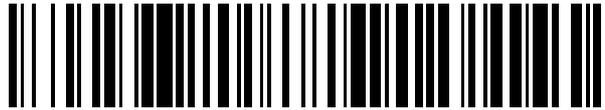


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 041**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2012 E 12715190 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2692209**

54 Título: **Fuente de luz LED**

30 Prioridad:

31.03.2011 EP 11160660

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

07.04.2015

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)

High Tech Campus 5

5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

TAO, HAIMIN;

CREUSEN, MARTINUS PETRUS y

KURT, RALPH

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 533 041 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

Fuente de luz LED

5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a una fuente de luz LED de bajo coste y simple que comprende N cargas de LED que puede conectarse directamente a una fuente de alimentación que suministra una tensión de CA de baja frecuencia, tal como la red eléctrica.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Se conoce una fuente de luz LED de este tipo a partir del documento US 7.081.722. Las cargas de LED son matrices de LED que comprenden disposiciones en serie y posiblemente disposiciones en paralelo de LED individuales. Durante el funcionamiento, una tensión de CC periódica con una frecuencia 2f y una amplitud que varía entre cero voltios y una amplitud máxima está presente entre los terminales de salida del rectificador. Cuando la amplitud de la tensión de CC periódica es cero voltios, ninguna de las cargas de LED transporta corriente. Cuando aumenta la amplitud de la tensión de CC periódica, se alcanza una tensión en la que la primera carga de LED comienza a transportar corriente. De manera similar, cuando la amplitud de la tensión de CC periódica aumenta más hasta un valor lo suficientemente alto, la segunda carga de LED comienza la conducción.

20

Posteriormente, un aumento adicional de la amplitud de la tensión de CC periódica hace que las cargas de LED restantes comiencen a transportar corriente.

25 Cuando todas las cargas de LED transportan corriente, la amplitud de la tensión de CC periódica aumenta más, hasta que se alcanza la amplitud máxima. Después de esto, la amplitud de la tensión de CC periódica comienza a disminuir. Mientras que la amplitud disminuye, las cargas de LED dejan de conducir corriente una tras otra en orden inverso (la N-ésima carga de LED deja de conducir en primer lugar y la primera carga de LED es la última en dejar de conducir). Después de que la primera carga de LED ha dejado de conducir, la amplitud de la corriente CC periódica disminuye más hasta cero y, a continuación, se repite el ciclo descrito anteriormente en el presente documento.

30

La fuente de luz LED conocida es muy compacta y relativamente simple. Además, puede suministrarse directamente con la energía desde una fuente de tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, tal como la red eléctrica europea o americana. La utilización LED se define de la siguiente manera:

35

Utilización_LED (en caso de N = 4) =

$$\frac{(I_LED1_AVG / I_LED1_AVG * Vseg1 + I_LED2_AVG / I_LED1_AVG * Vseg2 + I_LED3_AVG / I_LED1_AVG * Vseg3 + I_LED4_AVG / I_LED1_AVG * Vseg4)}{Vcadenas_total}$$

40

donde I_LED#_AVG es la corriente promedio a través de la carga de LED, evaluada durante un periodo de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, Vseg# es la tensión de carga de LED, Vcadenas_total es la tensión total de todas las 4 cargas de LED.

45 La baja utilización LED está provocada por el hecho de que las diferentes cargas de LED conducen corriente durante lapsos de tiempo de duración sustancialmente diferente dentro de un periodo de la tensión de CC periódica. La N-ésima carga de LED transporta una corriente durante un intervalo de tiempo mucho más corto que la primera carga de LED. Como consecuencia, la primera carga de LED transporta una corriente promedio más alta que la N-ésima carga de LED. Las cargas de LED se forman, en general, por uno o más paquetes de LED que comprenden un número de matrices de LED multiunión. Puesto que, durante el proceso de fabricación, los paquetes que van a usarse en la primera carga de LED no se discriminan de los paquetes que van a usarse en cualquiera de las otras cargas de LED, todos los paquetes tienen el mismo tamaño de matriz y una capacidad de potencia de paquete que tiene que cumplir los requisitos en el peor de los casos. En este caso, los requisitos en el peor de los casos se corresponden con el uso del paquete en una primera carga de LED (que, durante el funcionamiento, transporta la corriente promedio más alta de todas las cargas de LED). Sin embargo, la mayoría de los paquetes de LED usados en la fuente de luz LED no se usan en la primera carga de LED.

55

Una fuente de luz LED tradicional que tiene unas cargas de LED que se activan y se desactivan posteriormente en función del valor real de la tensión de entrada de CA se conoce a partir de la publicación de solicitud de patente US 2010/0134018 A1.

60

SUMARIO DE LA INVENCION

65 Un objeto de la invención es proporcionar una fuente de luz LED que tenga una utilización LED relativamente alta, y un método correspondiente.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona una fuente de luz LED como esta que comprende:

- 5 - un primer terminal de entrada y un segundo terminal de entrada para la conexión a una fuente de tensión de alimentación que suministra una tensión de alimentación de CA de baja frecuencia con una frecuencia f ,
- un rectificador acoplado a los terminales de entrada para rectificar la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia,
- 10 - una disposición en serie que comprende N cargas de LED, acoplándose un primer y un segundo extremo de dicha disposición en serie a un primer terminal de salida y un segundo terminal de salida del rectificador, respectivamente,
- medios de control para, posteriormente, en un primer estado de funcionamiento y durante un semiperiodo de la tensión de CA de baja frecuencia, hacer que las cargas de LED transporten corriente, una tras otra en un primer orden y en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia cuando aumenta la amplitud, y para, posteriormente, hacer que las cargas de LED dejen de transportar corriente, una tras otra en un primer orden, que se invierte con respecto al primer orden, y en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia cuando disminuye la amplitud, y para posteriormente, en un segundo estado de funcionamiento y durante un semiperiodo de la tensión de CA de baja frecuencia, hacer que las cargas de LED transporten corriente, una tras otra y en el segundo orden y en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia cuando aumenta la amplitud, y para, posteriormente, hacer que las cargas de LED dejen de transportar corriente, una tras otra en el primer orden y en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia cuando disminuye la amplitud, y en la que los medios de control están equipados adicionalmente con una circuitería para cambiar el estado de funcionamiento en cada cruce por cero de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia.

25 En una fuente de luz LED de acuerdo con la invención, el orden en el que las cargas de LED comienzan a transportar corriente se invierte en cada cruce por cero de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia. Como consecuencia, la N-ésima carga de LED y la primera carga de LED transportan la misma corriente promedio durante cada período de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia. Lo mismo es cierto para la segunda carga de LED y la (N-1)-ésima carga de LED y, más en general, para la n-ésima carga de LED y la (N-n+1)-ésima carga de LED, donde n es un número entero $\leq 0,5 N$. (En caso de que N sea impar, la carga de LED en el medio transporta la misma corriente promedio durante cada semiperiodo de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia.) Puesto que las corrientes promedio a través de las cargas de LED difieren mucho menos que en la técnica anterior, la utilización LED es mucho más alta y, por lo tanto, los paquetes de LED usados en las cargas de LED pueden ser mucho más baratos que en la técnica anterior.

En una primera realización preferida de una fuente de luz LED de acuerdo con la invención, los medios de control comprenden

- 40 - N cadenas de control que comprenden un conmutador y que derivan las cargas de LED de la primera a la N-ésima, respectivamente,
- un circuito de control acoplado a las N cadenas de control para controlar los conmutadores comprendidos en las cadenas de control, y
- 45 - una fuente de corriente acoplada entre la N-ésima carga de LED y el segundo terminal de salida del rectificador.

El orden en el que las cargas de LED comienzan a transportar corriente y el número de cargas de LED que transportan corriente en cada momento en el tiempo se determina por los conmutadores, y la fuente de corriente controla la amplitud de la corriente transportada por la o las cargas de LED.

50 En una segunda realización preferida de una fuente de luz LED de acuerdo con la invención, los medios de control comprenden

- N cadenas de control que comprenden una fuente de corriente conmutable y que conectan el cátodo de una carga de LED al segundo terminal de salida del rectificador,
- 55 - N-1 cadenas de control adicionales, que comprenden, cada una de las mismas, un conmutador y que derivan las cargas de LED, de la primera a la (N-1)-ésima, respectivamente, y
- un circuito de control acoplado a las fuentes de corriente conmutables en las cadenas de control y los conmutadores comprendidos en las cadenas de control adicionales.

60 También en esta segunda realización preferida, los conmutadores determinan el orden en el que las cargas de LED comienzan a transportar corriente y cuántas cargas de LED están transportando corriente en cada momento en el tiempo. En cada momento, solo una de las fuentes de corriente es conductora y controla la corriente a través de la o las cargas de LED.

65 Preferentemente, los conmutadores comprendidos en las cadenas de control que derivan las cargas de LED en la primera o la segunda realización preferida comprenden unos transistores bipolares que tienen su electrodo de base

conectado al segundo terminal de salida del rectificador por medio de una disposición en serie de una impedancia y un elemento de conmutación.

5 Por lo tanto, el control de los conmutadores comprendidos en las cadenas de control puede tener lugar de una manera relativamente simple y fiable.

En una realización preferida adicional de una fuente de luz LED de acuerdo con la invención, la fuente de luz LED comprende además:

- 10 - una disposición en serie de un elemento capacitivo y un conmutador S,
 - un segundo circuito de control acoplado al conmutador S para volver el conmutador conductor y no conductor en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia. El conmutador S se controla en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia
 15 rectificadora, de tal manera que el elemento capacitivo se carga cuando la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia es alta y funciona como una fuente de alimentación adicional cuando la amplitud es baja. De esta manera, se aumenta la cantidad total de corriente suministrada a las cargas de LED.

Se han obtenido buenos resultados para una fuente de luz LED de acuerdo con la invención, donde N es entre 3 y 6.

20 También se han obtenido buenos resultados para una fuente de luz LED de acuerdo con la invención, en la que cada una de las cargas de LED tiene la misma tensión directa.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de suministro de una disposición en serie de N cargas de LED, que comprende las siguientes etapas:

- 25 - proporcionar una tensión de alimentación de CA de baja frecuencia con una frecuencia f,
 - rectificar la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia,
 - suministrar la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia rectificada a la disposición en serie que comprende N cargas de LED, y
 30 - posteriormente, en un primer estado de funcionamiento, durante un semiperiodo de la tensión CA de baja frecuencia,
 - hacer que las cargas de LED transporten una corriente, una tras otra, empezando con una primera carga de LED que está más cerca de un primer extremo de la disposición en serie, en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, cuando aumenta la amplitud, y
 35 - posteriormente, hacer que las cargas de LED dejen de transportar corriente, una tras otra, comenzando con la N-ésima carga de LED, en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, cuando disminuye la amplitud, y
 - posteriormente, en un segundo estado de funcionamiento, durante un semiperiodo de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia,
 40 - hacer que las cargas de LED transporten corriente, una tras otra, comenzando con la N-ésima carga de LED, en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, cuando aumenta la amplitud, y
 - posteriormente, hacer que las cargas de LED dejen de transportar corriente, una tras otra, comenzando con la primera carga de LED, en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, cuando disminuye la amplitud, y
 45 - cambiar el estado de funcionamiento en cada cruce por cero de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 Las realizaciones de una fuente de luz LED de acuerdo con la invención se describirán con más detalle, haciendo uso de un dibujo.

55 En el dibujo, las figuras 1-2 muestran representaciones esquemáticas de unas realizaciones de una fuente de luz LED de acuerdo con la invención;

La figura 3 muestra un conmutador comprendido en una cadena de control con un desfasador de nivel conectado a un electrodo de control del conmutador;

La figura 4 muestra la corriente a través de diferentes cargas de LED como una función de tiempo para un circuito de carga de LED de la técnica anterior;

60 La figura 5 muestra la corriente a través de diferentes cargas de LED como una función de tiempo para un circuito de carga de LED como se muestra en la figura 1, y

La figura 6 muestra la corriente de LED promedio a través de las cargas de LED para una fuente de luz LED de la técnica anterior y para una fuente de luz LED como se muestra en la figura 1.

65

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

En la figura 1, K1 y K2 son los terminales de entrada primero y segundo, respectivamente, para la conexión a una fuente de tensión de alimentación de baja frecuencia, tal como la red eléctrica europea o americana.

La referencia I es un rectificador acoplado a los terminales de entrada para rectificar la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia. Los terminales de salida del rectificador se conectan por medio de una disposición en serie de un elemento C1 capacitivo y un conmutador S. Los terminales de salida también se conectan por una disposición en serie de cuatro cargas LED1-LED4 de LED y una fuente de corriente CS. Cada una de las cargas de LED se deriva por una cadena de control que comprende un conmutador. Estos conmutadores se etiquetan como S1 a S4. La referencia II es un circuito de control para controlar los conmutadores S1-S4 y también el conmutador S. Los conmutadores S1-S4, la fuente de corriente CS y el circuito II de control forman juntos los medios de control.

Cabe señalar que es posible conectar los terminales de salida del rectificador por medio de un divisor de tensión para hacer la fuente de luz LED compatible con un atenuador de corte de fase.

Durante el funcionamiento, el conmutador S se controla en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia rectificadas, de tal manera que el elemento capacitivo se carga cuando la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia es alta, y funciona como una fuente de alimentación adicional cuando la amplitud es baja. Aunque se prefiere esta fuente de alimentación adicional, no es necesaria.

A continuación, se describirá el funcionamiento de la fuente de luz LED mostrada en la figura 1, suponiendo que se prescinde tanto de un divisor de tensión como de la fuente de alimentación adicional.

En el caso de que los terminales K1 y K2 de entrada se conecten a una fuente de tensión de alimentación que suministra una tensión de CA de baja frecuencia con una frecuencia f , una tensión de CC periódica con una frecuencia $2f$ está presente entre los terminales de salida del rectificador. Durante un primer periodo de la tensión de CC periódica, cuando los medios de control están en un primer estado de funcionamiento y la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es baja, el conmutador S1 es no conductor, mientras que los conmutadores S2-S4 se mantienen en un estado conductor. Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica ha aumentado hasta la tensión directa de la primera carga LED1 de LED, la carga LED1 de LED comienza a conducir una corriente. Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica aumenta más hasta un valor que es igual a la suma de las tensiones directas de las cargas LED1 y LED2 de LED, el conmutador S2 se vuelve no conductor y la carga LED2 de LED comienza a transportar una corriente. De manera similar, el conmutador S3 se vuelve no conductor y la carga LED3 de LED comienza a transportar corriente cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es igual a la suma de las tensiones directas de las cargas LED1, LED2 y LED3 de LED. Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es igual a la suma de las tensiones directas de todas las cargas de LED, el conmutador S4 se vuelve no conductor y la carga LED4 de LED comienza a conducir corriente. A continuación, la amplitud momentánea aumenta hasta su valor máximo y, posteriormente, comienza a disminuir. Durante esta disminución, las cargas de LED se vuelven no conductoras una tras otra en un orden inverso. Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica cae por debajo de la suma de las cuatro tensiones directas, el conmutador S4 se vuelve conductor y la carga LED4 de LED deja de transportar corriente. La amplitud momentánea de la tensión de CC periódica disminuye más y cuando se hace menor que la suma de las tensiones directas de las cargas LED1, LED2 y LED3 de LED, el conmutador S3 se vuelve conductor y la carga LED3 de LED deja de conducir corriente. Una disminución adicional de la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica hace, posteriormente, que la carga LED2 de LED y la carga LED1 de LED dejen de transportar corriente cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica cae por debajo de la suma de las tensiones directas de las cargas LED1 y LED2 de LED, y cuando la amplitud momentánea cae por debajo de la tensión directa de la carga LED1 de LED, respectivamente. En la realización descrita, la corriente transportada por (parte de) las cargas de LED se mantiene en un valor constante durante un periodo de la tensión de CC periódica. Cabe señalar que también es posible cambiar la amplitud de la corriente durante un periodo de la tensión de CC periódica, por ejemplo, para evitar el parpadeo.

Durante un segundo periodo de la tensión de CC periódica, los medios de control están en un segundo estado de funcionamiento, en el que, durante el aumento de la amplitud momentánea, las cargas de LED comienzan a transportar corriente una tras otra en orden inverso con respecto al primer estado de funcionamiento. Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es muy baja, los conmutadores S1-S3 son conductores y el conmutador S4 es no conductor.

Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es igual a la tensión directa de la carga LED4 de LED, la carga LED4 de LED comienza a conducir corriente. Un aumento adicional de la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica hace que las cargas LED3, LED2 y LED1 de LED comiencen a transportar corriente una tras otra, y que por lo tanto los conmutadores S3, S2 y S1 se vuelvan no conductores, respectivamente. Cuando disminuye la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica, las cargas LED1, LED2, LED3 y LED4 de LED dejan de transportar corriente una tras otra en este orden. De manera similar, los conmutadores S1-S3 se vuelven

conductores en este orden. No tiene sentido hacer que el conmutador S4 se vuelva conductor cuando la amplitud momentánea cae por debajo de la tensión directa de la carga LED4 de LED, ya que esto simplemente provocaría un flujo de corriente que no fluye a través de las cargas de LED y, por lo tanto, no genera luz.

5 En cada periodo de la tensión de CC periódica, el conmutador S se vuelve conductor durante un lapso de tiempo cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es relativamente alta. Como consecuencia, el elemento C1 capacitivo se carga durante este lapso de tiempo. Durante otro lapso de tiempo, cuando la amplitud de la tensión de CC periódica es relativamente baja, el conmutador S también se vuelve conductor. Durante este otro lapso de tiempo, la tensión a través del elemento capacitivo es más alta que la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica y el elemento capacitivo funciona como una fuente de tensión de alimentación para suministrar una corriente a (parte de) las cargas de LED. En el siguiente periodo de la tensión de CC periódica (= el siguiente semiperiodo de la tensión de CA de baja frecuencia), los medios de control están de nuevo en su primer estado de funcionamiento y se repite el funcionamiento descrito anteriormente en el presente documento.

15 Cabe señalar que el orden en el que se realizan las cargas de LED para conducir corriente en el primer estado de funcionamiento no necesita ser LED1-LED2-LED3-LED4, sino que puede ser cualquier orden, siempre y cuando las cargas de LED se vuelvan conductoras en un orden inverso durante el segundo estado de funcionamiento, por ejemplo, LED1-LED4-LED2-LED3 puede ser el primer orden en el primer estado de funcionamiento y LED3-LED2-LED4-LED1 puede ser el segundo orden en el segundo estado de funcionamiento. La misma utilización de LED se logra con independencia del orden en el que las cargas de LED se hacen conductoras.

25 En la figura 2, los componentes y las partes de circuito similares a los componentes y las partes de circuito mostrados en la figura 1, se etiquetan con las mismas referencias. En la figura 2, los cátodos de cada una de las cargas de LED se conectan al segundo terminal de salida del rectificador por medio de una cadena de control que comprende una fuente de corriente conmutable. Estas fuentes de corriente tienen los números de referencia 11-14. Solo las cargas LED1-LED3 de LED se derivan por una cadena de control que comprende un conmutador, en lugar de todas las cargas de LED como en la realización mostrada en la figura 1. En la realización mostrada en la figura 2, los conmutadores S1-S3 y el conmutador S, así como las fuentes 11-14 de corriente conmutables, se controlan por el circuito II de control.

30 También en el caso de la realización de la figura 2, se describe el funcionamiento para la situación en la que se prescinde del condensador C1 y el conmutador S.

35 El funcionamiento de la realización mostrada en la figura 2 es el siguiente.

En el caso de que los terminales K1 y K2 de entrada se conecten a una fuente de tensión de alimentación que suministra una tensión de CA de baja frecuencia con una frecuencia f , una tensión de CC periódica con una frecuencia $2f$ está presente entre los terminales de salida del rectificador. Durante un primer periodo de la tensión de CC periódica, cuando los medios de control están en un primer estado de funcionamiento, todos los conmutadores S1-S3 se mantienen en un estado no conductor.

45 Cuando aumenta la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica, se activa la fuente 11 de corriente y la primera carga LED1 de LED comienza a conducir corriente cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es igual a la tensión directa de la primera carga de LED. Cuando aumenta más la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica y es igual a la suma de las tensiones directas de las cargas LED1 y LED2 de LED, se apaga la fuente 11 de corriente y se enciende la fuente 12 de corriente, y la segunda carga LED2 de LED comienza a conducir corriente. Cuando, en el caso de un aumento adicional de la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica, la amplitud momentánea es igual a la suma de las tensiones directas de las tres primeras cargas de LED, se apaga la fuente 12 de corriente, se enciende la fuente 13 de corriente y la tercera carga de LED comienza a conducir corriente. Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es igual a la suma de las tensiones directas de todas las cargas LED1-LED4 de LED, se apaga la fuente 13 de corriente, se enciende la fuente 14 de corriente y la cuarta carga LED4 de LED comienza a transportar corriente. A continuación, la amplitud momentánea aumenta más hasta su valor máximo y, posteriormente, comienza a disminuir. Durante esta disminución, las cuatro cargas LED1-LED4 de LED dejan de transportar corriente, una tras otra en orden inverso, comenzando con la carga LED4 de LED. Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica cae por debajo de la suma de las tensiones directas de las cuatro cargas de LED, se apaga la fuente 14 de corriente, se enciende la fuente 13 de corriente y la carga LED4 de LED deja de conducir. Cuando la amplitud momentánea cae más en una cantidad igual a la tensión directa de la tercera carga LED3 de LED, se apaga la fuente 13 de corriente, se enciende la fuente 12 de corriente y la tercera carga LED3 de LED deja de conducir corriente. De manera similar, cuando la amplitud momentánea cae más en una cantidad igual a la tensión directa de la segunda carga LED2 de LED, se apaga la fuente 12 de corriente, se enciende la fuente 11 de corriente y la segunda carga LED2 de LED deja de conducir corriente. Cuando la amplitud momentánea disminuye más en una cantidad igual a la tensión directa de la primera carga LED1 de LED, se apaga la fuente 11 de corriente y la primera carga LED1 de LED deja de transportar corriente. La amplitud momentánea de la tensión de CC periódica disminuye más hasta cero y, a continuación, comienza el siguiente periodo de la tensión de CC periódica. Durante este siguiente periodo, los medios de control están en el segundo estado de funcionamiento. Como consecuencia, todos los conmutadores S1-

S3 son conductores al principio de este siguiente período y se apagan todas las fuentes de corriente. En la primera mitad de este siguiente período, las cargas de LED comienzan a transportar corriente una tras otra, en un orden que se invierte con respecto al orden en el que comenzaron a transportar corriente durante el primer período. En este siguiente período, solo se activa la fuente 14 de corriente y se inhabilitan las fuentes 11, 12 y 13 de corriente.

La amplitud momentánea de la tensión de CC periódica aumenta, y cuando es igual a la tensión directa de la carga LED4 de LED, se enciende la fuente 14 de corriente y la carga LED4 de LED comienza a transportar corriente. Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es igual a la suma de las tensiones directas de las cargas LED4 y LED3 de LED, el conmutador S3 se vuelve no conductor y la carga LED 3 de LED comienza a conducir corriente. De manera similar, cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica es igual a la suma de las tensiones directas de las cargas LED4, LED3 y LED2 de LED, el conmutador S2 se vuelve no conductor y la carga LED2 de LED comienza a conducir corriente. Cuando la amplitud momentánea aumenta más en una cantidad igual a la tensión directa de la primera carga LED 1 de LED, el conmutador S1 se vuelve no conductor y la primera carga LED 1 de LED comienza a transportar corriente.

La amplitud momentánea de la tensión de CC periódica aumenta más hasta su valor máximo y, a continuación, comienza a disminuir. Durante esta disminución, las cuatro cargas LED1-LED4 de LED dejan de transportar corriente una tras otra en orden inverso, comenzando con la carga LED 1 de LED. Cuando la amplitud momentánea de la tensión de CC periódica cae por debajo de la suma de las tensiones directas de las cuatro cargas de LED, el conmutador S1 se vuelve conductor y la primera carga LED 1 de LED deja de conducir corriente. Cuando la amplitud momentánea cae más y llega a ser menor que la suma de las tensiones directas de las cargas LED2, LED3 y LED4 de LED, el conmutador S2 se vuelve conductor y la segunda carga LED2 de LED deja de conducir corriente. De manera similar, cuando la amplitud momentánea cae más y llega a ser menor que la suma de las tensiones directas de las cargas LED3 y LED4 de LED, el conmutador S3 se vuelve conductor y la tercera carga LED 3 de LED deja de conducir corriente. Cuando la amplitud momentánea disminuye más y llega a ser menor que la tensión directa de la carga LED4 de LED, se apaga la fuente 14 de corriente y la cuarta carga LED4 de LED deja de transportar corriente. La amplitud momentánea de la tensión de CC periódica disminuye más hasta cero y, a continuación, comienza el siguiente período de la tensión de CC periódica.

En este siguiente período, los medios de control están de nuevo en el primer estado de funcionamiento y comienza, una vez más, el funcionamiento descrito anteriormente en el presente documento.

La figura 3 muestra una implementación de uno de los conmutadores S1 en las realizaciones mostradas en la figura 1 y la figura 2. S1 es un transistor bipolar. El electrodo de base del conmutador S1 bipolar se conecta al colector de un conmutador bipolar adicional FS por medio de una resistencia R1. El emisor del conmutador bipolar adicional se conecta al segundo terminal de salida del rectificador, que está en potencial de tierra (véanse también la figura 1 y la figura 2). El conmutador S1 puede controlarse en un estado conductor o no conductor, respectivamente. Las señales de control para controlar el conmutador adicional FS pueden generarse con relativa facilidad, debido a que el emisor del conmutador adicional FS está en potencial de tierra. Como consecuencia, la parte de circuito mostrada en la figura 3 permite un control relativamente simple de los conmutadores comprendidos en las cadenas de control.

La figura 4 muestra la forma de las tensiones y las corrientes en una fuente de luz LED de la técnica anterior que comprende cuatro cargas de LED y se suministra en la red eléctrica europea. Se muestran dos períodos de la tensión de red rectificada.

La figura 4 muestra, además, la forma de la corriente a través de cada una de las cargas de LED. Los medios de control de dicha fuente de luz LED de la técnica anterior están siempre en el mismo estado de funcionamiento. Como consecuencia, la forma de la corriente a través de las cargas de LED es la misma en cada período de la tensión de CC periódica. En consecuencia, la corriente promedio a través de cada una de las cargas de LED es diferente y la corriente promedio a través de la carga LED4 de LED es mucho menor que la corriente promedio a través de la carga LED1 de LED.

La figura 5 muestra la forma de las tensiones y las corrientes correspondientes en una fuente de luz LED de acuerdo con la invención, que comprende cuatro cargas de LED y se suministra en la red eléctrica europea.

Debe observarse que la corriente a través de la primera carga LED1 de LED, promediada durante dos períodos de la tensión de CC periódica, es igual a la corriente a través de la carga LED4 de LED, promediada durante dos períodos de la tensión de CC periódica. De manera similar, las corrientes promedio a través de la segunda carga LED2 de LED y la tercera carga LED3 de LED también son iguales entre sí. Además, las corrientes promedio a través de la primera carga LED1 de LED y la segunda carga LED2 de LED de una fuente de luz LED de acuerdo con la invención difieren menos que la corriente promedio a través de la primera carga LED1 de LED y la corriente promedio a través de la cuarta carga LED4 de LED en una fuente de luz LED de la técnica anterior.

Esto se ilustra con más detalle en la figura 6. En la figura 6, las primeras columnas muestran la corriente promedio a través de cada una de las cuatro cargas de LED de una fuente de luz LED de la técnica anterior que funciona

- siempre en el mismo estado de funcionamiento (una fuente de luz mencionada en el primer párrafo de la página 1). Las segundas columnas muestran la corriente promedio a través de cada una de las cuatro cargas de LED de una fuente de luz LED de acuerdo con la invención. Puede observarse que las diferencias entre las corrientes promedio a través de las cargas de LED es mucho menor en el caso de una fuente de luz LED de acuerdo con la invención. Esto significa que la utilización LED es mucho mayor y, por lo tanto, los paquetes de LED usados para formar las cargas de LED pueden ser mucho más baratos.
- 5

REIVINDICACIONES

1. Fuente de luz LED que comprende

- 5 - un primer terminal (K_1) de entrada y un segundo terminal (K_2) de entrada para la conexión a una fuente de tensión de alimentación que suministra una tensión de alimentación de CA de baja frecuencia con una frecuencia f ,
- un rectificador (I) acoplado a los terminales (K_1 , K_2) de entrada para rectificar la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia,
- una disposición en serie que comprende N cargas (LED_{1,\dots, LED_4}) de LED, acoplándose un primer y un segundo extremo de dicha disposición en serie a un primer terminal de salida y un segundo terminal de salida del rectificador, respectivamente, estando la fuente de luz LED caracterizada por que comprende además:
- 10 - medios (S_1, \dots, S_4 , II) de control para, posteriormente, en un primer estado de funcionamiento durante un semiperiodo de la tensión de CA de baja frecuencia, hacer que las cargas de LED transporten corriente, una tras otra en un primer orden y en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia cuando aumenta la amplitud, y para, posteriormente, hacer que las cargas de LED dejen de transportar corriente, una tras otra y en un segundo orden, que se invierte con respecto al primer orden, y en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia cuando disminuye la amplitud, y para, posteriormente, en un segundo estado de funcionamiento durante un semiperiodo de la tensión CA de baja frecuencia, hacer que las cargas de LED transporten corriente, una tras otra y en el segundo orden y en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia cuando aumenta la amplitud, y para, posteriormente, hacer que las cargas de LED dejen de transportar corriente, una tras otra en el primer orden, y en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia cuando disminuye la amplitud, y en la que los medios (S_1,\dots,S_4 , II) de control están equipados adicionalmente con una circuitería para cambiar el estado de funcionamiento en cada cruce por cero de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia.

25 2. Fuente de luz LED de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los medios de control comprenden

- N cadenas de control que comprenden un conmutador (S_1,\dots, S_4) y que derivan las cargas de LED de la primera a la N-ésima, respectivamente,
- 30 - un circuito (II) de control acoplado a las N cadenas de control para controlar los conmutadores (S_1,\dots, S_4) comprendidos en las cadenas de control, y
- una fuente de corriente (CS) acoplada entre la N-ésima carga de LED y el segundo terminal de salida del rectificador (I).

35 3. Fuente de luz LED de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los medios de control comprenden

- N cadenas de control que comprenden una fuente (I_1,\dots, I_4) de corriente conmutable y que conectan el cátodo de una carga de LED al segundo terminal de salida del rectificador (I),
- 40 - N-1 cadenas de control adicionales que comprenden, cada una de las mismas, un conmutador y que derivan las cargas de LED de la primera a la (N-1)-ésima, respectivamente, y
- un circuito (II) de control acoplado a las fuentes de corriente conmutables en las cadenas de control y los conmutadores comprendidos en las cadenas de control adicionales.

45 4. Fuente de luz LED de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en la que los conmutadores (S_1,\dots, S_4) comprendidos en las cadenas de control que derivan las cargas de LED comprenden unos transistores bipolares que tienen su electrodo de base conectado al segundo terminal de salida del rectificador por medio de una disposición en serie de una impedancia y un elemento de conmutación.

50 5. Fuente de luz LED de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la fuente de luz LED comprende además

- una disposición en serie de un elemento (C_1) capacitivo y un conmutador (S), conectándose la disposición en serie en paralelo a los terminales de salida del rectificador (I),
- un segundo circuito de control acoplado al conmutador S para volver el conmutador conductor y no conductor en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia.

55 6. Fuente de luz LED de acuerdo con la reivindicación 1, en la que N es entre 3 y 6.

60 7. Fuente de luz LED de acuerdo con la reivindicación 1, en la que cada una de las cargas de LED tiene la misma tensión directa.

8. Fuente de luz LED que comprende

- un primer terminal (K_1) de entrada y un segundo terminal (K_2) de entrada para la conexión a una fuente de tensión de alimentación que suministra una tensión de alimentación de CA de baja frecuencia con una frecuencia f ,
- 65 - un rectificador (I) acoplado a los terminales (K_1 , K_2) de entrada para rectificar la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia,

- una disposición en serie que comprende N cargas (LED₁,..., LED₄) de LED, acoplándose un primer y un segundo extremo de dicha disposición en serie a un primer terminal de salida y un segundo terminal de salida del rectificador, respectivamente, estando la fuente de luz LED caracterizada por que comprende además:

- 5 - medios (S₁, ..., S₄, I) de control para, posteriormente, hacer que las N cargas de LED transporten corriente durante cada semiperiodo de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, una tras otra en un primer orden, cuando aumenta la amplitud de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, y para, posteriormente, hacer que las N cargas de LED dejen de transportar corriente, una tras otra en un segundo orden, que se invierte con respecto al primer orden, cuando disminuye la amplitud de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, en la que en cada uno de N semiperiodos subsiguientes de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, la n-ésima carga de LED que se realiza para conducir corriente difiere de la n-ésima carga de LED que se realiza para conducir corriente en cualquier otro semiperiodo de los N semiperiodos subsiguientes para cada valor de n, siendo n un número entero y $1 \leq n \leq N$.

9. Método de suministro de energía a una fuente de luz LED equipada con una disposición en serie de N cargas de LED, que comprende las etapas de

- proporcionar una tensión de alimentación de CA de baja frecuencia con una frecuencia f,
- rectificar (I) la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia,
- 20 - suministrar la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia rectificadas a la disposición en serie que comprende N cargas (LED₁,..., LED₄) de LED, y que está caracterizado por que comprende además las etapas siguientes:
 - posteriormente, en un primer estado de funcionamiento durante un semiperiodo de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia
 - hacer que las cargas de LED transporten una corriente, una tras otra, empezando con una primera carga de LED que está más cerca de un primer extremo de la disposición en serie, en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, cuando aumenta la amplitud, y
 - 25 - posteriormente, hacer que las cargas de LED dejen de transportar corriente, una tras otra, empezando con la N-ésima carga de LED, en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, cuando disminuye la amplitud, y
 - posteriormente, en un segundo estado de funcionamiento durante un semiperiodo de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia,
 - 30 - hacer que las cargas de LED transporten corriente, una tras otra, empezando con la N-ésima carga de LED, en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, cuando aumenta la amplitud, y
 - posteriormente, hacer que las cargas de LED dejen de transportar corriente, una tras otra, empezando con la primera carga de LED, en función de la amplitud momentánea de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia, cuando disminuye la amplitud, y
 - 35 - cambiar el estado de funcionamiento en cada cruce por cero de la tensión de alimentación de CA de baja frecuencia.

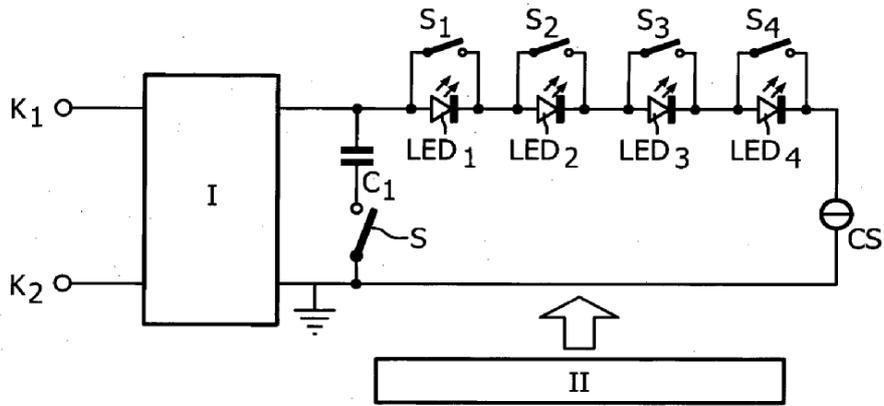


FIG. 1

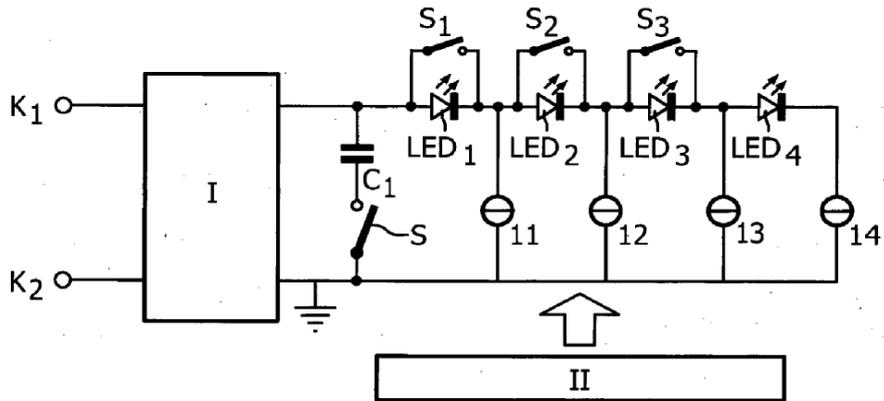


FIG. 2

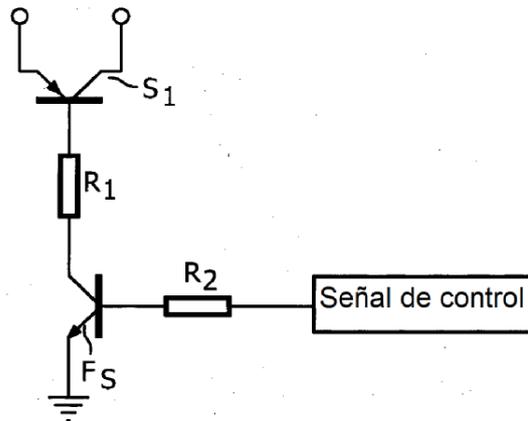


FIG. 3

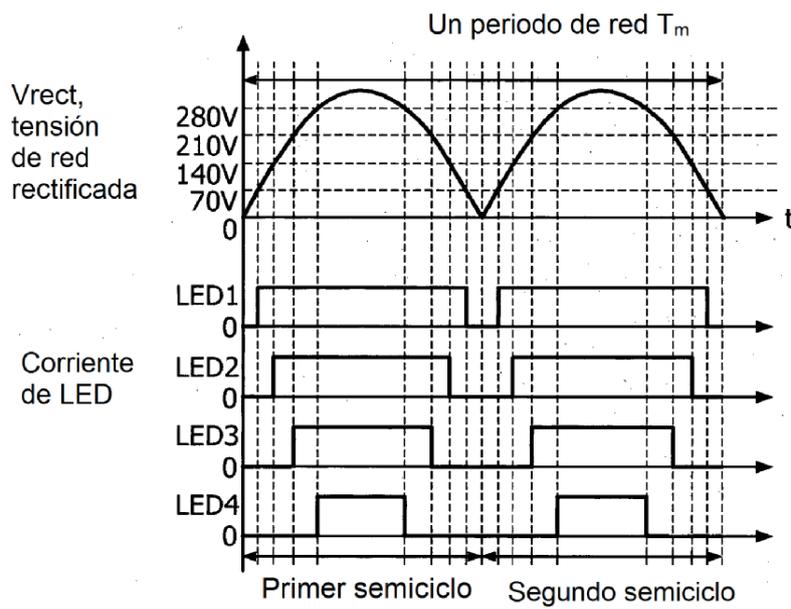


FIG. 4

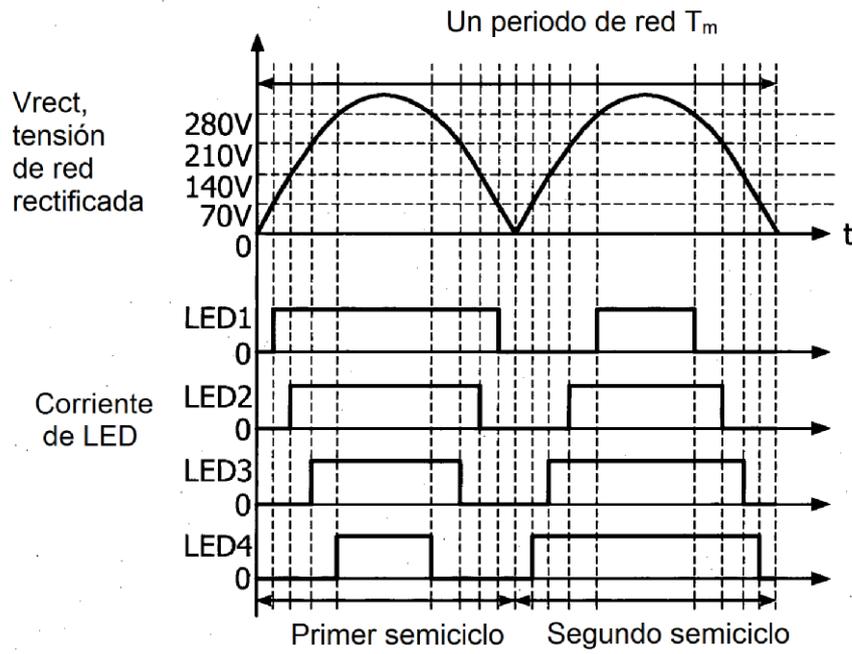


FIG. 5

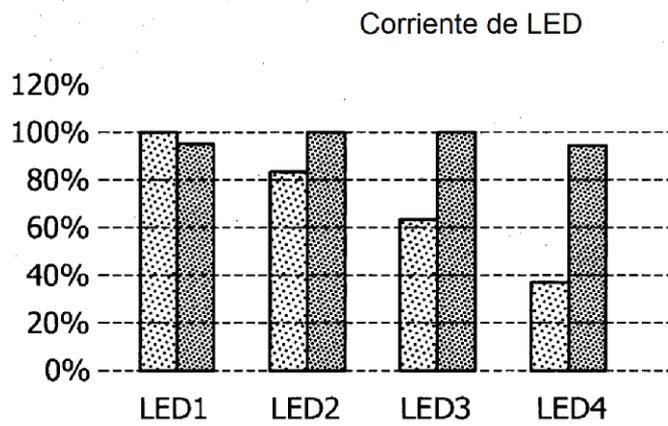


FIG. 6