

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 897 173**

51 Int. Cl.:

H05B 45/3725 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2018 PCT/EP2018/080630**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2019 WO19092114**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2018 E 18800142 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.08.2021 EP 3711456**

54 Título: **Circuito de iluminación de estado sólido y procedimiento de control**

30 Prioridad:

13.11.2017 EP 17201305

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

28.02.2022

73 Titular/es:

**SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**HONTELE, BERTRAND JOHAN EDWARD;
ZIJLMAN, THEO GERRIT y
TER WEEME, BEREND JAN WILLEM**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 897 173 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

Circuito de iluminación de estado sólido y procedimiento de control

5 Campo de la invención

La invención se refiere a circuitos de iluminación de estado sólido y, en particular, circuitos de iluminación regulable.

10

Antecedentes de la invención

Las unidades de iluminación de estado sólido, y en particular las lámparas basadas en LED (modernización), se utilizan cada vez más en edificios de viviendas y oficinas. Además de su alta eficiencia, también atraen a los consumidores debido a nuevas características de diseño, diferentes temperaturas de color, capacidad de regulación, etc.

15

Para adaptar la iluminación LED a los dispositivos de iluminación de la red existente, cada unidad de luz LED hace uso de un circuito convertidor, para convertir la red de CA en una señal de transmisión de CC y también para reducir el nivel de tensión.

20

El circuito convertidor comprende habitualmente un rectificador y un convertidor de potencia de modo de conmutación, tal como un convertidor reductor.

25

La naturaleza de conmutación de las fuentes de alimentación conmutadas da como resultado el suministro de una potencia no constante a los LED. Se proporciona una corriente de rizado a través de los LED que depende de la topología del convertidor, el procedimiento de control y la cantidad de filtrado en la salida.

30

La regulación o el control del color se pueden lograr ajustando la amplitud de la corriente promedio o aplicando una forma de modulación por ancho de pulsos (PWM, por sus siglas en inglés). Se conoce, por ejemplo, la aplicación de una modulación por ancho de pulsos a un conmutador en derivación, de modo que un LED o una cadena de LEDs se omita en momentos controlados, proporcionando así una salida de luz con control de ciclo de trabajo.

35

En general, un enfoque de PWM proporciona resultados más consistentes que el control de amplitud, especialmente si se necesita obtener niveles de regulación profundos.

40

Los documentos WO2016/142154 y US2012/0104958 muestran ejemplos de convertidores de potencia que se encienden y apagan de acuerdo con una señal de PWM utilizada para controlar el nivel de luz. Tales circuitos necesitan tener un convertidor de potencia para una sola rama de LED. Para la luz de color que utiliza varios tipos de LED RGB, RGBW o solo dos tipos de LED que tienen distintas temperaturas de color, resulta costosa y no se aplica a fuentes de luz pequeñas como bombillas. Otro inconveniente es que el arranque del convertidor de potencia debe ser rápido y controlado para evitar alguna fluctuación de luz.

45

El documento WO 2011/092606 muestra un ejemplo de convertidor de potencia en donde el convertidor de potencia es independiente del control de PWM, pero la modulación por ancho de pulsos debe retardarse hasta el final del período de arranque del convertidor de potencia.

50

En una implementación conocida, se utiliza un convertidor de potencia en forma de convertidor reductor, que tiene una corriente de salida de forma triangular con un valor promedio y una banda de histéresis. La conmutación en derivación se aplica para controlar el brillo de los LED conectados en serie y, a continuación, no se utiliza ningún condensador de suavizado de salida. Esto se describe, por ejemplo, en el documento US2011/0109247.

55

El documento US 9763296 describe un sistema que incluye un módulo de carga, un módulo de tensión y un controlador. El módulo de carga está configurado para desviar selectivamente cada unidad de carga de una pluralidad de unidades de carga para formar una cadena de serie de unidades de carga. El módulo de tensión está configurado para generar una tensión a través de la cadena de serie de unidades de carga que se basa en una tensión objetivo. El controlador está configurado para emitir una indicación de la tensión objetivo, estimar un retardo de tiempo para conmutar una o más unidades de carga de la pluralidad de unidades de carga, y emitir, después de emitir la indicación de la tensión objetivo para el retardo de tiempo, una señal de control para conmutar una o más unidades de carga de la pluralidad de unidades de carga de modo que la cadena de serie de unidades de carga tenga la cantidad objetivo de unidades de carga.

60

La frecuencia de conmutación del convertidor reductor está determinada por el valor del inductor en el circuito del convertidor reductor, la tensión de entrada y la tensión de salida. Debido al funcionamiento de la conmutación en derivación, la tensión de salida instantánea cambiará en respuesta a las acciones de conmutación, y esto conducirá a distintas frecuencias de conmutación del convertidor de modo de conmutación. Sin embargo, el control de derivación de PWM funciona a una frecuencia fija.

Normalmente, la frecuencia del convertidor de modo de conmutación es mucho más alta que la frecuencia de PWM. Por ejemplo, una frecuencia típica del convertidor de modo de conmutación es de 200 kHz y una frecuencia de PWM típica es de 1 kHz

A niveles de regulación muy bajos, la duración del pulso de PWM se acercará o incluso caerá por debajo del período del ciclo de conmutación del convertidor reductor. Esto da como resultado un muestreo insuficiente de la frecuencia del convertidor reductor que puede conducir a variaciones de corriente de baja frecuencia y, por lo tanto, a un parpadeo visible, en particular, en forma de frecuencias de batido.

Por tanto, existe la necesidad de un circuito controlador de iluminación que permita una regulación profunda sin que se produzca un parpadeo de iluminación visible.

Resumen de la invención

La invención se define por un circuito de iluminación tal como se define en la reivindicación 1 y un procedimiento para controlar un circuito de iluminación tal como se define en la reivindicación 9. Realizaciones adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con ejemplos de acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un circuito de iluminación que comprende:

- un convertidor de potencia de modo de conmutación que tiene un conmutador de control principal;
- una disposición de iluminación de estado sólido que comprende una unidad de iluminación y un conmutador de control de iluminación, en la salida del convertidor de potencia;
- un controlador de modulación por ancho de pulsos para proporcionar una señal de control de modulación por ancho de pulsos al conmutador de control de iluminación para controlar la regulación de la disposición de iluminación de estado sólido, teniendo la señal de control de modulación por ancho de pulsos una frecuencia y período predeterminados y que comprende pulsos durante los cuales se activa la unidad de iluminación;
- un controlador de convertidor de potencia para controlar el conmutador de control principal independientemente de la señal de control de modulación por ancho de pulsos,
- un circuito de sincronización para generar una señal de sincronización basada en una tensión a través del conmutador de control principal, en donde el convertidor de potencia de modo de conmutación está adaptado para transmitir una forma de onda de corriente triangular que alterna entre las corrientes de umbral superior e inferior, y en donde el controlador de modulación por ancho de pulsos está adaptado para retardar el inicio de cada uno de los pulsos hasta que se alcanza un nivel de corriente predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular, en donde la señal de sincronización se usa para identificar un momento en el que se alcanza el nivel de corriente predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular, en donde el controlador de modulación por ancho de pulsos comprende un contador dispuesto para definir un momento de la señal de control de modulación por ancho de pulsos de modo que después de que se haya alcanzado un recuento máximo de modulación por ancho de pulsos, PWM, se lleve a cabo una resincronización en forma de un retardo adicional antes de que comience cada uno de los pulsos.

Este circuito de iluminación asegura que el pulso de PWM durante el cual se enciende la disposición de iluminación tiene un momento que está sincronizado con el momento del conmutador de control principal del convertidor de potencia de modo de conmutación. De esta forma, se evitan las frecuencias de batido que resultan de las diferencias de frecuencia entre el momento del pulso y la frecuencia de conmutación, de modo que se evita el parpadeo visible.

Cabe destacar que la forma de onda de corriente triangular no necesita necesariamente tener transiciones lineales entre los umbrales superior e inferior. El término "triangular" solo significa un aumento desde el umbral inferior al umbral superior, en el que se produce la conmutación, de modo que sigue una caída hasta el umbral inferior, en el que se vuelve a realizar la conmutación (y así sucesivamente).

Los pulsos están, por ejemplo, al inicio de cada señal de control de modulación por ancho de pulsos correspondiente, y el controlador de modulación por ancho de pulsos está adaptado para retardar el inicio de cada

uno de los pulsos hasta dicho punto predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular. La señal de PWM mantiene el mismo período, pero se altera el momento del inicio del pulso. El pulso se mantiene con la misma duración.

5 Cabe destacar que un enfoque alternativo es retardar el inicio de la señal de PWM general hasta que se alcance un punto de momento particular, de modo que el pulso todavía se proporcione al comienzo del período de PWM. En este caso, se puede considerar que el período global de la señal de PWM anterior haya sido ampliado por el retardo. Esta última alternativa significa un ligero cambio en el período de PWM efectivo, pero la duración del cambio es como máximo un período de la señal de conmutación del convertidor de modo de conmutación, que es muy pequeña en comparación con el período de PWM.

10 El controlador de modulación por ancho de pulsos está adaptado, por ejemplo, para retardar el inicio de cada uno de los pulsos hasta que la forma de onda de la corriente triangular alcanza una corriente de umbral superior o inferior siguiente. En particular, el inicio de cada uno de los pulsos puede retardarse hasta que la forma de onda de la corriente triangular alcance la siguiente corriente de umbral superior. Esto proporciona un enfoque de control fácil de implementar.

15 Como ejemplo, el controlador de convertidor de potencia puede adaptarse para conmutar el conmutador de control principal al inicio de la señal de control de modulación por ancho de pulsos. Esto hace que la corriente de salida aumente inmediatamente, acortando así el retardo hasta la próxima vez que se alcance el umbral de corriente superior. De esta forma, se reduce el retardo introducido antes de que se active el pulso de PWM, reduciendo así el efecto sobre el brillo de la salida de luz.

20 El controlador de convertidor de potencia puede funcionar a una frecuencia de al menos 100 kHz (por ejemplo, de 200 kHz a 500 kHz) y la frecuencia predeterminada del controlador de modulación por ancho de pulsos puede ser como máximo de 25 kHz (por ejemplo, 1 kHz).

25 La disposición de iluminación de estado sólido puede comprender una pluralidad de unidades de iluminación en serie, cada una con un interruptor de control de iluminación respectivo montado en paralelo en cada unidad de iluminación. Esto proporciona un enfoque de control en derivación. Cada unidad de iluminación, por ejemplo, tiene un color de salida distinto. De este modo, el control de PWM puede implementar control de color y/o de regulación.

30 Un enfoque alternativo puede hacer uso de un enfoque de conmutación en serie, en donde una pluralidad de unidades de iluminación está en paralelo, y cada rama en paralelo está controlada por su propio conmutador en serie respectivo. Esto es adecuado para un convertidor controlado por tensión.

35 El convertidor de potencia de modo conmutado puede comprender un convertidor reductor.

40 La invención también proporciona un procedimiento para controlar un circuito de iluminación, que comprende:

hacer funcionar un convertidor de potencia de modo de conmutación que tiene un conmutador de control principal para transmitir potencia a una disposición de iluminación de estado sólido que comprende una unidad de iluminación y un conmutador de control de iluminación, en donde el convertidor de potencia transmite una forma de onda de corriente triangular que alterna entre las corrientes de umbral superior e inferior;

45 hacer funcionar un controlador de modulación por ancho de pulsos para proporcionar una señal de control de modulación por ancho de pulsos al conmutador de control de iluminación para controlar la regulación de la disposición de iluminación de estado sólido, teniendo la señal de control de modulación por ancho de pulsos una frecuencia y período predeterminados y que comprende pulsos durante los cuales se activa la unidad de iluminación; y en donde el convertidor de potencia de modo de conmutación se controla independientemente de la señal de control de modulación por ancho de pulsos y en donde el procedimiento comprende además retardar el inicio de cada uno de los pulsos hasta un punto predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular.

50 Este procedimiento permite implementar la regulación sin introducir parpadeo, incluso cuando se implementa una regulación profunda, con un pulso de activación corto.

55 Cabe destacar que para una disposición de iluminación que tenga múltiples canales, el tiempo de inicio del pulso para esos diferentes canales puede ser distinto, de modo que tengan una relación de fase diferente al período de PWM.

El pulso (para un canal o para todos los canales de un sistema de múltiples canales) puede estar al inicio de la señal de control de modulación por ancho de pulsos, y el procedimiento entonces comprende retardar el inicio del pulso hasta dicho punto predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular, que es, por ejemplo, una corriente de umbral superior o inferior siguiente, y preferiblemente una corriente de umbral superior siguiente.

5 El procedimiento puede comprender conmutar el conmutador de control principal del convertidor de potencia al inicio de la señal de control de modulación por ancho de pulsos. Esto reduce el retardo hasta el punto predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular.

10 El procedimiento, por ejemplo, comprende hacer funcionar el controlador del convertidor de potencia a una frecuencia de al menos 100 kHz y hacer funcionar el controlador de modulación por ancho de pulsos a una frecuencia predeterminada más baja. Esta frecuencia más baja puede estar por encima del rango audible (de 20 kHz), por ejemplo, por debajo de 25 kHz, o puede ser una frecuencia más baja dentro del rango audible y, por lo tanto, por debajo de 20 kHz, por ejemplo, por debajo de 5 kHz.

15 Estos y otros aspectos de la invención resultarán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a la(s) realización/realizaciones descrita(s) a continuación en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

20 Ahora se describirán en detalle ejemplos de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra un circuito de iluminación conocido;

La figura 2 muestra un diagrama de momentos para el circuito de la figura 1;

25 La figura 3 muestra un circuito de iluminación según un ejemplo de la invención;

La figura 4 muestra un diagrama de momentos para el circuito de la figura 1;

La figura 5 muestra un diagrama de momentos modificado para el circuito de la figura 1; y

La figura 6 muestra un procedimiento de control de iluminación.

30 Descripción detallada de las realizaciones

Se describirá la invención haciendo referencia a las figuras.

35 Debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, si bien indican realizaciones ejemplares del aparato, los sistemas y los procedimientos, están destinados únicamente a fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la invención. Estas y otras características, aspectos y ventajas del aparato, los sistemas y los procedimientos de la presente invención se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción, las reivindicaciones adjuntas y los dibujos adjuntos. Debe entenderse que las figuras son simplemente esquemáticas y no están dibujadas a escala. También debe entenderse que se utilizan los mismos números de referencia en todas las figuras para indicar partes iguales o similares.

40 La invención proporciona un circuito de iluminación que hace uso de un convertidor de potencia de modo de conmutación para transmitir una disposición de iluminación de estado sólido que tiene una unidad de iluminación y un conmutador de control de iluminación. Se aplica una señal de control de modulación por ancho de pulsos al conmutador de control de iluminación para el control de regulación con un pulso de activación durante el cual se activa la unidad de iluminación. El convertidor de potencia suministra una forma de onda de corriente triangular y el pulso de activación se retarda hasta un punto predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular. Esto asegura que el pulso de PWM durante el cual se enciende la disposición de iluminación tiene un momento que está sincronizado con el momento de conmutación del convertidor de potencia de modo de conmutación. Esto evita las frecuencias de batido para evitar el parpadeo visible.

45 El conmutador de control de iluminación es, por ejemplo, un conmutador en derivación paralelo.

55 La figura 1 muestra un circuito de iluminación conocido. El circuito es impulsado por una fuente de CC, VBUS, que a su vez puede ser una señal de red rectificadas.

Un convertidor de potencia de modo de conmutación tal como un convertidor histerético comprende un conmutador de control principal (potencia) M1, un dispositivo de almacenamiento de energía en forma de un inductor L1 y un diodo de retorno D1. Estos componentes juntos definen una arquitectura de convertidor reductor. De modo

alternativo, el diodo D1 puede sustituirse por un segundo conmutador de control principal para implementar un convertidor reductor síncrono.

5 La salida del convertidor reductor transmite una disposición de iluminación de estado sólido que comprende una unidad de iluminación que tiene una conexión en serie de un LED azul 10, un LED verde 12 y un LED rojo 14. En el ejemplo que se muestra, cada LED tiene un conmutador en derivación paralelo M2, M3, M4. Por supuesto, cada LED, tal como se muestra, puede comprender en la práctica una serie de LEDs. Para simplificar, cada LED que se muestra en la figura 1 se denominará un solo LED.

10 Los conmutadores en derivación están controlados por señales de PWM PWM2, PWM3 y PWM4, y estas se proporcionan por un controlador de modulación de por ancho de pulsos 20. Cuando la señal de PWM enciende el conmutador en derivación asociado, el LED se pasa por alto y, por lo tanto, se apaga. Por lo tanto, el ciclo de trabajo de encendido y apagado de los LED está controlado por las señales de PWM, para proporcionar control de regulación para cada LED y, por lo tanto, para proporcionar control de color para el conjunto general de LEDs.

15 El control de color puede utilizarse para ajustar la temperatura de color para una salida generalmente blanca, o puede utilizarse para proporcionar diferentes salidas de color. El control de color puede variar dependiendo del nivel de regulación para proporcionar una regulación inteligente, por ejemplo, para replicar el rendimiento de regulación de las bombillas incandescentes tradicionales o para proporcionar otros efectos.

20 Por supuesto, el circuito también se puede aplicar a un sistema de un solo color para proporcionar solo control de regulación. La señal de control de modulación por ancho de pulsos tiene una frecuencia y un período predeterminados.

25 Se proporciona un controlador de convertidor de potencia 22 para controlar el conmutador de control principal M1. El controlador de convertidor de potencia 22 recibe una señal de realimentación de corriente basada en la tensión a través de una resistencia de detección de corriente RSENSE, así como la realimentación de tensión de la tensión del bus de CC VBUS.

30 El controlador de convertidor de potencia 22 controla el momento de funcionamiento del conmutador de control principal M1, por ejemplo, para suministrar una corriente constante a la carga de iluminación. Al controlar la corriente de salida, los LEDs pueden activarse o desactivarse del circuito de carga de salida.

35 Durante la regulación (profunda), los conmutadores de PWM estarán en estado de conducción la mayor parte (o todo) del tiempo. El convertidor reductor seguirá proporcionando la corriente nominal del LED, pero la tensión de salida será cercana a cero. Dado que se utiliza una arquitectura de convertidor de potencia de modo conmutado, no hay pérdidas excesivas durante este estado.

40 El convertidor de potencia transmite una forma de onda de corriente triangular tal como se muestra en la figura 2, que alterna entre las corrientes de umbral superior e inferior IH e IL respectivamente. La figura 2 también muestra el IAV de corriente promedio.

45 Por lo general, la frecuencia del convertidor reductor, tal como 200 kHz, es mucho más alta que la frecuencia de PWM, tal como 1 kHz. Sin embargo, a niveles de regulación muy profundos, la duración del pulso de PWM se acercará o incluso estará por debajo del período de conmutación del convertidor reductor. Esto proporciona una variación de corriente de baja frecuencia y, por lo tanto, un parpadeo visible. En última instancia, es el muestreo de la corriente de salida del convertidor reductor triangular lo que conduce al parpadeo visible.

50 La invención se basa en el reconocimiento de que el control del momento relativo entre la forma de onda de la corriente del convertidor reductor y el control de PWM se puede utilizar para inhibir el parpadeo. Hay tres formas posibles de reducir los artefactos de parpadeo.

55 Un primer enfoque es sincronizar la señal de PWM con un estado o fase de salida del convertidor reductor fijo. Un segundo enfoque es sincronizar el convertidor reductor a una fase de inicio de PWM fija. Un tercer enfoque es minimizar la corriente de rizado durante un intervalo de tiempo predeterminado (corto).

Esta invención se basa en el primer enfoque anterior. Se logra retardando el inicio del pulso de activación del controlador de modulación por ancho de pulsos 20 hasta un punto predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular del controlador de convertidor de potencia 22.

60

La figura 3 muestra un ejemplo de un sistema de iluminación de acuerdo con la invención como una modificación del sistema de la figura 1. Se utilizan los mismos números de referencia para los mismos componentes.

El circuito comprende un circuito de sincronización 30 adicional. Esto genera una señal de sincronización "SYNC". El circuito 30 comprende un divisor de resistencia R1, R2 a través del conmutador de control principal M1 y una resistencia de salida R3 del nodo entre las resistencias R1, R2. Cuando se enciende el conmutador de control principal M1, la señal SYNC es cero ya que el divisor de resistencia R1, R2 está en corto. Cuando se apaga el conmutador de control principal M1, fluye una corriente a través del divisor resistivo que depende de la tensión a través del conmutador de control principal, proporcionando una tensión de sincronización positiva.

La tensión de sincronización es constante porque el nodo de drenaje del conmutador de control principal M1 alterna entre VBUS y tierra.

Cabe destacar que las resistencias R1 a R3 no son esenciales; se proporcionan para adaptar la tensión del nodo de drenaje a la entrada de sincronización para la generación correcta de PWM, si es necesario.

La tensión de sincronización se utiliza como un accionador para el controlador de modulación por ancho de pulsos 20.

Debido a la combinación del convertidor reductor y la operación de conmutación, la frecuencia del convertidor no es fija, sino que depende de la tensión de entrada, la tensión del LED y el punto de color elegido.

Dado que la frecuencia reductora (200 kHz - 500 kHz) normalmente será mucho más alta que la frecuencia de PWM (menos de 25 kHz, por ejemplo, 1 kHz), la relación de fase exacta entre la salida del convertidor reductor y el inicio del siguiente ciclo de PWM no es fácilmente predecible y está sujeta a alteraciones.

La señal de sincronización se utiliza para resincronizar el pulso de generación de luz generado por el controlador de modulación por ancho de pulsos 20. El controlador incluye un contador que define la sincronización de la señal de PWM. Una vez que se ha alcanzado el valor máximo de recuento de PWM, tiene lugar una resincronización en forma de un retardo adicional antes de que comience el pulso de generación de luz.

La señal de sincronización se utiliza para identificar el punto predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular tal como se ha mencionado anteriormente y esto se utiliza como un mecanismo de accionamiento externo, en lugar de utilizar un mecanismo de recarga automática de contador.

En el siguiente ejemplo, el pulso de PWM está al comienzo del período de PWM, pero se retarda hasta una fase particular de la forma de onda de corriente triangular. Sin embargo, el pulso retardado puede proporcionarse en una fase arbitraria del contador de PWM. La duración del pulso permanece establecida en el nivel deseado, aunque tiene un inicio que se retarda a la fase arbitraria.

La figura 3 muestra un circuito que detecta el estado de encendido y apagado del conmutador M1 supervisando externamente la tensión a través del conmutador. Sin embargo, se pueden utilizar otras señales, tales como la señal de accionamiento de la puerta del conmutador de control principal M1, la tensión de drenaje del conmutador de control principal M1 u otra señal del controlador interno del controlador 22. Otra alternativa es supervisar la corriente de salida. Por lo tanto, se puede supervisar el control de entrada al conmutador, o el estado de salida del conmutador o la corriente de salida.

La señal de sincronización en estos ejemplos se utiliza básicamente para indicar el momento en el que el nivel de histéresis inferior o superior está presente en la corriente de salida, aunque se puede utilizar cualquier punto de referencia fijo dentro del período de la forma de onda de corriente, es decir, cualquier punto fijo dentro del ciclo de conmutación del conmutador de control.

Tan pronto como se alcance el punto de referencia elegido dentro del período de PWM, se generará el pulso con la duración predeterminada.

La figura 4 muestra el momento de funcionamiento del circuito de la figura 3, y muestra la corriente de salida I_{out} medida por la resistencia de detección R_{SENSE}, la señal de sincronización SYNC y la señal de PWM "PWM".

La señal de PWM en este ejemplo es alta cuando el LED se enciende, es decir, el LED está cortocircuitado y apagado por la señal de PWM baja. Por supuesto, el control podría ser al revés.

El punto de tiempo 40 en la figura 4 es el momento en el que finaliza el período de PWM, es decir, cuando el contador de PWM alcanza su recuento máximo y comienza el siguiente ciclo de PWM.

5 En lugar de iniciar el pulso de PWM inmediatamente, el momento del inicio del pulso es variable, tal como se representa en la flecha 42, y se introduce un retardo 44. El pulso de PWM solo comienza más tarde en el momento que se muestra como $t = 0$. De esta manera, los pulsos de PWM tienen un momento fijo con respecto a la forma de onda triangular.

10 La interacción del circuito periférico de PWM y la señal de control externa se manipula mediante disposiciones de hardware dedicadas dentro de la parte del controlador de PWM del IC del controlador general, pero el control también se puede manipular mediante el control del software.

15 El retardo 44 alterará ligeramente el momento del pulso de salida de luz. La figura 5 muestra una forma de minimizar el retardo para minimizar cualquier efecto que pueda tener el momento alterado del pulso de salida de luz de pulsos.

20 Tan pronto como el generador de PWM alcance el inicio deseado del pulso, el convertidor reductor puede verse obligado a cambiar al estado encendido. Esto es en el momento 40 en la figura 5. En este punto en el tiempo, la pendiente descendente lenta de la corriente de salida se convierte en una pendiente ascendente rápida 46. Esto se debe a que no hay LED en esta fase de la señal de PWM, lo que proporciona como resultado una tensión máxima en el inductor del convertidor reductor. Esto significa que el punto de tiempo predeterminado (que en este ejemplo es nuevamente cuando se alcanza el umbral de corriente superior IH) es anterior, en el punto de tiempo 50. Esto es antes de lo que hubiera sido el punto de tiempo, que se muestra como el punto de tiempo 52.

25 De esta manera, el nivel de histéresis superior se alcanzará con bastante rapidez después del encendido del conmutador del convertidor reductor, y este nivel de histéresis superior puede seleccionarse nuevamente como el momento de encendido real de los LEDs, apagando el conmutador en derivación.

30 En un enfoque, el inicio de los pulsos a los diferentes canales en un sistema multicanal se alinea en la fase = 0 (al inicio del período de PWM). En cambio, es posible extender los pulsos del período de PWM, creando así diferentes fases para cada canal. Esto podría provocar un "ENCENDIDO" forzado del convertidor reductor (punto de tiempo 40) y un pulso retardado para cada uno de los canales (varias veces por período).

35 La figura 6 muestra un procedimiento para controlar un circuito de iluminación.

El convertidor de potencia de modo de conmutación se hace funcionar en el paso 60 y transmite una forma de onda de corriente triangular que alterna entre las corrientes de umbral superior e inferior.

40 En el paso 62 se proporciona un retardo al inicio del pulso de una señal de PWM hasta un punto predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular.

45 El controlador de modulación por ancho de pulsos se hace funcionar entonces en el paso 64 para proporcionar una señal de control de modulación por ancho de pulsos a un conmutador de control de iluminación para controlar la regulación.

El enfoque de momento descrito anteriormente puede aplicarse durante todos los niveles de regulación de la lámpara, incluido el encendido total, o puede aplicarse solo durante la regulación o, más particularmente, solo durante la regulación profunda.

50 La invención es de particular interés para todas las lámparas y luminarias que utilizan la combinación de convertidor reductor y conmutación en derivación. De manera más general, la invención resulta de interés para un convertidor que está funcionando en modo límite (nivel de corriente superior y corriente cero) o que utiliza otros procedimientos de control (como el control de tiempo de encendido). La invención también puede aplicarse a disposiciones que utilizan conmutadores en serie.

55 La invención se puede aplicar a una sola cadena de LEDs o a múltiples cadenas de LED en serie (como se muestra).

60 El ejemplo anterior se basa en un enfoque de conmutación en derivación en el que cada unidad de iluminación tiene un conmutador en derivación paralelo. Esto tiene la ventaja de que es posible una solución de fuente de corriente

única para un sistema de color. Tal como se ha mencionado anteriormente, una alternativa es un enfoque de conmutación en serie mediante el cual se utiliza un conmutador abierto para proporcionar un circuito abierto y evitar que la corriente fluya a la respectiva unidad de iluminación. En este caso, diferentes unidades de iluminación están en paralelo, cada una con su propio conmutador de control en serie. A continuación, el convertidor de potencia conmutada proporciona una salida controlada por tensión.

El enfoque anterior se basa en retardar el inicio del pulso de PWM (activación de luz) dentro del período constante de PWM. Tal como se ha mencionado anteriormente, una alternativa es retardar el inicio de la propia señal de PWM en lugar de tener una función de recarga automática para la generación de la señal de PWM. En este caso, el reinicio del contador de PWM solo tiene lugar cuando se alcanza el punto de tiempo de referencia en la señal de corriente, que en el ejemplo anterior es el umbral de corriente superior en el siguiente flanco ascendente de la señal SYNC. Por lo tanto, el momento del inicio deseado del pulso es variable variando el momento del período de PWM y se introduce un retardo.

Este mecanismo de resincronización alternativo provocará cierta fluctuación en la frecuencia de PWM debido al retardo (impredecible) antes de que comience el pulso. La magnitud absoluta del retardo es un máximo de un período de control reductor (es decir, aproximadamente 5 ms). Debido a esta fluctuación en el período de PWM, la salida de luz promedio real también tendrá alguna variación, pero la magnitud del parpadeo se aproxima por la relación entre el retardo y el período de PWM nominal, que será aproximadamente de 0,5 %.

Este retardo puede minimizarse utilizando el enfoque explicado haciendo referencia a la figura 5.

Por tanto, se observará que hay diversas opciones distintas para alterar el momento del pulso de emisión de luz del control de PWM, para asegurar que tiene una relación de fase fija con respecto al ciclo de conmutación del controlador principal. En todos los ejemplos anteriores, se aplica un retardo al pulso de PWM hasta que el ciclo de conmutación del controlador principal alcanza la fase deseada, pero este retardo puede ser para el pulso de PWM dentro de un período de PWM fijo o el retardo puede ser para todo el período de PWM.

Se pueden comprender otras variaciones con respecto a las realizaciones desveladas y se pueden efectuar por los expertos en la técnica que practiquen la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la oración "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "uno/una" no excluye una pluralidad. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como una limitación del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito de iluminación que comprende:
 - 5 un convertidor de potencia de modo de conmutación (D1, L1, M1) que tiene un conmutador de control principal (M1);
 una disposición de iluminación de estado sólido que comprende una unidad de iluminación (10, 12, 14) y un conmutador de control de iluminación (M2, M3, M4), acoplado a la salida del convertidor de potencia de modo de conmutación (D1, L1, M1); un controlador de modulación por ancho de pulsos (20) para proporcionar una señal de control de modulación por ancho de pulsos (PWM2, PWM3, PWM4) al conmutador de control de iluminación (M2, M3, M4) para controlar la regulación de la disposición de iluminación de estado sólido, teniendo la señal de control de modulación por ancho de pulsos (PWM2, PWM3, PWM4) una frecuencia y un período predeterminados y que comprende pulsos durante los cuales se activa la unidad de iluminación (10, 12, 14); y
 - 15 un controlador de convertidor de potencia (22) para controlar el conmutador de control principal (M1) independientemente de la señal de control de modulación por ancho de pulsos (PWM2, PWM3, PWM4), en donde el convertidor de potencia de modo de conmutación (DI, LI, MI) está adaptado para suministrar una forma de onda de corriente triangular (Iout) que alterna entre las corrientes de umbral superior e inferior,
 - 20 caracterizado por que el circuito de iluminación comprende adicionalmente:
 un circuito de sincronización (30) para generar una señal de sincronización (SYNC) basada en una tensión a través del conmutador de control principal (M1),
 - 25 en donde la señal de sincronización (SYNC) se utiliza para identificar un momento en el que se alcanza un nivel de corriente predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular (Iout),
 en donde el controlador de modulación por ancho de pulsos (20) está adaptado para recibir la señal de sincronización (SYNC),
 - 30 en donde el controlador de modulación por ancho de pulsos (20) comprende un contador dispuesto para definir un momento de la señal de control de modulación por ancho de pulsos (PWM2, P2M3, PWM4) de tal modo que después de una modulación por ancho de pulsos máxima, PWM, se haya alcanzado el valor de recuento, el controlador de modulación por ancho de pulsos (20) está configurado para retardar (44) el inicio de cada uno de los pulsos hasta que se alcanza el nivel de corriente predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular (Iout).
2. El circuito de iluminación según la reivindicación 1, en donde cada uno de los pulsos está al inicio de la señal de control de modulación por ancho de pulsos.
3. El circuito de iluminación según la reivindicación 1 o 2, en donde el controlador de modulación por ancho de pulsos (20) está adaptado para retardar el inicio de cada uno de los pulsos hasta que la forma de onda de corriente triangular alcanza una corriente de umbral superior o inferior siguiente.
4. El circuito de iluminación según la reivindicación 3, en donde el controlador de modulación por ancho de pulsos (20) está adaptado para retardar el inicio de cada uno de los pulsos hasta que la forma de onda de corriente triangular alcanza una corriente de umbral superior siguiente.
5. El circuito de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador de convertidor de potencia está dispuesto para funcionar a una frecuencia de al menos 100 kHz y la frecuencia predeterminada del controlador de modulación por ancho de pulsos es como máximo de 25 kHz.
6. El circuito de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición de iluminación de estado sólido comprende una pluralidad de unidades de iluminación en serie, cada una con un respectivo conmutador de control de iluminación montado en paralelo en cada unidad de iluminación.
7. Circuito de iluminación según la reivindicación 6, en donde cada unidad de iluminación tiene un color de salida o una temperatura de color distintos.

8. El circuito de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el convertidor de potencia de modo de conmutación comprende un convertidor reductor.

9. Un procedimiento para controlar un circuito de iluminación, que comprende:

hace funcionar (60) un convertidor de potencia de modo de conmutación (D1, M1, L1) que tiene un conmutador de control principal (M1) para suministrar potencia a una disposición de iluminación de estado sólido que comprende una unidad de iluminación (10, 12, 14) y un conmutador de control de iluminación (M2, M3, M4) paralelo, en donde el convertidor de potencia de modo de conmutación (D1, M1, L1) suministra una forma de onda de corriente triangular (Iout) que alterna entre las corrientes de umbral superior e inferior;

hacer funcionar (64) un controlador de modulación por ancho de pulsos (20) para proporcionar una señal de control de modulación por ancho de pulsos (PWM2, PWM3, PWM4) al conmutador de control de iluminación (M2, M3, M4) para controlar la regulación de la disposición de iluminación de estado sólido, teniendo la señal de control de modulación por ancho de pulsos (PWM2, PWM3, PWM4) una frecuencia y período predeterminados y que comprende pulsos durante los cuales se activa la unidad de iluminación (10, 12, 14); y

en donde el convertidor de potencia de modo de conmutación (D1, M1, L1) se controla independientemente de la señal de control de modulación por ancho de pulsos (PWM2, PWM3, PWM4),

caracterizado por:

generar una señal de sincronización (SYNC) basada en una tensión a través del conmutador de control principal (M1), en donde la señal de sincronización se utiliza para identificar un momento en el que se alcanza un nivel de corriente predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular (Iout);

proporcionar la señal de sincronización (SYNC) al controlador de modulación por ancho de pulsos (20);

definir, a través de un contador dentro del controlador de modulación por ancho de pulsos (20), un momento de la señal de control de modulación por ancho de pulsos (PWM2, PWM3, PWM4) de modo que después de que se haya alcanzado un valor de recuento de modulación por ancho de pulsos máximo, PWM, el inicio de cada uno de los pulsos se retarda (62) hasta que se alcanza el nivel de corriente predeterminado dentro de la forma de onda de corriente triangular (Iout).

10. El procedimiento según la reivindicación 9, en donde cada uno de los pulsos está al inicio de la señal de control de modulación por ancho de pulsos.

11. El procedimiento según la reivindicación 9 o 10, que comprende retardar el inicio de cada uno de los pulsos hasta que la forma de onda de la corriente triangular alcanza una corriente de umbral superior o inferior siguiente.

12. El procedimiento según la reivindicación 11, que comprende retardar el inicio de cada uno de los pulsos hasta que la forma de onda de la corriente triangular alcanza la siguiente corriente de umbral superior.

13. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende conmutar el conmutador de control principal del convertidor de potencia de modo de conmutación al inicio de la señal de control de modulación por ancho de pulsos.

14. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende hacer funcionar el controlador de convertidor de potencia a una frecuencia de al menos 100 kHz y hacer funcionar el controlador de modulación por ancho de pulsos a la frecuencia predeterminada de como máximo 25 kHz.

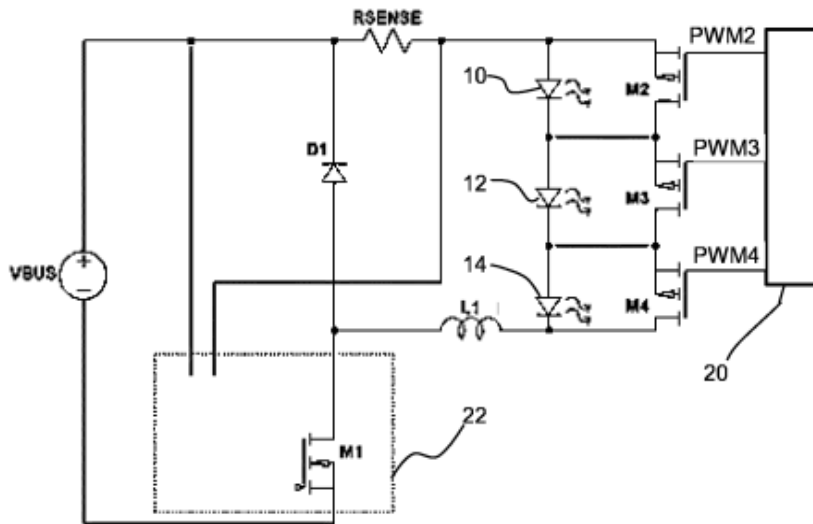


FIG. 1

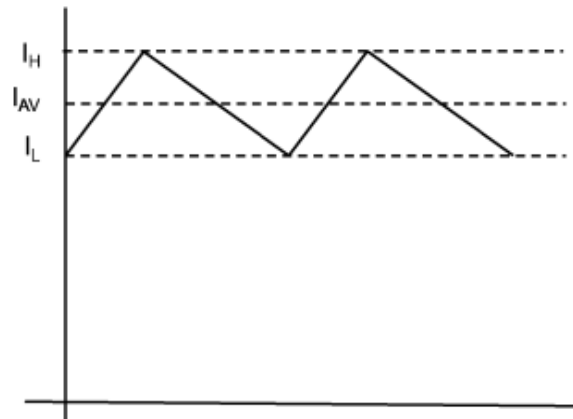


FIG. 2

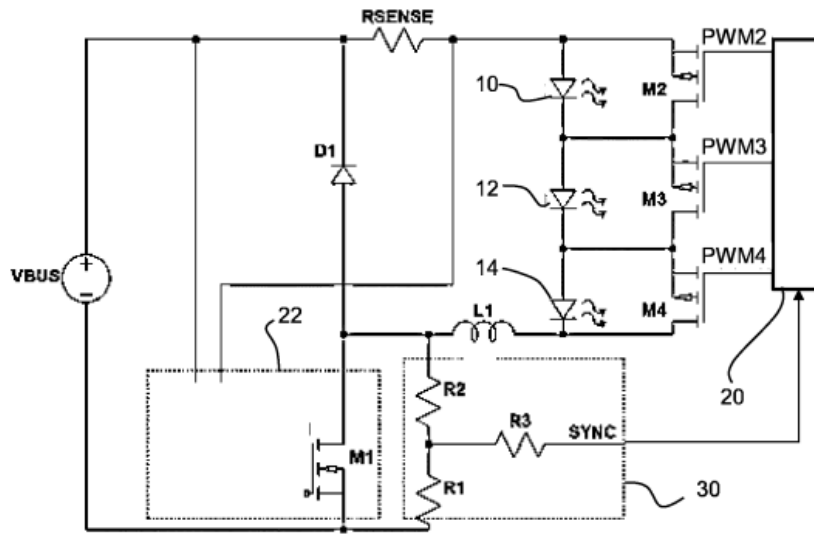


FIG. 3

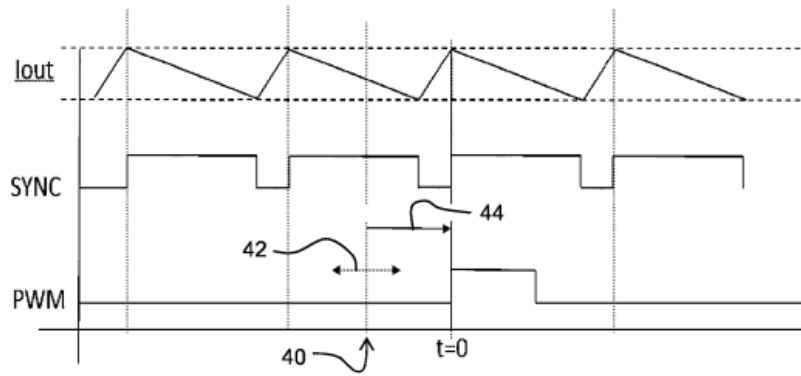


FIG. 4

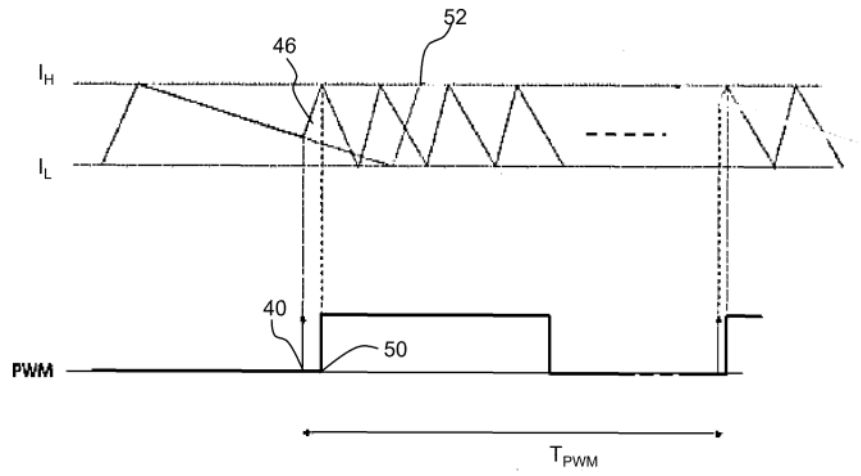


FIG. 5

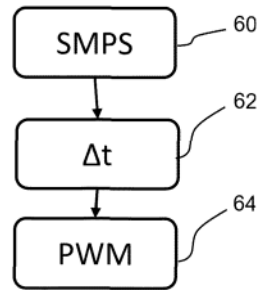


FIG. 6