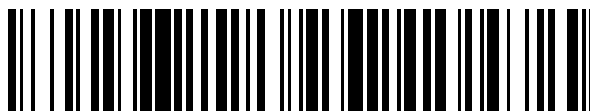


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 778 453**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.01.2017** **PCT/EP2017/050405**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.07.2017** **WO17125284**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2017** **E 17700225 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020** **EP 3406109**

54 Título: **Un excitador y un método para excitar al menos dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido**

30 Prioridad:

21.01.2016 EP 16152223

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

10.08.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

DELOS AYLLON, JULIA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 778 453 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

Un excitador y un método para excitar al menos dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un excitador y un método de excitación para excitar al menos dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido.

10 Antecedentes de la invención

Se sabe bien cómo combinar diferentes fuentes de luz de color para permitir una salida de color variable. Puede generarse una gama de colores de salida controlando de manera independiente tres fuentes de luz de color primario. Habitualmente, cada fuente de luz está provista de un excitador separado. Este tipo de excitación individual se desvela, por ejemplo, en el documento WO2014/103666.

15 También hay sistemas de iluminación en los que se combinan dos fuentes de luz de colores diferentes. Aunque esto no permite un control de color total del color de salida, sí permite obtener diversos efectos de iluminación. Por ejemplo, combinando cadenas de LED blancas y rojas, es posible atenuar la temperatura del color, por lo que la temperatura del color varía en función del nivel de atenuación.

Con el fin de reducir el coste, sería deseable usar una sola etapa de conversión de potencia en sistemas con una atenuación de la temperatura del color de este tipo, tal como las luminarias basadas en diodos emisores de luz (LED).

25 Se han propuesto convertidores de potencia rentables, que usan convertidores híbridos que combinan convertidores de condensador conmutados (SCC) y convertidores inductivos conmutados. Estos tipos de convertidor proporcionan una operación de alta frecuencia de conmutación eficiente, un tamaño reducido y una complejidad reducida. El control de modo de corriente los hace especialmente adecuados para aplicaciones de iluminación basadas en LED.

30 Por ejemplo, el documento WO 2015/040575 desvela el uso de este tipo de diseño de convertidor de condensador conmutado híbrido para excitar dos LED diferentes con el fin de lograr la atenuación del cuerpo negro, variando el punto de color en función del nivel de atenuación. En el documento WO 2015/040575, los dos LED están en una configuración paralela separada, y el convertidor entrega dos tensiones de salida independientes, cada una asociada con un filtro de salida separado. Por lo tanto, todavía hay una duplicación de algunos componentes. Además, también se usa un regulador de tensión controlable adicional para ajustar la tensión al convertidor de condensador conmutado.

Sumario de la invención

40 Cuando se requiere una solución específica, es especialmente importante evitar la complejidad y el coste adicionales de tener dos excitadores separados, que también pueden requerir modificaciones para proporcionar la inteligencia adicional para permitir la implementación de la funcionalidad combinada deseada. En cambio, es deseable integrar la solución del excitador dual como parte de un solo circuito integrado, de modo que haya un menor impacto en términos de los costes de sobrecarga de circuito para añadir la funcionalidad adicional deseada. La reducción del número de componentes a un solo paquete activo disminuye la complejidad, espacio y coste de la placa de circuito impreso.

45 Una idea básica de la invención es la conexión en serie de los dos elementos de iluminación de estado sólido (tales como segmentos LED) en la misma salida de un convertidor de potencia de condensador conmutado de manera que el convertidor de potencia de condensador conmutado pueda alimentar ambos elementos de iluminación. Además, puede acoplarse un conmutador adicional a uno de los dos elementos de iluminación para un control adicional. De esta manera, los dos elementos de iluminación pueden controlarse respectivamente.

La invención está definida por las reivindicaciones.

55 De acuerdo con ejemplos de acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un excitador para excitar al menos dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido, que comprende:

un convertidor de potencia de condensador conmutado que comprende un banco de condensadores y una matriz de conmutadores, definiéndose una salida a partir de la matriz de conmutadores;
una disposición de conmutadores para selectivamente:

60 conectar un primer conjunto y un segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en una conexión en serie en la salida; o
conectar el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en la salida sin el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido; y

65 un controlador para proporcionar el primer control de ciclo de trabajo del convertidor de potencia de condensador

conmutado y el segundo control de ciclo de trabajo de la disposición de conmutadores.

En este diseño de excitador, un convertidor de potencia de condensador conmutado y una disposición de conmutadores se controlan de manera independiente usando un enfoque de ciclo de trabajo. El convertidor de potencia de condensador conmutado se usa para proporcionar un control de corriente general, y la disposición de conmutadores se usa para controlar la corriente promedio del segundo conjunto controlando si el segundo conjunto de elementos de iluminación está conectado a la salida o no. Por lo tanto, la invención proporciona un excitador con una salida única que usa, por ejemplo, un inductor de salida única para alimentar dos o más elementos de iluminación de estado sólido. El excitador es adecuado para una integración monolítica.

La salida puede comprender un primer, segundo y tercer terminal de salida, cada uno en un nodo respectivo de la matriz de conmutadores, siendo la disposición de conmutadores para selectivamente:

- acoplar el tercer terminal de salida al segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido, acoplando de este modo el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido y el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en serie en la salida; o
- acoplar el segundo terminal de salida a un punto de conexión entre la conexión en serie del primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido y el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido acoplando de este modo el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en la salida sin el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido.

De esta manera, se define una primera salida de dos terminales entre los terminales de salida primero y segundo, para el primer conjunto de elementos de iluminación, y se define una segunda salida de dos terminales entre los terminales de salida segundo y tercero para el segundo conjunto de elementos de iluminación. Cuando el control de ciclo de trabajo de la disposición de conmutadores desconecta el segundo conjunto de elementos de iluminación, no se cortocircuitan, sino que se aplica una tensión de excitador más baja solo al primer conjunto de elementos de iluminación. Esto significa que no es necesario aumentar el intervalo de tensión del convertidor de potencia de condensador conmutado/se mantiene la relación de conversión del convertidor de potencia de condensador conmutado, y también se reduce la sobretensión en los conmutadores del convertidor de condensador conmutado.

Se proporciona, preferentemente, un inductor entre el primer terminal de salida y un primer terminal de carga del excitador. Esto proporciona un diseño de convertidor híbrido que usa una conversión de condensador inductivo y conmutado. Este inductor puede usarse para suavizar la corriente de salida durante la conmutación del convertidor de potencia de condensador conmutado. El inductor se comparte, preferentemente, entre las dos salidas de dos terminales. Esto es posible debido a que los dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido están en serie cuando ambos se someten a excitación.

El controlador puede comprender:

- una entrada de intensidad de luz adaptada para recibir una intensidad de luz deseada; y
- una entrada de color de luz adaptada para recibir un color de luz deseado,
- y estando el controlador adaptado para determinar una primera corriente promedio a través del primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido y una segunda corriente promedio a través del segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido de acuerdo con la intensidad de luz deseada y el color de luz deseado recibidos.

De esta manera, las dos corrientes promedio se determinan de manera que se hace que las corrientes promedio deseadas fluyan a través de los dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido para emitir la salida deseada.

El controlador puede estar configurado para controlar el primer ciclo de trabajo en función de la primera corriente promedio.

De esta manera, el primer ciclo de trabajo se usa para establecer el nivel de corriente general que debe conducirse completamente a través del primer conjunto, y conducirse parcialmente a través de los segundos conjuntos, de elementos de iluminación de estado sólido.

El controlador está adaptado además para controlar el segundo ciclo de trabajo en función de la segunda corriente promedio y la primera corriente promedio.

De esta manera, el segundo ciclo de trabajo se usa para establecer el color estableciendo la fracción de tiempo que el segundo conjunto de elementos de iluminación está en uso.

El excitador puede comprender:

- un primer sensor de corriente para detectar la corriente que fluye hacia el primer conjunto de elementos de

iluminación de estado sólido e informar al controlador; y
un segundo sensor de corriente para detectar la corriente que fluye hacia el segundo conjunto de elementos de
iluminación de estado sólido e informar al controlador.

5 De esta manera, el control de retroalimentación se usa para regular las dos corrientes, que a su vez definen conjuntamente la intensidad y el color generales deseados.

Puede proporcionarse un primer circuito de control de corriente para ajustar el primer ciclo de trabajo para controlar la corriente que fluye hacia el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido y puede proporcionarse un
10 segundo circuito de control de corriente para ajustar el segundo ciclo de trabajo para controlar la corriente promedio que fluye hacia el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido.

El circuito de control implementa así un control de retroalimentación de corriente independiente, y las configuraciones proporcionadas a los dos circuitos proporcionan las configuraciones de intensidad y color requeridas.

15 El banco de condensadores y la matriz de conmutadores pueden comprender una conexión en serie de conmutadores con un condensador respectivo conectado a través de cada par de conmutadores adyacentes, conmutándose los conmutadores alternativos de manera complementaria.

20 La matriz de conmutadores comprende, por lo tanto, un primer conjunto de conmutadores y un segundo conjunto de conmutadores conmutados de manera complementaria con unos nodos entre los conmutadores, y este es un diseño habitual del convertidor de potencia de condensador conmutado (SCC).

25 Uno de los terminales de salida está adaptado, por ejemplo, para proporcionar una tensión de salida que tiene un nivel que es una fracción de un nivel de tensión de entrada del convertidor de potencia de condensador conmutado y que depende de la relación de conversión del convertidor de potencia de condensador conmutado, y la tensión en el primer terminal de salida es más alta que la del segundo terminal de salida, que a su vez es más alta que la del tercer terminal de salida. Esta es una disposición de salida habitual de un convertidor de potencia de condensador conmutado.

30 La tensión directa del primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido coincide, preferentemente, con un intervalo de tensión de salida entre el primer terminal de salida y el segundo terminal de salida del convertidor de potencia de condensador conmutado, y la suma de las tensiones directas del primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido y el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido coincide, preferentemente, con un intervalo de tensión de salida entre el primer terminal de salida y el tercer terminal de salida
35 del convertidor de potencia de condensador conmutado. El tercer terminal de salida es, por ejemplo, un potencial de referencia o de tierra.

De esta manera, la tensión de salida del excitador siempre coincide con la carga que se somete a excitación. Esto significa que no es necesario aumentar el intervalo de tensión del convertidor de potencia de condensador conmutado,
40 se mantiene la relación de conversión del convertidor de potencia de condensador conmutado y también se reduce la sobretensión en los conmutadores del convertidor de condensador conmutado.

La invención también proporciona un sistema de iluminación que comprende unas cadenas de LED primera y segunda y un excitador como se ha definido anteriormente, en el que las cadenas de LED primera y segunda están conectadas
45 en serie, en el que el ánodo de la primera cadena de LED está conectado a un primer terminal de carga y el cátodo de la segunda cadena de LED está conectado a un tercer terminal de carga.

La primera cadena de LED puede tener una salida blanca y la segunda cadena de LED puede tener una salida roja.

50 Esto permite que el excitador proporcione una atenuación del cuerpo negro, variando el punto de color en función del nivel de atenuación.

Los ejemplos de acuerdo con otro aspecto de la invención proporcionan un método para excitar al menos dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido, que comprende:

55 usar un convertidor de potencia de condensador conmutado para generar unas salidas primera, segunda y tercera que se usan para formar unas salidas de excitador primera, segunda y tercera;
usar una disposición de conmutadores para selectivamente:

60 conectar un primer conjunto y un segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en una conexión en serie en la salida; o
conectar el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en la salida sin el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido; y

65 proporcionar un primer control de ciclo de trabajo del convertidor de condensador conmutado y un segundo control de ciclo de trabajo de la disposición de conmutadores.

El método puede comprender:

- 5 determinar una primera corriente promedio a través del primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido y una segunda corriente promedio a través del segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido de acuerdo con la intensidad de luz deseada y el color de luz deseado recibidos; controlar el primer ciclo de trabajo en función de la primera corriente promedio; y controlar el segundo ciclo de trabajo en función de la segunda corriente promedio y la primera corriente promedio.
- 10 Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a la o las realizaciones descritas en lo sucesivo en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

- 15 A continuación, se describirán en detalle ejemplos de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
 - la figura 1 muestra un excitador para excitar una carga en forma de al menos dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido;
 - la figura 2 muestra un ejemplo de una disposición de circuito adecuada en más detalle;
 - 20 la figura 3 muestra unas representaciones gráficas de ciclos de trabajo y corriente para explicar la operación del circuito;
 - la figura 4 muestra dos sistemas de retroalimentación separados para controlar el convertidor;
 - la figura 5 muestra un controlador de luz para seleccionar puntos de ajuste para los sistemas de retroalimentación de la figura 4.

Descripción detallada de las realizaciones

- La invención proporciona un excitador para excitar al menos dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido. Se proporciona un convertidor de potencia de condensador conmutado, y se usa una disposición de conmutadores para conectar selectivamente un primer conjunto y un segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en una conexión en serie en la salida del convertidor de potencia o conectar el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en la salida del convertidor de potencia sin el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido. Se controla tanto un primer ciclo de trabajo del convertidor de potencia de condensador conmutado como un segundo control de ciclo de trabajo de la disposición de conmutadores.

- 35 En este diseño de excitador, un convertidor de potencia de condensador conmutado y una disposición de conmutadores se controlan de manera independiente usando un enfoque de ciclo de trabajo. El convertidor de potencia de condensador conmutado se usa para proporcionar control de corriente tanto al primer conjunto como al segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido, y la disposición de conmutadores se usa para controlar si el
- 40 segundo conjunto de elementos de iluminación está conectado a la salida o no con el fin de ajustar la salida del segundo conjunto.

- La figura 1 muestra un excitador, que comprende una fuente de tensión 10 que proporciona una tensión de suministro a un convertidor de potencia de condensador conmutado 12. El convertidor de potencia 12 tiene tres terminales de salida 14a, 14b, 14c. El primer terminal de salida 14a está conectado a un filtro de salida 16 que comprende al menos un inductor 18, y la salida del filtro de salida 16 define un primer terminal de carga 20a.

- El excitador es para excitar una carga en forma de al menos dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido. Un primer conjunto 22 de elementos de iluminación de estado sólido comprende una cadena de LED con una salida blanca, por ejemplo, basada en LED azules con una capa de conversión de fósforo para convertir la luz azul en luz blanca. Un segundo conjunto 24 de elementos de iluminación de estado sólido comprende una cadena de LED con una salida roja. Debe entenderse que estos colores son solo ejemplos y no limitan la selección del primer y segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido.

- 55 Se proporciona una disposición de conmutadores 26 en los terminales de salida segundo y tercero 14b, 14c del convertidor de potencia y controla la conexión entre los terminales de salida y los terminales de carga segundo y tercero 20b, 20c.

- El primer conjunto 22 de LED está conectado entre los terminales de carga primero y segundo 20a, 20b, y el segundo conjunto 24 de LED está conectado entre los terminales de carga segundo y tercero 20b, 20c. Por lo tanto, los dos conjuntos 22, 24 de LED están conectados en serie entre los terminales de carga primero y tercero 20a, 20c con el segundo terminal de carga 20b en la unión en serie entre los mismos.

La disposición de conmutadores 26 es para proporcionar dos configuraciones de circuito.

En una primera configuración de circuito, el tercer terminal de salida 14c está acoplado al cátodo del segundo conjunto

de elementos de iluminación de estado sólido 24, acoplando de este modo el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido 22 y el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido 24 en serie en la salida. En este caso, el segundo terminal de carga 20b está flotando.

- 5 En una segunda configuración de circuito, el segundo terminal de salida 14b está conectado al segundo terminal de carga 20b, acoplando de este modo el primer conjunto 22 de elementos de iluminación de estado sólido en la salida sin el segundo conjunto 24 de elementos de iluminación de estado sólido. En este caso, el tercer terminal de carga 20c está flotando.
- 10 De esta manera, se define una primera salida de dos terminales entre los terminales de salida primero y segundo 14b, 14c para el primer conjunto 22 de elementos de iluminación de estado sólido, y se define una segunda salida de dos terminales entre los terminales de salida segundo y tercero 14b, 14c para el segundo conjunto 24 de elementos de iluminación de estado sólido.
- 15 Un controlador 28 proporciona un primer control de ciclo de trabajo (mostrado por la señal de control de ciclo de trabajo D1) del convertidor de potencia de condensador conmutado 12 y un segundo control de ciclo de trabajo (mostrado por la señal de control de ciclo de trabajo D2) de la disposición de conmutadores 26.
- 20 El convertidor de potencia de condensador conmutado 12 y la disposición de conmutadores 26 se controlan de manera independiente usando un enfoque de ciclo de trabajo. El convertidor de potencia de condensador conmutado 12 se usa para proporcionar un control de corriente general, y la disposición de conmutadores 26 se usa para controlar si el segundo conjunto de elementos de iluminación está conectado a la salida o no para ajustar la relación de salida entre el primer conjunto y el segundo conjunto.
- 25 En la configuración del segundo circuito, los LED del segundo conjunto 24 no están en cortocircuito, sino que se aplica una tensión de excitador más baja (entre los terminales de salida 14a y 14b) solo al primer conjunto 22 de elementos de iluminación. Esto significa que no es necesario aumentar el intervalo de tensión del convertidor de potencia de condensador conmutado.
- 30 El excitador tiene una salida dual, pero usa un inductor de salida única 18 y ha reducido la sobretensión en los conmutadores del convertidor de potencia de condensador conmutado 12. El excitador es adecuado para una integración monolítica.
- 35 Se proporciona un primer sensor de corriente 22a para detectar la corriente que fluye hacia el primer conjunto 22 de LED e informar al controlador 28 y se proporciona un segundo sensor de corriente 24a para detectar la corriente que fluye hacia el segundo conjunto 24 de LED e informar al controlador 28. La corriente detectada puede usarse para controlar los ciclos de trabajo respectivos.
- 40 De esta manera, el control de retroalimentación se usa para regular las dos corrientes, representadas por la ruta de retroalimentación 30, que, a su vez, definen conjuntamente la intensidad y el color generales deseados. También hay una detección de tensión en la fuente de tensión 10 como se muestra en la ruta de señal de prealimentación 32.
- El controlador 28 implementa de este modo un control de circuito cerrado de retroalimentación y prealimentación.
- 45 Se proporcionan dos entradas de control al controlador 28. Una primera entrada 34 comprende un punto de ajuste de intensidad de luz y una segunda entrada 36 comprende un punto de ajuste de temperatura de color.
- 50 En este excitador, la corriente de salida proporcionada por el convertidor de potencia 12 puede controlarse mediante tres medidas: modulación de ancho de pulso (PWM), modulación de frecuencia (FM) y/o modulación de resistencia en el canal. La corriente de salida a través del segundo conjunto 24 de LED puede controlarse de manera independiente usando la disposición de conmutadores 26 por medio de modulación de ancho de pulso, permitiendo de este modo la atenuación de temperatura de color.
- 55 La figura 2 muestra un ejemplo de una disposición de circuito adecuada en más detalle. En aras de la claridad, el bloque de controlador 28 y los sensores no están incluidos.
- 60 El convertidor de potencia de condensador conmutado 12 comprende un banco de condensadores C1 a C5 y una matriz de conmutadores S1 a S6, con los tres terminales de salida 14a, 14b, 14c definidos en los nodos de la matriz de conmutadores.
- El banco de condensadores y la matriz de conmutadores comprenden una conexión en serie de los conmutadores S1 a S6 con un condensador respectivo conectado a través de cada par de conmutadores adyacentes.
- 65 En el ejemplo mostrado, hay seis conmutadores y cinco condensadores. El condensador C1 está conectado en paralelo con la conexión en serie de los conmutadores S1 y S2. El condensador C2 está conectado en paralelo con la conexión en serie de los conmutadores S2 y S3. El condensador C3 está conectado en paralelo con la conexión en

serie de los conmutadores S3 y S4. El condensador C4 está conectado en paralelo con la conexión en serie de los conmutadores S4 y S5. El condensador C5 está conectado en paralelo con la conexión en serie de los conmutadores S5 y S6.

Los condensadores C1, C3 y C5 definen un divisor de tensión, que establece dos niveles de tensión de CC, vdc1 y vdc2. Al menos uno de los terminales de salida (en particular, el primer terminal de salida 14a y el segundo terminal de salida 14b) proporciona una tensión que tiene un nivel que es una fracción de la tensión de entrada Vin y que se relaciona con la relación de conversión del convertidor de potencia de condensador conmutado 12, y en función del ciclo de trabajo de los conmutadores S1 a S6. La tensión en el primer terminal de salida 14a es más alta que la del segundo terminal de salida 14b, que, a su vez, es más alta que la del tercer terminal de salida 14c.

El nodo entre los conmutadores S1 y S2 define el primer terminal de salida 14a. El nodo entre los conmutadores S4 y S5 define el segundo terminal de salida 14b. El nodo en el extremo inferior (baja tensión) de la matriz de conmutadores define el tercer terminal de salida 14c. Esto es, por ejemplo, una conexión a tierra.

La tensión directa del primer conjunto 22 de elementos de iluminación de estado sólido coincide con un intervalo de tensión de salida entre el primer terminal de salida 14a y el segundo terminal de salida 14b del convertidor de potencia de condensador conmutado, y la suma de las tensiones directas de los conjuntos primero y segundo 22, 24 de elementos de iluminación de estado sólido coincide con un intervalo de tensión de salida entre el primer terminal de salida y el tercer terminal de salida del convertidor de potencia de condensador conmutado. De esta manera, la tensión de salida del excitador siempre coincide con la carga que se somete a excitación.

Esta configuración es una configuración de condensador conmutado conocida. Los conmutadores alternativos se conmutan de manera complementaria. Por lo tanto, solo hay dos señales de control de conmutador, $\phi 1$ y $\phi 2$. Estos juntos forman el primer control de ciclo de trabajo D1.

Por lo tanto:

$$\phi 1 = (\phi 2)^{-}$$

En el convertidor de potencia de condensador conmutado, para un ejemplo habitual en el que los condensadores C1, C3 y C5 tienen la misma capacitancia, el intervalo de tensión en la primera salida 14a (con respecto a tierra) va de la tensión de entrada completa hasta 2/3 de la tensión de entrada, dependiendo del ciclo de trabajo de $\phi 1$ que varía del 100 % al 0 %. La tensión en la segunda salida 14b es 1/3 de la tensión de entrada.

Un primer condensador de salida Co1 está en el primer conjunto 22 de LED y un segundo condensador de salida Co2 está en el segundo conjunto 24 de LED. Este circuito forma un circuito en escalera 3:1 con una tensión vo1 definida en el primer conjunto 22 de LED y una tensión vo2 en el segundo conjunto 24 de LED.

El control de circuito cerrado ajusta la frecuencia y el ciclo de trabajo de las dos señales que definen el primer control de ciclo de trabajo D1 con el fin de establecer el nivel de corriente a través del inductor 18 y las cadenas de LED de acuerdo con el punto de ajuste de intensidad de luz 34 y el punto de ajuste de temperatura de color 36 que se expondrá a continuación en detalle. La disposición de conmutadores 26 comprende un primer conmutador S7 entre el segundo terminal de salida 14b y el segundo terminal de carga 20b conmutado con una señal cpd2 desde el controlador, y un segundo conmutador S8 entre el tercer terminal de salida 14c y el tercer terminal de carga 20c conmutado con una señal $\phi d1$ desde el controlador. Estos juntos forman el segundo control de ciclo de trabajo D2.

Por lo tanto:

$$\phi d1 = (\phi d2)^{-}$$

Cuando $\phi d1$ está activa, S7 está abierto y S8 cerrado. Esto define la primera configuración en la que la corriente fluye a través de ambas cadenas de LED 22, 24, emitiendo de este modo luz roja y blanca. Bajo esta condición, el ciclo de trabajo D1 es:

$$D_{-}(1, \phi d1) = (3 ([v_{o1} + v])_{-} o2)) / v_{in} - 2.$$

Para un ciclo de trabajo de D1 = 1 no hay conversión y $(v_{o1} + v_{o2}) = v_{in}$. Cuando D1 = 0, $(v_{o1} + v_{o2}) = 0,666 v_{in}$. La tensión de salida puede regularse entre estos valores.

Cuando $\phi d2$ está activa, S7 está cerrado y S8 está abierto, la corriente fluye solo a través de la primera cadena de LED (azul) 22 (con salida principalmente blanca). Bajo esta condición, el ciclo de trabajo D1 es:

$$D_{-}(1, \phi d2) = (3v_{o1}) / v_{in} - 1.$$

Para un ciclo de trabajo de D1 = 1 no hay conversión y $v_{o1} = 0,666 (v_{in})$ debido a que dos tercios de la tensión de

entrada caen a través de los condensadores C1 y C2. Cuando $D1 = 0$, $v_{o1} = 0,333 \text{ V}$, es decir, la tensión solo a través del condensador C3. La tensión de salida puede regularse entre estos valores.

La fórmula anterior entre el ciclo de trabajo y la tensión es solo para mostrar la relación inherente entre los mismos dentro del convertidor de potencia de condensador conmutado. En la regulación en tiempo real, el ciclo de trabajo D1 se controla en función de la retroalimentación de corriente en lugar del control de tensión. Para ajustar los ciclos de trabajo, se detecta la corriente promedio a través del inductor 18. Hay diferentes maneras de implementar este control, por ejemplo, usando una resistencia en serie con la carga de LED. En cambio, la detección puede implementarse midiendo la tensión de la fuente de drenaje de uno de los transistores usados para implementar los conmutadores S1 o S2.

De esta manera, la corriente a través de la segunda cadena de LED 24 se atenúa por una modulación de ancho de pulso de alta frecuencia. El ciclo de trabajo D2 se ajusta mediante el control de circuito cerrado con el fin de establecer la salida de luz de acuerdo con el punto de ajuste de intensidad de luz 34 y el punto de ajuste de temperatura de color 36, lo que se expondrá a continuación en detalle.

El segundo control de ciclo de trabajo D2 permite controlar la corriente a través del segundo conjunto 24 de LED.

La relación entre la corriente promedio del primer conjunto 22 de LED (i_{LED1}) y el segundo conjunto 24 de LED (i_{LED2}) viene dada por:

$$i_{LED2} = D2 * i_{LED1}$$

Esta ecuación relaciona la corriente promedio en el inductor o el primer conjunto 22 de LED con la corriente promedio en el segundo conjunto 24 de LED.

Téngase en cuenta que hay una mayor carga en la salida cuando ambos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido están en circuito. Por lo tanto, el control de retroalimentación de corriente para establecer el ciclo de trabajo D1 se adaptará a la carga con el fin de establecer la corriente de salida. El control de ciclo de trabajo para D1 se realiza, por lo tanto, a una velocidad mucho más rápida que para D2. El control de ciclo de trabajo D1 opera hasta la frecuencia de conmutación del convertidor de condensador conmutado, mientras que el control de ciclo de trabajo D2 es más lento, por ejemplo, para el control de atenuación adaptativo.

El control de ciclo de trabajo del primer control de ciclo D1, por ejemplo, opera a decenas o cientos de kHz., mientras que el ciclo de trabajo de D2 opera a una frecuencia más baja, por ejemplo, kHz o cientos de Hz para mitigar el parpadeo.

El cableado de los conmutadores S7 y S8 que forman la disposición de conmutadores 26 evita que el primer conjunto 22 de LED caiga fuera del intervalo dinámico reducido del convertidor de potencia 12. Cuando ϕ_{d1} es baja (es decir (ϕ_{d1})), el segundo conjunto 24 de LED no recibe alimentación, por lo tanto, el convertidor de potencia debe suministrar solo la tensión v_{o1} , que caería fuera del intervalo de tensión del convertidor entre la primera salida 14a y la tercera salida 14c si el segundo conjunto 24 de LED se cortocircuitara a tierra. En cambio, el cátodo del primer conjunto 22 de LED está conectado al segundo terminal de salida 14b, lo que cambia la configuración del convertidor de potencia para proporcionar el intervalo de conversión adecuado para suministrar solo el primer conjunto 22 de LED.

La figura 3 muestra unas representaciones gráficas de corriente y ciclo de trabajo (de D2) para explicar la operación del circuito. Las representaciones gráficas se basan en una cadena de LED de salida compuesta por un solo LED azul con una tensión directa de 3 V como primer conjunto y un solo LED rojo con una tensión directa de 2,75 V como segundo conjunto.

La representación gráfica 40 muestra la corriente a través del LED azul. La representación gráfica 42 muestra la corriente a través del LED rojo. La representación gráfica 44 muestra la corriente de referencia proporcionada al convertidor de potencia (como la línea continua central) y la corriente de inductor, que varía con una frecuencia más alta que la que puede verse en la figura, de ahí la banda de aspecto continuo por encima y por debajo de la línea continua central. La representación gráfica 46 muestra la señal de ciclo de trabajo ϕ_{d1} para controlar el conmutador S8, y que define la señal de ciclo de trabajo D2.

En la figura 3, al principio el nivel de corriente de salida del convertidor de potencia de condensador conmutado es de 0,2 A, y, a continuación, hay un ajuste en el nivel de corriente de 0,2 A a 0,3 A. A continuación, la corriente se ajusta nuevamente a 0,2 A. Puede verse que la corriente es la misma cuando el LED rojo está encendido y apagado, de modo que la corriente máxima en ambos LED es la misma. Sin embargo, la intensidad general y el punto de color pueden controlarse de manera independiente. Por ejemplo, se muestra que el LED rojo opera durante un período de tiempo más corto. Esto significa que el aumento del brillo va acompañado de una caída en la cantidad relativa de contenido rojo.

En la figura 3, puede verse que la corriente a través del LED azul, que es igual a la corriente de inductor, sigue el punto

de ajuste de intensidad de luz y el punto de ajuste de temperatura de color, como se representa por la línea continua en la representación gráfica 44. El LED rojo tiene una corriente de onda cuadrada, siendo el valor máximo igual a la corriente de inductor. El tiempo de conducción del LED rojo se controla por la señal ϕ_{d1} . El circuito proporciona el control de la corriente a través de los dos LED (y, por lo tanto, a través de dos cadenas de LED en una implementación completa) con un solo tren de potencia, que puede emplearse para atenuar el cuerpo negro de las lámparas LED.

El control del convertidor puede implementarse con dos sistemas de retroalimentación separados como se muestra en la figura 4.

La parte superior de la figura 4 muestra un circuito de control de corriente 50 que recibe un punto de ajuste de corriente 52 para el primer conjunto 22 de LED. La parte inferior de la figura 4 muestra un circuito de control de corriente 54 que recibe un punto de ajuste de corriente 56 para el segundo conjunto 24 de LED. Hay dos circuitos de control de circuito cerrado independientes que permiten establecer la corriente de cada cadena de LED. Ambos operan de manera convencional con retroalimentación negativa y dan como resultado la selección de las señales de temporización para los dos controles de ciclo de trabajo. Las corrientes LED se detectan, por medios directos o indirectos, y se comparan con los puntos de referencia establecidos. Las señales de error resultantes ($\epsilon_{(r, x)}$) se procesan por controladores de circuito cerrado ($G_{c, x}$) que proporcionan las señales de ciclo de trabajo D1 y D2 para los convertidores de potencia. El pulso con moduladores (PWMx) convierte las señales de ciclo de trabajo D1 y D2 en señales de activación de conmutador ($\phi_{_1}$, $\phi_{_2}$, $\phi_{_d1}$ y $\phi_{_d2}$).

La combinación correcta de intensidad de luz y punto de color se implementa ajustando ambos puntos de ajuste de corriente 52, 56. La intensidad de la luz se controla ajustando la corriente promedio en el inductor (pero teniendo en cuenta la cantidad de tiempo que la corriente fluirá hacia uno y, a continuación, ambos conjuntos de LED), y la temperatura de color se controla ajustando la proporción de luz roja con respecto a la luz blanca, ajustando de este modo la corriente en el segundo conjunto de LED.

Por ejemplo, si el brillo requiere un equivalente de una corriente promedio de 200 mA a través de un conjunto de LED, y el punto de color requiere una relación 4:1 entre blanco (el primer conjunto) y rojo (el segundo conjunto), la configuración puede establecerse como una corriente promedio de 160 mA para el primer conjunto y 40 mA para el segundo conjunto. La corriente de 160 mA se emite constantemente en el primer terminal de carga y en el primer conjunto de LED, y es el punto de ajuste del circuito 50. Se aplica un ciclo de trabajo de 1/4 a D2, de manera que $\frac{1}{4} * 160 \text{ mA} = 40 \text{ mA}$. Solo una cuarta parte del tiempo es el segundo conjunto de elementos de iluminación en el circuito, pero también a 160 mA. Por lo tanto, una combinación de la salida de luz blanca constante de 160 mA y el ciclo de trabajo de 1/4 a 160 mA de luz roja proporcionaría la corriente promedio de 200 mA y el punto de color 4:1.

El ciclo de trabajo D1 es diferente para los períodos de tiempo cuando el segundo conjunto de LED está encendido y apagado, ya que se extrae una potencia diferente del convertidor de potencia.

Para seleccionar los dos puntos de ajuste correctos, un controlador de luz 60 como se muestra en la figura 5 comprende un algoritmo (basado en expresiones algebraicas o basado en tablas de búsqueda) que permite convertir las configuraciones visuales deseadas (intensidad de luz y temperatura de color) a los niveles de corriente correctos deseados. A continuación, estos niveles de corriente se usan como puntos de ajuste para el sistema de control de corriente. El algoritmo para convertir la configuración de luz a los niveles de corriente de LED se basa en las características de LED, de manera conocida.

De esta manera, el controlador determina una primera corriente promedio a través del primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido (que corresponde a la corriente de inductor promedio, ya que esta corriente siempre fluye a través del primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido) y una segunda corriente promedio a través del segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido de acuerdo con la intensidad de luz deseada y el color de luz deseado recibidos.

El excitador implementa de este modo un método de control mediante el cual se proporciona el primer control de ciclo de trabajo de un convertidor de condensador conmutado y se proporciona el segundo control de ciclo de trabajo de la disposición de conmutadores. Una primera corriente promedio a través del primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido y una segunda corriente promedio a través del segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido se determinan como se ha explicado anteriormente, de acuerdo con la intensidad de luz deseada y el color de luz deseado recibidos. El primer ciclo de trabajo se controla en función de la primera corriente promedio (ya que esta siempre fluye a través del primer conjunto de elementos de iluminación) y el segundo ciclo de trabajo se controla en función de la segunda corriente promedio y la primera corriente promedio.

La invención proporciona un convertidor de potencia multimodo, en particular para su uso como excitador LED. El excitador puede integrarse como parte de un sistema en chip o sistema en paquete. En particular, puede usarse para atenuar la temperatura de color del cuerpo negro.

El ejemplo anterior se basa en un convertidor híbrido que usa una disposición de condensadores conmutados y un filtro inductor para suavizar la corriente. El inductor no es esencial, y la invención puede aplicarse solo a un convertidor

de condensador conmutado.

- 5 Tras estudiar las figuras, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas, los expertos en la materia pueden entender y efectuar variaciones en las realizaciones divulgadas al poner en práctica la invención reivindicada. En las reivindicaciones, la expresión "que comprende/comprendiendo" no excluye otros elementos o etapas y los artículos indefinidos "un" o "una" no excluyen una pluralidad. Ninguno de los signos de referencia en las reivindicaciones debería interpretarse como limitativo del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un excitador para excitar al menos dos conjuntos (22, 24) de elementos de iluminación de estado sólido, que comprende:

un convertidor de potencia de condensador conmutado (12) que comprende un banco de condensadores y una matriz de conmutadores, definiéndose una salida a partir de la matriz de conmutadores; caracterizado por comprender: una disposición de conmutadores (26) para selectivamente:

conectar un primer conjunto (22) y un segundo conjunto (24) de elementos de iluminación de estado sólido en una conexión en serie en la salida; o
conectar el primer conjunto (22) de elementos de iluminación de estado sólido en la salida sin el segundo conjunto (24) de elementos de iluminación de estado sólido; y

un controlador (28) para proporcionar un primer control de ciclo de trabajo (D1) del convertidor de potencia de condensador conmutado y un segundo control de ciclo de trabajo (D2) de la disposición de conmutadores.

2. Un excitador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la salida comprende unos terminales de salida primero, segundo y tercero (14a, 14b, 14c), cada uno en un nodo respectivo de la matriz de conmutadores, siendo la disposición de conmutadores (26) para selectivamente:

acoplar el tercer terminal de salida (14c) al segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido, acoplando de este modo el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido y el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en serie en la salida; o
acoplar el segundo terminal de salida (14b) a un punto de conexión entre la conexión en serie del primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido y el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido, acoplando de este modo el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido en la salida sin el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido.

3. Un excitador de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende un inductor (18) entre el primer terminal de salida (14a) y un primer terminal de carga (20a) del excitador.

4. Un excitador de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el controlador (28) comprende:

una entrada de intensidad de luz (34) adaptada para recibir una intensidad de luz deseada; y
una entrada de color de luz (36) adaptada para recibir un color de luz deseado, y en el que el controlador (28) está adaptado para determinar una primera corriente promedio a través del primer conjunto (22) de elementos de iluminación de estado sólido y una segunda corriente promedio a través del segundo conjunto (24) de elementos de iluminación de estado sólido de acuerdo con la intensidad de luz deseada y el color de luz deseado recibidos.

5. Un excitador de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el controlador (28) está configurado además para controlar el primer ciclo de trabajo en función de la primera corriente promedio, y para controlar el segundo ciclo de trabajo en función de la segunda corriente promedio y la primera corriente promedio.

6. Un excitador de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, que comprende:

un primer sensor de corriente (22a) para detectar la corriente que fluye hacia el primer conjunto de elementos de iluminación de estado sólido e informar al controlador; y
un segundo sensor de corriente (24a) para detectar la corriente que fluye hacia el segundo conjunto de elementos de iluminación de estado sólido e informar al controlador.

7. Un excitador de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende un primer circuito de control de corriente (50) para ajustar el primer ciclo de trabajo para controlar la corriente que fluye hacia el primer conjunto (22) de elementos de iluminación de estado sólido y un segundo circuito de control de corriente (54) para ajustar el segundo ciclo de trabajo para controlar la corriente promedio que fluye hacia el segundo conjunto (24) de elementos de iluminación de estado sólido.

8. Un excitador de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el banco de condensadores y la matriz de conmutadores comprenden una conexión en serie de conmutadores (S1 a S6) con un condensador respectivo (C1 a C5) conectado a través de cada par de conmutadores adyacentes, en el que los conmutadores alternativos se conmutan de manera complementaria.

9. Un excitador de acuerdo con la reivindicación 8, en el que uno de los terminales de salida (14b) está adaptado para proporcionar una tensión de salida que tiene un nivel que es una fracción del nivel de tensión de entrada del convertidor

de potencia de condensador conmutado y que depende de la relación de conversión del convertidor de potencia de condensador conmutado (12), y la tensión en el primer terminal de salida (14a) es mayor que la del segundo terminal de salida (14b) que, a su vez, es mayor que la del tercer terminal de salida (14c).

5 10. Un excitador de acuerdo con la reivindicación 9, en el que:

la tensión directa del primer conjunto (22) de elementos de iluminación de estado sólido coincide con un intervalo de tensión de salida entre el primer terminal de salida (14a) y el segundo terminal de salida (14b) del convertidor de potencia de condensador conmutado (12);

10 la suma de las tensiones directas del primer conjunto (22) de elementos de iluminación de estado sólido y el segundo conjunto (24) de elementos de iluminación de estado sólido coincide con un intervalo de tensión de salida entre el primer terminal de salida (14a) y el tercer terminal de salida (14c) del convertidor de potencia de condensador conmutado; y

el tercer terminal de salida (14c) es un potencial de referencia o de tierra.

15 11. Un sistema de iluminación que comprende unas cadenas de LED primera y segunda (22, 24) y un excitador de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que las cadenas de LED primera y segunda están conectadas en serie, en el que el ánodo de la primera cadena de LED (22) está conectado a un primer terminal de carga (20a) y el cátodo de la segunda cadena de LED está conectado a un tercer terminal de carga (20c).

20 12. Un sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la primera cadena de LED (22) tiene una salida blanca y la segunda cadena de LED (24) tiene una salida roja.

25 13. Un método para excitar al menos dos conjuntos de elementos de iluminación de estado sólido, que comprende: usar un convertidor de potencia de condensador conmutado (12) para generar las salidas primera, segunda y tercera (14a, 14b, 14c) que se usan para formar las salidas de excitador primera, segunda y tercera (20a, 20b, 20c); caracterizado por:

usar una disposición de conmutadores (12) para selectivamente:

30 conectar un primer conjunto (22) y un segundo conjunto (24) de elementos de iluminación de estado sólido en una conexión en serie en la salida; o
conectar el primer conjunto (22) de elementos de iluminación de estado sólido en la salida sin el segundo conjunto (24) de elementos de iluminación de estado sólido; y

35 proporcionar el primer control de ciclo de trabajo (D1) del convertidor de condensador conmutado y el segundo control de ciclo de trabajo (D2) de la disposición de conmutadores.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende:

40 determinar una primera corriente promedio a través del primer conjunto (22) de elementos de iluminación de estado sólido y una segunda corriente promedio a través del segundo conjunto (24) de elementos de iluminación de estado sólido de acuerdo con la intensidad de luz deseada y el color de luz deseado recibidos;

controlar el primer ciclo de trabajo (D1) en función de la primera corriente promedio; y

45 controlar el segundo ciclo de trabajo (D2) en función de la segunda corriente promedio y la primera corriente promedio.

15. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 13 o 14, que comprende controlar una primera cadena de LED (22) con una salida blanca y una segunda cadena de LED (24) con una salida roja.

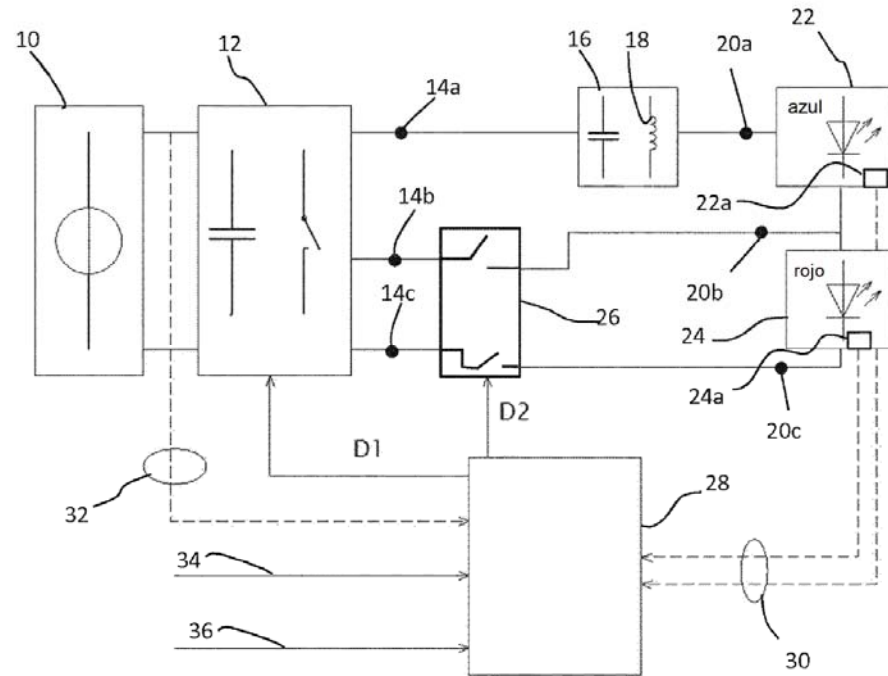
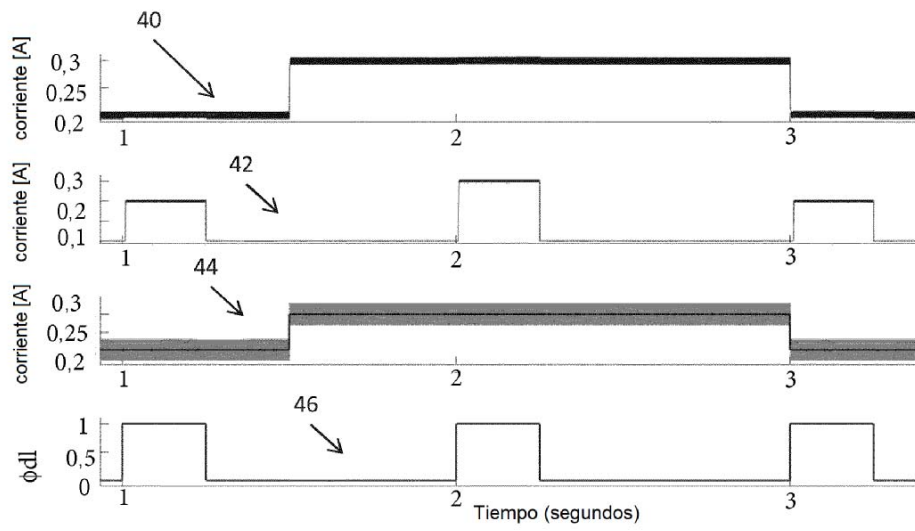
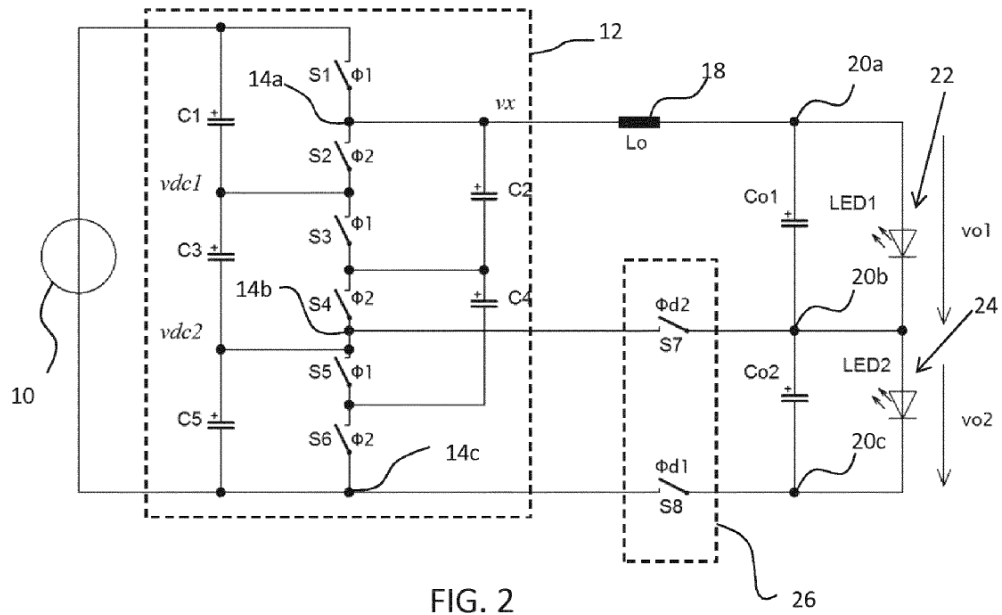


FIG. 1



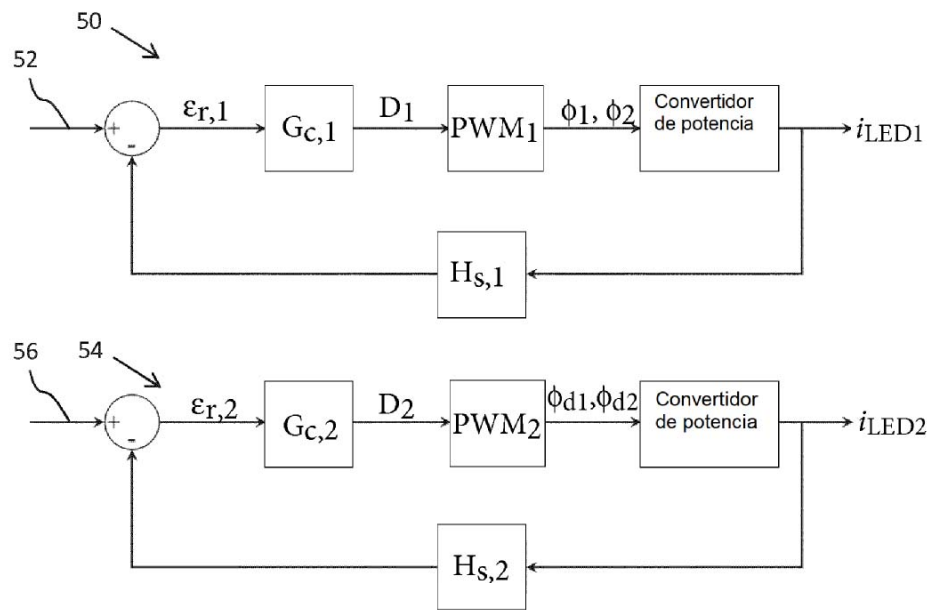


FIG. 4

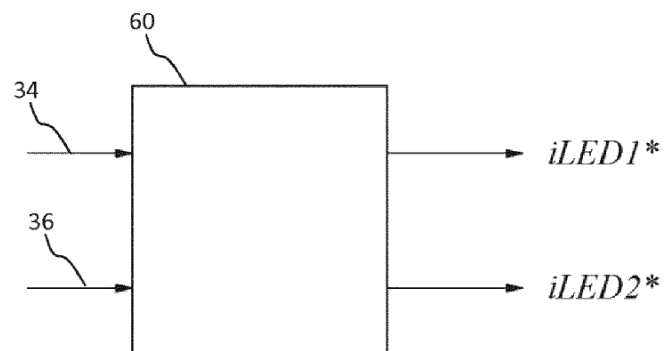


FIG. 5