(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 664 198**

(51) Int. CI.:

H05B 37/02 (2006.01)
H05B 33/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.03.2011 PCT/IB2011/050865**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2011 WO11114250**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2011 E 11714107 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2548413**

(54) Título: **Método y aparato para aumentar el rango de atenuación de dispositivos de iluminación de estado sólido**

(30) Prioridad:

18.03.2010 US 315229 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.04.2018

(73) Titular/es:

PHILIPS LIGHTING HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 45
5656 AE Eindhoven, NL

(72) Inventor/es:

DATTA, MICHAEL;
CAMPBELL, GREGORY y
RABINER, MARK

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

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

Método y aparato para aumentar el rango de atenuación de dispositivos de iluminación de estado sólido

Campo técnico

La presente invención está dirigida en general al control de dispositivos de iluminación de estado sólido. Más particularmente, diversos métodos y aparatos de la invención descritos aquí se relacionan con rangos de atenuación selectivamente crecientes de dispositivos de iluminación de estado sólido que utilizan circuitos de purga.

Antecedentes

Las tecnologías de iluminación de estado sólido o digital, es decir, iluminación con base en fuentes de luz semiconductivas, tales como diodos emisores de luz (LEDs), ofrecen una alternativa viable a las lámparas tradicionales fluorescentes, HID e incandescentes. Las ventajas y beneficios funcionales de los LEDs incluyen conversión de energía elevada y eficiencia óptica, durabilidad, costes operativos más bajos y muchos otros. Los recientes avances en tecnología LED han proporcionado fuentes de iluminación de espectro completo eficientes y robustas que permiten una diversidad de efectos de iluminación en diversas aplicaciones. Algunos de los dispositivos que incorporan estas fuentes presentan un módulo de iluminación, que incluye uno o más LEDs capaces de producir diferentes colores, por ejemplo rojo, verde y azul, así como un procesador para controlar independientemente la salida de los LEDs con el fin de generar una diversidad de colores y efectos de iluminación que cambian de color, por ejemplo, como se analiza en detalle en las patentes de los Estados Unidos números 6,016,038 y 6,211,626. La tecnología LED incluye accesorios de iluminación blancos alimentados por voltaje de línea, tal como la serie ESSENTIALWHITE, disponible en Philips Color Kinetics. Estos dispositivos pueden ser regulables mediante tecnología de atenuación de borde posterior, tal como los atenuadores eléctricos de bajo voltaje (ELV) para voltajes de línea de 120VAC.

Diversas aplicaciones de iluminación hacen uso de atenuadores. Los atenuadores convencionales funcionan bien con lámparas incandescentes (bombilla y halógeno). Sin embargo, existen problemas con otros tipos de lámparas electrónicas, que incluyen las lámparas fluorescentes compactas (CFL), lámparas halógenas de bajo voltaje que utilizan transformadores electrónicos y lámparas de iluminación de estado sólido (SSL), como LEDs y OLEDs. Las lámparas halógenas de bajo voltaje que utilizan transformadores electrónicos, en particular, pueden atenuarse utilizando atenuadores especiales, como atenuadores eléctricos de bajo voltaje (ELV) o atenuadores resistivos capacitivos (RC), que funcionan adecuadamente con cargas que tienen un circuito de corrección del factor de potencia (PFC) en la entrada.

Los atenuadores convencionales típicamente cortan una parte de cada forma de onda de la señal de voltaje principal y pasan el resto de la forma de onda al dispositivo de iluminación. Un atenuador de borde delantero o de fase delantera corta el borde delantero de la forma de onda de la señal de voltaje. Un borde posterior o un atenuador de fase inversa corta el borde de salida de la forma de onda de la señal de voltaje. Las cargas electrónicas, como los controladores de LED, típicamente funcionan mejor con atenuadores de borde posterior.

Los dispositivos de iluminación resistivos incandescentes y otros convencionales responden naturalmente sin error a una onda sinusoidal cortada producida por un atenuador de corte de fase. En contraste, los LED y otras cargas de iluminación de estado sólido pueden incurrir en una serie de problemas cuando se colocan en dichos atenuadores de corte de fase, tales como bajones de caída, falla del triac, problemas de carga mínima, parpadeo de alta gama y grandes pasos en la salida de luz.

Además, la salida de luz mínima por una carga de iluminación de estado sólido cuando el atenuador está en su ajuste más bajo es relativamente alta. Por ejemplo, el ajuste de la salida de luz de un atenuador bajo de un LED puede ser del 15-30 por ciento del ajuste de la salida de luz máxima, lo cual es una salida de luz indeseablemente alta en el ajuste bajo. La salida de luz alta se ve agravada por el hecho de que la respuesta del ojo humano es muy sensible a niveles bajos de luz, haciendo que la salida de luz parezca aún más alta. Además, los atenuadores de corte de fase convencionales pueden tener requisitos de carga mínimos, de manera que la carga de LED no puede simplemente eliminarse del circuito. Por lo tanto, existe la necesidad de reducir la salida de luz mediante una carga de iluminación de estado sólido cuando el atenuador correspondiente se ajusta a un ajuste bajo, a la vez que se cumplen los requisitos mínimos de carga del atenuador de corte de fase.

El documento de los Estados Unidos 2005/0231459 A1 divulga un dispositivo de accionamiento de corriente constante para proporcionar corriente constante a una diversidad de elementos emisores de luz (LEDs). Los LEDs están en serie. En paralelo con cada LED, se proporciona un circuito de purga. El circuito de purga comprende una resistencia y un transistor. El transistor puede controlarse mediante una señal de control. La señal de control puede activar y desactivar el circuito de purga paralelo y, al mismo tiempo, el LED se apaga y enciende respectivamente.

El documento de los Estados Unidos 2009/160369 A1 se cita de acuerdo con R42 EPC.

Resumen

La presente divulgación se dirige a métodos y dispositivos de la invención para reducir la salida de luz mediante una carga de iluminación de estado sólido cuando se define un nivel de fase o nivel de atenuación de un atenuador en ajustes bajos.

En general, en un aspecto, un dispositivo para controlar los niveles de salida de luz mediante una carga de iluminación de estado sólido a bajos niveles de atenuación incluye un circuito de purga conectado en paralelo con la carga de iluminación de estado sólido. El circuito de purga incluye una resistencia y un transistor conectados en serie, el transistor está configurado para encenderse y apagarse de acuerdo con un ciclo de trabajo de una señal de control digital cuando un nivel de atenuación definido por un atenuador es menor que un primer umbral predeterminado, disminuyendo una resistencia efectiva del circuito de purga a medida que disminuye el nivel de atenuación.

En otro aspecto, un dispositivo incluye una carga de LED que tiene una salida de luz que responde a un ángulo de fase de un atenuador, un circuito de detección, un convertidor de potencia de circuito abierto y un circuito de purga. El circuito de detección está configurado para detectar el ángulo de fase del atenuador y emitir una señal de control de modulación por ancho de pulso (PWM) a partir de un puerto de salida PWM, teniendo la señal de control PWM un ciclo de trabajo con base en el ángulo de fase del atenuador detectado. El convertidor de potencia de circuito abierto está configurado para recibir un voltaje rectificado del atenuador y para proporcionar un voltaje de salida correspondiente al voltaje rectificado a la carga de LED. El circuito de purga está conectado en paralelo con la carga de LED, e incluye una resistencia y un transistor que tiene una puerta conectada al puerto de salida PWM para recibir la señal de control PWM. El transistor se enciende y se apaga en respuesta al ciclo de trabajo de la señal de control PWM, donde un porcentaje del ciclo de trabajo aumenta cuando el ángulo de fase del atenuador detectado disminuye por debajo de un umbral de atenuación bajo predeterminado, lo que hace que disminuya la resistencia efectiva del circuito de purga y una corriente de purga a través del circuito de purga aumente a medida que disminuye el ángulo de fase del atenuador detectado.

En aún otro aspecto, se proporciona un método para controlar un nivel de salida de luz mediante una carga de iluminación de estado sólido controlada por un atenuador, estando conectada la carga de iluminación de estado sólido en paralelo con un circuito de purga. El método incluye detectar un ángulo de fase del atenuador; determinar un ciclo de trabajo porcentual de una señal de control digital con base en el ángulo de fase detectado; y controlar un conmutador en el circuito de purga paralelo utilizando la señal de control digital, el conmutador se abre y cierra en respuesta al ciclo de trabajo porcentual de la señal de control digital para ajustar una resistencia del circuito de purga paralela, la resistencia del circuito de purga paralela siendo inversamente proporcional al ciclo de trabajo porcentual de la señal de control digital. La determinación del ciclo de trabajo porcentual incluye determinar que el ciclo de trabajo porcentual es cero por ciento cuando el ángulo de fase detectado está por encima de un umbral de atenuación bajo predeterminado; y calcular el porcentaje del ciclo de trabajo de acuerdo con una función predeterminada cuando el ángulo de fase detectado está por debajo del umbral de atenuación bajo predeterminado. La función predeterminada aumenta el porcentaje del ciclo de trabajo en respuesta a las disminuciones en el ángulo de fase detectado.

Como se usa aquí para los fines de la presente divulgación, debe entenderse que el término "LED" incluye cualquier diodo electroluminiscente u otro tipo de sistema con base en inyección/unión de que es capaz de generar radiación en respuesta a una señal eléctrica. Por lo tanto, el término LED incluye, pero no se limita a, diversas estructuras con base en semiconductores que emiten luz en respuesta a la corriente, polímeros emisores de luz, diodos emisores de luz orgánica (OLEDs), tiras electroluminiscentes y similares. En particular, el término LED se refiere a diodos emisores de luz de todo tipo (que incluyen semiconductivos y diodos orgánicos emisores de luz) que pueden configurarse para generar radiación en uno o más del espectro infrarrojo, espectro ultravioleta y diversas porciones del espectro visible (en general que incluyen longitudes de onda de radiación de aproximadamente 400 nanómetros a aproximadamente 700 nanómetros). Algunos ejemplos de LEDs incluyen, pero no se limitan a, diversos tipos de LEDs infrarrojos, LEDs ultravioleta, LEDs rojos, LEDs azules, LEDs verdes, LEDs amarillos, LEDs ámbar, LEDs naranja y LEDs blancos (se discuten más adelante). También debe apreciarse que los LEDs pueden configurarse y/o controlarse para generar radiación que tiene diversos anchos de banda (por ejemplo, anchos completos a la mitad máxima o FWHM) para un espectro dado (por ejemplo, ancho de banda estrecho, ancho de banda amplio) y una diversidad de longitudes de onda dominantes dentro de una categorización general de colores dada.

Por ejemplo, una implementación de un LED configurado para generar luz esencialmente blanca (por ejemplo, dispositivo de iluminación blanco LED) puede incluir un número de troqueles los cuales emiten respectivamente diferentes espectros de electroluminiscencia que, en combinación, se mezclan para formar esencialmente luz blanca. En otra implementación, un dispositivo de iluminación blanco LED puede estar asociado con un material de fósforo que convierte la electroluminiscencia que tiene un primer espectro en un segundo espectro diferente. En un ejemplo de esta implementación, la electroluminiscencia que tiene una longitud de onda relativamente corta y un espectro de ancho de banda estrecho "bombea" el material de fósforo, el cual a su vez irradia una radiación de longitud de onda más larga que tiene un espectro algo más amplio.

También debe entenderse que el término LED no limita el tipo de paquete físico y/o eléctrico de un LED. Por ejemplo, como se discutió anteriormente, un LED puede referirse a un único dispositivo emisor de luz que tiene múltiples troqueles que están configurados para emitir respectivamente diferentes espectros de radiación (por ejemplo, que pueden o no ser individualmente controlables). Además, un LED puede estar asociado con un fósforo que se considera como una parte integral de LED (por ejemplo, algunos tipos de LED de luz blanca). En general, el término LED puede referirse a LEDs empaquetados, LEDs no empaquetados, LEDs de montaje en superficie, LEDs de chip en placa, LEDs de montaje en paquete T, LEDs de paquete radial, LEDs de paquete de potencia, LEDs que incluyen algún tipo de encierro y/o elemento óptico (por ejemplo, un lente difusor), etcétera.

El término "fuente de luz" debe entenderse que se refiere a una cualquiera o más de una diversidad de fuentes de radiación, que incluyen, pero no se limitan a, fuentes con base en LED (que incluyen uno o más LEDs como se define anteriormente), fuentes incandescentes (por ejemplo, lámparas de filamento, lámparas halógenas), fuentes fluorescentes, fuentes fosforescentes, fuentes de descarga de alta intensidad (por ejemplo, vapor de sodio, vapor de mercurio y lámparas de halogenuros metálicos), láseres, otros tipos de fuentes electroluminiscentes, fuentes piro luminiscentes (por ejemplo, llamas), fuentes luminiscentes de velas (por ejemplo, mantos de gas, fuentes de radiación de arco de carbono), fuentes foto-luminiscentes (por ejemplo, fuentes de descarga gaseosa), fuentes luminiscentes de cátodo que utilizan saturación electrónica, fuentes galvano-luminiscentes, fuentes cristal-luminiscentes, fuentes kine-luminiscentes, fuentes termo-luminiscentes, fuentes tribo-luminiscentes, fuentes sono-luminiscentes, fuentes radio-luminiscentes y polímeros luminiscentes.

Una fuente de luz dada se puede configurar para generar radiación electromagnética dentro del espectro visible, fuera del espectro visible, o una combinación de ambos. Por lo tanto, los términos "luz" y "radiación" se usan indistintamente aquí. Adicionalmente, una fuente de luz puede incluir como componente integral uno o más filtros (por ejemplo, filtros de color), lentes u otros componentes ópticos. Además, debe entenderse que las fuentes de luz pueden configurarse para una diversidad de aplicaciones, que incluyen, pero no se limitan a, indicación, visualización e/o iluminación. Una "fuente de iluminación" es una fuente de luz que está configurada particularmente para generar radiación que tiene una intensidad suficiente para iluminar eficazmente un espacio interior o exterior. En este contexto, "intensidad suficiente" se refiere a la potencia radiante suficiente en el espectro visible generado en el espacio o ambiente (la unidad "lúmenes" se emplea a menudo para representar la salida total de luz de una fuente de luz en todas las direcciones, en términos de potencia de radiación o "flujo luminoso") para proporcionar iluminación ambiental (es decir, luz que puede percibirse indirectamente y que puede ser, por ejemplo, reflejada por una o más de una diversidad de superficies intermedias antes de ser percibida en su totalidad o en parte).

El término "dispositivo de iluminación" se usa aquí para referirse a una implementación o disposición de una o más unidades de iluminación en un factor de forma, ensamblaje o paquete en particular. El término "unidad de iluminación" se usa aquí para referirse a un aparato que incluye una o más fuentes de luz del mismo o diferente tipo. Una unidad de iluminación dada puede tener una cualquiera de una diversidad de disposiciones de montaje para la(s) fuente(s) de luz, disposiciones y configuraciones de encierro/cubierta, y/o configuraciones de conexión eléctrica y mecánica. Adicionalmente, una unidad de iluminación dada opcionalmente puede asociarse (por ejemplo, incluir, acoplarse a y/o empaquetarse con) otros diversos componentes (por ejemplo, circuitos de control) en relación con el funcionamiento de la(s) fuente(s) de luz. Una "unidad de iluminación con base en LED" se refiere a una unidad de iluminación que incluye una o más fuentes de luz con base en LED como se discutió anteriormente, sola o en combinación con otras fuentes de luz que no son con base en LED. Una unidad de iluminación "multicanal" se refiere a una unidad de iluminación con base en LED o no con base en LED que incluye al menos dos fuentes de luz configuradas para generar, respectivamente, diferentes espectros de radiación, en donde cada espectro de fuente diferente puede denominarse como "canal" de la unidad de iluminación multicanal.

El término "controlador" se usa aquí en general para describir diversos aparatos con respecto al funcionamiento de una o más fuentes de luz. Un controlador puede implementarse de numerosas maneras (por ejemplo, tal como con hardware dedicado) para realizar diversas funciones discutidas aquí. Un "procesador" es un ejemplo de un controlador el cual emplea uno o más microprocesadores que pueden programarse usando un software (por ejemplo, un microcódigo) para llevar a cabo diversas funciones discutidas aquí. Un controlador puede implementarse con o sin emplear un procesador, y también puede implementarse como una combinación de hardware dedicado para realizar algunas funciones y un procesador (por ejemplo, uno o más microprocesadores programados y circuitos asociados) para realizar otras funciones. Los ejemplos de componentes de controlador que pueden emplearse en diversas realizaciones de la presente divulgación incluyen, pero no se limitan a, microprocesadores convencionales, microcontroladores, circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASICs) y arreglos de puertas programables en campo (FPGAs).

En diversas implementaciones, un procesador y/o controlador pueden asociarse con uno o más medios de almacenamiento (denominados genéricamente aquí como "memoria", por ejemplo, memoria de ordenador volátil y no volátil tal como memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable (PROM), memoria de solo lectura programable de manera eléctrica (EPROM), memoria de solo lectura borrable de manera eléctrica y programable (EEPROM), unidad de bus en serie universal (USB), disquetes, discos compactos, discos ópticos, cinta magnética, etcétera). En algunas implementaciones, los medios de almacenamiento pueden estar codificados con uno o más programas que, cuando se ejecutan en uno o más

procesadores y/o controladores, realizan al menos algunas de las funciones discutidas aquí. Diversos medios de almacenamiento pueden ser fijados dentro de un procesador o controlador o pueden ser transportados, de manera que uno o más programas almacenados en el mismo pueden cargarse en un procesador o controlador de forma que implementen diversos aspectos de la presente invención discutidos aquí. Los términos "programa" o "programa informático" se usan en este documento en un sentido genérico para referirse a cualquier tipo de código informático (por ejemplo, software o micro código) que pueda emplearse para programar uno o más procesadores o controladores.

En una implementación de red, uno o más dispositivos acoplados a una red pueden servir como un controlador para uno o más de otros dispositivos acoplados a la red (por ejemplo, en una relación maestro/esclavo). En otra implementación, un ambiente de red puede incluir uno o más controladores dedicados que están configurados para controlar uno o más de los dispositivos acoplados a la red. En general, múltiples dispositivos acoplados a la red pueden tener acceso a datos que están presentes en el medio de comunicación o medios; sin embargo, un dispositivo dado puede ser "direccionable" porque está configurado para intercambiar datos selectivamente (es decir, recibir datos de y/o transmitir datos a) la red, con base, por ejemplo, en uno o más identificadores particulares (por ejemplo, "direcciones") asignadas a él.

El término "red" como se usa aquí se refiere a cualquier interconexión de dos o más dispositivos (que incluyen controladores o procesadores) que facilita el transporte de información (por ejemplo, control del dispositivo, almacenamiento de datos, intercambio de datos, etcétera) entre dos o más dispositivos y/o entre múltiples dispositivos acoplados a la red. Como se debe apreciar fácilmente, diversas implementaciones de redes adecuadas para interconectar múltiples dispositivos pueden incluir cualquiera de una diversidad de topologías de red y emplear cualquiera de una diversidad de protocolos de comunicación. Adicionalmente, en diversas redes de acuerdo con la presente divulgación, cualquier conexión entre dos dispositivos puede representar una conexión dedicada entre los dos sistemas, o alternativamente una conexión no dedicada. Además de llevar información prevista a los dos dispositivos, dicha conexión no dedicada puede transportar información no necesariamente prevista a cualquiera de los dos dispositivos (por ejemplo, una conexión de red abierta). Además, debería apreciarse fácilmente que diversas redes de dispositivos como se describen aquí pueden emplear uno o más enlaces inalámbricos, cableados/de cable y/o de fibra óptica para facilitar el transporte de información a través de la red.

Debe apreciarse que todas las combinaciones de los conceptos anteriores y los conceptos adicionales discutidos con mayor detalle a continuación (siempre que dichos conceptos no sean mutuamente inconsistentes) se contemplan como parte del contenido de la invención divulgada aquí. En particular, todas las combinaciones de la materia reivindicada que aparece al final de esta divulgación se contemplan como parte de la materia de la invención divulgada aquí. También debería apreciarse que la terminología empleada explícitamente aquí que también puede aparecer en cualquier divulgación incorporada por referencia, debería tener un significado más consecuente con los conceptos particulares descritos aquí.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos, los caracteres de referencia similares en general hacen referencia a partes iguales o similares en todas las diferentes vistas. Además, los dibujos no son necesariamente a escala, en general, se hace énfasis en ilustrar los principios de la invención.

La Figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un sistema de iluminación regulable, que incluye un dispositivo de iluminación de estado sólido y un circuito de purga, de acuerdo con una realización representativa.

La Figura 2 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de control de atenuación, que incluye un dispositivo de iluminación de estado sólido y un circuito de purga, de acuerdo con una realización representativa.

La Figura 3 es un gráfico que muestra la resistencia efectiva de un circuito de purga con respecto al ángulo de fase del atenuador, de acuerdo con una realización representativa.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un proceso de establecer un ciclo de trabajo para controlar la resistencia efectiva de un circuito de purga, de acuerdo con una realización representativa.

Las Figuras 5A-5C muestran formas de onda de muestra y pulsos digitales correspondientes de un atenuador, de acuerdo con una realización representativa.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un proceso de detección del ángulo de fase de un atenuador, de acuerdo con una realización representativa.

Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada, para efectos de explicación y no de limitación, se exponen realizaciones representativas que describen detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de las presentes

enseñanzas. Sin embargo, será evidente para un experto en la técnica que ha tenido el beneficio de la presente divulgación que otras realizaciones de acuerdo con las presentes enseñanzas que se apartan de los detalles específicos divulgados en este documento, permanecen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, las descripciones de aparatos y métodos bien conocidos pueden omitirse con el fin de no oscurecer la descripción de las realizaciones representativas. Dichos métodos y aparatos están claramente dentro del alcance de las presentes enseñanzas.

Los solicitantes han reconocido y apreciado que sería beneficioso proporcionar un aparato y un método para reducir el nivel de luz de salida mínima que se puede lograr de otro modo mediante un transformador electrónico con una carga de iluminación de estado sólido conectada a un atenuador de corte de fase, particularmente a la vez que se cumplen con los requisitos mínimos de carga del atenuador de corte de fase.

La Figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un sistema de iluminación regulable, que incluye un dispositivo de iluminación de estado sólido y un circuito de purga, de acuerdo con una realización representativa.

Con referencia a La Figura 1, en algunas realizaciones, el sistema 100 de iluminación regulable incluye el atenuador 104 y el circuito 105 de rectificación, que proporcionan un voltaje rectificado Urect (atenuado) a partir de la red 101 de voltaje. El atenuador 104 es un atenuador de fase, por ejemplo, que proporciona atenuación mediante corte bordes de ataque (atenuador de borde de ataque) o bordes posteriores (atenuador de borde posterior) de formas de onda de señal de voltaje a partir de la red 101 de voltaje mediante el funcionamiento de su control deslizante. La red 101 de voltaje puede proporcionar diferentes voltajes de línea de AC no rectificados, como 100VAC, 120VAC, 230VAC y 277VAC, de acuerdo con diversas implementaciones.

El sistema 100 de iluminación regulable incluye además un detector 110 de ángulo de fase de atenuador, un convertidor 120 de potencia, una carga 130 de iluminación de estado sólido y un circuito 140 de purga. En general, el convertidor 120 de potencia recibe el voltaje rectificado Urect a partir del circuito 105 de rectificación, y emite un voltaje DC correspondiente para alimentar la carga 130 de iluminación de estado sólido. La función para convertir entre el voltaje rectificado Urect y el voltaje DC depende de diversos factores, que incluyen el voltaje en la red 101 de voltaje, propiedades del convertidor 120 de potencia, el tipo y la configuración de la carga 130 de iluminación de estado sólido, y otros requisitos de aplicación y diseño de diversas implementaciones, como sería evidente para un experto ordinario en la técnica. Dado que el convertidor 120 de potencia recibe el voltaje rectificado Urect siguiendo la acción de atenuación del atenuador 104, la salida del voltaje DC por el convertidor 120 de potencia refleja el ángulo de fase del atenuador (es decir, el nivel de atenuación) aplicado por el atenuador 104.

El circuito 140 de purga está conectado en paralelo con la carga 130 de iluminación de estado sólido y el convertidor 120 de potencia, e incluye la resistencia 141 y el conmutador 145 conectados en serie. La resistencia efectiva del circuito 140 de purga por lo tanto se puede controlar a través del funcionamiento del conmutador 145, por ejemplo, mediante el detector 110 de ángulo de fase del atenuador, como se discute a continuación. A su vez, la resistencia efectiva del circuito 140 de purga afecta directamente la cantidad de corriente I_B de purga que fluye a través del circuito 140 de purga y simultáneamente la cantidad de corriente I_L de carga que fluye a través de la carga 130 de iluminación en estado sólido paralela, controlando así la cantidad de luz emitida por la carga 130 de iluminación de estado sólido.

El detector 110 de ángulo de fase del atenuador detecta el ángulo de fase del atenuador en función del voltaje rectificado Urect, y emite una señal de control digital a través de la línea 149 de control al circuito 140 de purga para controlar el funcionamiento del conmutador 145. La señal de control digital puede ser por ejemplo, una señal de modulación de código de pulso (PCM). En una realización, un nivel elevado (por ejemplo, "1" digital) de la señal de control digital activa o cierra el conmutador 145 y un nivel bajo (por ejemplo, "0" digital) de la señal de control digital desactiva o abre el conmutador 145. Además, la señal de control digital puede alternar entre niveles altos y bajos de acuerdo con un ciclo de trabajo, determinado por el detector 110 de ángulo de fase de atenuación con base en el ángulo de fase detectado. El ciclo de trabajo varía de 100 por ciento (por ejemplo, continuamente en el nivel elevado) a cero por ciento (por ejemplo, continuamente en el nivel bajo), e incluye cualquier porcentaje en el medio para ajustar apropiadamente la resistencia efectiva del circuito 140 de purga para controlar el nivel de luz emitido por la carga 130 de iluminación en estado sólido. Un ciclo de trabajo porcentual del 70 por ciento, por ejemplo, indica que una onda cuadrada de la señal de control digital está en el nivel alto durante el 70 por ciento del período de una onda y en el nivel bajo para el 30 por ciento del período de la onda.

Por ejemplo, cuando el detector 110 de ángulo de fase del atenuador acciona el conmutador 145 para permanecer en la posición abierta (ciclo de trabajo del cero por ciento), la resistencia efectiva del circuito 140 de purga es infinito (circuito abierto), de forma que la corriente I_B de purga es cero y la corriente I_L de carga no se ve afectada por la corriente I_B de purga. Esta operación puede aplicarse en respuesta a altos niveles de atenuación (por ejemplo, por encima de un primer umbral de atenuación baja, que se discute más adelante), de manera que la corriente I_L solo responde a la salida del convertidor 120 de potencia. Cuando el detector 110 de ángulo de fase del atenuador acciona el conmutador 145 para permanecer en la posición cerrada (ciclo de trabajo del 100 por ciento), la resistencia efectiva del circuito 140 de purga es igual a la resistencia relativamente baja del resistor 141, de forma que la corriente I_B de purga está en su nivel más alto posible y la corriente I_L de carga está en su nivel más bajo

posible (por ejemplo, acercándose a cero), a la vez que mantiene los requisitos de carga mínima, si existe alguno. Esta operación se puede aplicar en respuesta a niveles de atenuación extremadamente bajos (por ejemplo, por debajo de un segundo umbral de atenuación baja, que se discute más adelante), de modo que la corriente I_L sea lo suficientemente baja para que salga poca o ninguna luz de la carga 130 de iluminación de estado sólido. Cuando el detector 110 de ángulo de fase del atenuador acciona el conmutador 145 para abrirse y cerrarse alternativamente, la resistencia efectiva del circuito 140 de purga se encuentra entre la baja resistencia del resistor 141 y el infinito, dependiendo del porcentaje de ciclo de trabajo. Por lo tanto, la corriente I_B de purga y la corriente I_L de carga cambian de forma complementaria entre sí a los bajos niveles de atenuación (por ejemplo, entre el primer umbral de atenuación baja y el segundo umbral de atenuación baja). En consecuencia, la salida de luz por la carga 130 de iluminación de estado sólido también continúa disminuyendo, incluso a bajos niveles de atenuación, lo cual de otro modo no tendría ningún efecto sobre la salida de luz por los sistemas convencionales.

La Figura 2 es un diagrama de circuito que muestra un sistema de control de atenuación, que incluye un dispositivo de iluminación de estado sólido y un circuito de purga, de acuerdo con una realización representativa. Los componentes generales de la Figura 2 son similares a los de la Figura 1, aunque se proporcionan más detalles con respecto a diversos componentes, de acuerdo con una configuración ilustrativa. Por supuesto, pueden implementarse otras configuraciones sin apartarse del alcance de las presentes enseñanzas.

Con referencia a la Figura 2, en algunas realizaciones, el sistema 200 de control de atenuación incluye el circuito 205 de rectificación, el circuito 210 de detección del ángulo de fase del atenuador (caja punteada), el convertidor 220 de potencia, la carga 230 de LED y el circuito 240 de purga (caja punteada). Como se discutió anteriormente con respecto al circuito 105 de rectificación, el circuito 205 de rectificación está conectado a un atenuador (no se muestra), indicado por las entradas atenuadas y neutras oscuras para recibir voltaje (atenuado) no rectificado de la red de voltaje (no se muestra). En la configuración representada, el circuito 205 de rectificación incluye cuatro diodos D201-D204 conectados entre el nodo N2 de voltaje rectificado y el voltaje de tierra. El nodo N2 de voltaje rectificado recibe el voltaje rectificado (atenuado) Urect, y se conecta a tierra a través del condensador C215 de filtrado de entrada conectado en paralelo con el circuito 205 de rectificación.

El convertidor 220 de potencia recibe el voltaje rectificado Urect en el nodo N2 de voltaje rectificado, y convierte el voltaje rectificado Urect a un voltaje continuo correspondiente para alimentar la carga 230 de LED. El convertidor 220 de potencia puede funcionar en un modo de circuito abierto o de alimentación hacia adelante, por ejemplo, como se describe por Lys en la Patente de Estados Unidos número 7,256,554. En diversas realizaciones, el convertidor 220 de potencia puede ser un L6562, disponible de ST Microelectronics, por ejemplo, aunque pueden incluirse otros tipos de convertidores de potencia u otros transformadores y/o procesadores electrónicos sin apartarse del alcance de las presentes enseñanzas.

La carga 230 de LED incluye una cadena de LEDs conectados en serie, indicados por LEDs 231 y 232 representativos, entre una salida del convertidor 220 de potencia y tierra. La cantidad de corriente I_L de carga a través de la carga 230 de LED en ángulos de fase del atenuador de bajos se determina por el nivel de resistencia y la correspondiente corriente I_B de purga del circuito 240 de purga. El nivel de resistencia del circuito 240 de purga se controla mediante el circuito de detección del ángulo de fase del atenuador con base en el ángulo de fase detectado (nivel de atenuación) del atenuador, como se analiza a continuación.

En la realización que se representa, el circuito 240 de purga incluye el transistor 245, el cual es una implementación ilustrativa del conmutador 145 en la Figura 1, y la resistencia R241. El transistor 245 puede ser por ejemplo, un transistor de efecto de campo (FET), tal como un transistor de efecto de campo semiconductivo de óxido metálico (MOSFET) o un transistor de efecto de campo de arseniuro de galio (GaAsFET). Por supuesto, pueden implementarse diversos otros tipos de transistores y/o conmutadores sin apartarse del alcance de las presentes enseñanzas. Suponiendo, a efectos de ilustración, que el transistor 245 es un MOSFET, por ejemplo, el transistor 245 incluye un drenaje conectado a la resistencia R241, una fuente conectada a tierra y una puerta conectada a una salida 219 PWM del microcontrolador 215 en el circuito 210 de detección del ángulo de fase del atenuador a través de la línea 249 de control. De acuerdo con esto, el transistor 245 recibe una señal de control PWM del circuito 210 de detección del ángulo de fase del atenuador, y se enciende y se apaga en respuesta al ciclo de trabajo correspondiente, controlando así la resistencia efectiva del circuito 240 de purga, como se discutió anteriormente con respecto al funcionamiento del conmutador 145.

La resistencia R241 del circuito 240 de purga tiene una resistencia fija, cuyo valor debe equilibrarse entre maximizar la cantidad de corriente I_L de carga desviada de la carga 130 de LED y proporcionar suficiente carga para cumplir con los requisitos mínimos del atenuador de corte de fase, si hay alguno. Esto es, el valor de la resistencia R241 es suficientemente pequeño para que cuando el ciclo de trabajo del transistor 245 sea 100 por ciento (por ejemplo, el transistor 245 se mantenga completamente "encendido"), la cantidad máxima de corriente I_L de carga se desvíe de la carga 130 de LED, minimizando la salida de luz, a la vez que aún es lo suficientemente grande como para cumplir con los requisitos mínimos de carga. Por ejemplo, la resistencia R241 puede tener un valor de aproximadamente 1000 ohmios, aunque el valor de resistencia puede variar para proporcionar beneficios únicos para cualquier situación particular o para cumplir los requisitos de diseño específicos de la aplicación de diversas implementaciones, como sería evidente para un experto en la técnica.

El detector 210 de ángulo de fase del atenuador detecta el ángulo de fase del atenuador con base en el voltaje rectificado Urect, que se discute a continuación, y emite la señal de control PWM a través del circuito 249 de control al circuito 240 de purga para controlar el funcionamiento del transistor 245. Más particularmente, en la realización representativa que se representa, el circuito 210 de detección del ángulo de fase del atenuador incluye el microcontrolador 215, el cual usa formas de onda del voltaje rectificado Urect para determinar el ángulo de fase del atenuador y emite la señal de control PWM a través de la salida 219 PWM, que se discute en detalle a continuación. Por ejemplo, un nivel elevado (por ejemplo, "1" digital) de la señal de control PWM enciende el transistor 245 y un nivel bajo (por ejemplo, "0" digital) de la señal de control PWM apaga el transistor 245. Por lo tanto, cuando la señal de control PWM es continuamente elevada (100 por ciento del ciclo de trabajo), el transistor 245 se mantiene "encendido" cuando la señal de control PWM es continuamente baja (cero por ciento del ciclo de trabajo), el transistor 245 se mantiene "apagado", y cuando la señal de control PWM modula entre alta y baja, el transistor 245 cambia entre "encendido" y "apagado" a una velocidad correspondiente al ciclo de trabajo de la señal de control PWM.

La Figura 3 es un gráfico que muestra la resistencia efectiva de un circuito de purga con respecto al ángulo de fase del atenuador, de acuerdo con una realización representativa.

Con referencia a la Figura 3, el eje vertical representa la resistencia efectiva del circuito de purga (por ejemplo, circuito 240 de purga) de cero a infinito, y el eje horizontal representa el ángulo de fase del atenuador (por ejemplo, detectado por el circuito 210 de detección del ángulo de fase del atenuador), aumentando a partir de un nivel de atenuador bajo o mínimo.

Cuando el circuito 210 de detección del ángulo de fase del atenuador determina que el ángulo de fase del atenuador está por encima de un primer umbral de atenuación baja predeterminado, indicado por el primer ángulo θ_1 de fase, el ciclo de trabajo de la señal de control PWM se define en cero por ciento. En respuesta, el transistor 245 se apaga, lo que es su estado no conductivo, haciendo que la resistencia efectiva de la trayectoria 240 de purga sea infinita. En otras palabras, la corriente I_B de purga se vuelve cero, y no se desvía corriente I_L de carga de la carga 230 de LED. En diversas realizaciones, el primer ángulo θ_1 de fase es el ángulo de fase del atenuador al que se reduciría más el nivel de atenuación en el atenuador de otro modo no reduciría la salida de luz mediante la carga 230 de LED, que puede ser por ejemplo, de aproximadamente el 15-30 por ciento del ajuste máximo de salida de luz.

Cuando el circuito 210 de detección de ángulo de fase del atenuador determina que el ángulo de fase del atenuador está por debajo del primer ángulo θ_1 de fase, comienza la modulación de ancho de pulso del transistor 245 ajustando el porcentaje de ciclo de trabajo de la señal de control PWM a partir de cero por ciento, con el fin de disminuir la resistencia efectiva del circuito 240 de purga conectado en paralelo con la carga 230 de LED y el convertidor 220 de potencia. Como se discutió anteriormente, una porción creciente de la corriente I_L de carga se desvía de la carga 230 de LED y se entrega como corriente I_B de purga al circuito 240 de purga, en respuesta a la resistencia efectiva del circuito 240 de purga que se reduce. En diversas realizaciones donde el convertidor 220 de potencia está funcionando en bucle abierto, solo el atenuador de corte de fase modula la potencia entregada a la salida del convertidor 220 de potencia a través del circuito 205 de rectificación. Por lo tanto, al conectar el circuito 240 de purga a la salida no cambia la cantidad total de potencia en la salida, pero en lugar de ello la divide de manera efectiva entre la carga 230 de LED y el circuito 240 de purga de acuerdo con el ciclo de trabajo porcentual de la señal de PWM. Debido a que la potencia (y la corriente) se dividen en dos trayectorias, la carga 230 de LED recibe menos energía y por lo tanto produce un nivel de luz más bajo.

Cuando el circuito 210 de detección de ángulo de fase del atenuador determina que el ángulo de fase del atenuador se ha reducido por debajo de un segundo umbral predeterminado de atenuación bajo, indicado por el segundo ángulo θ_2 de fase, el ciclo de trabajo de la señal de control PWM se define al 100 por ciento. En respuesta, el transistor 245 se enciende, lo cual es su estado completamente conductivo, haciendo que la resistencia efectiva de la trayectoria 240 de purga sea esencialmente igual a la resistencia de la resistencia R241 (más cantidades insignificantes de resistencia de línea y resistencia del transistor 245). En otras palabras, la corriente I_B de purga se convierte en el valor máximo, dado que una cantidad máxima de corriente I_L de carga se desvía de la carga 230 de LED.

En diversas realizaciones, el segundo ángulo θ_2 de fase es el ángulo de fase del atenuador al cual una reducción adicional de la resistencia de la trayectoria 240 de purga haría que la carga caiga por debajo de los requisitos mínimos de carga del atenuador. De acuerdo con esto, la resistencia efectiva del circuito 240 de purga es constante (por ejemplo, la resistencia de la resistencia R241) por debajo del segundo ángulo θ_2 de fase. Por lo tanto, la trayectoria 240 de purga consume corriente incluso en ángulos de fase del atenuador muy bajos, donde la corriente se suministra a una "carga ficticia" en lugar de a los LEDs 231 y 232. Por supuesto, cuanto menor es el valor de R241, más se acerca la corriente I_L de carga a través de la carga 230 de LED a cero, ya que el transistor 245 se deja conduciendo en respuesta al ciclo de trabajo del 100 por ciento. El valor de R141 se puede seleccionar para equilibrar la pérdida de eficacia con el rendimiento deseado del nivel de luz de baja potencia de la carga 230 de LED.

Obsérvese que la curva representativa en la Figura 3 muestra una modulación de ancho de pulso lineal de 100 por ciento a cero por ciento, indicado por una rampa lineal. Sin embargo, se puede incorporar una rampa no lineal, sin apartarse del alcance de las presentes enseñanzas. Por ejemplo, en diversas realizaciones, puede ser necesaria una función no lineal de la señal de control PWM para crear una sensación lineal de la salida de luz mediante la carga 230 de LED correspondiente al funcionamiento del control deslizante del atenuador.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un proceso de definir un ciclo de trabajo para controlar la resistencia efectiva de un circuito de purga, de acuerdo con una realización representativa. El proceso que se muestra en la Figura 4 se puede implementar, por ejemplo, mediante el microcontrolador 215, aunque se pueden usar otros tipos de procesadores y controladores sin apartarse del alcance de las presentes enseñanzas.

En el bloque S421, el ángulo θ de fase del atenuador se determina mediante el circuito 210 de detección del ángulo de fase del atenuador. En el bloque S422, se determina si el ángulo de fase del atenuador detectado es mayor o igual que el primer ángulo θ_1 de fase, el cual corresponde al primer umbral predeterminado de atenuación baja. Cuando el ángulo de fase del atenuador detectado es mayor que o igual al primer ángulo θ_1 de fase (bloque S422: Si), el ciclo de trabajo de la señal de control PWM se define en cero por ciento en el bloque S423, lo cual apaga el transistor 245. Esto elimina efectivamente el circuito 240 de purga y permite el funcionamiento normal de la carga 230 de LED en respuesta al atenuador.

Cuando el ángulo de fase del atenuador detectado no es mayor que o igual al primer ángulo θ_1 de fase (bloque S422: No), el porcentaje del ciclo de trabajo de la señal de control PWM se determina en el bloque S424. Puede calcularse el ciclo de trabajo porcentual, por ejemplo, de acuerdo con una función predeterminada del ángulo de fase del atenuador detectado, por ejemplo, implementado como un algoritmo de software y/o firmware ejecutado por el microcontrolador 215. La función predeterminada puede ser una función lineal que proporciona ciclos de trabajo de porcentaje linealmente crecientes que corresponden a niveles de atenuación decrecientes. Alternativamente, la función predeterminada puede ser una función no lineal que proporciona ciclos de trabajo porcentuales que no aumentan linealmente y que corresponden a niveles decrecientes de atenuación. El ciclo de trabajo de la señal de control PWM se define al porcentaje determinado en el bloque S425. El proceso puede volver al bloque S421 para determinar nuevamente el ángulo θ de fase del atenuador.

En una realización, la función predeterminada da como resultado que el porcentaje del ciclo de trabajo se defina al 100 por ciento en el segundo ángulo θ_2 de fase, lo cual corresponde al segundo umbral predeterminado de atenuación baja. Sin embargo, en diversas realizaciones alternativas, se puede realizar una determinación separada después del bloque S422 con respecto a si el ángulo de fase del atenuador detectado es menor o igual que el segundo ángulo θ_2 de fase. Cuando el ángulo de fase del atenuador detectado es menor o igual que el segundo ángulo θ_2 de fase, el ciclo de trabajo de la señal de control PWM se define al 100 por ciento, sin tener que realizar ningún cálculo (por ejemplo, en el bloque S424) relacionando el ciclo de trabajo porcentual y ángulo de fase del atenuador detectado.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 2, en la realización representativa representada, el circuito 210 de detección del ángulo de fase del atenuador incluye el microcontrolador 215, que utiliza formas de onda del voltaje rectificado para determinar el ángulo de fase del atenuador. El microcontrolador 215 incluye un pin 218 de entrada digital conectado entre un diodo D211 superior y un diodo D212 inferior. El diodo D211 superior tiene un ánodo conectado al pin 218 de entrada digital y un cátodo conectado a la fuente Vcc de voltaje, y el diodo 112 inferior tiene un ánodo conectado a tierra y un cátodo conectado al pin 218 de entrada digital. El microcontrolador 215 también incluye una salida digital, como la salida 219 PWM.

En diversas realizaciones, el microcontrolador 215 puede ser un PIC12F683, disponible de Microchip Technology, Inc., por ejemplo, aunque se pueden incluir otros tipos de microcontroladores u otros procesadores sin apartarse del alcance de las presentes enseñanzas. Por ejemplo, la funcionalidad del microcontrolador 215 puede implementarse por uno o más procesadores y/o controladores, y la memoria correspondiente, la cual puede programarse usando software o firmware para realizar las diversas funciones, o puede implementarse como una combinación de hardware dedicado para realizar algunas funciones y un procesador (por ejemplo, uno o más microprocesadores programados y circuitos asociados) para realizar otras funciones. Los ejemplos de componentes controladores que se pueden emplear en diversas realizaciones incluyen, pero no se limitan a, microprocesadores, microcontroladores, ASICs y FPGAs convencionales, como se discutió anteriormente.

El circuito 210 de detección de ángulo de fase del atenuador incluye además diversos componentes electrónicos pasivos, tales como un primer y un segundo condensadores C213 y C214, y las primera y segunda resistencias R211 y R212. El primer condensador C213 está conectado entre el pin 218 de entrada digital del microcontrolador 215 y un nodo N1 de detección. El segundo condensador C214 está conectado entre el nodo N1 de detección y tierra. Las primera y segunda resistencias R211 y R212 están conectadas en serie entre el nodo N2 de voltaje rectificado y el nodo N1 de detección. En la realización que se representa, por ejemplo, el primer condensador C213 puede tener un valor de aproximadamente 560 pF y el segundo condensador C214 puede tener un valor de aproximadamente 10pF. Además, por ejemplo, la primera resistencia R211 puede tener un valor de aproximadamente 1 megaohmio y la segunda resistencia R212 puede tener un valor de aproximadamente 1

megaohmio. Sin embargo, los valores respectivos de los primer y segundo condensadores C213 y C214, y las primera y segunda resistencias R211 y R212 pueden variar para proporcionar beneficios únicos para cualquier situación particular o para cumplir requisitos de diseño específicos de la aplicación de diversas implementaciones, como sería evidente para un experto en la técnica.

El voltaje rectificado Urect (atenuado) está acoplado por AC al pin 218 de entrada digital del microcontrolador 215. El primer resistor R211 y el segundo resistor R212 limitan la corriente en el pin 218 de entrada digital. Cuando una señal forma de onda del voltaje rectificado Urect se eleva, el primer condensador C213 se carga en el borde ascendente a través de las primera y segunda resistencias R211 y R212. El diodo D211 superior dentro del microcontrolador 215 fija el pin 218 de entrada digital, por ejemplo, una caída de diodo por encima de Vcc. En el borde descendente de la forma de onda de la señal del voltaje rectificado Urect, el primer condensador C213 se descarga y el pin 218 de entrada digital se fija a una caída de diodo por debajo de tierra mediante el diodo D212 inferior. De acuerdo con esto, el pulso digital de nivel lógico resultante en el pin 218 de entrada digital del microcontrolador 215 sigue de cerca el movimiento del voltaje rectificado Urect cortado, ejemplos de los cuales se muestran en las Figuras 5A-5C.

Más particularmente, las Figuras 5A-5C muestran formas de onda de muestra y pulsos digitales correspondientes en el pin 218 de entrada digital, de acuerdo con las realizaciones representativas. Las formas de onda superiores en cada figura representan el voltaje rectificado Urect, donde la cantidad de voltaje rectificado Urect cortado refleja el nivel de atenuación. Por ejemplo, las formas de onda pueden representar una porción de una onda sinusoidal rectificada, máxima de 170 V (o 340V para Estados Unidos) que aparece a la salida del atenuador. Las formas de onda cuadradas inferiores representan los pulsos digitales correspondientes vistos en el pin 218 de entrada digital del microcontrolador 215. Notablemente, la longitud de cada pulso digital corresponde a una forma de onda cortada, y por lo tanto es igual a la cantidad de tiempo que el conmutador interno del atenuador está "encendido". Al recibir los pulsos digitales a través del pin 218 de entrada digital, el microcontrolador 215 puede determinar el nivel al que se ha ajustado el atenuador.

La Figura 5A muestra formas de onda de muestra de voltaje rectificado Urect y pulsos digitales correspondientes cuando el atenuador está en su ajuste más alto, indicado por la posición superior del control deslizante de atenuación que se muestra junto a las formas de onda. La Figura 5B muestra formas de onda de muestra de voltaje rectificado Urect y pulsos digitales correspondientes cuando el atenuador está en un ajuste medio, indicado por la posición media del control deslizante de atenuación que se muestra junto a las formas de onda. La Figura 5C muestra formas de onda de muestra de voltaje rectificado Urect y pulsos digitales correspondientes cuando el atenuador está en su ajuste más bajo, indicado por la posición inferior del control deslizante de atenuación que se muestra junto a las formas de onda.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un proceso de detección del ángulo de fase del atenuador de un atenuador, de acuerdo con una realización representativa. El proceso puede implementarse mediante firmware y/o software ejecutado por ejemplo, por el microcontrolador 215 que se muestra en la Figura 2, o más en general por el detector 110 de ángulo de fase de atenuación que se muestra en la Figura 1.

En el bloque S621 de la Figura 6, se detecta un borde ascendente de un pulso digital de una señal de entrada (por ejemplo, indicado por los bordes ascendentes de las formas de onda inferiores en las figuras 5A-5C), y por ejemplo, el muestreo en el pin 218 de entrada digital del microcontrolador 215, comienza en el bloque S622. En la realización representada, la señal se muestrea digitalmente durante un tiempo predeterminado igual a justo por debajo de un medio ciclo de red. Cada vez que se muestrea la señal, se determina en el bloque S623 si la muestra tiene un nivel elevado (por ejemplo, "1" digital) o un nivel bajo (por ejemplo, "0" digital). En la realización que se representa, se realiza una comparación en el bloque S623 para determinar si la muestra es "1" digital. Cuando la muestra es "1" digital (bloque S623: Si), se aumenta un contador en el bloque S624, y cuando la muestra no es "1" digital (bloque S623: No), se inserta un pequeño retraso en el bloque S625. El retraso se inserta de modo que el número de ciclos de reloj (por ejemplo, del microcontrolador 215) sea igual independientemente de si la muestra se determina como "1" digital o "0" digital.

En el bloque S626, se determina si se ha muestreado todo el semiciclo de la red. Cuando el semiciclo de red no está completo (bloque S626: No), el proceso vuelve al bloque S622 para volver a muestrear la señal en el pin 218 de entrada digital. Cuando se completa el semiciclo de red (bloque S626: Si), el muestreo se detiene y el valor del contador (acumulado en el bloque S624) se identifica como el ángulo de fase del atenuador real o el nivel de atenuación, el cual se almacena, por ejemplo, en una memoria, ejemplos de los cuales se analizan anteriormente. El contador se restablece a cero, y el microcontrolador 215 espera a que el siguiente borde ascendente comience a muestrear nuevamente.

Por ejemplo, se puede suponer que el microcontrolador 215 toma 255 muestras durante un semiciclo de red. Cuando el nivel del atenuador se define en la parte superior de su rango (por ejemplo, como se muestra en la Figura 5A), el contador aumentará hasta aproximadamente 255 en el bloque S624 de la Figura 6. Cuando el nivel de atenuador se define en la parte inferior de su rango (por ejemplo, como se muestra en la Figura 5C), el contador aumentará a solo aproximadamente 10 o 20 en el bloque S624. Cuando el nivel del atenuador se define en algún

lugar en el medio de su rango (por ejemplo, como se muestra en la Figura 5B), el contador aumentará a aproximadamente 128 en el bloque S624. El valor del contador proporciona así un valor cuantitativo para que el microcontrolador 215 tenga una indicación precisa del nivel al que se ha ajustado el atenuador o el ángulo de fase del atenuador. En diversas realizaciones, puede calcularse el ángulo de fase del atenuador, por ejemplo, mediante el microcontrolador 215, usando una función predeterminada del valor del contador, donde la función puede variar para proporcionar beneficios únicos para cualquier situación particular o para cumplir requisitos de diseño específicos de la aplicación de diversas implementaciones, como sería evidente para un experto en la técnica.

De acuerdo con esto, el ángulo de fase del atenuador se puede detectar electrónicamente, usando componentes pasivos mínimos y una estructura de entrada digital de un microcontrolador (u otro procesador o circuito de procesamiento). En una realización, la detección de ángulo de fase se logra utilizando un circuito de acoplamiento AC, una estructura de entrada digital sujeta con diodo de microcontrolador y un algoritmo (por ejemplo, implementado por firmware, software y/o hardware) ejecutado para determinar el nivel de ajuste de atenuador. Adicionalmente, la condición del atenuador puede medirse con un recuento mínimo de componentes y aprovechando la estructura de entrada digital de un microcontrolador.

Además, el sistema de control de atenuación, que incluye el circuito de detección del ángulo de fase del atenuador y el circuito de purga, y el/los algoritmo(s) asociado(s) se pueden usar en diversas situaciones en las que se desea controlar la atenuación a ángulos de fase del atenuador bajos de un atenuador de corte de fase, en el cual la atenuación se detendría por el contrario en los sistemas convencionales. El sistema de control de atenuación aumenta el rango de atenuación y puede usarse con un transformador electrónico con una carga de LED que está conectada a un atenuador de corte de fase, especialmente en situaciones donde por ejemplo, se requiere un nivel de atenuación de menos del cinco por ciento del máximo de salida de luz.

El sistema de control de atenuación, de acuerdo con diversas realizaciones, puede implementarse en diversos productos de iluminación disponibles de Philips Color Kinetics (Burlington, MA), que incluyen eW Blast PowerCore, eW Burst PowerCore, eW Cove MX PowerCore y eW PAR 38, y similares. Además, se puede usar como un bloque de construcción de mejoras "inteligentes" en diversos productos para hacerlos más amigables.

En diversas realizaciones, la funcionalidad del detector 110 de ángulo de fase del atenuador, el circuito 210 de detección de ángulo de fase del atenuado o el microprocesador 215 puede implementarse por uno o más circuitos de procesamiento, construidos con cualquier combinación de hardware, firmware o arquitecturas de software, y puede incluir su propia memoria (por ejemplo, memoria no volátil) para almacenar código ejecutable de software/firmware que le permite realizar las diversas funciones. Por ejemplo, la funcionalidad respectiva puede implementarse utilizando ASICs, FPGAs y similares.

También, en diversas realizaciones, el punto de funcionamiento del convertidor 220 de potencia no se cambia, por ejemplo, por el microcontrolador 215, con el fin de afectar el nivel de salida de luz por la carga 230 de LED. Como resultado, el nivel mínimo de la luz de salida cambia debido a la potencia y desvío de corriente hacia el circuito 240 de purga, y no debido a una disminución en la cantidad de potencia manejada por el convertidor 220 de potencia. Esto es útil debido a que cualquier requerimiento de carga mínima del atenuador de corte de fase puede no cumplirse si la potencia manejada por el convertidor 220 de potencia llega a ser demasiado baja. En diversas realizaciones, la conmutación en una trayectoria de purga puede combinarse con la reducción del punto de funcionamiento del convertidor 220 de potencia, sin apartarse del alcance de las presentes enseñanzas.

Los artículos indefinidos "un" y "una", tal como se usan aquí en la especificación y en las reivindicaciones, a menos que se indique claramente lo contrario, deben entenderse como "al menos uno".

La frase "y/o", como se usa aquí en la especificación y en las reivindicaciones, debe entenderse como "uno o ambos" de los elementos unidos de esta manera, es decir, elementos que están conjuntivamente presentes en algunos casos y disyuntivamente presentes en otros casos. Los elementos múltiples enumerados con "y/o" deben interpretarse de la misma manera, es decir, "uno o más" de los elementos que se unen. Otros elementos pueden estar presentes opcionalmente que no sean los elementos específicamente identificados por la cláusula "y/o", ya sea que estén relacionados o no con los elementos identificados específicamente. Por lo tanto, como ejemplo no limitativo, una referencia a "A y/o B", cuando se usa junto con un lenguaje abierto tal como "que comprende" puede referirse, en una realización, a A solamente (que incluye opcionalmente elementos distintos de B); en otra realización, solo a B (que incluye opcionalmente elementos distintos de A); en aún otra realización, tanto para A como para B (que incluye opcionalmente otros elementos); etcétera.

Como se usa aquí en la especificación y en las reivindicaciones, la frase "al menos uno", en referencia a una lista de uno o más elementos, debe entenderse que significa al menos un elemento seleccionado de uno o más de los elementos en la lista de elementos, pero que no incluyen necesariamente al menos uno de cada uno de los elementos enumerados específicamente en la lista de elementos y sin excluir ninguna combinación de elementos en la lista de elementos. Esta definición también permite que los elementos puedan estar presentes opcionalmente distintos de los elementos identificados específicamente dentro de la lista de elementos a los que se refiere la frase "al menos uno", ya sea relacionados o no con los elementos identificados específicamente.

Los números de referencia, si los hay, se proporcionan en las reivindicaciones simplemente por conveniencia y no deben interpretarse como limitantes de ninguna manera.

En las reivindicaciones, así como en la especificación anterior, todas las frases de transición tales como "que comprende", "que incluye", "portar", "tener", "contener", "implicar", "mantener", "compuesto de," y similares deben entenderse como abiertos, es decir, para incluir, pero sin limitarse a. Solo las frases de transición "que consisten de" y "que consisten esencialmente de" serán frases de transición cerradas o semicerradas, respectivamente.

REIVINDICACIONES

1 Un dispositivo para controlar los niveles de salida de luz mediante una carga (130, 230) de iluminación de estado sólido a bajos niveles de atenuación, comprendiendo el dispositivo un atenuador de corte de fase de voltaje de AC y un circuito (140, 240) de purga,

- el circuito (140, 240) de purga está conectado en paralelo con la carga (130, 230) de iluminación de estado sólido;

- el circuito (140, 240) de purga comprende una resistencia (141, 241) y un transistor (145, 245) conectados en serie; y

el transistor (145, 245) está configurado para encenderse y apagarse de acuerdo con una señal de control digital;

caracterizado porque

- un circuito (110, 210) de detección configurado para detectar el nivel de atenuación definido por el atenuador de corte de fase de voltaje AC, definir un ciclo de trabajo de la señal de control digital en función del nivel de atenuación detectado y emitir la señal de control digital en el ciclo de trabajo al transistor (145, 245), en donde el ciclo de trabajo se define en 0% cuando el nivel de atenuación detectado está por encima de un primer umbral de atenuación predeterminado, el ciclo de trabajo se define en 100% cuando el nivel de atenuación detectado está por debajo de un segundo umbral de atenuación predeterminado y el ciclo de trabajo se define en un valor entre 0% y 100% cuando el nivel de atenuación detectado está por debajo del primer umbral de atenuación predeterminado y por encima del segundo umbral de atenuación predeterminado; y

- el circuito (140, 240) de purga tiene una resistencia efectiva menor a un ciclo de trabajo más alto que a un ciclo de trabajo inferior de la señal de control digital.

2 El dispositivo de la reivindicación 1, en donde la resistencia efectiva del circuito (140, 240) de purga es infinita, cuando el nivel de atenuación definido por el atenuador es mayor que el primer umbral de atenuación predeterminado.

3 El dispositivo de la reivindicación 2, en donde la resistencia efectiva del circuito (140, 240) de purga es sustancialmente igual a la resistencia de una resistencia (R141, R241) en el circuito de purga, cuando el nivel de atenuación definido por el atenuador es menor que el segundo umbral predeterminado, cuyo segundo umbral predeterminado, es menor que el primer umbral predeterminado.

4 El dispositivo de la reivindicación 3, en donde el dispositivo está configurado de manera que el transistor (145, 245) se cierra constantemente cuando el ciclo de trabajo de la señal de control de atenuación digital es del 100 por ciento.

5 El dispositivo de la reivindicación 3, en donde el circuito (140, 240) de purga está configurado de tal manera que, cuando el ciclo de trabajo de la señal de control digital es un porcentaje calculado entre cero por ciento y 100 por ciento, representa el nivel de atenuación definido por el atenuador, la resistencia efectiva del circuito (140, 240) de purga es menor a un nivel de atenuación más bajo.

6 El dispositivo de la reivindicación 5, en donde el transistor (145, 245) está configurado para recibir una señal de control de atenuación digital con un porcentaje calculado, cuyo porcentaje se calcula de acuerdo con una función predeterminada, cuya función se basa al menos en parte en el nivel de atenuación definido por el atenuador.

7 El dispositivo de la reivindicación 6, en donde la función predeterminada es una función lineal que proporciona porcentajes calculados crecientes correspondientes a la disminución de los niveles de atenuación.

8 El dispositivo de la reivindicación 6, en donde la función predeterminada es una función no lineal que proporciona porcentajes calculados crecientes correspondientes a la disminución de los niveles de atenuación.

9 El dispositivo de la reivindicación 1, en donde el circuito (110, 210) de detección comprende:

un microcontrolador (215) que comprende una entrada digital y al menos un diodo que sujeta la entrada digital a una fuente de voltaje; un primer condensador (C213) conectado entre la entrada (D211, D212) digital del microcontrolador y un nodo (N1) de detección;
un segundo condensador (C214) conectado entre el nodo (N1) de detección y tierra; y
al menos una resistencia (R211, R212) conectada entre el nodo (N1) de detección y un nodo (N2) de voltaje rectificado que recibe un voltaje rectificado del atenuador.

10 El dispositivo de la reivindicación 9, en donde el microcontrolador (215) ejecuta un algoritmo que comprende impulsos digitales de muestreo recibidos en la entrada digital correspondientes a formas de onda del voltaje

rectificado en el nodo de voltaje rectificado, y determinar longitudes de los impulsos digitales muestreados para identificar el nivel de atenuación del atenuador.

11 El dispositivo de la reivindicación 10, el microcontrolador (215) comprende además una salida de modulación por ancho de pulso (PWM) para emitir la señal de control digital.

12 El dispositivo de la reivindicación 11, en donde el transistor (245) comprende un transistor de efecto de campo (FET) que tiene una puerta conectada a la salida PWM del microcontrolador para recibir la señal de control digital.

13 El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende además:

un convertidor (120, 220) de potencia de bucle abierto configurado para recibir un voltaje rectificado del atenuador y para proporcionar un voltaje de salida correspondiente al voltaje rectificado a la carga de iluminación de estado sólido.

14 El dispositivo de la reivindicación 1, en donde el circuito (110, 210) de detección está configurado para detectar el nivel de atenuación y emitir una señal de control de modulación de ancho de pulso (PWM) a partir de un puerto de salida PWM, teniendo la señal de control PWM el ciclo de trabajo determinado con base en el nivel de atenuación detectado;

el dispositivo comprende además un convertidor (120, 220) de potencia de bucle abierto configurado para recibir un voltaje rectificado del atenuador y para proporcionar un voltaje de salida correspondiente al voltaje rectificado a la carga (130, 230) de iluminación de estado sólido; y

en donde el transistor (145, 245) comprende una puerta conectada al puerto de salida PWM para recibir la señal de control PWM, el transistor (145, 245) se enciende y se apaga en respuesta al ciclo de trabajo de la señal de control PWM, en donde el ciclo de trabajo aumenta a medida que el nivel de atenuación detectado disminuye por debajo de un umbral de atenuación bajo predeterminado, provocando que disminuya la resistencia efectiva del circuito de purga y aumente la corriente de purga a través del circuito de purga a medida que disminuye el nivel de atenuación detectado.

15 Un método para controlar un nivel de salida de luz mediante una carga (130, 230) de iluminación de estado sólido controlada por un atenuador de corte de fase de voltaje AC, estando la carga (130, 230) de iluminación de estado sólido conectada en paralelo con un circuito (140, 240) de purga, comprendiendo el método:

detectar un nivel de atenuación del atenuador; determinar un ciclo de trabajo de una señal de control digital en función del nivel de atenuación; y

controlar un conmutador (145, 245) en el circuito de purga paralelo usando la señal de control digital, el conmutador (145, 245) abriéndose y cerrándose en respuesta al ciclo de trabajo de la señal de control digital para ajustar una resistencia del circuito (140, 240) de purga paralelo, la resistencia del circuito de purga paralelo es una resistencia efectiva inferior a un ciclo de trabajo más elevado que a un ciclo de trabajo inferior de la señal de control digital, en donde la determinación del ciclo de trabajo comprende:

determinar que el ciclo de trabajo es cero por ciento cuando el nivel de atenuación detectado está por encima de un primer umbral de atenuación predeterminado;

determinar que el ciclo de trabajo es cien por ciento cuando el nivel de atenuación detectado está por debajo de un segundo umbral de atenuación predeterminado y

calcular el ciclo de trabajo de acuerdo con una función predeterminada cuando el nivel de atenuación detectado está por debajo del primer umbral de atenuación predeterminado y por encima del segundo umbral de atenuación predeterminado, la función predeterminada aumenta el ciclo de trabajo en respuesta a disminuciones en el nivel de atenuación detectado.

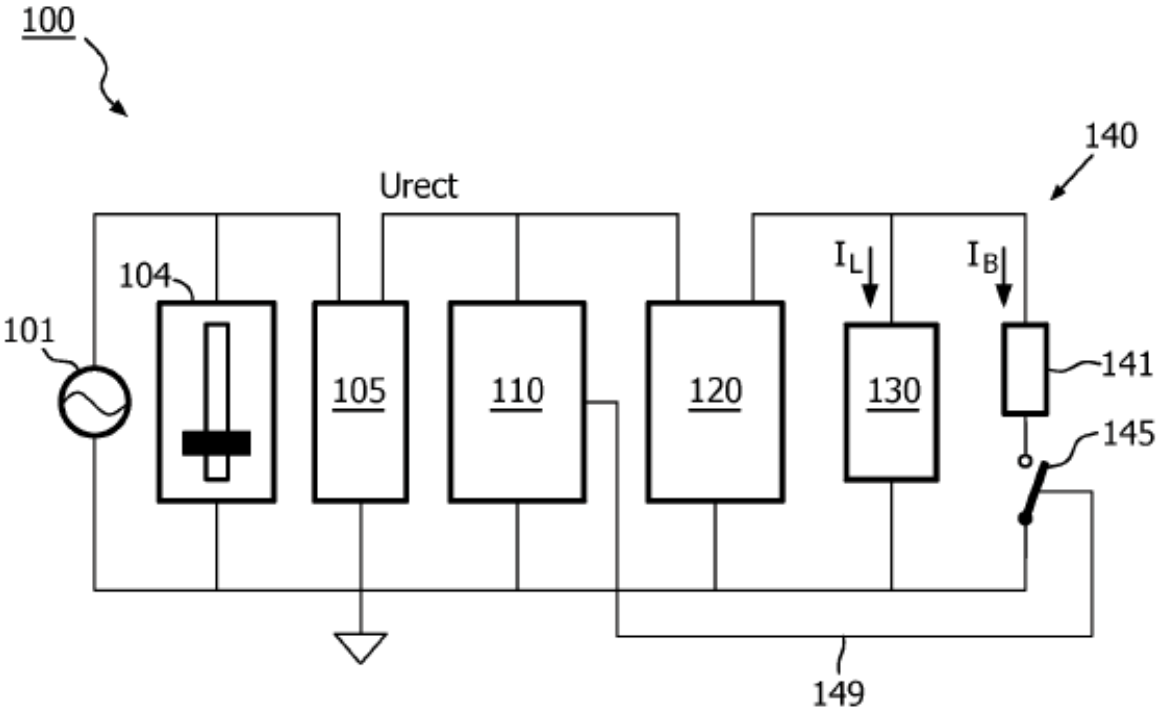
100
140
Urect
104
101
105
110
120
130
I_L
I_B
141
145
149

FIG. 1

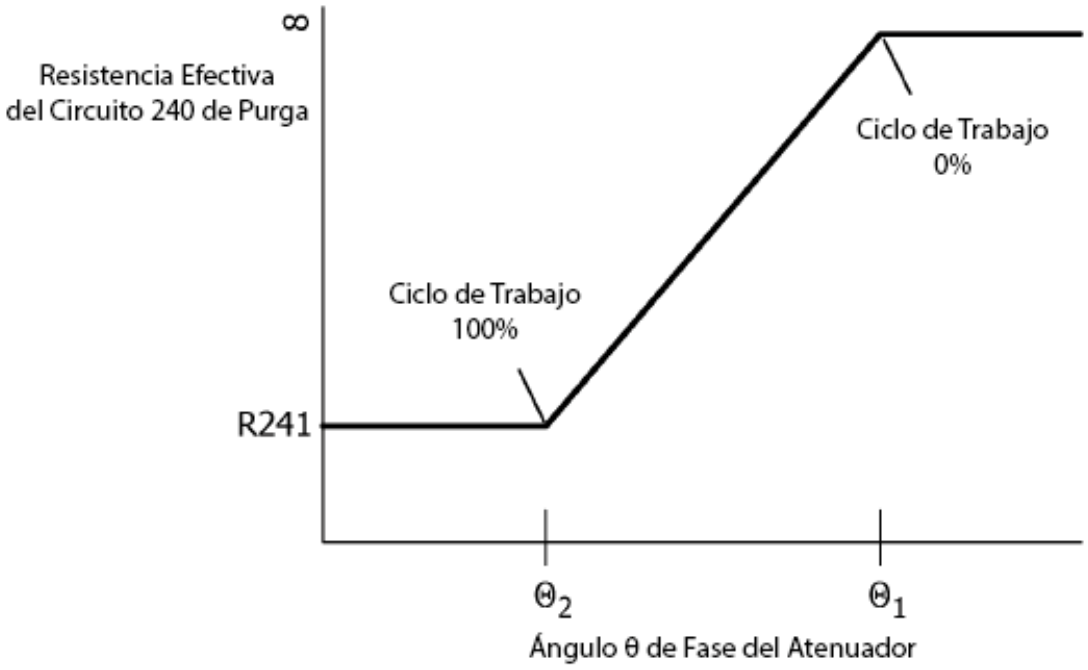
∞
Resistencia Efectiva
del Circuito 240 de Purga
Ciclo de Trabajo
0%
Ciclo de Trabajo
100%
R241
Θ_2
Θ_1
Ángulo θ de Fase del Atenuador

FIG. 3

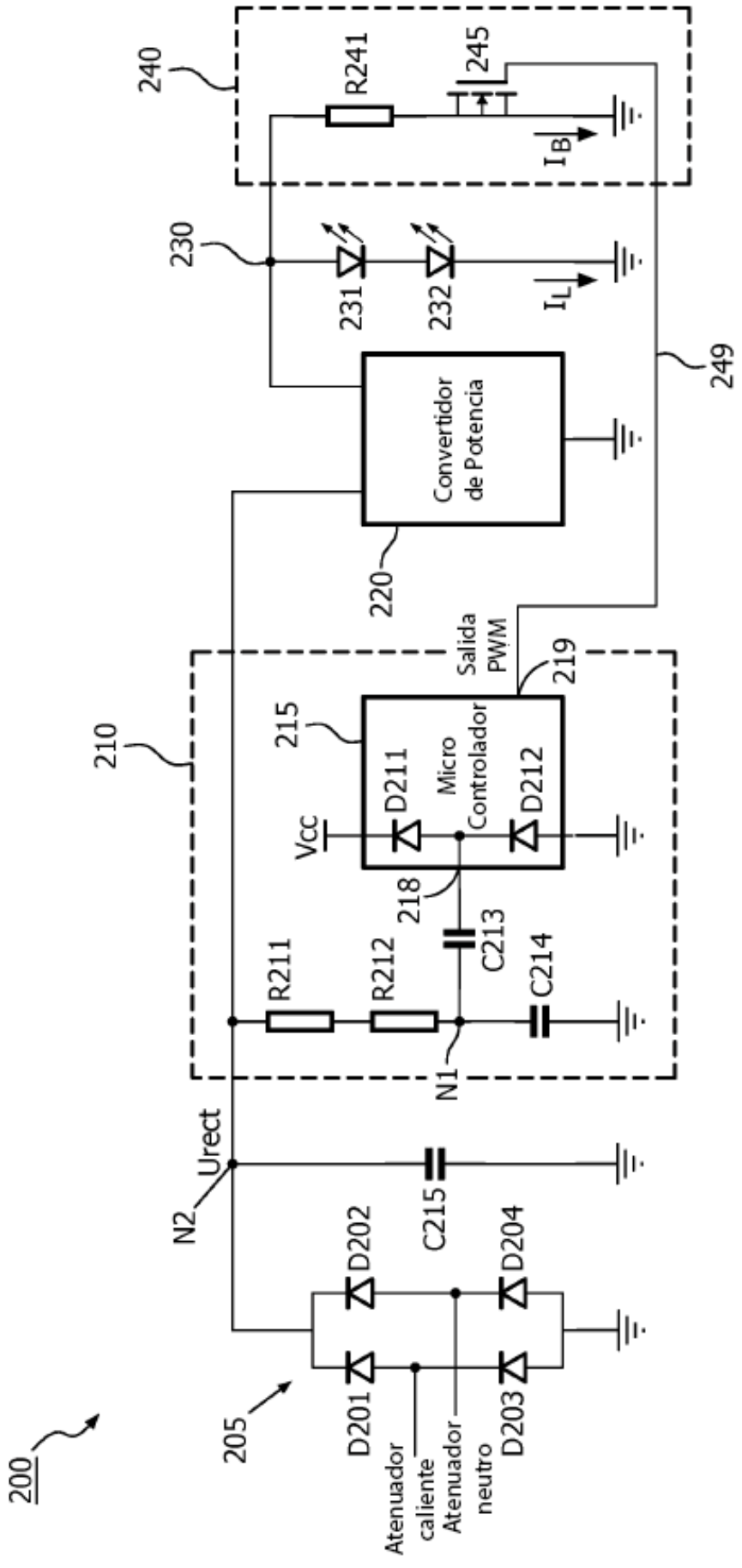
200
205
D201
D202
D203
D204
Atenuador caliente
Atenuador neutro
C215
Urect
N2
210
R211
R212
C213
C214
N1
218
215
Vcc
D211
Micro Controlador
D212
Salida PWM
219
220
Convertidor de Potencia
249
230
231
232
I_L
240
R241
245
I_B

FIG. 2

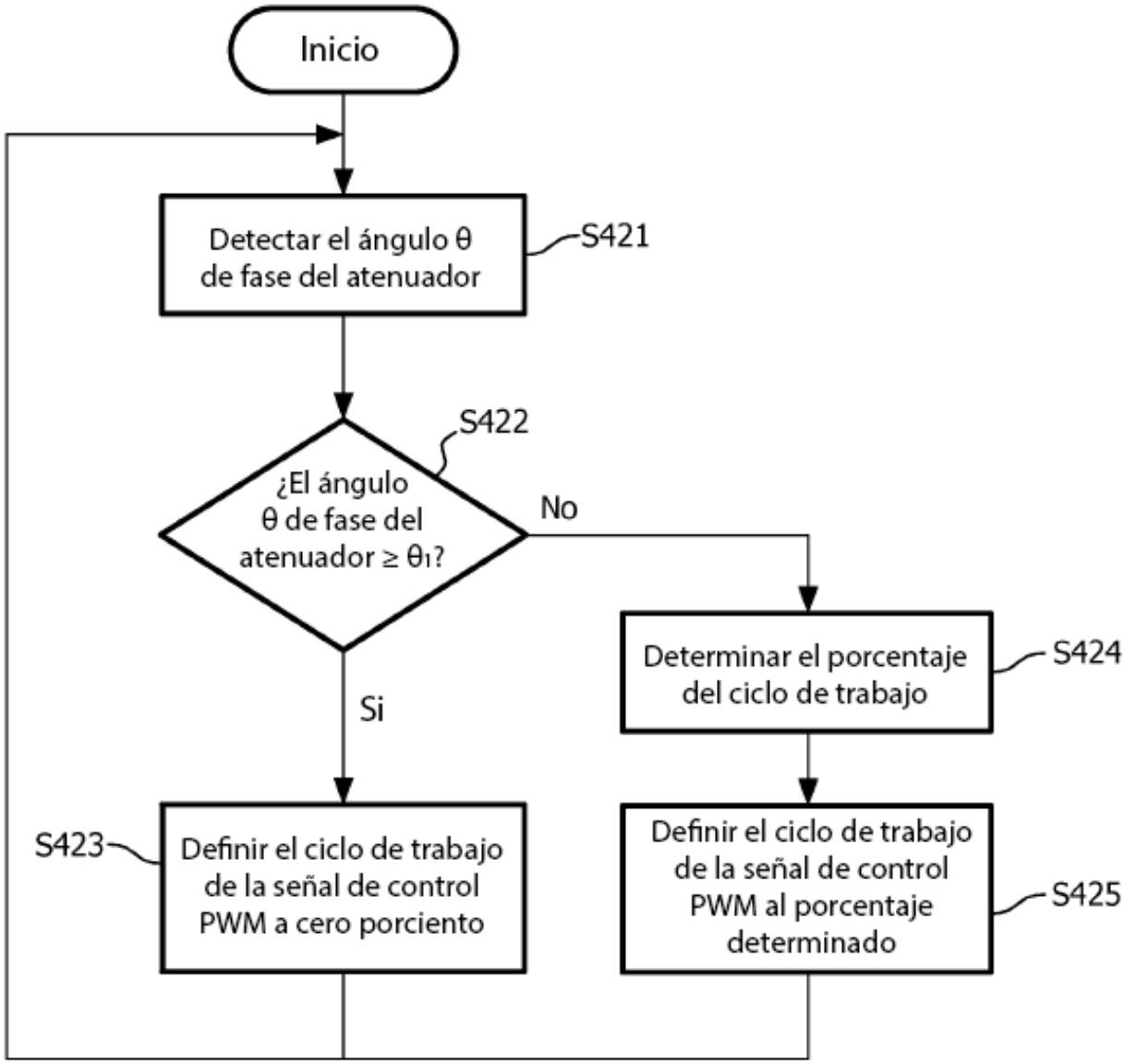
Inicio
Detectar el ángulo θ de fase del atenuador
S421
S422
¿El ángulo θ de fase del atenuador ≥ θ1?
No
Si
Determinar el porcentaje del ciclo de trabajo
S424
S423
Definir el ciclo de trabajo de la señal de control PWM a cero porciento
Definir el ciclo de trabajo de la señal de control PWM al porcentaje determinado
S425

FIG. 4

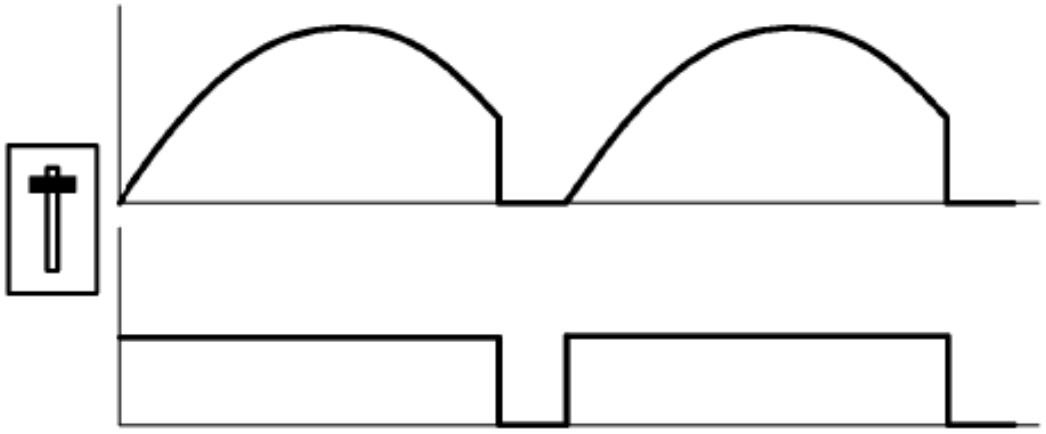

FIG. 5A

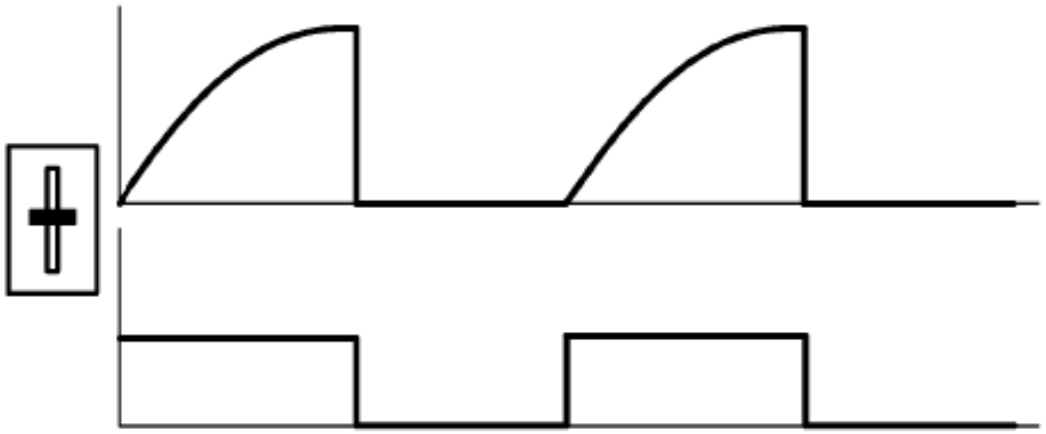

FIG. 5A

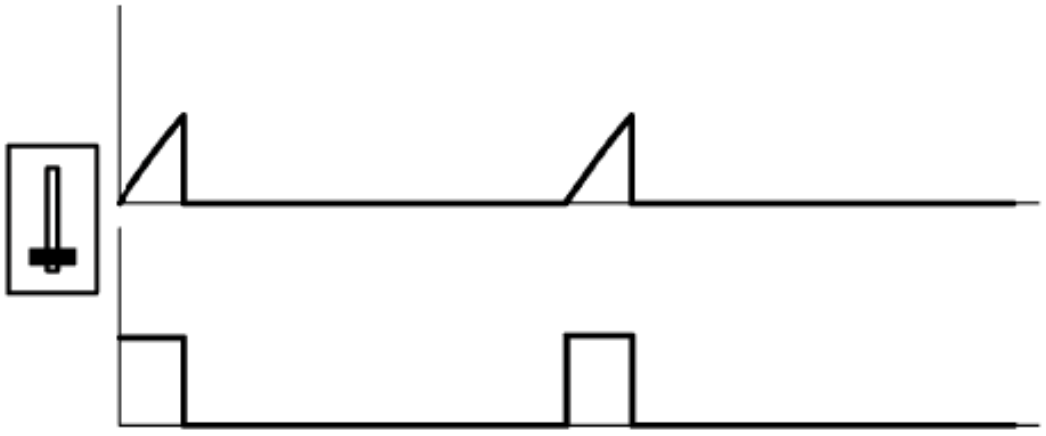

FIG. 5C

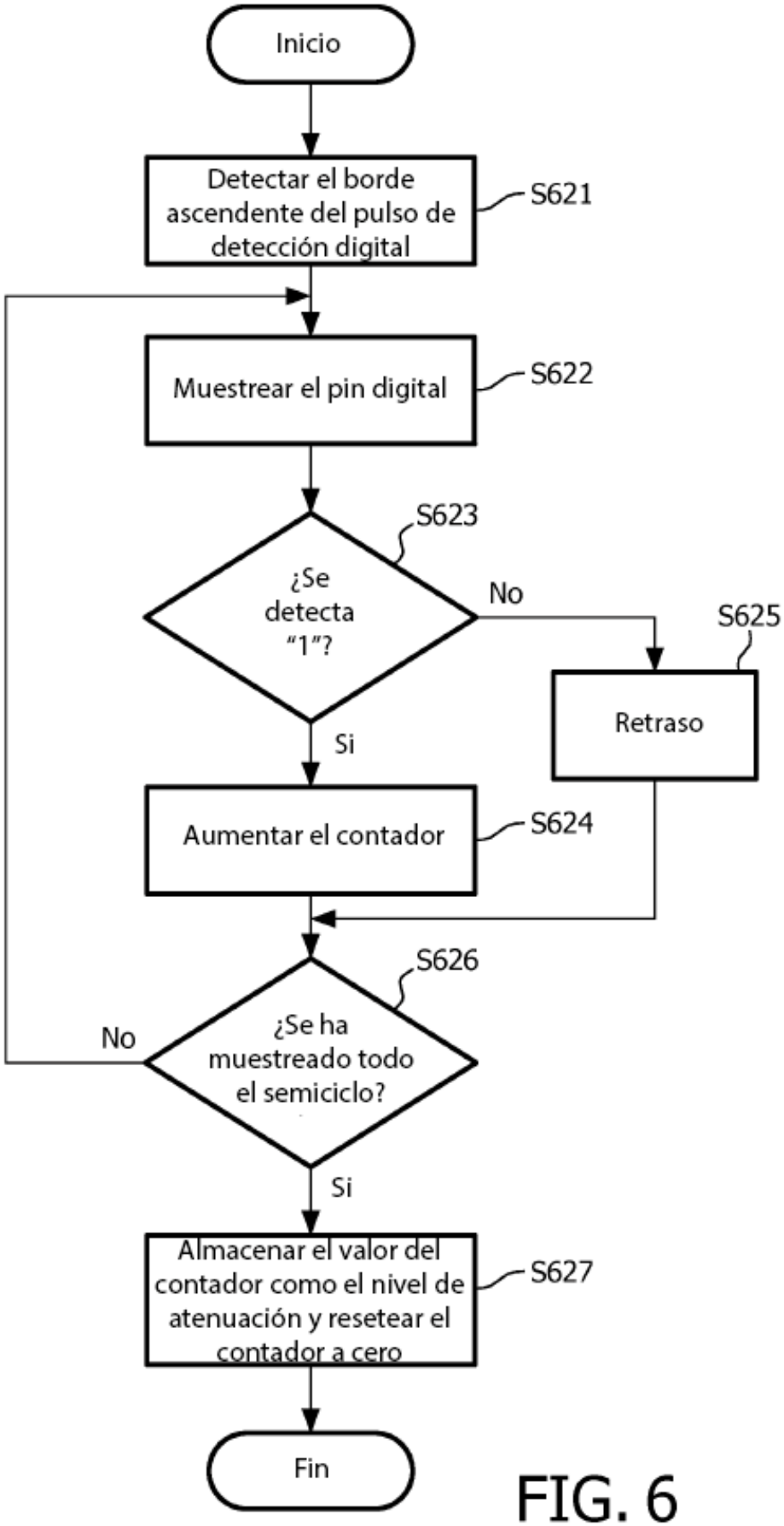
Inicio
Detectar el borde ascendente del pulso de detección digital
S621
Muestrear el pin digital
S622
S623
¿Se detecta "1"?
No
S625
Retraso
Si
Aumentar el contador
S624
S626
¿Se ha muestreado todo el semiciclo?
No
Si
Almacenar el valor del contador como el nivel de atenuación y resetear el contador a cero
S627
Fin

FIG. 6