

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 156**

51 Int. Cl.:

**H05B 33/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2016 PCT/EP2016/063501**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.12.2016 WO16207009**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2016 E 16728350 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 3314982**

54 Título: **Disposición de iluminación LED**

30 Prioridad:

**25.06.2015 EP 15173900**

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

**27.05.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BEIJ, MARCEL y  
HONTELE, BERTRAND, JOHAN, EDWARD**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 714 156 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

Disposición de iluminación LED

## 5 Campo de la invención

La invención describe una disposición de iluminación LED, y un método de excitación de una disposición de iluminación LED.

## 10 Antecedentes de la invención

Los LED se están utilizando cada vez más como fuentes de luz y son atractivos debido a su larga vida útil y bajo consumo de energía. Un número de LEDs - junto con un circuito de excitación - se pueden incorporar en una bombilla de "retroajuste" para reemplazar una fuente de luz de menor consumo energético, por ejemplo, una bombilla incandescente. Una lámpara incandescente se puede excitar directamente desde un voltaje de red AC, por ejemplo, 240 V. Una lámpara halógena generalmente se excita desde un transformador que proporciona un voltaje de entrada de DC constante, por ejemplo, 12 V o 24 V. Las lámparas convencionales pueden atenuarse utilizando diversas técnicas tal como la atenuación por corte de fase. Por ejemplo, la(s) lámpara(s) incandescente(s) de un accesorio de iluminación puede atenuarse por medio de un atenuador de corte de fase integrado en un interruptor montado en la pared para ese accesorio de iluminación. De manera similar, un suministro de energía para una fuente de luz halógena puede incorporar un transformador, así como un atenuador.

Hay diversas formas de garantizar que una lámpara de retroajuste LED se pueda utilizar con los accesorios de iluminación existentes. Por ejemplo, se puede realizar un excitador de LED para convertir una entrada de AC de corte de fase principal a señales de DC correspondientes para su carga LED. Sin embargo, tales excitadores pueden ser muy complejos y pueden aumentar significativamente el coste de la lámpara.

Por lo tanto, es un objeto de la invención proporcionar una forma alternativa de atenuar los LEDs de una disposición de iluminación.

La publicación de solicitud de patente CN104066247A divulga un aparato y un método de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 13, respectivamente.

## 35 Resumen de la invención

El objetivo de la invención se consigue mediante la disposición de iluminación LED de la reivindicación 1; y por el método de la reivindicación 13 de excitación de una disposición de iluminación LED. De acuerdo con la invención, la disposición de iluminación LED comprende una carga LED con un número de LEDs; terminales de entrada para la conexión a un suministro de energía realizado para proporcionar un voltaje de entrada primario a la disposición de iluminación; un módulo de elevación de voltaje realizado para elevar el voltaje de entrada primario a un nivel por encima del voltaje de funcionamiento nominal sobre la base de una señal de entrada de nivel de atenuación; y un módulo de atenuación realizado para disminuir la corriente a través de los LEDs (es decir, la "corriente del LED") cuando el voltaje de entrada elevado excede el nivel de voltaje de entrada primario.

Una carga LED puede comprender una o más fuentes de luz LED, por ejemplo, uno o más semiconductores LED montados en cualquier configuración adecuada en una placa de circuito. En el contexto de la invención, la expresión "nivel de voltaje de entrada primario" debe entenderse como el voltaje de régimen o nominal de la carga del LED, es decir, el voltaje máximo que debe aplicarse a través de la carga LED. Por ejemplo, un LED puede tener un voltaje directo de aproximadamente 3.0 V. El voltaje nominal de una carga LED que comprende tres LEDs de este tipo será de 9 V. El suministro de energía debe proporcionar 9 V, al "nivel de voltaje de entrada primario", así como una cierta sobrecarga, como se explicará a continuación. En el contexto de la invención, se puede suponer que el suministro de energía es un suministro de energía DC realizada para proporcionar un voltaje de DC constante en los terminales de entrada de la disposición de iluminación LED.

Una ventaja de la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención es que se puede proporcionar una función de atenuación para la carga LED con relativamente poco esfuerzo. La disposición de iluminación LED se puede conectar directamente a cualquier suministro de energía DC adecuado, y también a un atenuador ya existente por medio de la señal de entrada de nivel de atenuación. Además, como se explicará más adelante, el módulo de atenuación se puede realizar para garantizar siempre que la corriente del LED no exceda el nivel del excitador, protegiendo así a los LEDs de daños térmicos. Por lo tanto, la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención presenta una alternativa atractiva para las lámparas de reemplazo de bajo voltaje o "retroajuste", tal como las lámparas MR16 junto con un regulador de atenuación existente del accesorio de iluminación. Una lámpara de retroajuste debe ser compatible con el accesorio con el que se usará, y la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención puede realizarse para proporcionar esta compatibilidad, pero con un esfuerzo y coste significativamente menores que las soluciones conocidas. Otra ventaja de la disposición de iluminación LED de

acuerdo con la invención es que los circuitos propuestos pueden realizarse de una manera muy compacta, de modo que incluso las lámparas de retroajuste en miniatura, tales como los portalámparas, son posibles. La técnica inventiva de regular a la baja o disminuir la corriente del LED en respuesta a un voltaje de entrada elevado se denomina a continuación como "atenuación de voltaje inverso". Por lo tanto, la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención puede realizarse para soportar una función de atenuación sin ninguna interferencia electromagnética (EMI) indeseable o el zumbido audible asociado con el circuito de atenuación de modulación de ancho de pulso (PWM).

De acuerdo con la invención, el método de excitación para una disposición de iluminación LED comprende los pasos para conectar la disposición de iluminación LED a un suministro de energía realizada para proporcionar un voltaje de entrada primario a la disposición de iluminación, que tiene uno o más LEDs como carga de iluminación; conectar una señal de entrada de nivel de atenuación a la disposición de iluminación LED para indicar un nivel de atenuación; elevar el voltaje de entrada primario a un nivel por encima del voltaje de funcionamiento nominal sobre la base de la señal de entrada de nivel de atenuación; y disminuir una corriente a través de los LEDs de la carga de iluminación cuando el voltaje de entrada elevado excede el nivel de voltaje de entrada primario.

Una ventaja del método de acuerdo con la invención es que permite que una disposición de iluminación LED se conecte a un suministro de energía DC existente y a un atenuador de luz existente, y permite que los LEDs se atenúen de una manera muy sencilla. Independientemente del tipo de atenuador que se utilice, el método de atenuación de voltaje inverso de acuerdo con la invención permite que la corriente a través de los LEDs se regule de una manera muy sencilla para lograr el nivel de salida de luz deseado.

Las reivindicaciones dependientes y la siguiente descripción divulgan realizaciones y características particularmente ventajosas de la invención. Las características de las realizaciones se pueden combinar según sea apropiado. Las características descritas en el contexto de una categoría de reivindicación pueden aplicarse igualmente a otra categoría de reivindicación.

Una señal de atenuación de entrada puede interpretarse como apropiada para su uso como una señal de control para lograr un voltaje elevado correspondiente. Por ejemplo, un atenuador podría operar sobre la base de un potenciómetro que suministra una señal de entrada de nivel de atenuación en forma de voltaje en un rango entre un voltaje bajo y un voltaje alto, correspondiente a un rango de atenuación entre una configuración de atenuación baja y una configuración de atenuación alta. En una realización preferida de la invención, la disposición de iluminación LED comprende un circuito de interfaz para convertir la señal de entrada de nivel de atenuación en una señal de control del módulo de elevación de voltaje. En lo que sigue, se puede suponer que la salida de luz completa corresponde a un nivel de atenuación del 0%, mientras que la salida de luz cero corresponde a un nivel de atenuación del 100%. La salida de luz completa se logra cuando la corriente del LED está en su nivel nominal de excitación; la salida de luz cero se logra cuando la corriente del LED se reduce a un nivel en el que los LEDs están efectivamente "apagados". El método de acuerdo con la invención difiere de los métodos de atenuación conocidos comparables en la medida en que un voltaje de entrada aumentado produce una salida de luz disminuida; y un voltaje de entrada disminuido da como resultado una salida de luz aumentada.

El módulo de elevación de voltaje puede comprender cualquier circuito que sea capaz de convertir un voltaje de entrada a un voltaje de salida más alto. Por ejemplo, el voltaje de entrada puede ser elevado utilizando una cualquiera de las diversas topologías de modo conmutado, tal como la elevación, el retorno, el convertidor de inductancia primaria de un solo extremo, etc. El voltaje de entrada se puede aplicar a través de las clavijas de entrada (una clavija de entrada positiva y una clavija de entrada negativa) del módulo de elevación de voltaje, y el voltaje de salida más alto se puede proporcionar en las clavijas de salida (una clavija de salida positivo y una clavija de salida negativa) del módulo de elevación de voltaje.

En una realización particularmente preferida de la invención, el módulo de elevación de voltaje comprende un convertidor de elevación. En tal realización, el circuito de interfaz puede convertir la señal de entrada de nivel de atenuación en una señal de control de interruptor para controlar un interruptor del convertidor de elevación. Por ejemplo, una señal de control del interruptor, derivada de la señal de entrada de nivel de atenuación, puede establecer el ciclo de trabajo del interruptor del convertidor de elevación. En tal realización, el módulo de elevación de voltaje está activo solo durante la atenuación, y permanece inoperante cuando la carga del LED se excita a plena energía (100% de salida de luz). Una ventaja de esta realización es que se puede utilizar un suministro de energía disponible en el mercado o estándar relativamente barata.

Preferiblemente, el módulo de elevación de voltaje se realiza para elevar el voltaje de entrada primario en proporción directa a un incremento en el nivel de atenuación, es decir, el voltaje elevado se incrementa a medida que se incrementa el nivel de atenuación (es decir, con la disminución del nivel de salida de luz deseado). En una realización preferida de la invención, el módulo de elevación de voltaje se realiza para elevar el voltaje de entrada primario a un nivel de elevación máximo para una señal de entrada de nivel de atenuación que corresponde a un nivel de atenuación máximo. En otras palabras, un nivel de atenuación del 100% (salida de luz cero) da como resultado un incremento del voltaje al nivel de elevación máximo, de modo que al módulo de elevación de voltaje no aplicará un voltaje más alto que este nivel de elevación máximo para el módulo de atenuación. Por lo tanto, el voltaje del suministro de energía puede ser incrementado sobre un "rango de elevación" desde el nivel de voltaje de entrada primario hasta el nivel de

elevación máximo. En una realización particularmente preferida de la invención, el módulo de elevación de voltaje se realiza para elevar el voltaje de entrada primario en un rango de 3 V. Por ejemplo, un suministro de energía DC disponible en el mercado puede proporcionar 12 V en sus salidas. La carga LED de una disposición de iluminación de acuerdo con la invención puede comprender 4 LEDs, cada uno con un voltaje nominal de 3 V. El módulo de elevación de voltaje proporciona un incremento de voltaje de hasta 3 V al módulo de atenuación, que a su vez responde a la diferencia entre el nivel de voltaje elevado y el nivel de voltaje primario al disminuir la corriente del LED en una cantidad que es proporcional a esa diferencia. Por ejemplo, si solo hay una pequeña diferencia entre el nivel de voltaje elevado y el nivel de voltaje primario, la corriente del LED solo se reducirá en una pequeña cantidad (lo que resultará en una pequeña disminución correspondiente en la salida de luz); si solo hay una gran diferencia entre el nivel de voltaje elevado y el nivel de voltaje primario, la corriente del LED disminuirá en un grado correspondiente (lo que resultará en una disminución significativa en la salida de luz). Preferiblemente, el módulo de atenuación se realiza para disminuir la corriente del LED a cero cuando el voltaje de entrada elevado se acerca al nivel de elevación máximo, es decir, la salida de luz se atenúa en un 100%.

En una realización preferida de la invención, el módulo de atenuación se realiza para mantener la corriente del LED en un nivel de excitación máximo o nominal cuando el voltaje de entrada elevado no excede el nivel de voltaje de entrada primario. El nivel de excitación máximo o nominal es por lo tanto el valor más alto de la corriente de LED que pasará a través de los LEDs, correspondiente a la corriente que fluiría a través de la misma carga LED cuando se accione directamente desde el mismo suministro de energía. En otras palabras, el módulo de elevación de voltaje eleva el voltaje de entrada en cero cuando la señal de entrada de nivel de atenuación indica una atenuación del 0% (es decir, una salida de luz del 100%), de modo que el módulo de atenuación permanece "inactivo" y la corriente del LED permanece en el nivel de excitación nominal.

Una carga LED emitirá luz cuando el voltaje a través de la carga LED exceda un cierto mínimo. La corriente del LED depende del voltaje a través de LEDs, y la salida de luz esencialmente sigue la corriente del LED. En general, el voltaje de entrada no debe exceder un nivel de voltaje de régimen, ya que la corriente del LED excesivamente alta disminuye la vida útil del LED. Por estas razones, es importante que la corriente del LED no exceda el nivel de excitación recomendado. Esto se puede lograr de varias maneras. En un enfoque, la corriente del LED se puede controlar de manera relativamente directa utilizando un interruptor semiconductor tal como un transistor de unión bipolar en serie con la carga del LED, y aplicando un voltaje adecuado a la base del BJT para regular la cantidad de corriente pasada por el interruptor. Un circuito de control de corriente regula el voltaje de la base BJT para garantizar que la corriente del LED permanezca esencialmente constante para un voltaje de entrada hasta el nivel de régimen o nominal. En un circuito convencional, cuando el voltaje de entrada excede el voltaje de régimen, la corriente del LED permanece constante y el circuito de control de corriente disipa el exceso de energía.

Un enfoque de control convencional de este tipo está asociado con pérdidas desfavorablemente altas. En la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención, en contraste, un módulo de atenuación asegura que la corriente del LED disminuya a medida que el voltaje de entrada aumenta por encima del nivel de voltaje primario o nominal. Esto se puede hacer de varias maneras. Por ejemplo, un microprocesador podría usarse para monitorear el voltaje de entrada y regular la corriente del LED de acuerdo con el principio inventivo de "atenuación de voltaje inverso". Sin embargo, en una realización preferida de la invención, el módulo de atenuación comprende un circuito de control de corriente que comprende una entrada de referencia y una entrada variable, y el circuito de control de corriente se realiza para regular la corriente de LED a través del primer interruptor semiconductor de acuerdo con una diferencia entre la entrada referencia y la entrada variable. Además, el módulo de atenuación comprende un circuito de monitoreo de voltaje realizado para generar la entrada variable al circuito de control de corriente en base al voltaje de entrada elevado. Con esta realización favorable, se detecta un aumento en el voltaje por encima del nivel de voltaje primario, y la corriente del LED se regula a la baja en respuesta al voltaje de entrada más alto. El circuito de control de corriente y el circuito del monitor de voltaje pueden diseñarse utilizando componentes analógicos, lo que permite una realización compacta favorable. De esta manera, con relativamente poco esfuerzo y bajo coste, es posible una disposición de iluminación LED que sea compatible con los circuitos existentes, por ejemplo, un accesorio de iluminación que incorpora un transformador de alta frecuencia tradicional para lámparas halógenas, un atenuador de corte de fase, etc.

Preferiblemente, el circuito de monitoreo de voltaje se realiza para elevar el nivel de voltaje en la entrada variable al circuito de control de corriente cuando el voltaje de entrada excede el nivel de voltaje de entrada primario. Esto se puede lograr utilizando cualquier circuito apropiado. En una realización particularmente preferida de la invención, el circuito monitor de voltaje comprende un regulador de derivación programable para cumplir esta función. El regulador de derivación programable está conectado preferiblemente a través de su cátodo a una clavija de salida positiva del convertidor de elevación. Una conexión de realimentación de circuito cerrado a un terminal de referencia del regulador de derivación y su ánodo está formado por un divisor de voltaje. Mediante la elección adecuada de los valores de la resistencia, el divisor de voltaje puede establecer el nivel de umbral superior más allá del cual debe comenzar la regulación de la corriente a la baja. A continuación, el nivel de voltaje de entrada primario también se puede denominar "nivel del disparador de atenuación", ya que la corriente del LED se reduce cuando el voltaje de entrada excede este nivel, con el resultado de que la salida de luz se atenuará.

Hay diversas formas posibles de realizar el control de corriente de LED sobre la base de una entrada de referencia y una entrada de control.... Sin embargo, en una realización particularmente preferida de la invención, el controlador de corriente comprende un comparador realizado para comparar la entrada variable con la entrada de referencia, y en donde la ganancia del comparador es controlada por el voltaje de entrada. Por ejemplo, se puede usar un amplificador operacional de suministro único, con su terminal de suministro positivo conectado a la clavija de salida positiva del convertidor de elevación. La magnitud de la señal de salida del amplificador operacional dependerá de la diferencia entre sus entradas, y también de su ganancia que, en esta configuración, está determinada por el voltaje de entrada.

Durante la operación "normal" de la disposición de iluminación LED, el voltaje de entrada no excederá el nivel de voltaje de entrada primario. Por lo tanto, la entrada variable al controlador de corriente entregará una medida de la corriente a través de los LEDs a través de la resistencia de detección de corriente. En una realización preferida de la invención, el comparador actuará en estas circunstancias para ajustar el voltaje del terminal base BJT para mantener la corriente del LED en un nivel de excitación esencialmente constante. Una vez que el voltaje de entrada exceda el nivel de voltaje de entrada primario o el nivel de disparo tenue, el comparador actuará para ajustar el voltaje del terminal base BJT para reducir la corriente del LED. Por ejemplo, para un interruptor de transistor NPN, reducir el voltaje del terminal base reducirá la corriente a través del interruptor y, por lo tanto, también la corriente del LED.

La corriente del LED se puede regular de cualquier manera adecuada cuando el voltaje de entrada excede el nivel de disparo tenue. Por ejemplo, la corriente del LED podría reducirse de forma escalonada a medida que el voltaje de entrada aumenta por encima del nivel de disparo tenue. En una realización particularmente preferida de la invención, la corriente de LED se reduce de una manera esencialmente lineal a medida que el voltaje de entrada es elevado por encima del nivel de disparo tenue. De esta manera, la corriente del LED disminuye constantemente a medida que aumenta constantemente el voltaje elevado.

Preferiblemente, el controlador de corriente y el monitor de voltaje se realizan para dar como resultado que la corriente del LED disminuya a cero a medida que el voltaje de entrada elevado se aproxima a un valor máximo. En otras palabras, por encima de un cierto nivel de voltaje elevado, la carga del LED se atenúa por completo y no emite luz.

La disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención se realiza preferiblemente como una lámpara de LED de retroajuste, con un conector para la inserción en un enchufe de un accesorio de iluminación alimentado por un suministro de energía DC. El conector puede ser cualquier conector estándar, tal como un conector de dos clavijas, bayoneta o roscado. Por ejemplo, la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención se puede realizar como una lámpara MR 16 con un conector GU 10 para reemplazar una lámpara halógena.

El suministro de energía a la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención debe proporcionar el voltaje para excitar los LED, así como suficiente "altura" de voltaje para una regulación de corriente satisfactoria. Un módulo de atenuación de la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención puede requerir alrededor de 0.5 - 1.0 V, y también deben tenerse en cuenta las pérdidas de voltaje en el cableado y en cualquier diodo de polaridad inversa. En general, se debe proporcionar una subida o altura adicional de 3 V.

La eficiencia de la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención dependerá en gran medida del suministro de energía y del número de LEDs utilizados en la carga LED. Por ejemplo, con un suministro de energía de 24 V disponible en el mercado y una cadena de seis LEDs, cada uno con un voltaje directo de 3.0 V, se pueden usar efectivamente 18.0 V (seis veces 3.0 V) del suministro para la salida de luz. El voltaje nominal o de régimen de la carga del LED es el nivel de umbral superior. Por lo tanto, en el ejemplo anterior, el nivel de umbral superior o el nivel de disparo tenue es 18.0 V. El módulo de atenuación puede utilizar la sobrecarga restante de 3.0 V para realizar su regulación de corriente. La eficiencia de dicho circuito es del 75% (18 dividido por 24).

Con siete LED de 3.0 V, el voltaje total del LED es de 21.0 V (siete veces 3.0 V). La eficiencia en este caso es un 87,5% favorablemente alto (21 dividido por 24). En este ejemplo, el nivel de umbral superior o el nivel de disparo tenue es 21.0 V.

Otros objetos y características de la presente invención se harán evidentes a partir de las siguientes descripciones detalladas consideradas en conjunto con los dibujos adjuntos. Debe entenderse, sin embargo, que los dibujos están diseñados únicamente con fines ilustrativos y no como una definición de los límites de la invención.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de una primera realización de la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención;

La figura 2 muestra un gráfico que ilustra el funcionamiento de la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención;

La figura 3 es un diagrama esquemático de una segunda realización de la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención;

La figura 4 muestra una posible realización del módulo de atenuación de una disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención;

5 La figura 5 es una representación esquemática de la disposición de iluminación LED inventiva realizada como una lámpara de retroajuste;

La figura 6 es una representación esquemática de la tercera realización de la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención.

10 En los dibujos, los números similares se refieren a objetos similares en todas partes. Los objetos en los diagramas no están necesariamente dibujados a escala.

#### Descripción detallada de las realizaciones

15 La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de la disposición 1 de iluminación LED de acuerdo con la invención. El diagrama muestra la disposición 1 de iluminación LED conectada a un suministro 2 de energía DC que suministra una  $U_{PS}$  de voltaje de DC a un nivel de voltaje fijo o primario. Los terminales de salida del suministro 2 de energía están conectados a los terminales  $14_{hi}$ ,  $14_{lo}$  de entrada de la disposición 1 de iluminación LED. La disposición 1 de iluminación LED comprende una carga 10 de iluminación LED, que en este caso consiste en una disposición de  
20 cadena o serie de LEDs 100 de energía. Los LEDs, preferiblemente, todos tienen el mismo voltaje nominal o de régimen. Como ya se describió anteriormente, los LEDs 100 emitirán un 100% de salida de luz cuando estén conectados a un voltaje suficientemente alto, es decir, al menos  $n$  veces el voltaje nominal del LED para una cadena de  $n$  LEDs 100. En esta realización, se supone que la  $U_{PS}$  de voltaje de DC aplicado en los terminales  $14_{hi}$ ,  $14_{lo}$  de entrada de la disposición 1 de iluminación LED es lo suficientemente alto como para alcanzar el 100% de salida de luz y también proporciona una sobrecarga adicional de pocos voltios para la regulación de corriente.

La disposición 1 de iluminación LED comprende un convertidor 11 de elevación, que se realiza para elevar el voltaje de entrada del  $U_{PS}$  a un nivel por encima del nivel de voltaje de entrada primario de acuerdo con una señal 30 de entrada de nivel de atenuación, y un módulo 12 de atenuación realizado para reducir la corriente del LED  $I_{LED}$  a través  
30 de la carga 10 del LED cuando el voltaje elevado  $U_{elevación}$  excede el nivel de voltaje de entrada primario.

El principio de funcionamiento de la disposición 1 de iluminación LED se muestra en la Fig. 2. Aquí, un gráfico 20 muestra el [%] de salida de luz contra el voltaje elevado  $U_{elevación}$  aplicado al módulo 12 de atenuación. Hasta el nivel  $V_{PS}$  de voltaje de entrada primario, la salida de luz es del 100%, o la salida de luz completa. Cuando el voltaje  $U_{elevación}$  aplicado al módulo 12 de atenuación aumenta por encima del nivel  $V_{PS}$  de voltaje de entrada primario, la salida de luz comienza a disminuir. A medida que el voltaje  $U_{elevación}$  aplicado al módulo 12 de atenuación se aproxima a un  $V_{max}$  máximo, la salida de luz se aproxima a cero. En otras palabras, para reducir la salida de luz de la carga del LED, se aumenta el voltaje  $U_{elevación}$  aplicado al módulo 12 de atenuación. Este es el principio de "atenuación de voltaje inverso"  
40 de la invención.

El convertidor 11 de elevación y el módulo 12 de atenuación se realizan preferiblemente para coincidir entre sí en rendimiento, por ejemplo de manera que el convertidor 11 de elevación se realiza para aumentar el voltaje sobre un cierto intervalo 200 o rango 200, y el módulo 12 de atenuación (que se excita desde un terminal de salida del convertidor 11 de elevación) se realiza para disminuir la corriente del LED  $I_{LED}$  durante el rango de atenuación completo  
45 desde el nivel de excitación (100% de salida de luz) hasta el apagado (0% de salida de luz).

En la realización de ejemplo mostrada en la Fig. 1, un convertidor 13 de nivel de atenuación convierte la señal 30 de entrada de nivel de atenuación en una señal 300 de control para el convertidor 11 de elevación. Una realización posible se muestra en la Fig. 3. Aquí, el convertidor 11 de elevación comprende una disposición bien conocida del inductor  $L$ , el interruptor  $S$ , el diodo  $D$  y el condensador  $C$ . El interruptor  $S$  generalmente se realiza utilizando un MOSFET, ya que este tipo de transistor se puede cambiar muy rápidamente. Al controlar la velocidad a la que se abre y cierra el interruptor  $S$  (es decir, al controlar su ciclo de trabajo) durante un modo continuo de operación del convertidor 11 de elevación, es posible establecer el nivel del voltaje  $U_{elevación}$  de salida que puede acumularse a través del condensador  $C$ . Preferiblemente, un convertidor 13 de nivel de atenuación convierte un ajuste de atenuación (0% a 100%) a un ciclo de trabajo (0 a 1). En un ciclo de trabajo de 0, el voltaje  $U_{elevación}$  de salida corresponderá esencialmente con el nivel  $V_{PS}$  de voltaje de entrada primario; en un ciclo de trabajo de 1, el voltaje  $U_{elevación}$  de salida estará en el nivel  $V_{max}$  máximo.  
55

La figura 4 es un diagrama de circuito que muestra una posible realización del módulo 12 de atenuación de la disposición de iluminación LED de acuerdo con la invención. El módulo 12 de atenuación comprende un circuito 17 de monitoreo de voltaje y un circuito 16 de control de corriente. La carga 10 del LED está conectada en serie con un primer interruptor  $Q1$  semiconductor y una resistencia  $R_{detección}$  de detección de corriente. En esta realización de ejemplo, el primer interruptor  $Q1$  semiconductor es un NPN BJT, y su terminal base está conectada a la salida del circuito 16 de control de corriente.  
60

65

El circuito 16 de control de corriente comprende un amplificador 160 operacional y un segundo interruptor Q2 semiconductor. Una entrada 161 de referencia del amplificador 160 operacional está conectada a un voltaje constante, es decir, un nivel de referencia (indicado por el símbolo de la fuente de voltaje). El terminal de suministro positivo del amplificador 160 operacional está conectado al terminal de salida positiva del convertidor de elevación, que está aplicando un voltaje  $U_{\text{elevación}}$  de entrada de elevación al módulo 12 de atenuación. El terminal de suministro negativo del amplificador 160 operacional está conectado a tierra.

El tamaño de la resistencia  $R_{\text{detección}}$  de detección de corriente determina la corriente de excitación de LED nominal o por defecto. La resistencia  $R_{\text{detección}}$  de detección de corriente ayuda a regular la corriente  $I_{\text{LED}}$  del LED al nivel de excitación esencialmente constante durante el funcionamiento normal de la disposición de iluminación, es decir, cuando el voltaje elevado  $U_{\text{elevación}}$  de entrada no es más alto que el nivel  $V_{\text{PS}}$  de voltaje de entrada primario. Para este fin, la resistencia  $R_{\text{detección}}$  de detección de corriente está conectada a través del nodo N a una entrada 162 de control del circuito 16 de control de corriente, es decir, a la entrada 162 variable del amplificador 160 operacional.

El nodo N también está conectado al circuito 17 monitor de voltaje, que se realiza utilizando un regulador 170 de derivación programable. Siempre que el voltaje  $U_{\text{elevación}}$  de entrada esté por debajo de un nivel establecido por una disposición R1, R2 de divisor de voltaje, el voltaje en el nodo N (y, por lo tanto, el "nivel de control de corriente" de la entrada 162 de control al amplificador 160 operacional) cambiará solo en respuesta a una alteración en la corriente  $I_{\text{LED}}$  del LED. El amplificador 160 operacional reacciona a cualquier ligera diferencia entre los voltajes en la entrada 161 de referencia y la entrada 162 de control ajustando el voltaje del terminal base del segundo interruptor Q2 de transistor, ajustando así indirectamente el voltaje del terminal base del primer interruptor Q1 de transistor. Por lo tanto, siempre que el voltaje  $U_{\text{elevación}}$  de entrada se encuentre en el nivel nominal para esa carga 10 LED, la corriente del LED  $I_{\text{LED}}$  permanecerá en un nivel de excitación esencialmente constante, y la salida de luz también permanecerá esencialmente constante al 100%. El nivel de umbral superior o el nivel de disparo tenue es el voltaje nominal o de régimen para la carga 10 del LED.

El comportamiento del circuito cerrado del circuito que comprende la resistencia  $R_{\text{detección}}$  de detección de corriente, el amplificador 160 operacional y el segundo interruptor Q2 de transistor siempre trata de mantener el voltaje en la entrada 162 de control igual al voltaje en la entrada 161 de referencia o "nivel de control de corriente". En otras palabras, el comportamiento de circuito cerrado actúa para corregir el voltaje en el nivel de control de corriente para que sea igual al voltaje de referencia. Cuando el voltaje  $D_{\text{in}}$  de entrada aumenta por encima del voltaje de umbral, el regulador 170 de derivación del circuito 17 monitor de voltaje aumentará su corriente de paso. Esta corriente de paso elevará el voltaje en el nodo N, ya que está creando una caída de voltaje adicional (indicada por la flecha) a través de la resistencia R4 y la resistencia  $R_{\text{detección}}$  de detección de corriente. En otras palabras, el regulador 170 de derivación tirará del voltaje en la entrada 162 de control por encima del nivel de referencia. Como resultado, la corriente a través de la resistencia  $R_{\text{detección}}$  de detección de corriente debe disminuir para que el voltaje en la entrada 162 de control vuelva al nivel de referencia. El incremento de voltaje en la entrada 162 de control al amplificador 160 operacional incrementa el voltaje en la base del segundo interruptor Q2 del transistor, para que caiga más la corriente, reduciendo así el voltaje en el terminal base del primer interruptor Q1 transistor, decreciendo la corriente  $I_{\text{LED}}$  del LED. La reducción en la corriente  $I_{\text{LED}}$  del LED da como resultado una salida de luz disminuida o atenuada. El circuito 16 de control de corriente responde efectivamente a un cambio en la caída del voltaje entre el nodo N y tierra, como lo indica la flecha, y se esfuerza para mantener el voltaje nominal en la entrada 161 de referencia y la entrada 162 de control en el mismo nivel.

La resistencia R4 se elige para que sea mucho más grande que la resistencia  $R_{\text{detección}}$  de detección de corriente para asegurar que una pequeña corriente que fluye a través del regulador 170 de derivación creará una gran caída en la corriente  $I_{\text{LED}}$  del LED. De esta manera, el flujo de corriente total a través del circuito disminuirá. El proceso de disminución de la corriente  $I_{\text{LED}}$  del LED a medida que aumenta el voltaje de entrada continuará hasta que el primer interruptor Q1 de transistor efectivamente se apague, lo que resulta en un 0% de salida de luz (100% de atenuación). Mientras la corriente del LED está siendo regulada a la baja por la "atenuación de voltaje inverso", la disipación de energía del primer transistor Q1 también disminuirá y caerá a 0 W cuando la corriente  $I_{\text{LED}}$  del LED alcance 0 mA. El nivel de disparo tenue, es decir, el nivel del voltaje  $U_{\text{in}}$  de entrada en el que comienza la "atenuación" de la carga 10 LED, se puede establecer eligiendo los valores apropiados para las resistencias R1, R2, R3, R4.

La figura 5 es una representación esquemática de la disposición 1 de iluminación LED de acuerdo con la invención, realizada como una lámpara de retroajuste. Aquí, los LEDs 100 de la carga LED están montados en una carcasa 50 de lámpara reflectora. El circuito de control (el módulo 11 de elevación de voltaje y el módulo 12 de atenuación) de la disposición 1 de iluminación LED está dispuesto según corresponda en la base de la carcasa 50. La lámpara de retroajuste puede tener una interfaz 51 de conector adecuada, que se muestra en este ejemplo como un conector 51 de dos clavijas. El circuito de control de la disposición 1 de iluminación LED de acuerdo con la invención puede ser muy compacto, por lo que las lámparas en miniatura de retroajuste son posibles.

La figura 6 es una representación esquemática de un accesorio 6 de iluminación que comprende varias bombillas 60 de portalámparas de retroajuste. Cada bombilla 60 de portalámpara de retroajuste puede comprender una carcasa 60 en miniatura que contiene uno o más LEDs 100 y un circuito de control que comprende un módulo 12 de atenuación dispuesto en la base de la carcasa 60 de la lámpara. En esta realización, un convertidor 11 de elevación común está

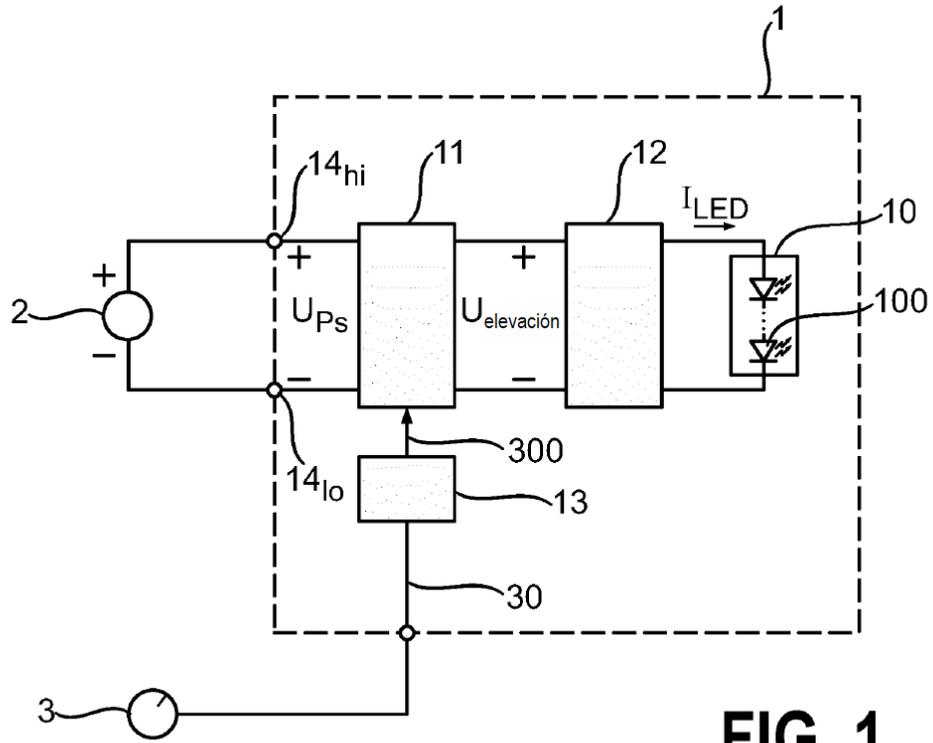
5 dispuesto en un circuito 61 de excitación separado físicamente, que se realiza para convertir una entrada de red de AC a una entrada de DC adecuada, que a su vez se puede elevar a un voltaje  $U_{\text{elevación}}$  de salida en respuesta a una entrada 30 tenue del accesorio 6 de portalámpara. Un convertidor 13 de señal tenue convierte la señal 30 de entrada tenue en una señal de control de interruptor del convertidor 11 elevado. La señal 30 de entrada tenue puede ser una  
 10 señal inalámbrica que se origina en un controlador 7 portátil tal como un teléfono inteligente, etc. con un software "atenuador" 3 instalado como una aplicación de atenuación. La técnica de control de LED descrita en el contexto de la invención puede ser altamente miniaturizada, particularmente en comparación con los portalámparas atenuables de voltaje de red conocidos. Esta realización en miniatura puede resultar en un diseño de lámpara muy atractivo. En un desarrollo adicional, la unidad 61 de convertidor de energía puede ubicarse discretamente en una ubicación central del accesorio de iluminación, por ejemplo, en un accesorio de suspensión de una lámpara de araña.

15 El principio de "atenuación de voltaje inverso" se podría utilizar con un suministro de energía que tenga un voltaje de salida nominal superior al nivel de "atenuación del 100%" descrito anteriormente, es decir, el suministro de energía suministra un voltaje que excede la suma del voltaje del LED la sobrecarga y el rango de control para siete LEDs de 3 V, un suministro de energía de 28 V proporciona 21.0 V para los LEDs, 3.0 V para sobrecarga y algunos voltios para control de corriente. La atenuación total (0% de salida de luz) podría ser de 27.0 V. Para atenuar a un cierto nivel de luz, el voltaje de salida debe regularse a la baja (usando un circuito de reducción de voltaje adecuado, tal como un convertidor reductor, un convertidor de retorno, etc.). Por ejemplo, para atenuar hasta 70%, el voltaje puede regularse a la baja aproximadamente 25.0 V. Tal realización puede requerir un suministro de energía no estándar, lo que puede  
 20 elevar el coste general. El circuito de reducción del voltaje estaría activo en el modo no atenuado, lo que aumentaría el consumo de energía.

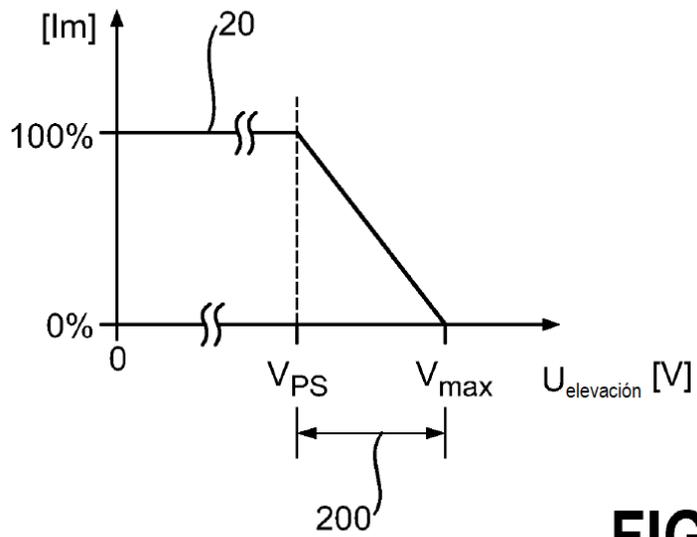
**REIVINDICACIONES**

1. Una disposición (1) de iluminación LED que comprende
- 5 - una carga (10) de LED que comprende un número de LEDs (100);
- terminales ( $14_{hi}$ ,  $14_{lo}$ ) de entrada para la conexión a un suministro (2) de energía realizado para proporcionar un voltaje ( $U_{PS}$ ) de entrada a un nivel ( $V_{PS}$ ) de voltaje de entrada primario;
- 10 - un módulo (11) de elevación de voltaje realizado para elevar el voltaje ( $U_{PS}$ ) de entrada a un nivel por encima del nivel ( $V_{PS}$ ) de voltaje de entrada primario sobre la base de una señal (30) de entrada de nivel de atenuación;
- caracterizado porque comprende, además
- 15 - un módulo (12) de atenuación realizado para disminuir la corriente ( $I_{LED}$ ) del LED a través de la carga (10) del LED cuando el voltaje ( $U_{elevación}$ ) elevado excede el nivel ( $V_{PS}$ ) de voltaje de entrada primario.
2. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el módulo (11) elevador de voltaje se realiza para elevar el voltaje ( $U_{PS}$ ) de entrada en proporción directa a un aumento en el nivel de atenuación.
- 20 3. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el módulo (11) de elevación de voltaje se realiza para elevar el voltaje ( $U_{PS}$ ) de entrada hasta un nivel ( $U_{max}$ ) de elevación máximo para una señal (30) de entrada de nivel de atenuación correspondiente a un nivel de atenuación máximo.
- 25 4. Una disposición de iluminación de LED de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el módulo (12) de atenuación se realiza para disminuir la corriente ( $I_{LED}$ ) del LED a cero cuando el voltaje ( $U_{elevación}$ ) de entrada elevado se aproxima a un nivel ( $U_{max}$ ) de elevación máximo.
- 30 5. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, realizada como una bombilla (1) de LED de retroajuste, con conectores (51) para la inserción en un enchufe de un accesorio (6) de iluminación alimentado por un suministro (2) de energía de DC.
6. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el módulo (11) de elevación de voltaje se realiza para elevar el voltaje ( $U_{PS}$ ) de entrada hasta 3 V.
- 35 7. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el módulo (11) de elevación de voltaje comprende un convertidor (11) de elevación.
8. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un circuito (13) de interfaz para convertir la señal (30) de entrada de nivel de atenuación en una señal (300) de control de interruptor para controlar un interruptor (S) del convertidor (11) de elevación.
- 40 9. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la carga (10) de LED está dispuesta en serie con un primer interruptor (Q1) semiconductor y una resistencia ( $R_{detección}$ ) de detección de corriente; y en donde el módulo (12) de atenuación comprende
- 45 - un circuito (16) de control de corriente que comprende una entrada (161) de referencia y una entrada (162) variable, cuyo circuito (16) de control de corriente se realiza para regular la corriente ( $I_{LED}$ ) del LED a través del primer interruptor (Q1) semiconductor de acuerdo con una diferencia entre la entrada (161) de referencia y la entrada (162) variable; y
- 50 - un circuito (17) monitor de voltaje realizado para generar la entrada (162) variable al circuito (16) de control de corriente sobre la base del voltaje de entrada elevado ( $U_{elevación}$ ).
10. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el circuito (17) de monitor de voltaje comprende un regulador (170) de derivación programable.
- 55 11. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en donde el circuito (16) de control de corriente comprende un comparador (160) realizado para comparar la entrada (162) variable con la entrada (121) de referencia, y en donde la ganancia del comparador (160) es controlada por el voltaje ( $U_{elevación}$ ) de entrada elevado.
- 60

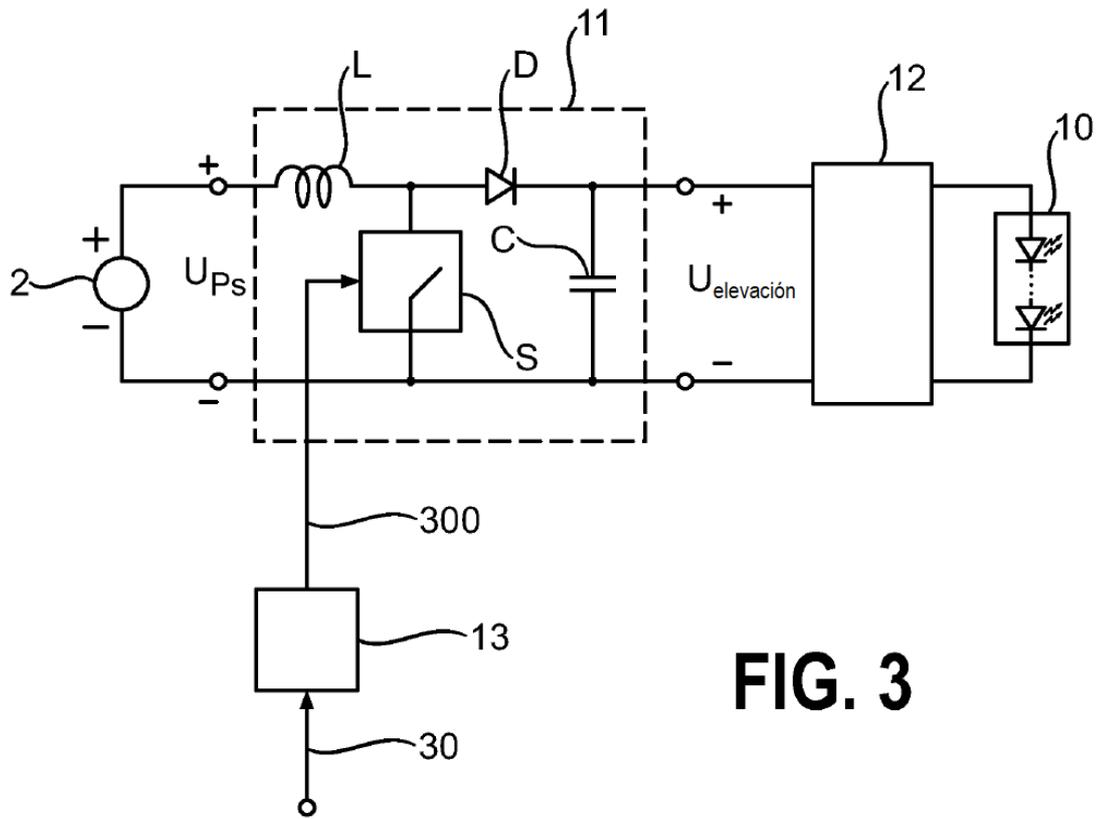
12. Una disposición de iluminación LED de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el comparador (160) está conectado para disminuir la corriente ( $I_{LED}$ ) a través del primer interruptor (Q1) semiconductor cuando el voltaje ( $U_{elevación}$ ) de entrada elevado excede el nivel del voltaje ( $U_{PS}$ ) de entrada primario.
- 5 13. Un método de excitación de una disposición (1) de iluminación LED que tiene una carga (10) de LED que comprende un número de LEDs (100), cuyo método comprende los pasos de
- 10 - conectar la disposición (10) de iluminación LED a un suministro (2) de energía realizada para proporcionar un voltaje ( $U_{PS}$ ) de entrada a un nivel ( $V_{PS}$ ) de voltaje de entrada primario;
- conectar una señal (30) de entrada de nivel de atenuación a la disposición (1) de iluminación LED para indicar un nivel de atenuación deseado;
- 15 - elevar el voltaje ( $U_{PS}$ ) de entrada a un nivel por encima del nivel ( $V_{PS}$ ) de voltaje de entrada primario sobre la base de la señal (30) de entrada de nivel de atenuación; y caracterizado porque comprende además el paso de
- disminuir la corriente ( $I_{LED}$ ) del LED cuando el voltaje ( $U_{elevación}$ ) elevado excede el nivel del voltaje ( $V_{PS}$ ) de entrada primario.
- 20 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende el paso de mantener la corriente ( $I_{LED}$ ) del LED a un nivel ( $I_{nom}$ ) de excitación máximo cuando el voltaje ( $U_{elevación}$ ) de entrada elevado no excede el nivel ( $V_{PS}$ ) de voltaje de entrada primario.
- 25 15. Un método de acuerdo con la reivindicación 13 o la reivindicación 14, que comprende el paso de reducir la corriente ( $I_{LED}$ ) del LED linealmente a medida que el voltaje ( $U_{elevación}$ ) de entrada elevado se incrementa por encima del nivel ( $V_{PS}$ ) de voltaje de entrada primario.



**FIG. 1**

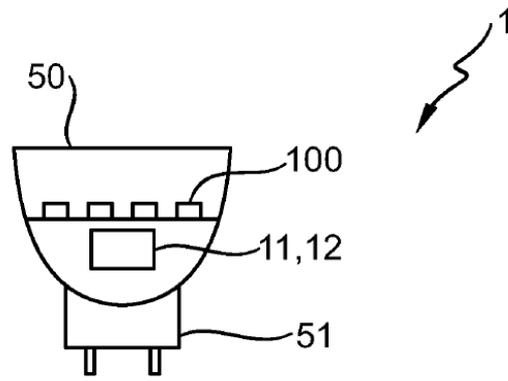


**FIG. 2**

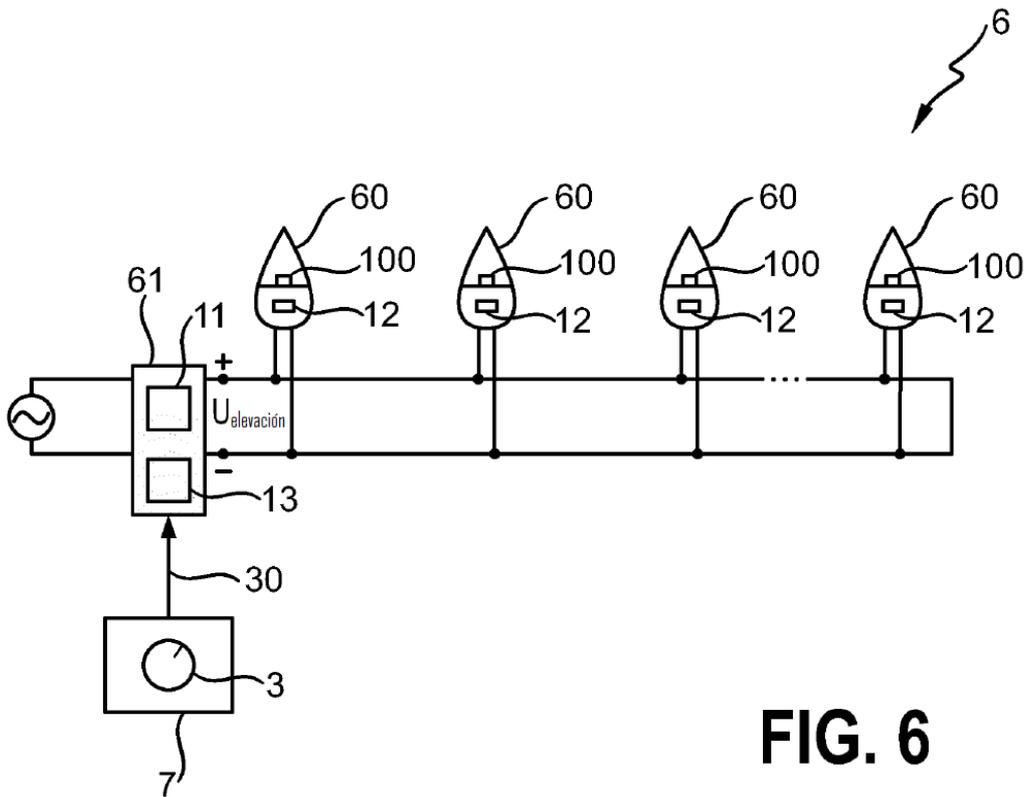


**FIG. 3**





**FIG. 5**



**FIG. 6**