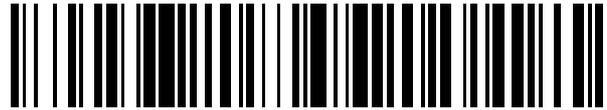


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 832**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2012 E 12779165 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2745624**

54 Título: **Activador de LED**

30 Prioridad:

19.09.2011 US 201161536120 P

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

18.05.2015

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

HEERINGA, SCHELTE

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 535 832 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

Activador de LED

5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un sistema de activación de LED (diodo de emisión de luz), a una lámpara que comprende tal sistema de activación de LED y a un procedimiento para activar un LED.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El documento WO 2010/128845 da a conocer una unidad de control para un ensamblado de LED y un sistema de iluminación. Un convertidor reductor suministra una corriente de alimentación eléctrica a una disposición en serie de LED. Los LED pueden graduarse encendiendo y apagando el convertidor reductor con un ciclo de trabajo de alimentación eléctrica particular. Esta graduación mediante el ciclo de trabajo de alimentación eléctrica (lo que también se denomina control PWM) se aplica a todos los LED de la cadena y por tanto no permite graduar los LED de manera individual. Como alternativa, un conmutador de LED asociado está dispuesto junto con cada uno de los LED. Así, los tiempos de encendido y apagado de los conmutadores de LED pueden ser diferentes para diferentes LED. Cuando el interruptor de LED está abierto, la corriente fluye a través del LED, y cuando el conmutador de LED está cerrado, la corriente fluye a través del conmutador de LED. El LED se graduará más si el conmutador de LED se cierra durante un porcentaje de tiempo más largo. Los conmutadores de LED se controlan mediante un microprocesador a través de convertidores de nivel asociados. En una realización, la graduación de los LED se obtiene mediante una combinación de graduación de los conmutadores LED mediante ciclos de trabajo y reduciendo la corriente de alimentación eléctrica. En este enfoque, la corriente de alimentación eléctrica suministrada por el convertidor reductor se estabiliza en diferentes niveles de manera que junto con la graduación de los conmutadores de LED mediante ciclos de trabajo pueden generarse etapas de mayor intensidad.

RESUMEN DE LA INVENCION

30 Un objeto de la invención es proporcionar un sistema de activación de LED que permita etapas de intensidad de luz más pequeñas.

Un primer aspecto de la invención proporciona un sistema de activación de LED según la reivindicación 1. Un segundo aspecto de la invención proporciona una lámpara según la reivindicación 13. Un tercer aspecto de la invención proporciona un procedimiento para activar un LED según la reivindicación 14. Realizaciones ventajosas se definen en las reivindicaciones dependientes.

El sistema de activación de LED según la invención comprende una fuente de corriente que suministra una corriente de alimentación eléctrica a una disposición en paralelo de un conmutador paralelo y un LED. El conmutador paralelo es uno de los conmutadores de LED de la técnica anterior. En lugar de un único LED con su conmutador paralelo asociado, puede usarse una cadena de LED con sus conmutadores paralelos asociados, como se describe en la técnica anterior. El conmutador paralelo cortocircuita el LED cuando está cerrado generando así una corriente sustancialmente nula a través del LED.

45 Un controlador controla el conmutador paralelo y la fuente de corriente de modo que la fuente de corriente se activa y suministra una corriente de alimentación eléctrica media regulada que es sustancialmente constante durante un periodo de tiempo. Este periodo de tiempo también se denomina periodo de corriente constante. Los conmutadores paralelos pueden controlarse mediante PWM (modulación por anchura de impulsos), como se describe en la técnica anterior. Este enfoque de la técnica anterior se implementa puesto que el color y la intensidad de luz de un LED (potencia) solo se definen correctamente en un único punto de funcionamiento especificado en el que una corriente directa particular fluye a través del LED. Por tanto, si el color y la intensidad de luz del LED son muy importantes, el LED debe hacerse funcionar con esta corriente exactamente, y la graduación debe llevarse a cabo solamente mediante la modulación de encendido/apagado PWM. Sin embargo, un LED activado por una fuente de corriente constante y modulado mediante PWM con una señal de encendido/apagado PWM de 16 bits tiene una relación de graduación de 65535:1. En un despertador luminoso, esta relación de graduación es insuficiente ya que la etapa inicial de cero a 1/65535 es claramente visible y podría afectar negativamente al funcionamiento del despertador luminoso. Durante el periodo de corriente constante, el nivel de la corriente suministrada por la fuente de corriente activa puede modularse para que tenga diferentes niveles constantes.

60 Según la presente invención, el controlador controla la fuente de corriente para suministrar una corriente de alimentación eléctrica decreciente durante un periodo de tiempo de decrecimiento que sigue al periodo de corriente constante. El controlador controla el conmutador paralelo para que se abra durante un periodo de apertura que comprende un subperiodo del periodo de decrecimiento. Este enfoque permite abrir el conmutador paralelo durante cualquier periodo de tiempo durante el periodo de decrecimiento en el que la corriente decrece desde su valor regulado (relativamente alto) hasta un valor relativamente bajo, por ejemplo cero. Por tanto, a diferencia de la técnica anterior, es posible proporcionar un mayor número de niveles de alta intensidad abriendo el conmutador paralelo durante el periodo de decrecimiento.

Para las intensidades de luz más bajas, el conmutador paralelo solo se abre durante el periodo de decrecimiento y no durante el periodo en que la corriente se regula para que tenga el nivel constante deseado.

5 La corriente de alimentación eléctrica empieza a decrecer hacia cero en cuanto la fuente de corriente se desactive al final del periodo de corriente constante o se regule de manera activa para suministrar una corriente de alimentación eléctrica decreciente. Abriendo el conmutador paralelo durante al menos un subperiodo de tiempo del periodo de decrecimiento, es posible suministrar cualquier nivel de corriente entre el nivel máximo que se produce durante el periodo de corriente constante y cero. El número de niveles de corriente y, por tanto, de niveles de intensidad que pueden obtenerse de esta manera puede seleccionarse fácilmente para que sea muy alto seleccionando de manera apropiada la duración del periodo de decrecimiento y la precisión de tiempo del periodo de apertura. Este enfoque que consiste en abrir el conmutador paralelo durante el periodo de decrecimiento puede combinarse con el control PWM conocido, donde el conmutador paralelo se abre con un ciclo de trabajo deseado durante el periodo de corriente constante.

15 El controlador puede implementarse en un único dispositivo de hardware (normalmente un circuito integrado) o puede ser un bloque funcional en un único dispositivo de hardware, o puede comprender uno o más bloques funcionales en diferentes dispositivos de hardware.

20 Pueden conseguirse los mismos efectos ventajosos con una lámpara que comprende el controlador de sistema de activación de LED y los LED en un alojamiento apropiado que ajusta la aplicación de la lámpara. Una lámpara de este tipo puede usarse como un despertador luminoso, pero puede tener cualquier otro uso en el que se desee una graduación con pequeñas etapas de intensidad. El sistema de activación de LED puede comprender el controlador, la fuente de corriente y el LED.

25 En una realización, la duración del periodo de decrecimiento se define desde el instante en que la corriente de alimentación eléctrica empieza a decrecer hasta que la corriente de alimentación eléctrica llega al nivel cero. Si la duración del periodo de apertura es corta, como se requiere para intensidades muy bajas, no es posible obtener diferentes niveles medios de corriente a través del LED durante el periodo de apertura si este periodo de apertura se produce completamente cuando la corriente de alimentación eléctrica tiene el nivel cero.

30 Como alternativa, para intensidades más altas, el periodo de decrecimiento puede incluir un periodo de tiempo durante el cual la corriente de alimentación eléctrica tiene el nivel cero para cambiar la corriente media a través del LED con una duración del periodo de apertura que cubre el periodo de tiempo, o parte del mismo, en que la corriente de alimentación eléctrica es cero.

35 En una realización, el controlador controla el periodo de apertura para que sea un subperiodo del periodo de decrecimiento de manera que el periodo de apertura se produzca completamente durante el periodo de decrecimiento. De nuevo, para intensidades bajas se obtiene un control uniforme de la graduación de los LED usando un periodo de apertura que es corto con respecto al periodo de decrecimiento. Tales periodos cortos tienen que producirse durante el periodo de decrecimiento.

40 En una realización, el controlador controla el momento en que se produce el periodo de apertura durante el periodo de decrecimiento y/o la duración del periodo de apertura. Durante el periodo de decrecimiento, la corriente a través del LED puede controlarse fácilmente ajustando el momento de apertura en que el conmutador paralelo se abre con respecto al momento en que comienza el periodo de decrecimiento. El número de niveles de corriente a través del LED depende de la duración del periodo de decrecimiento y de la máxima precisión del instante de apertura que puede conseguirse.

45 En una realización, en un modo de graduación en el que la intensidad de luz del LED tiene que cambiar, el controlador lleva a cabo repetidamente las siguientes acciones. En primer lugar, la fuente de corriente se activa para suministrar la corriente de alimentación eléctrica media distinta de cero durante el periodo de corriente constante. Después, la fuente de corriente se desactiva para obtener la corriente de alimentación eléctrica decreciente y, finalmente, el conmutador paralelo se abre durante el periodo de apertura para permitir que una parte de la corriente decreciente fluya a través del LED. Como se ha descrito anteriormente, el momento en que se produce el periodo de apertura y/o su duración se controlan para variar la corriente media a través del LED. Si la variación de la intensidad del LED tiene que producirse a intensidades muy bajas, el periodo de apertura tiene una duración muy corta durante el periodo de decrecimiento. Para 55 intensidades de luz más altas, el conmutador paralelo también puede abrirse durante el periodo de corriente constante. Dependiendo de la implementación de la fuente de corriente, la corriente de alimentación eléctrica que se produce durante el periodo de corriente constante puede fluctuar. Lo importante es que el nivel medio de la corriente de alimentación eléctrica se establece en un nivel diferente de cero. El nivel de la corriente de alimentación eléctrica durante diferentes periodos de corriente constante puede ser idéntico o puede ser diferente. El nivel de la corriente de alimentación eléctrica durante un periodo de corriente constante particular puede tener diferentes niveles distintos de 60 cero.

65 En una realización, el controlador comprende un generador de reloj que suministra una señal de reloj con un periodo de reloj a un circuito sincronizado. El circuito sincronizado desplaza el momento en que se produce el periodo de apertura en periodos de decrecimiento consecutivos con un múltiplo entero del periodo de reloj para obtener una intensidad variable de luz generada por el LED en los periodos de decrecimiento consecutivos. Por ejemplo, la intensidad de luz

más baja se conseguirá apagando el conmutador paralelo durante un periodo de reloj justo antes de que la corriente de alimentación eléctrica en el periodo de decrecimiento llegue a cero. La única, aunque baja, intensidad se obtendrá apagando el conmutador paralelo durante un periodo de reloj en un periodo de reloj anterior. Durante un único periodo de decrecimiento pueden producirse más de un periodo de apertura. Para intensidades bajas, ambos periodos de apertura tendrán una pequeña duración, por ejemplo cada uno puede durar un periodo de reloj.

En una realización, el circuito sincronizado controla la duración del periodo de apertura para que sea un múltiplo entero del periodo de reloj. Dependiendo de la intensidad de luz real y del cambio deseado de la intensidad, la duración del periodo de apertura puede controlarse para cambiar el nivel medio de la corriente a través del LED. Dependiendo de la forma de la corriente de alimentación eléctrica decreciente durante el periodo de decrecimiento, esto puede ser relevante para intensidades muy bajas, donde la corriente media de alimentación eléctrica en dos o más periodos de reloj consecutivos es menor que la corriente media de alimentación eléctrica en un periodo de reloj anterior. Este control de la duración del periodo de apertura puede combinarse con el control del instante en que se produce el periodo de apertura.

En una realización, la fuente de corriente comprende una fuente de alimentación conmutada (SMPS). Tal SMPS comprende un inductor que suministra la corriente de alimentación eléctrica a la disposición en paralelo del conmutador paralelo y el LED. La duración del periodo de decrecimiento puede modificarse fácilmente seleccionando un valor apropiado de la inductancia del inductor. En este momento, la señal de control para la fuente de corriente es una señal de habilitación/inhabilitación sencilla. La SMPS se activa (o habilita) en el modo de regulación durante el periodo de corriente constante y se desactiva (o inhabilita) durante el periodo de decrecimiento. Debe observarse que no es esencial para la invención usar una fuente de alimentación conmutada y su inductor. La fuente de corriente de alimentación eléctrica puede ser cualquier fuente de corriente con un periodo de decrecimiento que sea relativamente largo con respecto al periodo de reloj real. La fuente de corriente puede controlarse para que su corriente tenga un decrecimiento deseado particular durante el periodo de decrecimiento.

En una realización, la fuente de alimentación conmutada comprende un conmutador de modo conmutado y un diodo de circulación libre. Una disposición en serie del inductor y el conmutador de modo conmutado está acoplada a una fuente de tensión de alimentación eléctrica a través del LED. Una disposición en serie del diodo y el conmutador de modo conmutado también está acoplada a la tensión de alimentación eléctrica. El diodo está polarizado para transportar la corriente de alimentación eléctrica que fluye a través del inductor cuando el conmutador de modo conmutado está abierto.

En una realización, un conmutador paralelo adicional está dispuesto en paralelo con un LED adicional. El conmutador paralelo adicional está dispuesto en serie con la disposición serie del primer conmutador paralelo mencionado y la fuente de corriente. El controlador controla además que el conmutador adicional se abra durante un periodo de apertura adicional que es un subperiodo adicional del periodo de decrecimiento. La cadena de LED dispuestos en serie puede comprender más de dos LED. Un conmutador paralelo adicional está dispuesto en paralelo con el LED adicional (o con cada uno si hay más de dos). El controlador cambia la intensidad de luz producida por cada uno de los LED adicionales de la misma manera que la descrita anteriormente en el presente documento. La intensidad producida por diferentes LED puede ser diferente y/o puede variar de diferente forma durante el proceso de graduación. La presente invención permite variar la intensidad de cada uno de los LED con etapas muy pequeñas. La magnitud de las etapas depende de la relación de la precisión de tiempo con la que puede controlarse el instante del periodo de apertura y la duración del periodo de decrecimiento. Estos y otros aspectos de la invención resultarán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas posteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos:

la Fig. 1 muestra esquemáticamente una lámpara 1 que incluye un LED 10 y un circuito de activación;

las Fig. 2A a 2D muestran formas de onda simplificadas para explicar el funcionamiento de la lámpara 1 mostrada en la Fig. 1;

la Fig. 3 muestra esquemáticamente una lámpara 1 con una cadena de tres LED; y

las Fig. 4A a 4C muestran formas de onda de señales en la lámpara de la Fig. 3 para una realización particular de la invención.

Debe observarse que los elementos que tienen los mismos números de referencia en diferentes figuras tienen las mismas características estructurales y las mismas funciones, o son las mismas señales. Cuando se haya explicado la función y/o estructura de un elemento de este tipo, no será necesaria una explicación repetida del mismo en la descripción detallada.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La Fig. 1 muestra esquemáticamente una lámpara 1 que incluye un LED 10 y un controlador 15. La fuente de tensión 16 suministra una tensión de alimentación eléctrica V_b a una disposición en serie de una resistencia sensora 17, el LED 10 y la fuente de corriente 4. La fuente de corriente 4 comprende el generador de corriente 14 y un controlador 13. El controlador 13 recibe una señal de habilitación E y una señal de respuesta FS para suministrar una señal de control CI al generador de corriente 14. La señal de habilitación E se usa para activar la fuente de corriente 14 durante el periodo de corriente constante T_a (véase la Fig. 2B). Cuando la señal de habilitación E activa la fuente de corriente 14, se regula para suministrar la corriente de alimentación eléctrica media distinta de cero i . El controlador 13 usa la señal de respuesta FS, que es una medida de la corriente i que fluye a través de la resistencia 17, para mantener la corriente i constante al nivel medio deseado distinto de cero. Cuando la señal de habilitación desactiva la fuente de corriente 4, o bien la fuente de corriente 4 se apaga o bien el generador de corriente 14 se regula para suministrar una corriente decreciente i . El periodo de tiempo en el que la corriente i decrece se denomina periodo de decrecimiento. Debe observarse que tal fuente de corriente controlable 4 puede configurarse de muchas formas. En una realización, el generador de corriente es una fuente de corriente de semiconductor que suministra una corriente de alimentación eléctrica i según la señal de control CI. En otra realización, el controlador 13 y la fuente de corriente 14 son parte de una SMPS. Por otro lado, el generador de corriente 14 es un inductor y la señal de control CI es una señal de conmutación aplicada al inductor mediante un conmutador controlado. Un ejemplo de una implementación SMPS de este tipo se muestra en la Fig. 3.

Un conmutador paralelo 20 está dispuesto en paralelo con el LED 10. El controlador 15 controla el estado del conmutador paralelo 20. Si el conmutador paralelo 20 está cerrado, la corriente i fluye a través del conmutador paralelo 20 y la corriente i_d a través del LED 10 es sustancialmente cero. Si el conmutador paralelo 20 está abierto, la corriente i fluye a través del LED 10 y la corriente a través del conmutador paralelo 20 es sustancialmente cero. Se sabe que el controlador 15 controla el conmutador paralelo 20 en PWM (modo de anchura de impulsos) durante el periodo de corriente constante. Por tanto, en la técnica anterior, el conmutador paralelo 20 solo se abre durante el (o un subperiodo del) periodo de corriente constante. El término 'constante' quiere decir que en la técnica anterior el valor medio de la corriente i se mantiene constante durante un periodo de apertura del conmutador paralelo 20. Si se produce una fluctuación en torno a este valor medio (lo que es normalmente es el caso si se usa una SMPS 4 como la fuente de corriente), el valor mínimo de la corriente de alimentación eléctrica i no es cero y la fluctuación es relativamente pequeña con respecto al valor medio. Este control PWM de la técnica anterior del conmutador paralelo 20 varía la duración durante la cual la corriente constante fluye a través del LED 10 para controlar la intensidad de la luz emitida por el LED 10. El control de la intensidad del LED 10 se denomina generalmente graduación del LED 10. Por tanto, el término 'graduación' puede significar que la intensidad de luz del LED disminuye o aumenta. En una realización, el controlador 15 comprende un circuito de generación de reloj 151 que genera una señal de reloj CLK con un periodo de reloj T_{clk} y un circuito sincronizado 150 que suministra la señal de control CS0 al conmutador paralelo 20 para controlar su estado. El funcionamiento de la presente invención se aclarará en detalle con respecto a las Fig. 2A a 2D.

Las Fig. 2A a 2D muestran formas de onda simplificadas para explicar el funcionamiento de la lámpara 1 mostrada en la Fig. 1. La Fig. 2A muestra la señal de habilitación E en función del tiempo. Un nivel bajo indica que la fuente de corriente 4 no está en el periodo de corriente constante; un nivel alto indica el periodo de corriente constante durante el cual la fuente de corriente 4 está activa para suministrar la corriente de alimentación eléctrica regulada i que tiene el nivel deseado. La Fig. 2B muestra la corriente de alimentación eléctrica i suministrada por la fuente de corriente 4 al conmutador paralelo dispuesto en paralelo 20 y al LED 10. La Fig. 2C muestra la señal de control CS0. Un nivel bajo indica que el conmutador 2 está cerrado; un nivel alto indica que el conmutador 2 está abierto. La Fig. 2D muestra la corriente i_d a través del LED 10.

En el instante t_1 , la señal de habilitación E pasa del nivel bajo al nivel alto y la fuente de corriente 14 se activa en el modo de regulación. En muy poco tiempo la corriente i aumenta hasta su nivel regulado i_m y se mantiene en este nivel hasta que la señal de habilitación E caiga hasta su nivel bajo en el instante t_2 . Dependiendo de la implementación, la corriente i puede sufrir una fluctuación (no mostrada). En las Fig. 2C y 2D se muestra que el conmutador 20 está cerrado durante el periodo activo T_a comprendido entre los instantes t_1 y t_2 . Como alternativa, el conmutador 20 puede controlarse mediante PWM durante el periodo activo T_a , como es bien sabido en la técnica anterior.

En el instante t_2 , la fuente de corriente 4 se desactiva o se controla para suministrar una corriente de alimentación eléctrica decreciente i y la corriente i empieza a decrecer hasta volverse cero en el instante t_5 . En este ejemplo, el periodo de decrecimiento T_d dura desde el instante t_2 hasta el instante t_5 . Como alternativa, el periodo de decrecimiento T_d puede durar desde el instante t_2 hasta el instante t_6 . En el instante t_6 comienza un nuevo ciclo al activarse nuevamente la fuente de corriente 4. La forma de la corriente de alimentación eléctrica i durante el periodo de decrecimiento y la velocidad con la que la corriente de alimentación eléctrica i disminuye depende de la implementación. En una SMPS al menos hay un inductor, el cual provocará una reducción relativamente lenta de la corriente. En otras implementaciones, el generador de corriente 14 puede controlarse durante el periodo de decrecimiento T_d para suministrar una corriente de alimentación eléctrica decreciente i con una velocidad de decrecimiento deseada.

En el instante t_3 , la señal de control CS0 pasa al nivel bajo y el conmutador paralelo 20 se abre. En este momento, la corriente i_d a través del LED 10 tiene el nivel i_a . En el instante t_4 , la señal de control CS0 pasa al nivel alto y el conmutador paralelo 20 se cierra. En este momento, la corriente i_d que atraviesa el LED tiene el nivel cero. La duración del periodo de apertura T_o durante el cual la señal de control CS0 tiene el nivel bajo y la corriente i_d a través del LED 10 tiene un nivel distinto de cero puede controlarse. La intensidad mínima se obtiene si la duración del periodo de

apertura T_o es mínima. En un sistema sincronizado, esta duración mínima del periodo de apertura T_o es un periodo de reloj. El número de niveles de intensidad adicionales depende de la duración del periodo de decrecimiento T_d y de la resolución de tiempo del instante de inicio t_3 . En un sistema sincronizado, el instante de inicio puede seleccionarse para que sea un múltiplo entero de un periodo de reloj después del instante t_2 en que comienza el periodo de decrecimiento T_d .

La Fig. 3 muestra esquemáticamente una lámpara 1 con una cadena de tres LED. A diferencia de la Fig. 1 que muestra la idea general de la presente invención, la Fig. 3 muestra una implementación particular con una SMPS como la fuente de corriente 4.

La lámpara 1 mostrada en la Fig. 3 comprende una cadena de 3 LED 10, 11, 12 que están dispuestos en serie con la impedancia de detección 17, el inductor 42 y el conmutador 41. Toda esta disposición en serie está conectada a una fuente de tensión 16 que suministra la tensión de alimentación eléctrica V_b . El inductor 42 y el conmutador 41 forman parte de la SMPS. La impedancia de detección 17 se usa para obtener una señal de respuesta FS, que es una medida de la corriente que fluye a través del inductor 42. El número de LED en la cadena puede ser menor o mayor que 3. La SMPS comprende además un controlador 40 que recibe la señal de respuesta FS, una señal de habilitación E en una entrada de habilitación EN y que suministra una señal de control CI en la salida DR a la entrada de control del conmutador de SMPS 41.

Conmutadores paralelos 20, 21, 22 están dispuestos en paralelo con los LED 10, 11, 12, respectivamente. Un controlador 15 suministra señales de control CS0, CS1, CS2 a las entradas de control de los conmutadores paralelos 20, 21, 22, respectivamente, a través de cambiadores de nivel 30, 31, 32, respectivamente. El controlador 15 puede ser un sistema sincronizado con un generador de reloj 151 que genera una señal de reloj CLK. Un circuito sincronizado 150 recibe la señal de reloj CLK y suministra las señales de control CS0, CS1, CS2 a través de los cambiadores de nivel 30, 31, 32. El circuito sincronizado 150 puede ser un microprocesador. Las tensiones a través de las disposiciones en paralelo de los LED 10 a 12 y los conmutadores paralelos 20 a 22 se denotan como V_{10} a V_{12} , respectivamente.

Un diodo 43 está dispuesto entre la unión del conmutador 41 y el inductor 42, por un lado, y la unión de la fuente de tensión de alimentación eléctrica 16 y la impedancia 17, por otro lado. El diodo se polariza para conducir la corriente a través del inductor 42 cuando el conmutador de SMPS 41 está abierto (no es conductor). La tensión a través del diodo se denota como V_{43} . El funcionamiento de esta lámpara 1 se aclara con respecto a las Fig. 4A a 4C.

Aunque se muestran dos controladores individuales, un controlador 40 para la SMPS y un controlador 15 para controlar los conmutadores paralelos 20 a 22, esta funcionalidad puede combinarse en un único controlador. Como alternativa, puede haber un número mayor de controladores que los dos mostrados, o las funciones pueden dividirse de diferente manera. Por ejemplo, puede haber un tercer controlador para controlar de manera síncrona o asíncrona la entrada de habilitación EN. En cualquier caso, el modo en que la función de control de la presente invención se divide en el / los controlador(es) de hardware implementado(s) no es importante.

Las Fig. 4A a 4C muestran formas de onda de señales en la lámpara de la Fig. 3 para una realización particular de la invención. En esta realización particular, con respecto a la Fig. 2A, el tiempo de repetición entre flancos de bajada de la señal de habilitación E es de 10 ms. La inductancia L del inductor 42 en la Fig. 3 es: $L = 100 \mu\text{H}$, $V_b = 24 \text{ V}$ e $i_m = 735 \text{ mA}$.

En el instante t_{10} , la señal de habilitación E pasa de su nivel bajo al nivel alto y la SMPS se activa. La corriente i a través del inductor 42 aumenta en el muy breve periodo de tiempo de $(i_m * L) / V_b = 3 \mu\text{s}$ hasta su nivel máximo i_m . Entre los instantes t_{10} y t_{11} , el controlador 40 mantiene la corriente i constante a $0,7 \pm 0,35 \text{ A}$ mediante un control histerésico conocido. En el instante t_{11} , la señal de habilitación E pasa a su nivel bajo y la SMPS se inhabilita. El controlador 40 interrumpe el encendido y el apagado periódicos del conmutador de SMPS 41, y la corriente i a través del inductor 42, el diodo 43, la disposición en paralelo de los LED 10 a 12 y los conmutadores paralelos 20 a 22 empieza a decrecer. En el instante t_{11} , cada uno de los conmutadores paralelos 20 a 22 se cierra (son conductores) y una corriente sustancialmente cero fluye a través de los LED 10 a 12. Entre los instantes t_{11} y t_{15} , la corriente i a través del inductor 42 decrece según la ecuación:

$$i = (V_{43}/R_s) * (e^{-t/\tau_s} - 1) + i_m * e^{-t/\tau_s}$$

en la que:

R_s = la resistencia de los conmutadores 20 a 22, la resistencia de la impedancia 17 y el diodo 43.

τ_s = la constante de tiempo secundaria definida por la inductancia del inductor 42 y R_s .

V_{43} = la tensión directa del diodo 43.

5 Si el diodo 43 es un diodo de Schottky, los conmutadores 20 a 22 son transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOSFET) y la impedancia 17 es una resistencia; solamente a modo de ejemplo y en esta realización particular, $R_s = 0,83 \Omega$, $\tau_s = 120 \mu s$, $V_{43} = 0,3 V$ e $i_m = 0,7 A$, dando como resultado un tiempo de decrecimiento T_d de $145 \mu s$.

10 En el instante t_{12} , el conmutador paralelo 20 se abre durante un instante de tiempo muy corto, por ejemplo durante un ciclo de reloj, y en un instante con respecto al instante t_{11} definido por una de las 65535 posibilidades disponibles en un sistema de control de 16 bits. La corriente a través del LED 19 durante el tiempo de apertura del conmutador paralelo 20 puede tener cualquier valor entre i_m y cero, dependiendo de la aparición del instante t_{12} entre los instantes t_{11} y t_{15} . En este ejemplo, si el reloj CLK tiene una frecuencia de 20 MHz y la duración del periodo de reloj es de 50 ns, la corriente i puede fijarse en $145 \mu s / 50 ns = 2900$ etapas de 0,24 mA cada una. Con esta resolución de tiempo, las etapas de intensidad de luz ya no pueden observarse. En el ejemplo mostrado, la corriente i en el instante t_{12} es de 350 mA. De nuevo, en este ejemplo particular, en t_{13} el conmutador 22 se abre y la corriente $i = 210 mA$ fluye a través del LED 12 durante un periodo de reloj. En t_{14} , el conmutador 21 se abre y la corriente $i = 165 mA$ fluye a través del LED 11. La corriente i a través de los LED puede fluir durante un número de ciclos de reloj mayor que uno. Uno o más de los instantes t_{12} a t_{14} pueden coincidir.

20 En esta realización, los conmutadores paralelos 20 a 22 asociados a los LED 10 a 12, respectivamente, se controlan de modo que la corriente fluya a través de todos los LED durante los instantes t_{12} a t_{14} , respectivamente, en el mismo periodo de decrecimiento T_d .

25 Como alternativa, solamente un subconjunto de los conmutadores 20 a 22 puede abrirse durante un mismo periodo de los periodos de decrecimiento T_d . En otra realización, los periodos de apertura T_o de los conmutadores pueden producirse en periodos de decrecimiento sucesivos de manera individual o en subgrupos.

30 A modo de resumen, una realización de la presente invención tiene como objetivo derivar todos los LED 10 a 12 con los conmutadores paralelos 20 a 22, después inhabilitar la SMPS 4 y finalmente aplicar un impulso de PWM CS0 a CS2 a al menos uno de los conmutadores paralelos 20 a 22 para generar una corriente i a través de los LED asociados 10 a 12 durante el periodo de decrecimiento T_d , en el que la corriente i a través del inductor 43 disminuye hasta su valor cero. Un ejemplo de una SMPS 4 que puede habilitarse e inhabilitarse (en la entrada DIM) se conoce a partir de la hoja de datos MAXIM del circuito integrado MAX16832A/MAX16832C con el título "*2 MHz, High-Brightness LED Drivers with Integrated MOSFET and High-Side Current Sense*", de Maxim Integrated Products, Sunnyvale CA, USA.

35 La presente invención puede usarse en despertadores luminosos o, más en general, en todas las aplicaciones de iluminación en las que la relación de graduación deba extenderse para que no puedan observarse etapas de luz visible.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema de activación de LED (1), que comprende:

5 una fuente de corriente (4) para suministrar una corriente de alimentación eléctrica (i) a una disposición en paralelo de un conmutador paralelo (20) y un LED (10),

estando destinado el conmutador paralelo (20) a cortocircuitar el LED (10) cuando el conmutador paralelo (20) está cerrado,

10 un controlador (15) configurado para generar durante el uso:

15 una primera señal de control (E) para controlar la fuente de corriente (4) para pasar de un modo de regulación en el que la corriente de alimentación eléctrica (i) se regula para tener un nivel medio distinto de cero a un modo de decrecimiento en el que la corriente de alimentación eléctrica (i) decrece durante un periodo de decrecimiento (Td), y

20 una segunda señal de control (CS0) para controlar que el conmutador paralelo (20) se abra durante un periodo de apertura (To) que comprende un subperiodo del periodo de decrecimiento (Td).

2.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 1, en el que, durante el uso, el periodo de decrecimiento (Td) dura desde el instante en que la corriente de alimentación eléctrica (i) empieza a decrecer hasta que la corriente de alimentación eléctrica (i) es cero.

25 3.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 1, en el que el controlador (15) está configurado para controlar que el periodo de apertura (To) sea un subperiodo del periodo de decrecimiento (Td).

30 4.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 3, en el que el controlador (15) está configurado para controlar el momento en que se produce el periodo de apertura (To) dentro del periodo de decrecimiento (Td) y/o la duración del periodo de apertura (To).

5.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 1, configurado para, durante un modo de graduación, en el orden mencionado, controlar repetidamente la fuente de corriente (4) para:

35 (i) suministrar la corriente de alimentación eléctrica media constante distinta de cero (i),

(ii) obtener la corriente de alimentación eléctrica decreciente (i) durante el periodo de decrecimiento (i) y controlar que el conmutador paralelo (20) se abra durante el periodo de apertura (To).

40 6.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 5, que comprende un generador de reloj (151) para suministrar una señal de reloj (CLK) con un periodo de reloj (Tclk) a un circuito sincronizado (150), en el que el circuito sincronizado (150) está configurado para cambiar el instante de inicio del periodo de apertura (To) en periodos de decrecimiento (Td) consecutivos con un múltiplo entero (N1) del periodo de reloj (Tclk) para obtener una intensidad de luz variable generada por el LED (10) en los periodos de decrecimiento (Td) consecutivos.

45 7.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 5, en el que el circuito sincronizado (150) está configurado para controlar que el periodo de apertura (To) tenga una duración que sea un múltiplo entero (N2) del periodo de reloj (Tclk).

50 8.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 1, en el que la fuente de corriente (14) comprende una fuente de alimentación conmutada (4) que comprende un inductor (42) para suministrar la corriente de alimentación eléctrica (i) a la disposición en paralelo del conmutador paralelo (20) y el LED (10).

55 9.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 8, en el que la fuente de alimentación conmutada (4) comprende además un conmutador de modo conmutado (41) y un diodo de circulación libre (43), en el que una disposición en serie del inductor (42) y el conmutador de modo conmutado (41) está acoplada a una fuente de tensión de alimentación eléctrica (16) a través del LED (10), y en el que una disposición en serie del diodo (43) y el conmutador de modo conmutado (41) está acoplada a la tensión de alimentación eléctrica (16) y en el que el diodo (43) está polarizado para transportar la corriente de alimentación eléctrica (i) que fluye a través del inductor (42) cuando el conmutador de modo conmutado (41) está abierto.

60 10.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 1, que comprende un conmutador paralelo adicional (21; 22) destinado a disponerse en paralelo con un LED adicional (11; 12), donde el conmutador paralelo adicional (21; 22) está dispuesto en serie con la disposición serie del primer conmutador paralelo (20) mencionado y la fuente de corriente (4), en el que el controlador (15) está configurado además para controlar que el conmutador adicional (11; 12) se abra durante un periodo de apertura adicional (To') que es un subperiodo adicional del periodo de decrecimiento (Td).

- 11.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 1, que comprende además el LED (10).
- 5 12.- Un sistema de activación de LED (1) según la reivindicación 10, que comprende además el primer LED mencionado (10) y el LED adicional (11; 12).
- 13.- Una lámpara que comprende un sistema de activación de LED como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 10 14.- Un procedimiento de activación de un LED (10) en un sistema en el que:
- el LED (10) y una fuente de corriente (4) están dispuestos en serie, y un conmutador paralelo (20) está dispuesto en paralelo con el LED (10) para cortocircuitar el LED (10) cuando el conmutador paralelo (20) está cerrado, comprendiendo el procedimiento:
- 15 controlar (15) que la fuente de corriente (4) pase de un modo de regulación en el que la corriente de alimentación eléctrica (i) se regula para que tenga un nivel medio distinto de cero a un modo de decrecimiento en el que la corriente de alimentación eléctrica (i) decrece durante un periodo de decrecimiento (T_d), y
- 20 controlar (15) que el conmutador paralelo (20) se abra durante un periodo de apertura (T_o) que comprende un subperiodo del periodo de decrecimiento (T_d).

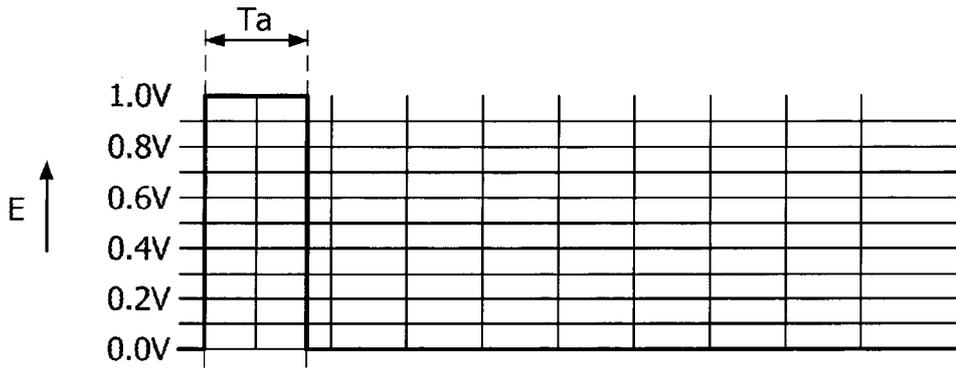


FIG. 4A

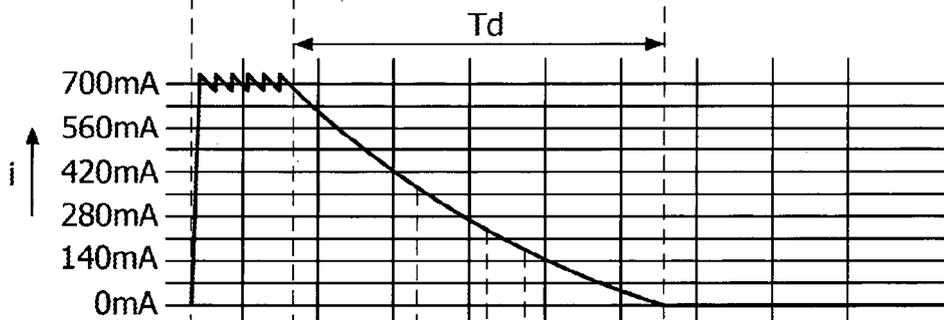


FIG. 4B

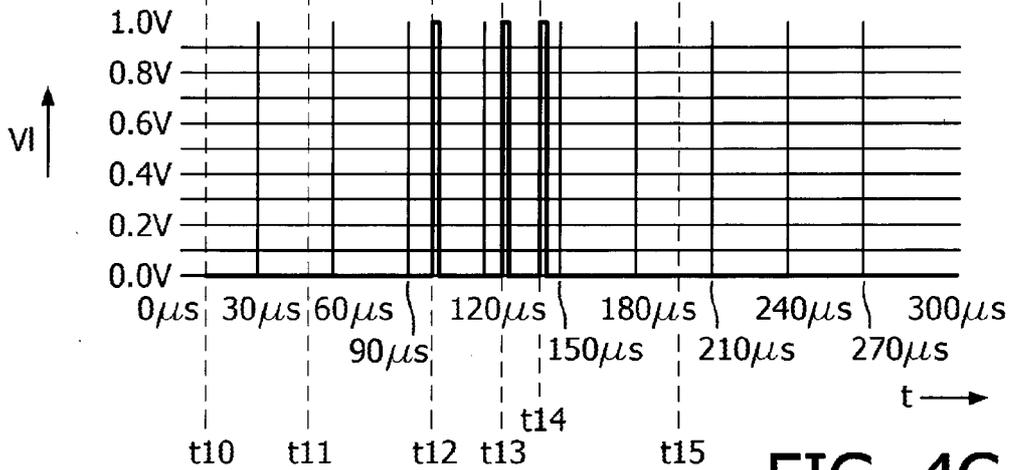


FIG. 4C