta un primer electrodo 104 de una cámara 102 de ionización de detección de humo a un voltaje 112 de alimentación. En la etapa 1606 se conecta un segundo electrodo 106 de la cámara 102 de ionización de detección de humo al condensador 220. En la etapa 1608 el condensador 220 se carga con la corriente 116 de iones a través de la cámara 102 de ionización y la corriente 114 de fugas durante un primer periodo de tiempo. En la etapa 1610 se convierte un voltaje de carga resultante en el condensador 220 a una primera representación digital del mismo. En la etapa 1612 la primera representación digital se almacena en una memoria para procesamiento adicional.

En la etapa 1614 el condensador 220 se fija al voltaje de inicio. En la etapa 1616 el segundo electrodo 106 de una cámara 102 de ionización de detección de humo se conecta al voltaje 112 de alimentación. En la etapa 1618 el primer electrodo 104 de la cámara 102 de ionización de detección de humo se conecta al condensador 220. En la etapa 1620 el condensador 220 se carga solamente con la corriente 114 de fugas durante un segundo periodo de tiempo. En la etapa 1622 se convierte un voltaje de carga resultante en el condensador 220 a una segunda representación digital del mismo. En la etapa 1624 la segunda representación digital se almacena en una memoria para procesamiento adicional.

En la etapa 1626 se almacena en la memoria un valor absoluto, es decir, valor positivo, de la diferencia entre la primera y segunda representaciones digitales. Este valor de diferencia es representativo de la corriente 116 de ionización a través de la cámara 102 con la corriente 114 de fugas en modo común eliminada de la misma. En la etapa 1628 se realiza una determinación a partir del valor de diferencia de si existe una condición de alarma de detección de humo. Esta determinación se puede realizar mediante la comparación del valor de diferencia con un valor de referencia, comparación de un valor de diferencia previo con un valor de diferencia presente, y/o la velocidad de cambio de una pluralidad de valores de diferencia. Cuando existe una condición de alarma, se puede generar una alarma en la etapa 1630.

Con referencia a la Figura 17, se representa un diagrama de flujo del proceso operativo esquemático, de acuerdo con las enseñanzas y realizaciones de la presente divulgación. En la etapa 1702 se fija un condensador 220 a un primer voltaje. En la etapa 1704 se conecta un primer electrodo 104 de una cámara 102 de ionización de detección de humo a una pluralidad de transiciones de voltaje que tienen periodos de tiempo definidos desde un generador 1050 de pulsos. En la etapa 1706 se conecta un segundo electrodo 106 de la cámara 102 de ionización de detección de humo al condensador 220. En la etapa 1708 la pluralidad de transiciones de voltaje desde sustancialmente cero voltios durante un primer periodo de tiempo hasta un voltaje de alimentación durante un segundo periodo de tiempo

se aplica al primer electrodo 104 de la cámara 102 de ionización de detección de humo. En el que el condensador 220 se carga a una corriente 116 de iones a través de la cámara 102 de ionización más una corriente 114 de fugas cuando las transiciones de voltaje están al voltaje de alimentación, y el condensador 220 se descarga a la corriente 114 de fugas cuando las transiciones de voltaje están a sustancialmente cero voltios. La etapa 1710 determina un número de transiciones de voltaje requerido para cargar el condensador a un segundo voltaje. En la etapa 1728 se realiza una determinación a partir del número de transiciones de voltaje de si existe una condición de alarma de detección de humo. En la que cuando existe la condición de alarma, se puede generar una alarma en la etapa 1730. Se puede usar el número de transiciones de voltaje en la determinación de una condición de alarma, y/o el número de transiciones de voltaje dentro de un cierto periodo de tiempo de las mismas.

El primer y segundo periodos de tiempo pueden ser sustancialmente iguales o ajustarse de acuerdo con un valor de un voltaje de carga en el condensador 220, en el que cuando el voltaje de carga es menor que la mitad del voltaje de alimentación el primer periodo de tiempo puede ser mayor que el segundo periodo de tiempo, y cuando el voltaje de carga es mayor que la mitad del voltaje de alimentación el primer periodo de tiempo puede ser menor que el segundo periodo de tiempo. Esta característica se puede usar para cargar y descargar más linealmente el condensador 220 cuando el voltaje de carga en el mismo va desde menos de a más de la mitad del voltaje de alimentación. Cuando el voltaje de carga del condensador 220 está aproximadamente a la mitad del voltaje de alimentación, el primer y segundo periodos de tiempo pueden ser sustancialmente el mismo. Se puede usar un generador 1050 de modulación de ancho de pulsos (PWM) para generar estos pulsos de ciclo de trabajo variable para cargar y descargar el condensador 220.

Con referencia a la Figura 18, se representa un diagrama de flujo del proceso operativo esquemático, de acuerdo con las enseñanzas y realizaciones de la presente divulgación. En la etapa 1802 se fija un condensador 220 a un voltaje de inicio, por ejemplo, cero (0) voltios, por ejemplo, V_{SS} , o se conecta a un voltaje de alimentación, por ejemplo, V_{DD} . En la etapa 1804 se conectan una cámara 102 de ionización de detección de humo y el condensador 220 en serie a un voltaje de alimentación a una primera polaridad. En la etapa 1806 el condensador 220 se carga con la corriente de ionización a través de la cámara 102 de ionización y la corriente de fugas durante un primer periodo de tiempo.

En la etapa 1808 la cámara 102 de ionización de detección de humo y el condensador 220 se conectan en serie al voltaje de alimentación a una segunda polaridad, en la que la segunda polaridad puede ser la opuesta de la primera polaridad. En la etapa 1810 el condensador 220 se descarga con la corriente de fugas durante un segundo periodo de tiempo. En la etapa 1812 se mide un voltaje de carga en el condensador 220 después de un periodo de tiempo de detección.

En la etapa 1814 se realiza una determinación a partir el voltaje de carga medido de si existe una condición de alarma de detección de humo. Esta determinación se puede realizar mediante la comparación del voltaje medido con un valor de referencia, la comparación de un voltaje medido previo con un valor medido presente, y/o la velocidad de cambio de una pluralidad de diferencias de voltajes medidos a lo largo del tiempo. Cuando existe una condición de alarma, se puede generar una alarma en la etapa 1816.

Se contempla y está dentro del alcance de la presente divulgación que el condensador 220 puede estar primero totalmente cargado a un voltaje en lugar de estar descargado a sustancialmente cero (0) voltios, a continuación se conecta la cámara de ionización al condensador 220 de tal manera que la corriente 116 de electrones de ionización y la corriente 114 de fugas descargará el condensador 220 y solo la corriente 114 de fugas cargará el condensador 220. Dado que la combinación de la corriente 116 de electrones de ionización y la corriente 114 de fugas es mayor que justamente la corriente 114 de fugas en solitario, el condensador se descargará finalmente a aproximadamente cero (0) voltios.

Aunque se han representado, descrito y se definen por referencia a realizaciones de ejemplo de la divulgación realizaciones de la presente divulgación, dichas referencias no implican una limitación en la divulgación, y no ha de deducirse ninguna de dichas limitaciones. La materia sujeto desvelada tiene capacidad para una modificación, alteración considerable y equivalentes en forma y función, tal como se les ocurrirán a los expertos en la materia y que tengan los beneficios de la presente divulgación. Las realizaciones representadas y descritas de la presente divulgación son solamente ejemplos.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de determinación de la corriente de iones en una cámara de ionización, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- 5 conexión de un primer y segundo electrodos (104, 106) de una cámara (102) de ionización a un voltaje con una primera polaridad;
determinación de una primera corriente entre el primer y el segundo electrodos (104, 106) de la cámara (102) de ionización provocada por el voltaje con la primera polaridad;
conexión del primer y el segundo electrodos (104, 106) de la cámara de ionización al voltaje con una segunda polaridad;
10 determinación de una segunda corriente entre el primer y el segundo electrodos (104, 106) de la cámara (102) de ionización provocada por el voltaje con la segunda polaridad; y
determinación de una diferencia entre la primera y segunda corrientes, en el que la diferencia es la corriente de iones a través de la cámara de ionización.

15 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la segunda polaridad es opuesta a la primera polaridad, y el voltaje es un voltaje en corriente continua (CC).

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la cámara (102) de ionización comprende una fuente (108) de radiación para la ionización de moléculas de gas en ella y en el que la cámara (102) de ionización se usa para detectar partículas de humo.

4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 3, en el que el voltaje es una pluralidad de pulsos de voltaje.

20 5. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que se conecta un condensador (220) en serie con dicha cámara (102) de ionización y en el que el procedimiento comprende:

- la fijación del condensador (220) a un voltaje de inicio;
la conexión del primer electrodo (104) de la cámara (102) de ionización a un voltaje de alimentación;
la conexión del segundo electrodo (106) de la cámara (102) de ionización al condensador (220);
25 la carga del condensador (220) durante un primer periodo de tiempo;
en el que la determinación de la primera corriente comprende la conversión de un primer voltaje de carga en el condensador (220) a una primera representación digital del mismo;
el almacenamiento de la primera representación digital en una memoria;
la fijación del condensador (220) al voltaje de inicio;
30 la conexión del segundo electrodo (106) de la cámara de ionización (102) al voltaje de alimentación;
la conexión del primer electrodo (104) de la cámara (102) de ionización al condensador (220);
la carga del condensador (220) durante un segundo periodo de tiempo;
en el que la determinación de la segunda corriente comprende la conversión de un segundo voltaje de carga en el condensador (220) a una segunda representación digital del mismo;
35 el almacenamiento de la segunda representación digital en la memoria.

6. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-4 anteriores, en el que se conecta un condensador (220) en serie con dicha cámara (102) de ionización y en el que el procedimiento comprende:

- la fijación del condensador (220) a un voltaje de inicio;
la conexión del primer electrodo (104) de una cámara (102) de ionización a una fuente (852) de pulsos;
40 la conexión del segundo electrodo (106) de la cámara (102) de ionización al condensador (220);
la carga del condensador (220) con una pluralidad de pulsos desde la fuente (852) de pulsos durante un primer periodo de tiempo;
en el que la determinación de la primera corriente comprende el conteo de un primer número de la pluralidad de pulsos requeridos para cargar el condensador (220) a un segundo voltaje;
45 el almacenamiento del primer número en una memoria;
la fijación del condensador (220) al voltaje de alimentación;
la conexión del segundo electrodo (106) de la cámara (102) de ionización a la fuente (852) de pulsos;
la conexión del primer electrodo (104) de la cámara (102) de ionización al condensador (220);
50 la carga del condensador (220) con la pluralidad de pulsos de la fuente (852) de pulsos durante un segundo periodo de tiempo;
en el que la determinación de la segunda corriente comprende el conteo de un segundo número de la pluralidad de pulsos requeridos para cargar el condensador (220) al segundo voltaje;
almacenamiento del segundo número en una memoria.

7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el que el voltaje de inicio es sustancialmente cero (0) voltios o sustancialmente el voltaje de alimentación.

8. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5-7 anteriores, que comprende adicionalmente la etapa de determinación de si la diferencia está en un intervalo de condición de alarma y la actuación de una alarma

cuando la diferencia está en el intervalo de condición de alarma.

9. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5-8 anteriores, que comprende adicionalmente la etapa de carga de un anillo (844) de guarda alrededor de la cámara (102) de ionización a un voltaje en el condensador (220).

5 10. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6-9 anteriores, en el que la pluralidad de pulsos se forman mediante una pluralidad de transiciones de voltaje que tienen periodos de tiempo y amplitudes de voltaje desde sustancialmente cero voltios a sustancialmente un voltaje.

11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende adicionalmente las etapas de:

medición de un voltaje de carga en el condensador (220); y
10 ajuste de los periodos de tiempo para la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en sustancialmente cero voltios y en sustancialmente el voltaje, en el que:

cuando el voltaje de carga en el condensador (220) es menor que la mitad del voltaje, los periodos de tiempo de la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en la amplitud de cero voltios es mayor que los periodos de tiempo de la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en la amplitud de voltaje;

15 cuando la carga de voltaje en el condensador (220) está a sustancialmente una mitad del voltaje, los periodos de tiempo de cero voltios y amplitudes de voltaje de la pluralidad de transiciones de voltaje son sustancialmente los mismos; y

20 cuando el voltaje de carga en el condensador (220) es mayor que la mitad del voltaje, los periodos de tiempo de la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en amplitudes de cero voltios es menor que los periodos de tiempo de la pluralidad de transiciones de voltaje cuando está en la amplitud de voltaje.

12. Un aparato para la detección de humo, que comprende:

una cámara (102) de ionización que tiene una fuente de radiación y que comprende un primer y un segundo electrodos (104; 106), en el que la cámara (102) de ionización está abierta a la entrada de humo; y
25 un microcontrolador (524; 624; 724; 824; 924; 1024; 1124; 1324) configurado para realizar uno de los procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones 1-11, en el que el microcontrolador comprende medios de conmutación para la conexión de la cámara (102) de ionización con dicho voltaje en la primera y segunda polaridades, respectivamente, y medios para la determinación de la corriente a través de dicha cámara (102) de ionización que comprenden un condensador (220) conectado en serie con dicha cámara (102) de ionización.

30 13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que los medios para la determinación de la corriente a través de dicha cámara (102) de ionización comprenden adicionalmente un temporizador (330) y un convertidor (328) de analógico a digital que cuando se conecta con dicho condensador (220) determina un voltaje a través de dicho condensador (220) que se ha acumulado durante un periodo determinado por dicho temporizador (330).

35 14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que los medios para la determinación de la corriente a través de dicha cámara (102) de ionización comprenden adicionalmente un comparador (736) conectado con dicho condensador (740) y medios de contador (728; 732) operativos para determinar un tiempo necesario para cargar dicho condensador (740) a un voltaje predeterminado.

15. El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 12-15 anteriores, en el que el voltaje en la primera y segunda polaridades se proporciona mediante una pluralidad de pulsos.

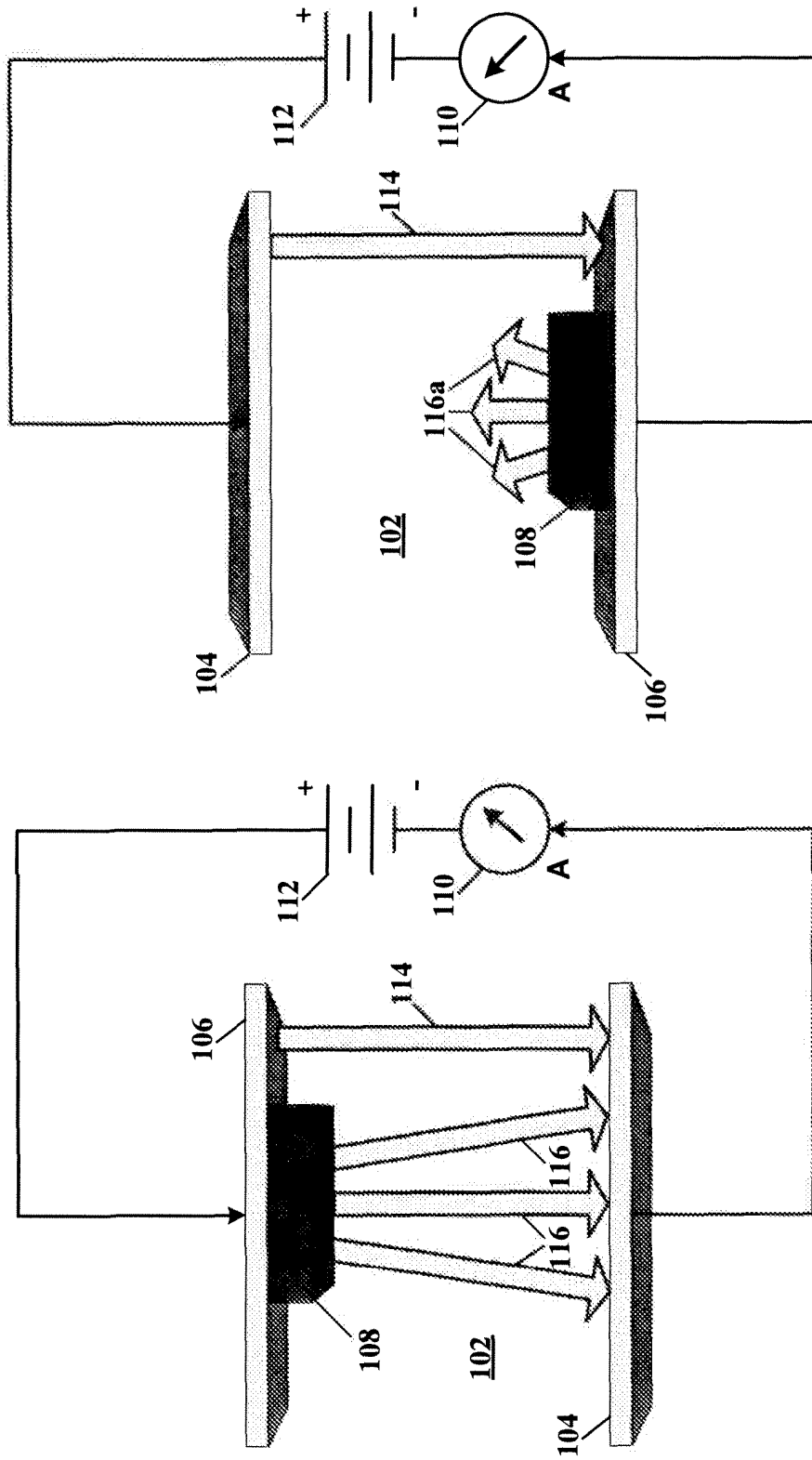


Figure 1

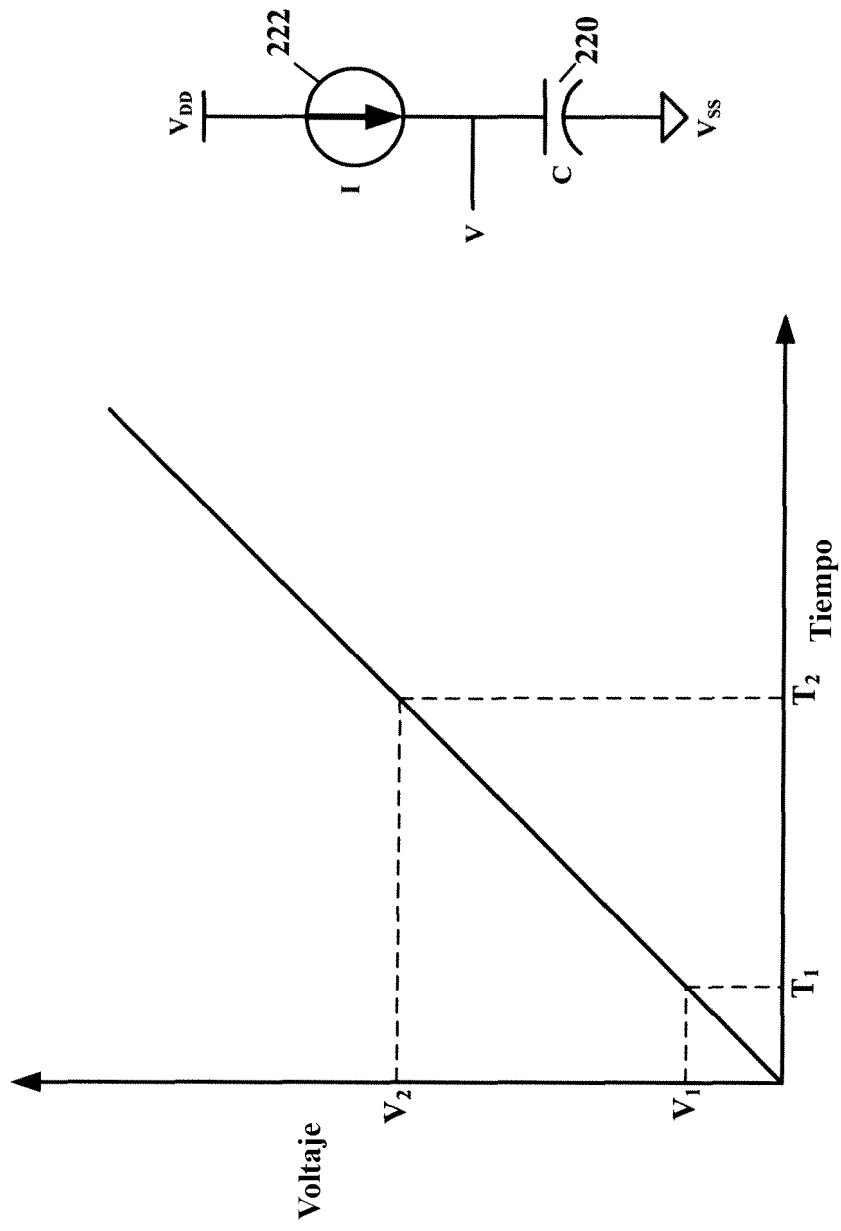


Figura 2

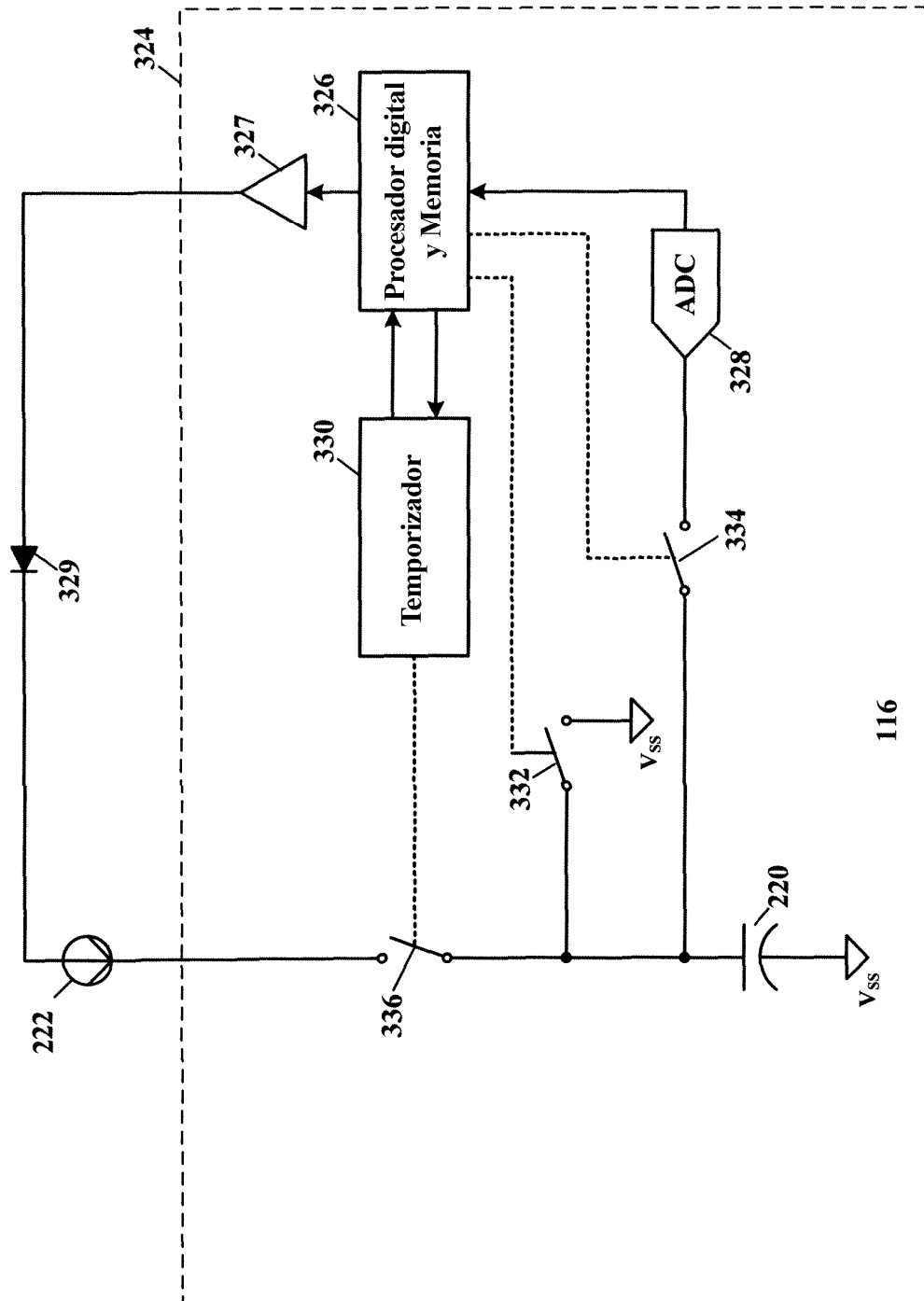


Figura 3

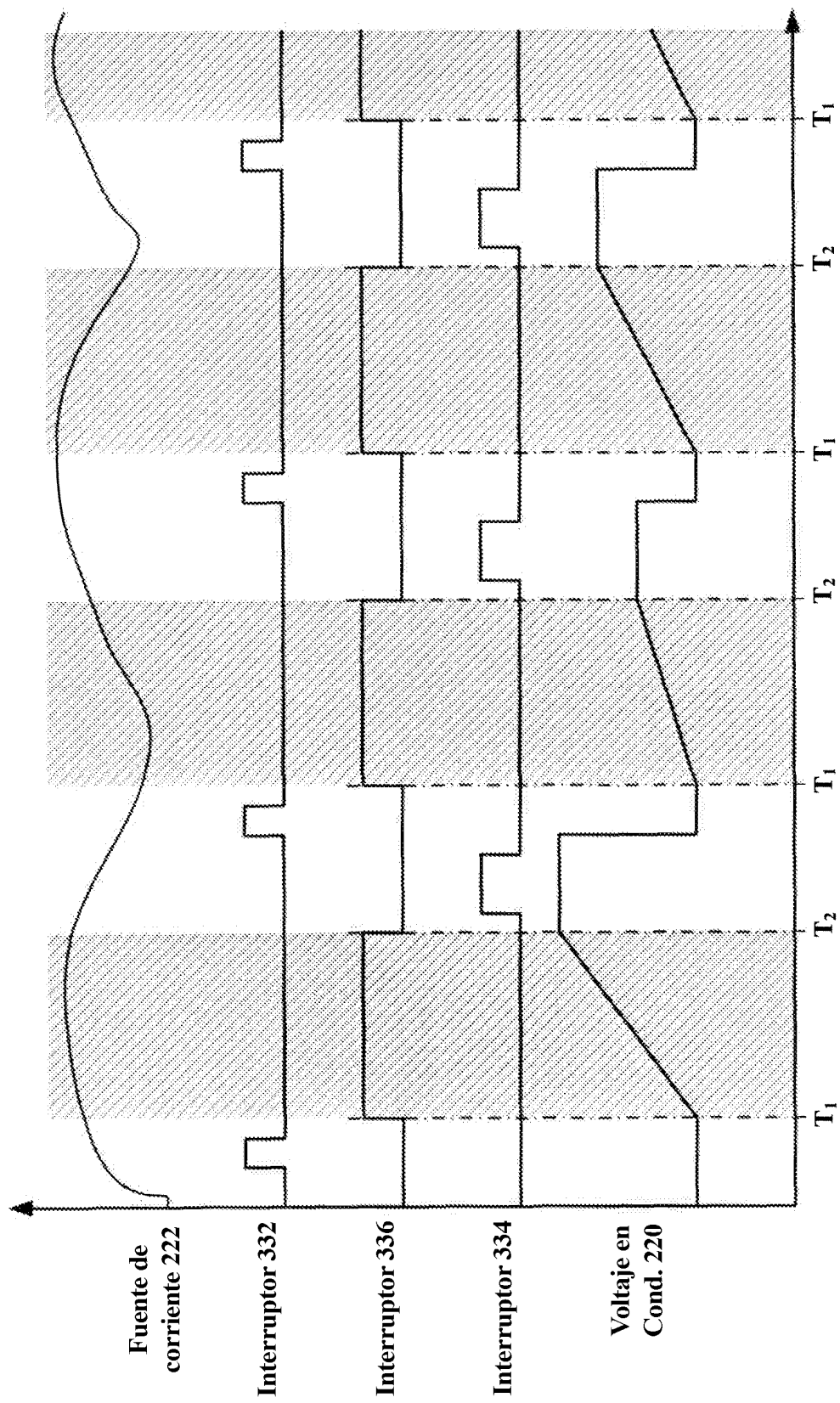


Figura 4

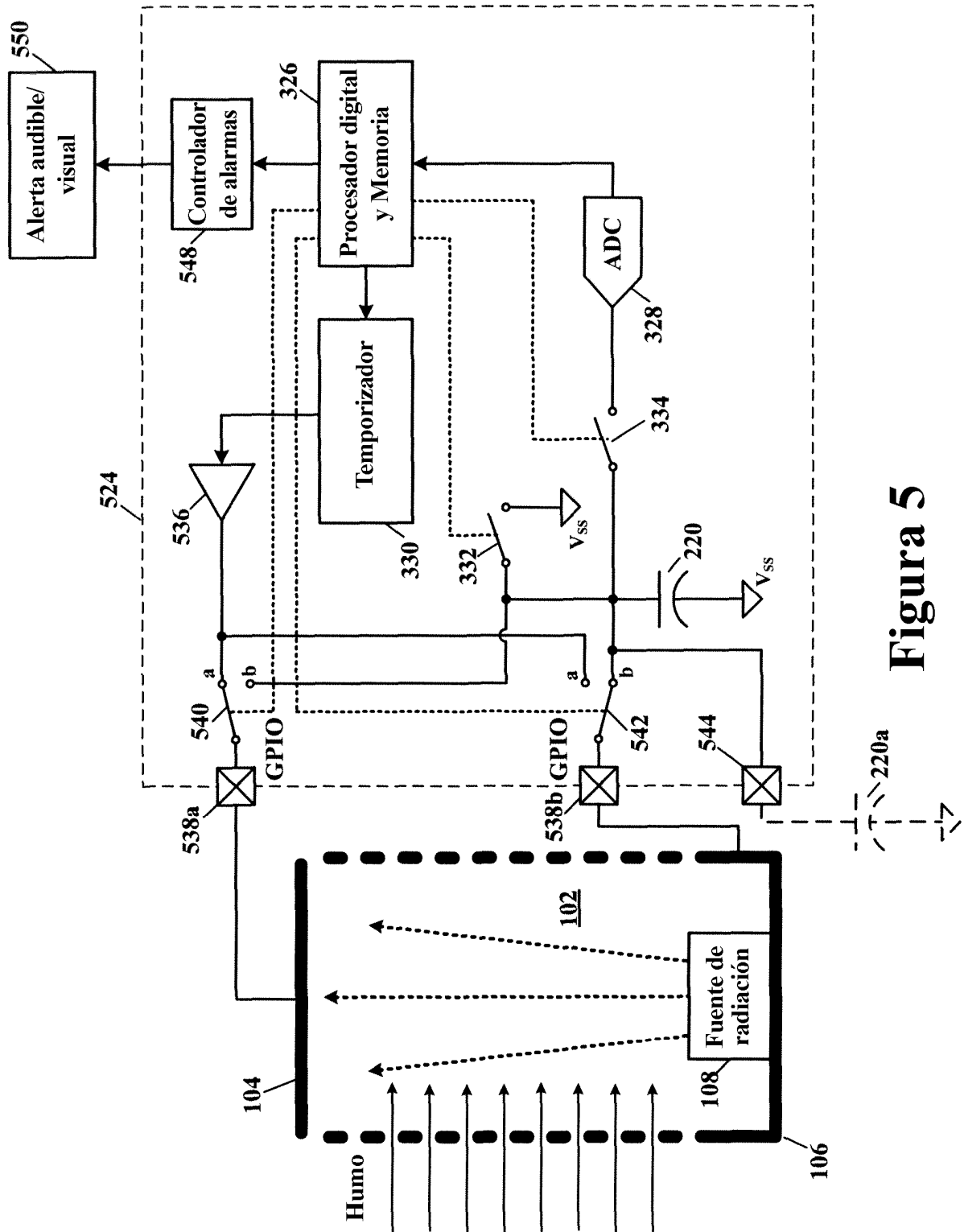


Figura 5

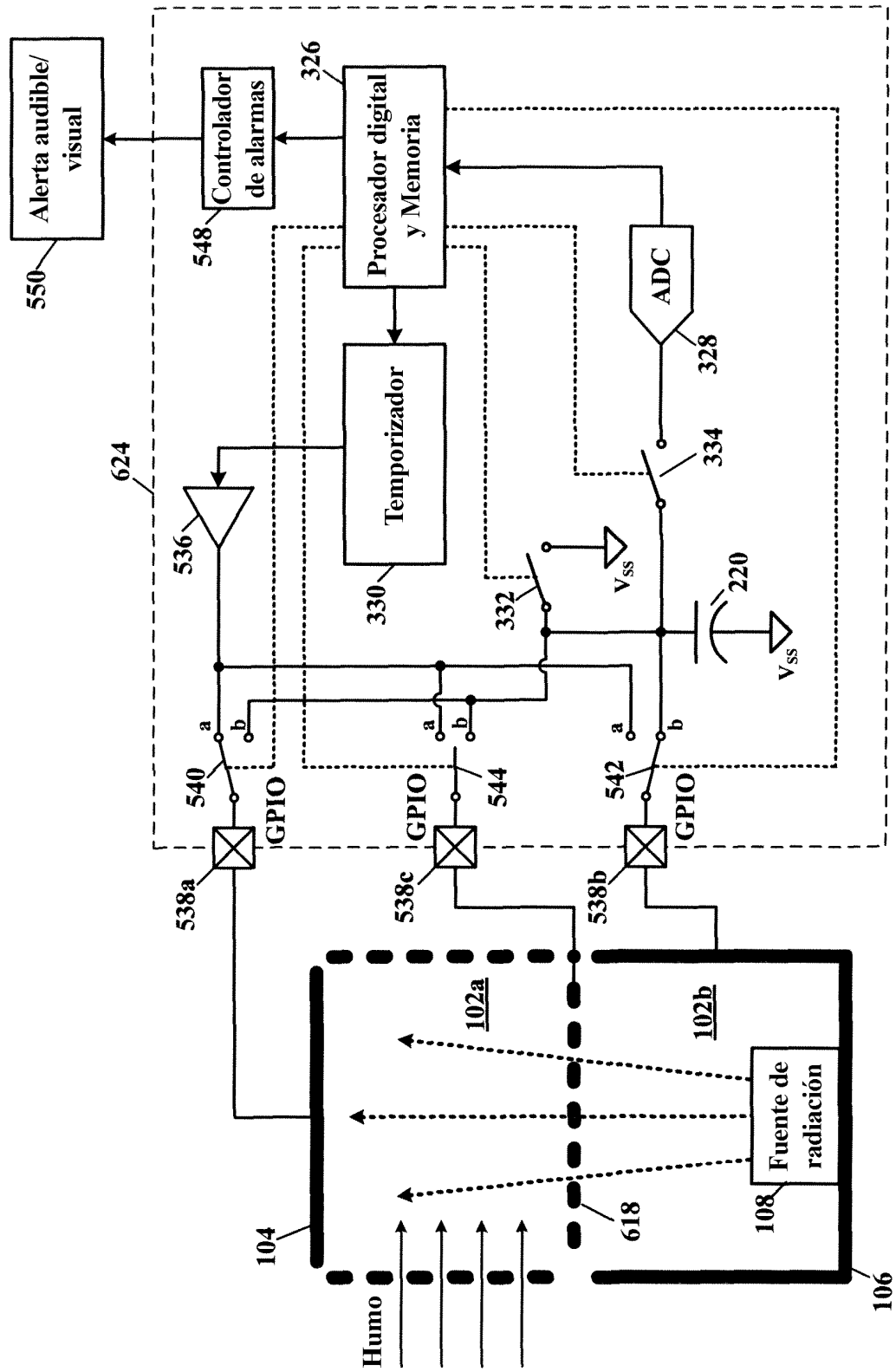


Figura 6

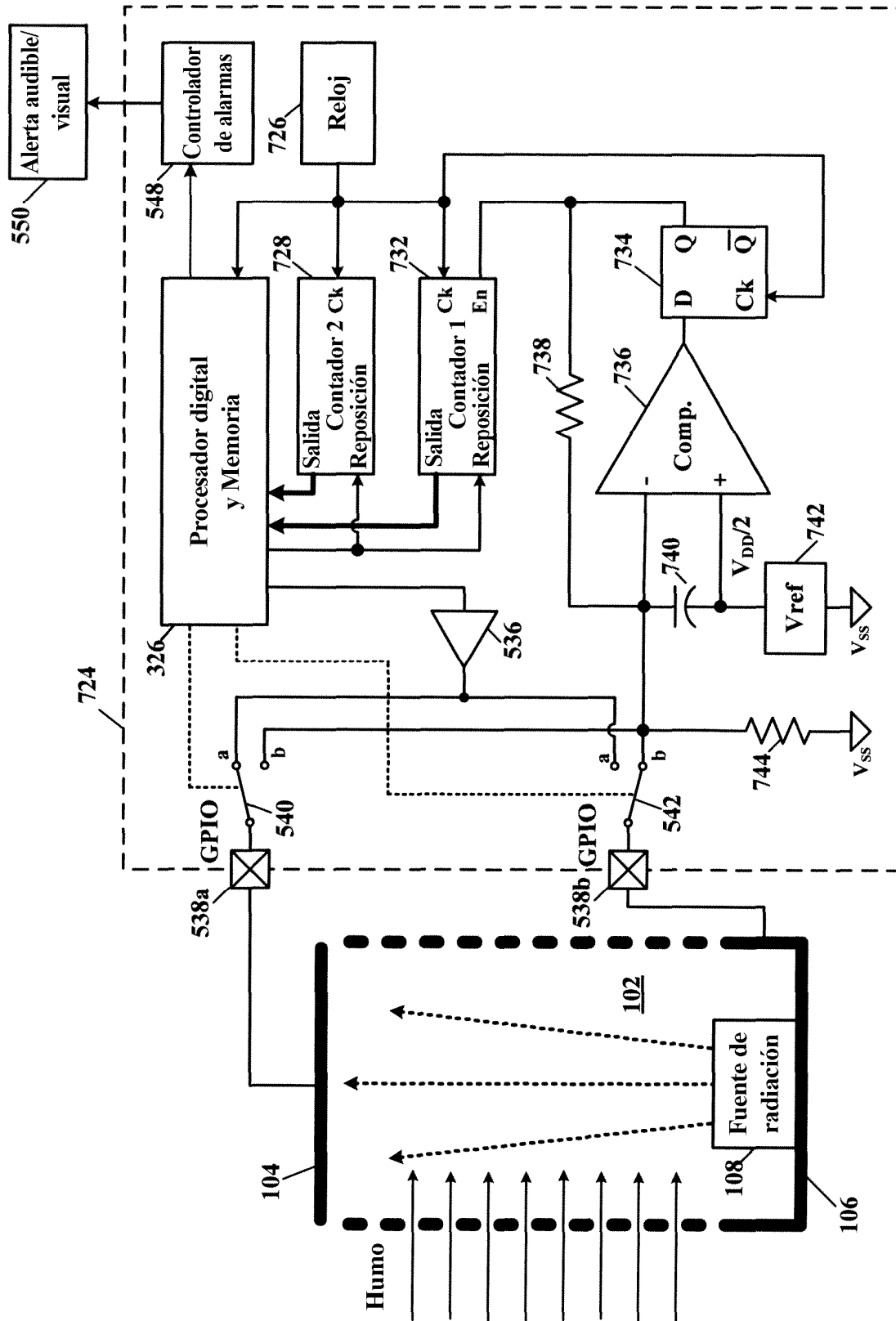


Figura 7

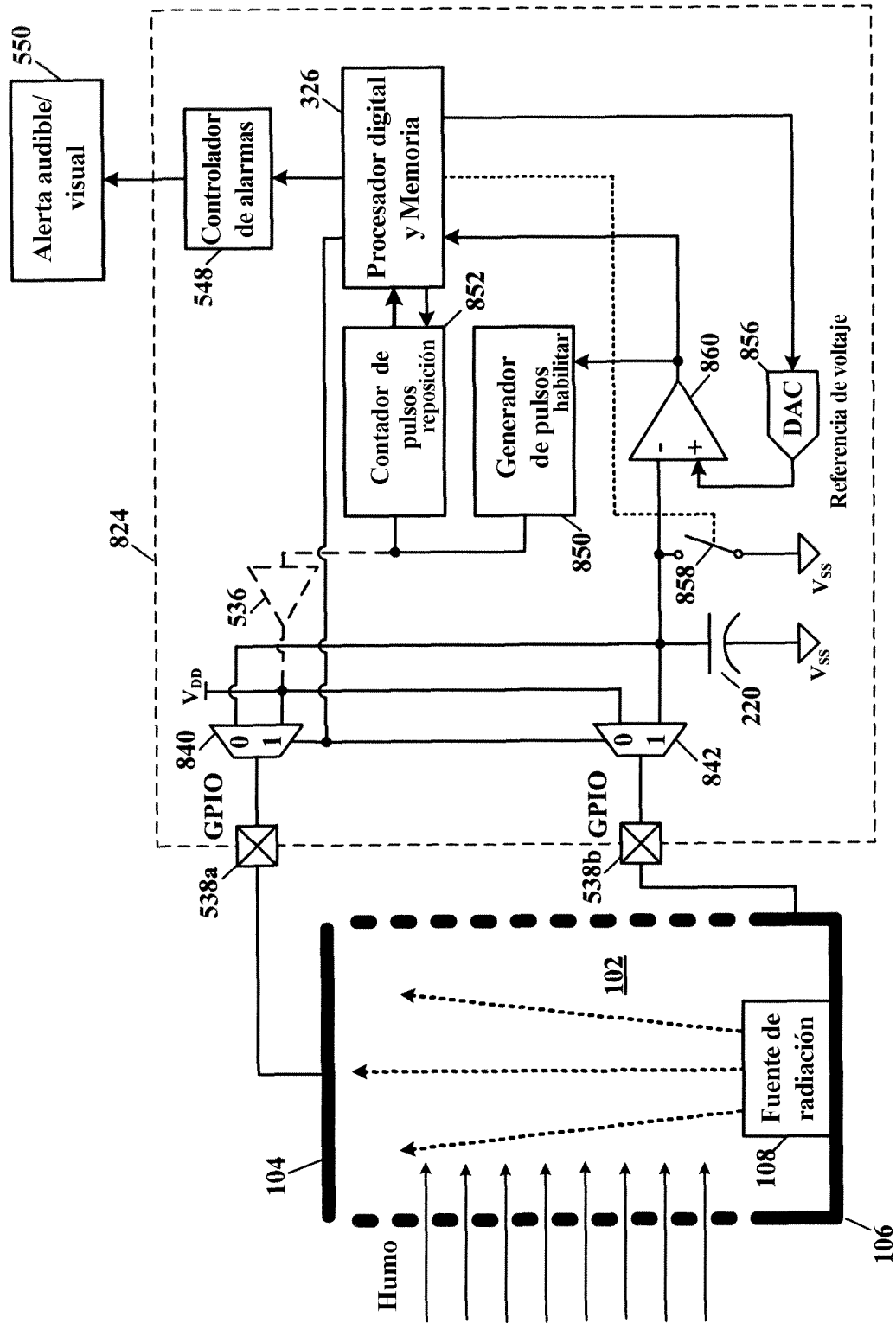


Figura 8

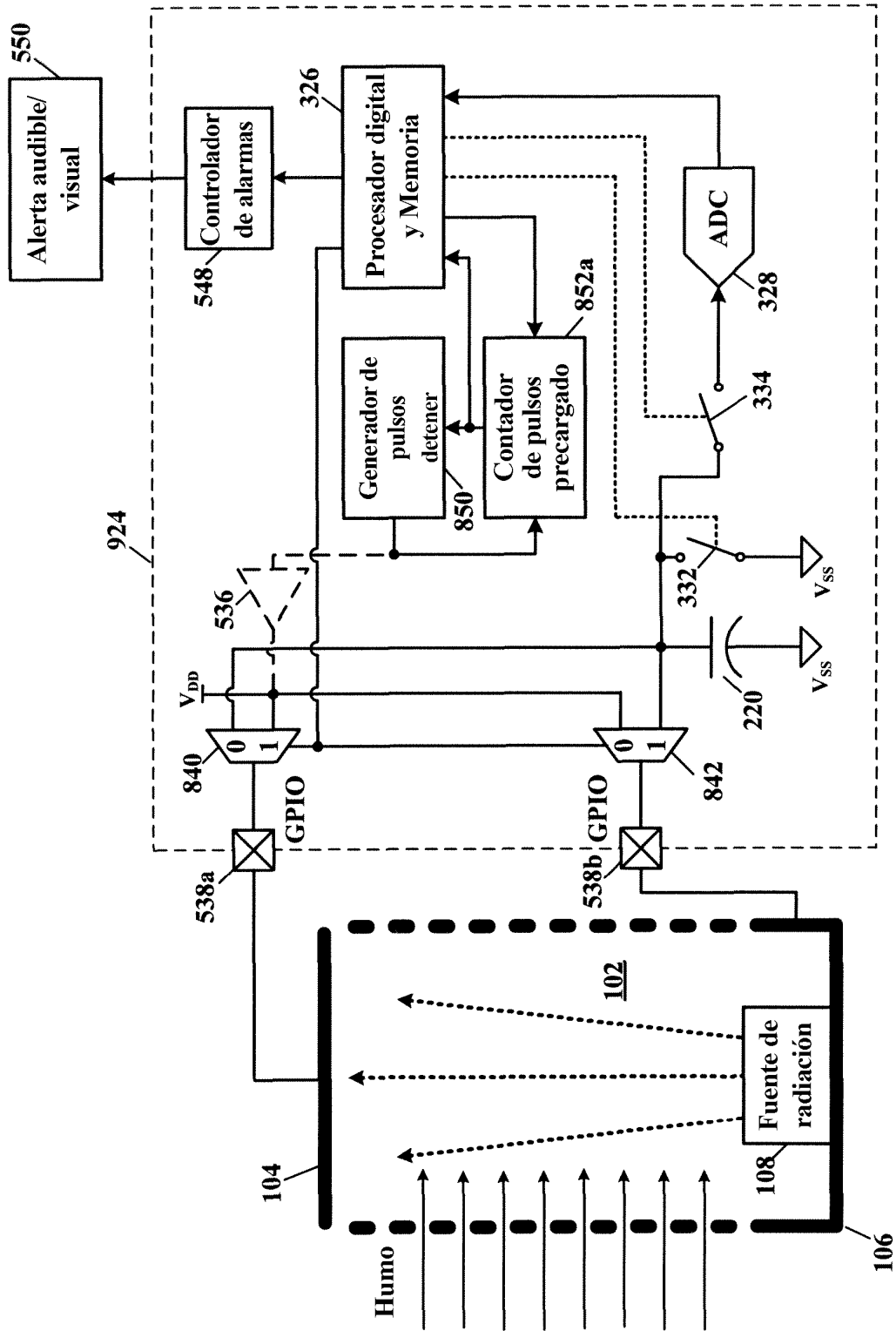
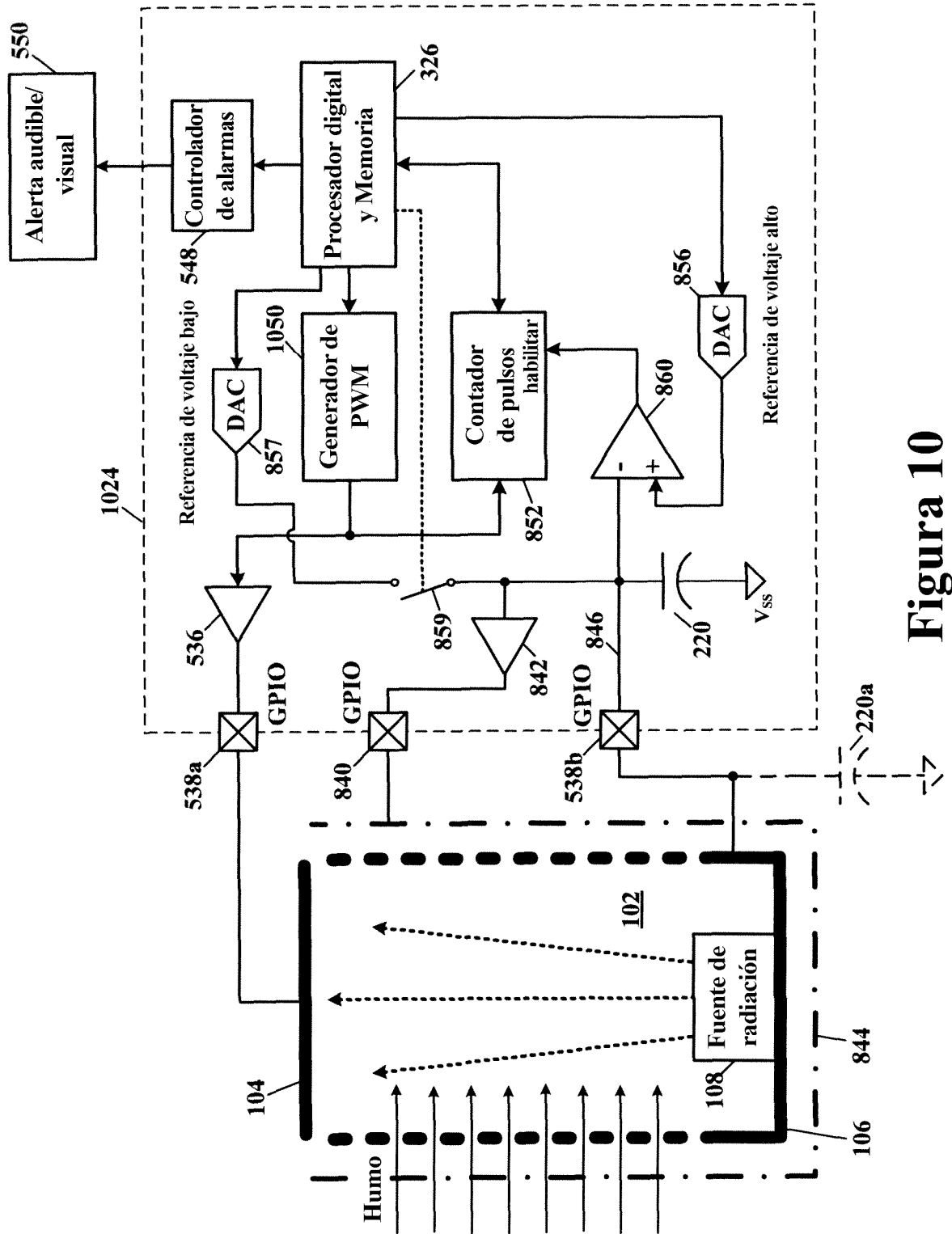


Figura 9



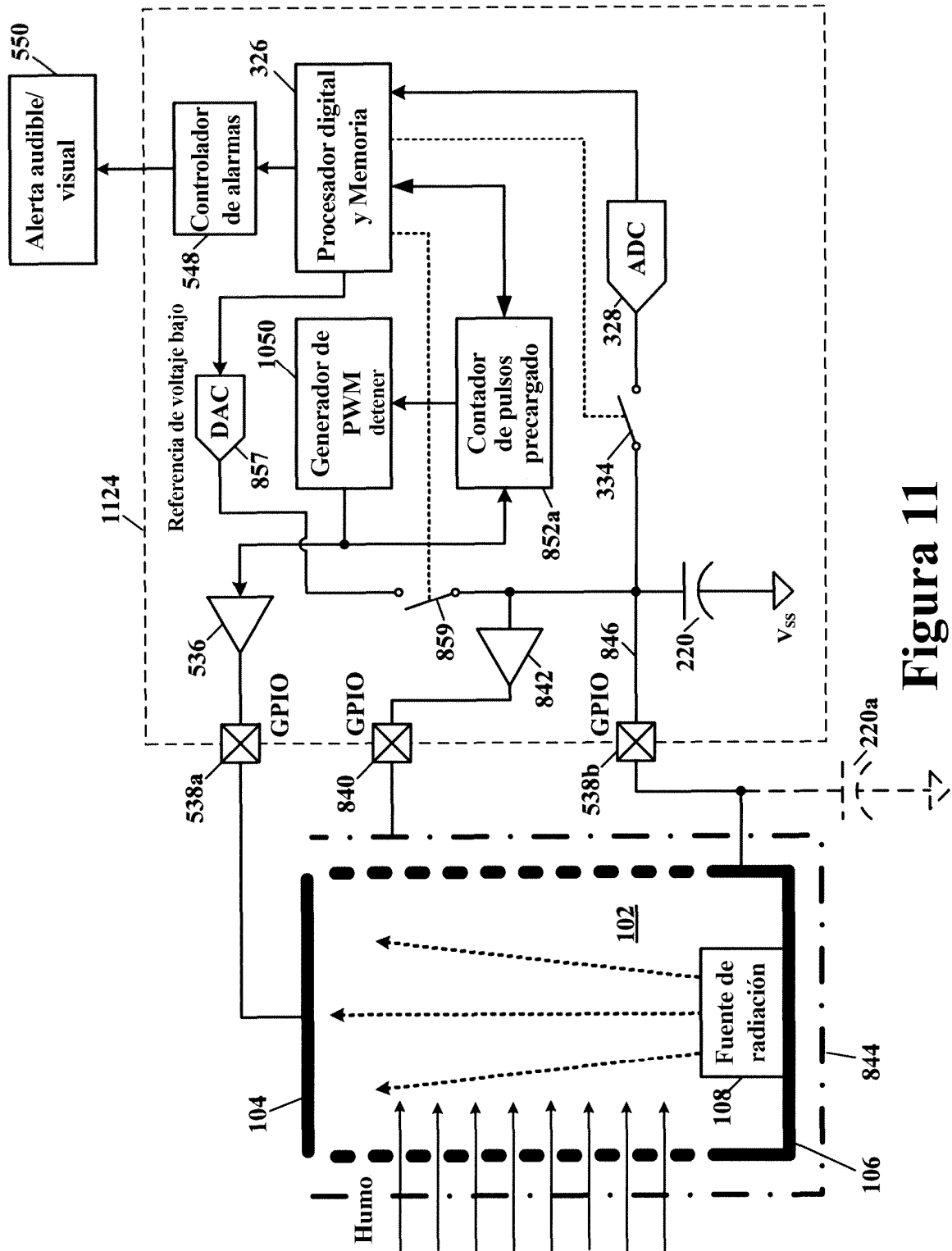


Figura 11

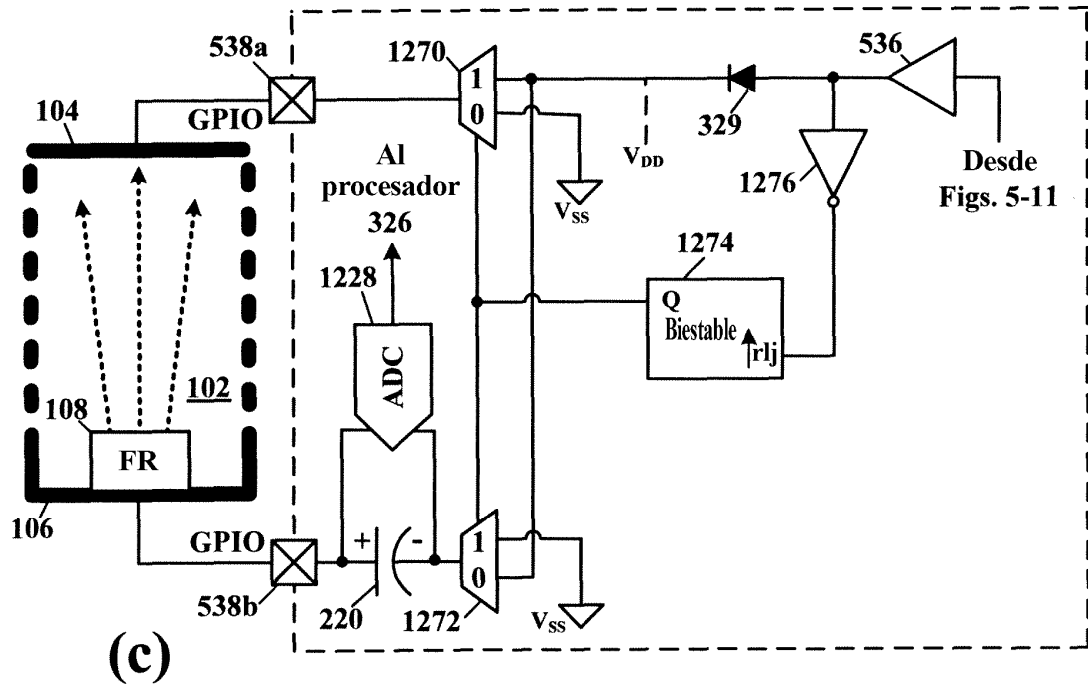
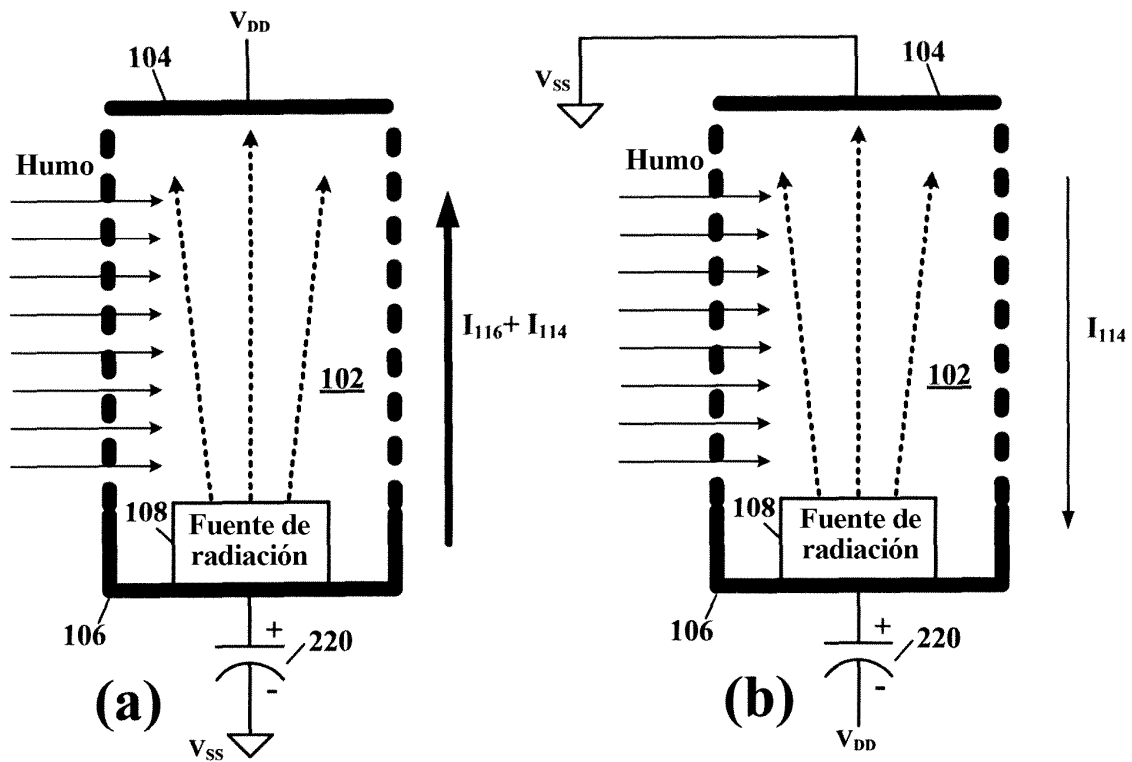


Figura 12

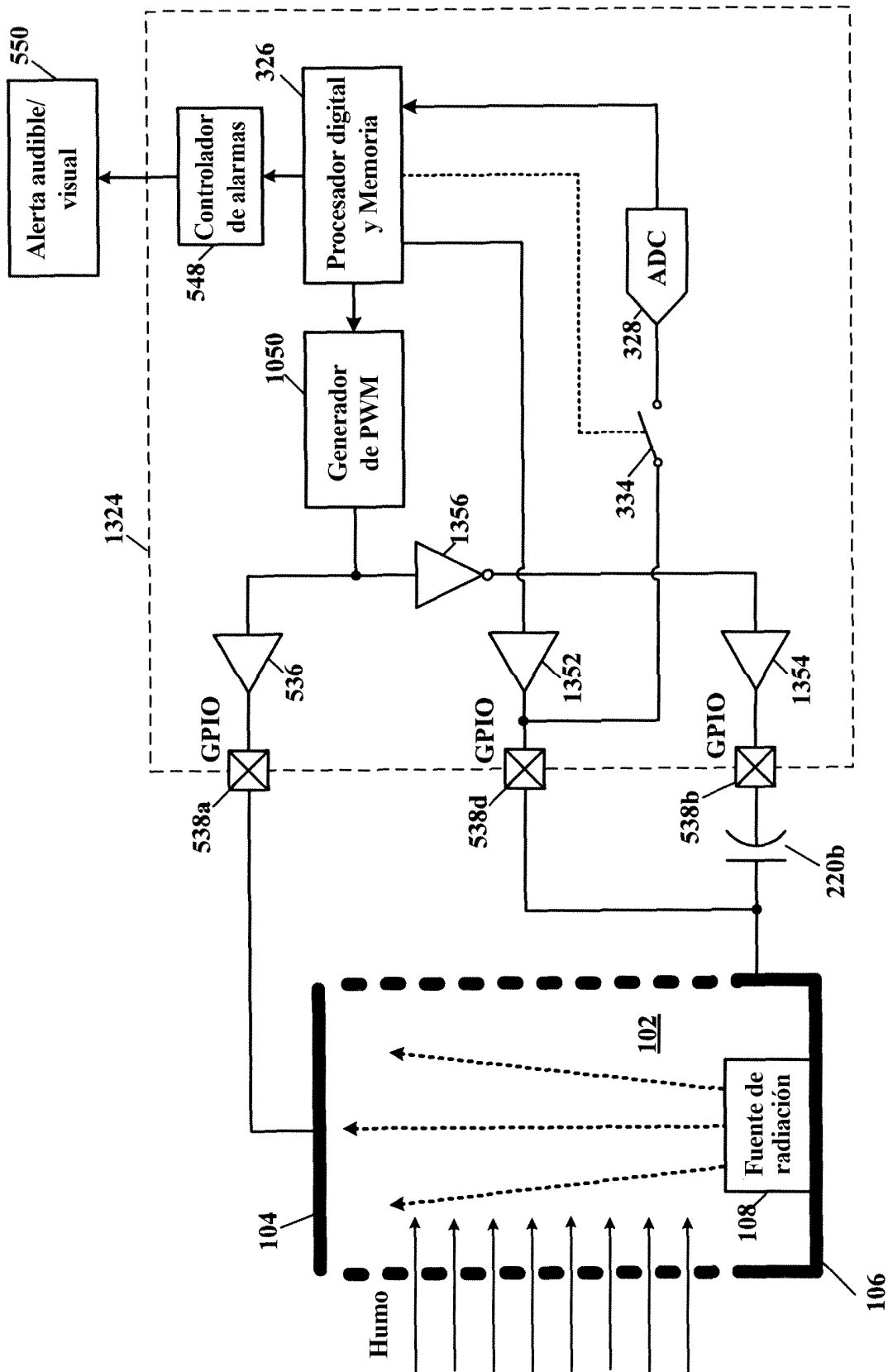


Figura 13

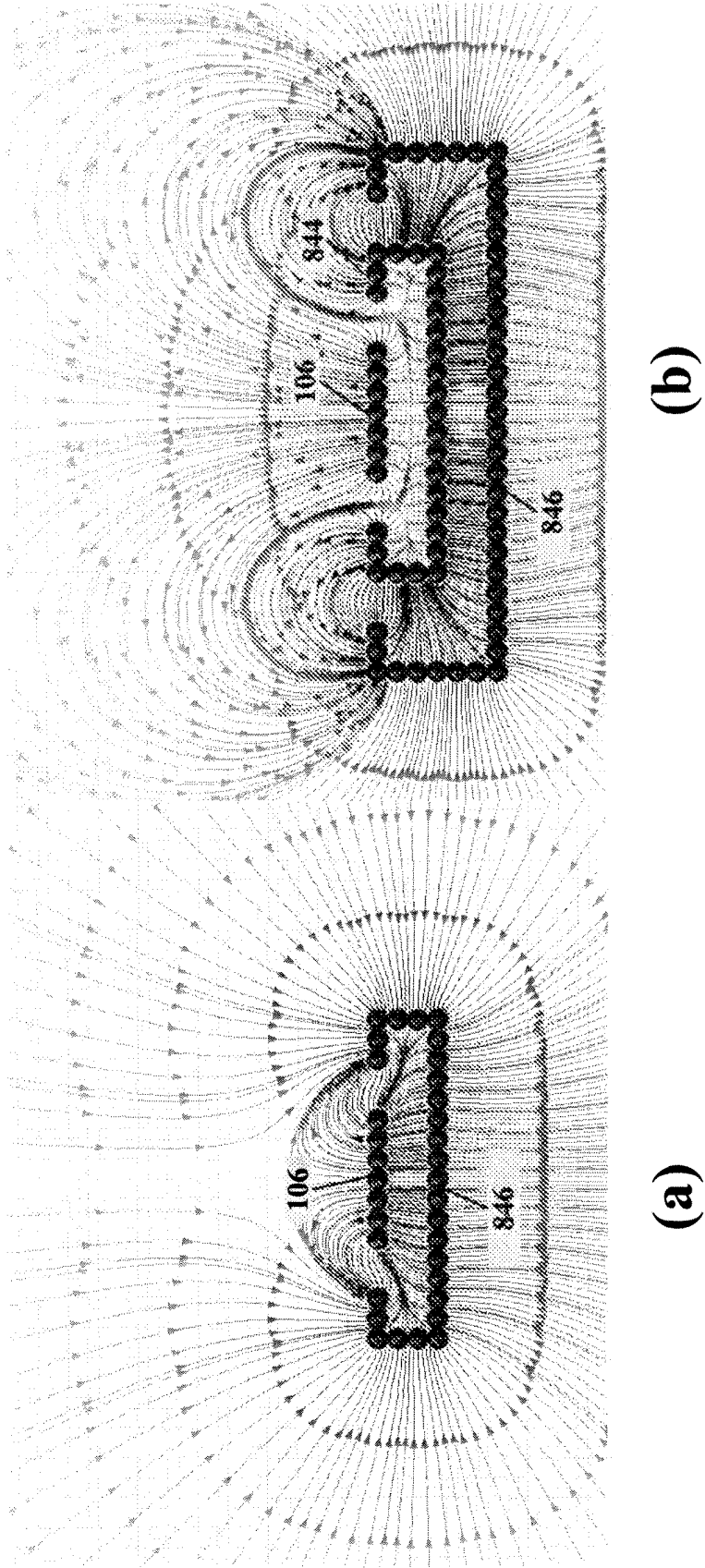


Figura 14

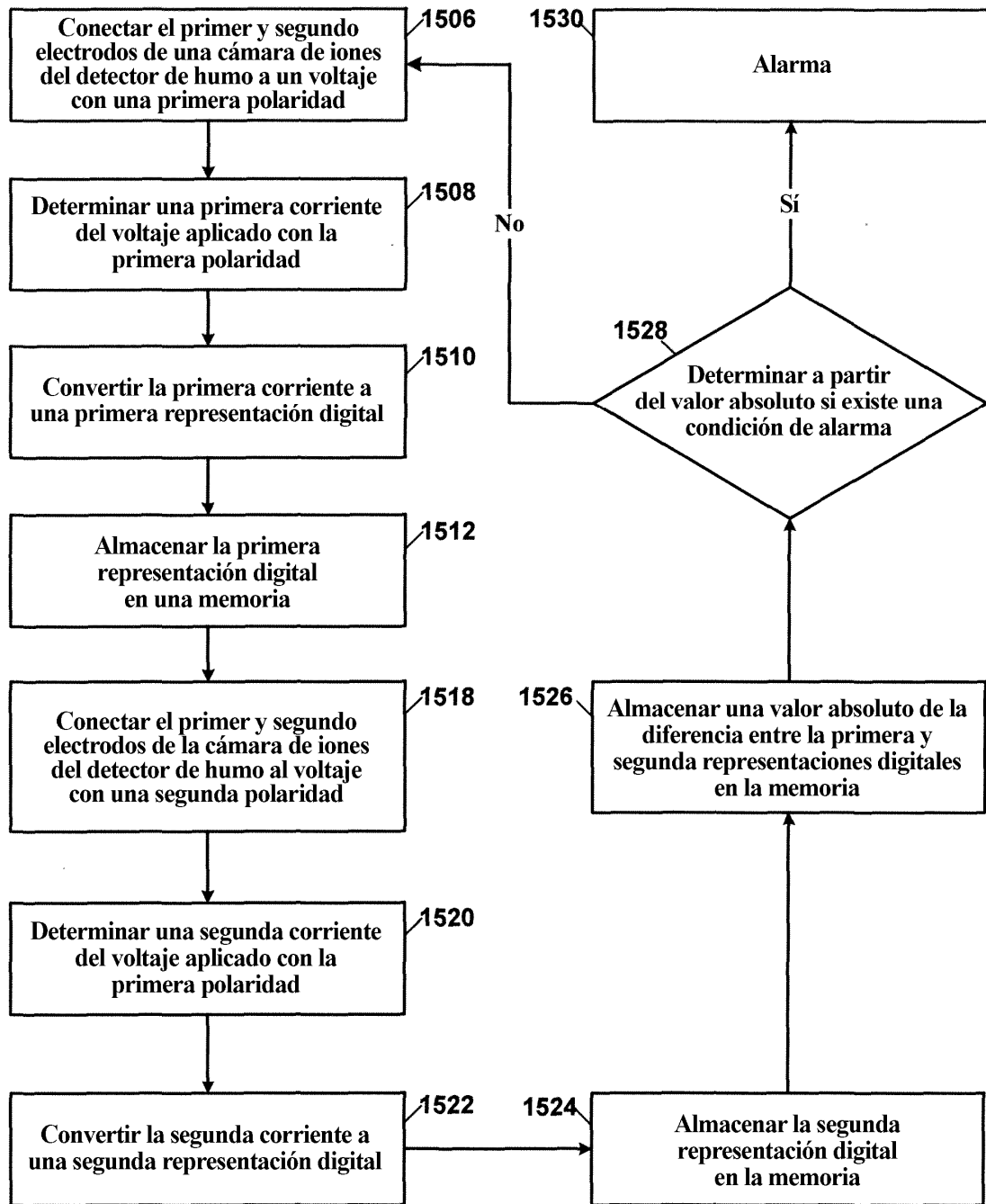


Figura 15

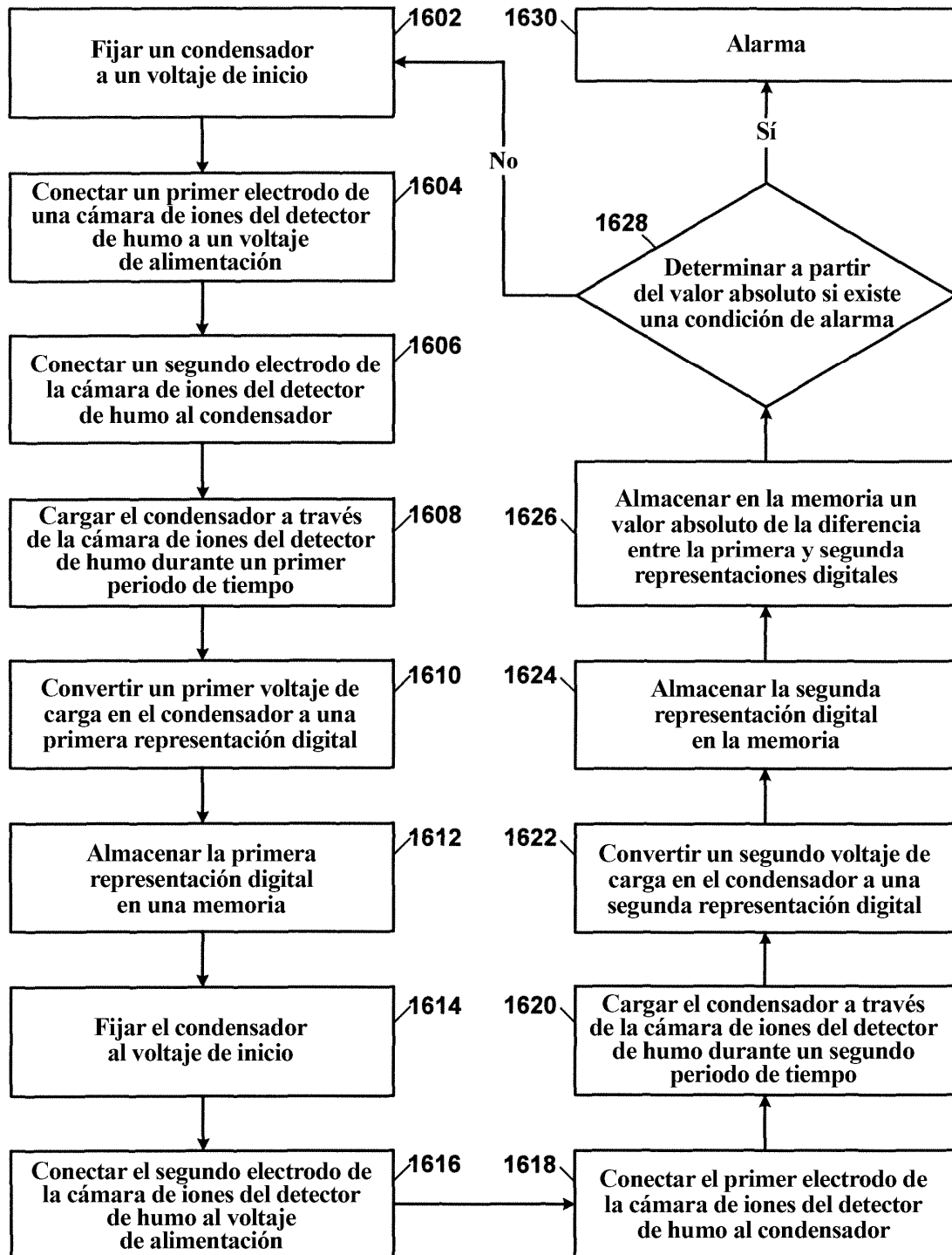


Figura 16

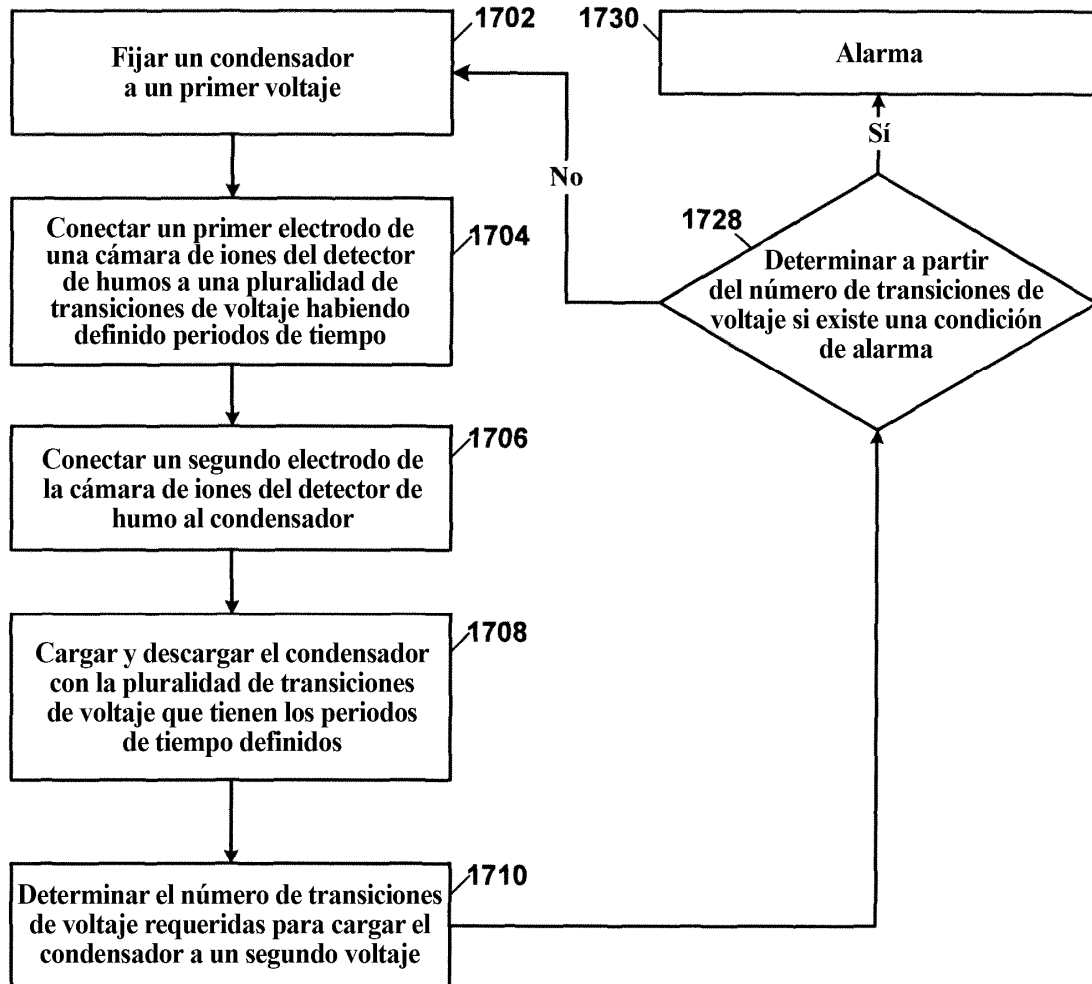


Figura 17

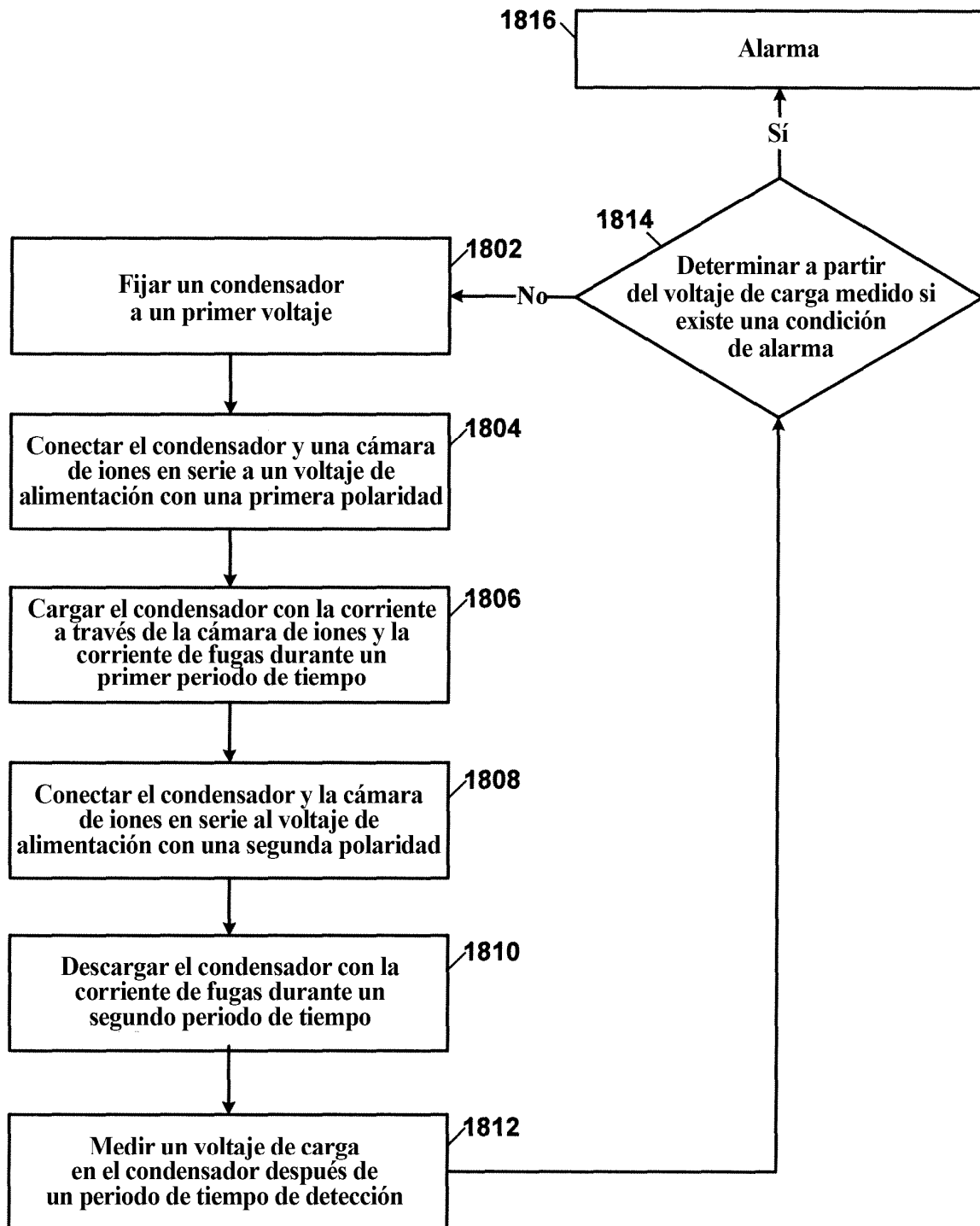


Figura 18