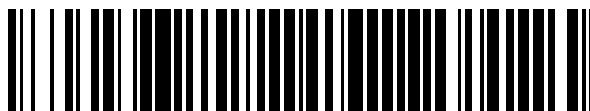


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 157**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.09.2016 PCT/EP2016/070733**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2017 WO17042101**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2016 E 16763005 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 3348121**

54 Título: **Circuito de control de iluminación y método para múltiples ledes**

30 Prioridad:

11.09.2015 US 201562217543 P

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

07.04.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

NG, POH

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 753 157 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 control de iluminación y método para múltiples ledes

5 **Campo de la invención**

La presente descripción está dirigida generalmente a un circuito de control de iluminación y a un método para controlar múltiples ledes.

10 **Antecedentes**

Los dispositivos de iluminación led están reemplazando rápidamente las bombillas incandescentes que alguna vez fueron ubicuas. Los dispositivos de iluminación led tienen muchas ventajas: por ejemplo, los ledes son más duraderos y ofrecen una mayor producción de lumen mientras usan menos energía que las bombillas incandescentes tradicionales. Además, los dispositivos de iluminación led ofrecen una amplia gama de temperaturas de color posibles, lo que permite al usuario personalizar la sensación de su espacio vital u otra área iluminada. Por ejemplo, un usuario puede emplear un dispositivo de iluminación led 2700K, que ofrece una temperatura de color cálida, para un ambiente cómodo. O un usuario puede usar un dispositivo de iluminación led 6500K, que ofrece una temperatura de color brillante, donde se necesita una luz brillante y clara, como una pantalla comercial.

A menudo es deseable ajustar la temperatura de color de un solo dispositivo de iluminación para emitir una temperatura de color más cálida o más fría, en cualquier momento dado. Tal dispositivo de iluminación puede ser útil para ajustar la luz del entorno para que coincida con la luz del día actual. Por ejemplo, el dispositivo de iluminación puede producir una luz brillante y fría durante el mediodía y una luz cálida temprano en las mañanas y en las tardes.

Sin embargo, un dispositivo de iluminación típico que puede ofrecer colores cálidos y fríos a menudo requiere una fuente de alimentación de aislamiento junto con dos controladores de led en el lado secundario. En este escenario, hay un total de tres etapas de potencia, lo cual es complicado, costoso e ineficiente en términos de luz. Por ejemplo, si la especificación requiere una potencia de salida total de 50W, un diseño típico sería un controlador de 200W (50W para PFC/otro 50W para DC-DC y 100W para los dos controladores led). La potencia total sería $50W + 50W + 100W = 200W$. (Algunos diseños utilizan un PFC AC-DC de una sola etapa que está integrado PFC y DC-DC en 1 etapa de potencia. Con tales diseños, la potencia total será de $50W + 100W = 150W$). La eficiencia total del sistema de conversión de potencia es un multiplicador de cada etapa de potencia. Por lo tanto, si se emplea una topología de conversión de potencia de tres etapas y la eficiencia de conversión de potencia de cada etapa es del 90%, la eficiencia del sistema será del 72,9%. Además, controlar la producción de lumen de una variedad de ledes (o tiras led), cada uno con una temperatura de color única, generalmente requiere múltiples canales de controlador, lo que es costoso y voluminoso.

En consecuencia, existe una necesidad en la técnica de un circuito de control de iluminación que pueda controlar una variedad de ledes sin la necesidad de un controlador de led para cada led, y que solo use una única fuente de corriente para diferentes canales de led a través de multiplexación y control adecuados. El documento US 2006/0197469 A1 describe un controlador de led para accionar una pluralidad de diodos emisores de luz (led), que tiene un controlador de corriente para controlar una fuente de alimentación de una unidad de fuente de energía predeterminada para establecer una corriente en la pluralidad de ledes a un valor corriente objetivo predeterminado y que cambia secuencialmente correspondiente a los ledes respectivos, una pluralidad de interruptores de divergencia para permitir el flujo o interrumpir el flujo de la corriente con respecto a cada uno de la pluralidad de ledes, y un controlador de interruptor de divergencia para abrir y cerrar secuencialmente la pluralidad de interruptores de divergencia correspondiente a los cambios del valor de la corriente objetivo para hacer que uno de la pluralidad de interruptores de divergencia se encienda antes de que otro de la pluralidad de interruptores de divergencia se apague. Por lo tanto, el controlador led tiene una alta eficiencia de luz y una excelente estabilidad del circuito sin interferencia electromagnética (EMI).

Resumen de la invención

La presente descripción está dirigida a un circuito de control de iluminación configurado para controlar múltiples ledes sin la necesidad de un controlador de led para cada led o tira led, y que solo requiere una única fuente de corriente. Acoplado a una pluralidad de ledes o tiras led, el circuito de control de iluminación requiere sólo una única señal de impulsos modulada por ancho de pulso para cada led o tira led, lo que permite un circuito simple y económico para controlar un dispositivo de iluminación. El circuito de control de iluminación utiliza múltiples interruptores que son operables para interrumpir el flujo de corriente a través de un led o tira led respectiva. Los interruptores son controlados por señales de impulso que no se superponen temporalmente, de modo que los ledes o las tiras led pueden iluminarse en diferentes momentos durante un solo período. Por lo tanto, la producción de lumen relativa de cada led o tira led puede modificarse simplemente variando el ciclo de trabajo de las señales de impulso.

La invención se define por el circuito de control de iluminación de la reivindicación 1 y su método asociado, la reivindicación 13. Las realizaciones ventajosas están definidas por las reivindicaciones dependientes.

Generalmente en un aspecto, se proporciona un circuito de control de iluminación. El circuito de control de iluminación incluye: una fuente de corriente acoplable para entregar una corriente a un primer led y un segundo led; un primer interruptor configurado para cambiar de una posición abierta a una posición cerrada cuando se acciona mediante una primera señal de control, en el que el primer interruptor está posicionado para interrumpir el flujo de corriente a través del primer led cuando el primer interruptor está en la posición abierta; un segundo interruptor configurado para cambiar de una posición abierta a una posición cerrada cuando se acciona mediante una segunda señal de control, la segunda señal de control no se traslapa temporalmente con respecto a la primera señal de control, en la que el segundo interruptor está posicionado para interrumpir el flujo de corriente a través del segundo led cuando el segundo interruptor está en la posición abierta.

Según una realización, el primer led y el segundo led emiten diferentes temperaturas de color durante el funcionamiento.

Según una realización, el circuito de control de iluminación comprende además un controlador configurado para alterar el brillo del primer led y el segundo led a través de un ciclo de trabajo de la primera señal de control y un ciclo de trabajo de la segunda señal de control.

Según una realización, el circuito de control de iluminación comprende además: un bucle de control de corriente que comprende: un amplificador de error, configurado para recibir en una primera entrada un voltaje de detección que es proporcional a la corriente que fluye a través de las tiras led, y para recibir en una segunda entrada un voltaje de referencia, y para emitir un voltaje de error, en donde el voltaje de error es proporcional a la diferencia entre el voltaje de detección y el voltaje de referencia; un comparador, configurado para recibir en una primera entrada el voltaje de error, y en una segunda entrada un voltaje de comparación, el voltaje de comparación es una onda de diente de sierra, y emitir un voltaje de control, en el que el ciclo de trabajo del voltaje de control es establecido por la magnitud del voltaje de error, en donde la fuente de corriente está configurada para ajustar la magnitud de la corriente de salida en proporción al ciclo de trabajo del voltaje de control.

Según una realización, el voltaje de referencia se establece en un primer valor cuando el primer interruptor está en la posición cerrada, y en un segundo valor cuando el segundo interruptor está en la posición cerrada.

Según una realización, el voltaje de referencia se establece en el primer valor para un primer período de tiempo, en el que el primer período de tiempo comienza después de que el primer interruptor está en la posición cerrada, y termina antes de que el primer interruptor esté en la posición abierta, y está establecido en el segundo valor para un segundo período de tiempo, en el que el segundo período de tiempo comienza después de que el segundo interruptor está en la posición cerrada, y termina antes de que el segundo interruptor esté en la posición abierta.

Según una realización, el voltaje de referencia se establece en 0 V durante un primer período de tiempo y un segundo período de tiempo, en el que el primer período de tiempo comienza después de que el primer interruptor está en la posición cerrada y antes de que el segundo interruptor esté en la posición abierta, en donde el segundo período comienza después de que el segundo interruptor está en la posición cerrada y antes de que el primer interruptor esté en la posición abierta.

Según una realización, el circuito de control de iluminación comprende además: una primera fuente de voltaje que tiene un primer valor de voltaje configurado para establecer el valor del voltaje de referencia al primer valor de voltaje cuando un primer interruptor está en una posición cerrada; y una segunda fuente de voltaje que tiene un segundo valor de voltaje configurado para establecer el valor del voltaje de referencia al segundo valor de voltaje cuando un segundo interruptor está en una posición cerrada.

Según una realización, en donde el primer interruptor se acciona en una posición cerrada por una primera señal de control de conmutación y el segundo interruptor se acciona en una posición cerrada por una segunda señal de control de conmutación.

Según una realización, el circuito de control de iluminación comprende además: un circuito de control de conmutación, que comprende: una primera rama, que incluye un primer comparador configurado para emitir la primera señal de control cuando el valor de una señal de comparación excede el valor de una primera señal de conmutación, e incluye un segundo comparador configurado para emitir la primera señal de control de conmutación cuando el valor de la señal de comparación excede el valor de una segunda señal de conmutación; una segunda rama, que incluye un tercer comparador configurado para emitir la segunda señal de control cuando el valor de la señal de comparación cae por debajo del valor de una tercera señal de conmutación, e incluye un cuarto comparador configurado para emitir la segunda señal de control de conmutación cuando el valor de la señal de comparación cae por debajo del valor de una cuarta señal de conmutación.

Según una realización, el valor de la segunda señal de conmutación es mayor que el valor de la primera señal de conmutación, el valor de la primera señal de conmutación es mayor que el valor de la tercera señal de conmutación y el valor de la tercera señal de conmutación es mayor que el valor de la cuarta señal de conmutación.

Según una realización, el circuito de control de iluminación comprende además un controlador configurado para detectar la corriente entregada al primer led y al segundo led, y para enviar una señal de control a la fuente de corriente para ajustar la corriente de modo que se obtenga una producción de lumen deseada tanto para el primer led como para el segundo led, cuando cada uno está iluminado.

Generalmente en otro aspecto, se proporciona un método de control de iluminación. El método de control de iluminación incluye los pasos de: entregar, con una fuente de corriente, una corriente a un primer led y un segundo led; controlar, con la primera señal de control, un primer interruptor desde una posición abierta a una posición cerrada, en el que el primer interruptor está configurado para interrumpir el flujo de corriente a través del primer led cuando el primer interruptor está en la posición abierta; y controlar, con la segunda señal de control, un segundo interruptor desde una posición abierta a una posición cerrada, en donde la segunda señal de control no se traslapa temporalmente con respecto a la primera señal de control, en donde el segundo interruptor está configurado para interrumpir el flujo de corriente a través del segundo led cuando el segundo interruptor está en la posición abierta.

Según una realización, el método comprende además los pasos de detectar la corriente entregada al primer led y al segundo led, y enviar una segunda señal de control a la fuente de corriente para ajustar la corriente de modo que se logre una producción de lumen deseada tanto para el primer led como el segundo led, cuando cada uno está iluminado.

Según una realización, el paso de enviar la segunda señal de control se realiza mediante un bucle de control de corriente.

Por ejemplo, una implementación de un led configurado para generar luz esencialmente blanca (por ejemplo, un led blanco) puede incluir varios troqueles que emiten respectivamente espectros diferentes de electroluminiscencia que, en combinación, se mezclan para formar una luz esencialmente blanca. En otra implementación, un led de luz blanca puede estar asociada 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, que a su vez irradia 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 matrices que están configuradas para emitir respectivamente diferentes espectros de radiación (por ejemplo, que pueden o no ser controlables individualmente). Además, un led puede estar asociado con un fósforo que se considera parte integral del led (por ejemplo, algunos tipos de ledes blancos). En general, el término led puede referirse a ledes empaquetados, ledes no empaquetados, ledes de montaje en superficie, ledes de chip incorporado, ledes de montaje de paquete T, ledes de paquete radial, ledes de paquete de potencia, ledes que incluyen algún tipo de revestimiento y/o elemento óptico (p. ej., una lente difusora), etc.

El término "controlador" se usa aquí en general para describir varios aparatos relacionados con el funcionamiento de uno o más ledes. Un controlador puede implementarse de numerosas maneras (por ejemplo, con hardware dedicado) para realizar varias funciones discutidas en el presente documento. Un "procesador" es un ejemplo de un controlador que emplea uno o más microprocesadores que pueden programarse usando software (por ejemplo, microcódigo) para realizar diversas funciones discutidas en el presente documento. 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 descripción incluyen, pero no se limitan a, microprocesadores convencionales, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) y conjuntos de puertas programables en campo (FPGA). Debido a los diversos tipos de "controladores", cualquiera de los cuales puede ser adecuado para su uso según cualquier aspecto de la presente invención, los controladores se describirán como "configurados, programados y/o estructurados" para realizar una función establecida, abarcando así todas las formas posibles de "controlador".

Debería 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 de la materia inventiva divulgada en el presente documento.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se esclarecerán en referencia a las realizaciones que se describen a continuación.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos, los caracteres de referencia similares generalmente se refieren a las mismas partes en las diferentes vistas. Además, los dibujos no están necesariamente a escala, sino que generalmente se pone énfasis en ilustrar los principios de la invención.

La FIG. 1 es un esquema de un circuito de control de iluminación según una realización.

La FIG. 2 es un gráfico de señales presentes en un circuito de control de iluminación según una realización.

La FIG. 3 es un gráfico de señales presentes en un circuito de control de iluminación según una realización.

La FIG. 4 es un gráfico de señales presentes en un circuito de control de iluminación según una realización.

La FIG. 5 es un gráfico de señales presentes en un circuito de control de iluminación según una realización.

La FIG. 6 es un esquema de un circuito de control de referencia según una realización.

La FIG. 7 es un esquema de un circuito de control de interruptor según una realización.

La FIG. 8 es un gráfico de señales presentes en un circuito de control de iluminación según una realización.

La FIG. 9 es un diagrama de flujo de un método para controlar múltiples ledes según una realización.

La FIG. 10 es un gráfico de producción de lumen versus ciclo de trabajo para dos tiras led según una realización.

Descripción detallada de realizaciones

La presente descripción describe diversas realizaciones de un dispositivo para controlar múltiples tiras led usando señales de control no superpuestas. En términos más generales, el solicitante ha reconocido y apreciado que sería beneficioso controlar la producción de lumen de una variedad de ledes sin la necesidad de un controlador de led para cada led o tira led. En consecuencia, el dispositivo descrito o previsto en este documento proporciona un circuito de control de iluminación configurado para controlar múltiples ledes sin la necesidad de un controlador de led para cada led o tira led, y que solo utiliza una única fuente de corriente. Acoplado a una pluralidad de ledes o tiras led, el circuito de control de iluminación requiere sólo una única señal de impulsos modulada por ancho de pulso para cada led o tira led, lo que permite un circuito simple y económico para controlar un dispositivo de iluminación. El circuito de control de iluminación utiliza múltiples interruptores que son operables para interrumpir el flujo de corriente a través de un led o tira led respectiva. Los interruptores son controlados por señales de control que no se superponen temporalmente, de modo que los ledes o las tiras led pueden iluminarse en diferentes momentos durante un solo período. Por lo tanto, la producción de lumen relativa de cada led o tira led puede modificarse simplemente variando el ciclo de trabajo de las señales de impulso.

Aunque el método y el sistema descritos a continuación se describen en relación con las tiras led, el circuito podría aplicarse a prácticamente cualquier dispositivo que requiera señales de control que no se superpongan temporalmente.

Con referencia ahora a la FIG. 1 en la que los números de referencia similares se refieren a partes similares en todas partes, se ve un esquema de una realización del circuito de control de iluminación 10. Como se muestra, el circuito de control de iluminación 10 puede incluir una fuente de corriente 12, tiras led 14, interruptores 16 y bucle de control de corriente 18.

En una realización, la fuente de corriente 12 puede ser un PFC de una etapa o un convertidor PFC/DC-DC de dos etapas o cualquier otra fuente de corriente adecuada para alimentar una o más tiras led. La fuente de corriente 12 puede ser un convertidor de potencia no aislado o aislado. Ejemplos de convertidores de potencia no aislados son buck, boost, buck-boost, etc. Ejemplos de convertidores de potencia aislados son forward, flyback, push-pull, half-bridge, full-bridge, etc. La salida de la fuente de corriente 12, I_{out} , puede controlarse por una señal de control de corriente $V1$ recibida desde el bucle de control de corriente 18 u otro circuito de control o controlador. La corriente puede ajustarse disminuyendo la magnitud de I_{out} , o modulando I_{out} , como con la modulación de ancho de pulso, para proporcionar una corriente media más baja. La caída de voltaje resultante a través de los elementos restantes en el bucle de control de corriente 10 se identifica en la FIG. 1 como V_{out} .

El bucle de control de corriente 18 también puede detectar la salida de corriente de las tiras led 14. Debido a que detectar un voltaje es más simple que detectar una corriente (y debido a que el bucle de control de corriente 18 y la mayoría de los controladores reciben entradas de voltaje), una resistencia de detección de corriente R puede colocarse en serie con la salida de las tiras led 14. La resistencia de detección de corriente puede dimensionarse para crear un voltaje detectable nominal $V2$ en la salida de las tiras led 14 que será proporcional a la salida de corriente de las tiras led 14.

En una realización, las tiras led 14 están compuestas de al menos dos tiras led 20, 22. Las tiras led 20, 22 pueden estar en una relación paralela entre sí con respecto a la fuente de corriente 12, de modo que cada una puede recibir corriente independientemente de la fuente de corriente 12. Las tiras led 20, 22 y cualquier tira led adicional pueden tener uno o más ledes. Además, cada tira de tiras led 14 puede tener una temperatura de color contrastante. Por ejemplo, la tira led 20 puede estar compuesta por ledes 2700K, generalmente considerada una temperatura de color

cálida, mientras que la tira led 22 puede estar compuesta por ledes 6500K, generalmente considerada una temperatura de color fría. Sin embargo, en realizaciones alternativas, las tiras led 20, 22 pueden tener las mismas temperaturas de color o nominalmente diferentes. En realizaciones de más de dos tiras led, cada tira led adicional puede tener una temperatura de color única o una temperatura de color en común con al menos otra tira led.

En algunas realizaciones, las tiras led 14 pueden no ser parte del circuito de control de iluminación 10, sino que pueden conectarse al circuito de control de iluminación 10.

Los interruptores 16, como se muestra, pueden estar compuestos por los interruptores 24, 26. En una realización, los interruptores 16 están cada uno, respectivamente, en una relación en serie con una tira led de tiras led 14. Sin embargo, debe entenderse que los interruptores 16 pueden colocarse en cualquier ubicación adecuada para interrumpir el flujo de corriente a través de una tira led respectiva de tiras led 14.

Cada uno de los interruptores 16 puede estar compuesto por un MOSFET, MOSFET de potencia, BJT, SER o cualquier otro transistor o circuito adecuado para interrumpir el flujo de corriente a través de las tiras led 14, en respuesta a una señal de control. Por ejemplo, el interruptor 24 puede recibir la señal de control V3 y el interruptor 26 puede recibir la señal de control V4. El circuito de control de iluminación 10 no está limitado a dos interruptores, sino que puede tener tantos interruptores como tiras led controlables, cada interruptor posicionado para interrumpir el flujo de corriente a través de una tira led de tiras led 14. Las señales de control pueden ser señales de control de puerta, o en el caso de transistores BJT, una señal de control base.

En una realización, las señales de control V3, V4 pueden proporcionarse por un controlador 28. El controlador 28 puede implementarse y ser controlado por cualquier estándar digital como DALI 1.0, 2.0, 209, WIFI, BLUETOOTH, ZIGBEE, DMX, etc., para ajustar el V3, V4 o cualquier otra función realizada por el controlador 28. En una realización alternativa, la señal de control V3, V4 puede proporcionarse un circuito de control (es decir, el circuito de control 44 descrito a continuación).

En funcionamiento, el controlador 28 envía la señal de control V3, V4 a los interruptores 24, 26. En una realización, las señales de control V3, V4 no se traslapan. En otras palabras, cuando la señal de control V3 es alta (de modo que el interruptor 24 entraría en una posición cerrada), la señal de control V4 es baja, y cuando la señal de control V4 es alta, la señal de control V3 es baja. Por lo tanto, temporalmente, las señales de control V3, V4 no se superponen. Como resultado, solo uno de los interruptores 16 se abre a la vez, y solo una tira led de tiras led 14 conduce corriente: cuando la señal de control V3 es alta, el interruptor 24 conduce, cuando la señal de control V4 es alta, el interruptor 26 es conductible. Debido a que el período de señales de control V3, V4 es rápido, y debido a la persistencia natural del ojo humano, no se percibe que los ledes 14 se enciendan y apaguen; en cambio, el ojo percibe que se ha creado un color compuesto (es decir, una mezcla de las temperaturas de color de cada tira led 14). Este color compuesto puede ajustarse variando el ciclo de trabajo de las señales de control V3, V4. Esto permite mezclar los colores de múltiples tiras led 14 para lograr un único punto de color, donde cada tira led 14 está compuesta homogéneamente de ledes de una determinada temperatura de color.

Por ejemplo, si la señal de control V3 tiene un porcentaje de ciclo de trabajo alto, y la señal de control V4 tiene un ciclo de trabajo bajo, la tira led 20 permanecerá encendida durante un período de tiempo mayor que la tira led 22, por período. Por lo tanto, la temperatura de color de la tira led 20 dominará la temperatura de color percibida. Mientras que, si la señal de control V3 tiene un porcentaje de ciclo de trabajo bajo, y la señal de control V4 tiene un porcentaje de ciclo de trabajo, la tira led 22 permanecerá iluminada durante un período de tiempo más largo por período, y la temperatura de color de la tira led 22 dominará la temperatura de color percibida. De esta manera, la temperatura de color compuesta de las tiras led iluminadas 14 puede variarse ajustando el ciclo de trabajo de las señales de control V3, V4.

En una realización, las señales de control V3, V4 pueden ser complementarias (por lo tanto, $V4 = 1 - V3$), en lugar de simplemente no solaparse temporalmente.

La FIG. 2 muestra un gráfico de la señal de control V3, la señal de control V4, la corriente a través de la tira led 20 y la corriente a través de la tira led 22, con respecto al tiempo. Como se muestra, debido a que las señales de control V3, V4 no se superponen, cuando la señal de control V3 es alta, la señal de control V4 es baja. Por lo tanto, cuando la señal de control V3 es alta, la tira led 20 está conduciendo pero la tira led 22 no está conduciendo. Y a la inversa, cuando la señal de control V4 es alta, la tira led 20 no está conduciendo, pero la tira led 22 está conduciendo.

En una realización, el circuito de control de iluminación 10 puede comprender además un bucle de control de corriente 18 configurado para medir la corriente que fluye a través de cada tira led de tiras led 14 y ajustar la corriente de salida I_{out} del suministro de corriente 12. En una realización, el bucle de control 42 puede comprender un amplificador de error 30 acoplado a un comparador 32. El amplificador de error 30 puede estar acoplado a la salida de las tiras led 14, de modo que se pueda detectar la corriente a través de cada tira led 20, 22. En una realización, el amplificador de error puede estar acoplado a la resistencia R, en la salida (o entrada, en una realización alternativa) de las tiras led 14, de modo que la corriente a través de cada tira led 20, 22 puede medirse como un voltaje proporcional, V2, a través de la resistencia R. La salida del amplificador de error 30, el voltaje de error V6 dependerá del valor del voltaje de entrada

V2 en comparación con el voltaje de referencia V5. En otras palabras, cuanto mayor sea la diferencia entre el valor de las entradas, mayor será la salida, el voltaje de error V6. Por lo tanto, si el valor del voltaje de entrada V2 es significativamente menor que el voltaje de referencia V5, la salida del amplificador de error, el voltaje de error V6, tendrá un valor relativamente alto. Cuando el voltaje de entrada V2 es cercano o igual que el voltaje de referencia V5, la salida del amplificador de error, el voltaje de error V6, será relativamente bajo.

El amplificador de error 30 puede incluir una red de compensación que comprende Zf y Zi. En una realización alternativa, Zi puede ser un amplificador que tenga algo de ganancia G. El voltaje de error V6 puede escribirse en términos de la ecuación de Laplace:

$$B(s) = \frac{Zf(s)}{Zi(s)} A(s)$$

En condición DC, $s=0$, y lo anterior se convierte en

$$B = \frac{Zf(0)}{Zi(0)} A$$

La salida del amplificador de error 30 puede estar acoplada a un terminal de entrada del comparador 32, de modo que el voltaje de salida del amplificador de error 30, el voltaje de error V6, se aplica a un terminal de entrada del comparador 32. El otro terminal del comparador 32 puede recibir el voltaje de comparación V7, que, en una realización, es una forma de onda de diente de sierra. El comparador, incluido el voltaje de comparación V7, puede implementarse mediante cualquier controlador IC PWM como se conoce en la técnica, como UC3842. En una realización, la salida del comparador 32 es la señal de control de corriente V1. El ancho de pulso de la señal de control de corriente V1, en una realización, es proporcional a la magnitud del voltaje de error V6. En consecuencia, una alta magnitud de la tensión de error V6 dará como resultado una señal de control de corriente alta V1 de ancho de pulso. Mientras que una baja magnitud de error de voltaje V6 dará como resultado una señal de control de baja corriente V1 de ancho de pulso. En realizaciones que usan un controlador led aislado, se puede usar un optoacoplador para aislar el voltaje de error V6.

La salida del comparador 32 puede estar acoplada a la fuente de corriente 12, de modo que el voltaje de salida del comparador 32, la señal de control de corriente V1 se aplica a un terminal de entrada u otro punto de control del suministro de corriente 12. En una realización, la corriente de salida I_{out} es proporcional al ancho de pulso de la señal de control de corriente V1. Por lo tanto, un ancho de pulso grande de la señal de control de corriente V1 dará como resultado una corriente de salida alta I_{out} , y un ancho de pulso bajo de la señal de control de corriente V1 dará como resultado una corriente de salida baja I_{out} .

En ciertas realizaciones, el amplificador de bucle 18 y/o error 30 puede implementarse con un controlador digital.

Generalmente, en una realización, el bucle de control de corriente 18 funciona como sigue. Al principio, no se aplica corriente a ninguna tira led de las tiras led 14 y los interruptores 24, 26 de los interruptores 16 están abiertos. Tanto el voltaje de entrada V2 como el voltaje de referencia V5 pueden estar en cero. Una vez que el voltaje de referencia V5 sube (el funcionamiento de esto se discutirá más adelante), el voltaje de referencia V5 es mayor que el voltaje de entrada V2 y, por lo tanto, el voltaje de error V6 se elevará a un voltaje más alto. Como resultado, el comparador 32 comenzará a emitir una señal de control de corriente V1 con un ancho de pulso grande. La fuente de corriente 12, que recibe la señal de control de corriente de ancho de pulso grande V1, comenzará a proporcionar una corriente de salida proporcionalmente grande I_{out} a las tiras led 20, 22 (lo que se esté realizando actualmente como resultado de un interruptor cerrado 24, 26). La corriente resultante a través de las tiras led 20, 22, dará como resultado una caída de voltaje, voltaje de entrada V2, a través de la resistencia R. Debido a que el voltaje de entrada V2 ahora es más alto (y proporcional a la corriente I_{out}), la diferencia entre la tensión de entrada V2 y la resistencia R disminuye. En consecuencia, el voltaje de error de salida V6 disminuirá, reduciendo el ancho de pulso de la señal de control de corriente V1 y, en consecuencia, disminuyendo la magnitud de I_{out} . El voltaje de entrada V2 puede fluctuar hasta que alcanza un punto de estado estable que es sustancialmente equivalente al voltaje de referencia V5. En consecuencia, cuanto mayor sea el valor del voltaje de referencia V5, mayor será la corriente de estado estable resultante I_{out} . El estado estable continuará hasta que el interruptor conductor actual 24, 36 se abra o el voltaje de referencia V5 se reduzca a un valor más bajo.

Además, porque la corriente de salida I_{out} es proporcional al voltaje de referencia V5, la corriente para cada tira led se puede variar aplicando un valor único de voltaje de referencia V5 durante la operación de cada tira led de tiras led 14. Por ejemplo, durante la operación de la tira led 20 (es decir, cuando el interruptor 24 está cerrado), el voltaje de referencia V5 puede establecerse en un voltaje alto para que la corriente a través de la tira led 20 sea alta, mientras que durante la operación de la tira led 22, el voltaje de referencia V5 puede establecerse en un voltaje bajo para que

la corriente a través de la tira led 22 sea menor. Tal como se muestra en la FIG. 2, cuando el voltaje de referencia V5 se establece en el valor V8, el valor de la corriente I_{out} a través de la tira led 20 es I_1 . Cuando el voltaje de referencia V5 se establece en el valor V9, el valor de la corriente I_{out} a través de la tira led 22 es I_2 . Por lo tanto, un valor de voltaje de referencia más alto V5 da como resultado una corriente de tira led más alta I_1 . En consecuencia, la corriente de salida I_{out} puede controlarse por el valor del voltaje de referencia V5. Por supuesto, estos son solo ejemplos, y el voltaje de referencia V5 puede establecerse en cualquier valor para cualquier tira led de las tiras led 14, para lograr la corriente deseada a través de la tira led.

La variación de la corriente de salida I_{out} durante el funcionamiento relativo de cada tira led 14 puede ser deseable para compensar la producción de lumen de diferentes composiciones de cada tira led 14. En otras palabras, la tira led 20 puede estar compuesta por un tipo de led que emite una determinada producción de lumen para una cantidad dada de potencia recibida, mientras que la tira led 22 puede estar compuesta por un tipo diferente de led que emite una producción de lumen diferente para la misma cantidad de potencia recibida. En consecuencia, para regular la producción de lumen de cada tira led de tiras led 14, de modo que, por ejemplo, emitan la misma cantidad de lúmenes mientras cada tira led está iluminada, es deseable poder controlar la cantidad de corriente que fluye a través de cada tira led mientras está iluminado. Como se describió anteriormente, esto se puede lograr, en una realización, variando el voltaje de referencia V5 para cada respectiva tira led de tiras led 14. Tenga en cuenta que la producción de lumen percibida que se logra activando las tiras led 14 con señales de control no solapadas V3, V4, es distinta del concepto de la producción de lumen de cada tira led de tiras led 14 cuando está iluminada.

Más específicamente, se puede decir que el bucle de control de corriente 18 funciona en ocho modos distintos, como se representa en la FIG. 2, según una realización. La FIG. 2 muestra los modos con respecto a diversas señales del circuito de control de iluminación 10 a través de varios períodos de atenuación PWM, que incluyen: señal de control V3, señal de control V4, voltaje de referencia V5, corriente de tira led 20 y corriente de tira led 22.

En general, en el Modo 1 (M1), la señal de control V3 es alta, pero la corriente no fluye a través de la tira led 20 porque el voltaje de referencia V5 todavía está a 0 V y, por lo tanto, la corriente I_{out} es cero. El modo 1 (M1) finaliza cuando se activa el voltaje de referencia V5.

El modo 2 (M2) comienza cuando el voltaje de referencia V5 se establece en el valor de voltaje V8. Como resultado de que el voltaje de referencia V5 se establezca en el valor de voltaje V8, la fuente de corriente 12 comenzará a conducir. Debido a que el interruptor 24 está cerrado, la corriente de la tira led 20 aumentará de 0A a la corriente de estado estable I_1 . El nivel de corriente de estado estable I_1 puede determinarse mediante la siguiente fórmula,

$$I_1 = V8 / R$$

En una realización donde se ha insertado un amplificador en la entrada negativa del amplificador de error 30, para aumentar el voltaje de entrada V2, la fórmula se convierte en

$$I_1 = G * V8 / R$$

Donde G es la ganancia del amplificador en el terminal de entrada negativo. El propósito de la ganancia no inversora adicional es permitir que se use un valor más bajo de R para reducir la pérdida de potencia como resultado de la resistencia R y mejorar la relación señal/ruido. El modo 2 (M2) finaliza cuando el voltaje de referencia V5 vuelve a ser 0V.

El modo 3 (M3) comienza cuando el voltaje de referencia V5 vuelve a caer a 0V (o algún otro voltaje insignificante) mientras la señal de control V3 sigue siendo alta. En esta etapa, la corriente de salida decae a 0A porque el voltaje de referencia V5 vuelve a ser bajo. Como se discutirá en profundidad a continuación, es ventajoso que el voltaje de referencia V5 permanezca lo suficientemente bajo para la capacitancia de salida C_{out} del suministro de corriente 12 (representado en la FIG. 1 como el condensador C_{out}) para agotar tanta carga como sea posible antes de que comience la conducción en la siguiente tira led 22 (u otra tira led de la tira led 14 en realizaciones alternativas). De lo contrario, la carga excesiva de C_{out} causará un exceso de corriente durante el siguiente tiempo de encendido de la tira led 22. El modo 3 (M3) finaliza cuando la señal de control V3 cae a bajo.

El modo 4 (M4) representa el período de inactividad cuando todas las señales son 0V y 0A. Este período se utiliza como atenuación PWM. El modo 4 (M4) finaliza cuando la señal de control V4 sube. El modo 5-8 (M5-M8) es una repetición de los modos 1-4 (M1-M4) para la tira led 22. Al final del modo 8 (M8), el sistema completa un ciclo de atenuación PWM. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que para los modos 5-8 (M5-M8), el voltaje de referencia V5 se establece en el valor de voltaje V9, que es menor que el valor de voltaje V8. Como resultado, la corriente a través de la tira led 22, I_2 , es menor que la corriente a través de la tira led 20, I_1 .

Los tiempos de inactividad de los modos 4 y 4 (M4, M8) representan períodos en los que ninguna tira led 20, 22 está conduciendo. En consecuencia, el ancho de los modos 4 y 8 (M4, M8) puede ajustarse para cambiar el brillo percibido de las tiras led 20, 22. Por lo tanto, la atenuación puede efectuarse ampliando los modos 4 y 8 (M4, M8). Debido a que cambiar el brillo relativo de uno con la tira led de la tira led 14 con respecto a otra puede cambiar el punto de color de la luz emitida, puede ser conveniente, al atenuar, ajustar los modos 4 y 8 de modo que esa relación de tiempo para cada tira led 20 y 22 permanezca igual. Por ejemplo, si, a pleno brillo, la tira led 20 está encendida durante el 70% de un período de atenuación y la tira led 22 está encendida durante el 30% del período de atenuación, cuando se atenúa al 10% de la salida completa, los modos 4 y 8 (M4, M8) pueden ajustarse de modo que la tira led 20 esté encendida durante el 7% del período de atenuación y la tira led 22 esté encendida durante el 3% del período de atenuación. De esta manera, el punto de color de la luz emitida permanecerá en el punto deseado, pero el brillo general se atenuará al 10%.

Por supuesto, el voltaje de referencia V5 y las señales de control V3, V4 deben ser altas para que la corriente conduzca, los tiempos de inactividad pueden implementarse variando las señales de control V3, V4, de modo que ninguno de los dos conduzca durante un período de tiempo.

Los modos 1,3, 5 y 7 (M1, M3, M5, M7) se pueden usar como tiempos muertos en el diseño del controlador, es decir, donde no fluye corriente a través de las tiras led 20, 22. El propósito del tiempo muerto es mitigar el exceso de corriente del led. Exceso de corriente, como se representa en la FIG. 3, ocurre donde los picos de corriente por encima del punto de ajuste de estado estable. Tanto la luz como la temperatura de color de un led son función de su corriente de amperios. Por lo tanto, el exceso de corriente puede cambiar la temperatura de color y la luz de un led desde sus puntos de ajuste.

Aunque el exceso generalmente está determinado y mitigado por los valores de la red de compensación (Z_f y Z_i), otros factores eléctricos pueden contribuir al exceso de corriente:

Primero, como se muestra en la FIG. 4, si el voltaje de referencia V5 es alto antes de que se cierre el interruptor, el voltaje de error V6 será muy alto debido al gran voltaje de entrada diferencial (voltaje de referencia V5 menos el voltaje de entrada V2). De hecho, el amplificador de error 30 puede estar en saturación (típicamente el V_{cc} del omp-amp). Como la corriente de salida de la fuente de corriente es proporcional a la señal de error, una vez que uno de los interruptores 16 se cierra, el voltaje de error saturado V6 producirá inicialmente una corriente de salida muy grande I_{out} , lo que resulta en un exceso de corriente antes de establecerse en estado estable en I_1 .

Para mitigar este exceso de corriente, el voltaje de referencia V5 puede establecerse en una señal alta (es decir, V8, V9) solo después de que la señal de control V3 o la señal de control V4 sea alta, como se muestra en la Figura 4. Como tal, el amplificador de error inicial 30 de voltaje de error de salida V6 comienza a 0V y se eleva a un pequeño error de estado estable. Al hacerlo, la corriente de salida I_{out} de la fuente de corriente 12 (que es lo mismo que la corriente del led) comenzará desde 0A en lugar de la corriente máxima. Por lo tanto, el exceso de corriente y el tiempo de asentamiento se reducirán drásticamente.

En segundo lugar, la descarga de la capacitancia de salida C_{out} de la fuente de corriente 12, puede provocar un exceso de corriente si se descarga rápidamente a través de una de las tiras led 14. Más específicamente, si el voltaje de la capacitancia de salida cargada C_{out} es mayor que el voltaje en las tiras led 14 al comienzo del siguiente ciclo de conducción, la carga excesiva de C_{out} se descargará instantáneamente en la tira led 14 dando como resultado un exceso agudo de corriente. En consecuencia, se puede introducir un tiempo muerto para permitir la capacitancia de salida C_{out} para agotar sus cargas. En una realización alternativa, tener una potencia auxiliar extraída de la misma fuente de corriente ayudará al agotamiento de la carga.

De lo anterior, el tiempo muerto a tiempo puede definirse por el período de tiempo en el que un interruptor 16 está en la posición cerrada pero la corriente no fluye a través de la tira led respectiva de las tiras led 14. El tiempo muerto fuera de tiempo puede estar determinado por condiciones como $V_{cout} < V_{out}$ así como $I_1, I_2 = 0A$.

Tal como se muestra en la FIG. 5, los tiempos muertos y los tiempos de inactividad no necesitan ser simétricos. Por ejemplo, el tiempo de inactividad entre el interruptor de apertura 24 y el interruptor de cierre 26 puede ser de una longitud, y el tiempo de inactividad entre el interruptor de apertura 26 y el interruptor de cierre 24 puede ser de otra longitud. Se apreciará que los tiempos muertos y los tiempos de inactividad se pueden establecer en cualquier longitud que sea adecuada para mitigar el exceso de corriente o para controlar la atenuación. Además, los tiempos muertos y los tiempos de inactividad pueden variar de un período a otro para tener en cuenta las condiciones que afectan el exceso de corriente o la atenuación y que varían con el tiempo. Los tiempos muertos y los tiempos de inactividad también se pueden implementar para cualquier número de tiras led en realizaciones de más de dos tiras led de tiras led 14.

Además, el controlador 28 o un controlador diferente pueden usarse para variar la señal de control V3 y V4 para implementar los tiempos muertos.

El ajuste del valor del voltaje de referencia V5 puede lograrse mediante firmware o un controlador, como el controlador

28. En una realización alternativa, un circuito tal como el circuito de control de referencia 34 puede alterar el valor del voltaje de referencia V5. Tal como se muestra en la FIG. 6, el circuito de control 34 puede comprender dos fuentes de voltaje 36, 38, cada una de las cuales genera un valor de voltaje diferente: V8, V9, respectivamente. Las fuentes de voltaje 36, 38 están acopladas respectivamente, a través del interruptor 40, 42, a un nodo sumador que está acoplado a la entrada de voltaje de referencia V5 (es decir, el terminal positivo del amplificador de error 30) del bucle de control de corriente 18. En consecuencia, cuando el interruptor 40 está cerrado y el interruptor 42 está abierto, el voltaje de referencia V5 se establece en el valor de voltaje V8 por la fuente de voltaje 36. Cuando el interruptor 40 está abierto y el interruptor 42 está cerrado, el voltaje de referencia V5 se establece en el valor de voltaje V9 por la fuente de voltaje 38. De esta manera, el valor del voltaje de referencia V5 puede variar entre el valor de voltaje V8 y el valor de voltaje V9 alterando los interruptores 40, 42. El circuito de control de referencia 34, en una realización, puede incluir además la resistencia de extracción R_p , que tira el voltaje de referencia V5 a tierra cuando ni el interruptor 40 ni el interruptor 42 están cerrados. Cada interruptor 40, 42 puede abrirse o cerrarse mediante una señal de control de conmutación V10, V11, respectivamente. En una realización, los interruptores 40, 42 pueden ser multiplexores analógicos, sin embargo, se pueden usar otros interruptores como se conoce en la técnica. Además, el voltaje de referencia V5 puede modificarse para tener un arranque suave utilizando un tiempo de subida RC simple para ralentizar el tiempo de encendido actual de la tira led 14.

En realizaciones alternativas, se puede usar cualquier número de fuentes de voltaje para establecer el voltaje de referencia V5. Por ejemplo, si las tiras led 14 se componen de cuatro tiras led, se pueden usar cuatro fuentes de voltajes diferentes para establecer el voltaje de referencia V5 a un valor de voltaje único para cada tira led. Sin embargo, un experto en la materia apreciará que se puede usar cualquier número de valores de voltaje de referencia para cualquier número de tiras led. Por ejemplo, si se emplean tres tiras led, dos de las cuales requieren una corriente similar, dos fuentes de voltaje pueden suministrar dos valores de voltaje de referencia a las tres tiras led. De manera similar, cuando los valores de voltaje de referencia se suministran por un controlador tal como el controlador 28, el controlador puede configurarse para suministrar cualquier número de voltajes de referencia para cualquier número de tiras led.

Tal como se muestra en la FIG. 7, el circuito de control de iluminación 10 puede incluir además el circuito de control de conmutación 44, configurado para proporcionar la señal de control de conmutación V10, V11, así como las señales de control V3, V4. En esta realización, el circuito de control de conmutación 44 puede reemplazar o complementar el controlador 28 a medida que funciona para generar señales de control V3, V4 o V10, V11.

En la realización mostrada en la FIG. 7, el circuito de control 44 puede estar compuesto por dos ramas 46, 48, cada una con dos comparadores: la rama 46 incluye los comparadores 50, 52 y la rama 48 incluye los comparadores 54, 56. En una realización, los comparadores 52, 54 emiten señales de control V3, V4, respectivamente, y los comparadores 50, 56, emiten señales de control de conmutación V10, V11, respectivamente.

Cada rama 46, 48 está configurada para recibir una señal de conmutación V12, V13, en el terminal de entrada 58, 60. Los comparadores 50, 54 están configurados para recibir señales de conmutación V12, V13 en terminales opuestos. Por ejemplo, el comparador 50 puede recibir la señal de conmutación V12 en la entrada negativa, mientras que el comparador 54 puede recibir la señal de conmutación V13, en el terminal positivo. El otro terminal de los comparadores 50, 54 puede estar conectado a la señal de comparación V16. En una realización, la señal de comparación V16 puede ser una onda triangular, aunque se pueden usar otros tipos de onda en realizaciones alternativas.

Los comparadores 52, 56, en una realización, pueden configurarse para recibir una señal de conmutación atenuada V14, V15. En una realización, las señales de conmutación V14, V15 pueden estar formadas por el diodo D1 y R1, y el diodo D2 y R2. Usando la rama 46 como ejemplo, como se muestra, el ánodo del diodo D1 puede estar acoplado al terminal de entrada 58 de tal manera que el diodo D1 reciba la señal de conmutación V12. El cátodo del diodo D1 puede conectarse al terminal negativo del comparador 52 y al resistor R1, que está conectado a tierra. En funcionamiento, la corriente fluirá a través del diodo D1 y la resistencia R1 a tierra, como resultado de la señal de conmutación V12. El diodo D1 causará una caída de 0.5-0.7 voltios del valor de la señal de conmutación V12. El resto forma la señal de conmutación V14 y está presente en la entrada negativa del comparador 52. En consecuencia, la caída de voltaje a través de la resistencia R1 forma la señal de conmutación V14, que es igual a la señal de conmutación V12, menos la caída de voltaje a través del diodo D1. Debe observarse que el diodo D1, en realizaciones alternativas, puede ser reemplazado por una resistencia (que forma un divisor de voltaje con la resistencia R1) o cualquier otro dispositivo de voltaje constante. De manera similar, el valor de R1 puede determinarse por la polarización directa del diodo D1.

La rama 48, en una realización, está configurada como la rama 44, excepto que la señal de conmutación V15 se aplica al terminal positivo, en lugar de negativo, del comparador 56. Además, los terminales opuestos de los comparadores 52, 56 están conectados a la señal de comparación V16. En otras palabras, el terminal positivo del comparador 52 está acoplado para recibir la señal de comparación V16, mientras que el terminal negativo del comparador 56 está acoplado para recibir la señal de comparación V16.

En resumen, el comparador 50 recibe la señal de conmutación V12 en el terminal de entrada negativo y la señal de comparación V16 en el terminal positivo, mientras que el comparador 52 recibe la señal de conmutación V14 en el

terminal negativo y la señal de comparación V16 en el terminal positivo. Por el contrario, el comparador 54 recibe la señal de conmutación V13 en el terminal de entrada positivo y la señal de comparación V16 en el terminal de entrada negativo, mientras que el comparador 56 recibe la señal de conmutación V15 en el terminal de entrada positivo y la señal de comparación V16 en el terminal de entrada negativo.

En una realización, las señales de conmutación son voltajes constantes, que descienden del valor de voltaje más alto en el siguiente orden: V12, V14, V13, V15 Sin embargo, en realizaciones alternativas, se pueden usar otros valores de señal de conmutación para lograr diferentes salidas deseadas (es decir, para variar los tiempos muertos, los tiempos inactivos y los tiempos de conducción). En otra realización más, las señales de conmutación pueden variar con el tiempo o en algún evento tal como una entrada del usuario.

Cabe destacar que la FIG. 7 es solo un ejemplo ilustrativo y puede no ser un diseño óptimo, ya que hay muchas formas de implementar señales eléctricas dependiendo del costo del sistema y los requisitos de rendimiento. Por ejemplo, el tiempo para las señales de control o los tiempos muertos se pueden generar utilizando componentes lógicos digitales, como los circuitos de compuertas lógicas digitales. En otros ejemplos, la atenuación de las señales de control se puede generar mediante microprocesadores o microcontroladores.

Tal como se muestra en la FIG. 8, en una realización, el circuito de control 44 funciona como sigue:

Cuando la señal de comparación V16 se eleva por encima del valor de la señal de conmutación V14, el comparador 52 emite la señal de control V3. Una vez que la señal de comparación V16 se eleva por encima del valor de la señal de conmutación V12, el comparador 50 comienza a emitir la señal de control de conmutación V10. A continuación, cuando la señal de comparación V16 cae por debajo del valor de la señal de conmutación V12, el comparador 50 deja de emitir la señal de control de conmutación V3. De manera similar, cuando la señal de comparación V16 cae por debajo de la señal de conmutación V14, el comparador 52 deja de emitir la señal de control V3. De esta manera, la señal de control de conmutación V10 comienza solo después de que la señal de control V3 ya haya comenzado y cesa antes de que la señal de control V3, finalice.

Los comparadores 54, 56 emiten de manera similar la señal de control V4 y la señal de control de conmutación V11, respectivamente. Sin embargo, debido a que la señal de comparación V16 está acoplada a los terminales negativos de los comparadores 54, 56 cada uno solo emitirá una señal cuando la señal de comparación V16 caiga por debajo del valor de la señal de conmutación respectiva. Por lo tanto, el comparador 54 comenzará a emitir la señal de control V4 cuando la señal de comparación de la señal del voltaje de referencia V16 caiga por debajo de la señal de conmutación V13, y el comparador 56 comenzará a emitir la señal de control de conmutación V11 cuando la señal de comparación V16 caiga por debajo de la señal de conmutación V15. Por el contrario, el comparador 56 dejará de emitir la señal de control del interruptor V11 cuando la señal de comparación V16 se eleve por encima de la señal del interruptor V15, y el comparador 54 dejará de emitir la señal de control V4 cuando la señal de comparación V16 se eleve por encima de la señal del interruptor V13.

Las salidas de los comparadores 68, 70, 72, 74 pueden variarse alterando los valores de las señales de conmutación V12, V13 o el ancho de pulso de la señal de comparación V16. Además, en lugar de proporcionar dos señales, V12, V13, y derivar las señales V14, V15, el controlador 28 puede configurarse para proporcionar señales V12, V13, V14, V15 directamente a los comparadores 50, 52, 54, 56.

Debe entenderse que, aunque la FIG. 1 representa un circuito que tiene dos tiras led 20, 22 se puede usar cualquier número de tiras led. En realizaciones de más de dos tiras led, los circuitos de soporte puede expandirse para acomodar las tiras led adicionales. Por ejemplo, cada tira led adicional puede tener un interruptor adicional asociado, que recibe una señal de control del controlador 28. Alternativamente, cada interruptor adicional puede recibir señales de control del circuito de control de conmutación 44. Por ejemplo, el circuito de control de conmutación 44 puede emplear ramas adicionales, cada rama proporciona una señal de control y una señal de control de conmutación para cada rama adicional de led.

En realizaciones alternativas, solo se puede usar una señal de control, tal como la señal de control V5, para controlar cada tira led 14, incluidas las tiras led adicionales. En este ejemplo, los interruptores asociados con cada tira led pueden accionarse individualmente en momentos únicos durante un período de control dado, de modo que la señal de control V5 se multiplexa efectivamente en el tiempo, con cada uno de los interruptores 24 y 26 accionados por una porción única del control señal V5 período. En realizaciones alternativas, dos o más tiras led pueden accionarse juntas durante la misma porción de los períodos de señal de control V5. En otra realización más, se pueden usar dos o más canales para controlar los interruptores 16. Por ejemplo, un solo canal de control puede usarse para controlar un máximo de dos interruptores de interruptores 16. Por lo tanto, en una realización de seis interruptores, se usaría un total de tres canales, cada uno de los cuales controla dos de los seis interruptores. Además, en realizaciones de más de dos tiras led, se pueden emplear bucles de control de corriente 42 adicionales para controlar la salida de corriente cuando cada tira led adicional está recibiendo corriente. Estas y otras variaciones serán obvias junto con una revisión de esta divulgación.

La corriente que fluye a través de cualquier tira led adicional puede ser detectada y controlada por el controlador 28,

utilizando la señal de control de corriente V1 entregada a la fuente de corriente 12. Alternativamente, el bucle de control de corriente 18 puede detectar la corriente que fluye a través de cada tira led adicional y ajustar la corriente I_{out} cuando cada uno está iluminado.

Un experto en la materia apreciará además que se pueden implementar múltiples bucles de control de corriente 42 para controlar la corriente que fluye a través de cada tira led. Por ejemplo, cada bucle de control de corriente puede tener un voltaje de referencia único. Así, en lugar de multiplexar el voltaje de referencia para un bucle de control de corriente 18, cada bucle de control de corriente se implementa alternativamente durante el funcionamiento de cada tira led de tiras led 14.

La FIG. 9, en una realización, muestra un diagrama de flujo de un método 600 para controlar múltiples ledes. El método utiliza una o más realizaciones de los sistemas descritos o previstos de otro modo en este documento. Por ejemplo, el método 200 puede usar el circuito de control de iluminación 10 descrito anteriormente.

En el paso 610, se proporciona corriente I_{out} , utilizando la fuente de corriente 12, a las tiras led 20, 22. En una realización, las tiras led 20, 22 pueden estar en paralelo con respecto a la fuente de corriente 12 de manera que cada una pueda recibir independientemente corriente I_{out} .

En el paso 612, en una realización, una señal de control V3 acciona un primer interruptor 24 desde una posición abierta a una cerrada. El primer interruptor 24 puede colocarse para interrumpir la corriente que fluye a través de la tira led 20 cuando está en la posición abierta. Por lo tanto, la corriente puede fluir a través de la tira led 20 cuando el interruptor 24 está en la posición cerrada.

En el paso 614, una segunda señal de control V4 acciona un segundo interruptor 26, desde una posición abierta a una cerrada. El segundo interruptor 26 puede colocarse para interrumpir la corriente que fluye a través de la tira led 22 cuando está en la posición abierta. Además, la señal de control V3 está configurada para que no se solape temporalmente con la señal de control V4, de modo que la corriente se interrumpe a través de las tiras led 20, 22 en diferentes momentos. Por lo tanto, las tiras led 20, 22 nunca están en funcionamiento al mismo tiempo.

En una realización, la señal de control V3 y V4 puede proporcionarla un controlador 28. En una realización alternativa, las señales de control V3 y V4 pueden proporcionarse mediante el circuito de control de conmutación 44.

En el paso 616 se detecta la corriente I_{out} entregada a los ledes 14. En una realización, la corriente I_{out} puede detectarse por el controlador 28. En una realización alternativa, la corriente I_{out} puede detectarse por un bucle de control de corriente 18, como se representa en la FIG. 1. La corriente que fluye a través de las tiras led 20, 22, en una realización, puede detectarse midiendo un voltaje de entrada V2 sobre una resistencia de detección de corriente.

En el paso 620, se puede enviar una señal de control de corriente V1 a la fuente de corriente 12 para ajustar la corriente I_{out} que fluye a través de las tiras led 20, 22, cuando cada una está iluminada. Como se discutió anteriormente, I_{out} puede ajustarse para garantizar que se logre una producción de lumen constante para cada tira led 20, 22, cuando cada una está iluminada, dadas las composiciones relativas de cada tira led 20, 22. Nuevamente, la señal de control de corriente V1 puede enviarse por el controlador 28, por un controlador diferente (no mostrado) o por un bucle de control de corriente 18 como se representa en la FIG. 1.

La FIG. 10 muestra un gráfico de cómo la producción de lumen relativa de cada tira led varía con el ciclo de trabajo de las señales de control V3, V4. El ciclo de trabajo de las señales de control V3, V4 está representado por el eje horizontal y la producción de lumen está representada por el eje vertical. En esta figura, se supone que la tira led 20 está compuesta por ledes 6500K y la tira led 22 está compuesta por ledes 2700K, aunque puede usarse cualquier led. Cuando el ciclo de trabajo de la señal de control V3 está al 0%, y V4 está al 100%, la tira led 20 no se ilumina y la tira led 6500K está constantemente encendida. Cuando el ciclo de trabajo de cada V3 y V4 es del 50%, la producción promedio de cada tira led 20, 22 es igual, por lo tanto, la producción de lumen percibida será equivalente. Con respecto a la señal de control V3, desde 0% hasta, pero sin incluir, 50%, la producción de lumen de la tira led 22 es dominante. Desde justo después del 50% al 100%, la producción de lumen de la tira led 20 se vuelve dominante, a medida que disminuye la producción de lumen de la tira led 22.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito de control de iluminación (10), que comprende:

- un controlador (28) para generar una primera señal de control (V3), una segunda señal de control (V4) y un voltaje de referencia (V5), la segunda señal de control (V4) no se solapa temporalmente con respecto a la primera señal de control (V3);
- una fuente de corriente (12) acoplable para entregar una corriente (I_{out}) a un primer led (20) y un segundo led (22), en el que la corriente (I_{out}) es proporcional al voltaje de referencia (V5) de modo que se alcanza un valor deseado de la corriente (I_{out}) cuando el voltaje de referencia (V5) tiene un alto valor;
- un primer interruptor (24) configurado para cambiar desde una posición abierta, cuando se acciona por la primera señal de control (V3) que tiene un valor bajo, a una posición cerrada cuando se acciona por la primera señal de control (V3) que tiene un valor alto, en donde el primer interruptor (24) está posicionado para interrumpir el flujo de corriente (I_{out}) a través del primer led (20) cuando el primer interruptor (24) está en la posición abierta; y
- un segundo interruptor (26) configurado para cambiar desde una posición abierta, cuando se acciona por la segunda señal de control (V4) que tiene un valor bajo, a una posición cerrada cuando se acciona por la segunda señal de control (V4) que tiene un valor alto, en donde el segundo interruptor (26) está posicionado para interrumpir el flujo de corriente (I_{out}) a través del segundo led (22) cuando el segundo interruptor (26) está en la posición abierta,

en el que el controlador (28) está dispuesto para generar el valor alto del voltaje de referencia (V5) solo después de que una de la primera señal de control (V3) y la segunda señal de control (V4) tengan el valor alto.

2. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 1, en el que el primer led (20) y el segundo led (22) emiten temperaturas de color contrastantes durante el funcionamiento.

3. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 1, en el que el controlador (28) está configurado para alterar el brillo del primer led (20) y el segundo led (22) al ajustar un ciclo de trabajo de la primera señal de control (V3) y un ciclo de trabajo de la segunda señal de control (V4).

4. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 1, que comprende además: un bucle de control de corriente (18), que comprende:

un amplificador de error (30), configurado para recibir en una primera entrada un voltaje de detección (V2) que es proporcional a la corriente (I_{out}) que fluye a través de las tiras led (14), y para recibir en una segunda entrada un voltaje de referencia (V5), y para emitir un voltaje de error (V6), en el que el voltaje de error (V6) es proporcional a la diferencia entre el voltaje de detección (V2) y el voltaje de referencia (V5); un comparador (32), configurado para recibir en una primera entrada el voltaje de error (V6), y en una segunda entrada un voltaje de comparación (V7), siendo el voltaje de comparación (V7) una onda de diente de sierra, y emitir un voltaje de control (V1), en donde el ciclo de trabajo del voltaje de control (V1) se establece por la magnitud del voltaje de error (V6), en donde la fuente de corriente (12) está configurada para ajustar la magnitud de la corriente de salida (I_{out}) en proporción al ciclo de trabajo del voltaje de control (V1).

5. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 4, en el que el voltaje de referencia (V5) se establece en un primer valor (V8) cuando el primer interruptor (24) está en la posición cerrada, y en un segundo valor (V9) cuando el segundo interruptor (26) está en la posición cerrada.

6. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 5, en el que el voltaje de referencia (V5) se establece en el primer valor (V8) para un primer período de tiempo (M2), en el que el primer período de tiempo (M2) comienza después del primer interruptor (24) está en la posición cerrada, y termina antes de que el primer interruptor (24) esté en la posición abierta, y se establece en el segundo valor (V9) para un segundo período de tiempo (M6), en el que el segundo período de tiempo (M6) comienza después de que el segundo interruptor (26) está en la posición cerrada, y termina antes de que el segundo interruptor (26) esté en la posición abierta.

7. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 4, en el que el voltaje de referencia (V5) se establece en 0 V durante un primer período de tiempo (M4) y un segundo período de tiempo (M8), en el que el primer período de tiempo (M4) comienza después de que el primer interruptor (24) esté en la posición cerrada y antes de que el segundo interruptor (26) esté en la posición abierta, en donde el segundo período de tiempo (M8) comienza después de que el segundo interruptor (26) esté en la posición cerrada y antes de que el primer interruptor (24) esté en la posición abierta.

8. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 4, que comprende además: un

circuito de control de referencia (34), que comprende:

una primera fuente de voltaje (36) que tiene un primer valor de voltaje (V8) que se configura para establecer el valor del voltaje de referencia (V5) en el primer valor de voltaje (V8) cuando un primer interruptor (40) está en una

posición cerrada; y

una segunda fuente de voltaje (38) que tiene un segundo valor de voltaje (V9) que se configura para establecer el valor del voltaje de referencia (V5) en el segundo valor de voltaje (V9) cuando un segundo interruptor (42) está en una posición cerrada.

5 9. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 8, en el que el primer interruptor (40) se acciona en una posición cerrada por una primera señal de control de conmutación (V10) y el segundo interruptor (42) se acciona en una posición cerrada por una segunda señal de control de conmutación (V11).

10 10. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 9, que comprende además:

un circuito de control de conmutación 44, que comprende:

15 una primera rama (46), que incluye un primer comparador (52) configurado para emitir la primera señal de control (V3) cuando el valor de una señal de comparación (V16) excede el valor de una primera señal de conmutación (V14), e incluye un segundo comparador (50) configurado para emitir la primera señal de control de conmutación (V10) cuando el valor de la señal de comparación (V16) excede el valor de una segunda señal de conmutación (V12); y

20 una segunda rama (48), que incluye un tercer comparador (54) configurado para emitir la segunda señal de control (V4) cuando el valor de la señal de comparación (V16) cae por debajo del valor de una tercera señal de conmutación (V13), e incluye un cuarto comparador (56) configurado para emitir la segunda señal de control de conmutación (V11) cuando el valor de la señal de comparación (V16) cae por debajo del valor de una cuarta señal de conmutación (V15).

25 11. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 10, en el que el valor de la segunda señal de conmutación (V12) es mayor que el valor de la primera señal de conmutación (V14), el valor de la primera señal de conmutación (V14) es mayor que el valor de la tercera señal de conmutación (V13) y el valor de la tercera señal de conmutación (V13) es mayor que el valor de la cuarta señal de conmutación (V15).

30 12. El circuito de control de iluminación (10) de la reivindicación 1 en el que el controlador (28) está configurado para detectar la corriente (I_{out}) que se entrega al primer led (20) y al segundo led (22), y enviar una señal de control (V1) a la fuente de corriente (12) para ajustar la corriente (I_{out}) de modo que se logre una producción de lumen deseada tanto para el primer led (24) como para el segundo led (26), cuando cada uno está iluminado.

35 13. Un método de control de iluminación, que comprende los pasos de:

entregar, con una fuente de corriente (12), una corriente (I_{out}), proporcional a un voltaje de referencia (V5), a un primer led (20) y un segundo led (22); controlar, con la primera señal de control (V3), un primer interruptor (24) desde una posición abierta a una posición cerrada, en el que el primer interruptor (24) está configurado para interrumpir el flujo de corriente (I_{out}) a través del primer led (20) cuando el primer interruptor (24) está en la posición abierta; y

40 controlar, con la segunda señal de control (V4), un segundo interruptor (26) desde una posición abierta a una posición cerrada, en donde la segunda señal de control (V4) no se solapa temporalmente con respecto a la primera señal de control (V3), en donde el segundo interruptor (26) está configurado para interrumpir el flujo de corriente (I_{out}) a través del segundo led (22) cuando el segundo interruptor (26) está en la posición abierta,

en donde el voltaje de referencia (V5) se establece en una señal alta después de una de la primera señal de control (V3) y la segunda señal de control (V4) es alta.

50 14. El método de control de iluminación de la reivindicación 13, que comprende además los pasos de:

detectar la corriente (I_{out}) entregada al primer led (20) y al segundo led (22), y enviar una segunda señal de control (V1) a la fuente de corriente (12) para ajustar la corriente (I_{out}) de modo que se logre una producción de lumen deseada tanto para el primer led (20) como para el segundo led (22), cuando cada uno está iluminado.

55 15. El método de control de iluminación de la reivindicación 14, en el que el paso de enviar la segunda señal de control (V1) se realiza mediante un bucle de control de corriente (18).

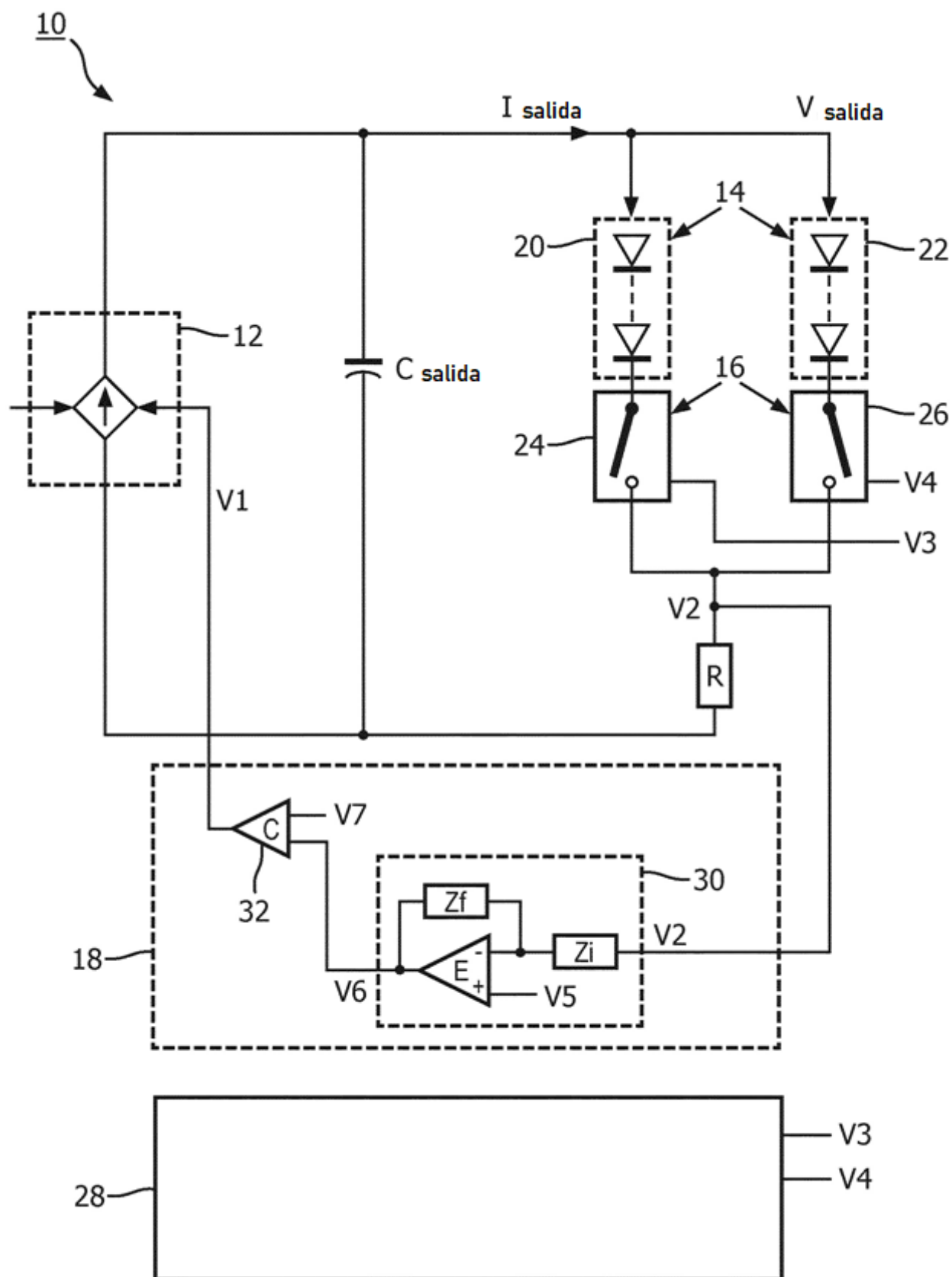


FIG. 1

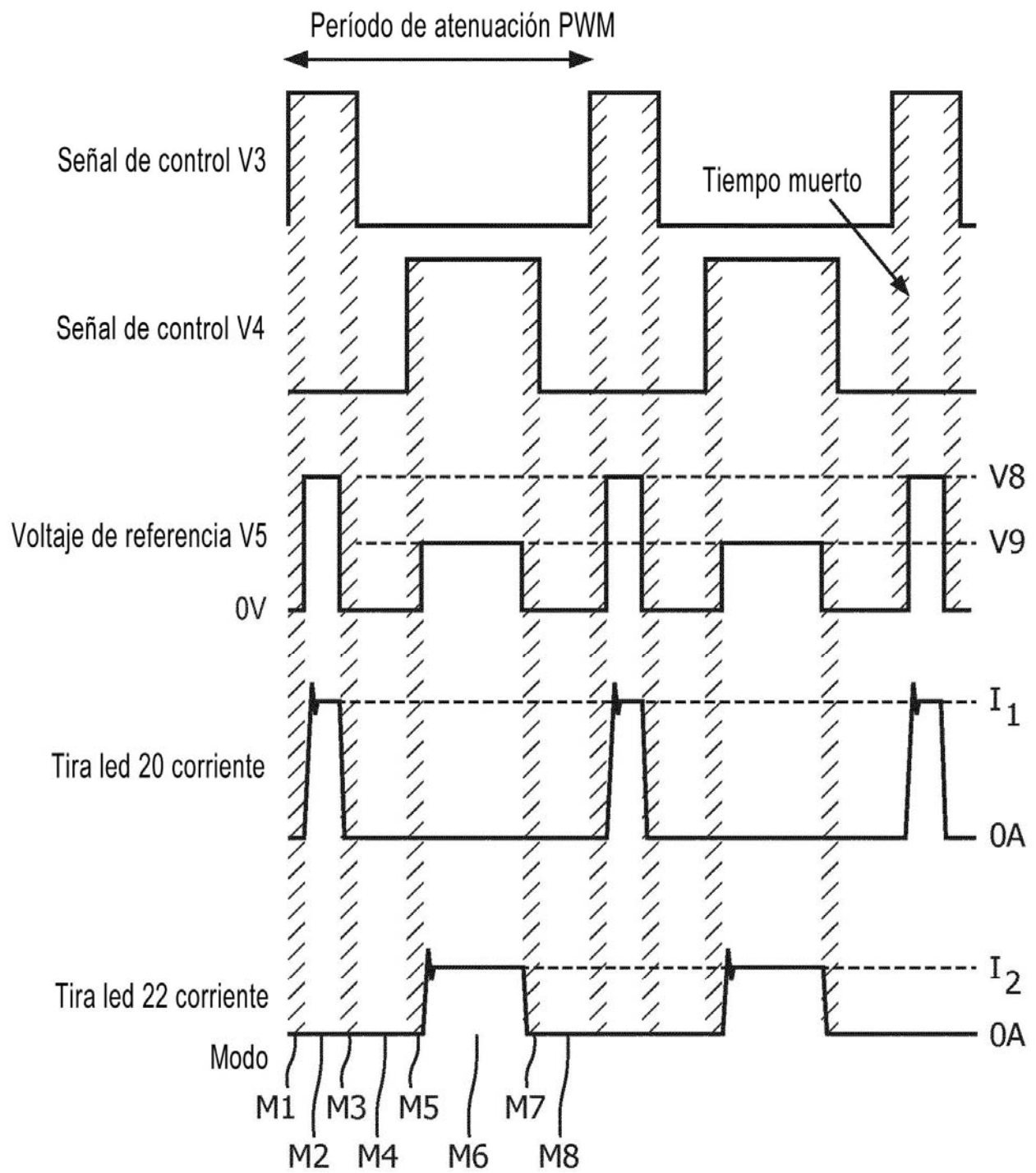


FIG. 2

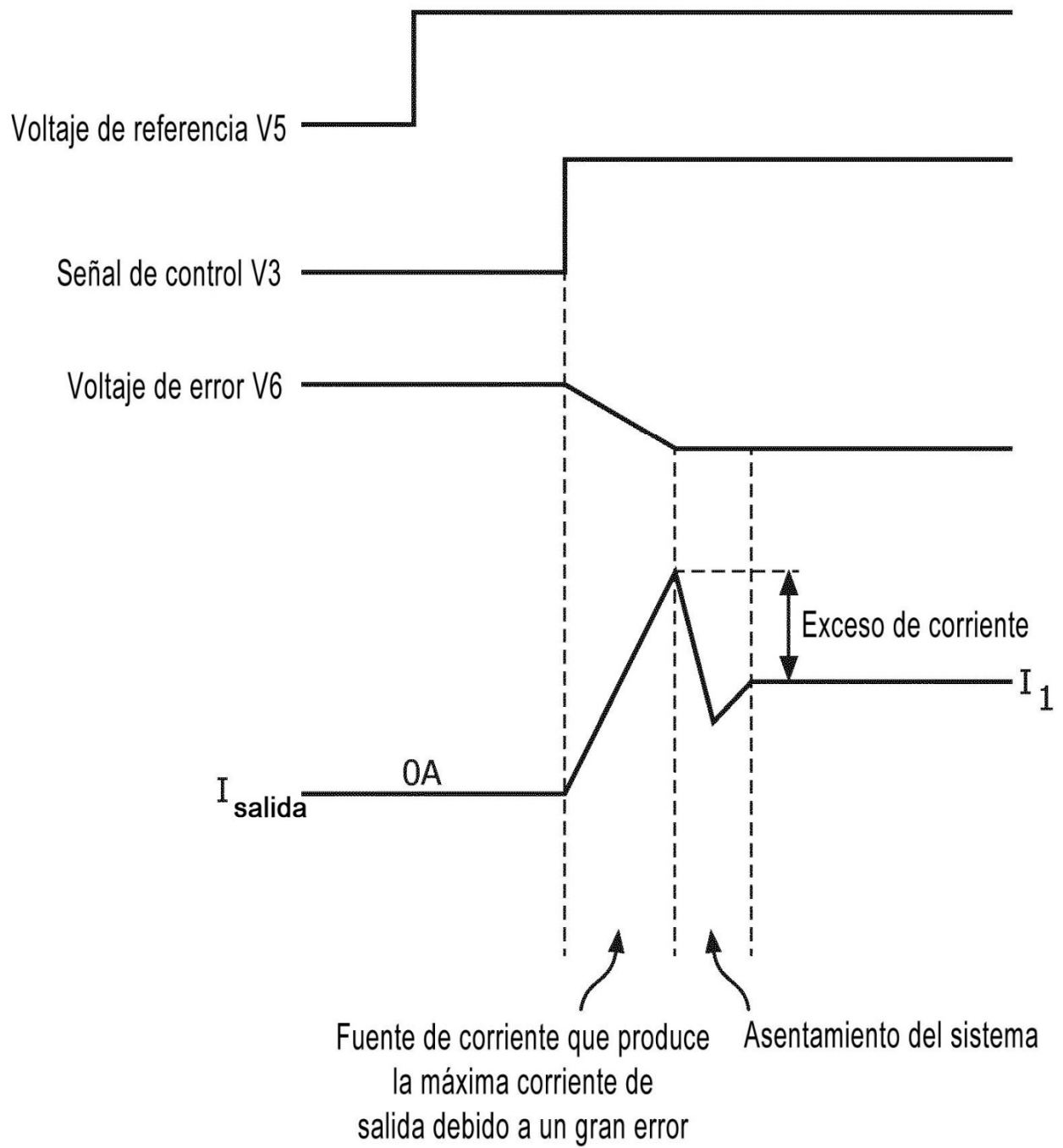


FIG. 3

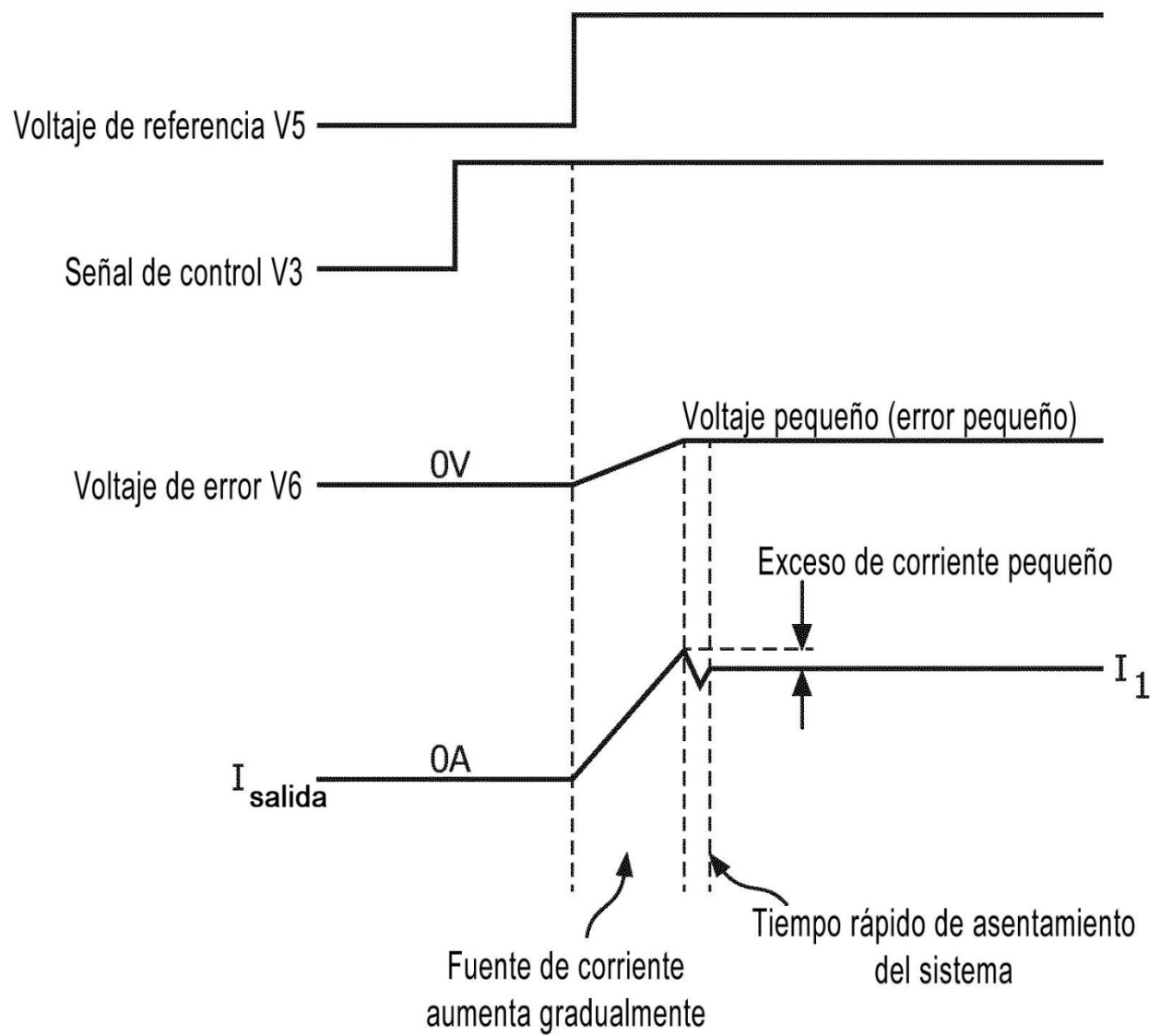


FIG. 4

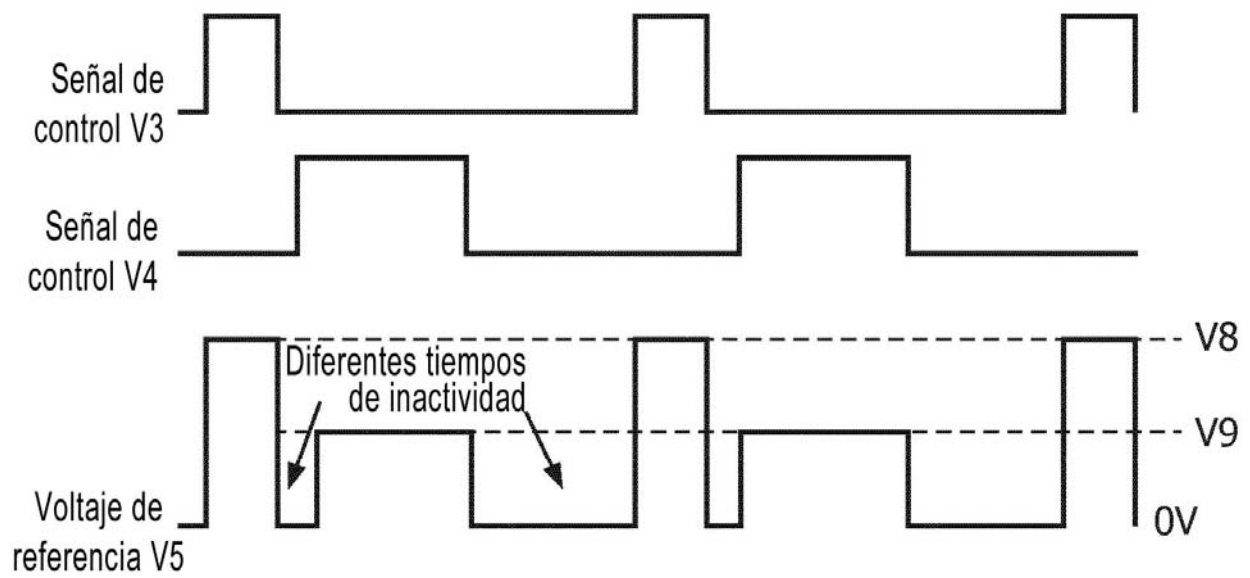


FIG. 5

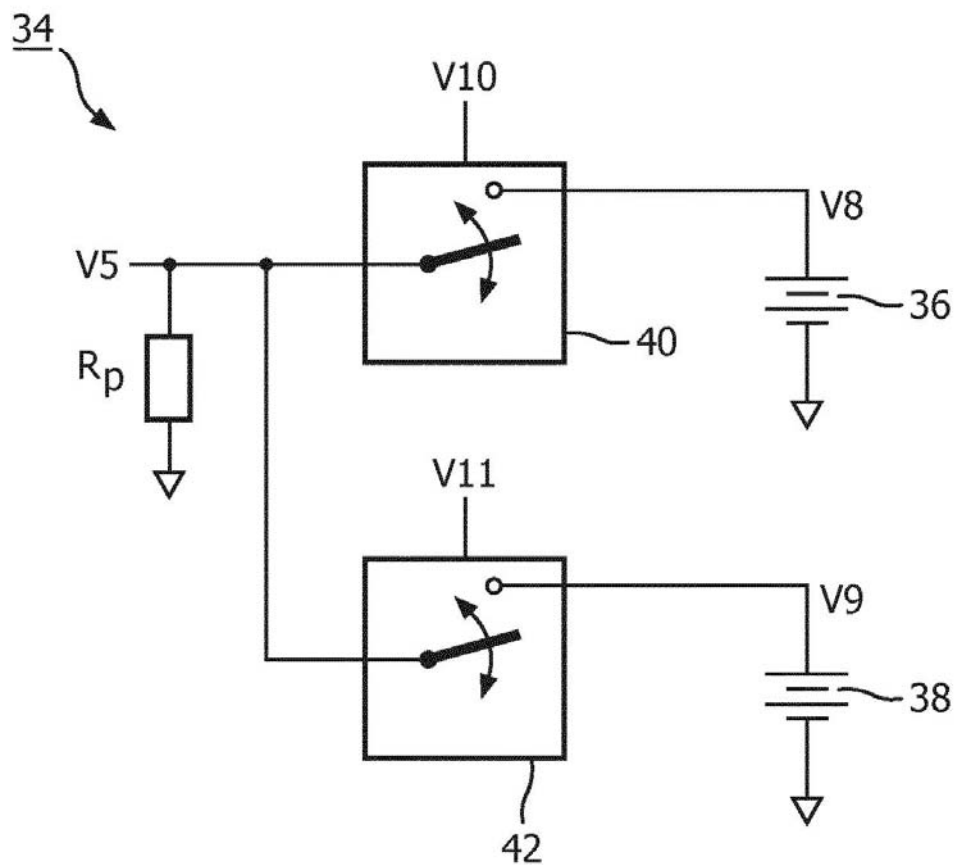


FIG. 6

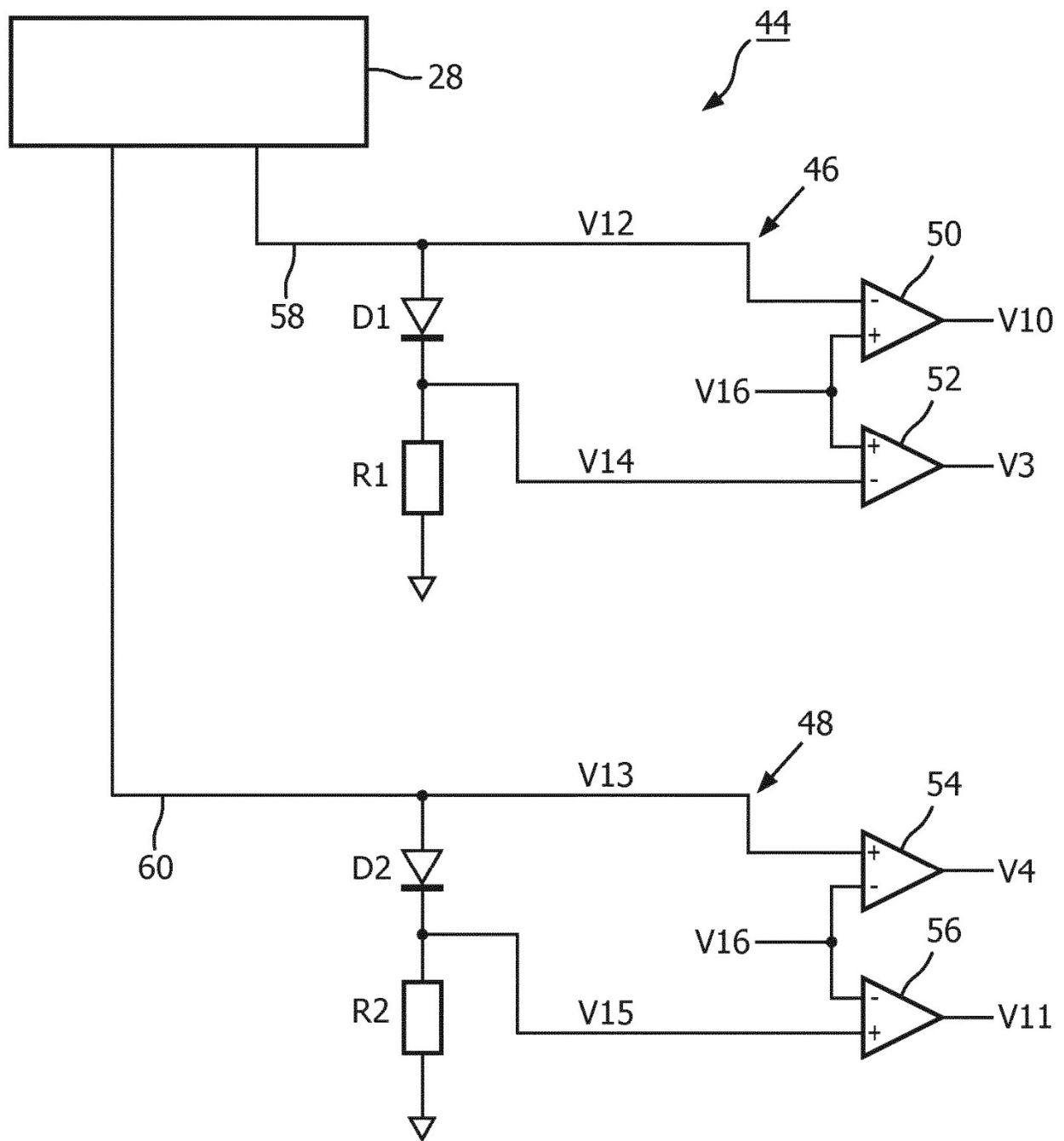


FIG. 7

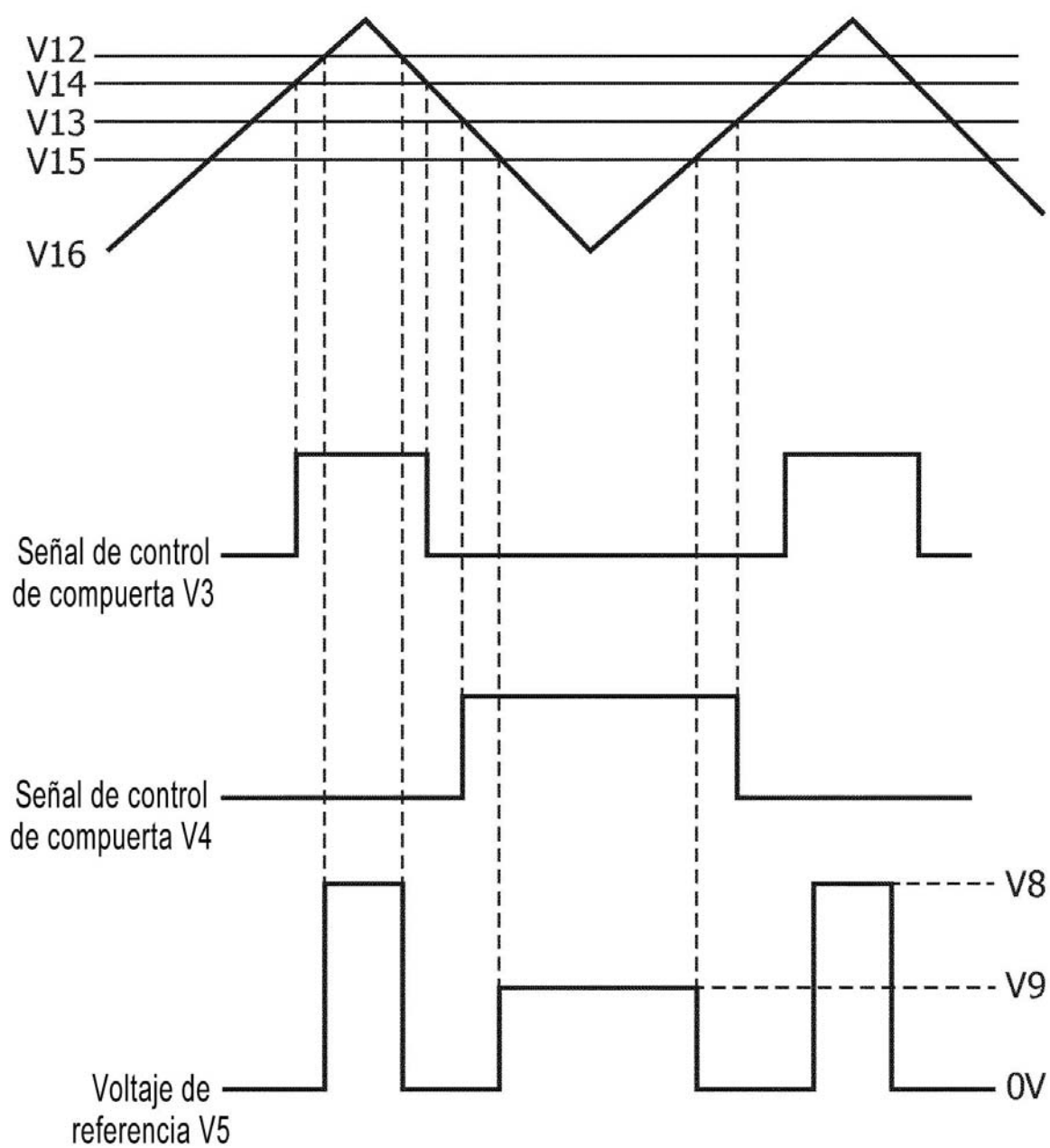


FIG. 8

600

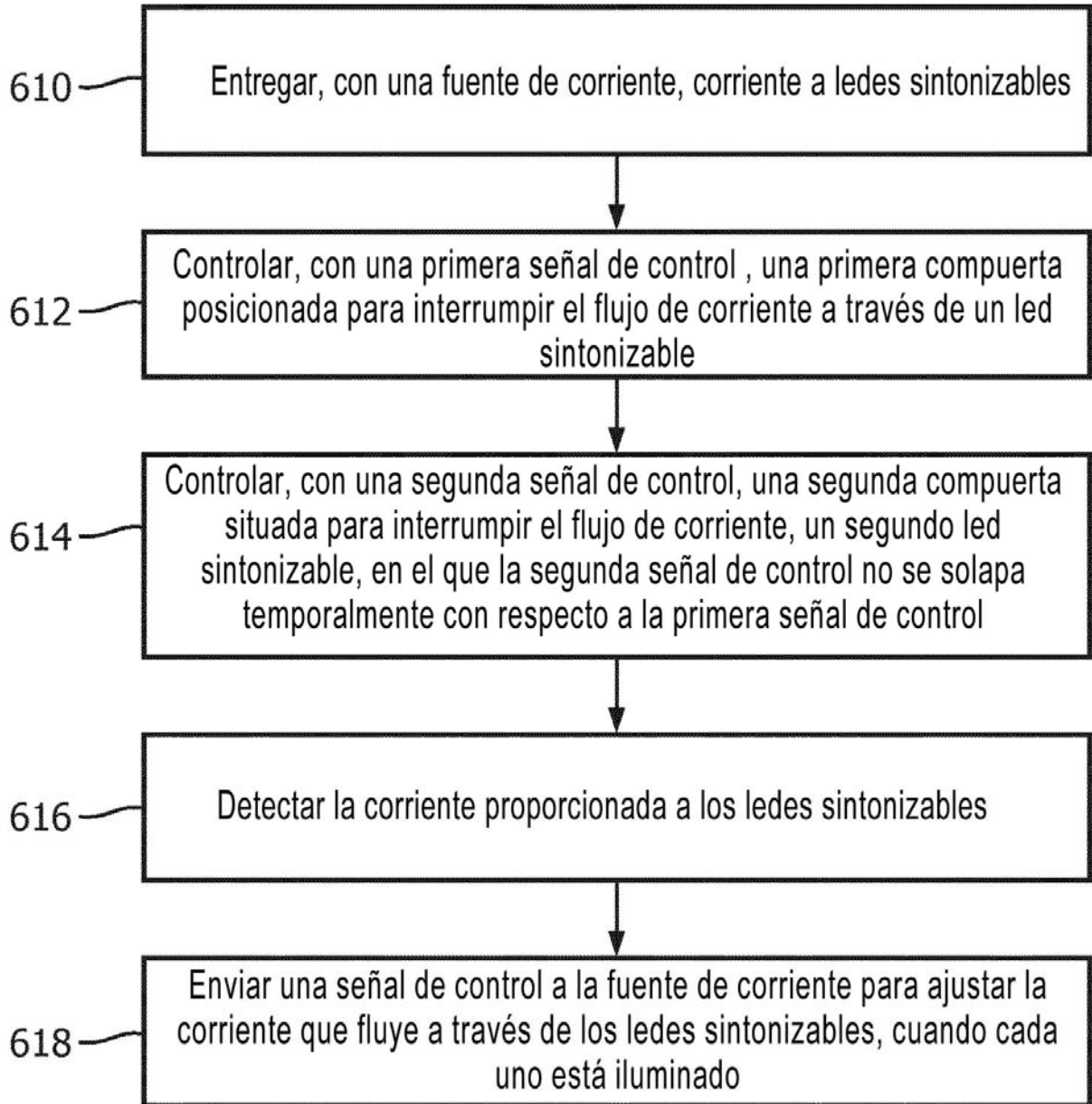


FIG. 9

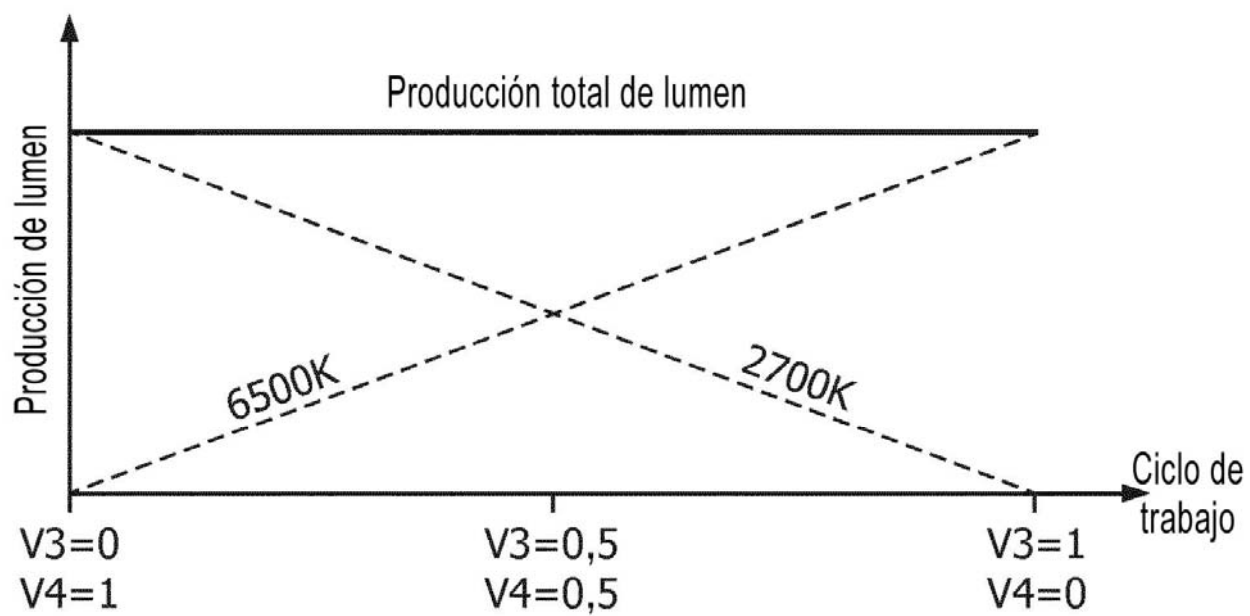


FIG. 10