

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 561**

51 Int. Cl.:

H04N 5/217 (2011.01)

H04N 5/235 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.12.2010 PCT/US2010/059595**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.07.2011 WO11081817**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2010 E 10841463 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2520079**

54 Título: **Detección y compensación del centelleo fotográfico**

30 Prioridad:

31.12.2009 US 291607 P
07.04.2010 US 755952 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.01.2018

73 Titular/es:

MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC
(100.0%)
One Microsoft Way
Redmond, Washington 98052, US

72 Inventor/es:

GOH, ROY;
JUENGER, ANDREW;
HE, YI y
MILTON, STUART, WILLIAM

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 649 561 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

Detección y compensación del centelleo fotográfico

Antecedentes

5 Las lámparas fluorescentes emplean típicamente mecanismos de reactancia que pueden hacer que la salida de luz varíe en intensidad a una velocidad que es dos veces la frecuencia de la alimentación de corriente alterna (CA) suministrada a la lámpara fluorescente. La variación de intensidad de las lámparas, o centelleo, generalmente no es detectable por el ojo humano, pero puede interactuar con los sensores de imagen de una cámara. En algunos casos, el centelleo puede provocar que aparezcan artefactos apreciables en las imágenes de vídeo, tales como bandas no estáticas o un brillo fluctuante. Una cámara puede reducir sustancialmente estos artefactos utilizando un conjunto de
10 tiempos de exposición que coinciden con la frecuencia de CA suministrada a las lámparas fluorescentes. Sin embargo, hay dos frecuencias de CA principales utilizadas en todo el mundo, 50 Hz y 60 Hz, lo que puede complicar el desafío de reducir los artefactos indeseables por medio de tiempos de exposición coincidentes.

15 El documento US 2009/0128660 A1 revela un aparato para medir la frecuencia de la corriente eléctrica de una fuente de luz que incluye un transistor fotosensible, un modulador y una unidad lógica. El transistor fotosensible genera señales eléctricas que responden a las incidencias de luz sobre el mismo. El modulador genera una señal modulada que se alterna a una velocidad sustancialmente proporcional a la frecuencia de la corriente eléctrica de la fuente de luz. La unidad lógica está acoplada para recibir la señal modulada y determinar su frecuencia de alternancia.

Sumario

La presente invención proporciona un procedimiento de la reivindicación 1 y una cámara de la reivindicación 11.

20 Por consiguiente, se describen en la presente memoria descriptiva diversas realizaciones que se refieren a detectar y compensar la presencia de un centelleo periódico en configuraciones fotográficas. Por ejemplo, una realización que se revela incluye introducir una cámara en una disposición fotográfica de manera que la luz sea incidente sobre la cámara y un circuito detector de luz de la cámara. Una pluralidad de muestras son capturadas desde el circuito detector de luz, cada una de las cuales depende de alguna manera de la intensidad de luz a la que está expuesta la
25 cámara. El procedimiento incluye además procesar las muestras para identificar si la luz incidente varía en intensidad en una o más frecuencias preseleccionadas. Un procesamiento de este tipo puede incluir multiplicar las muestras con una o más señales periódicas para generar salidas de productos escalares y analizar las salidas de productos escalares para determinar la presencia de un centelleo periódico.

30 Este Sumario se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describirá más adelante en la Descripción Detallada. Este Sumario no pretende identificar características clave o características esenciales de la materia reivindicada, ni pretende ser utilizado para limitar el alcance de la materia reivindicada. Además, el objeto reivindicado no está limitado a implementaciones que resuelven cualquiera o todas las desventajas que se señalan en cualquier parte de esta revelación.

Breve descripción de los dibujos

35 La figura 1 muestra una realización de una cámara que incluye un circuito detector de luz.

La figura 2 muestra un diagrama de tiempos de señales procedentes de los nodos del circuito detector de luz.

La figura 3 muestra una realización de un procedimiento para muestrear señales eléctricas que varían en respuesta a la intensidad de la luz ambiental.

40 La figura 4 muestra una realización de un procedimiento para procesar muestras para identificar si la luz ambiental asociada con las muestras varía en intensidad en una de una pluralidad de frecuencias preseleccionadas.

Descripción detallada

45 Como se ha indicado más arriba, a menudo sería deseable configurar dispositivos de grabación de vídeo y otras cámaras para tener en cuenta cambios periódicos en el entorno de la luz ambiental. Por ejemplo, para reducir los artefactos producidos por las variaciones de intensidad periódicas de las fuentes de luz fluorescente, los tiempos de exposición de una cámara se pueden sincronizar con las variaciones de intensidad periódicas de la luz ambiental. Debido a que existen dos frecuencias de CA principales utilizadas en todo el mundo, 50 Hz y 60 Hz, que producen variaciones de intensidad a 100 Hz y 120 Hz, respectivamente, a menudo será deseable configurar la cámara con
50 los tiempos de exposición correlacionados con la frecuencia local de la energía eléctrica de CA.

Una solución para configurar la cámara es que un usuario de la cámara configure manualmente la cámara con la frecuencia de la energía eléctrica de CA local. Por ejemplo, el usuario puede seleccionar la frecuencia de la energía eléctrica de CA local desde un menú presentado en una pantalla de la cámara. Una segunda solución es hacer un modelo de la cámara para una energía eléctrica de CA de 50 Hz y una segunda para una energía eléctrica de CA de 60 Hz. Los diferentes modelos podrían ser identificados entonces por diferentes unidades de almacenamiento (SKU).

En una solución alternativa, la cámara puede incluir un detector para detectar automáticamente variaciones de intensidad en la luz ambiental. Una ventaja potencial de esta solución es que un usuario no pueda configurar inadvertidamente la cámara con una frecuencia de la energía eléctrica de CA incorrecta. Otra ventaja potencial es la eliminación de la necesidad de hacer diferentes modelos de cámara. Otro beneficio adicional es que el dispositivo se puede ajustar y funcionar correctamente cuando se coloca en un entorno de centelleo diferente, tal como cuando un usuario de la cámara viaja a una región con una frecuencia de la energía eléctrica de CA diferente. Por consiguiente, se describen varios sistemas y procedimientos para detectar y ajustar o compensar automáticamente el centelleo periódico.

La figura 1 muestra una realización ejemplar de una cámara 100 que incluye un sistema óptico 10, un sensor de imagen 20, un circuito detector de luz 40 y un subsistema lógico tal como el procesador 32. La cámara 100 puede funcionar en un entorno de luz ambiental que incluye una fuente de luz centelleante, tal como una lámpara fluorescente 110. Cuando la cámara se introduce en una disposición fotográfica de este tipo, la luz procedente de la lámpara fluorescente 110 puede incidir sobre el sensor de imagen 20 y el circuito detector de luz 40, como se indica por los rayos 112 y 114, respectivamente.

El sistema óptico 10 puede comprender un sistema de lentes para enfocar una imagen sobre el sensor de imagen 20. El sistema óptico 10 puede incluir filtros, tales como un filtro de bloqueo de infrarrojos, o filtros de color para dirigir la luz roja, verde y azul hacia píxeles seleccionados del sensor de imagen 20, por ejemplo. El sensor de imagen 20 convierte la imagen del sistema óptico 10 en un conjunto de señales eléctricas que son enviadas al procesador 32. El sensor de imagen 20 puede ser un dispositivo de acoplamiento de carga (CCD), un sensor de píxeles activos de un semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS), o cualquier otro dispositivo adecuado. El sensor de imagen 20 comprende típicamente una agrupación de píxeles dispuestos en una serie de filas y columnas.

El sensor de imagen 20 puede incluir un obturador electrónico controlado por el procesador 32 u otro mecanismo para controlar el tiempo de integración de cada fila de píxeles. Cuando el tiempo de integración de los píxeles no está sincronizado con centelleo presente en la luz ambiental, unos artefactos tales como bandas no estáticas o fluctuaciones de brillo pueden aparecer en una imagen de vídeo. Una fuente de centelleo puede ser una lámpara fluorescente centelleando a una velocidad dos veces la frecuencia de la corriente eléctrica alterna (CA) suministrada a la lámpara fluorescente. Otra fuente de centelleo puede ser la luz de un monitor de ordenador centelleando a la velocidad de actualización del monitor. Si se puede determinar que el entorno de grabación incluye intensidad de luz que varía a una frecuencia particular (por ejemplo, centelleo periódico resultante de una fuente de luz fluorescente), el tiempo de integración de los píxeles se puede ajustar para reducir o eliminar artefactos potenciales.

La cámara 100 incluye típicamente componentes acoplados operativamente al procesador 32 para realizar la detección / compensación de centelleo y para llevar a cabo otras tareas. Como ejemplo, la cámara 100 puede incluir una lógica de entrada y salida de propósito general (GPIO) 33 (por ejemplo, un chip o conjunto de chips) y un subsistema de almacenamiento de datos, que puede incluir almacenamiento no volátil 30, memoria de acceso aleatorio 34, y / o medios retirables 35. En una realización de la cámara 100, los componentes electrónicos pueden estar integrados en uno o más dispositivos comunes, tales como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o un sistema en un chip (SOC). La cámara 100 puede incluir opcionalmente la pantalla 36 y / u otros componentes no mostrados en la figura 1.

El procesador 32 puede estar configurado para ejecutar una o más instrucciones almacenadas en el subsistema de almacenamiento de datos, tal como un almacenamiento no volátil 30. Por ejemplo, el procesador 32 puede estar configurado para procesar luz muestreada y, en respuesta, ajustar o controlar de otro modo los tiempos de exposición del sensor de imagen 20. Ejemplos no limitativos de almacenamiento no volátil 30 incluyen la memoria flash y una unidad de disco duro. La RAM 34 también puede estar configurada para contener instrucciones para su ejecución por el procesador 32. El procesador 32 puede estar configurado para hacer que los datos de imagen del sensor de imagen 20 sean almacenados en la RAM 24, en el almacenamiento no volátil 30 y / o en medios retirables 35. Ejemplos no limitativos de medios retirables 35 incluyen cintas de video, discos ópticos grabables y tarjetas de memoria. En una realización alternativa, el procesador 32 puede estar configurado para hacer que los datos de imagen del sensor de imagen 20 sean transmitidos a un dispositivo informático a través de un cable de vídeo y / o una red cableada o inalámbrica.

Cuando se incluye, el subsistema de visualización 36 se puede utilizar para presentar una representación visual de los datos contenidos en el subsistema de almacenamiento de datos. Por ejemplo, el subsistema de presentación 36

se puede usar para mostrar datos de imagen desde el sensor de imagen 20, tal como en una pantalla de visualización y / o por medio de un visor óptico. En otro ejemplo, el subsistema de visualización 36 se puede usar para mostrar datos de imagen almacenados en un medio extraíble 35. De esta manera, un observador puede ver imágenes que se almacenan en la cámara. El subsistema de presentación 36 puede incluir componentes ópticos, como se ha
5 indicado más arriba, o uno o más dispositivos de visualización que utilizan virtualmente cualquier tipo de tecnología, tal como una pantalla de cristal líquido (LCD).

El subsistema lógico de la cámara 100 puede estar configurado para comunicarse a través de uno o más patillas de señal de la GPIO 33. Por ejemplo, la GPIO 33 incluye una lógica conectada a una primera patilla de señal GPIO, GPIO1, y a una segunda patilla de señal GPIO, GPIO2. Una patilla de señal GPIO puede ser programada para ser
10 una entrada o una salida. Cuando se programa como una salida, la GPIO 33 puede activar un cero lógico o un uno lógico en una patilla de señal. Por ejemplo, el voltaje de tierra puede ser un cero lógico, y el voltaje de la energía eléctrica de CA, V_{DD} , del subsistema lógico puede ser un uno lógico. Cuando se programa como entrada, la GPIO 33 puede leer un cero lógico o un uno lógico de una patilla de señal. El voltaje en una patilla de señal GPIO puede estar entre tierra y V_{DD} . Cuando la patilla de señal GPIO está configurada como una entrada, el voltaje en la patilla de
15 señal GPIO puede ser interpretado como un uno lógico cuando el voltaje excede el voltaje V_{IH} y como un cero lógico en caso contrario. Los parámetros V_{DD} y V_{IH} son una función de los dispositivos utilizados para implementar el subsistema lógico. El PIC 18F2550 fabricado por Microchip Technology, Inc., Chandler, AZ, es un ejemplo de un controlador de bajo costo que incluye GPIO lógica y patillas de señal.

Generalmente, el circuito detector de luz 40 responde a la intensidad de luz incidente sobre la cámara (por ejemplo, el dispositivo de grabación de vídeo). Por ejemplo, el circuito puede estar configurado para responder a la intensidad de luz ambiental produciendo una señal eléctrica proporcional a la intensidad de la luz incidente. De esta manera, se puede medir la intensidad de la luz ambiental. En un ejemplo, una salida del circuito detector de luz 40 se puede muestrear en diferentes puntos en el tiempo. Las muestras pueden ser procesadas entonces para identificar variaciones periódicas de intensidad en la luz incidente. Más en particular, puede ser deseable emplear un procesamiento que intente identificar variaciones de intensidad que se producen en una de una pluralidad de frecuencias discretas preseleccionadas. Un enfoque de este tipo puede ser ventajoso desde el punto de vista de la eficiencia, y puede permitir el uso de componentes de bajo costo y procedimientos informáticos que consumen recursos mínimos.
20

El circuito detector de luz 40 incluye típicamente un sensor de luz con una salida que varía de acuerdo con la intensidad de la luz incidente sobre el sensor de luz. Ejemplos no limitativos de sensores de luz incluyen fototransistores, fotodiodos, fotorresistencias y dispositivos de carga acoplada. El sensor de luz puede ser un componente discreto de bajo coste, produciendo una salida poco después de conectar la cámara 100. Por ejemplo, el sensor de luz puede producir una salida antes de que se inicialicen otros componentes de la cámara 100. De esta manera, la salida del sensor de luz se puede utilizar para determinar los tiempos de exposición del sensor de imagen 20 rápidamente al arrancar, antes de que un usuario opere la cámara 100. En una realización alternativa, el sensor de luz puede estar integrado con otros componentes electrónicos de la cámara 100 en uno o más dispositivos comunes, tales como un ASIC o un SOC.
30

En la realización ejemplar de la figura 1, el circuito detector de luz 40 está conectado a la GPIO 33 mediante patillas de señal de GPIO, GPIO1 y GPIO2. El fototransistor 42 convierte la luz en una señal eléctrica proporcional a la intensidad de la luz incidente sobre el fototransistor 42. La luz puede ser dirigida hacia el fototransistor 42 por el sistema óptico 10 o la luz puede alcanzar el fototransistor 42 por medio de la exposición directa, o de otra manera independientemente del sistema óptico 10. Los fototransistores pueden ser fabricados con sensibilidad variable a diferentes longitudes de onda de luz. El fototransistor 42 puede ser fabricado para que sea sensible al espectro visible de luz, desde aproximadamente 380 nanómetros (nm) hasta 750 nm. Los fototransistores son una forma especializada de transistor de unión bipolar que incluye una base, un colector, un emisor y un condensador parásito entre el colector y el emisor. El SFH 310 fabricado por OSRAM Opto Semiconductors, Regensburg, Alemania puede ser adecuado para el fototransistor 42, por ejemplo.
40

Las resistencias 44 y 46 polarizan el fototransistor 42 de manera que la corriente generada por la luz que impacta contra la región colectora de base del fototransistor 42 se puede amplificar como corriente que fluye desde el colector C al emisor E. La resistencia 44 está conectada entre la patilla de señal de GPIO1 y el colector del fototransistor 42. La resistencia 46 está conectada a tierra por un lado y a la patilla de señal de GPIO2 y al emisor del fototransistor 42 por el otro lado. El valor de la resistencia 46 puede ser mucho mayor que el valor de la resistencia 44. Por ejemplo, los valores de las resistencias 44 y 46 pueden ser de 10 ohmios y 510 kilohmios, respectivamente.
50

La figura 2 es un diagrama de tiempos que ilustra un ejemplo de cómo se puede usar el circuito detector de luz 40 para detectar la intensidad de luz incidente sobre el fototransistor 42. En el ejemplo de la figura 2, el circuito detector de luz 40 es descargado y cargado alternativamente de manera que se puede medir sucesivamente un tiempo de subida del circuito detector de luz 40 para generar una pluralidad de muestras de tiempo de subida. El tiempo de subida del circuito detector de luz 40 es proporcional a la intensidad de la luz incidente sobre el circuito detector de luz 40. En realizaciones alternativas, se pueden medir otras propiedades del circuito detector de luz 40, tal como una corriente a través del fototransistor 42 o un voltaje a través de la resistencia 46. Como se ha indicado más arriba,
55

existen numerosas posibilidades para generar y muestrear señales eléctricas que varían en respuesta a la intensidad de la luz ambiental.

Continuando con el ejemplo de la figura 2, en el momento T0, el circuito detector de luz 40 está en el estado de descarga. Las patillas de señal de GPIO, GPIO1 y GPIO2 están configuradas como salidas conectadas a un cero lógico. En el momento T1, el circuito detector de luz 40 se conmuta al estado de carga. La GPIO1 se configura como una salida que controla un valor lógico y la GPIO2 se configura como una entrada. En estado estacionario, cuando suficiente luz incide sobre el fototransistor 42, el voltaje de GPIO2 será proporcionado por el divisor de voltaje formado por las resistencias 44 y 46. Cuando la resistencia 46 es mucho mayor que la resistencia 44, el voltaje de GPIO2 excederá a V_{IH} y la entrada GPIO2 se interpretará como un uno lógico.

Sin embargo, en el estado transitorio que comienza en el momento T1, el condensador parásito del fototransistor 42 evita que el voltaje cambie instantáneamente a través del colector y del emisor del fototransistor 42. El condensador parásito se carga a una velocidad determinada por su capacitancia, el valor de las resistencias 44 y 46, V_{DD} , y la cantidad de luz incidente sobre el fototransistor 42. A medida que el condensador se carga, el voltaje de GPIO2 puede aumentar hasta que el circuito alcance el estado estacionario o hasta que el voltaje de GPIO1 sea accionado con un cero lógico. En la figura 2, el voltaje de GPIO2 alcanza el estado estacionario y el voltaje de GPIO2 excede V_{IH} en el momento T2. El tiempo de subida 210, que es la diferencia entre los momentos T2 y T1, se puede medir como una representación de la cantidad (intensidad) de la luz impactando contra el fototransistor 42. Cuando el fototransistor de impacto de luz 42 se incrementa (es decir, mayor intensidad), el condensador parásito se cargará más rápidamente y el tiempo de subida 210 se reducirá. Por lo tanto, existe una relación inversa entre la intensidad de la luz ambiental y el tiempo de subida 210. El tiempo de carga 220, que es la diferencia entre los momentos T3 y T1, se puede ajustar de manera que el tiempo de subida 210 sea menor que el tiempo de carga 220 para los rangos esperados de intensidad de luz ambiental y tolerancias del valor de las resistencias 44 y 46, V_{DD} , y la capacitancia del fototransistor 42.

En el momento T3, el circuito detector de luz 40 se devuelve al estado de descarga. GPIO1 y GPIO2 se configuran como salidas que activan ceros lógicos. Esto puede permitir que el condensador parásito del fototransistor 42 se descargue rápidamente a través de la pequeña resistencia 44. Al descargar el condensador parásito, el circuito detector de luz 40 es habilitado para el siguiente estado de carga en el momento T4. El tiempo de descarga 230, que es la diferencia entre los momentos T4 y T3, puede ser más corto que el tiempo de carga 220. El periodo de muestreo 240 es la suma del tiempo de carga 220 y el tiempo de descarga 230.

Por lo anterior, se apreciará que el diagrama de tiempos de la figura 2 proporciona un ejemplo de cómo se puede capturar una muestra individual del circuito detector de luz. Se apreciará, sin embargo, que se capturan típicamente muestras múltiples. Específicamente, se puede recoger una serie de muestras del circuito detector de luz 40 mediante múltiples ciclos de la operación de carga y descarga que se ha descrito más arriba. Las muestras se pueden retener registrando cada tiempo de subida 210 cuando se produce, por ejemplo escribiendo el tiempo de subida en un lugar de almacenamiento (por ejemplo, en RAM 34 o almacenamiento no volátil 30).

Volviendo ahora a la figura 3, se describirá un procedimiento ejemplar para obtener una pluralidad de muestras. El procedimiento es aplicable para obtener cualquier número deseado de muestras. Como se explicará con más detalle a continuación, el número deseado de muestras y otros parámetros de muestreo pueden depender de diversos factores. Generalmente, será deseable minimizar la cantidad de muestras, mientras que al mismo tiempo se proporcione un número de la muestras que proporcione una salida de alta confianza y que sea adecuado para los procedimientos informáticos que se emplean para discernir la intensidad del centelleo. Además, emplear un número apropiado de muestras facilitará en algunos casos el uso de procedimientos y procesos eficientes que reduzcan la complejidad y el tiempo asociados con el procesamiento de las muestras.

La figura 3 muestra una realización ejemplar de un procedimiento para capturar una pluralidad de muestras de tiempo de subida del circuito detector de luz 40. En la descripción de la figura 3, se harán también diversas referencias a componentes y elementos de señal que se muestran en las figuras 1 y 2. En 310, el número de la muestras se pone a cero y las patillas de señales GPIO, GPIO1 y GPIO2 se configuran como salidas que activan un cero lógico. De esta manera, el condensador parásito del fototransistor 42 puede ser descargado como se ilustra en T0 de la figura 2. El temporizador de muestreo, el temporizador de carga y el temporizador de descarga se inicializan a su valor inicial. En una realización ejemplar, los temporizadores se pueden inicializar a cero de manera que los temporizadores se puedan incrementar para mostrar el paso del tiempo. En una realización alternativa, los temporizadores se pueden escribir con un valor deseado asociado con un intervalo de tiempos y los temporizadores pueden disminuir para mostrar el paso del tiempo.

A continuación, en 315, el número de la muestra se compara con un número máximo de muestras. Si el número de la muestra es igual al número máximo de muestras, todas las muestras han sido capturadas y el procesamiento finaliza. Si el número de la muestra es menor que el número máximo de muestras, es necesario capturar más muestras y el procedimiento 300 continúa en 320.

En 320, la GPIO1 se configura como una salida que acciona un lógico uno y la GPIO2 se configura como una entrada. Se puede iniciar el temporizador de carga y el temporizador de muestreo. Los temporizadores se pueden implementar con temporizadores de hardware dedicados o bucles de software, por ejemplo. De esta manera, el circuito detector de luz 40 puede iniciar un estado de carga, tal como en el momento T1 de la figura 2. En 325, se determina si el voltaje en GPIO2 excede a V_{IH} y es un uno lógico. Si la GPIO2 es un uno lógico, el procedimiento 300 continúa en 330. Si el GPIO2 no es un uno lógico, la rutina 300 continúa en 327. En 327, el procedimiento 300 espera antes de continuar a 325. Los pasos 325 y 327 se pueden realizar mediante transmisión secuencial activa en el valor de la GPIO2 o esperando una interrupción asociada con el valor de la GPIO2, por ejemplo.

En 330, el voltaje en la patilla de señal GPIO2 es mayor o igual que V_{IH} y se puede almacenar el valor del temporizador de muestreo. Esto corresponde al momento T2 en la figura 2. El valor del temporizador de muestreo mide el tiempo de subida de la señal GPIO2 de un cero lógico a un uno lógico. El valor del temporizador de muestreo se puede utilizar como una muestra única de la señal de intensidad de la luz ambiental. En 335, se determina si el temporizador de carga es igual al valor final del temporizador de carga. El valor final del temporizador de carga puede ser cero cuando el temporizador disminuye para mostrar el paso del tiempo. En una realización alternativa, el valor final del temporizador de carga puede ser otro valor cuando el temporizador se incrementa para mostrar el paso del tiempo. Los valores del temporizador de carga se seleccionan de manera que el temporizador de carga alcance su valor final cuando ha transcurrido el tiempo de carga 220, correspondiente al momento T3 de la figura 2. Si el temporizador de carga es igual al valor del temporizador de carga final, el procedimiento 300 continúa en 340. Si el temporizador de carga no es igual al valor del temporizador de carga final, el procedimiento 300 continúa en 337. En 337, el procedimiento 300 espera antes de continuar a 335. Los pasos 335 y 337 se pueden realizar mediante transmisión secuencial activa sobre un valor generado por software o un temporizador de hardware, o esperando una interrupción asociada con un temporizador de hardware, por ejemplo.

En 340, las GPIO1 y GPIO 2 se configuran como salidas que activan ceros lógicos. El temporizador de descarga puede ser iniciado. De esta manera, el circuito detector de luz 40 puede iniciar un estado de descarga, tal como en el momento T3 en la figura 2. Durante el estado de descarga, el condensador parásito del fototransistor 42 puede ser descargado. En 345, se determina si el temporizador de descarga es igual al valor final del temporizador de descarga. Los valores del temporizador de descarga se seleccionan de manera que el temporizador de descarga alcance su valor final cuando ha transcurrido el tiempo de descarga 230, correspondiente al momento T4 de la figura 2. Si el temporizador de descarga es igual al valor final del temporizador de descarga, el procedimiento 300 continúa a 350. De lo contrario, el procedimiento 300 continúa en 347 en el que el procedimiento 300 espera antes de continuar en 345.

En 350, el procedimiento 300 prepara los temporizadores para otra iteración del bucle de muestreo. El temporizador de muestreo, el temporizador de carga y los temporizadores de descarga son inicializados a sus valores iniciales. El número de la muestra se incrementa y el procedimiento 300 continúa en 315. De esta manera, se puede capturar una pluralidad de muestras de tiempo de subida del detector de luz 40.

La pluralidad de muestras de tiempo de subida puede ser procesada como se ilustra en el ejemplo de realización de la figura 4 para identificar variaciones de intensidad periódicas. Más en particular, el ejemplo ilustra el procesamiento que se usa para determinar si la luz que incidía sobre el detector era de intensidad variable en una de una pluralidad de frecuencias preseleccionadas. Por ejemplo, se puede analizar el centelleo de luz de una lámpara fluorescente para determinar si la lámpara fluorescente está alimentada por una fuente de energía eléctrica de CA de 50 Hz o una fuente de energía eléctrica de CA de 60 Hz, con una variación de intensidad resultante que se produce a 100 Hz o 120 Hz, respectivamente.

En 410, la muestra es muestreada y capturada, utilizando por ejemplo los sistemas y procedimientos que se han descrito con respecto a las figuras 1 a 3. En una realización, se capturaron N muestras de la señal durante toda la ventana de tiempos antes de que pudiese continuar el procesamiento 415. En una realización alternativa, el muestreo y la captura de la señal pueden ocurrir en paralelo con el procesamiento 415. Se captura al menos una muestra antes de que se pueda iniciar el procesamiento 415 y se capturan N muestras antes de que el procesamiento 415 pueda terminar. Las muestras de la señal son pasadas a los bloques 430, 432, 434 y 436 para un procesamiento adicional.

En 420, 422, 424 y 426, se generan ondas cuadradas para calcular un conjunto de productos escalares. En el presente ejemplo, se emplean dos ondas cuadradas para cada frecuencia discreta de variación de intensidad que se va a detectar. Cada onda cuadrada alterna entre uno y cero a la frecuencia que se va a detectar. En algunas realizaciones, el ciclo de trabajo de las ondas puede ser el 50%, de manera que la onda cuadrada está alta (por ejemplo, uno) durante la mitad del período y baja (por ejemplo, cero) durante la mitad del período. En una realización alternativa, la onda cuadrada puede alternar entre valores positivos y negativos (por ejemplo, uno positivo y uno negativo). Típicamente, las dos ondas cuadradas utilizadas para una frecuencia dada se despliegan con 90 grados de desfase en relación de una con la otra. En algunas realizaciones, un uso de formas de onda desfasadas de este tipo puede permitir la detección de frecuencias en una fase arbitraria, puesto que el centelleo de la fuente y el muestreo en la cámara son generalmente asíncronos.

El presente ejemplo se presenta en el contexto de identificar si las fuentes de luz fluorescente cercanas están alimentadas por una energía eléctrica de CA de 50 Hz o de 60 Hz. Por consiguiente, se emplean cuatro ondas cuadradas, dos a 100 Hz y otras dos a 120 Hz. En particular, en 420, se genera una primera onda cuadrada con una frecuencia de 100 Hz. En 422, se genera una segunda onda cuadrada que tiene la misma frecuencia que la primera, pero con 90 grados de desfase. En 424, se genera una tercera onda cuadrada con una frecuencia de 120 Hz. En 426, se genera una cuarta onda cuadrada con la misma frecuencia que la tercera, pero con 90 grados de desfase. Como se muestra en los bloques 430, 432, 434 y 436, las ondas cuadradas se mezclan con las muestras 410 para generar productos escalares.

Específicamente, en 430, 432, 434 y 436, los productos escalares se calculan mezclando (multiplicando) las muestras individualmente con cada una de las cuatro ondas cuadradas. El valor resultante de las sumas (es decir, los productos escalares S0, S1, S2 y S3) dependerá de la implementación particular de las ondas cuadradas, tal como si la porción baja de la onda cuadrada es negativa, cero o de algún otro valor.

En 440 y 442, se generan sumas intermedias para los productos escalares en cada frecuencia. En particular, en 440, se calcula una salida de producto escalar de 100 Hz, sumando el valor absoluto del producto escalar S0 al valor absoluto del producto escalar S1. En 442, se calcula una salida de producto escalar de 120 Hz sumando el valor absoluto del producto escalar S2 al valor absoluto del producto escalar S3. Las magnitudes relativas de la suma intermedia de 100 Hz y de la suma intermedia de 120 Hz pueden indicar si la fuente de luz subyacente varía en intensidad (centelleo) a 100 Hz o 120 Hz, o a ninguna de las dos. Este análisis se puede realizar, por ejemplo, en el bloque 450.

En particular, en 450, las sumas intermedias se comparan para determinar si la fuente de luz subyacente es de intensidad variable en una de las frecuencias preseleccionadas, es decir, 100 Hz o 120 Hz en el ejemplo actual. Por ejemplo, una suma intermedia relativamente mayor puede indicar que el centelleo está ocurriendo a la frecuencia asociada con esa suma intermedia. Más en particular, dependiendo del número de muestras y la observación experimental, se puede establecerse que siempre que la suma intermedia de 100 Hz sea mayor que la suma intermedia de 120 Hz por un factor de cuatro, entonces la disposición es un entorno de 50 Hz AC. Por el contrario, un entorno de CA de 60 Hz sería inferido cuando la suma intermedia de 120 Hz sea al menos cuatro veces mayor que la suma intermedia de 100 Hz. Si no existía ninguna condición, se podría inferir entonces, por ejemplo, que el entorno luminoso no contenía centelleo apreciable (por ejemplo, no había ninguna fuente de luz fluorescente cercana).

El ejemplo anterior es sólo una posibilidad para la comparación realizada en el bloque 450. Cada suma intermedia se puede comparar con un umbral predeterminado o con un umbral relativo. Como se ha indicado más arriba, los umbrales u otros valores desencadenantes se pueden derivar mediante experimentación. También se pueden emplear procedimientos teóricos.

Un umbral relativo puede mejorar la precisión de detección en ciertas condiciones de iluminación. En ciertos entornos, por ejemplo, los inventores han observado que grandes discrepancias entre las sumas intermedias se correlacionan fuertemente con la presencia de centelleo a una intensidad particular. Específicamente, cuando un dispositivo de grabación está expuesto a un entorno con una luz fluorescente alimentada por CA de 60 Hz, el uso de los presentes procedimientos da como resultado una suma intermedia de 120 Hz que es significativamente mayor que la suma intermedia de 100 Hz. Como se ha mencionado brevemente más arriba, se ha empleado un factor de cuatro en una realización para establecer umbrales relativos como sigue: (1) cuando la suma intermedia de 100 Hz es al menos cuatro veces mayor que la suma intermedia de 120 Hz, se considera que el entorno ambiental incluye centelleo de 100 Hz (p. ej., energía eléctrica de CA de 50 Hz); y (2) cuando la suma intermedia de 120 Hz es al menos cuatro veces mayor que la suma intermedia de 100 Hz, se considera que el entorno ambiental incluye centelleo de 120 Hz (por ejemplo, energía eléctrica de CA de 60 Hz).

Como se apreciará a partir del ejemplo anterior, en algunos casos la comparación en el bloque 450 no será concluyente. Una suma intermedia puede no ser significativamente mayor que la otra. En particular, el dispositivo de grabación de vídeo se puede utilizar al aire libre, o en una habitación en la que la luz natural es mucho más intensa que la producida por la iluminación fluorescente u otra fuente centelleante. En tal caso, la comparación en 450 puede concluir con la determinación de que no hay centelleo apreciable.

Con independencia de la forma particular en la que se alcanzan las determinaciones, la comparación en 450 puede ir seguida por un ajuste apropiado de los tiempos de exposición. Por ejemplo, al determinar en el bloque 450 que la fuente de luz centelleaba a 100 Hz, el momento de exposición se ajustaría en consecuencia en el bloque 460, por ejemplo, ajustando el tiempo de integración del sensor de imagen. Como se ha explicado más arriba, ajustar los tiempos de exposición para tener en cuenta el centelleo conocido puede reducir sustancialmente los artefactos visuales en las imágenes grabadas.

Aunque los ejemplos anteriores se han explicado principalmente en el contexto de centelleo de 100 Hz y 120 Hz, existen muchas otras posibilidades. En lugar de buscar variaciones de intensidad en una de las dos frecuencias preseleccionadas, las variaciones se pueden buscar en una única frecuencia preseleccionada o en tres o más fre-

cuencias. Un ejemplo de búsqueda en una única frecuencia sería buscar la frecuencia de la velocidad de actualización de un monitor de ordenador, con el fin de compensar las variaciones de intensidad de luz aportadas por el monitor de ordenador. Además, la búsqueda de centelleo en múltiples frecuencias diferentes se puede lograr mediante la realización de múltiples iteraciones de una búsqueda de una única frecuencia, pero sucesivamente a diferentes frecuencias. De hecho, los ejemplos anteriores podrían ser realizados alternativamente ejecutando primero una búsqueda de frecuencia única para el centelleo de 100 Hz, y luego ejecutando sucesivamente una búsqueda de centelleo de 120 Hz.

Los procedimientos que se han descrito en las figuras 3 y 4 se pueden implementar en un procesador de señal digital (DSP) u otro dispositivo adecuado. Los DSP normalmente emplean hardware de propósito especial e instrucciones para procesar eficientemente las señales de esta naturaleza. Sin embargo, el hardware de propósito especial y las instrucciones pueden tener un mayor costo y / o una mayor potencia que otros procesadores, tales como el PIC18F2550, por ejemplo. Los procedimientos que se han descrito en las figuras 3 y 4 se refieren a la detección de una o más frecuencias discretas específicas preseleccionadas. Esta tarea típicamente es menos costosa informáticamente que la captura de muestras de una forma de onda y la reconstrucción de la forma de onda del conjunto de muestras. La complejidad también se puede reducir como resultado de la búsqueda de un número limitado de frecuencias, en oposición a emplear un procedimiento dirigido a la detección y análisis completos de múltiples frecuencias. Por lo tanto, los procedimientos que se han descrito en las figuras 3 y 4 pueden tener una ventaja añadida de que se pueden implementar en un procesador económico y / o relativamente simple.

El uso de ondas cuadradas también puede producir diversos beneficios relacionados con la eficiencia. Las ondas cuadradas pueden simplificar los cálculos, en relación con otras formas de onda, lo que puede permitir que las implementaciones de software / firmware realicen tareas utilizando un espacio de código y tiempo de ejecución reducidos. Las ondas cuadradas también pueden ser más sencillas de sintetizar en algunos casos, por ejemplo, en comparación con las ondas senoidales o cosenoidales.

Los detalles particulares de la operación de muestreo pueden afectar la capacidad de detectar centelleo en la luz ambiental. Típicamente, la tasa de muestreo se seleccionará para satisfacer el teorema de muestreo de Nyquist - Shannon, que requiere que el muestreo se produzca a una velocidad mayor que el doble de la frecuencia más alta que se va a detectar. Por consiguiente, los componentes del circuito detector de luz 40 (figura 1) y el procesamiento asociado deben configurarse para muestrear a una velocidad de al menos 240 Hz con el fin de identificar variaciones de intensidad de 120 Hz. Además, el rendimiento de la técnica del producto escalar que se ha descrito más arriba se puede ver afectado por el número de las muestras que se recogen mediante el procedimiento de la figura 3 y que se emplea en 410 (figura 4). En general, será deseable utilizar menos muestras, con el fin de conservar los recursos informáticos y reducir el tiempo de procesamiento. Por otro lado, la muestra debe ser lo suficientemente grande para generar resultados significativos y fiables.

En el contexto del procedimiento de producto escalar que se ha descrito más arriba, se ha determinado que se puede calcular un número deseable de muestras basándose en divisores / factores de las frecuencias de interés previamente seleccionadas. Específicamente, en el caso de dos frecuencias, se identifica un máximo común divisor. Entonces, los factores restantes de las dos frecuencias se multiplican juntos, y ese resultado se multiplica por cuatro. Este procedimiento ejemplar proporciona un número entero de períodos para ambas frecuencias de interés, que pueden evitar potencialmente fugas de espectro y la aparición de frecuencias espurias. El número resultante, denotada a continuación como N, forma una base para un número beneficioso de muestras. Específicamente, si se emplean aproximadamente N muestras (o un múltiplo del mismo), se ha encontrado que los cálculos del producto escalar pueden ser realizados eficientemente y rápidamente, y que los resultados identifican fuerte y exactamente cuando el centelleo se encuentra presente en una de las dos frecuencias. Además, duplicar el número de las muestras de base de muestras en algunos casos puede proporcionar una relación señal / ruido mejorada.

Haciendo referencia de nuevo al contexto específico de un entorno de luz ambiental que podría incluir fuentes de luz fluorescente alimentadas por CA de 50 Hz o 60 Hz, las variaciones de intensidad potencial se producirían a 100 Hz o 120 Hz. Por lo tanto, el procedimiento implicaría procesar las muestras para determinar si la luz incidente variaba en intensidad a 100 Hz o 120 Hz. Utilizando la metodología anterior, el máximo común divisor es 20. El factor restante para 100 Hz es 5 (es decir, 100/20) y el factor restante para 120 Hz es 6 (es decir, 120/20). Los factores restantes se multiplican entonces, y se multiplican adicionalmente por un factor de 4, dando por tanto 120. Así, el número de base deseable de las muestras N es 120.

De manera más general, cuando se intenta identificar variaciones de intensidad que se producen ya sea en una primera frecuencia, f_1 , o en una segunda frecuencia, f_2 , el número base de muestras N se puede calcularse como sigue: Para frecuencias enteras, cada frecuencia puede ser factorizada con un máximo común divisor c (es decir, común a cada frecuencia f_1 y f_2), y un factor de resto. En particular, $f_1 = c * a$, y $f_2 = c * b$, en la que a y b son factores de resto. El número de las muestras se puede calcular como el resto de factores multiplicado por cuatro: número de las muestras = $a * b * 4$. En algunos ajustes, puede ser suficiente usar un múltiplo aproximado de N muestras (por ejemplo, dentro del 10% o 15% de un múltiplo de N muestras) para obtener resultados adecuados.

El multiplicador de cuatro se emplea en ciertos ejemplos puesto que 360 grados dividido por 90 grados es cuatro, lo que se puede simplificar el cálculo de una onda cuadrada que está desfasada 90 grados.

5 Como se ha descrito más arriba en la figura 1, la cámara 100 puede incluir componentes del tipo de sistema informático que pueden realizar uno o más de los procedimientos y procesos que se han descrito más arriba. Por ejemplo, la cámara puede incluir un subsistema lógico y un subsistema de almacenamiento de datos.

10 Cuando está incluido, un subsistema lógico puede incluir uno o más dispositivos físicos configurados para ejecutar una o más instrucciones. Por ejemplo, el subsistema lógico puede estar configurado para ejecutar una o más instrucciones que forman parte de uno o más programas, rutinas, objetos, componentes, estructuras de datos u otras construcciones lógicas. Tales instrucciones pueden ser implementadas para realizar una tarea, implementar un tipo de datos, transformar el estado de uno o más dispositivos, o llegar de otra manera a un resultado deseado. El subsistema lógico puede incluir uno o más procesadores que están configurados para ejecutar instrucciones de software. Adicionalmente o alternativamente, el subsistema lógico puede incluir una o más máquinas lógicas de hardware o firmware configuradas para ejecutar instrucciones de hardware o de firmware. El subsistema lógico puede incluir lógica de entrada y de salida de propósito general para comunicarse con los circuitos de la cámara 100.

15 Cuando se incluye, un subsistema de almacenamiento de datos puede incluir uno o más dispositivos físicos configurados para mantener datos y / o instrucciones ejecutables por el subsistema lógico para implementar los procedimientos y procesos que se han descrito en la presente memoria descriptiva. Cuando se implementan tales procedimientos y procesos, el estado del subsistema de almacenamiento de datos se puede transformar (por ejemplo, para contener datos diferentes). El subsistema de almacenamiento de datos puede incluir medios extraíbles y / o dispositivos incorporados. El subsistema de almacenamiento de datos puede incluir dispositivos de memoria óptica, dispositivos semiconductores de memoria y / o dispositivos de memoria magnética, entre otros. El subsistema de almacenamiento de datos puede incluir dispositivos con una o más de las siguientes características: volátiles, no volátiles, dinámicos, estáticos, de lectura / escritura, de sólo lectura, de acceso aleatorio, de acceso secuencial, direccionable a la localización, direccionable a los archivos y direccionable al contenido. En algunas realizaciones, el subsistema lógico y el subsistema de almacenamiento de datos pueden estar integrados en uno o más dispositivos comunes, tales como un circuito integrado específico de aplicación (ASIC) o un sistema en un chip (SOC).

20 Se debe entender que las configuraciones y / o enfoques que se han descrito en la presente memoria son de naturaleza ejemplar, y que estas realizaciones o ejemplos específicos no se deben considerar en un sentido limitativo, debido a que son posibles numerosas variaciones. Las rutinas o procedimientos específicos que se han descrito en la presente memoria pueden representar una o más de cualquier número de estrategias de procesamiento. De esta manera, varios actos ilustrados se pueden realizar en la secuencia ilustrada, en otras secuencias, en paralelo, o en algunos casos se pueden omitir. Igualmente, se puede modificar el orden de los procesos que se han descrito más arriba.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de detección de centelleo en configuraciones fotográficas, que comprende:
 - 5 obtener una pluralidad de muestras de tiempo de subida de un circuito detector de luz, (40) en el que un valor de cada una de la citada pluralidad de muestras es proporcional a una intensidad de luz a la que está expuesta la cámara; **caracterizado por** generar una pluralidad de salidas de productos escalares (430, 432, 434, 436) multiplicando la pluralidad de muestras por cada una de una pluralidad de señales periódicas (420, 422, 424, 426) que tienen frecuencias seleccionadas de un grupo de frecuencias preseleccionadas; y
 - 10 generar sumas intermedias (440, 442) de los productos escalares a cada frecuencia y comparar las sumas intermedias (450) para determinar si la luz incidente sobre el circuito detector de luz varía en intensidad en una de las frecuencias preseleccionadas, en el que una suma relativa más grande indica que el centelleo está ocurriendo en la frecuencia asociada con esa suma intermedia.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada una de la pluralidad de muestras de tiempo de subida es generada cargando el circuito detector de luz y midiendo un tiempo de subida del circuito detector de luz.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de frecuencias incluye una primera frecuencia y una segunda frecuencia.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la primera frecuencia es de 100 Hz y la segunda frecuencia es de 120 Hz.
5. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la obtención de la pluralidad de muestras de tiempo de subida incluye obtener aproximadamente un múltiplo entero de N muestras, en el que N se deriva usando el máximo común divisor entre la primera frecuencia y la segunda frecuencia.
- 20 6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que N es igual a un producto de cuatro, un primer factor restante y un segundo factor restante, en el que el primer factor restante es la primera frecuencia dividida por el máximo común divisor y en el que el segundo factor restante es la segunda frecuencia dividida por el máximo común divisor.
7. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que procesar la pluralidad de muestras de tiempo de subida incluye generar una primera salida de producto escalar multiplicando la pluralidad de muestras de tiempo de subida por una señal periódica que tiene una frecuencia igual a la primera frecuencia y generar una segunda salida de producto escalar multiplicando la pluralidad de muestras de tiempo de subida por una señal periódica que tiene una frecuencia igual a la segunda frecuencia.
- 30 8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que la señal periódica que tiene una frecuencia igual a la primera frecuencia es una onda cuadrada, y en el que la señal periódica que tiene una frecuencia igual a la segunda frecuencia es una onda cuadrada.
9. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el procesamiento de la pluralidad de muestras de tiempo de subida incluye además comparar la salida del primer producto escalar con la salida del segundo producto escalar para determinar si la luz incidente sobre la cámara varía en intensidad ya sea en la primera frecuencia o en la segunda frecuencia.
- 35 10. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además establecer un tiempo de exposición de la cámara en respuesta a la determinación de si la luz incidente sobre la cámara varía en intensidad en una de la pluralidad de frecuencias preseleccionadas.
- 40 11. Una cámara (100) configurada para detectar centelleo en configuraciones fotográficas, que comprende:
 - un circuito detector de luz (40);
 - un subsistema lógico (32) acoplado operativamente con el circuito detector de luz; y
 - 45 un subsistema (30, 34) de almacenamiento de datos que incluye instrucciones ejecutables por el subsistema lógico para:
 - obtener una pluralidad de muestras de tiempos de subida del circuito detector de luz, en el que un valor de cada una de la citada pluralidad de muestras es proporcional a una intensidad de luz a la que está expuesta la cámara; que además está **caracterizado por** el sistema lógico para:

- generar una pluralidad de salidas de productos escalares (430, 432, 434, 436) multiplicando la pluralidad de muestras por cada una de una pluralidad de señales periódicas (420, 422, 424, 426) que tienen frecuencias seleccionadas de un grupo de frecuencias preseleccionadas; y
- 5 generar sumas intermedias (440, 442) para los productos escalares a cada frecuencia y comparar las sumas intermedias (450)
- para determinar si la luz incidente sobre el circuito detector de luz varía en intensidad en una de las frecuencias preseleccionadas, en el que una suma relativa mayor indica que se produce un centelleo a la frecuencia asociada con esa suma intermedia.
- 10 12. La cámara de la reivindicación 11, en la que cada una de la pluralidad de señales periódicas es una onda cuadrada.
13. La cámara de la reivindicación 11, en la que las instrucciones están configuradas para procesar la pluralidad de salidas de productos escalares para determinar si la luz incidente sobre el circuito detector de luz varía en intensidad en cualquiera de las frecuencias preseleccionadas.
- 15 14. La cámara de la reivindicación 11, en la que las instrucciones están configuradas adicionalmente para establecer un tiempo de exposición de la cámara en respuesta al procesamiento de la salida del producto escalar.

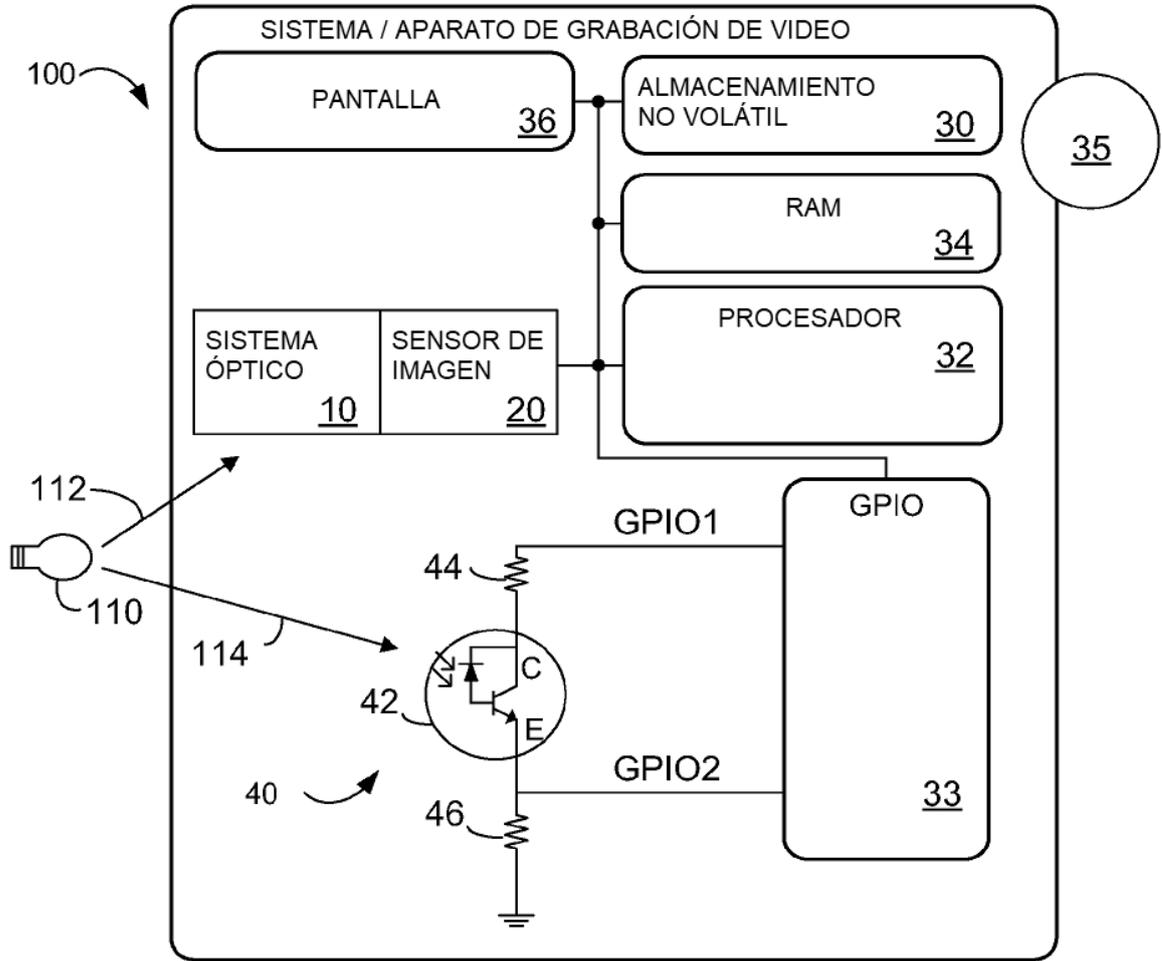


FIG. 1

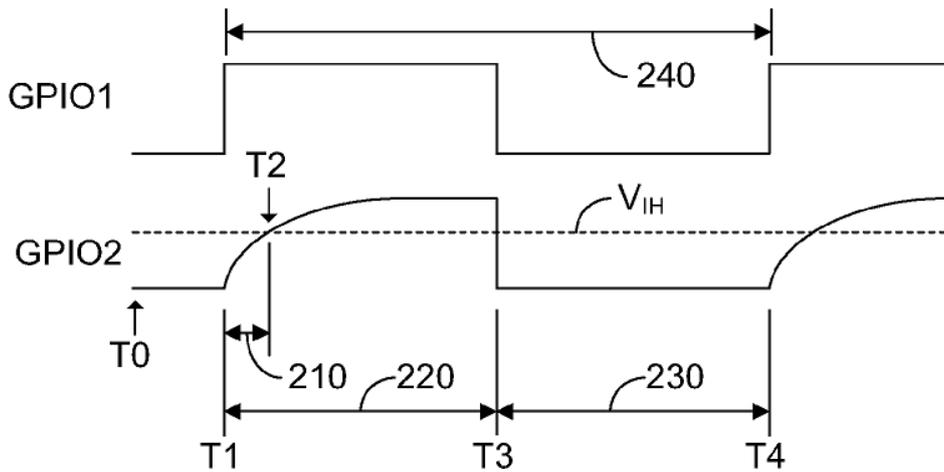


FIG. 2

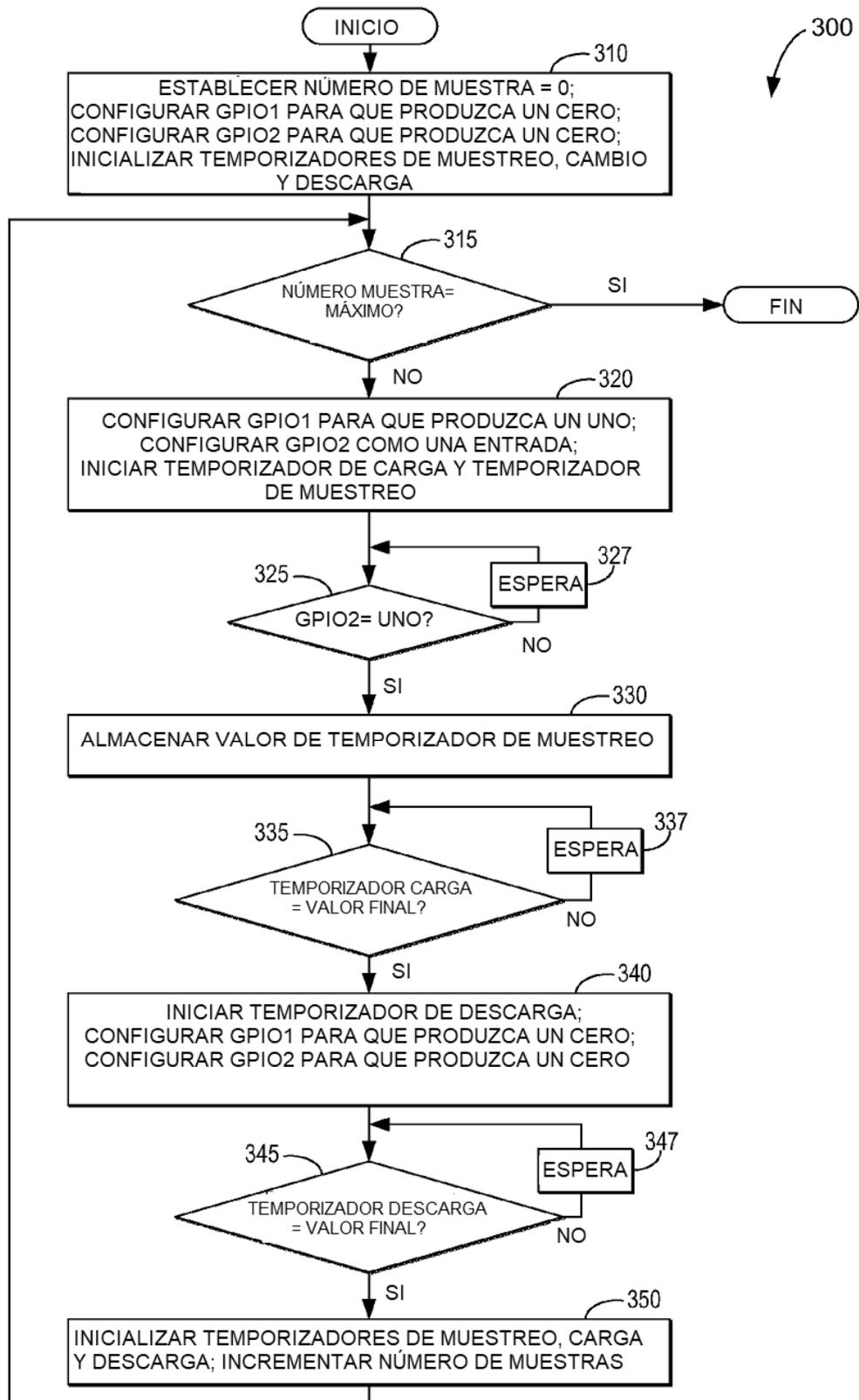


FIG. 3

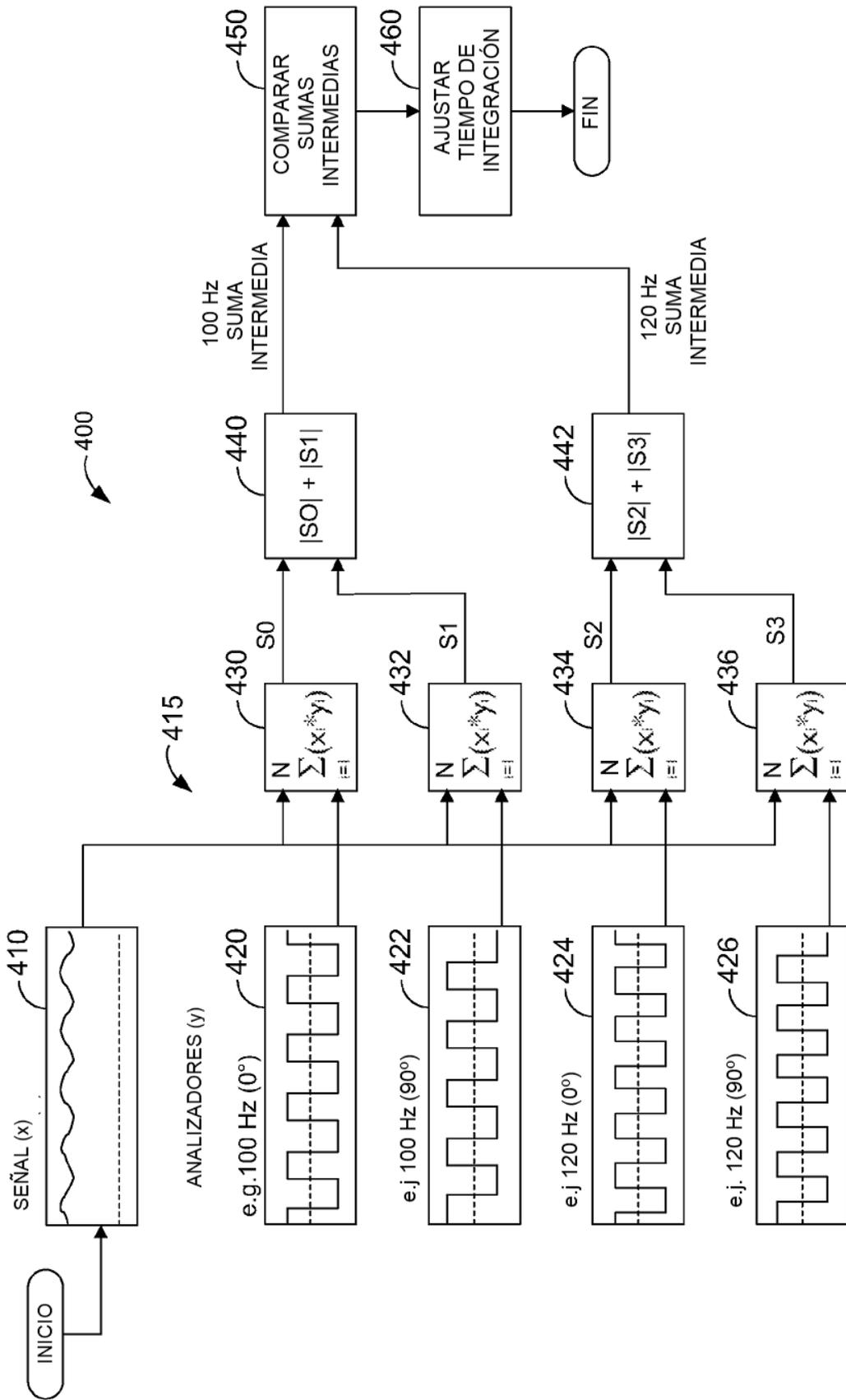


FIG. 4