

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 284**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2011 E 11776565 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 2630842**

54 Título: **Lámpara de retroadaptación de LED**

30 Prioridad:

19.10.2010 EP 10188037

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

22.05.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DEPPE, CARSTEN;
SAUERLÄNDER, GEORG;
RADERMACHER, HARALD, JOSEF, GÜNTHER;
TAO, HAIMIN y
JANS, WILLIAM, PETER, MECHTILDIS, MARIE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 536 284 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

Lámpara de retroadaptación de LED

5 La invención se refiere al campo de la iluminación y, en particular, a una lámpara de retroadaptación de LED adaptada para su funcionamiento con una corriente alterna.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Recientemente, se han desarrollado dispositivos de iluminación utilizando diodos emisores de luz (LED, *light emitting diode*) para una diversidad de aplicaciones de iluminación. Debido al uso creciente de los LED para las aplicaciones de iluminación, las lámparas de LED se desarrollan para sustituir lámparas incandescentes o fluorescentes comunes, es decir, para aplicaciones de retroadaptación. Además de un aumento en la vida útil de tales lámparas de LED en comparación con las lámparas comunes y, por lo tanto, un coste más bajo, las lámparas de LED contienen por lo general unos materiales menos peligrosos, de tal modo que pueden llevarse a cabo procesos de reciclado de tales lámparas de forma más eficiente.

20 Para las aplicaciones de retroadaptación que se han mencionado en lo que antecede, por lo general la lámpara de LED está adaptada para encajar en el zócalo de la luminaria respectiva que va a retroadaptarse. Además, debido a que el mantenimiento de una lámpara por lo general se lleva a cabo por un usuario, la lámpara de LED debería ser fácilmente operativa con cualquier tipo de luminaria adecuada sin la necesidad de una modificación compleja de la luminaria.

25 Los LED por lo general muestran una eficacia luminosa más alta que las fuentes de luz comunes y, por lo tanto, extraen menos corriente de la fuente de alimentación para un flujo luminoso dado. A pesar de que este hecho es ventajoso para los presentes esfuerzos para la conservación de energía, podrían surgir dificultades cuando se retroadapta una luminaria que está diseñada para una potencia nominal. Dependiendo del diseño de circuito de la luminaria, la diferente corriente extraída puede dar como resultado unos problemas eléctricos significativos, tal como un sobrecalentamiento del balasto o un factor de potencia inaceptablemente alto cuando se acciona una lámpara de LED con tal luminaria.

35 El documento WO01/01385 divulga un circuito de LED con alimentación de CA adecuado para su retroadaptación en visualizadores de señales de tráfico existentes. El circuito comprende un circuito de compensación con un dispositivo de conmutación, conectado en paralelo al LED, para proporcionar una trayectoria de corriente alternativa. El dispositivo de conmutación se ajusta para conducir durante el tiempo que dure un periodo de derivación en cada semiciclo de la corriente alterna. El dispositivo de conmutación se controla por un regulador de derivación que incluye unas resistencias, un transistor y un diodo Zener. Por lo tanto, el circuito de LED de la técnica anterior es adecuado para su aplicación en un visualizador de señales de tráfico específico. La aplicación en un visualizador de señales de tráfico con diferentes especificaciones requeriría un rediseño del circuito, en particular del regulador de derivación. Por lo tanto, este circuito de LED de la técnica anterior no es adecuado para su aplicación en varios tipos comunes de luminarias. Este también es, en particular, el caso cuando la lámpara de retroadaptación de LED se aplica para diferentes luminarias que comprenden diferentes tipos de balastos de lámpara y, posiblemente, diferentes tipos con o sin un circuito de corrección de factor de potencia.

45 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es la provisión de una lámpara de retroadaptación de LED para su funcionamiento con una corriente alterna que pueda fabricarse de forma rentable y permita un funcionamiento versátil y optimizado, en particular con varios tipos comunes de luminarias, en particular también luminarias con o sin un circuito de corrección de factor de potencia.

50 SUMARIO DE LA INVENCION

El objeto se soluciona mediante una lámpara de LED de acuerdo con la reivindicación 1, un sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 11 y un método de accionamiento de una lámpara de LED de acuerdo con la reivindicación 12. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas de la invención.

55 La idea básica de la invención es la provisión de una lámpara de retroadaptación de LED de corriente alterna con por lo menos una unidad de LED, lámpara que puede accionarse en correspondencia con unas especificaciones eléctricas dadas, tal como el consumo de potencia, la corriente y / o el flujo luminoso de acuerdo con la aplicación, es decir, las especificaciones de una unidad de fuente de alimentación dada o un balasto de lámpara de una luminaria. Por lo tanto, la lámpara de LED de la invención permite un funcionamiento optimizado sin la necesidad de un cambio en la configuración de, por ejemplo, dicha unidad de fuente de alimentación o luminaria. Por lo tanto, la lámpara de LED de acuerdo con la presente invención es particularmente ventajosa para el uso en aplicaciones de retroadaptación, es decir, para sustituir una lámpara fluorescente o de descarga de gas común, debido a que no es necesaria alteración alguna en el cableado de la luminaria. La unidad de control de la lámpara de retroadaptación de LED está adaptada para funcionar en un primer modo de detección, en el que el dispositivo de conmutación se acciona con un primer conjunto de parámetros de control de temporización, de tal modo que un tiempo de fin de derivación de dicho periodo de derivación se corresponde con un paso por cero de dicha corriente alterna. A

continuación, se determina la corriente de dicha lámpara de LED. Siguiendo la medición, el dispositivo de conmutación se acciona con un segundo conjunto de parámetros de control de temporización, de tal modo que dicho tiempo de fin de derivación no se corresponde con un paso por cero de dicha corriente alterna. Se determina de nuevo la corriente de la lámpara de LED y en el caso de que la corriente determinada de acuerdo con dicho primer conjunto sea menor que dicha corriente determinada de acuerdo con dicho segundo conjunto, el dispositivo de conmutación se acciona con dicho primer conjunto de parámetros de control de temporización.

El funcionamiento en el primer modo de detección anterior permite accionar la lámpara de LED de forma lo más eficiente, en particular en el caso de que la lámpara se use en conexión con una unidad de balasto reactivo. Es preferible accionar el dispositivo de conmutación cuando se usa un balasto inductivo con un control de flanco de subida, en el que el tiempo de fin de derivación se ajusta para corresponderse con el paso por cero de la corriente. En el caso de que, por ejemplo, un balasto inductivo se accione usando un control de flanco de bajada, podría resultar una pérdida de balasto relativamente alta, lo que puede dar lugar a problemas de temperatura. Debido a que por lo general no es evidente para un instalador, qué tipo de balasto de lámpara se encuentra presente en la luminaria que va a retroadaptarse, la presente realización permite determinar, de forma ventajosa, el tipo específico de balasto para permitir un método de control lo más adecuado.

El primer modo de detección puede iniciarse de forma automática tras la conexión de la lámpara de LED a la alimentación. Como alternativa o adicionalmente, el primer modo de detección puede comenzarse por el instalador, por ejemplo, usando la interfaz de usuario.

Una vez que el primer modo de detección se ha iniciado, el dispositivo de control acciona el dispositivo de conmutación con un primer conjunto de parámetros de control, de tal modo que dicho tiempo de fin de derivación se corresponde con un paso por cero de dicha corriente alterna, es decir, un método de control de flanco de subida. La duración del periodo de derivación, es decir, el tiempo de comienzo de derivación puede elegirse de acuerdo con la aplicación. Por ejemplo, puede ser posible comenzar con una duración por defecto adecuada para adaptar el consumo de potencia de la lámpara a un valor de compensación adecuado para la mayor parte de las aplicaciones.

Preferiblemente, el dispositivo de conmutación se acciona con dicho primer conjunto de parámetros de control durante múltiples semiciclos de la corriente alterna, es decir, un periodo de estabilización, de tal modo que la potencia de lámpara y, por lo tanto, la corriente alcanza un nivel estable.

Se determina la corriente de la lámpara de LED a continuación y, por ejemplo, se almacena en una memoria adecuada de la unidad de control, tal como en una memoria de un microcontrolador. La corriente puede determinarse por una circuitería de realimentación, que puede proporcionarse para medir la corriente y / o la tensión de la disposición de circuitos en paralelo de unidad de LED y unidad de compensación. Como alternativa o adicionalmente, la circuitería de realimentación puede proporcionarse para medir la corriente de la unidad de LED y / o dicho circuito de compensación.

Posteriormente, el dispositivo de conmutación se acciona con un segundo conjunto de parámetros de control con una temporización de fin de derivación, diferente de dicho primer conjunto de parámetros de control de temporización. El segundo conjunto de parámetros de control de temporización puede corresponderse con dicho control de flanco de bajada, de tal modo que dicho tiempo de inicio de derivación se ajusta para corresponderse con el paso por cero de la corriente.

Se prefiere que de acuerdo con el segundo conjunto de parámetros de control de temporización, el periodo de derivación esté desplazado contra el periodo de derivación de acuerdo con el primer conjunto de parámetros de control por un desplazamiento de detección previamente definido. Lo más preferido, el desplazamiento de detección se encuentra en el intervalo de 1 ms - 3 ms y se prefiere especialmente que sea de 2 ms para una frecuencia de la red de distribución de 50 Hz - 60 Hz.

Se prefiere especialmente que la duración del periodo de derivación de dicho segundo conjunto de parámetros de control se corresponda con la duración de dicho primer conjunto.

Se determina de nuevo la corriente de dicha lámpara de LED a continuación, preferiblemente después de dicho periodo de estabilización. Las por lo menos dos corrientes determinadas se comparan, por ejemplo, por dicho microcontrolador. En el caso de que el consumo de potencia de la lámpara y, por lo tanto, - debido a que la tensión es constante - la corriente de acuerdo con dicho primer conjunto sea más baja que la corriente de acuerdo con dicho segundo conjunto, se determina un balasto inductivo. En consecuencia, el dispositivo de conmutación se acciona con un control de flanco de bajada para proporcionar una pérdida de balasto reducida. A continuación, el primer modo de detección finaliza y preferiblemente la lámpara puede accionarse en dicho modo de compensación con los parámetros de control determinados, tal como se ha analizado en lo que antecede.

En el caso de que la comparación que se ha mencionado en lo que antecede dé como resultado un consumo de potencia reducido de dicho segundo conjunto de parámetros de control, lo más preferiblemente el dispositivo de

conmutación se acciona de acuerdo con dicho control de flanco de bajada, es decir, de tal modo que dicho tiempo de inicio de derivación se corresponde con un paso por cero de dicha corriente alterna.

5 La lámpara de LED de la invención es ventajosa en particular cuando se usa conectada con un balasto de lámpara que tiene un circuito de corrección de factor de potencia (PFC, *power factor correction*), debido a que para tales aplicaciones es importante mantener la corriente promedio a través de la lámpara en un intervalo definido para obtener un resultado de compensación satisfactorio y, por lo tanto, un factor de potencia alto. No obstante, la configuración de la invención permite accionar, de forma ventajosa, la lámpara también con un balasto de lámpara sin un circuito de PFC, de tal modo que un usuario puede usar la lámpara en una diversidad de luminarias sin un conocimiento detallado de la circuitería y el tipo de balasto. Por lo tanto, solo es necesario un tipo de lámpara para retroadaptar un tipo dado de luminaria, lo que vuelve el proceso de instalación simple y la lámpara rentable.

15 De acuerdo con la invención, la lámpara de retroadaptación de LED, adaptada para su funcionamiento con una corriente alterna, también es adecuada para su funcionamiento con un balasto de lámpara reactivo, balasto de lámpara que puede que esté provisto, o no, con un circuito de corrección de factor de potencia, y comprende por lo menos una unidad de LED, un circuito de compensación con un dispositivo de conmutación controlable, conectado en paralelo a dicha unidad de LED para proporcionar una trayectoria de corriente alternativa y una unidad de control, que está adaptada para controlar dicho dispositivo de conmutación en un modo de compensación, en el que dicho dispositivo de conmutación se ajusta a un estado de conducción durante el tiempo que dure un periodo de derivación en cada semiciclo de dicha corriente alterna. Por lo tanto, dependiendo del control, la lámpara de LED de la invención permite adaptar las especificaciones eléctricas, tal como el consumo de potencia o la corriente de la lámpara de LED y / o la unidad de LED a un valor de compensación previamente definido.

25 La lámpara de la invención está adaptada para su funcionamiento con una corriente alterna, tal como se proporciona por ejemplo por una línea de suministro de red de distribución de 50 / 60 Hz por medio de una unidad de fuente de alimentación adecuada, por ejemplo, una unidad de balasto de una luminaria de lámpara.

30 La lámpara de LED de acuerdo con la invención comprende por lo menos una unidad de LED, que en términos de la presente invención puede comprender cualquier tipo de fuente de luz de estado sólido, tal como un LED inorgánico, un LED orgánico o un láser de estado sólido, por ejemplo, un diodo de láser.

35 Para las aplicaciones de iluminación generales, preferiblemente la unidad de LED puede comprender por lo menos un LED de alta potencia, es decir, que tiene un flujo luminoso de más de 1 lm. Preferiblemente, dicho LED de alta potencia proporciona un flujo luminoso de más de 20 lm, lo más preferido más de 50 lm.

40 Para las aplicaciones de retroadaptación, se prefiere especialmente que el flujo total de la unidad de LED se encuentre en el intervalo de 300 lm - 10.000 lm, que se corresponde con una lámpara de tubo fluorescente de 5 W - 80 W típica. Lo más preferiblemente, la tensión directa de la unidad de LED se encuentra en el intervalo de 50 V - 200 V, en particular 70 V - 150 V y, lo más preferido, 95 V - 120 V.

45 Ciertamente, la unidad de LED puede comprender unos componentes eléctricos o electrónicos adicionales, tal como una unidad de accionamiento, por ejemplo, para ajustar el brillo y / o el color, una circuitería de rectificación, una fase de alisado, un condensador de filtro y / o un diodo de protección frente a descarga. La unidad de LED puede comprender más de un LED, por ejemplo en aplicaciones en las que se desea un control de color de la luz emitida, por ejemplo, usando unos LED de RGB, o para aumentar adicionalmente el flujo luminoso de la lámpara de LED. Además, la lámpara de LED puede comprender más de una unidad de LED, por ejemplo, conectada en paralelo a dicho circuito de compensación.

50 El circuito de compensación puede ser de cualquier tipo adecuado para proporcionar una trayectoria de corriente alternativa, es decir, una conexión eléctrica en paralelo a dicha unidad de LED, por ejemplo, permitiendo establecer una derivación por lo menos de forma temporal de la unidad de LED. El circuito de compensación comprende por lo menos un dispositivo de conmutación controlable, de tal modo que el circuito puede conmutarse o controlarse por lo menos a un estado de conducción y un estado de no conducción.

55 En dicho estado de conducción, el circuito de compensación proporciona una trayectoria de corriente alternativa, de tal modo que durante el funcionamiento, una corriente operativa de la lámpara de LED se dirige por lo menos en parte a través del circuito de compensación. En el estado de no conducción, el circuito de compensación muestra una resistencia alta, de tal modo que no pasa corriente sustancial alguna a través del circuito, es decir, preferiblemente la corriente residual debería ser menor que 10 mA. Lo más preferiblemente, el circuito de compensación se abre en el estado de no conducción, de tal modo que la corriente completa se encuentra disponible para accionar la por lo menos una unidad de LED.

65 El dispositivo de conmutación puede ser de cualquier tipo adecuado para controlarse de forma recurrente al estado de conducción y de no conducción. Tal como se analizará en lo sucesivo, por lo menos uno de los estados puede ajustarse por la unidad de control. Además, el dispositivo de conmutación debería adaptarse a las especificaciones eléctricas de la aplicación en términos de máxima tensión y corriente, pero también en lo que respecta a la

frecuencia de conmutación, es decir, para ajustarse al estado de conducción en cada semiciclo de la corriente alterna. Preferiblemente, el dispositivo de conmutación puede comprender un tiristor, un triac o cualquier tipo adecuado de transistor, tal como un MOSFET o un transistor bipolar para ajustar el estado del circuito de compensación.

5 Además del dispositivo de conmutación, el circuito de compensación puede comprender unos dispositivos eléctricos o electrónicos adicionales, por ejemplo, un dispositivo de limitación de corriente, tal como una resistencia o un elemento reactivo, dependiendo de la aplicación.

10 Preferiblemente no obstante, la resistencia del circuito de compensación es más baja que la resistencia de la unidad de LED, de tal modo que en el estado de conducción, la tensión a lo largo del circuito de compensación y, por lo tanto, la unidad de LED es más baja que en el estado de no conducción. Lo más preferiblemente, la tensión a lo largo del circuito de compensación en el estado de conducción es menor que 2 V. Se prefiere especialmente que el circuito de compensación sea un circuito de baja resistencia, es decir, que tiene una resistencia máxima de 20 Ohmios.

15 De acuerdo con la invención, el circuito de compensación se conecta en paralelo a dicha unidad de LED. Ciertamente, la lámpara de LED puede comprender unos componentes adicionales, tal como un alojamiento, uno o más zócalos de lámpara que están adaptados al tipo respectivo de luminaria, una fase de alisado, un circuito de filtro de fluctuación y / o una circuitería de control adicional, por ejemplo, para ajustar el color de la luz emitida en el caso de una unidad de LED de RGB. La disposición de circuitos en paralelo del circuito de compensación y la unidad de LED pueden conectarse directamente a dicho zócalo de lámpara o por medio de unos componentes eléctricos adicionales. Preferiblemente, la lámpara de LED comprende una circuitería de rectificación, conectada en serie entre el zócalo de lámpara y dicha disposición de circuitos en paralelo de circuito de compensación y unidad de LED para proporcionar una corriente continua para accionar dicha unidad de LED. Como alternativa, también es posible que dicha circuitería de rectificación esté formada en una sola pieza con dicha unidad de LED, tal como se ha analizado en lo que antecede.

20 La lámpara de LED puede adaptarse para conectarse a una luminaria de lámpara fluorescente de tipo PL. No obstante, de acuerdo con una realización preferida de la invención, la lámpara de LED comprende por lo menos un primer y un segundo casquillo de lámpara. Los casquillos de lámpara deberían adaptarse para proporcionar una conexión eléctrica de la unidad de LED y el circuito de compensación con la luminaria respectiva y, por lo tanto, con la alimentación. Por lo tanto, los casquillos de lámpara por ejemplo pueden estar provistos con un elemento de contacto correspondiente, tal como una base bi-patilla. Por ejemplo, los casquillos de lámpara pueden tener las propiedades eléctricas y / o mecánicas de una lámpara fluorescente T5 o T8. Preferiblemente, la lámpara de LED es una lámpara de tubo de LED, tal como una lámpara de tubo lineal. Lo más preferiblemente, la lámpara de LED es una lámpara de tubo de doble casquillo, por ejemplo, que tiene un primer y un segundo casquillo de lámpara, que están dispuestos en extremos opuestos de un alojamiento.

30 La lámpara de retroadaptación de LED de acuerdo con la invención comprende además una unidad de control, que está adaptada para controlar dicho dispositivo de conmutación en un modo de compensación. En este modo, el dispositivo de conmutación se ajusta al estado de conducción durante el tiempo que dure dicho periodo de derivación en cada semiciclo de dicha corriente alterna, que, por ejemplo, puede suministrarse por un balasto de lámpara de 50 Hz o de 60 Hz.

40 Por lo tanto, el circuito de compensación se activa de forma recurrente, de tal modo que durante el funcionamiento el circuito proporciona una trayectoria de corriente alternativa a la unidad de LED en cada semiciclo de la corriente alterna y, por lo tanto, extrae una corriente definida del balasto o la fuente de alimentación.

50 La unidad de control de acuerdo con la invención puede ser de cualquier tipo adecuado para posibilitar un control del dispositivo de conmutación en el modo de compensación tal como se ha descrito en lo que antecede. Por lo tanto, la unidad de control puede comprender unos componentes eléctricos o electrónicos discretos y / o integrados, un microprocesador y / o una unidad de cálculo, por ejemplo, con una programación adecuada. Preferiblemente, la unidad de control está integrada con el dispositivo de conmutación para proporcionar una configuración lo más compacta.

55 Dependiendo de la aplicación respectiva, pueden aplicarse diversas estrategias de control. Por ejemplo, la unidad de control puede configurarse para controlar el consumo de potencia de la unidad de LED a un valor de compensación previamente definido, por ejemplo, que se corresponde sustancialmente (+- 10 %) con el flujo luminoso de una lámpara fluorescente que va a sustituirse. Como alternativa o adicionalmente, la unidad de control puede configurarse para controlar el consumo de potencia global de y / o la corriente a través de la lámpara a un valor de compensación previamente definido para su funcionamiento con un balasto con un circuito de PFC.

60 Tal como se ha analizado en lo que antecede, la lámpara de LED de la invención es particularmente ventajosa cuando se usa con una fuente de alimentación o un balasto que tiene un circuito de PFC debido a que en tales casos es importante mantener la corriente en un intervalo definido para obtener la compensación deseada de la

potencia reactiva. En particular en el caso de un balasto compensado en paralelo, es importante mantener una corriente dada a través de la lámpara, debido a que la corriente a través de la capacidad en paralelo por lo general es fija. Por lo tanto, el factor de potencia de la disposición global principalmente depende de la corriente a través de la inductancia en serie y la lámpara de LED.

Por lo tanto, en particular en el caso de tal fuente de alimentación o balasto, preferiblemente la unidad de control está configurada para controlar la corriente a través de la lámpara para corresponderse sustancialmente ($\pm 10\%$) con la corriente nominal de la fuente de alimentación o el balasto, por ejemplo, la lámpara fluorescente que va a sustituirse.

La lámpara de LED de la invención es compatible adicionalmente, de forma ventajosa, con una fuente de alimentación sin un circuito de PFC, debido a que el control del periodo de derivación permite un control flexible. Además, la lámpara de LED de la invención principalmente es una carga resistiva y, de forma ventajosa, no da lugar a un desfase sustancial en la fuente de alimentación, es decir, la tensión y la corriente alterna. Por lo tanto, la lámpara de LED puede usarse con una diversidad de circuitos de fuente de alimentación y unas luminarias respectivas, lo que vuelve la lámpara de LED particularmente ventajosa para las aplicaciones de retroadaptación.

De acuerdo con una realización preferida, la unidad de control está configurada para adaptar el consumo de potencia de la unidad de LED a un valor de compensación previamente definido. Debido a que, tal como se ha analizado en lo que antecede, durante el estado de conducción, el circuito de compensación proporciona una trayectoria de corriente alternativa, la tensión a lo largo de la unidad de LED se reduce en consecuencia. Por lo tanto, el consumo de potencia de la unidad de LED puede ajustarse por la unidad de control mediante la variación de la duración del periodo de derivación, de tal modo que el consumo de potencia puede ajustarse fácilmente al valor de compensación previamente definido.

El valor de compensación puede ser un valor de punto de consigna fijo, por ejemplo, ajustado en fábrica mediante el diseño de la unidad de control. Como alternativa, el valor de compensación previamente definido puede ser variable, por ejemplo, para ajustarse por un instalador usando una interfaz de usuario correspondiente y almacenarse en un dispositivo de memoria, conectado con la unidad de control. Por lo tanto, el instalador puede ajustar el consumo de potencia de la lámpara fácilmente de acuerdo con la aplicación respectiva. Ciertamente, la expresión valor de compensación previamente definido puede hacer referencia a un intervalo, es decir, un valor de compensación mínimo y máximo.

En el estado de conducción, el circuito de compensación extrae una determinada corriente, por ejemplo, de la fuente de alimentación o el balasto. Por lo tanto, un dispositivo de limitación de corriente puede proporcionarse en serie con la disposición de circuitos en paralelo de unidad de LED y circuito de compensación para evitar que la corriente en el circuito de compensación supere un nivel seguro.

Como alternativa o adicionalmente, la lámpara de LED puede adaptarse para su funcionamiento con un balasto de lámpara reactivo, tal como, por ejemplo, una unidad de balasto magnético de una luminaria de lámpara fluorescente típica. En el presente caso, por lo menos un elemento reactivo, por ejemplo, una inductancia y / o capacidad, se conecta en serie con la lámpara y, por lo tanto, limita la corriente máxima a través de la lámpara. Por lo tanto, la unidad de control puede proporcionar un control del consumo de potencia de la unidad de LED al valor de compensación previamente definido sin la necesidad de dispositivos de limitación de corriente adicionales en la lámpara. De acuerdo con la presente realización, por lo tanto es posible adaptar el consumo de potencia de la unidad de LED mediante un control correspondiente, mientras que se proporciona de forma simultánea una trayectoria de corriente a través de la lámpara incluso durante dicho periodo de derivación, de tal modo que la corriente a través de la lámpara puede mantenerse de acuerdo con la corriente nominal del balasto respectivo, por ejemplo, la corriente nominal de la lámpara fluorescente que va a sustituirse.

Ciertamente, la fuente de alimentación o el balasto puede comprender más de un elemento reactivo. Por ejemplo y en un balasto de lámpara fluorescente compensado en paralelo típico, la inductancia en serie se compensa mediante un circuito de PFC en paralelo que tiene una capacidad adecuada.

Tal como se ha analizado en lo que antecede, la unidad de control en dicho modo de compensación está adaptada para ajustar el dispositivo de conmutación al estado de conducción durante el tiempo que dure el periodo de derivación en cada semiciclo de dicha corriente alterna. En particular en el caso de un balasto de lámpara reactivo, preferiblemente el dispositivo de conmutación se ajusta al estado de conducción durante una fase reactiva de dicha corriente alterna.

Cuando se usa la lámpara en combinación con un balasto reactivo o una fuente de alimentación, el elemento reactivo en serie da lugar a un desfase de la corriente de suministro con respecto a la tensión. Por lo tanto, la fuente proporciona potencia con unas fases efectivas y reactivas. En el presente contexto, la expresión "fase reactiva" hace referencia a un intervalo, en el que el producto de la tensión y la corriente, que se suministran al balasto, es negativo, de tal modo que no se entrega potencia real o efectiva alguna a la carga, es decir, la configuración del balasto y la lámpara de LED. De acuerdo con la presente realización, el dispositivo de conmutación se controla al

estado de conducción durante una fase reactiva de dicha corriente alterna. Debido a que la potencia efectiva se transfiere de, por ejemplo, la red eléctrica de distribución al balasto durante una fase activa, por lo tanto es posible disminuir, de forma ventajosa, la disipación de potencia del balasto, de tal modo que la presente realización proporciona una generación de calor reducida en el balasto y la lámpara; dando como resultado una pérdida reducida de forma correspondiente.

De acuerdo con una realización preferida adicional de la invención, el dispositivo de conmutación se controla de tal modo que un tiempo de inicio de derivación o un tiempo de fin de derivación de dicho periodo de derivación se corresponde con un paso por cero de dicha corriente alterna.

En el contexto de la presente invención, las expresiones “tiempo de inicio de derivación” y “tiempo de fin de derivación” hacen referencia al momento del cambio de estado del dispositivo de conmutación desde el estado de no conducción al estado de conducción y desde el estado de conducción al de no conducción, respectivamente, es decir, la temporización de inicio y de fin del periodo de derivación en el semiciclo de la corriente alterna. La expresión “paso por cero” hace referencia a un momento de sustancialmente nada de flujo de corriente en cada semiciclo, es decir, cuando la corriente alterna se aproxima a un punto nulo, por ejemplo, dentro de un intervalo de ± 1 ms antes o después del paso por cero de la corriente alterna.

La presente realización es particularmente ventajosa debido a que por lo menos un cambio de estado del dispositivo de conmutación en cada semiciclo se lleva a cabo en un momento, en el que la corriente es sustancialmente nula, dando como resultado una vida útil más alta del dispositivo de conmutación y una compatibilidad electromagnética mejorada de la lámpara de LED. Además, la presente configuración permite una configuración de circuito adicionalmente simplificada y, por lo tanto, más rentable.

Por ejemplo, el dispositivo de conmutación puede comprender un dispositivo de conmutación de autoenclavamiento, que se ajusta al estado de no conducción cuando la corriente se encuentra por debajo de una corriente de mantenimiento definida, por ejemplo, casi nula y, por lo tanto, puede hacerse referencia al mismo como detector de paso por cero. El dispositivo de conmutación de autoenclavamiento, por ejemplo, puede comprender por lo menos un tiristor o triac, que tras la activación proporciona un restablecimiento de accionamiento automático cuando la corriente alterna se aproxima a dicho paso por cero. Por lo tanto, el control y la configuración correspondiente del circuito se simplifican adicionalmente.

En el caso particular de una conexión de la lámpara a una fuente de alimentación reactiva que tiene una inductancia en serie, tal como, por ejemplo, en un balasto de lámpara inductivo, se prefiere que el dispositivo de conmutación se controle de tal modo que dicho tiempo de fin de derivación se corresponde con el paso por cero de dicha corriente alterna para disminuir adicionalmente la disipación de potencia en el balasto. El consumo de potencia y la duración del periodo de derivación se controlan a continuación por la unidad de control, por ejemplo, por un control correspondiente de la temporización del tiempo de inicio de derivación. Por lo tanto, también se hace referencia al presente control como “control de flanco de subida”.

En el caso de un balasto compensado en serie de forma capacitiva, es decir, un balasto capacitivo, tal como se usa por ejemplo en algunas luminarias de lámpara fluorescente “duo” típicas para una de las lámparas en una rama capacitiva del circuito, se prefiere que el dispositivo de conmutación se controle de tal modo que dicho tiempo de inicio de derivación se corresponde con dicho paso por cero de dicha corriente alterna.

Debido a que, en el presente caso, el desfase de la capacidad en serie da lugar a que la corriente vaya por delante de la tensión, el control de acuerdo con la presente realización es ventajoso para disminuir la disipación de potencia en dicho balasto capacitivo. En lo sucesivo, también se hace referencia al presente control como “control de flanco de bajada”.

Para ajustar los modos preferidos de funcionamiento que se han analizado en lo que antecede, la unidad de control puede comprender un conmutador correspondiente, de tal modo que un instalador puede ajustar el modo de control del dispositivo de conmutación o bien al control de flanco de subida en el caso de un balasto inductivo o bien al modo de control de flanco de bajada en el caso de un balasto capacitivo. Como alternativa o adicionalmente, preferiblemente la unidad de control puede adaptarse para funcionar en uno o más modos de detección para determinar de forma automática el método de control lo más adecuado, que en lo sucesivo se analiza con referencia a una realización preferida adicional de la invención.

De acuerdo con una realización preferida, un circuito de control de tensión se conecta en paralelo a la unidad de LED y el circuito de compensación para adaptar la tensión directa de la unidad de LED, por ejemplo, con dependencia de la corriente a través de la unidad de LED. El circuito de control de tensión, por ejemplo, puede proporcionar una reducción de la tensión directa global de la unidad de LED mediante una derivación controlable de una parte de los LED. Por lo tanto, es posible proporcionar un control adicionalmente potenciado del consumo de potencia de la unidad de LED mediante una reducción correspondiente de la tensión directa. El circuito de control de tensión, por ejemplo, comprende un conmutador adecuado para activar un circuito adicional, derivando por lo menos uno de los LED de la unidad de LED, pero con la condición de que por lo menos uno de los LED siga estando

conectado con la alimentación. El conmutador puede accionarse de acuerdo con un nivel de corriente dado que se alcance.

5 Preferiblemente, la unidad de control puede comprender un detector para determinar un paso por cero de dicha corriente alterna. La presente realización proporciona de forma ventajosa un control más flexible de la temporización y en particular el ajuste de fase / posición del periodo de derivación en cada semiciclo de la corriente alterna.

10 El detector puede ser de cualquier tipo adecuado para determinar dicho paso por cero de la corriente. Por ejemplo, la unidad de control puede comprender una unidad de microprocesador junto con un detector de corriente adecuado, conectados con la disposición de circuitos en paralelo de unidad de LED y circuito de compensación. La unidad de control puede controlar a continuación dicho dispositivo de conmutación y, por lo tanto, el tiempo de inicio de derivación y / o de fin de derivación, por ejemplo, de acuerdo con la duración deseada del periodo de derivación y el tipo de balasto respectivo, tal como se ha analizado en lo que antecede. El detector por ejemplo puede comprender un circuito de medición de corriente para determinar la corriente a través de la lámpara, por ejemplo, el circuito en paralelo de circuito de compensación y unidad de LED.

15 Como alternativa o adicionalmente y en particular en el caso del dispositivo de conmutación de autoenclavamiento que se ha mencionado en lo que antecede, la unidad de control preferiblemente comprende un dispositivo de umbral, que está conectado a dicho dispositivo de conmutación. El dispositivo de umbral por ejemplo puede comprender un tipo adecuado de DIAC, UJT (*programmable unijunction transistor*, transistor unión programable) o un circuito comparador que tiene una tensión de referencia adecuada. En el caso de un dispositivo de umbral accionado por tensión, tal como un DIAC, un circuito de accionamiento puede disponerse para proporcionar una tensión al dispositivo de umbral, tensión que se encuentra en una relación definida con la corriente alterna. Dicho circuito de accionamiento adicionalmente puede proporcionar un periodo de retardo y / o comprender una fase de determinación de promedio de tensión. El circuito de accionamiento, por ejemplo, puede ser un circuito de RC, conectado con dicho dispositivo de umbral.

20 En el caso de que el dispositivo de umbral se use en conexión con dicho dispositivo de conmutación de autoenclavamiento, el dispositivo de umbral, por ejemplo, puede usarse para activar dicho dispositivo de conmutación al estado de conducción de acuerdo con la relación previamente definida con dicho paso por cero. El dispositivo de conmutación de autoenclavamiento se restablece a continuación tras el siguiente paso por cero y el procedimiento se repite en el semiciclo subsiguiente de la corriente alterna.

25 De acuerdo con una realización preferida adicional de la invención, la unidad de control está adaptada para controlar el tiempo de inicio de derivación de dicho periodo de derivación, de tal modo que el dispositivo de conmutación se ajusta al estado de conducción después de un primer periodo de retardo después de un paso por cero de dicha corriente alterna.

30 La realización permite ajustar fácilmente el tiempo de inicio de derivación en relación con el paso por cero de la corriente alterna, lo que posibilita un control flexible del periodo de derivación y, por lo tanto, el consumo de potencia de la unidad de LED.

35 En una realización preferida adicional, la unidad de control está adaptada adicionalmente para controlar el tiempo de fin de derivación de dicho periodo de derivación, de tal modo que dicho dispositivo de conmutación se ajusta a un estado de no conducción después de un segundo periodo de retardo después de un tiempo de inicio de derivación de dicho periodo de derivación. La presente realización muestra la ventaja de un control lo más flexible del periodo de derivación y, por lo tanto, el consumo de potencia / corriente de la lámpara y / o la unidad de LED, a la vez que se sigue proporcionando una configuración bastante simple. Por ejemplo, es posible controlar el periodo de derivación de tal modo que ambos, dicho tiempo de inicio de derivación y dicho tiempo de fin de derivación no se corresponden con el paso por cero de la tensión alterna, al que se hace referencia en lo sucesivo como "control de flanco doble".

40 La unidad de control, por ejemplo, puede comprender por lo menos un temporizador electrónico para proporcionar las señales de control respectivas después de la expiración del primer y / o segundo periodo de retardo. Ciertamente, el temporizador puede proporcionarse en una sola pieza con un microprocesador. Como alternativa o adicionalmente, pueden usarse unos circuitos de RC para proporcionar dicho primer y / o segundo periodo de retardo.

45 El primer y / o segundo periodo de retardo pueden ser fijos y por ejemplo ajustarse en fábrica. Como alternativa, los periodos de retardo pueden ajustarse por el instalador usando la interfaz de usuario que se ha analizado en lo que antecede.

50 Para potenciar adicionalmente el funcionamiento de la lámpara de LED de la invención, preferiblemente la unidad de control puede comprender una circuitería de realimentación, a la que también se hace referencia como "unidad de realimentación" o "circuito de realimentación", para medir una corriente y / o tensión de dicha lámpara de LED. La circuitería de realimentación puede ser de cualquier tipo adecuado para medir la corriente y / o la tensión de la lámpara de LED y por lo tanto, por ejemplo, el consumo de potencia, de tal modo que durante el funcionamiento, el

consumo de potencia de la lámpara de LED y / o la unidad de LED puede adaptarse al valor de compensación de acuerdo con la medición del consumo real, es decir, en un funcionamiento de lazo cerrado. La presente realización es particularmente ventajosa, debido a que las características eléctricas de los componentes electrónicos podrían cambiar con la temperatura o debido al envejecimiento. La circuitería de realimentación, por ejemplo, puede proporcionarse para medir la corriente y / o la tensión de la disposición de circuitos en paralelo de unidad de LED y unidad de compensación. Como alternativa o adicionalmente, la circuitería de realimentación puede proporcionarse para medir la corriente y / o la tensión de la unidad de LED y / o el circuito de compensación.

La corriente y / o la tensión medida pueden usarse para ajustar la duración del periodo de derivación, por ejemplo, de acuerdo con los modos de control y los procedimientos de temporización que se han analizado en lo que antecede. En particular, la unidad de control puede comprender un controlador PI o PID para permitir un control confiado y rápido de la potencia para cumplir el valor de compensación previamente definido.

Preferiblemente, la circuitería de realimentación está acoplada con dicha unidad de control para ajustar dicho primer y / o segundo periodo de retardo de acuerdo con dicha corriente y / o tensión medida.

De acuerdo con una realización preferida adicional de la invención, se proporciona un conmutador de carga controlable adicional, que está dispuesto en serie con dicha unidad de LED para desconectar por lo menos de forma temporal dicha unidad de LED de la alimentación.

El conmutador de carga puede ser de cualquier tipo adecuado para controlarse por lo menos a un estado conductivo y uno no conductivo, por ejemplo, por la unidad de control a lo largo de una conexión de control correspondiente. El conmutador de carga, por ejemplo, puede comprender uno o más transistores, tal como transistores bipolares o MOSFET. El conmutador de carga proporciona un funcionamiento de la lámpara en el estado de reposo, sin que la unidad de LED esté conectada con la alimentación, es decir, sin que esté provista con dicha corriente alterna. El conmutador de carga es particularmente útil en un segundo modo de detección, que se describe en lo sucesivo.

Tal como se ha analizado en lo que antecede, el conmutador de carga se dispone para controlar la conexión de dicha unidad de LED con la alimentación. En consecuencia, el conmutador de carga en un ejemplo puede disponerse en paralelo a dicho circuito de compensación, preferiblemente integrado con dicha unidad de LED. Para proporcionar el funcionamiento anterior en el estado de reposo, el dispositivo de conmutación de dicho circuito de compensación en el presente caso debería ajustarse a no conductivo. Como alternativa, el conmutador de carga puede proporcionarse para controlar la conexión de la disposición en paralelo global de la unidad de LED y el circuito de compensación con la alimentación.

De acuerdo con lo anterior, el conmutador de carga permite accionar la lámpara en el estado de reposo. Tal funcionamiento puede ser particularmente ventajoso para su funcionamiento en el segundo modo de detección.

De acuerdo con un desarrollo de la invención, la unidad de control está adaptada para funcionar en el segundo modo de detección, en el que el conmutador de carga se controla para desconectar la unidad de LED de la alimentación. A continuación, la tensión en dicha lámpara de LED se determina y se compara con un umbral de tensión. En el caso de que la tensión determinada se corresponda con dicho umbral, es decir, sea igual a o más alta que dicho umbral, el dispositivo de conmutación se acciona con un tercer conjunto de parámetros de control de temporización. De lo contrario, es decir, cuando la tensión determinada es más baja que dicho umbral, el dispositivo de conmutación se acciona con un cuarto conjunto de parámetros de control de temporización, en el que el periodo de derivación de acuerdo con dicho tercer conjunto de parámetros de control de temporización en cada semiciclo de dicha corriente alterna no se superpone sustancialmente con el periodo de derivación de acuerdo con dicho cuarto conjunto de parámetros de control de temporización.

En consecuencia, la presente realización proporciona un funcionamiento de dicho dispositivo de conmutación de acuerdo con un tercer y un cuarto conjunto de parámetros con dependencia de la tensión, presente en la lámpara sin una carga, es decir, en dicho estado de reposo. Ciertamente, preferiblemente el conmutador de carga debería cerrarse antes del funcionamiento de acuerdo con dicho tercer y cuarto conjunto de parámetros de control de temporización para volver la unidad de LED operativa.

Mientras que el funcionamiento en dicho primer modo de detección, que se ha descrito en lo anterior, es útil para determinar, si la lámpara está conectada a un balasto inductivo o capacitivo en un sistema de red eléctrica de distribución de 50 Hz, el funcionamiento en dicho segundo modo de detección es particularmente ventajoso cuando la lámpara se emplea con un así denominado "balasto de arranque rápido de lámpara doble", que se usa por lo general en sistemas de red eléctrica de distribución de 60 Hz. En contraste con los tipos de balasto que se han analizado en lo que antecede, en el presente caso dos lámparas se conectan en serie una con otra y con un autotransformador. El balasto por lo general incluye adicionalmente un condensador de arrancador, conectado en paralelo a una de las lámparas y los circuitos de calentamiento de cátodo auxiliares, que se proporciona para encender lámparas fluorescentes conectadas.

El funcionamiento de acuerdo con dichos terceros y cuartos parámetros de control de temporización permite un funcionamiento potenciado, cuando se usan dos lámparas de acuerdo con la invención con un balasto de tipo de arranque rápido, debido a que los periodos de derivación de las dos lámparas no se superponen sustancialmente.

5 Debido al diseño de dicho balasto de tipo de arranque rápido, pueden tener lugar unas pérdidas no deseadas debido a un flujo de corriente excesivo en el caso de que los dispositivos de conmutación de ambas lámparas se ajustaran al estado conductivo de forma simultánea. En consecuencia, el factor de potencia de la configuración global puede potenciarse cuando se usa la lámpara de la invención con un tipo de balasto de arranque rápido de lámpara doble.

10 En el presente contexto, en consecuencia se entiende “ausencia de superposición” como proporcionar que, cuando dos lámparas se accionan de forma simultánea, la ubicación del periodo de derivación de la primera lámpara difiere de la ubicación del periodo de derivación de la segunda lámpara en cada semiciclo de la corriente alterna, de tal modo que los dispositivos de conmutación de dichas dos lámparas no se ajustan al estado conductivo de forma simultánea. No obstante, una pequeña superposición (+/- 2 ms) es posible y está comprendida de acuerdo con la
15 presente explicación, debido a que el autotransformador en el presente tipo de balasto retarda un flujo de corriente excesivo incluso en el caso de tal superposición.

Para proveer que una de las lámparas en dicho balasto de tipo de arranque rápido se accione con dichos terceros parámetros y la otra lámpara respectiva se acciona con dichos cuartos parámetros, de acuerdo con la presente
20 realización, se determina la tensión en la lámpara en un estado de reposo. Debido a que, tal como se ha mencionado en lo que antecede, los balastos de arranque rápido de lámpara doble típicos comprenden un condensador de arrancador en paralelo a una de las lámparas, una tensión correspondiente, más alta que dicha tensión de umbral, se encontrará presente en una de las lámparas en dicho estado de reposo, mientras que dicha
25 tensión no se encuentra presente en la otra lámpara respectiva. Por lo tanto, la presente realización permite ajustar una de las lámparas de acuerdo con dicho tercer conjunto de parámetros y la otra lámpara respectiva con el cuarto conjunto de parámetros con dependencia de la tensión en dicho estado de reposo. Por lo tanto, una derivación simultánea puede evitarse de forma ventajosa.

El periodo de derivación y la duración de acuerdo con el tercer y el cuarto conjunto de parámetros de control de
30 temporización pueden elegirse de acuerdo con la aplicación, siempre que los periodos de derivación no se superpongan sustancialmente. Por ejemplo, el funcionamiento del dispositivo de conmutación de acuerdo con dicho tercer conjunto puede corresponderse con el control de flanco de bajada, es decir, que el tiempo de inicio de derivación de dicho periodo de derivación se corresponde con el paso por cero de la corriente alterna. Para que se proporcione una ausencia de superposición, la unidad de control puede configurarse adicionalmente de tal modo que
35 el funcionamiento del dispositivo de conmutación de acuerdo con dicho cuarto conjunto de parámetros se corresponde con el control de flanco de subida, es decir, que el tiempo de fin de derivación se corresponde con el paso por cero.

Preferiblemente no obstante, de acuerdo con dicho cuarto conjunto de parámetros, el funcionamiento de dicho
40 dispositivo de conmutación se corresponde con un control de flanco doble para proporcionar un factor de potencia aumentado incluso adicionalmente. Lo más preferiblemente, los parámetros de control de temporización de dicho tercer y cuarto conjunto se eligen de tal modo que los periodos de derivación correspondientes son sucesivos, es decir, que el tiempo de fin de derivación de acuerdo con el funcionamiento de uno del conjunto de parámetros de control se corresponde (+- 4 ms) con el tiempo de inicio de derivación del funcionamiento de acuerdo con el otro
45 conjunto respectivo de parámetros.

El umbral de tensión de acuerdo con la presente realización debería elegirse de acuerdo con la aplicación y preferiblemente con dependencia de la tensión a lo largo del condensador de arranque del balasto de tipo de
50 arranque rápido que se use respectivamente. Preferiblemente, el umbral de tensión sustancialmente se corresponde con 175 V (+- 10 %), lo que proporciona el funcionamiento que se ha analizado en lo que antecede en los balastos de arranque rápido típicos. Lo más preferiblemente, el umbral de tensión es un intervalo de exclusión, que proporciona una estabilidad aumentada. Por ejemplo, el dispositivo de conmutación puede accionarse con dicho tercer conjunto, en el caso de que la tensión determinada sea más alta que 190 V y de acuerdo con dicho cuarto conjunto cuando la tensión es más baja que 160 V.

A pesar de que ciertamente la lámpara de la invención puede accionarse en una realización, en la que dicha unidad de control está adaptada para su funcionamiento de acuerdo con el primer o el segundo modo de detección,
55 respectivamente, se prefiere que la lámpara permita funcionar de acuerdo con ambos de dicho primer y segundo modo de detección.

60 En el presente caso, un instalador puede ajustar el modo de detección respectivo, usando la interfaz de usuario que se ha mencionado en lo que antecede. Como alternativa o adicionalmente y a la vista de que el tipo anterior de balasto de arranque rápido de lámpara doble se emplea por lo general en redes eléctricas de 60 Hz mientras que los tipos inductivo / capacitivo se usan en redes eléctricas de 50 Hz, preferiblemente la unidad de control puede
65 comprender además un detector de frecuencia, de tal modo que la unidad de control funciona de acuerdo con dicho

primer modo de detección en el caso de que se determine una corriente alterna de 50 Hz (+- 4 Hz) y de acuerdo con dicho segundo modo de detección en el caso de que se determine una corriente alterna de 60 Hz (+- 4 Hz).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la descripción de realizaciones preferidas (realizaciones de las cuales solo las realizaciones de la seis a la ocho (la figura 10 - 18) se corresponden con la invención; las otras realizaciones (de la primera a la quinta) se refieren a la técnica convencional), en las que:

- 10 la figura 1 muestra una realización de una lámpara de retroadaptación de LED en una vista lateral esquemática,
 la figura 2a muestra un diagrama de circuitos esquemático de una luminaria a modo de ejemplo para su uso con la lámpara de LED de la invención,
 15 la figura 2b muestra un diagrama de circuitos esquemático de una segunda luminaria de lámpara a modo de ejemplo para su uso con la lámpara de LED de la invención,
 la figura 3 muestra el diagrama de circuitos esquemático de la figura 2 con una lámpara de LED conectada de acuerdo con la realización de la figura 1,
 la figura 4 muestra un diagrama esquemático de un circuito de lámpara eléctrica para una lámpara de retroadaptación de LED de acuerdo con una primera realización,
 20 la figura 5a muestra un diagrama de temporización del ajuste de fase de la corriente y la tensión en un balasto inductivo,
 la figura 5b muestra un diagrama de temporización del funcionamiento de la realización de acuerdo con la figura 4,
 la figura 6 muestra un diagrama esquemático de un circuito de lámpara eléctrica de acuerdo con una segunda realización,
 25 la figura 7 muestra un diagrama de temporización de la realización de la figura 6,
 la figura 8a muestra un diagrama esquemático de un circuito de lámpara eléctrica de acuerdo con una tercera realización,
 la figura 8b muestra un diagrama esquemático de un circuito de lámpara eléctrica de acuerdo con una cuarta realización,
 30 la figura 9 muestra un diagrama esquemático de un circuito de lámpara eléctrica de acuerdo con una quinta realización,
 la figura 10 muestra un diagrama esquemático de un circuito de lámpara eléctrica de acuerdo con la invención en una sexta realización,
 la figura 11 muestra un diagrama de temporización adicional del funcionamiento de una lámpara de LED de acuerdo con la realización de la figura 10,
 35 la figura 12 muestra un diagrama esquemático de un circuito de lámpara eléctrica de acuerdo con la invención en una séptima realización,
 la figura 13 muestra un diagrama de temporización adicional del ajuste de fase de la corriente y la tensión en un balasto capacitivo,
 40 la figura 14 muestra un diagrama de flujo del funcionamiento de acuerdo con la realización de la figura 12,
 la figura 15 muestra un diagrama esquemático de un circuito de lámpara eléctrica de acuerdo con la invención en una octava realización,
 la figura 16 muestra un diagrama de circuitos esquemático de una tercera luminaria de lámpara a modo de ejemplo para su uso con la lámpara de LED de la invención,
 45 la figura 17 muestra un diagrama de temporización adicional del funcionamiento de dos lámparas de LED de acuerdo con la realización de la figura 15 y
 la figura 18 muestra un diagrama de flujo del funcionamiento de acuerdo con la realización de la figura 15.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES

50 La figura 1 muestra una realización de una lámpara de retroadaptación de LED 1 en una vista lateral esquemática. La lámpara de LED 1 comprende un alojamiento de tipo tubo 2, que se extiende a lo largo de un eje de lámpara longitudinal 3. El alojamiento 2 está fabricado a partir de un material de plástico transparente, por ejemplo, un poli(metacrilato de metilo) (PMMA). Sobre cada uno de los extremos longitudinales de la lámpara 1, se proporcionan unos casquillos de lámpara 5 con unas patillas de contacto 6 correspondientes para la conexión con una luminaria de lámpara típica, tal como las luminarias de lámpara fluorescente 20, 20', que se muestran en las vistas esquemáticas de la figura 2a y 2b. Además de la conexión eléctrica, los casquillos de lámpara 5 también proporcionan un soporte y fijación mecánica de la lámpara 1 en la luminaria 20, 20' respectiva. Por lo tanto, la lámpara de LED es una lámpara de retroadaptación, que está adaptada para la conexión con una luminaria 20, 20' para lámparas de tubo lineales fluorescentes. En el presente caso, la lámpara de LED 1 es un repuesto para una lámpara fluorescente de 36 W TL-D típica, es decir, para un tubo T8, que tiene una longitud de aproximadamente 120 cm.

65 Las patillas de contacto 6 de la lámpara de retroadaptación de LED 1 se conectan con un circuito de lámpara eléctrica 4, que se explica con detalle en lo sucesivo.

La figura 2a muestra un diagrama de circuitos esquemático de una realización típica de una luminaria de lámpara fluorescente 20. La luminaria 20 comprende unos terminales 21 para la conexión con una fuente de alimentación de red de distribución 22, tal como una línea de suministro de CA de 110 / 220 V. Para la conexión de una lámpara, tal como la lámpara de LED 1, se proporcionan dos zócalos 27, que de acuerdo con el presente ejemplo son de tipo G13. Los zócalos 27 y, por lo tanto, una lámpara 1 instalada se conectan con la fuente de alimentación de red de distribución 22 a lo largo del balasto de lámpara 26. El balasto de lámpara 26 comprende una inductancia en serie 25, por ejemplo, una bobina adecuada, que por lo general se emplea para limitar la corriente en el caso de que se instale una lámpara fluorescente en la luminaria 20 debido a que del comportamiento de impedancia negativa de las lámparas fluorescentes. En lo sucesivo, también se hace referencia al balasto de lámpara 26 como "balasto reactivo".

Debido a que la inductancia en serie 25 da lugar a un desfase cuando se acciona con una corriente alterna, tal como puede verse a partir de la figura 5a, un circuito de corrección de factor de potencia (PFC) 28 se conecta en paralelo a la disposición de una inductancia y la lámpara 1 en serie, es decir, por lo tanto se hace referencia al balasto 20 como un "balasto inductivo o magnético" compensado en paralelo.

El circuito de PFC 28 comprende un condensador 23 adecuado de tal modo que el desfase puede corregirse, es decir, para obtener un factor de potencia lo bastante alto. Tal como puede verse a partir de la figura 2a, los balastos de lámpara fluorescente 26 típicos están provistos con un circuito de PFC 28 en paralelo. Por lo tanto, para proporcionar un factor de potencia alto, la corriente a través de la inductancia en serie 25 y, por lo tanto, es necesario que la lámpara 1 se haga coincidir con el diseño del circuito de PFC 28, es decir, la carga nominal del balasto 26 y, por lo tanto, la luminaria 20.

El balasto 26 comprende además un circuito auxiliar 24, que se emplea para encender una lámpara fluorescente acoplada a la luminaria 20. Cuando se usa la luminaria 20 con la lámpara de LED 1 de la invención, el circuito auxiliar no es necesario pero puede dejarse intacto, debido a que el circuito 24 no obstaculiza el funcionamiento de la lámpara de LED 1.

Una segunda realización de una luminaria de lámpara fluorescente 20' típica se muestra en la figura 2b en un dibujo esquemático. La luminaria de lámpara 20' está adaptada para sujetar dos lámparas 1 y, en consecuencia, está equipada con un primer par de zócalos 27 y un segundo par de zócalos 27' correspondientes. El primer par de zócalos 27 se conectan con la alimentación a lo largo de la inductancia en serie 25, tal como se ha analizado en lo que antecede. El segundo par de zócalos 27' se conectan con la alimentación en serie con una inductancia 25' adicional y un condensador 23' en serie. De acuerdo con el presente ejemplo, el condensador 23' se elige con una capacidad lo bastante alta de tal modo que se compensa la potencia inductiva de ambas inductancias 25, 25'. Por lo tanto, un circuito de PFC 28 dedicado, tal como se muestra en la figura 2a, puede omitirse con este diseño de circuito.

En consecuencia, el balasto reactivo 26' comprende una rama inductiva, en concreto el circuito de la inductancia 25 y los zócalos 27, y una rama capacitiva, es decir, el circuito del condensador 23', la inductancia 25' y los zócalos 27'. Mientras se está en la rama inductiva, el ajuste de fase se corresponde con la figura 5a, es decir, la corriente 51 va por detrás de la tensión 52, en la rama capacitiva, el ajuste de fase se corresponde con la figura 13, es decir, en el presente caso la corriente 51 va por delante de la tensión 52. Por lo tanto, una lámpara 1 que está conectada a los zócalos 27 está provista con un balasto inductivo, mientras que una lámpara 1 adicional que está conectada a los zócalos 27' está provista con un balasto capacitivo, de tal modo que las corrientes a través de ambas lámparas 1 se compensan una a otra, con la condición de que la corriente y, por lo tanto, el consumo de potencia en ambas lámparas 1 sustancialmente se correspondan entre sí. Por razones de claridad, los circuitos auxiliares 24 correspondientes para encender las lámparas fluorescentes, que están conectadas a los zócalos 27 y 27' se han omitido en la figura 2b.

La figura 3 muestra la luminaria 20 de acuerdo con la figura 2a con una lámpara de LED 1 conectada de acuerdo con la figura 1. Para no complicar los aspectos principales de la presente explicación, todos los meros componentes mecánicos, tal como el alojamiento 2 de la lámpara de LED 1 o los zócalos 27 de la luminaria 20 se han retirado en el diagrama esquemático de la figura 3.

Tal como puede verse a partir de la figura, el circuito de lámpara 4 de la lámpara de LED 1 está conectado a la fuente de alimentación de red de distribución 22 a lo largo de la inductancia en serie 25. Tal como se ha descrito en lo que antecede, el circuito auxiliar 24 no se usa en la presente realización. El circuito eléctrico 4 de la lámpara de LED 1 comprende un rectificador 8, que convierte la corriente alterna de entrada 51, que se muestra en la figura 5a, en una corriente de salida 53 de una polaridad constante, tal como se muestra en la parte superior de la figura 5b. La salida del rectificador está conectada a una unidad de LED 7, que comprende, en la presente realización, varios LED de alta (o de media) potencia, conectados en serie.

La unidad de LED 7 se conecta en paralelo a un circuito de compensación que tiene un dispositivo de conmutación controlable 9. El dispositivo de conmutación controlable 9 se acciona por una unidad de control 10 para cortocircuitar de forma temporal la unidad de LED 7 durante el tiempo que dure un periodo de derivación 57 en cada semiciclo de

la corriente alterna 51 que se aplica a la lámpara 1. Por lo tanto, el circuito de lámpara 4 permite adaptar el consumo de potencia de la unidad de LED 7, independiente del nivel de tensión directa de los LED.

Por lo tanto, la lámpara 1 es particularmente ventajosa cuando se emplea en combinación con un balasto reactivo compensado en paralelo 26, tal como se muestra en la figura 2a, debido a que en el presente caso es importante que la corriente a través de la lámpara 1 cumpla con la carga nominal de la luminaria 20 para conseguir un factor de potencia alto. No obstante, debido a que la propia lámpara 1 no da lugar a desfase sustancial alguno, la lámpara 1 también puede utilizarse con un balasto magnético no compensado (que no se muestra), debido a que no se añade potencia reactiva alguna. Por lo tanto, la lámpara de LED 1 es sumamente versátil.

Una realización detallada del circuito de lámpara 4 se muestra en la figura 4 en un diagrama esquemático. El circuito 4 se conecta a través de los zócalos 27 (que no se muestran en la figura 4) de la lámpara 1 por medio de los terminales 40 correspondientes. Los terminales están conectados al rectificador 8, que de acuerdo con la presente realización es un rectificador en puente de onda completa que comprende cuatro diodos 41. Un condensador 43 se dispone para reducir la interferencia electromagnética. La corriente de entrada 51, que se aplica al circuito 4 cuando se acciona la lámpara 1 en, por ejemplo, la luminaria 20 se muestra en el diagrama de temporización de la figura 5a junto con la tensión de línea 52 de la luminaria 20 en los terminales 21 durante un ciclo completo de la corriente 51. La corriente de salida 53 del rectificador 8 se muestra en la parte superior de la figura 5b.

La salida del rectificador 8 está conectada al circuito en paralelo del dispositivo de conmutación 9, la unidad de control 10 y la unidad de LED 7. Tal como se muestra, la unidad de LED 7 comprende varios LED de alta potencia 44. La tensión directa total de los LED 44 es 100 V y, por lo tanto, aproximadamente coincide con la tensión operativa de las lámparas fluorescentes típicas.

Además, la unidad de LED 7 comprende un condensador de alisado 45 conectado en paralelo y un diodo 46 para evitar la descarga del condensador 45 cuando el dispositivo de conmutación 9 cortocircuita la unidad de LED 7.

De acuerdo con la presente realización, el dispositivo de conmutación 9 está formado por un tiristor 47, es decir, un dispositivo de autoenclavamiento, cuyo terminal de puerta está conectado a un DIAC 48 de la unidad de control 10. El DIAC 48 sirve como un dispositivo de umbral para proporcionar una temporización definida del inicio del periodo de derivación 57 con respecto al paso por cero 55 de la corriente 51. La unidad de control comprende además un condensador de temporización 49 y una resistencia 50 correspondiente. El condensador 49 y la resistencia 50 forman un circuito de RC para proveer al DIAC 48 con una señal de accionamiento de temporización, de tal modo que la disposición del DIAC 48, el condensador 49 y la resistencia 50 forma un "circuito de temporización". Tal como se analiza en lo sucesivo, la señal de accionamiento sigue la corriente 51, pero debido a las características del circuito de RC, proporciona un periodo de retardo dado después de cada paso por cero 55 hasta que se alcanza la tensión de umbral del DIAC 48.

El funcionamiento del circuito de lámpara 4 durante el uso se explica en lo sucesivo en el presente documento con referencia a la figura 5a y 5b.

Tal como ya se ha analizado, las figuras 5a y 5b muestran unos diagramas de temporización de la corriente alterna de entrada 51 y la corriente de salida 53 en la salida del rectificador 8. Debido a la potencia reactiva de la inductancia en serie 25, la tensión de línea 52 se desfasa con respecto a la corriente de entrada 51. En consecuencia, la corriente de entrada 51 proporciona las fases reactivas 54, tal como se indica en la figura 5a. Durante una fase reactiva 54, no se transfiere potencia efectiva alguna de la fuente de alimentación 22 a la conexión en serie de la inductancia 25 y la lámpara 1.

Comenzando con el momento de un paso por cero 55 de la corriente - o con referencia a la corriente de salida 53 que se muestra en la figura 5b un "punto nulo" - el condensador de temporización 49 se carga a lo largo de la resistencia 50. Debido a que la tensión durante esta fase es aproximadamente constante al nivel de la tensión directa de los LED 44, la carga del condensador 49 es aproximadamente una rampa unidad lineal, se alcanza la tensión de umbral del DIAC 48. Cuando la tensión alcanza la tensión de umbral del DIAC 48, una corriente fluye al interior del terminal de puerta del tiristor 47, controlando el tiristor 47 a un estado de conducción. En consecuencia, la unidad de LED 7 se cortocircuita. Debido a las características del tiristor 47, el dispositivo se restablece a sí mismo tras el siguiente paso por cero 55 de la corriente alterna. El estado del tiristor 47 y la temporización correspondiente del periodo de derivación 57, es decir, un tiempo de inicio de derivación y de fin de derivación, se muestran en la parte inferior de la figura 5b, en la que "0" representa el estado de no conducción y "1" el estado de conducción del tiristor 47.

Tal como será evidente a partir de la figura 5a y 5b, el control del tiristor 47 usando el DIAC 48 y el circuito de RC proporciona un periodo de retardo después de cada paso por cero de la corriente 51. De acuerdo con el presente ejemplo, el periodo de derivación 57 se ajusta para corresponderse con la fase reactiva 54. Por lo tanto, durante el estado de conducción, la disipación de potencia en el balasto 26, 26' no aumenta sustancialmente. No obstante, la unidad de LED 7 se cortocircuita durante el periodo de derivación 57, de tal modo que no se aplica tensión alguna a

la unidad de LED 7. Debido a que la corriente 51 a través de la lámpara 1 está limitada por la inductancia en serie 25, 25', el consumo de potencia de la unidad de LED 7 se reduce.

5 Esto es particularmente ventajoso cuando se usa un tipo común de los LED de alta potencia 44, tal como se ha mencionado en lo que antecede. Cuando se usa la conexión en serie que se muestra de los LED de alta potencia 44 con una tensión directa de aprox. 100 V para cumplir con la tensión de una lámpara fluorescente que va a sustituirse, la corriente resultante extraída por los LED 44 es significativamente más alta que la corriente de una lámpara fluorescente típica y, por lo tanto, la corriente nominal de un balasto 26 típico, 26' para proporcionar un factor de potencia lo bastante alto. En consecuencia, la presente realización permite ajustar el consumo de potencia de la lámpara de LED 1 al nivel deseado.

15 La figura 6 muestra una segunda realización del circuito de lámpara 4' de la lámpara de LED 1 en un diagrama esquemático. La presente realización sustancialmente se corresponde con la realización de la figura 4, con la excepción de que la unidad de control 10' comprende un circuito de realimentación 60. Mientras que en la realización de la figura 4 el retardo después del paso por cero 55 hasta que el tiristor 47 se ajusta al estado de conducción, se determina por la disposición del DIAC 48, la resistencia 50 y el condensador de temporización 49, el circuito de realimentación 60 permite adaptar el retardo y, por lo tanto, la duración del periodo de derivación 57 de acuerdo con el consumo de potencia real de los LED 44. Por lo tanto, una variación en el consumo de potencia de los LED 44 debido al envejecimiento o la temperatura puede compensarse.

20 El circuito de realimentación 60 está conectado a una resistencia de detección de corriente 61 de la unidad de LED 7' para determinar una tensión, que se corresponde con la presente corriente a través de los LED 44. La tensión que se obtiene de este modo se compara con una referencia de tensión 62, por ejemplo, a partir de un suministro de tensión adecuado, para determinar una variación en el consumo de potencia suponiendo una tensión constante de los LED 44. El circuito de realimentación 60 está conectado además a la entrada del DIAC 48. Dependiendo de la variación determinada, el circuito de realimentación 60 "saca" o extrae una corriente correspondiente del condensador de temporización 59 para adaptar el tiempo de retardo y, por lo tanto, la duración del periodo de derivación 57, tal como se muestra en la parte inferior del diagrama de temporización de acuerdo con la figura 7.

30 La figura 8a muestra una tercera realización del circuito de lámpara 4" en un diagrama esquemático. La realización de la figura 8 sustancialmente se corresponde con la realización de la figura 6 con la excepción de la unidad de realimentación 60' y un circuito de suministro de baja tensión 62' correspondiente.

35 El circuito de suministro de baja tensión 62' comprende una resistencia 81 y una disposición de dos diodos Zener 82. Un suministro de baja tensión para la unidad de realimentación 60' se acopla por medio del diodo 83 y provee al A. O. 84 con potencia operativa. Adicionalmente, la señal de referencia de tensión se genera a partir de la disposición de la referencia de tensión de derivación 85, por ejemplo, TL341, la resistencia 93 y las resistencias 86, 87, que forman un divisor de tensión. Un condensador 94 se proporciona como un amortiguador de energía para alisar el rizado en el suministro de baja tensión.

40 El A. O. 84 se conecta con el condensador 88 para formar un integrador de errores para el control de realimentación. La salida del A. O. 84 acciona el transistor 89, que extrae una corriente correspondiente del condensador de temporización 49. El diodo 95 inhibe el flujo de corriente desde el transistor 89 hasta el condensador de temporización 49. La resistencia 96 asegura que el condensador 49 no se derive directamente.

45 La resistencia 61 se usa como una resistencia de detección de corriente, tal como se ha analizado en lo que antecede. El circuito de los condensadores 90, 91 y la resistencia 92 forman un filtro de paso bajo para extraer una componente de CC de la tensión a lo largo de la resistencia 61. A continuación, la tensión de CC se compara con la tensión de referencia en la entrada positiva del A. O. 84. A continuación, el error se integra por el condensador 88 y el A. O. 84 para formar la señal de control para el transistor 89.

50 La figura 8b muestra una cuarta realización del circuito eléctrico 4''' de una lámpara de LED 1. La realización de la figura 8b sustancialmente se corresponde con la realización de la figura 8a, con la excepción de una unidad de realimentación 60'' simplificada, lo que reduce adicionalmente de forma ventajosa el coste global de la lámpara de LED 1.

55 A diferencia de la figura 8, no se usa amplificador operacional alguno para controlar el transistor 89 en la realización de la figura 9. En su lugar, un condensador de integración 97 se coloca de un lado a otro de la referencia de tensión de derivación 85. De acuerdo con la presente realización, la funcionalidad tanto de un integrador de errores como de una referencia de tensión se proporcionan por la referencia de tensión de derivación 85 y el condensador 97, lo que simplifica adicionalmente la configuración.

60 La figura 9 muestra una quinta realización de un circuito eléctrico 4'''' de una lámpara de LED 1. La realización de la figura 9 se corresponde sustancialmente con la realización de la figura 4, con la excepción de la unidad de LED 7'' y adicionalmente un circuito de filtro 98 y un circuito de control de tensión 99. El circuito de filtro 98 estabiliza la corriente para la unidad de LED 7'' para evitar la fluctuación visible de los LED 44. Por lo tanto, la capacidad del

condensador 45 puede elegirse relativamente pequeña. El condensador 45 reduce el "rizado" de la tensión, que se suministra a la unidad de LED 7". Una segunda fase de filtro está formada por el transistor Darlington 131, las resistencias 133, 134 y el condensador 132. La resistencia 133 y el condensador 132 forman un filtro de paso alto de RC, dimensionado con una capacidad relativamente pequeña y una resistencia alta, posibilitando de este modo el uso de componentes pequeños y económicos. La tensión de salida de rizado bajo de esta fase de filtro se amplifica por el transistor 131 al nivel de corriente de LED pleno. El dimensionado de la resistencia 134 ajusta la carga máxima en la salida de filtro de RC. En la fase en la que la tensión de entrada está disminuyendo, la salida de la resistencia 133 y el condensador 132 da como resultado que el transistor de amplificación 131 no puede seguir funcionando. La corriente fluye desde el condensador 132 a través de la resistencia 134 y el transistor 131 a los LED 44. Esto reduce la tensión en el condensador 132 a un valor de tal modo que esta fase se minimiza y el transistor 131 se mantiene en un intervalo de tensión de funcionamiento la mayor parte del tiempo. Un diodo Zener 130 adicional evita unos niveles altos de tensión en el condensador 45 durante la puesta en marcha. Debido a que el condensador 132 no se carga en el primer ciclo después de una puesta en marcha, el transistor 131 no es conductivo y no fluye corriente alguna a los LED 44, por lo tanto el condensador 45 se carga con la tensión de red de distribución completa. Por esta vez, el diodo 130 proporciona una segunda trayectoria de corriente y posibilita un flujo de corriente inmediato tan pronto como la tensión alcanza la tensión Zener del diodo 130. Durante el funcionamiento normal, la tensión máxima a lo largo del diodo 130 es aproximadamente la tensión de rizado en el condensador 45 y, por lo tanto, se ajusta a un estado de no conducción.

El circuito de control de tensión 99 permite reducir la tensión directa global de la unidad de LED 7" mediante una derivación controlable de una parte de los LED 44 por el transistor 110. Por lo tanto, es posible proporcionar un control adicionalmente potenciado del consumo de potencia de la unidad de LED 7" mediante una reducción correspondiente de la tensión directa. Transistor 110 se controla por la corriente a través de los LED 44. Si la corriente a través de los LED 44 aumenta por encima de un umbral, definido por la resistencia 111, por ejemplo, si la tensión en la resistencia 111 aumenta por encima de 0,7 V, el transistor 110 se ajusta a conductivo y cortocircuita dicha parte de los LED 44 a través del diodo 112. De forma simultánea, el transistor 113 se activa a través de las resistencias 114 y 115. La corriente correspondiente a través de la resistencia 116 mantiene el transistor 110 en el estado de conducción, mientras que la tensión a lo largo de la resistencia 111 se reduce a cero, debido a que ahora la corriente fluye a través del transistor 110. El estado enclavado del circuito 99 prevalece hasta que la lámpara 1 se conmuta a apagado, por lo tanto una vez que se ha detectado una corriente elevada, el circuito 4" conmuta a un modo de "corriente elevada" y se enclava en este modo.

Mientras que las realizaciones que se han mencionado en lo que antecede permiten un diseño de circuito relativamente simple y, por lo tanto, sumamente rentable, el control ciertamente se limita debido al tiristor 47, lo que vincula el tiempo de fin del periodo de derivación 57 con el paso por cero 55 de la corriente alterna 51.

Con referencia a las figuras 10 - 18, la invención se dilucida en lo sucesivo en el presente documento.

La figura 10 muestra una realización de un circuito de lámpara 4" de la invención, que permite un control sumamente flexible. De acuerdo con la presente realización, el dispositivo de conmutación 9' comprende un MOSFET 101 para derivar por lo menos de forma temporal la unidad de LED 7". El terminal de puerta del MOSFET 101 está conectado a un microprocesador 102 usando una unidad de accionamiento de puerta 103 adecuada. El microprocesador 102 comprende un circuito de realimentación, que está conectado a los detectores de corriente 104 y 120, que pueden ser, por ejemplo, unas resistencias de detección simples tal como se explica con referencia a la figura 6. Un sensor de temperatura 105 está conectado además al microprocesador 102 para proporcionar una protección frente a sobrecalentamiento. Además, un detector de tensión 106 detecta la tensión de la salida del rectificador 8. Una fuente de alimentación de baja tensión 109 proporciona una tensión adecuada a la unidad de accionamiento de puerta 103, el microprocesador 102 y el sensor de temperatura 105. Tal como se ha analizado en lo que antecede, la realización de acuerdo con la figura 10 permite un control más flexible de la temporización y la duración del periodo de derivación 57 de tal modo que la presente realización permite de forma ventajosa un intervalo de control más grande. El microprocesador 102 está provisto con una programación adecuada de acuerdo con la aplicación. Por ejemplo, el microprocesador 102 puede programarse con un primer y un segundo temporizador para ajustar el tiempo de inicio de derivación de acuerdo con un primer periodo de retardo en respuesta a un paso por cero 55 de la corriente 53. La duración del periodo de derivación y, por lo tanto, la cantidad de reducción de potencia a continuación se ajusta por dicho segundo temporizador, que controla el tiempo de fin de derivación después para ajustarse a un segundo periodo de retardo después de que el periodo de derivación haya comenzado.

Tal como se muestra en el diagrama de temporización de la figura 11, de este modo la presente realización permite controlar el periodo de derivación 57 de tal modo que el tiempo de inicio de derivación se ajusta al paso por cero 55 de la corriente 51. Como alternativa, es posible además ajustar el tiempo de fin de derivación al paso por cero 55, tal como se muestra en la figura 11 mediante las líneas de puntos. Además, es posible controlar el periodo de derivación 57, de tal modo que el tiempo tanto de inicio de derivación como de fin de derivación son diferentes del paso por cero 55, tal como se muestra en la parte inferior de la figura 17. Por lo tanto, el periodo de derivación 57 puede ubicarse con libertad dentro de dicho semiciclo de la corriente 51, a lo que también se hace referencia como "control de flanco doble", por ejemplo, comenzar en un primer semiciclo y finalizar en un semiciclo subsiguiente para

permitir un control lo más flexible. Además, la presente realización permite un funcionamiento adicionalmente mejorado en el caso de un balasto capacitivo, tal como se analiza en lo sucesivo con referencia a la figura 12 - 14.

5 Para permitir ajustar el consumo de potencia de la lámpara 1, el microprocesador 102 está programado para controlar el MOSFET 101. El microprocesador 102 determina la potencia de la lámpara de LED 1 en intervalos regulares mediante una medición del detector de tensión 106 y el detector de corriente 104. El resultado correspondiente se filtra, de tal modo que se determina el consumo de potencia promedio de la unidad de LED 7'. El microprocesador 102 compara el consumo de potencia promedio de la unidad de LED 7' con el valor de compensación previamente definido. De acuerdo con la presente realización, el valor de compensación previamente definido se ajusta en fábrica en una memoria (que no se muestra), a la que puede acceder el microprocesador 102 de acuerdo con las características asignadas, es decir, el consumo de potencia de la unidad de LED 7', que se corresponde con el flujo deseado de los LED 44. Sobre la base del cálculo, el microprocesador 102 determina dichos primer y / o segundo periodos de retardo para ajustar el primer temporizador y el segundo temporizador.

15 En consecuencia, el MOSFET 101 se controla a continuación en cada semiciclo de la corriente 51. El microprocesador 102 determina el paso por cero 55 de la corriente de entrada 51 usando el detector de corriente 120. Tras la detección de un paso por cero 55, se activa el primer temporizador, lo que ajusta el MOSFET 101 al estado de conducción después del primer periodo de retardo. Además, el primer temporizador activa el segundo temporizador. Después de la expiración del segundo periodo de retardo, el segundo temporizador controla el MOSFET 101 al estado de no conducción. A continuación, el ciclo de control se repite posteriormente en cada semiciclo de la corriente 51. Tras una detección de un cambio del consumo de potencia de la unidad de LED 7', por ejemplo, debido a la temperatura o el envejecimiento, el primer y el segundo periodos de retardo se ajustan en consecuencia.

25 Debido a que al microprocesador 102 se suministran unas señales que se corresponden con los niveles de tensión y de corriente presentes, es posible sincronizar con la frecuencia de la red de distribución y compensar distorsiones del paso por cero 55. La presente realización que usa dicho microprocesador 102 permite adicionalmente proporcionar un filtrado y alisado de la potencia, que se entrega a la unidad de LED 7'. Por ejemplo, como alternativa o adicionalmente el microprocesador 102 puede programarse con un tercer temporizador, midiendo el intervalo de tiempo entre los pasos por cero 55 subsiguientes. Mediante la comparación del instante en el tiempo en el que tiene lugar el paso por cero 55 real con el instante esperado en el tiempo, por ejemplo, de acuerdo con la temporización previa de los pasos por cero 55, se detecta una distorsión o perturbación. La aplicación de una temporización de derivación fija a una forma de onda no simétrica podría dar como resultado una pulsación de la salida de luz y / o una amplificación de la distorsión.

35 Por lo tanto, la presente realización permite determinar un desplazamiento de CC en la fuente de red de distribución o cualquier otra distorsión que dé como resultado una acumulación de una corriente de magnetización de CC, por ejemplo, en un balasto (no compensado o compensado en paralelo) magnético. En el caso de tal distorsión, la temporización del periodo de derivación 57 está adaptada con respecto a la temporización del paso por cero 55. Por lo tanto, la unidad de control 10' se proporciona para detectar y compensar algo de distorsión, o por lo menos aceptar dicha distorsión sin una amplificación adicional.

45 En el caso de que la distorsión detectada sea más alta que un límite de distorsión previamente definido, el funcionamiento de la lámpara 1 se suspende, por ejemplo, por un fusible rearmable (que no se muestra), de tal modo que la conexión de la unidad de LED 7'' a la alimentación se interrumpe para evitar una corriente de entrada de CC excesiva.

50 La figura 12 muestra una séptima realización de un circuito de lámpara 4'''' para la lámpara de LED 1 en un diagrama esquemático adicional. La realización de la figura 12 se corresponde con la realización de la figura 10 con la excepción de un filtro de paso bajo 121 para proporcionar el consumo de corriente promedio del circuito 4'''' al microprocesador 102'. El detector de corriente 120 está adaptado adicionalmente para detectar el paso por cero 55 y para proporcionar una señal correspondiente al microprocesador 102'. Tal como se muestra, el segundo detector de corriente 120 como alternativa puede proporcionarse para medir la corriente a través del circuito de compensación y, por lo tanto, el dispositivo de conmutación 9' y el MOSFET 101. La corriente global puede determinarse a continuación mediante una adición simple de la corriente a través del dispositivo de conmutación 9' y una unidad de LED 7'.

60 De acuerdo con la presente realización, el microprocesador 102' está programado para funcionar en un primer modo de detección, por ejemplo, tras la conexión de la lámpara de LED 1 con una luminaria 20, 20' y, por lo tanto, con la fuente de alimentación 22.

65 En el primer modo de detección, se determina si la lámpara de LED 1 está conectada a un balasto inductivo, tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 2a, o a un balasto capacitivo, por ejemplo, la rama capacitiva de la luminaria 20', tal como se muestra en la figura 2b. Debido a que cuando se acciona la lámpara 1 con un balasto capacitivo, la corriente 51 va por delante de la tensión de línea 52, la temporización de la fase reactiva 54 y la fase efectiva en cada semiciclo es opuesta al ajuste de fase en un balasto inductivo, que se muestra en la figura 5a.

La figura 14 muestra un diagrama de flujo del funcionamiento del circuito 4^{''''''} de la figura 12 durante el primer modo de detección. Tal como se ha analizado en lo que antecede, el primer modo de detección comienza con la etapa 140 tras la conexión de la lámpara de LED 1 con una luminaria 20, 20'. El microprocesador 102' controla el dispositivo de conmutación 9' en la etapa 141 de acuerdo con un primer conjunto de parámetros de control, de tal modo que el tiempo de fin de derivación se corresponde con un paso por cero 55 de la corriente alterna, es decir, en un modo de control de flanco de subida. El presente control se mantiene a lo largo de una pluralidad de ciclos de la corriente alterna 51, de tal modo que la potencia de lámpara se estabiliza. En la etapa 142, el segundo detector de corriente 120 determina la corriente de lámpara promedio y el microprocesador 102' determina de forma correspondiente el consumo de potencia promedio de la lámpara 1.

Posteriormente en la etapa 143, el microprocesador 102' acciona el dispositivo de conmutación 9' con un segundo conjunto de parámetros de control. Tal como puede verse al lado derecho de la figura 14, el periodo de derivación 57 de acuerdo con el funcionamiento de la etapa 143 está desplazado con respecto al funcionamiento en la etapa 141, por ejemplo, por 2 ms. Después de algunos ciclos de la corriente alterna, se determina de nuevo la corriente promedio usando el segundo detector de corriente 120 en la etapa 144.

El microprocesador 102' a continuación determina en la etapa 145 si la corriente determinada de la etapa 142 es menor que la corriente que se determina en la etapa 144. Si este es el caso, se determina un balasto inductivo. En consecuencia, el dispositivo de conmutación 9' se controla en la etapa 146, de tal modo que dicho fin del periodo de derivación se corresponde con el paso por cero 55 de la corriente alterna, es decir, el control de flanco de subida. Por lo tanto, se asegura que el periodo de derivación 57 se ajuste a la fase reactiva de la corriente 51, de tal modo que la corriente en la bobina de inductancia 25 no aumenta sustancialmente cuando se cortocircuita la unidad de LED 7'. Por lo tanto, el control proporciona una pérdida de balasto reducida.

Por otro lado, si la corriente, que se mide en la etapa 142 es más alta que la corriente de la etapa 144, se determina un balasto capacitivo. En el presente caso, el dispositivo de conmutación 9' se controla en la etapa 147, de tal modo que el tiempo de inicio de derivación se corresponde con el paso por cero 55 de la corriente alterna, es decir, un modo de control de flanco de bajada. En consecuencia, de nuevo el periodo de derivación 57 se ajusta a la fase reactiva de la corriente 51 cuando se acciona la lámpara 1 con un balasto capacitivo.

El primer modo de detección a continuación finaliza y el dispositivo de conmutación 9' se acciona con el modo de control determinado. La duración del periodo de derivación 57 se controla de acuerdo con el consumo de potencia medido de la unidad de LED 7', tal como se explica con referencia a la figura 10. De acuerdo con la realización que se ha analizado en lo que antecede, la corriente a través de la lámpara se determina para seleccionar el método de control de temporización que se corresponde con el tipo de balasto respectivo. En el caso de que la corriente, que se mide en las etapas 142 y 144, no difiera sustancialmente una con respecto a la otra, un criterio adicional para seleccionar el método de control apropiado es determinar la temporización del paso por cero 55, tal como se ha analizado en lo que antecede con referencia a la figura 10. Por lo tanto, el microprocesador 102' adicionalmente o como alternativa puede adaptarse para determinar el instante en el tiempo de los pasos por cero 55 subsiguientes en las etapas 142 y 144 para determinar qué conjunto de parámetros de control de acuerdo con las etapas 141 y 143 proporciona la menor distorsión en la corriente alterna 51 y controla a continuación el dispositivo de conmutación 9' en consecuencia.

La figura 15 muestra una octava realización de un circuito de lámpara 4^{''''''} de una lámpara de LED 1 en un diagrama esquemático adicional. La realización de la figura 15 se corresponde con la realización de la figura 10 con la excepción de un conmutador de carga de MOSFET 150 adicional, conectado con el microprocesador 102'' a lo largo de una unidad de accionamiento de puerta (que no se muestra). El conmutador 150 permite controlar la conexión de la lámpara de LED 7''' con la alimentación y permite determinar la tensión en un estado de reposo usando el detector de tensión 106. Ciertamente la unidad de accionamiento de puerta, a pesar de que no se muestra, se conecta con la fuente de alimentación de baja tensión 109 durante el funcionamiento.

De acuerdo con la presente realización, el microprocesador 102'' está programado para funcionar en un segundo modo de detección, por ejemplo, tras la conexión de la lámpara de LED 1 con la fuente de alimentación 22. El funcionamiento de acuerdo con dicho segundo modo de detección es particularmente ventajoso cuando se acciona la lámpara 1 con la luminaria 20'' de acuerdo con la figura 16, que comprende un balasto de arranque rápido de lámpara doble 26'', tal como se usa por lo general en sistemas de red eléctrica de distribución de 60 Hz.

La luminaria 20'' de acuerdo con la figura 16 está adaptada para sujetar dos lámparas 1 y, por lo tanto, se corresponde en general con la configuración de la luminaria 20', que se muestra en la figura 2b. No obstante, tal como será evidente a partir de la figura, los zócalos 27, 27' correspondientes se disponen, de tal modo que las lámparas 1 se conectan en serie una con otra. Además de la inductancia en serie 25 que se ha mencionado en lo que antecede y el condensador 23', el balasto de tipo de arranque rápido 26'' comprende además un condensador de arranque 160, que en combinación con el autotransformador 161 y los circuitos de calentamiento de cátodo auxiliares 162 permite encender lámparas fluorescentes cuando están acopladas a la luminaria 20''.

Mientras que en la realización de acuerdo con la figura 2b las lámparas de LED 1 pueden funcionar de forma independiente de una de otra, debido a la conexión en serie de las lámparas de LED 1 de acuerdo con la configuración de la luminaria 20" un funcionamiento simultáneo de los MOSFET 101 de ambas lámparas 1 instaladas y, por lo tanto, deberían evitarse unos periodos de derivación 57 con superposición para potenciar el factor de potencia de la configuración global.

Por lo tanto, en el segundo modo de detección, se determina, si la lámpara 1 está conectada a los zócalos 27 (el lado derecho en la figura 16) o a los zócalos 27' (el lado izquierdo) y para controlar la lámpara o bien de acuerdo con un tercer conjunto de parámetros de control de temporización o bien con un cuarto conjunto de parámetros de control de temporización para evitar un funcionamiento simultáneo de los MOSFET 101 de ambas lámparas 1 instaladas y, por lo tanto, una derivación simultánea.

La figura 18 muestra un diagrama de flujo del funcionamiento del circuito 4" durante el segundo modo de detección. El funcionamiento en el segundo modo de detección comienza en la etapa 180 tras la conexión de la lámpara de LED 1 con la luminaria 20", es decir, con la fuente de alimentación 22. El microprocesador 102" controla a continuación el conmutador de carga 150 y el dispositivo de conmutación 9' al estado abierto no conductivo en la etapa 181. Posteriormente, el microprocesador 102" interroga al detector de tensión 106 después de algunos ciclos de la corriente alterna en la etapa 182 para determinar la tensión de reposo en la lámpara de LED 1 sin que la unidad de LED 7" esté conectada con la alimentación y, por lo tanto, en dicho estado de reposo. El conmutador de carga 150 se cierra a continuación, es decir, se lleva a un estado conductivo en la etapa 183.

El microprocesador 102" determina en la etapa 184, si la tensión de reposo, que se determina en la etapa 182 es igual a o más alta que un umbral de tensión de 175 V, ajustado de acuerdo con el presente ejemplo del balasto de arranque rápido 26". En el caso de que la tensión de reposo sea igual a o más alta que el umbral de tensión, se determina que la lámpara 1 está conectada a los zócalos 27 de la luminaria 20", es decir, el lado derecho de la figura 16. De acuerdo con el presente ejemplo, en el presente caso el dispositivo de conmutación 9' se acciona de acuerdo con dicho tercer conjunto de parámetros (la etapa 186) de tal modo que el tiempo de inicio de derivación se corresponde con el paso por cero 55 de la corriente alterna, es decir, un control de flanco de bajada.

En el otro caso respectivo de que la tensión de reposo sea más baja que el umbral de tensión, se determina que la lámpara 1 está conectada a los zócalos 27' de la luminaria 20" y, por lo tanto, el lado izquierdo de la figura 16. En el presente caso, el dispositivo de conmutación 9' se acciona de acuerdo con dicho cuarto conjunto de parámetros (la etapa 185) con un control de flanco doble, es decir, el tiempo tanto de inicio de derivación como de fin de derivación no se corresponden con el paso por cero 55. El segundo modo de detección a continuación finaliza y el dispositivo de conmutación 9' se acciona de acuerdo con el conjunto determinado de parámetros de control.

En un caso de acuerdo con lo anterior, dos lámparas 1 se accionan de forma correspondiente de acuerdo con el segundo modo de detección en una luminaria de tipo de arranque rápido de lámpara doble 10" de acuerdo con la figura 16, resulta que una de las lámparas 1 se acciona con un control de flanco de bajada y la otra lámpara respectiva se acciona con un control de flanco doble. En consecuencia y, tal como puede verse a partir del diagrama de temporización de la figura 17, el periodo de derivación 57a de dicha primera lámpara 1 no se superpone con el periodo de derivación 57b de dicha segunda lámpara 1 en cada semiciclo de la corriente operativa 51 o la corriente de salida 53 correspondiente del rectificador 8, que se muestra en la figura 17. Por lo tanto, la presente realización proporciona un factor de potencia alto cuando la lámpara 1 se acciona en un balasto de tipo de arranque rápido 26".

A pesar de que el funcionamiento anterior en el primer modo de detección de acuerdo con la figura 14 y el segundo modo de detección de acuerdo con la figura 18 se han descrito por separado por razones de claridad, sin embargo es posible accionar la invención en una realización en la que ambos modos de detección se emplean para obtener una lámpara de LED 1 sumamente versátil.

En el presente caso, un instalador puede ajustar el modo de detección respectivo, usando una interfaz de usuario o un conmutador. Como alternativa o adicionalmente y a la vista de que el tipo anterior de balasto de arranque rápido de lámpara doble se emplea por lo general en redes eléctricas de 60 Hz mientras que los tipos inductivo / capacitivo se usan en redes eléctricas de 50 Hz, preferiblemente la unidad de control 10' puede comprender además un detector de frecuencia, de tal modo que la unidad de control 10' y el microprocesador 102" funcionan de acuerdo con dicho primer modo de detección en el caso de que se determine una corriente alterna de 50 Hz y de acuerdo con dicho segundo modo de detección en el caso de que se determine una corriente alterna de 60 Hz.

La invención se ha ilustrado y descrito con detalle en los dibujos y la descripción anterior. Tales ilustración y descripción han de considerarse ilustrativas o a modo de ejemplo y no restrictivas; la invención no se limita a las realizaciones divulgadas. Por ejemplo, puede ser posible accionar la invención de acuerdo con una realización en la que:

- la unidad de LED 7, 7', 7", 7"" solo comprende un único LED 44,
- la unidad de LED 7, 7', 7", 7"" comprende un OLED o un diodo de láser como elemento emisor de luz,

ES 2 536 284 T3

- el dispositivo de conmutación 9, 9' y / o la unidad de control 10, 10', 10" se forman en una sola pieza con uno de los casquillos de lámpara 5,
- en lugar del rectificador 8, un circuito de rectificación se forma en una sola pieza con la unidad de LED 7, 7', 7", 7"',
- 5 - la disposición de acuerdo con la realización de la figura 9 se combina con unas de las realizaciones de la figura 8, 8a u 8b, es decir, con un circuito de realimentación 60, 60' o 60",
- en las realizaciones de la figura 10, 12 y / o 15, la generación de la señal de control para el MOSFET 101 se obtiene por un circuito de temporizador analógico, controlado por el microcontrolador 102, 102', 102"
- en lugar de un MOSFET 101, se usa un transistor bipolar, un IGBT o un tipo diferente de conmutador controlable,
- 10 - en las realizaciones de la figura 10, 12 y / o 15 se proporciona una interfaz de usuario, de tal modo que el valor de compensación previamente definido puede ajustarse por un usuario,
- en la realización de la figura 12, como alternativa o adicionalmente a una determinación de la corriente en las etapas 142 y 144, se determina el consumo de potencia de la unidad de LED 7' y / o
- en la realización de la figura 15, se elige un umbral de tensión diferente de 175 V o el umbral de tensión es un
- 15 intervalo de exclusión.

REIVINDICACIONES

1. Lámpara de retroadaptación de LED (1), adaptada para su funcionamiento con una corriente alterna y con un balasto de lámpara reactivo (26, 26', 26''), que comprende por lo menos

- 5 - una unidad de LED (7, 7', 7'', 7'''),
- un circuito de compensación con un dispositivo de conmutación controlable (9, 9'), conectado en paralelo a dicha unidad de LED (7, 7', 7'', 7''') para proporcionar una trayectoria de corriente alternativa, y
- 10 - una unidad de control (10, 10', 10''), que está adaptada para controlar dicho dispositivo de conmutación en un modo de compensación, modo en el que dicho dispositivo de conmutación (9) se ajusta a un estado de conducción durante el tiempo que dure un periodo de derivación en cada semiciclo de dicha corriente alterna durante una fase reactiva de dicha corriente alterna, y que está configurada para adaptar el consumo de potencia de la unidad de LED (7, 7', 7'', 7''') a un valor de compensación previamente definido, comprendiendo la unidad de control una circuitería de realimentación para medir una corriente y / o tensión de dicha lámpara de LED y que
- 15 está adaptada para controlar la duración de dicho periodo de derivación de acuerdo con dicha corriente y / o tensión medida;

caracterizada por que,

20 la unidad de control (10, 10', 10'') está adaptada además para funcionar en un primer modo de detección, modo en el que

- el dispositivo de conmutación (9, 9'') se acciona con un primer conjunto de parámetros de control de temporización, de tal modo que un tiempo de fin de derivación de dicho periodo de derivación se corresponda con un paso por cero de dicha corriente alterna,
- 25 - se determina la corriente de dicha unidad de LED (7, 7', 7'', 7'''),
- el dispositivo de conmutación (9, 9') se acciona con por lo menos un segundo conjunto de parámetros de control de temporización, de tal modo que dicho tiempo de fin de derivación no se corresponda con un paso por cero de dicha corriente alterna,
- 30 - se determina de nuevo la corriente de dicha unidad de LED (7, 7', 7'', 7''') y
- en el caso de que la corriente determinada de acuerdo con dicho primer conjunto sea menor que la corriente determinada de acuerdo con dicho segundo conjunto, el dispositivo de conmutación (9, 9') se acciona con dicho primer conjunto de parámetros de control de temporización en lugar de continuar el funcionamiento con el segundo conjunto de parámetros de control de temporización.

35 2. Lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho dispositivo de conmutación (9, 9') se controla de tal modo que un tiempo de inicio de derivación se corresponda con un paso por cero de dicha corriente alterna.

40 3. Lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho dispositivo de conmutación (9, 9') es un dispositivo de conmutación de autoenclavamiento.

4. Lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha unidad de control (10, 10', 10'') comprende un detector para determinar un paso por cero de dicha corriente alterna.

45 5. Lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha unidad de control (10, 10', 10'') está adaptada para controlar un tiempo de inicio de derivación de dicho periodo de derivación, de tal modo que dicho dispositivo de conmutación (9, 9') se ajuste al estado de conducción después de un primer periodo de retardo después de un paso por cero de dicha corriente alterna.

50 6. Lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en la que dicha unidad de control (10, 10', 10'') está adaptada además para controlar un tiempo de fin de derivación de dicho periodo de derivación, de tal modo que dicho dispositivo de conmutación (9, 9') se ajuste a un estado de no conducción después de un segundo periodo de retardo después de un tiempo de inicio de derivación de dicho periodo de derivación.

55 7. Lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, adaptada para su funcionamiento con un balasto de lámpara reactivo (26, 26', 26'') que está provisto con una unidad de corrección de factor de potencia.

60 8. Lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un conmutador de carga controlable (150), que está dispuesto en serie con dicha unidad de LED (7, 7', 7'', 7''') para desconectar por lo menos de forma temporal dicha unidad de LED (7, 7', 7'', 7''') de la alimentación.

9. Lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con la reivindicación 8, en la que dicha unidad de control (10, 10', 10'') está adaptada para funcionar en un segundo modo de detección, en el que

65

5 - el conmutador de carga (150) se controla para desconectar dicha unidad de LED (7, 7', 7'', 7''') de la alimentación,
 - la tensión en dicha lámpara de LED (1) se determina y se compara con un umbral de tensión y
 - en el caso de que la tensión determinada sea igual a o más alta que dicho umbral de tensión, el dispositivo de conmutación (9, 9') se acciona con por lo menos un tercer conjunto de parámetros de control de temporización y
 10 - en el caso de que la tensión determinada sea más baja que dicho umbral de tensión, el dispositivo de conmutación (9, 9') se acciona con por lo menos un cuarto conjunto de parámetros de control de temporización, en la que el periodo de derivación de acuerdo con dicho tercer conjunto de parámetros de control de temporización en cada semiciclo de dicha corriente alterna no se superpone sustancialmente con el periodo de derivación de acuerdo con dicho cuarto conjunto de parámetros de control de temporización.

15 10. Lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que la unidad de control (10, 10', 10'') comprende además un detector de frecuencia, de tal modo que la unidad de control (10, 10', 10'') funcione de acuerdo con dicho primer modo de detección en el caso de que se determine una corriente alterna de 50 Hz y de acuerdo con dicho segundo modo de detección en el caso de que se determine una corriente alterna de 60 Hz.

20 11. Sistema de iluminación (20) para su funcionamiento con una fuente de alimentación de corriente alterna, que comprende por lo menos

- un balasto de lámpara reactivo (26, 26', 26'') y
- una lámpara de retroadaptación de LED (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

25 12. Método de accionamiento de una lámpara de retroadaptación de LED (1), en combinación con una corriente alterna y con un balasto de lámpara reactivo (26, 26', 26''), comprendiendo dicha lámpara de LED (1) por lo menos una unidad de LED (7, 7', 7'', 7'''), un circuito de compensación (9, 9'), conectado en paralelo a dicha unidad de LED para proporcionar una trayectoria de corriente alternativa, una unidad de control (10, 10', 10''), que está adaptada para controlar dicho circuito de compensación y para adaptar el consumo de potencia de la unidad de LED (7, 7', 7'', 7'''), una circuitería de realimentación para medir una corriente y / o tensión de dicha lámpara de LED;
 30 que comprende las etapas de:

- accionar el circuito de compensación (9, 9') con un primer conjunto de parámetros de control de temporización, de tal modo que un tiempo de fin de derivación del circuito de compensación (9, 9') se corresponda con un paso por cero de dicha corriente alterna,
- 35 - determinar la corriente de dicha lámpara de LED (1),
- accionar el circuito de compensación (9, 9') con por lo menos un segundo conjunto de parámetros de control de temporización, de tal modo que dicho tiempo de fin de derivación del circuito de compensación (9, 9') no se corresponda con un paso por cero de dicha corriente alterna,
- determinar la corriente de dicha lámpara de LED (1), y
- 40 - en el caso de que la corriente determinada de acuerdo con dicho primer conjunto sea menor que la corriente determinada de acuerdo con dicho segundo conjunto, accionar el circuito de compensación (9, 9') con dicho primer conjunto de parámetros de control de temporización o en el caso de que la corriente determinada de acuerdo con dicho primer conjunto no sea menor que la corriente determinada de acuerdo con dicho segundo conjunto de parámetros de control de temporización, accionar el circuito de compensación (9, 9') con dicho
- 45 segundo conjunto de parámetros de control de temporización.

FIG. 1

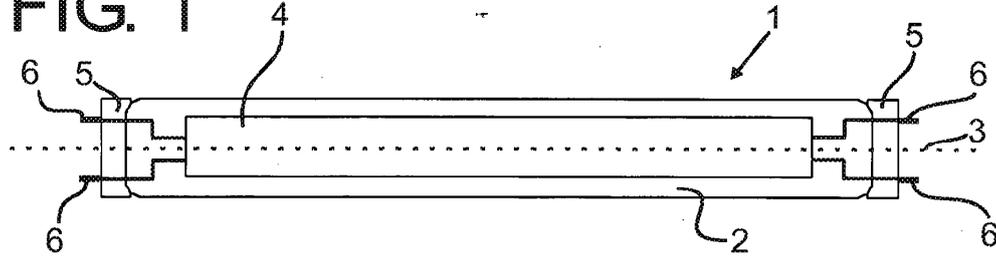


FIG. 2a

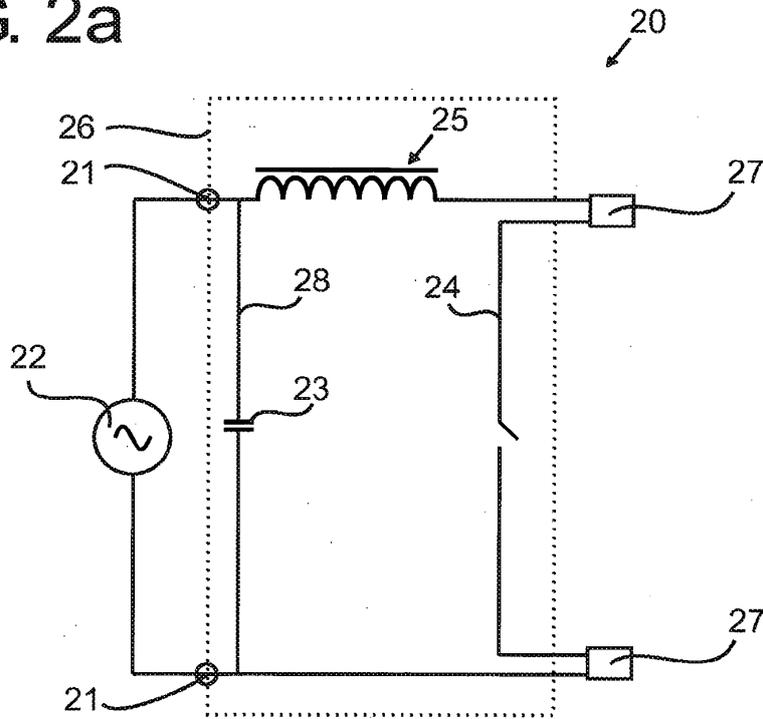


FIG. 2b

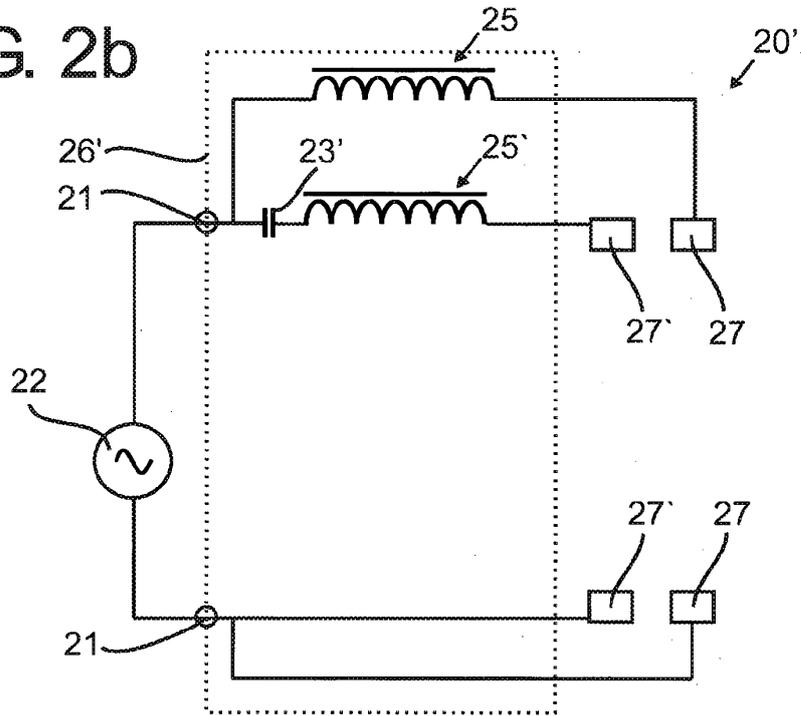


FIG. 3

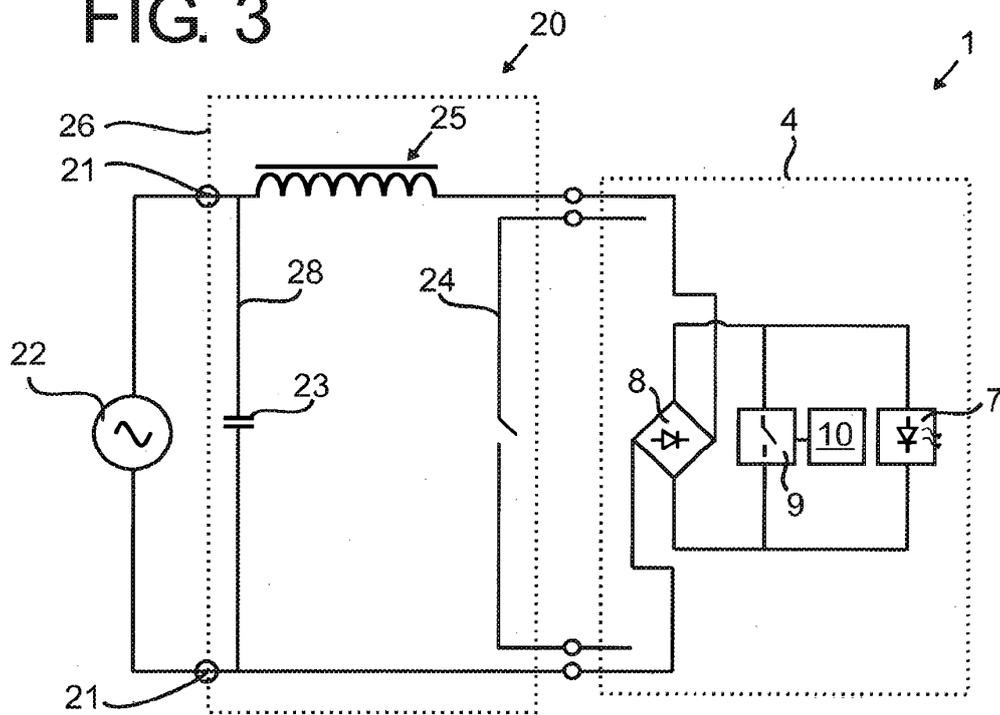


FIG. 4

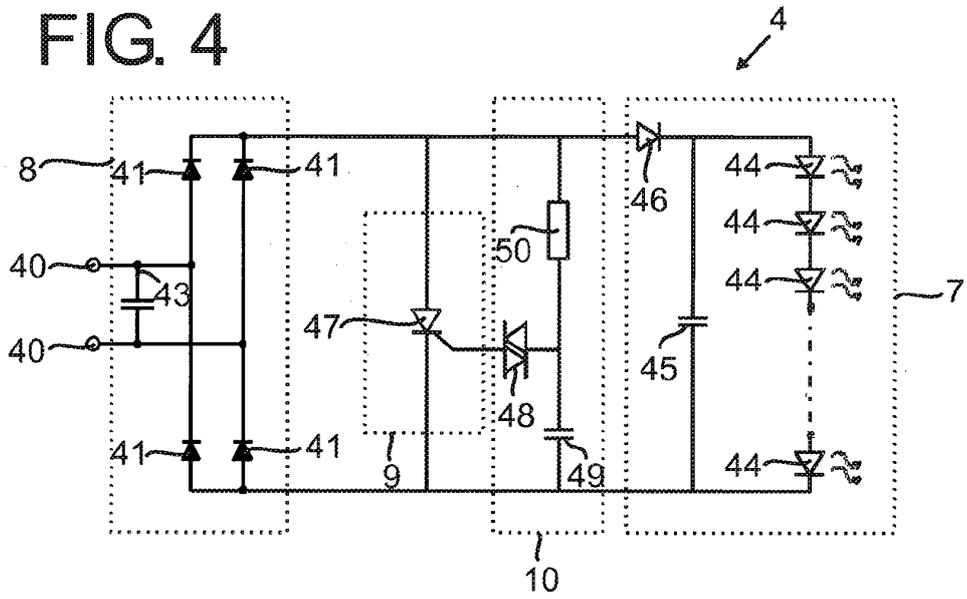


FIG. 5a

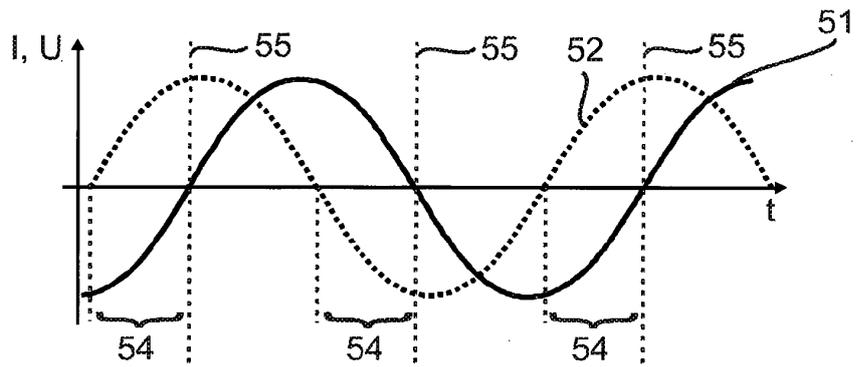


FIG. 5b

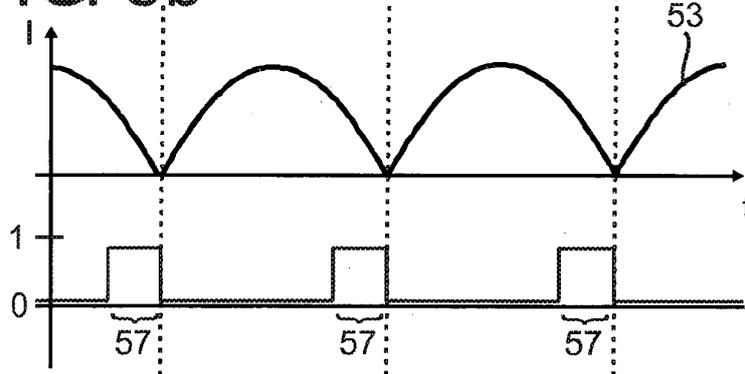


FIG. 6

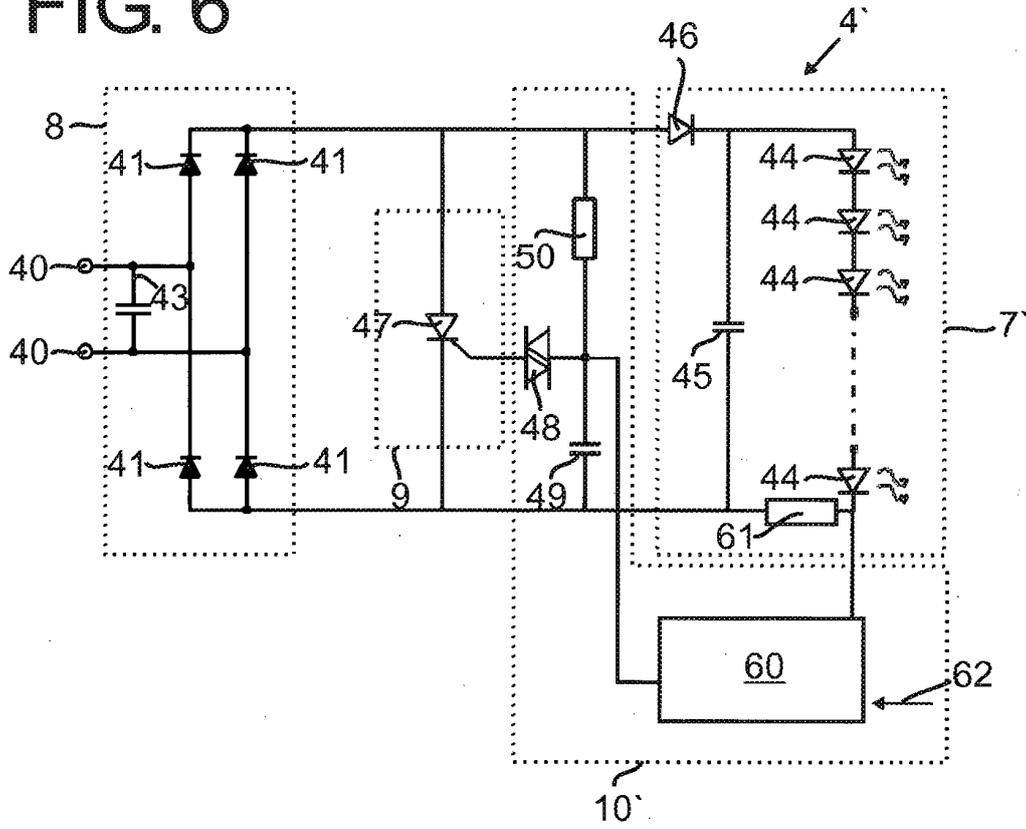
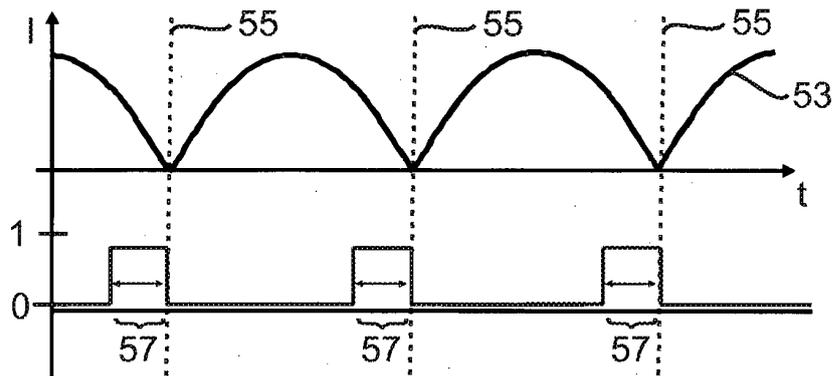


FIG. 7



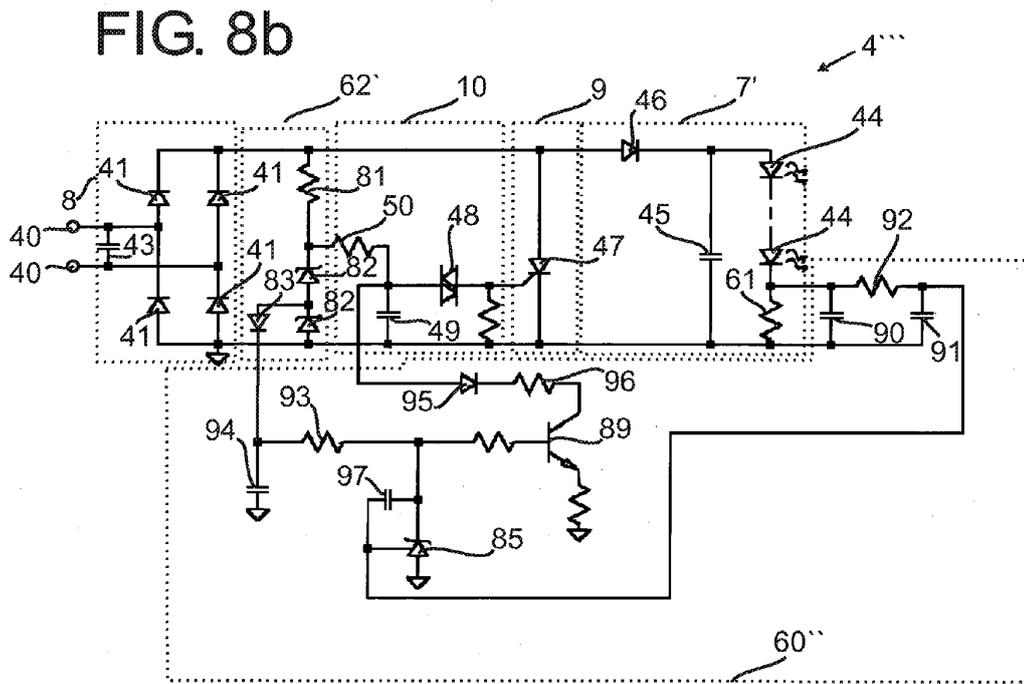
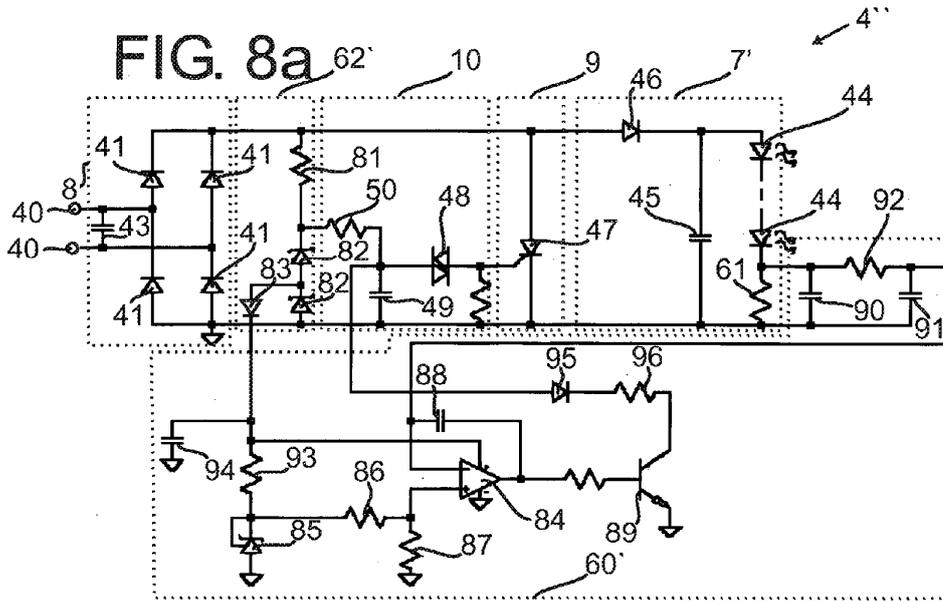


FIG. 9

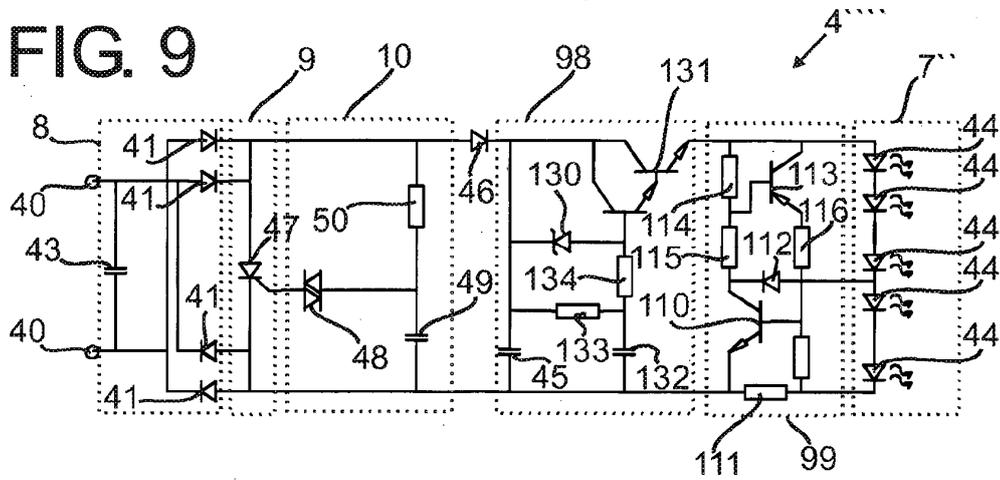


FIG. 10

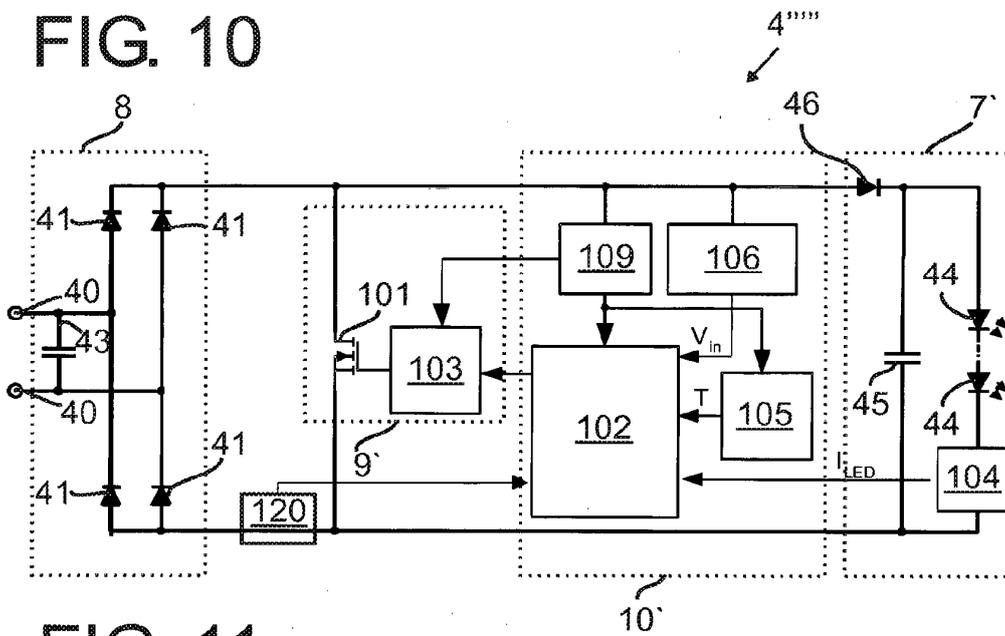
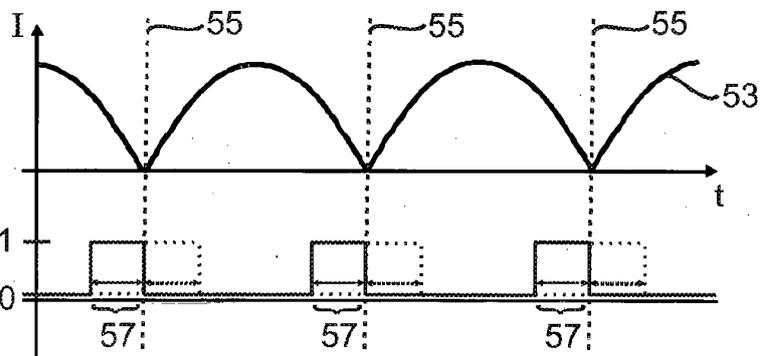


FIG. 11



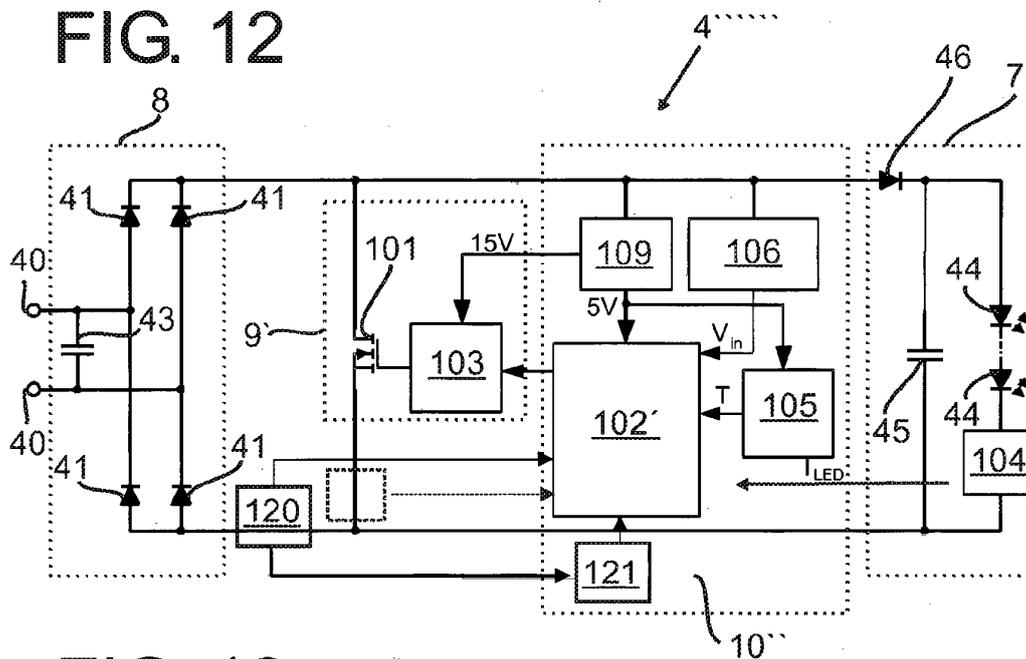


FIG. 13

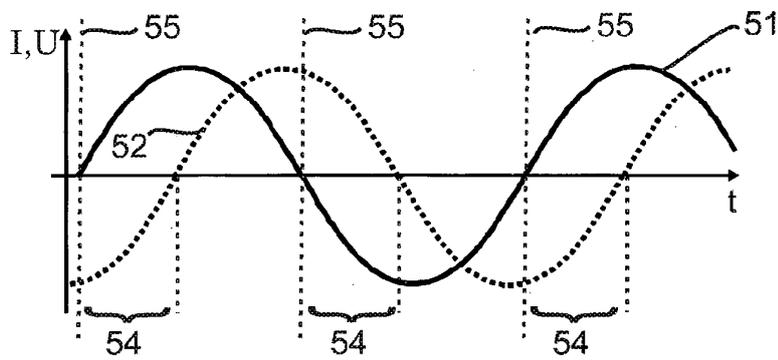


FIG. 14

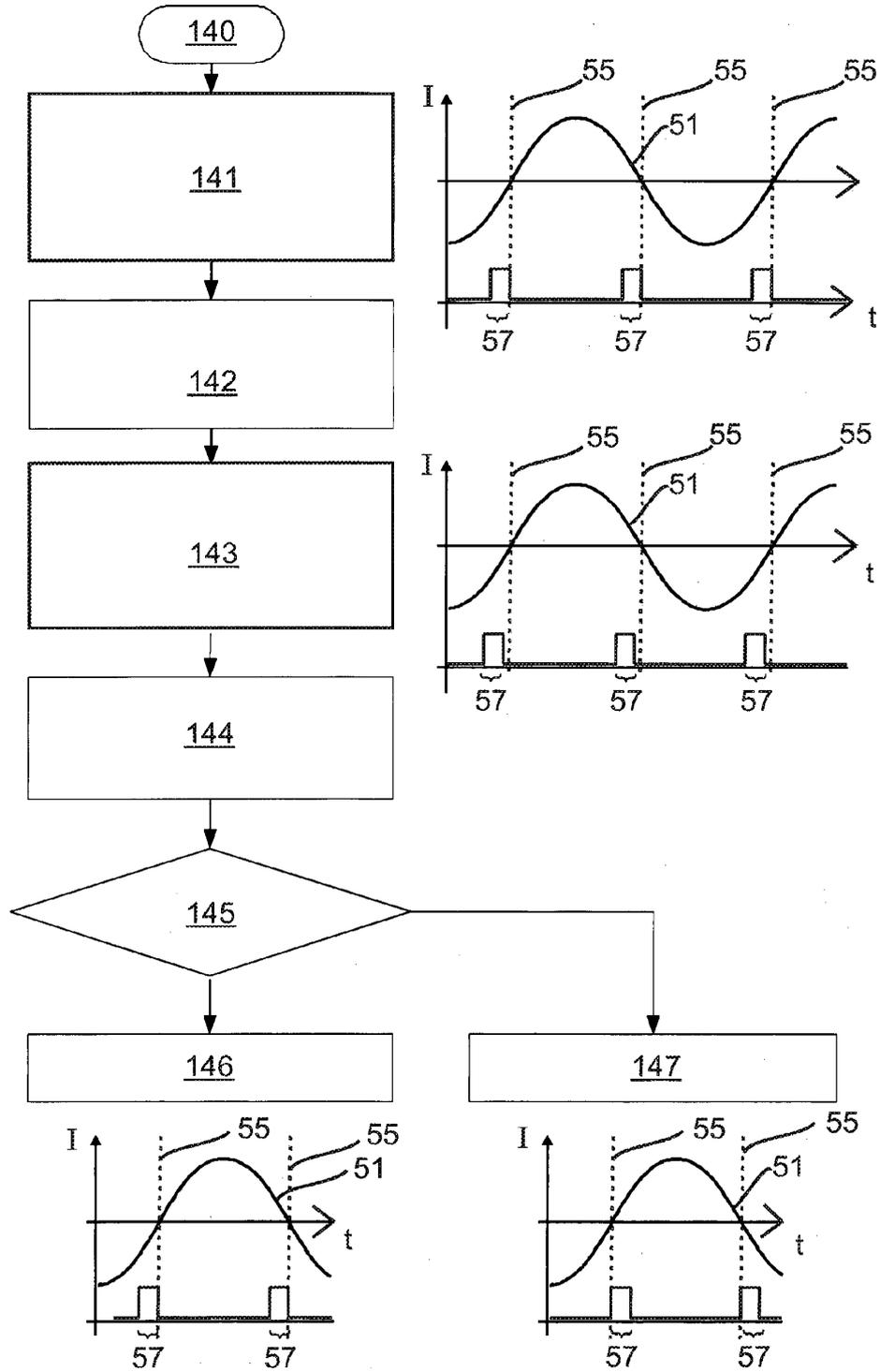


FIG. 15

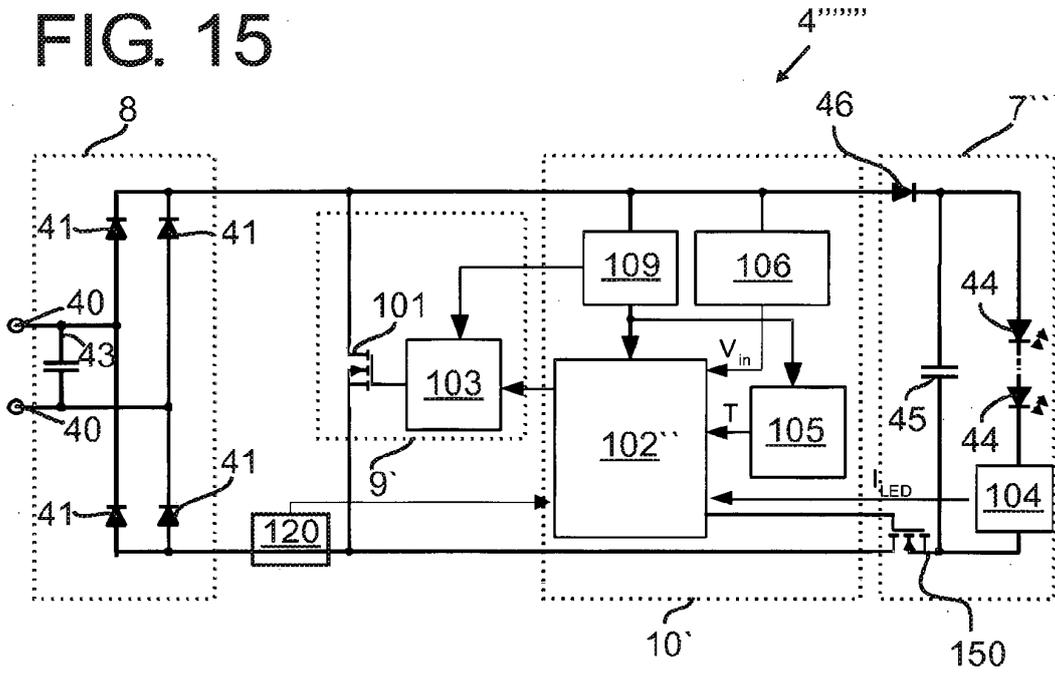


FIG. 16

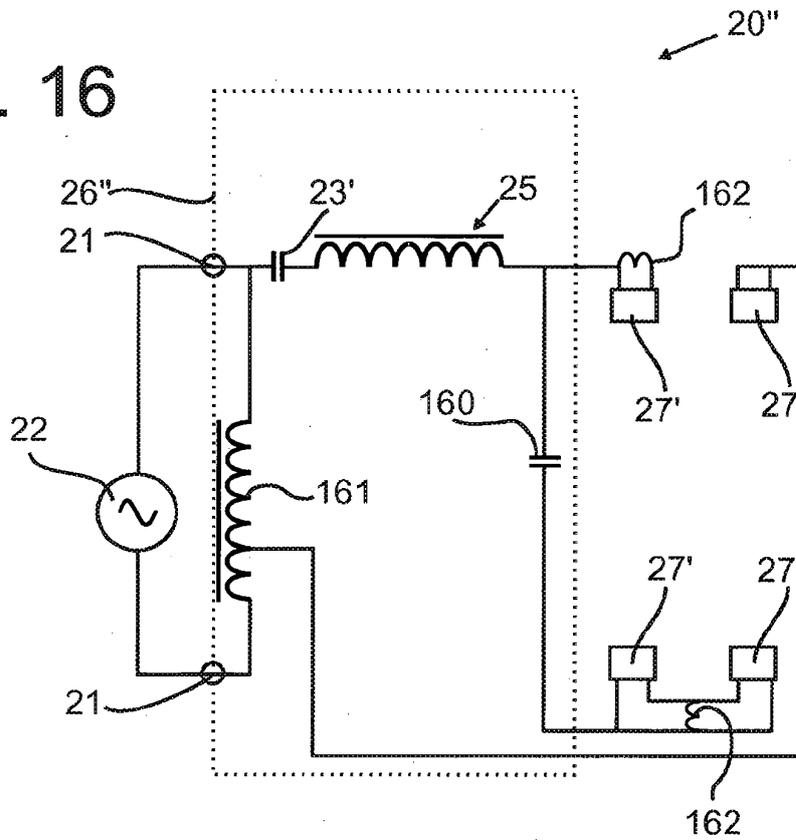


FIG. 17

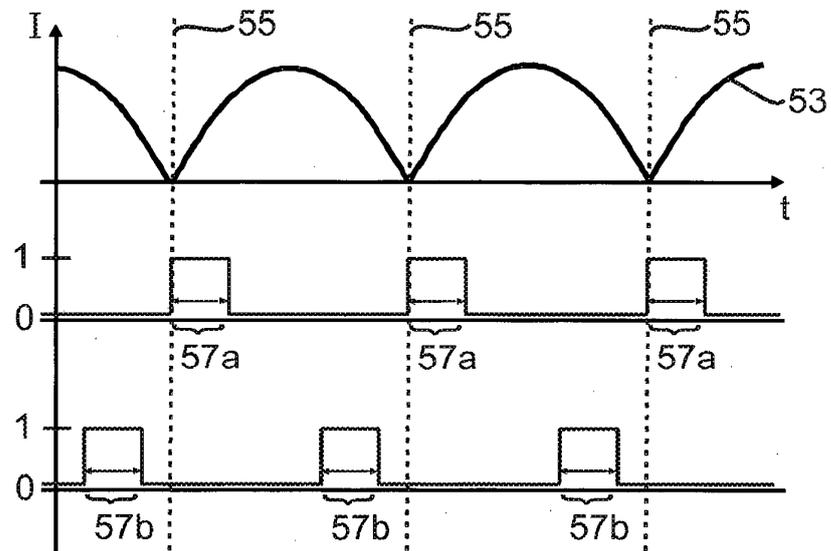


FIG. 18

