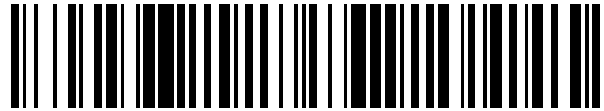


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 368**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2009** **E 09786664 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013** **EP 2319275**

54 Título: **Dispositivo de iluminación que comprende múltiples LED**

30 Prioridad:

29.07.2008 EP 08161317

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

04.02.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SAUERLÄNDER, GEORG

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 441 368 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

Dispositivo de iluminación que comprende múltiples LED.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a un dispositivo de iluminación que comprende una pluralidad de LED.

Antecedentes de la invención

10 En general, se conoce el uso de LED para fines de iluminación. Un problema con los LED es el suministro de potencia. Para que un LED produzca luz, es necesario que una corriente pase por el mismo en un sentido (de ánodo a cátodo); se bloquea el flujo de corriente en el sentido opuesto. Cuando se excita con corriente que tiene el sentido correcto, se desarrolla una caída de tensión por el LED que es sustancialmente independiente de la corriente de LED. Dentro de unos márgenes, puede variarse la corriente de LED y la potencia luminosa será sustancialmente proporcional a esta corriente. Cuando se desea producir más luz de la que puede generar un LED, es posible combinar múltiples LED. Los LED pueden estar dispuestos en una disposición en serie, lo que requeriría una mayor caída de tensión a la misma corriente, o los LED pueden estar dispuestos en una disposición en paralelo, lo que requiere más corriente a la misma caída de tensión. Por tanto, aumentan los costes de suministro de potencia. 20 También son posibles combinaciones de disposición en serie y disposición en paralelo.

Una manera relativamente sencilla y económica de alimentar una pluralidad de LED es conectar todos los LED en serie y conectar esta cadena a una red eléctrica de energía de CA, que tiene un resistor limitador de corriente en serie. Obviamente, los LED sólo pueden producir luz durante una mitad del periodo de corriente de CA. Para también producir luz durante la segunda mitad del periodo de corriente de CA, puede conectarse una segunda cadena de LED en el sentido opuesto, o puede aplicarse un rectificador en puente completo de modo que cada LED produzca luz durante ambos medios periodos de corriente. 25

Un problema cuando se alimenta un LED o una cadena de LED desde una fuente de CA es que la tensión de suministro varía con el tiempo. La figura 1 es un gráfico que muestra la tensión (eje vertical) en función del tiempo (eje horizontal). Una línea 11 discontinua horizontal representa la caída de tensión requerida, también indicada como tensión directa, por una cadena de LED. La curva 12 representa la tensión de CA rectificada. Entre los tiempos t_1 y t_2 , la tensión de suministro es mayor que la caída de tensión requerida, y los LED pasan una corriente (curva 13) y se genera luz. La diferencia entre tensión de suministro y caída de tensión la recibe el resistor en serie, e implica una pérdida de energía por disipación en el resistor. Entre los tiempos t_2 y t_3 , la tensión de suministro es menor que la caída de tensión requerida: los LED no pueden pasar corriente y no pueden generar luz. Por tanto, los LED no están continuamente ENCENDIDOS sino que en realidad se ENCIENDEN/APAGAN a una frecuencia dos veces la frecuencia de CA, lo que lleva a un parpadeo perceptible, y a un ciclo de trabajo $(t_2-t_1)/(t_3-t_1)$ que se ve influido por la amplitud de tensión del suministro de potencia en relación con la caída de tensión requerida por los LED, que depende del número de LED dispuestos en serie. Resultará evidente que puede aumentarse el ciclo de trabajo aumentando la amplitud de tensión, pero entonces también aumentará la potencia disipada en el resistor. 30 35 40

Sumario de la invención

45 Un objeto de la presente invención es proporcionar una solución a los problemas mencionados anteriormente.

La publicación para información de solicitud de patente alemana 10.2006.024607 da a conocer un circuito que comprende dos cadenas de LED conectados en serie y tres conmutadores controlables, que se alimentan desde una fuente de potencia de CC en la que puede variar la tensión real, dependiendo de las circunstancias. La tensión de potencia se mide y se compara con un umbral. Si la tensión de potencia está por encima del umbral, los conmutadores se controlan de manera que las dos cadenas se conecten en serie. Si la tensión de potencia está por debajo del umbral, los conmutadores se controlan de manera que las dos cadenas se conecten en paralelo. Con el fin de garantizar que la corriente en los LED permanece constante, independientemente de las cadenas que se conectan en serie o en paralelo, cada cadena debe tener una fuente de corriente dedicada conectada en serie con la misma. Además, este circuito conocido tiene sólo dos posibles configuraciones y por tanto todavía es inadecuado para resolver los problemas mencionados anteriormente cuando se alimentan los LED desde una CA rectificada. El documento US 3714374 da a conocer una presentación visual de imágenes con direccionamiento de conmutación de avería que comprende un controlador y conmutadores umbral que pueden operar en dos estados. 50 55

60 Por tanto, un objeto de la presente invención es mejorar adicionalmente dicha técnica anterior.

En un aspecto, la presente invención proporciona un sistema de al menos tres grupos de LED, acoplados entre sí por conmutadores controlables, que pueden conmutarse a cualquiera de al menos tres estados:

65 - en un primer estado, todos los grupos están conectados en serie;

- en un segundo estado, todos los grupos están conectados en paralelo;

- en un tercer estado, al menos dos grupos están conectados en serie y al menos dos grupos están conectados en paralelo.

5 En un segundo aspecto, el sistema comprende una fuente de corriente controlable en común para todos los LED. El ajuste de corriente de la fuente de corriente se modifica en combinación con el estado de los conmutadores, tal como para mantener la corriente de LED individual sustancialmente constante.

10 Se mencionan realizaciones ventajosas adicionales en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

15 Estos y otros aspectos, características y ventajas de la presente invención se explicarán adicionalmente mediante la siguiente descripción de una o más realizaciones preferidas con referencia a los dibujos, en los que los mismos números de referencia indican las mismas partes o partes similares, y en los que:

20 la figura 1 es un gráfico que muestra la tensión de CA rectificada (eje vertical) en función del tiempo (eje horizontal) en combinación con la corriente de LED para una solución de la técnica anterior;

la figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un dispositivo de iluminación según la presente invención;

25 la figura 3 es un diagrama de bloques de una matriz de conmutación;

las figuras 4A-4D ilustran varios estados de conmutación;

la figura 5 es un gráfico que ilustra la operación del dispositivo de iluminación según la presente invención.

30 **Descripción detallada de la invención**

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un dispositivo 20 de iluminación según la presente invención. El dispositivo 20 tiene una entrada 21 para su conexión a una salida 22 de tensión de red eléctrica de CA. Un rectificador 23 está conectado a la entrada 21 para recibir la tensión de red eléctrica de CA y para proporcionar tensión de CA rectificada.

40 D1, D2, ... Dn indican respectivos grupos de LED. Cada grupo puede consistir en sólo un LED. Cada grupo también puede comprender una pluralidad de LED conectados en serie y/o en paralelo. Se prefiere que los grupos sean idénticos entre sí, pero esto no es esencial. Por motivos de simplicidad, a continuación en el presente documento cada grupo se comentará como si fuera idéntico a un LED individual.

45 Los LED D1, D2, ... Dn tienen sus terminales conectados a terminales de salida A1 y K1, A2 y K2, ... An y Kn de una matriz 30 de conmutación que comprende una pluralidad de N conmutadores S1-SN, tal como se comentará más adelante. La matriz 30 de conmutación tiene una entrada 31 acoplada a una salida del rectificador 23 para recibir la tensión de CA rectificada.

El dispositivo 20 tiene además una fuente 40 de corriente controlable acoplada en serie con la matriz 30 de conmutación.

50 El dispositivo 20 tiene además un controlador 50 que tiene una entrada 51 acoplada a una salida del rectificador 23 para recibir la tensión de CA rectificada o una tensión de medición proporcional a la tensión de CA rectificada. El controlador 50 tiene una primera salida 53 acoplada a una entrada 35 de control de la matriz 30 de conmutación con el fin de controlar la configuración de los conmutadores de la matriz 30 de conmutación, tal como se comentará más adelante. El controlador 50 tiene una segunda salida 54 acoplada a una entrada 45 de control de la fuente 40 de corriente controlable con el fin de controlar la magnitud de corriente. Se observa que cada conmutador individual tendrá un terminal de control individual, y que la primera salida 53 comprenderá en realidad una pluralidad de terminales de salida (no mostrados) estando cada uno acoplado a uno respectivo de los terminales de control de los respectivos conmutadores, tal como resultará evidente para un experto en la técnica; por tanto, el controlador 50 puede controlar individualmente el estado de cada conmutador individual en la matriz de conmutación.

60 La figura 3 es un diagrama de bloques de una posible realización de la matriz 30 de conmutación para una realización a modo de ejemplo del dispositivo 20 que comprende cuatro LED D1, D2, D3, D4. Por motivos de claridad, estos LED también se muestran en la figura 3. En esta realización, la matriz 30 de conmutación comprende nueve conmutadores controlables S1 - S9. Cada conmutador puede implementarse como transistor bipolar, un FET o similar, aunque también es posible implementar un conmutador como relé. Puesto que tales conmutadores son en sí conocidos, en este caso no es necesaria una descripción más detallada. Se observa que cada conmutador tendrá

ES 2 441 368 T3

un terminal de control individual que puede direccionarse individualmente por el controlador 50, pero estos terminales de control individuales y las correspondientes líneas de control que se conectan al controlador 50 no se muestran por motivos de simplicidad.

- 5 Los terminales de ánodo para su conexión a los ánodos de los LED D1-D4 se indican en A1-A4, respectivamente. Los terminales de cátodo para su conexión a los cátodos de los LED D1-D4 se indican en K1-K4, respectivamente. Suponiendo que la tensión rectificadora recibida en la entrada 31 es positiva, el terminal 31 de entrada de tensión está conectado a un primer terminal de ánodo A1.
- 10 Un primer conmutador S1 está conectado entre el primer terminal de ánodo A1 y un segundo terminal de ánodo A2.
Un segundo conmutador S2 está conectado entre un primer terminal de cátodo K1 y el segundo terminal de ánodo A2.
- 15 Un tercer conmutador S3 está conectado entre el primer terminal de cátodo K1 y un segundo terminal de cátodo K2.
Un cuarto conmutador S4 está conectado entre el segundo terminal de ánodo A2 y un tercer terminal de ánodo A3.
Un quinto conmutador S5 está conectado entre el segundo terminal de cátodo K2 y el tercer terminal de ánodo A3.
- 20 Un sexto conmutador S6 está conectado entre el segundo terminal de cátodo K2 y un tercer terminal de cátodo K3.
Un séptimo conmutador S7 está conectado entre el tercer terminal de ánodo A3 y un cuarto terminal de ánodo A4.
- 25 Un octavo conmutador S8 está conectado entre el tercer terminal de cátodo K3 y el cuarto terminal de ánodo A4.
Un noveno conmutador S9 está conectado entre el tercer terminal de cátodo K3 y el cuarto terminal de cátodo K4.
- 30 Un terminal 34 de entrada de corriente, que se conecta a la fuente 40 de corriente, está conectado al cuarto terminal de cátodo K4.
- A continuación, un conmutador se indicará como “cerrado” si está en su estado conductor y se indicará como “abierto” si está en su estado no conductor.
- 35 El controlador 50 puede operar al menos en cuatro estados de control diferentes. En un primer estado de control, el controlador 50 genera señales de control para los conmutadores S1-S9 de modo que los conmutadores S1, S4, S7, S3, S6, S9 se cierran y los conmutadores S2, S5, S8 se abren. En este estado, todos los LED están conectados en paralelo, tal como se ilustra en la figura 4A.
- 40 En un segundo estado de control, el controlador 50 genera señales de control para los conmutadores S1-S9 de modo que los conmutadores S1, S3, S5, S7, S9 se cierran y los conmutadores S2, S4, S6, S8 se abren. En este estado, los LED D1 y D2 están conectados en paralelo, los LED D3 y D4 están conectados en paralelo y dichas disposiciones en paralelo están conectadas en serie, tal como se ilustra en la figura 4B.
- 45 En un tercer estado de control, el controlador 50 genera señales de control para los conmutadores S1-S9 de modo que los conmutadores S2, S5, S9 se cierran y los conmutadores S1, S3, S4, S6, S8 se abren. En este estado, tres LED D1, D2, D3 están conectados en serie, tal como se ilustra en la figura 4C. Con respecto a D4, hay dos posibles variaciones. En una primera variación, S7 está abierto, tal como se ilustra en la figura 4C; en esta variación, los tres LED D1, D2, D3 reciben la misma corriente y por consiguiente todos emiten la misma cantidad de luz, mientras que el cuarto LED D4 no recibe ninguna potencia. En una segunda variación, S7 está cerrado, tal como se ilustra en la figura 4C mediante una línea discontinua entre los ánodos de D3 y D4, de modo que D3 y D4 están conectados en paralelo. En esta segunda variación, todos los LED emiten luz, pero cada uno de los LED D3 y D4 recibe la mitad de la corriente en comparación con D1 y D2 y por consiguiente emiten aproximadamente la mitad de luz que D1 y D2. Sin embargo, se observa que la segunda variación puede dar como resultado una potencia luminosa global mejorada, si los LED experimentan el denominado efecto caída, lo que significa que la potencia luminosa es menos que proporcional a la corriente.
- 50 Naturalmente, hay más variaciones. Es posible que D1, D2, D4 se conecten en serie cerrando S2, S6, S8 y abriendo S1, S3, S4, S5, S7, S9, acoplándose D3 opcionalmente en paralelo a D2 cerrando S4, o cerrando S2, S5, S7 y abriendo S1, S3, S4, S6, S8, S9, acoplándose D3 opcionalmente en paralelo a D4 cerrando S9. Es posible que D1, D3, D4 se conecten en serie cerrando S3, S5, S8 y abriendo S1, S2, S4, S6, S7, S9, acoplándose D2 opcionalmente en paralelo a D1 cerrando S1, o cerrando S2, S4, S8 y abriendo S1, S3, S5, S6, S7, S9, acoplándose D2 opcionalmente en paralelo a D3 cerrando S6. Es posible que D2, D3, D4 se conecten en serie cerrando S1, S5, S8 y abriendo S2, S3, S4, S6, S7, S9, acoplándose D1 opcionalmente en paralelo a D2 cerrando S3. Si se desea que la disposición de LED aparezca como encendida de manera uniforme para un espectador, es posible que el controlador alterne rápidamente entre tales variaciones, o bien en un orden fijo o bien en un orden aleatorio.
- 65

En un cuarto estado de control, el controlador 50 genera señales de control para los conmutadores S1-S9 de modo que los conmutadores S2, S5, S8 se cierran y los conmutadores S1, S4, S7, S3, S6, S9 se abren. En este estado, todos los LED están conectados en serie, tal como se ilustra en la figura 4D. Si se desea, el controlador puede operar en un quinto estado de control en el que todos los conmutadores están abiertos de modo que todos los LED están apagados, aunque también es posible conseguir este efecto con (por ejemplo) los conmutadores S1, S2, S3 abiertos: en ese caso, el estado de los conmutadores restantes es irrelevante.

Para explicar la operación del controlador 50, se hace referencia a la figura 5, que es un gráfico comparable a la figura 1, que muestra sólo una mitad de periodo de la tensión de CA rectificadas V_{in} recibida en la entrada 31 de tensión de la matriz 30 de conmutación. En la siguiente explicación, se supondrá que el controlador 50 recibe la misma tensión V_{in} en su entrada 51 de tensión, pero se aplicará una explicación similar con modificaciones obvias si el controlador 50 recibe una tensión de medición V_m proporcional a V_{in} . Aunque tal tensión de medición puede ser mayor que V_{in} , se preferiría que la tensión de medición fuera menor que V_{in} y puede expresarse como $V_m = \mu \cdot V_{in}$, con $0 < \mu < 1$. Además, se supondrá que todos los LED tienen la misma tensión directa, indicada como V_f .

Supóngase que V_{in} está aumentando justo desde cero. Inicialmente, V_{in} será menor que V_f , es decir demasiado bajo para excitar cualquier LED. Con el fin de garantizar que las tolerancias individuales de los LED no provoquen un comportamiento irregular, se prefiere que el controlador 50 esté en un estado estacionario en el que todos los LED están apagados, por ejemplo porque todos los conmutadores S1 - S9 están abiertos.

El controlador 50 está dotado de una memoria 60, que contiene información que define cuatro niveles umbral U1, U2, U3, U4. El primer nivel umbral U1 corresponde a la tensión requerida para excitar un LED. Se observa que esta tensión es normalmente mayor que V_f , por ejemplo porque también incluye las caídas de tensión por los tres conmutadores que siempre están conectados en serie con cualquiera de los LED, y la caída de tensión por una resistencia en paralelo (no mostrada) para medir la corriente. De la misma manera, la segunda tensión umbral U2 corresponde a la tensión requerida para excitar dos LED en serie, que es normalmente un poco mayor que $2 \cdot V_f$. De la misma manera, la tercera tensión umbral U3 corresponde a la tensión requerida para excitar tres LED en serie, que es normalmente un poco mayor que $3 \cdot V_f$. De la misma manera, la cuarta tensión umbral U4 corresponde a la tensión requerida para excitar cuatro LED en serie, que es normalmente un poco mayor que $4 \cdot V_f$.

En general, puede realizarse una aproximación a la i -ésima tensión umbral U_i como

$$U_i = i \cdot V_f + \gamma \quad (1)$$

para $i = 1$ a n , indicando n el número de grupos de LED, donde γ es una constante de la que puede realizarse una aproximación como $\gamma = 3\alpha + \beta + \delta$, donde α representa la caída de tensión por un conmutador, β representa la caída de tensión por una resistencia en paralelo y δ representa la caída de tensión mínima requerida por la fuente de corriente para mantener el control.

Se observa que también es posible que la memoria 60 sólo contenga V_f y α y β y δ , y que el controlador pueda calcular U_i . Se observa además que γ depende de la configuración real de la matriz de conmutación, e incluso puede depender del estado de control, tal como será evidente para un experto en la técnica con referencia a la explicación anterior.

El controlador 50 compara V_{in} con los niveles umbral U_i . Si $V_{in} > U_1$, la tensión es suficientemente alta para excitar al menos un LED. Si $V_{in} > U_2$, la tensión es suficientemente alta para excitar al menos dos LED en serie. Si $V_{in} > U_3$, la tensión es suficientemente alta para excitar al menos tres LED en serie. Si $V_{in} > U_4$, la tensión es suficientemente alta para excitar al menos cuatro LED en serie. En general, si $V_{in} > U_i$, la tensión es suficientemente alta para excitar al menos i LED en serie.

Si el controlador halla que $U_1 \leq V_{in} < U_2$, que será el caso desde t_1 hasta t_2 y desde t_7 hasta t_8 , conmuta a su primer estado de control para conmutar todos los LED paralelo, tal como se ilustra en la figura 4A. Además, en este primer estado de control genera su señal de control para la fuente 40 de corriente controlable de manera que la fuente 40 de corriente proporciona una corriente $I = 4 \cdot I_{LED}$, indicando I_{LED} una corriente de LED nominal, de modo que cada LED recibe I_{LED} .

Si el controlador halla que $U_2 \leq V_{in} < U_3$, que será el caso desde t_2 hasta t_3 y desde t_6 hasta t_7 , conmuta a su segundo estado de control para conmutar los LED a una disposición en serie de dos grupos de LED, conteniendo cada grupo dos LED en paralelo, tal como se ilustra en la figura 4B. Esto es equivalente a una disposición en paralelo de dos cadenas de LED, comprendiendo cada cadena de LED dos LED en serie. Además, en este segundo estado de control el controlador genera su señal de control para la fuente 40 de corriente controlable de manera que la fuente 40 de corriente proporciona una corriente $I = 2 \cdot I_{LED}$, de modo que cada cadena de LED recibe I_{LED} .

Si el controlador halla que $U_3 \leq V_{in} < U_4$, que será el caso desde t_3 hasta t_4 y desde t_5 hasta t_6 , conmuta a su tercer estado de control para conmutar los LED a una disposición de tres LED en serie, tal como se ilustra en la figura 4C.

Además, en este tercer estado de control el controlador genera su señal de control para la fuente 40 de corriente controlable de manera que la fuente 40 de corriente proporciona una corriente $I = I_{LED}$. Tal como se mencionó anteriormente, el cuarto LED D4 puede estar acoplado en paralelo al tercer LED D3.

5 Si el controlador halla que $U_4 \leq V_{in}$, que será el caso desde t_4 hasta t_5 , conmuta a su cuarto estado de control para conmutar todos los LED en serie, tal como se ilustra en la figura 4D. Además, en este cuarto estado de control genera su señal de control para la fuente 40 de corriente controlable de manera que la fuente 40 de corriente proporciona una corriente $I = I_{LED}$.

10 Tal como se mencionó también anteriormente, el tercer estado de control puede implicar variaciones con otro grupo de tres LED que están acoplados en serie. En cualquier caso, hay siempre sólo tres LED encendidos estando el cuarto apagado, o el cuarto está acoplado en paralelo a uno de sus vecinos y ambos se operan a mitad de corriente, sumándose básicamente de nuevo para dar tres veces la potencia luminosa nominal. Esto corresponde a una reducción en la potencia luminosa global de un 25%. Si se desea que la potencia luminosa global permanezca sustancialmente constante, es posible que el controlador aumente la corriente de LED en un 33%, tal como se ilustra en la figura 5 mediante las líneas discontinuas en el intervalo de tiempo t_3-t_4 y t_5-t_6 .

En el ejemplo anterior, el dispositivo 20 comprende cuatro (grupos de) LED D1 - D4. Sin embargo, la invención puede implementarse para cualquier número de (grupos de) LED D1 - Dn. Aunque son posibles diseños más complicados de la matriz de conmutación, puede albergarse fácilmente un número mayor de LED ampliando el diseño de matriz de la figura 3, que es modular; la correspondiente modificación de la ecuación (1) resultará evidente para un experto en la técnica. Para cada LED que se añade, son necesarios tres conmutadores adicionales. En general, indicando n el número de (grupos de) LED, siendo n igual a 2 o mayor, e indicando N el número de conmutadores, siendo N igual a $3n-3$, se aplica lo siguiente para el m-ésimo LED,

25 $2 \leq m \leq n$:

- a) un conmutador controlable S_x conecta el ánodo A_m del LED D_m al ánodo $A_{(m-1)}$ del LED $D_{(m-1)}$;
- 30 b) un conmutador controlable S_y conecta el ánodo A_m del LED D_m al cátodo $K_{(m-1)}$ del LED $D_{(m-1)}$;
- c) un conmutador controlable S_z conecta el cátodo K_m del LED D_m al cátodo $K_{(m-1)}$ del LED $D_{(m-1)}$;

con $x = 3(m-2)+1$, $y = 3(m-2)+2$, $z = 3(m-2)+3$.

35 Dependiendo del valor de n, será posible operar en un estado con n LED en paralelo (es decir, teniendo cada una de las n cadenas en paralelo un LED "en serie"), una cadena de n LED en serie, una cadena de n-1 LED en serie, una cadena de n-2 LED en serie, dos cadenas de n/2 LED (o menos) en serie, tres cadenas de n/3 LED (o menos) en serie, etc.

40 Por ejemplo, con $n=10$, es posible tener 10 LED en paralelo; el controlador ajusta la fuente de corriente para proporcionar $10 \cdot I_{LED}$. Si la tensión aumenta, se vuelve posible tener cinco veces dos LED en serie; el controlador ajusta la fuente de corriente para proporcionar $5 \cdot I_{LED}$. Si la tensión aumenta más, se vuelve posible tener tres veces tres LED en serie. Uno de los LED puede no estar operativo, pero, de manera similar a como se comentó anteriormente, también es posible tener dos grupos de tres LED en paralelo y un grupo de cuatro LED en paralelo. El controlador ajusta la fuente de corriente para proporcionar $3 \cdot I_{LED}$, u opcionalmente puede aumentarse la corriente en un 10% con el fin de mantener constante la potencia luminosa global.

50 Si la tensión aumenta más, se vuelve posible tener dos veces cuatro LED en serie. De nuevo, dos de los LED pueden no estar operativos, pero, de manera similar a como se comentó anteriormente, también es posible tener dos grupos de dos LED en paralelo y dos grupos de tres LED en paralelo. El controlador ajusta la fuente de corriente para proporcionar $2 \cdot I_{LED}$, u opcionalmente puede aumentarse la corriente en un 20% con el fin de mantener constante la potencia luminosa global.

55 Si la tensión aumenta más, se vuelve posible tener dos veces cinco LED en serie; el controlador ajusta la fuente de corriente para proporcionar $2 \cdot I_{LED}$. Si la tensión aumenta más, se vuelve posible tener una vez seis LED en serie; el controlador ajusta la fuente de corriente para proporcionar $1 \cdot I_{LED}$. Esto también se aplica cuando la tensión aumenta más de modo que 7, 8, 9 y 10 LED pueden conectarse en serie (no estando operativos 3, 2, 1 y 0 u opcionalmente conectados en paralelo).

60 En todos los casos, el controlador controlará la matriz de conmutación de modo que se formen cadenas de n_S LED en serie, siendo n_S el número más alto posible en vista de la tensión de entrada: $n_S \cdot V_f \leq V_{in} < (n_S+1) \cdot V_f$ (en este caso, α y β y δ se ignoran por motivos de simplicidad). Además, el número n_P de tales cadenas será lo más alto posible: $n_P \cdot n_S \leq n < (n_P+1) \cdot n_S$; el controlador controlará la fuente de corriente para proporcionar la corriente $I = n_P \cdot I_{LED}$.

65

En resumen, la presente invención proporciona un dispositivo 20 generador de luz, que comprende:

- un rectificador 23 que rectifica una tensión de entrada de CA y que proporciona una tensión de salida de CA rectificada V_{in} ;

- 5
- una fuente 40 de corriente controlable;
- una matriz 30 de conmutación que comprende una pluralidad de conmutadores controlables S1-S9;
- 10
- una pluralidad de n LED D1, D2, ... D n conectados a terminales de salida de la matriz 30 de conmutación;
- un controlador 50 que controla dichos conmutadores y que controla la corriente generada por la fuente de corriente dependiendo del valor momentáneo de la tensión rectificada V_{in} .

15 El controlador puede operar en al menos tres estados de control diferentes. En un primer estado de control todos los LED están conectados en paralelo. En un segundo estado de control todos los LED están conectados en serie. En un tercer estado de control al menos dos de dichos LED están conectados en paralelo mientras que también al menos dos de dichos LED están conectados en serie.

20 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, resultará evidente para un experto en la técnica que tal ilustración y descripción deben considerarse ilustrativas o a modo de ejemplo y no limitativas. La invención no se limita a las realizaciones dadas a conocer; más bien son posibles varias variaciones y modificaciones dentro del alcance protector de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

25 Por ejemplo, la tensión rectificada también puede ser de polaridad negativa.

Al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas los expertos en la técnica pueden entender y efectuar otras variaciones de las realizaciones dadas a conocer. En las reivindicaciones, la expresión "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Un único procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios elementos mencionados en las reivindicaciones. El mero hecho de que se mencionen ciertas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que no pueda usarse de manera ventajosa una combinación de estas medidas. Un programa informático puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, pero también puede distribuirse de otras maneras, tal como a través de Internet u otros sistemas de telecomunicación por cable o inalámbricos. Ningún símbolo de referencia en las reivindicaciones debe interpretarse como que limita el alcance.

40 Anteriormente la presente invención se ha explicado con referencia a diagramas de bloques, que ilustran bloques funcionales del dispositivo según la presente invención. Debe entenderse que uno o más de estos bloques funcionales pueden implementarse en hardware, donde la función de tal bloque funcional se realiza por componentes de hardware individuales, pero también es posible que uno o más de estos bloques funcionales se implementen en software, de modo que la función de tal bloque funcional se realice por una o más líneas de programa de un programa informático o un dispositivo programable tal como un microprocesador, microcontrolador, procesador de señal digital, etc.

45

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (20) generador de luz, que comprende:

- 5 - una entrada (21) para su conexión a una fuente (22) de tensión de CA;
- un rectificador (23) para rectificar la tensión de entrada de CA y proporcionar una tensión de salida de CA rectificada (Vin);
- 10 - una fuente (40) de corriente controlable;
- una matriz (30) de conmutación que comprende una pluralidad de conmutadores (S1-SN) controlables, teniendo la matriz un terminal (31) de entrada de tensión acoplado a una salida del rectificador para recibir la tensión de salida de CA rectificada (Vin) y que tiene un terminal (34) de entrada de corriente acoplado a la fuente (40) de corriente;
- 15 - una pluralidad de n grupos de LED (D1, D2, ... Dn), comprendiendo cada grupo una pluralidad de LED conectados en serie y/o en paralelo, estando cada grupo de LED conectado a terminales de salida (A1, K1; A2, K2; A3, K3; ... An, Kn) de la matriz (30) de conmutación;
- 20 - un controlador (50) que tiene una entrada (51) acoplada al rectificador (23) para recibir una señal que indica el valor momentáneo de la tensión de salida de CA rectificada (Vin), que tiene una primera salida (53) de control acoplada a los conmutadores (S1-SN) de la matriz (30) de conmutación para controlar el estado de conmutación de estos conmutadores (S1-SN), y que tiene una segunda salida (54) de control acoplada a la fuente (40) de corriente controlable para controlar la corriente generada por la fuente de corriente;
- 25

en el que el controlador está adaptado para controlar el estado de conmutación de los conmutadores (S1-SN) y la corriente generada por la fuente de corriente dependiente del valor momentáneo de la tensión de salida de CA rectificada (Vin); caracterizado porque

30 el controlador puede operar en al menos tres estados de control diferentes, en el que en un primero de dichos estados de control los conmutadores (S1-SN) se ponen en un estado de modo que todos los grupos de LED (D1, D2, ... Dn) se conectan entre sí en paralelo, en el que en un segundo de dichos estados de control los conmutadores (S1-SN) se ponen en un estado de modo que todos los grupos de LED (D1, D2, ... Dn) se conectan entre sí en serie, y en el que en un tercero de dichos estados de control los conmutadores (S1-SN) se ponen en un estado de modo que al menos dos de dichos grupos de LED (D1, D2, ... Dn) se conectan entre sí en paralelo mientras que también al menos dos de dichos grupos de LED (D1, D2, ... Dn) se conectan entre sí en serie.

40 2. Dispositivo según la reivindicación 1, que comprende además una memoria (60) que contiene información que define n niveles umbral ($U_1 < U_2 < \dots < U_n$);

en el que el controlador está adaptado para comparar el valor momentáneo de la tensión de salida de CA rectificada (Vin) con dichos niveles umbral;

45 en el que el controlador (50) está adaptado para controlar los conmutadores de manera que en todo momento los n grupos de LED se conmutan a una configuración de n_P cadenas acopladas entre sí en paralelo, conteniendo cada cadena n_S grupos de LED acoplados entre sí en serie, en el que n_S es un número entero seleccionado de modo que el n_S -ésimo nivel umbral $U(n_S)$ es menor que el valor momentáneo de la tensión de salida de CA rectificada (Vin) mientras que el (n_S+1) -ésimo nivel umbral $U(n_S)$ es mayor que el valor momentáneo de la tensión de salida de CA rectificada (Vin), es decir

$$U(n_S) \leq Vin < U(n_S+1)$$

55 y en el que n_P es un número entero seleccionado de modo que se aplica $n_P \cdot n_S \leq n < (n_P+1) \cdot n_S$.

3. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que cada grupo de LED tiene una tensión directa V_f , y en el que puede realizarse una aproximación a la i-ésima tensión umbral U_i como $U_i = i \cdot V_f + \gamma$ donde γ es una constante que representa las caídas de tensión por los conmutadores en serie con los LED más la caída de tensión por una resistencia en paralelo y la fuente de corriente.

4. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que cada grupo de LED tiene una corriente de LED nominal I_{LED} , y en el que el controlador (50) está adaptado para controlar la fuente (40) de corriente de manera que en todo momento la corriente I proporcionada por la fuente de corriente satisface la relación $I = n_P \cdot I_{LED}$.

5. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que cada grupo de LED tiene una corriente de LED nominal I_{LED} ,

y en el que el controlador (50) está adaptado para controlar la fuente (40) de corriente de manera que en todo momento la corriente I proporcionada por la fuente de corriente satisface la relación $I = n_P \cdot I_{LED} \times n / (n_P \cdot n_S)$.

- 5 6. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que aquellos $n - n_P \cdot n_S$ grupos de LED que no pertenecen a ninguna de dichas cadenas están no operativos.
7. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que el controlador (50) está adaptado para controlar la matriz (30) de conmutación de manera que al menos uno de aquellos $n - n_P \cdot n_S$ grupos de LED que no pertenecen a ninguna de dichas cadenas está acoplado en paralelo con uno de dichos $n_P \cdot n_S$ grupos de LED de una de dichas cadenas.
- 10 8. Dispositivo según las reivindicaciones 1-7, en el que la matriz (30) de conmutación comprende una pluralidad de n pares de terminales de ánodo (A_i) y terminales de cátodo (K_i) conectados a la pluralidad de n grupos de LED (D_1, D_2, \dots, D_n), y comprende una pluralidad de $3(n-1)$ conmutadores (S_1 a $S_{3(n-1)}$) controlables individualmente conectados entre el terminal (31) de entrada de tensión y el terminal (34) de entrada de corriente y conectados a dichos terminales de ánodo (A_i) y terminales de cátodo (K_i);
- 15 en el que el terminal de ánodo (A_1) del primer LED (D_1) está conectado al terminal (31) de entrada de tensión;
- 20 en el que el terminal de cátodo (K_n) del n -ésimo LED (D_n) está conectado al terminal (34) de entrada de corriente;
- 25 en el que un conmutador controlable (S_{3m-5}) está dispuesto entre el terminal de ánodo (A_m) del m -ésimo LED (D_m) y el terminal de ánodo (A_{m-1}) del $(m-1)$ -ésimo LED (D_{m-1});
- 30 en el que un conmutador controlable (S_{3m-4}) está dispuesto entre el terminal de ánodo (A_m) del m -ésimo LED (D_m) y el terminal de cátodo (K_{m-1}) del $(m-1)$ -ésimo LED (D_{m-1});
- y en el que un conmutador controlable (S_{3m-3}) está dispuesto entre el terminal de cátodo (K_m) del m -ésimo LED (D_m) y el terminal de cátodo (K_{m-1}) del $(m-1)$ -ésimo LED (D_{m-1}); para todos los valores de m entre 2 y n .

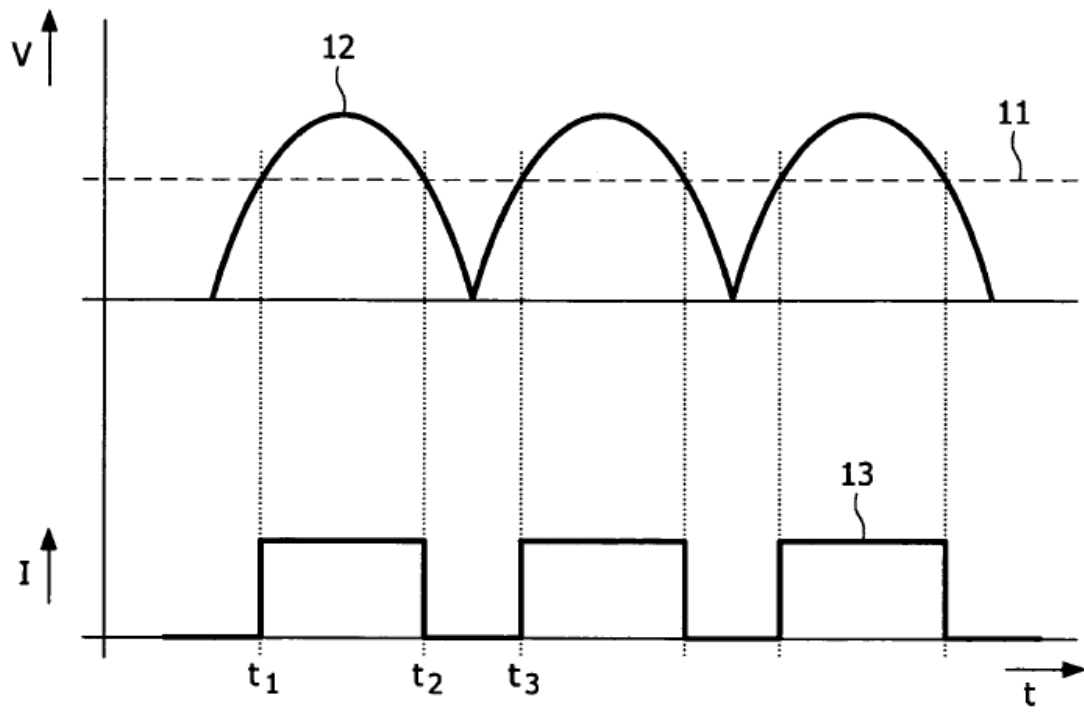


FIG. 1

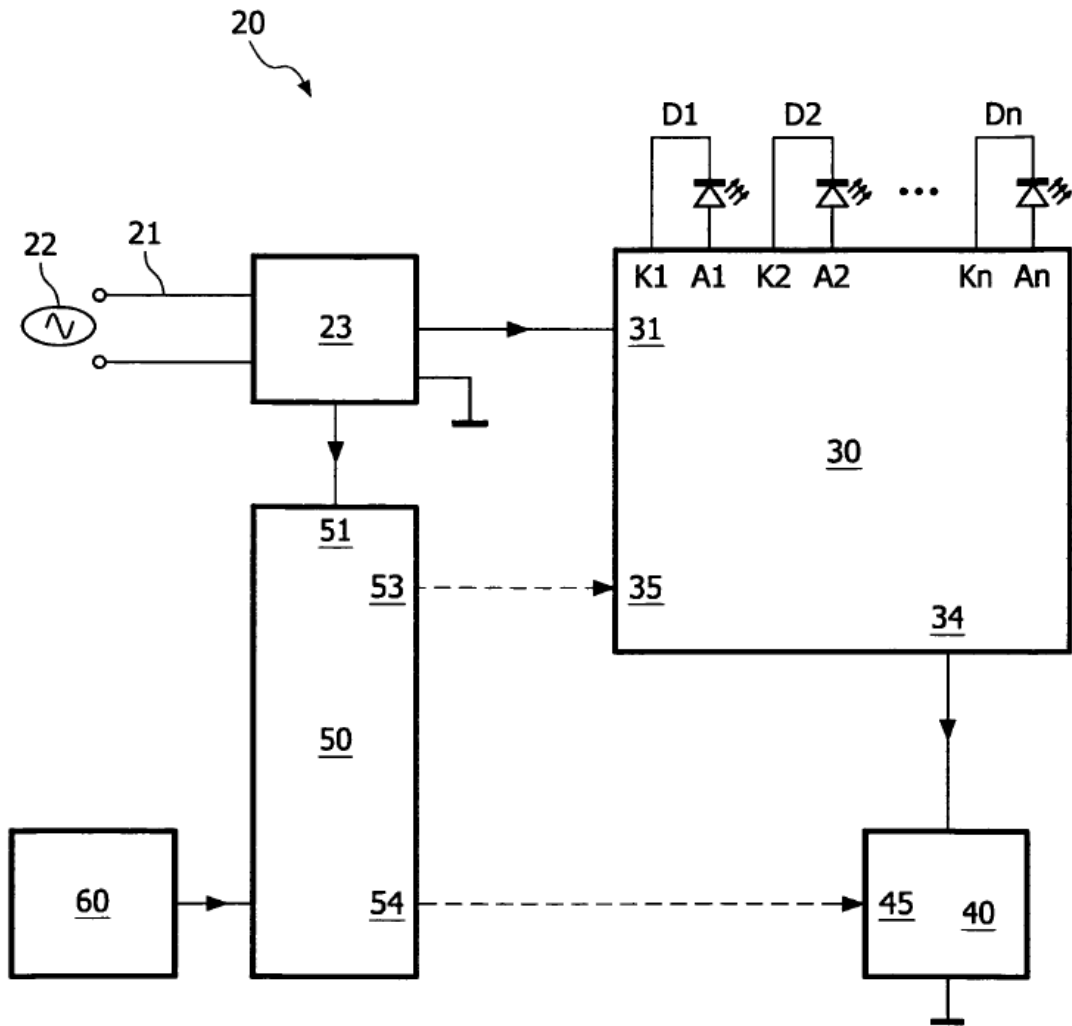


FIG. 2

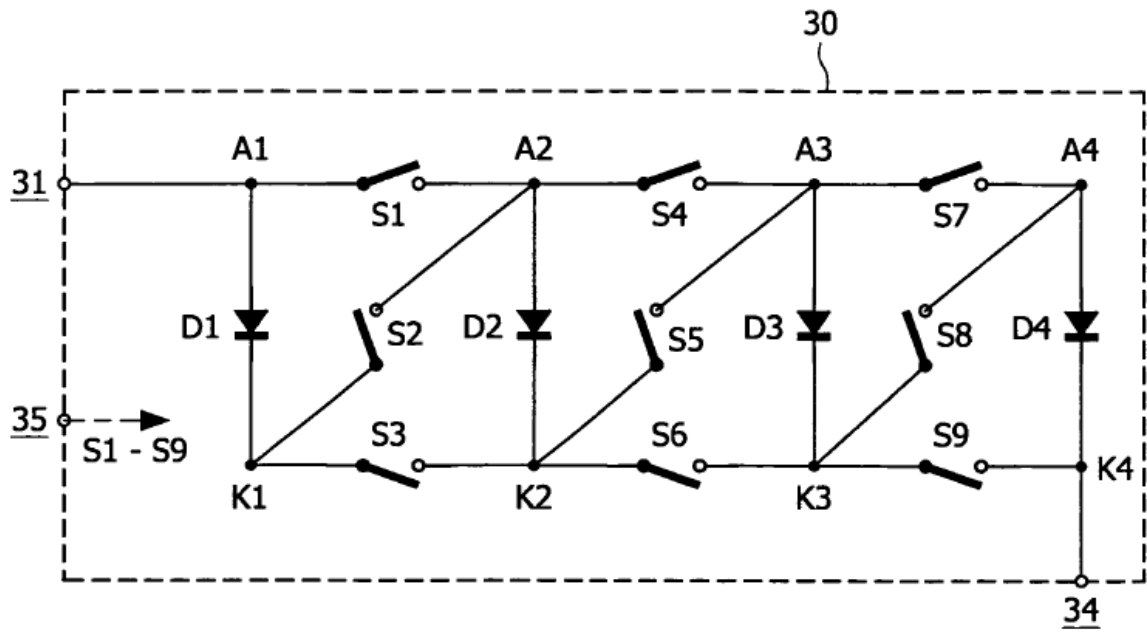


FIG. 3

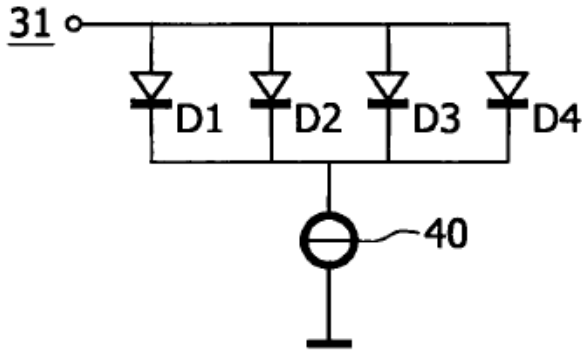


FIG. 4A

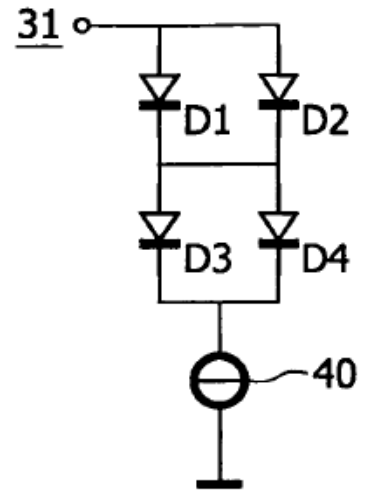


FIG. 4B

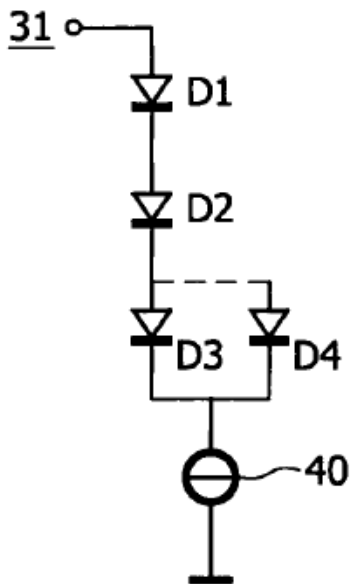


FIG. 4C

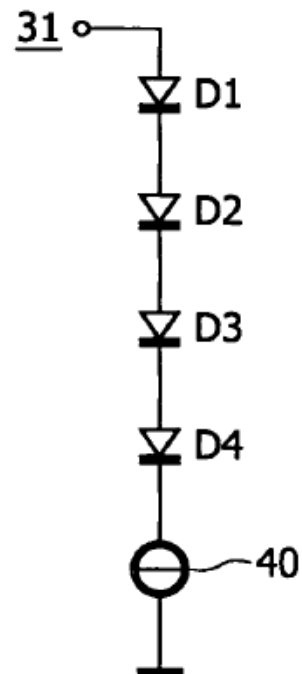


FIG. 4D

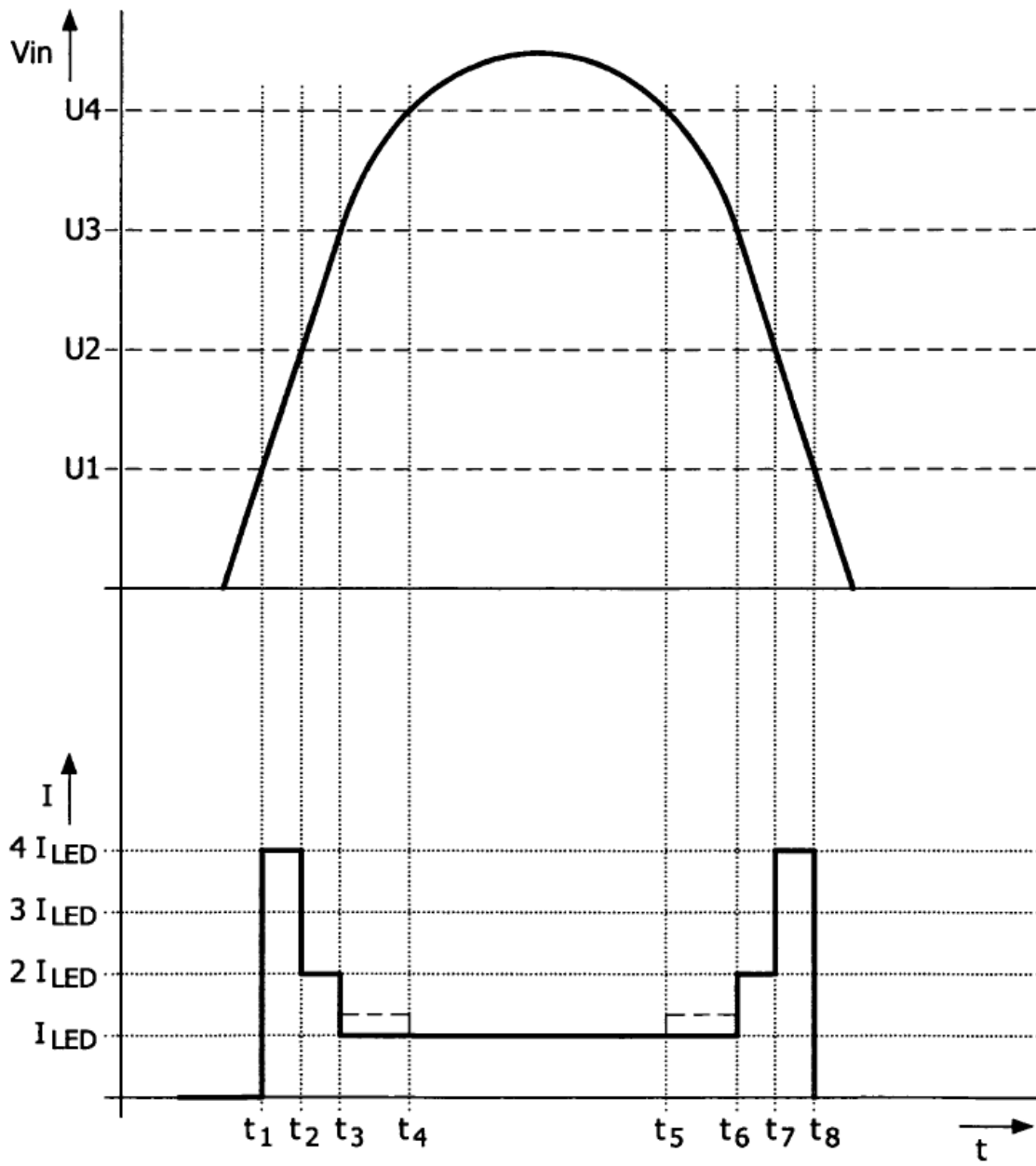


FIG. 5