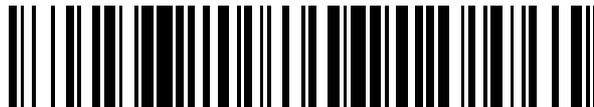


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 431**

51 Int. Cl.:

**H05B 33/08** (2006.01)

**H02M 3/07** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2011 E 11723682 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2570003**

54 Título: **Circuito adaptativo**

30 Prioridad:

**14.05.2010 CN 201010176180**

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

**10.04.2015**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**RADERMACHER, HARALD**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 533 431 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**

Circuito adaptativo

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La invención describe un circuito adaptativo para excitar una carga de CC de menor tensión a partir de una alimentación de CA de mayor tensión. La invención describe asimismo una lámpara readaptada de LED y un procedimiento para excitar una carga de CC de menor tensión a partir de una alimentación de CA de mayor tensión.

10

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Los avances en la tecnología de LED (diodo emisor de luz) han conducido al desarrollo de LEDs con un rendimiento lumínico satisfactoriamente alto, lo que los convierte en una alternativa interesante a las lámparas incandescentes o fluorescentes. Se puede diseñar fácilmente un dispositivo luminoso de LED para que supere una eficacia de 100 lm/W. Además, los LEDs son más eficientes y más fiables que las lámparas convencionales, y tienen una vida útil más larga. Por lo tanto, al utilizar LEDs para sustituir las lámparas convencionales se contribuye a una reducción en el consumo de energía y a emisiones reducidas de las centrales eléctricas. Los paquetes o chips que contienen uniones de LED conectadas en serie (para formar una cadena de LED con una tensión directa alta) son adecuados para aplicaciones generales de iluminación de bajo coste, y actualmente se encuentran disponibles dispositivos de LED que funcionan directamente a partir de una alimentación de red de CA (denominados ACLEDs o LEDs compatibles con la red (MCLEDs)). Sin embargo, existen algunos inconvenientes relacionados con su excitación directamente a partir de la red. En primer lugar, la forma de onda de corriente dada al ACLED tiene un valor de pico alto en comparación con el valor promedio. Así pues, los ACLEDs se excitan con una eficiencia reducida debido al "estatismo". En segundo lugar, el flujo de corriente a través del paquete de ACLED solo es posible cuando la tensión de red instantánea es mayor que la tensión directa de la cadena de LED del paquete. Por lo tanto, durante periodos relativamente "largos", no se emite luz. Esto se percibe como un "parpadeo" molesto, de modo que tales lámparas son inaceptables para aplicaciones tales como iluminación de interiores.

El problema del parpadeo se puede resolver utilizando un rectificador y un condensador, sin embargo, aun así se requerirá una cadena de LED de alta tensión, ya que la tensión de trabajo del LED debe ajustarse a la tensión de red rectificadora resultante. Habitualmente, un chip de LED comprende una o más uniones de LED conectadas en serie de tal modo que la suma de las tensiones directas se corresponde con la tensión de alimentación. Evidentemente, cuantas más uniones de un tamaño dado se conecten en serie para actuar como una carga de LED, mayor será el consumo de potencia de la carga de LED. Como el experto en la técnica sabe, para obtener una carga de LED con una tensión directa alta y un consumo de potencia bajo, se requeriría un tamaño de unión pequeño. Sin embargo, las uniones muy pequeñas son costosas de fabricar, y, debido a la menor área activa, la eficiencia global obtenible mediante tal dispositivo es insatisfactoria. Así pues, no se puede llevar a cabo y operar económicamente un paquete de LED de baja potencia para su funcionamiento en una red de alimentación de 230 V. Para operar un dispositivo más económico, comercialmente disponible, por ejemplo un dispositivo especificado para una red de 110 V, se debe utilizar un sistema de circuitos adicional tal como un transformador o una fuente de alimentación capacitiva para convertir la alta tensión de entrada a la baja tensión de salida necesaria. Tales circuitos son disipativos, costosos, voluminosos y pesados y están asociados con un factor de potencia inaceptablemente bajo inferior a 0,5.

Sin embargo, 0,5 es el factor de potencia mínimo especificado por algunas etiquetas energéticas para lámparas de LED. Pero incluso sin este requerimiento, es deseable conseguir un factor de potencia elevado a la vez que se minimizan las pérdidas y costes necesarios para conseguir tal factor de potencia alto. Una razón para desear un factor de potencia mayor es que, con un consumo de potencia real fijo y un factor de potencia bajo, la corriente de entrada de una carga (y por lo tanto asimismo el esfuerzo de corriente para algunos componentes) es típicamente elevada. Para conseguir al menos el factor de potencia mínimo deseado, los circuitos conocidos requieren un ajuste muy preciso de los componentes. Sin embargo, esto es muy difícil debido a las inevitables tolerancias de los componentes y las variaciones de tensión (categorías de tensión) incluso para paquetes de LED idénticos. En una aproximación alternativa, el documento JP 5709736 describe el uso de un circuito divisor capacitivo con dos o más conmutadores para obtener una tensión de reducción. Sin embargo, en el circuito descrito, al menos uno de los conmutadores estará sometido a esfuerzos de voltaje extremos durante transitorios de tensión de la red, de modo que el conmutador fallará finalmente a menos que se dote de una protección de sobretensión adicional. Igualmente, son necesarios al menos dos conmutadores, y estos se deben sincronizar de modo preciso con la señal de entrada.

Por lo tanto, es un objetivo de la invención proporcionar un circuito adaptativo mejorado que evite los problemas mencionados anteriormente.

**RESUMEN DE LA INVENCION**

El objetivo de la invención se consigue mediante el circuito adaptativo de la reivindicación 1, mediante la lámpara readaptada de LED de baja tensión de acuerdo con la reivindicación 8, y mediante el procedimiento de acuerdo con

65

la reivindicación 10 para excitar una carga de CC de menor tensión a partir de una alimentación de CA de mayor tensión rectificada.

5 De acuerdo con la invención, el circuito adaptativo para excitar una carga de CC de menor tensión a partir de una alimentación de CA de mayor tensión rectificada comprende un circuito de almacenamiento de carga, circuito de almacenamiento de carga que comprende un primer condensador y un segundo condensador conectados esencialmente en serie, en el que el segundo condensador está conectado esencialmente en paralelo con la carga, y un conmutador activo realizado como una fuente de corriente controlada para controlar una corriente de carga tal que, en un estado de conmutador cerrado, se extrae corriente de carga al menos del primer condensador del circuito de almacenamiento de carga y, durante un estado de conmutador abierto, se extrae corriente de carga esencialmente del segundo condensador.

15 Aquí, el término “mayor tensión” se debe entender en referencia a cualquier tensión de CA que tenga una forma esencialmente sinusoidal, por ejemplo la tensión de red disponible en cualquier vivienda, por ejemplo, 230 V en Europa, 110 V en Estados Unidos, etc. En lo que sigue, por simplicidad aunque sin restringir la invención en modo alguno, la alimentación de CA se puede denominar simplemente como la “alimentación de red” o la “red”. El término “menor tensión” se debe entender como una tensión especificada para un dispositivo que es considerablemente menor que la alimentación de CA de tensión (relativamente) mayor. Por ejemplo, para una tensión de alimentación de red de “mayor tensión” de 230 V, un dispositivo de “menor tensión” puede ser un dispositivo que esté diseñado de hecho para funcionar con una alimentación de red de 110 V. Para una alimentación de red de “mayor tensión” de 20 110 V, por otro lado, la carga de “menor tensión” puede ser un dispositivo de 60 V.

Una ventaja obvia del circuito adaptativo de acuerdo con la invención es que permite un funcionamiento eficiente de un dispositivo de LED de menor tensión (denominado asimismo en lo que sigue como “dispositivo de baja potencia”) a partir de una alimentación de CA de mayor tensión (por ejemplo, un dispositivo de 100 V operado en una red de 230 V), a la vez que es un circuito muy robusto en comparación con circuitos del estado de la técnica anterior que abordan este problema. Aquí, el término “carga de menor tensión” se debe entender con el significado de una tensión de alimentación de CC que requiere una carga con una tensión nominal sustancialmente menor, típicamente del orden de tan solo la mitad de la tensión de alimentación de CA.

30 Como el conmutador activo se realiza como una fuente de corriente controlada, las corrientes de equalización que tienen lugar entre el primer y el segundo condensador se pueden limitar favorablemente en comparación con un conmutador “duro” convencional. De este modo, el conmutador no está sometido a esfuerzos potencialmente dañinos debidos a incrementos súbitos de tensión y corriente al conmutar. Igualmente, como tan solo fluyen corrientes relativamente bajas a través del conmutador, este se puede realizar con un área relativamente de menor tamaño y un coste menor en correspondencia. Además, debido al modo controlado en el que se suministra corriente a la carga, es suficiente un valor relativamente bajo para el segundo condensador con el fin de obtener una baja fluctuación en la forma de onda de tensión de carga.

40 En contraste con los circuitos de alimentación capacitivos existentes, que se asocian típicamente con factores de potencia bajos, el circuito de adaptación de acuerdo con la invención puede conseguir un factor de potencia muy favorable de al menos 0,6.

45 La lámpara readaptada de LED de acuerdo con la invención comprende un medio de conexión para conectar la lámpara con una señal de alimentación de red de mayor tensión, un dispositivo de LED especificado para una alimentación de menor tensión, y tal circuito adaptativo para adaptar una tensión de la señal de alimentación de red de mayor tensión para excitar el dispositivo de LED de menor tensión.

50 Tal lámpara readaptada se puede utilizar favorablemente para sustituir las lámparas incandescentes existentes que están siendo eliminadas por razones medioambientales, y puede funcionar en tensiones de red altas tales como la alimentación de red de 230 V europea. Al incluir un circuito adaptativo de acuerdo con la invención, se pueden sustituir más económicamente las lámparas incandescentes de baja potencia, por ejemplo lámparas de 5 W-25 W, por paquetes de LED de baja potencia, baja tensión directa (por ejemplo, paquetes especificados para una tensión de red de 110 V) en lugar de tener que utilizar paquetes de LED con una tensión directa mayor (y típicamente asimismo con un consumo de potencia mayor) especificados para tensiones de red de 230 V.

60 De acuerdo con la invención, el procedimiento para excitar una carga de CC de menor tensión a partir de una alimentación de CA de mayor tensión rectificada comprende las etapas de almacenar carga en un circuito de almacenamiento de carga, circuito de almacenamiento de carga que comprende un primer condensador y un segundo condensador conectados esencialmente en serie, en el que el segundo condensador está conectado esencialmente en paralelo con la carga; y accionar un conmutador activo, conmutador activo que se realiza como una fuente de corriente controlada para controlar una corriente de carga a través de la carga tal que, en un estado de conmutador cerrado, se extrae corriente de carga al menos del primer condensador del circuito de almacenamiento de carga y, durante un estado de conmutador abierto, se extrae corriente de carga esencialmente del segundo condensador.

Las reivindicaciones dependientes y la siguiente descripción dan a conocer modos de realización y características de la invención particularmente ventajosos. Las características de los modos de realización se pueden combinar como sea adecuado.

5 El circuito adaptativo de acuerdo con la invención se puede utilizar con cualquier fuente de alimentación adecuada. Sin embargo, como la mayoría de las aplicaciones para tal adaptación de alimentación de potencia se pueden encontrar en el entorno de vivienda o doméstico, cualquier referencia a una alimentación de CA rectificadas en lo que sigue se puede entender como una señal de alimentación de red de CA rectificadas de onda completa, aunque sin que esto restrinja la invención en modo alguno.

10 El conmutador activo se puede realizar utilizando cualquier tipo adecuado de sistema de circuitos de conmutación, y se puede conmutar de acuerdo con cualquier estado predefinido deseado. En un modo de realización particularmente preferido de la invención, el circuito adaptativo comprende solo un único conmutador activo. Este único conmutador es suficiente para implementar la conmutación entre estados de carga y descarga del circuito de almacenamiento de carga y para proporcionarle a la carga una tensión de salida satisfactoriamente estable. Cuando el conmutador activo se "abre", tan solo fluye una corriente mínima (por ejemplo, una corriente de fuga o una corriente de alimentación auxiliar necesaria para excitar una entrada de control del conmutador) a través del conmutador en este estado. Cuando el conmutador activo se "cierra", puede fluir una corriente hasta un valor máximo predefinido a través del conmutador.

15 El circuito de almacenamiento de carga se realiza preferiblemente como un "divisor capacitivo", es decir, el circuito de almacenamiento de carga comprende preferiblemente dos condensadores conectados en serie, y la carga se conecta a través de uno de estos condensadores. La tensión de entrada al circuito adaptativo (y por lo tanto asimismo al circuito de almacenamiento de carga) se aplica entre un primer nodo de tensión de entrada y un segundo nodo de tensión de entrada, denominado en lo que sigue como el "nodo de tierra". La carga se conecta en paralelo con el segundo condensador entre un nodo intermedio y el nodo de tierra. Como este tipo de circuito "divide" eficazmente la tensión de entrada y presenta solo una fracción de la tensión de entrada a través de la carga, actúa como un "divisor".

20 En el circuito adaptativo controlado activamente de acuerdo con la invención, la carga se excita preferiblemente de modo esencialmente continuo desde el segundo condensador, mientras que el conmutador activo se acciona periódicamente para aumentar la corriente de carga con corriente suministrada por el primer condensador cuando se descarga. La parte del circuito adaptativo que comprende el segundo condensador conectado en paralelo con la carga se puede considerar por lo tanto como un tipo de "amortiguador" para estabilizar la tensión de carga, mientras que la parte del circuito adaptativo que comprende el primer condensador y el conmutador activo se puede considerar como una fuente adicional de corriente que se puede utilizar para cargar el segundo condensador.

25 El conmutador activo, conectado esencialmente a través del primer condensador, se realiza preferiblemente para desacoplar la carga con respecto al primer condensador (y por lo tanto igualmente con respecto a la alimentación de entrada) durante un estado de carga del circuito de almacenamiento de carga, es decir, mientras que los condensadores primero y segundo se están cargando (cuando la tensión momentánea a través de la entrada al circuito adaptativo es lo suficientemente alta para cargar la conexión en serie de los dos condensadores) y para alimentar la carga con corriente del segundo condensador durante un estado de descarga del circuito de almacenamiento de carga (cuando la tensión a través de la entrada al circuito adaptativo ha disminuido). De este modo, el circuito activo puede controlar o limitar el flujo de corriente a través de la carga, y puede asegurar una alimentación de corriente suficiente a la carga independientemente del estado de carga del circuito capacitivo-divisor.

30 Un conmutador activo se puede realizar utilizando cualesquiera componentes electrónicos adecuados. En un modo de realización preferido de la invención, el conmutador activo comprende un transistor tal como un transistor de unión bipolar (BJT), un transistor de efecto campo tal como un MOSFET, un par de Darlington, etc., en conjunción con una fuente de tensión conectada entre el nodo intermedio y una entrada de control (por ejemplo, una base o puerta) del transistor. Preferiblemente, se incluye una resistencia en la trayectoria compartida por la corriente de carga del transistor y la señal de excitación de la carga. Eficazmente, la tensión de entrada de control menos la caída de tensión a través del transistor (la tensión base-emisor o la tensión puerta-fuente) determina la máxima caída de tensión posible a través de esta resistencia y por lo tanto igualmente la máxima corriente posible a través del conmutador activo. La fuente de tensión puede ser cualquier componente o circuito adecuado que sea capaz de presentar una tensión esencialmente constante independientemente del flujo de corriente a través suyo. Diversas posibilidades serán conocidas por el experto en la técnica. Por ejemplo, la fuente de tensión puede comprender un diodo Zener. En tales realizaciones, en las que el cierre del conmutador depende de una tensión (la tensión de base o de puerta), el conmutador activo se comporta como una fuente de corriente dependiente o controlada.

35 El conmutador activo se abre o se cierra de acuerdo con la tensión en la base o la puerta del transistor. Al controlar esta tensión, el instante en el que el transistor se abre o se cierra se puede controlar igualmente. Por lo tanto, en un modo de realización particularmente preferido de la invención, el conmutador activo comprende igualmente un controlador de conmutador realizado para controlar el conmutador activo en un intervalo de tensión de entrada

específico. En tal realización, por ejemplo, el controlador de conmutador puede comprender un transistor cuya tensión de base o de puerta se controla mediante un diodo Zener con una tensión adecuada conectado entre la puerta y una salida de un divisor de tensión conectado a través de los nodos de tensión de entrada. Cada vez que la tensión de entrada sube por encima de un cierto nivel de tensión, el diodo Zener se rompe, el transistor del controlador de conmutador comienza a conducir, y por tanto disminuye la tensión en la entrada de control del conmutador activo, y el conmutador activo se abre, es decir, apenas permite que fluya corriente desde el primer condensador a la conexión en paralelo del LED y del segundo condensador.

En un modo de realización preferido adicional de la invención, el controlador de conmutador se podría realizar para cerrar el conmutador activo en un momento específico. En tal realización, el controlador de conmutador podría comprender un microcontrolador programado para suministrar una señal de accionamiento del conmutador adecuada de acuerdo con un esquema de conmutación predefinido. Una lámpara que comprende tal controlador de conmutador podría "sintonizarse" así exactamente de modo que su conmutador activo se abra o se cierre solo en ciertos instantes predefinidos con relación a la forma de la tensión de entrada. Típicamente, el esquema de conmutación de tal modo de realización temporizado se sincronizará con la tensión de entrada de CA. Una conmutación con control combinado de tensión y tiempo es posible igualmente. Como ejemplo, el conmutador activo podría cerrarse algo después de que la tensión de red haya caído por debajo de un cierto primer valor umbral y abrirse tan pronto como la tensión de red suba por encima de un segundo valor umbral (posiblemente diferente). El circuito de control para el conmutador activo se adapta preferiblemente a la tensión y la frecuencia de la señal de entrada de CA, es decir, se pueden utilizar diferentes valores umbrales y diferentes temporizaciones para sistemas con diferentes características, por ejemplo una frecuencia de red de 50 Hz o 60 Hz; una tensión de alimentación de red de 100 V o 230 V, etc.

Como se indicó anteriormente, el circuito adaptativo utiliza una señal de CA de mayor tensión rectificadas para producir una salida de menor tensión para excitar una carga. El circuito adaptativo se puede utilizar por lo tanto conjuntamente con cualquier circuito de rectificación adecuado, y se puede realizar con medios de conexión adecuados, y se puede excitar a partir de cualquier señal de CA adecuada. Por lo tanto, en un modo de realización particularmente preferido de la invención, el circuito adaptativo incluye tales medios de rectificación, que podrían comprender, por ejemplo, un rectificador de puente de diodo para realizar una rectificación de onda completa en la señal de CA, por ejemplo a partir de una alimentación de red de CA. Para mejorar el comportamiento del circuito en respuesta a transitorios, el circuito adaptativo puede comprender igualmente una resistencia de irrupción para amortiguar un incremento súbito de tensión o corriente.

Los componentes del circuito adaptativo se escogen preferiblemente de modo que el circuito adaptativo sea particularmente adecuado para adaptar una tensión de entrada procedente de una alimentación de red de 230 V a una tensión de salida con un intervalo de 80 V a 140 V.

Cuando se realiza para funcionar con una alimentación de red, tal como una alimentación de red europea, el dispositivo de LED de baja potencia de la lámpara readaptada de LED de acuerdo con la invención comprende preferiblemente un dispositivo de LED de 2 W y el circuito adaptativo se realiza para excitar el dispositivo de LED a partir de una alimentación de red de 230 V mediante una elección adecuada de componentes como se indicó anteriormente. Por supuesto, cualquier otro paquete de LED adecuado se podría utilizar en la lámpara readaptada de LED inventiva, y el modo de realización mencionado aquí se debe entender como ejemplar.

El conmutador activo se puede abrir o cerrar en cualquier momento. Sin embargo, como el comportamiento de carga y descarga de los condensadores se relaciona directamente con la forma de la tensión de red, las formas de las tensiones en el primer nodo de tensión de entrada y el nodo intermedio están igualmente vinculadas con la forma de la tensión de red. La carga puede ser excitada así óptimamente cerrando o abriendo el conmutador en instantes de tiempo adecuados. Por lo tanto, en un modo de realización preferido del procedimiento de acuerdo con la invención, el conmutador activo se acciona sincronizadamente con la tensión de la alimentación de red de CA, es decir, el conmutador se abre o se cierra en instantes que corresponden a ciertos "puntos" a lo largo de la forma de tensión de entrada.

El instante real en el que el conmutador activo se abre o se cierra puede influir en el circuito de diversas maneras. En tanto en cuanto el conmutador esté abierto, la corriente de entrada solo se puede extraer de la red mientras los condensadores están en carga. En el procedimiento de acuerdo con la invención, al cerrar el conmutador en una cierta etapa, es decir, influyendo en el comportamiento del circuito de almacenamiento de carga, se puede ofrecer una "trayectoria" adicional para un flujo de corriente de entrada. Por lo tanto, en un modo de realización preferido adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, el instante de accionamiento del conmutador activo se elige de acuerdo con una reactancia aparente deseada del circuito adaptativo, es decir, la reactancia "vista" desde los terminales de entrada. Al conmutar el conmutador activo cerrado durante una cierta "sección" de la forma de tensión de entrada, se puede ver la carga (desde el punto de vista de la alimentación de red) como comportándose como una carga capacitiva o una carga inductiva. De este modo, la lámpara se puede "sintonizar" para actuar como una carga capacitiva o inductiva. Para una aplicación de iluminación con muchas de tales lámparas readaptadas de LED, una cierta proporción se puede realizar para actuar como cargas inductivas, y otra proporción se puede realizar para actuar como cargas capacitivas. De este modo, la reactancia de las cargas en su conjunto no es ni excesivamente

capacitiva ni excesivamente inductiva. Otra ventaja de controlar el flujo de corriente en relación al pico de carga del circuito de almacenamiento de carga es que se puede influir en los armónicos de la forma de onda de corriente de entrada. Generalmente, es deseable reducir el número de armónicos de orden superior en la corriente extraída de la red, ya que los armónicos de orden superior restan del factor de potencia global del circuito. Utilizando un esquema de conmutación favorablemente elegido, la corriente de entrada se puede ajustar de modo que tenga un armónico fundamental marcado y tan solo armónicos de orden superior menores. El circuito adaptativo puede realizarse asimismo para cumplir con requerimientos regulatorios adicionales para aplicaciones de iluminación. En algunos países, no solo están regulados el factor de potencia y los armónicos, sino que se especifican igualmente el punto de partida, el punto de pico y el punto final de un flujo de corriente de entrada de la red a la carga. Cuando estos parámetros se especifican, habitualmente se imponen requerimientos menos exigentes en los armónicos de orden superior. El circuito adaptativo se puede realizar para proporcionar las formas de onda de corriente de entrada requeridas con el fin de satisfacer tales requerimientos, por ejemplo haciendo más uso de la controlabilidad continua a lo largo del tiempo del conmutador activo. En la mayoría de los ejemplos descritos hasta ahora, la descarga del primer condensador a través del conmutador activo se realiza mientras la tensión de entrada es menor que la tensión almacenada en el condensador. En estos casos, la corriente de descarga no es apreciable en los terminales de alimentación de la entrada del circuito adaptativo. Cuando tiene lugar la activación (es decir, el cierre del conmutador) durante un período de tiempo en el que el valor instantáneo de la tensión de entrada es menor que la tensión almacenada en el condensador, parte de la corriente del conmutador se extrae directamente de los terminales de entrada.

Así pues, durante estos periodos, se puede programar una corriente de entrada controlada activamente.

En un ejemplo sencillo se puede determinar con anterioridad una forma de onda de corriente predefinida con una eficiencia y contenido de armónicos optimizados y almacenarla en una memoria del circuito adaptativo. A continuación, tras la sincronización con la frecuencia de entrada, la corriente del conmutador activo se controla de acuerdo con la forma de onda predeterminada para generar la corriente de entrada deseada. Con este fin, el circuito adaptativo puede comprender una memoria no volátil y una unidad de reproducción de la forma de onda. Preferiblemente, el circuito adaptativo comprende un microcontrolador capaz de ejecutar un programa o algoritmo adecuado.

En un modo de realización preferido de la invención, la cantidad total de potencia suministrada a la carga se determina mediante la señal de control dada al conmutador activo. Mediante la temporización adecuada del conmutador con relación a las señales en el lado de entrada, la corriente suministrada a la carga, y por lo tanto igualmente la potencia, se puede controlar como se desee.

Como es deseable permitir que los condensadores se carguen completamente antes de permitir que se descarguen de nuevo, en un modo de realización preferido adicional de la invención, el conmutador activo se conmuta de abierto a cerrado para iniciar un estado de descarga del circuito de almacenamiento de carga. Dicho de otro modo, el conmutador solo se cierra una vez que la tensión de entrada ha llegado a su pico, ya que, tras este momento, la carga a través de los condensadores ha alcanzado su máximo y no aumentará más.

Cuando el conmutador activo se realiza utilizando un transistor, el conmutador se cerrará, es decir, conducirá, siempre que la tensión de base o de puerta supere un cierto nivel, y el conmutador se controlará eficazmente con una señal de excitación discreta que se puede generar utilizando un diodo Zener adecuado. El conmutador activo podría realizarse no obstante utilizando una alternativa a la fuente de tensión Zener discreta descrita anteriormente. Por lo tanto, en otro modo de realización preferido de la invención, el conmutador activo se acciona mediante una señal de excitación continua. Por ejemplo, con un sistema de circuitos adecuada entre un transistor para medir la tensión de alimentación y la entrada de control del conmutador activo, la corriente del conmutador activo se puede disminuir y aumentar lentamente, de tal modo que el conmutador activo reciba una señal de excitación continua durante al menos parte del tiempo. En un modo de realización adicional, el microcontrolador puede generar tal señal de excitación continua (por ejemplo, utilizando un generador de modulación en anchura de pulso basado en tiempo y un filtro de paso bajo, o utilizando un convertidor analógico-digital) y se puede realizar no solo para controlar la apertura o cierre del conmutador, sino asimismo para controlar activamente la cantidad permitida de corriente en cualquier momento.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 muestra un circuito adaptativo del estado de la técnica anterior;  
 la fig. 2 muestra un diagrama de circuito de un circuito adaptativo de acuerdo con primer modo de realización de la invención;  
 la fig. 3 ilustra el principio de funcionamiento del circuito de la fig. 2;

la fig. 4 muestra un diagrama de circuito de un circuito adaptativo de acuerdo con un segundo modo de realización de la invención;

la fig. 5 muestra gráficos de corriente y tensión para el circuito adaptativo de la fig. 4;

la fig. 6 muestra un conjunto adicional de gráficos de corriente y tensión para el circuito adaptativo de la fig. 4;

la fig. 7 muestra una visualización esquemática de una lámpara readaptada de LED de acuerdo con un modo de realización de la invención.

5 En los dibujos, números similares se refieren a objetos similares a lo largo de los mismos. Los objetos en los diagramas no están necesariamente dibujados a escala.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE INVENCION

10 La fig. 1 muestra un circuito adaptativo 10 del estado de la técnica anterior del tipo descrito en el documento JP 5709736 para reducir una tensión de entrada aplicada a través de terminales de entrada 170, 171 con el fin de obtener una menor tensión para una carga conectada a través de terminales de salida 180, 181. Ese tipo de circuito es adecuado para aplicaciones de dispositivos pequeños tales como dispositivos de mano, en los que un transformador sería inadecuado debido a su tamaño y peso. La tensión de entrada puede ser una tensión de CC o una tensión de CA rectificada. Un primer conmutador 11, un primer condensador 13, un diodo 16 y un segundo condensador 14 se conectan en serie. Un segundo diodo 15 se conecta en paralelo con el primer diodo 16 y el segundo condensador 14. Un segundo conmutador 12 se conecta a través del primer condensador 13 y el primer diodo 16. Para reducir la tensión de entrada, los conmutadores primero y segundo 11, 12 se conmutan alternativamente. Cuando el primer conmutador 11 se cierra (y el segundo conmutador 12 se abre), los condensadores 13, 14 conectados en serie se cargan y la carga se excita por la tensión que se acumula entre el primer diodo 16 y el segundo condensador 14. A continuación, el segundo conmutador 12 se cierra y el primer conmutador 11 se abre. Durante este tiempo, los condensadores 13, 14 se descargan de modo que la carga se excita por ambos condensadores 13, 14. En este circuito del estado de la técnica anterior, los valores de los condensadores 13, 14 deben ser iguales para obtener una tensión de salida que sea la mitad de la tensión de entrada. Extendiendo el circuito de reducción para comprender N condensadores en serie, se puede obtener una división de tensión de 1/N.

15 Sin embargo, este tipo de circuito 10 tiene una serie de desventajas. Por ejemplo, si este circuito se desconecta de la red, ambos conmutadores deben sincronizarse exactamente en una relación temporal específica con la señal de tensión de red. Es necesario un mínimo de dos conmutadores con el fin de poder utilizar una entrada de red de onda completa. Igualmente, como el flujo de corriente entre los dos condensadores en el momento de cerrar el conmutador 12 puede alcanzar un valor grande, los componentes deben ser especificados para tensiones de pico elevadas, haciendo que necesariamente deban ser más grandes y más costosos en comparación con componentes que no necesitan soportar tales corrientes de pico. Además, mientras el conmutador 11 se abre, cualquier transitorio de tensión presente en los terminales de entrada 170, 171 (por ejemplo, causado por subidas de tensión en la red a la que los terminales de entrada están conectados) no está limitado o cortocircuitado y dará como resultado un esfuerzo de tensión a través del conmutador 11. En un estado cerrado del conmutador 11, los incrementos súbitos conducirán a una alta corriente a través del conmutador 11. En resumen, el conmutador 11 se ve expuesto a elevados esfuerzos al ser operado con tensiones de red reales distorsionadas por incrementos súbitos. Además, solo son posibles razones de división de tensión de 1/N, de modo que las aplicaciones son limitadas.

20 La fig. 2 muestra un circuito adaptativo 1 de acuerdo con un primer modo de realización de la invención, utilizado para excitar una carga 2 de menor tensión a partir de una entrada de tensión mayor. En este ejemplo, la entrada de tensión mayor se deriva realizando una rectificación de onda completa en una alimentación de red 3 de 230 V de CA, utilizando un rectificador de puente de diodo 20. Una resistencia R1 puede preceder al rectificador 20. La carga que va a ser excitada por el circuito adaptativo 1 comprende un paquete de LED 2 de 2 W y 110 V. El circuito adaptativo 1 comprende un circuito de almacenamiento de carga 21 compuesto por un primer condensador C1 y un segundo condensador C2 conectados en serie, con dos diodos D1, D2 en una disposición 21 que se puede denominar como un "circuito de relleno de valle modificado". El circuito adaptativo 1 comprende igualmente un conmutador activo 22 que actúa como una fuente de corriente controlada 22, que se construye utilizando una fuente de tensión V2, un transistor Q1, y resistencias R2, R3 de limitación de corriente. Valores ejemplares para los componentes del circuito se ofrecen en el diagrama.

25 Un elemento de circuito resistivo 24 opcional adicional se puede insertar en la trayectoria entre el conmutador activo 22 y el segundo condensador C2 con el fin de limitar el flujo de corriente a través de esta trayectoria en cualquier momento. El valor efectivo de tal elemento de circuito resistivo 24 puede depender de la dirección en la que fluye la corriente a través del mismo. Con este fin, el elemento de circuito resistivo 24 se puede realizar mediante una disposición adecuada de resistencias y/o diodos.

30 La fig. 3 ilustra el principio de funcionamiento de tres estados de este circuito 1. El puente de diodo 20 suministra una señal rectificada de onda completa que comprende esencialmente una serie de mitades de ondas sinusoidales positivas. En la parte superior del diagrama, en un "estado de carga" S-I, el conmutador 22 se abre mientras que los condensadores C1, C2 se cargan mediante la señal de tensión de entrada en ascenso. Como el conmutador 22 está abierto, esta parte del circuito se puede ignorar, como se indica mediante las líneas de puntos. Durante este tiempo, la carga 2 es alimentada tan solo por el segundo condensador C2 mientras se carga. Por claridad, en la fig. 3, solo los componentes relevantes en cada estado se denotan por sus signos de referencia.

Una vez que los condensadores C1, C2 se han cargado, no se extrae corriente de la red 3. Por lo tanto, en el “estado de transición” subsiguiente S-II, el lado de alimentación del circuito se puede ignorar, como se indica mediante las líneas de puntos en la segunda parte del diagrama. El conmutador está todavía abierto, de modo que este puede ser ignorado igualmente, como se indica mediante las líneas de puntos. La carga 2 es excitada de nuevo tan solo por el segundo condensador C2.

A medida que la tensión de entrada cae todavía más, ambos condensadores C1, C2 se pueden volver a descargar, como se muestra en el tercer estado S-III en la parte inferior del diagrama. El conmutador 22 se cierra, de modo que la corriente fluye a través del transistor Q1. En este “estado de descarga” o “estado equilibrado” S-III, la carga 2 es alimentada con corriente principalmente por la descarga del primer condensador C1. En este estado, la carga 2 puede extraer corriente igualmente del segundo condensador C2, como se indica en el diagrama. Igualmente, el segundo condensador C2 se puede cargar de nuevo mediante una corriente desviada del condensador activo 22. La distribución de corriente real a través de estos elementos de circuito dependerá principalmente de las tensiones en los diversos nodos en cualquier instante. Como la tensión de entrada cae, no se extrae corriente por los condensadores C1, C2 desde el lado de alimentación del circuito, de modo que esto puede ser ignorado, como se indica mediante las líneas de puntos.

La tensión aplicada a la carga 2 durante estos tres estados, S-I, S-II, S-III, no puede superar la tensión en el nodo N1, que está limitada eficazmente a un máximo de la mitad de la tensión de pico de entrada, garantizando así que la carga de menor tensión 2 se puede excitar de modo seguro. La tensión máxima que se puede acumular a través del segundo condensador C2 está gobernada por la elección de componentes para los condensadores primero y segundo, y si estos están igualados o no.

La fig. 4 muestra una realización del circuito adaptativo 1' de acuerdo con un modo de realización adicional. De nuevo, el circuito adaptativo 1' comprende un rectificador de puente de diodo 20 que realiza una rectificación de onda completa en una tensión de entrada de la red de una fuente de alimentación de red 3. Un circuito de almacenamiento de carga 21' comprende una pareja de condensadores C1, C2 conectados en serie y dos diodos D1, D2. La carga 2 se conecta a través del segundo condensador C2. En esta realización, el conmutador activo 22' comprende un par de Darlington Q1, Q2 cuya señal de base es suministrada por medio de la resistencia R2, estando limitada la tensión de base por un primer diodo Zener Z1. La tensión a través del primer diodo Zener Z1 está gobernada a su vez por un controlador de conmutador 220, que comprende un divisor de tensión R4, R5, un segundo diodo Zener Z2, y un transistor Q3. En la fig. 4, los componentes R4, R5, Z2, R6, Q3, Z1 conjuntamente con la resistencia R2 muestran un posible modo de realización de la fuente de tensión V2 descrita en las figs. 2 y 3. Un diodo de desacoplamiento D3 se incluye para permitir que la tensión de entrada se mida con precisión por el controlador de conmutador 220.

Aunque el conmutador 22' y el controlador de conmutador 220 se muestran como piezas separadas del circuito global en este diagrama, será evidente para el experto en la técnica que el conmutador 22 y el controlador de conmutador 220 funcionan conjuntamente entre sí y pueden ser considerados por lo tanto como una única “entidad” o un único conmutador activo.

De nuevo, los valores de componentes se indican en el diagrama. Los diodos Zener Z1, Z2 primero y segundo pueden tener una tensión Zener de 10 V, los transistores Q1, Q2 están especificados preferiblemente para tensiones superiores a la mitad de la tensión de entrada de pico, mientras que el transistor Q3 puede ser un transistor del tipo de baja tensión, por ejemplo, un BC337. En este modo de realización, cada vez que la tensión en la salida del divisor de tensión R4, R5 alcance la tensión Zener del segundo diodo Zener Z2, el transistor Q3 se vuelve conductor, derivando a su vez la corriente suministrada a través de la resistencia R2, cerrando así la corriente de base en el par de Darlington Q1, Q2, de tal modo que el conmutador activo 22' se abre eficazmente. En el caso de que el valor momentáneo de la tensión de entrada sea demasiado bajo para activar Q3, la pareja de transistores Q1, Q2 recibe corriente de base a través de R2 y permite un flujo de corriente de acuerdo con el valor preprogramado por el diodo Zener Z1, la resistencia de emisor R3 y la tensión de base-emisor efectiva del par de Darlington Q1, Q2. En el ejemplo ofrecido aquí, la corriente permitida será aproximadamente la diferencia entre la tensión del diodo Zener y la tensión de base-emisor del par de Darlington, dividida por la resistencia de emisor R3. Utilizando los componentes mostrados, esto da una corriente de alrededor de  $(10\text{ V} - 4\text{ V})/300\ \Omega = 28,6\text{ mA}$ .

Para este circuito adaptativo 1', utilizando los componentes indicados, la potencia de entrada es 2,72 W, mientras que la potencia de LED es 2,12 W, de modo que la eficiencia del circuito es igual al 78%. Se midió el factor de potencia de este circuito adaptativo 1' en 0,61, lo que supera favorablemente el mínimo de 0,5. Se analizó la cantidad de parpadeo óptico en la luz emitida por la carga de LED 2, y se determinó un índice de parpadeo de 0,14. Como la mayoría del parpadeo óptico para este circuito está en 200 Hz, no se puede percibir eficazmente por el ojo humano, lo que convierte al circuito adaptativo 1' en particularmente adecuado para su uso en aplicaciones de lámparas readaptadas. Se muestra un balasto capacitivo  $C_B$  opcional, que se puede utilizar para proporcionar una igualación adicional entre la tensión de entrada de CA y la tensión de carga del LED y mantener una mayor eficiencia incluso para tensiones de carga del LED que no se igualan a, aproximadamente, la mitad de la tensión de entrada de CA. Esto puede mejorar a su vez la eficiencia todavía más, a la vez que deja el factor de potencia favorablemente alto casi sin cambios, de modo que se puede conseguir una eficiencia del 87% con un factor de

potencia de 0,6. El circuito se puede modificar de acuerdo con las necesidades. Por ejemplo, en lugar de utilizar un transistor de Darlington bipolar o un par de transistores 12, Q2 en una configuración de Darlington, se podría utilizar un FET.

5 La fig. 5 muestra una serie de gráficos para corriente través de ciertos elementos del circuito de la fig. 4. Una corriente de alimentación  $I_{ps}$  se extrae de la fuente de CA 3 en tanto en cuanto los condensadores C1, C2 del circuito de almacenamiento de carga 21' estén en carga. La corriente de carga  $I_{load}$  a través de la carga 2 se muestra fluctuando entre aproximadamente 20 mA y 34 mA. La corriente  $I_{C1}$  del primer condensador a través del condensador C1 aumenta rápidamente hasta un pico durante la carga y a continuación cae a cero de nuevo cuando el condensador C1 está completamente cargado. En tanto en cuanto el conmutador permanezca abierto, no fluye corriente a través del primer condensador C1 completamente cargado. A continuación, cuando el conmutador activo 22' se cierra, hay una corriente de descarga, negativa, en la corriente  $I_{C1}$  del primer condensador, cuyo nivel se controla por el conmutador activo. Cuando el conmutador se abre, la corriente  $I_{C1}$  del primer condensador cae de nuevo a cero. La corriente  $I_{SW}$  del conmutador a través del par de Darlington Q1, Q2 oscila entre 0 A (el conmutador activo está abierto, lo que corresponde a estados S-I y S-II en la fig. 3) y -44 mA (el conmutador activo se cierra y conduce, lo que corresponde al estado S-III en la fig. 3).

La corriente  $I_{C2}$  del segundo condensador extraída del segundo condensador C2 es una composición del pico de carga de corriente de entrada, la corriente de excitación de la carga de LED y la corriente suministrada por medio del conmutador activo. En este modo de realización, la corriente suministrada desde el primer condensador C1 a través del conmutador activo 22' es mayor que el consumo real de corriente de la carga de LED 2, así pues parte de la corriente fluye como una corriente de carga al segundo condensador C2. La corriente  $I_{C2}$  del segundo condensador alcanza un máximo en la región de 40 mA durante el estado de carga del circuito de almacenamiento de carga 21', mientras que la corriente de carga de pico en el primer condensador C1 es aproximadamente 70 mA. La diferencia entre estas corrientes es la corriente  $I_{load}$  suministrada a la carga de LED 2. Como la carga 2 se sitúa esencialmente paralelo con el segundo condensador C2, la carga 2 se excita continuamente.

En la parte inferior del diagrama, se muestran las tensiones  $U_{C1}$ ,  $U_{C2}$  para los condensadores C1, C2 primero y segundo, respectivamente. La tensión  $U_{C1}$  del primer condensador puede alcanzar aproximadamente la mitad de la tensión de entrada de pico, mientras que la tensión  $U_{C2}$  a través del segundo condensador C2 (y por lo tanto igualmente la tensión a través de la carga 2) oscila alrededor de 120 V. Este nivel de tensión depende, por supuesto, de la tensión directa de la carga de LED 2 de menor tensión.

La fig. 6 muestra otro conjunto de gráficos para la tensión de red  $U_{PS}$ , corriente de red  $I_{PS}$ , tensión  $U_{C1}$  del primer condensador y tensión de carga  $U_{C2}$ . Este gráfico muestra más claramente la relación entre la tensión de red  $U_{PS}$  y la tensión  $U_{C2}$  de carga, y que la tensión de carga oscila a medida que la carga 2 es alimentada por el segundo condensador C2 mientras está en carga y a continuación a medida que la carga 2 se extrae del segundo condensador C2 cargado (mientras que el conmutador activo está abierto), y a continuación a medida que la carga es alimentada por ambos condensadores C1, C2 (mientras el conmutador activo 22' se cierra). Lo que es más importante, la fig. 6 muestra que el accionamiento del conmutador activo no da como resultado artefactos en el lado de entrada de la red del circuito adaptativo. El conmutador activo se cierra en un periodo en el que la tensión de red es tan baja que apenas es posible ningún flujo de corriente de la red al circuito adaptativo. Por lo tanto, solo aparece un pico de corriente 60 muy pequeño en el lado de red en el instante en el que se cierra el conmutador. Con ajustes adecuados, incluso este pequeño pico 60 se puede suprimir. Por ejemplo, el periodo de activación del conmutador activo se podría acortar para suprimir el pico 60. Igualmente, el periodo de activación de conmutador activo se podría desplazar hacia un instante anterior, lo que podría resultar asimismo en la supresión del pequeño pico 60.

En un modo de realización alternativo, como ya se indicó anteriormente, el período de activación del conmutador activo se podría prolongar o mover hacia una parte anterior o posterior del periodo de red para extraer intencionalmente corriente adicional de la red e influir así activamente en el comportamiento capacitivo o inductivo aparente del circuito adaptativo visto desde el terminal de entrada.

La fig. 7 muestra una lámpara readaptada de LED 4 de acuerdo con la invención, realizada como una "vela" con un conector 40 adecuado para atornillar la lámpara en un casquillo correspondiente para sustituir una lámpara incandescente del mismo tipo. En lugar de un filamento, esta lámpara readaptada comprende un paquete DCLED o ACLED 2, especificado para una alimentación de menor tensión tal como una red de 110 V, y un circuito adaptativo 1, 1' del tipo descrito anteriormente para adaptar la señal de alimentación de red de mayor tensión a una tensión menor adecuada para excitar el paquete de LED 2.

Aunque la presente invención se ha dado a conocer en la forma de modos de realización preferidos y variaciones de los mismos, se entenderá que se podrían realizar numerosas modificaciones y variaciones adicionales a la misma, sin alejarse del ámbito de la invención. El compromiso entre pérdidas en el conmutador activo, artefactos de conmutación de alta frecuencia y armónicos de baja frecuencia en la forma de onda de entrada a la carga se puede ajustar como se desee. Por ejemplo, controlando el conmutador activo con una señal de excitación continua que es de amplitud variable, se pueden evitar artefactos de alta frecuencia. Otras etapas de ajuste fino que serán conocidas

por el experto en la técnica se pueden adoptar para mejorar el comportamiento del circuito de acuerdo con la aplicación para la que se destina el circuito adaptativo.

- 5 Por claridad, se debe entender que el uso de “un” o “uno” a lo largo de esta solicitud no excluye una pluralidad, y “comprende” no excluye otras etapas o elementos. Una “unidad” puede comprender una pluralidad de unidades, a menos que se exprese de otro modo.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un circuito adaptativo (1, 1') para excitar una carga de CC de menor tensión (2) a partir de una alimentación de CA de mayor tensión rectificadora (3), circuito adaptativo (1, 1') que comprende:
- un circuito de almacenamiento de carga (21, 21'), circuito de almacenamiento de carga (21, 21') que comprende un primer condensador (C1) y un segundo condensador (C2) conectados esencialmente en serie, en el que el segundo condensador (C2) se conecta esencialmente en paralelo con la carga (2); y
- 10 un conmutador activo (22, 22') caracterizado por que se realiza como una fuente de corriente controlada (22, 22') para controlar una corriente de carga ( $I_{load}$ ) a través de la carga (2) tal que, en un estado de conmutador cerrado, se extrae corriente de carga ( $I_{load}$ ) al menos del primer condensador (C1) del circuito de almacenamiento de carga (21, 21'), y, durante un estado de conmutador abierto, se extrae corriente de carga ( $I_{load}$ ) esencialmente del segundo condensador (C2).
- 15 2. Un circuito adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un único conmutador activo (22, 22').
3. Un circuito adaptativo de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la carga (2) se excita esencialmente de modo continuo a partir del segundo condensador (C2) y en el que el conmutador activo (22, 22') se acciona periódicamente para aumentar la corriente de carga con corriente suministrada por el primer condensador (C1).
- 20 4. Un circuito adaptativo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conmutador activo (22, 22') comprende un transistor (Q1, Q2, Q3) y una fuente de tensión (R4, R5, Z2, R6, Q3, Z1).
- 25 5. Un circuito adaptativo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conmutador activo (22') comprende un controlador de conmutador (220) realizado para cerrar el conmutador activo (22') a una tensión de entrada específica y/o en un instante de tiempo específico.
- 30 6. Un circuito adaptativo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un rectificador de puente de diodo (20) para rectificar una señal de alimentación de CA ( $U_{PS}$ ).
7. Un circuito adaptativo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, realizado para adaptar una tensión de entrada ( $U_{PS}$ ) procedente de una alimentación de red de 230 V (3) a una tensión de salida ( $U_{C2}$ ) en el intervalo de 50-160 V, más preferiblemente 80-140 V, lo más preferiblemente 90-130 V.
- 35 8. Una lámpara readaptada de LED (4), que comprende:
- un medio de conexión (40) para conectar la lámpara (4) a una señal de alimentación de red de mayor tensión ( $U_{PS}$ ); un dispositivo de LED (2) especificado para una alimentación de menor tensión; y caracterizado por
- 40 un circuito adaptativo (1, 1') de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 para adaptar la señal de alimentación de red de mayor tensión ( $U_{PS}$ ) a una señal de menor tensión ( $U_{C2}$ ) para excitar el dispositivo de LED de menor tensión (2).
- 45 9. Una lámpara readaptada de LED (4) de acuerdo con la reivindicación 8, en la que el dispositivo de LED de baja potencia (2) comprende un dispositivo de LED de 2 W (2) y el circuito adaptativo (1, 1') se realiza para excitar el dispositivo de LED (2) a partir de una alimentación de red de 230 V (3).
- 50 10. Un procedimiento de excitación de una carga de CC de menor tensión (2) a partir de una alimentación de CA de mayor tensión rectificadora (3), procedimiento que comprende las etapas de:
- almacenar carga en un circuito de almacenamiento de carga (21, 21'), circuito de almacenamiento de carga (21, 21') que comprende un primer condensador (C1) y un segundo condensador (C2) conectados esencialmente en serie, en el que el segundo condensador (C2) se conecta esencialmente en paralelo con la carga (2); y
- 55 accionar un conmutador activo (22, 22') caracterizado por que dicho conmutador activo (22, 22') se realiza como una fuente de corriente controlada (22, 22') para controlar una corriente de carga ( $I_{load}$ ) a través de la carga (2) tal que, en un estado de conmutador cerrado, se extrae corriente de carga ( $I_{load}$ ) al menos del primer condensador (C1) del circuito de almacenamiento de carga (21, 21'), y, durante un estado de conmutador abierto, se extrae corriente de carga ( $I_{load}$ ) esencialmente del segundo condensador (C2).
- 60 11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el conmutador activo (22, 22') se acciona sincronizadamente con la tensión ( $U_{PS}$ ) de la alimentación de red de CA (3).
- 65 12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en el que el instante de accionamiento del conmutador activo (22, 22') se elige de acuerdo con una reactancia aparente deseada.

13. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la cantidad total de potencia suministrada a la carga (2) se determina mediante una señal de control del conmutador activo (22, 22').

5 14. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el conmutador activo (22, 22') se conmuta de abierto a cerrado para iniciar un estado de descarga del circuito de almacenamiento de carga (21, 21').

15. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que el conmutador activo se acciona mediante una señal de excitación continua.

10

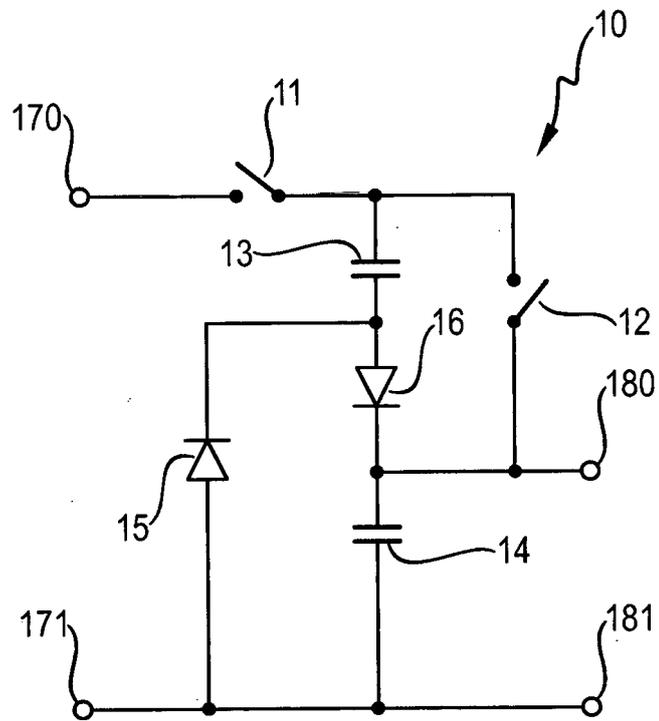


FIG. 1

(Técnica anterior)

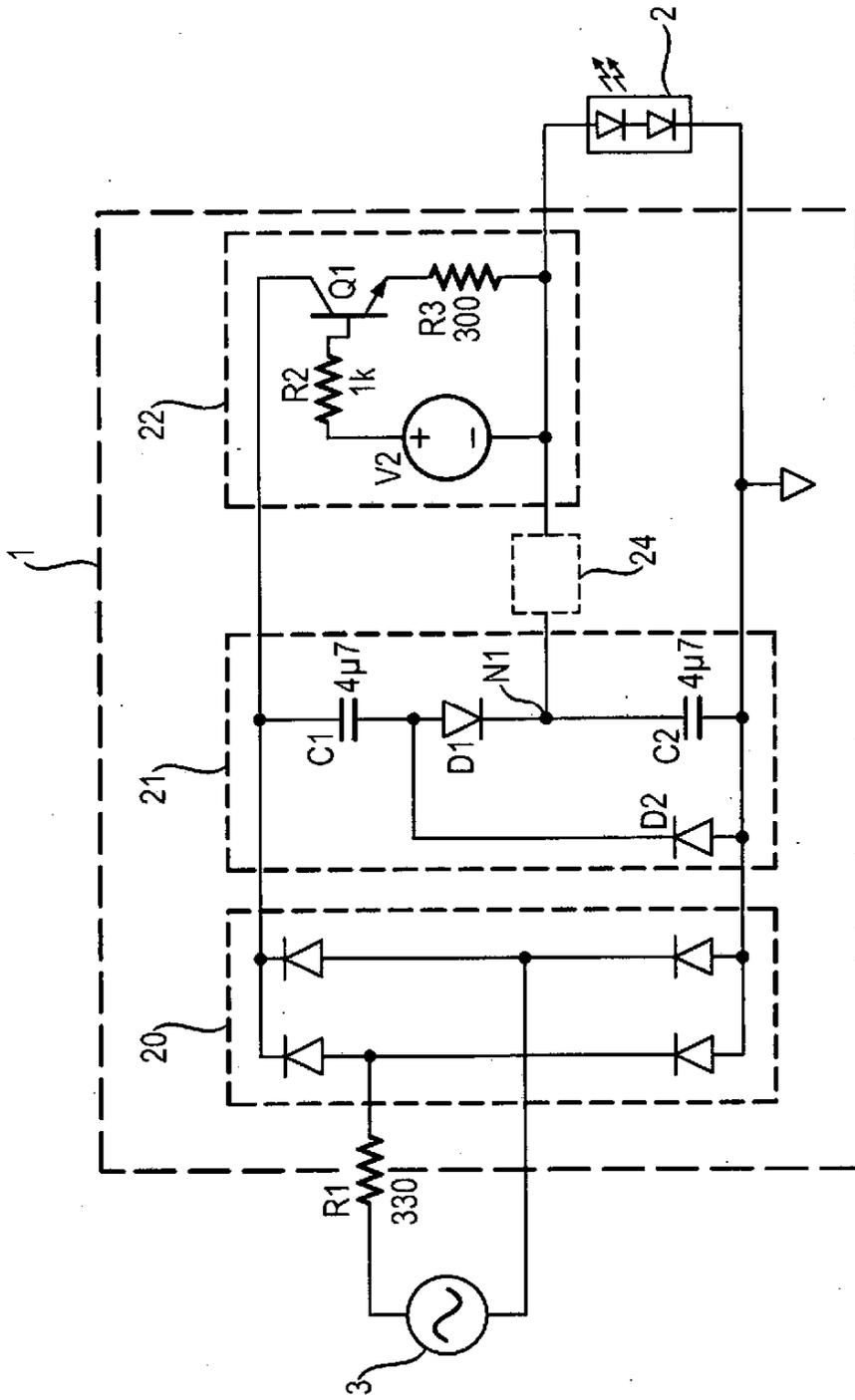
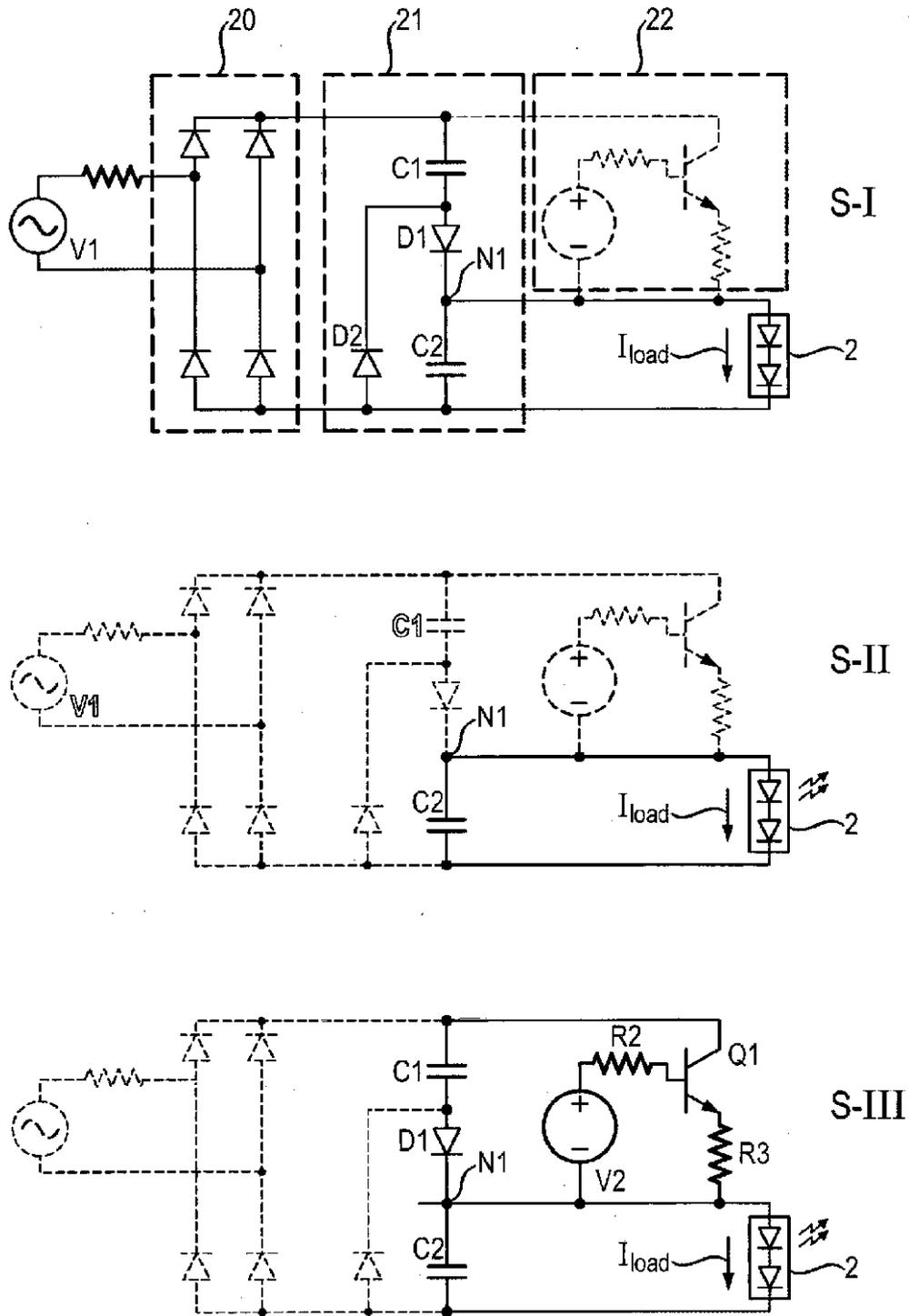


FIG. 2



**FIG. 3**

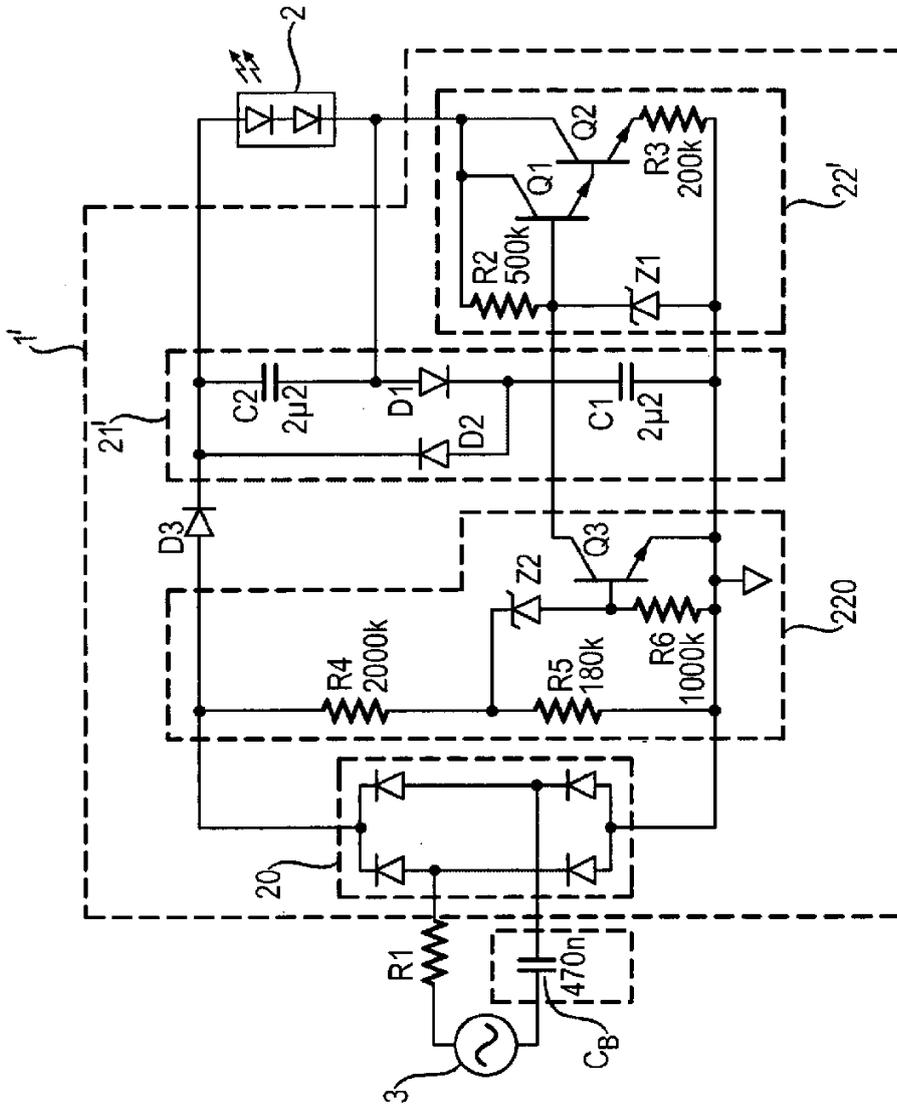
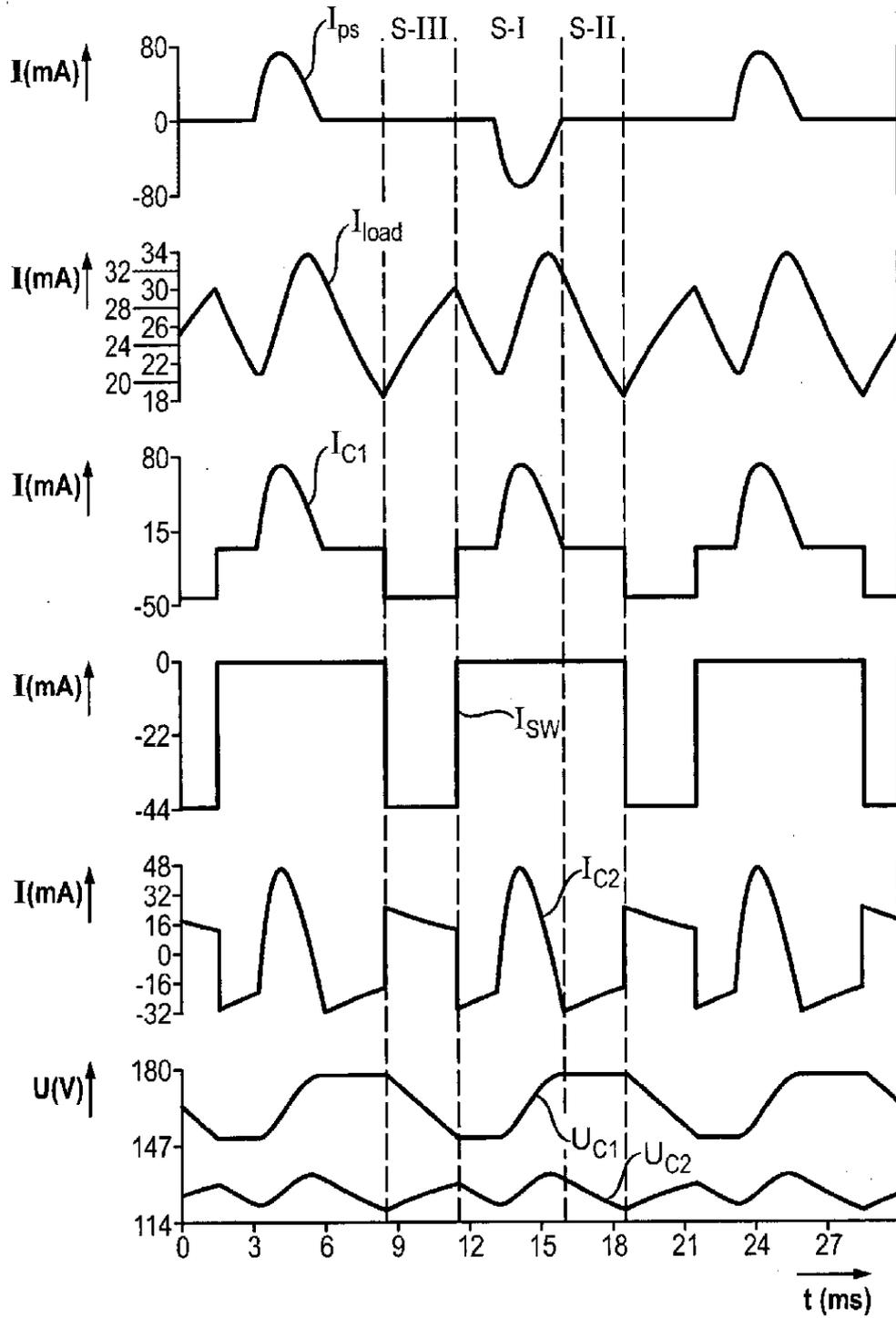
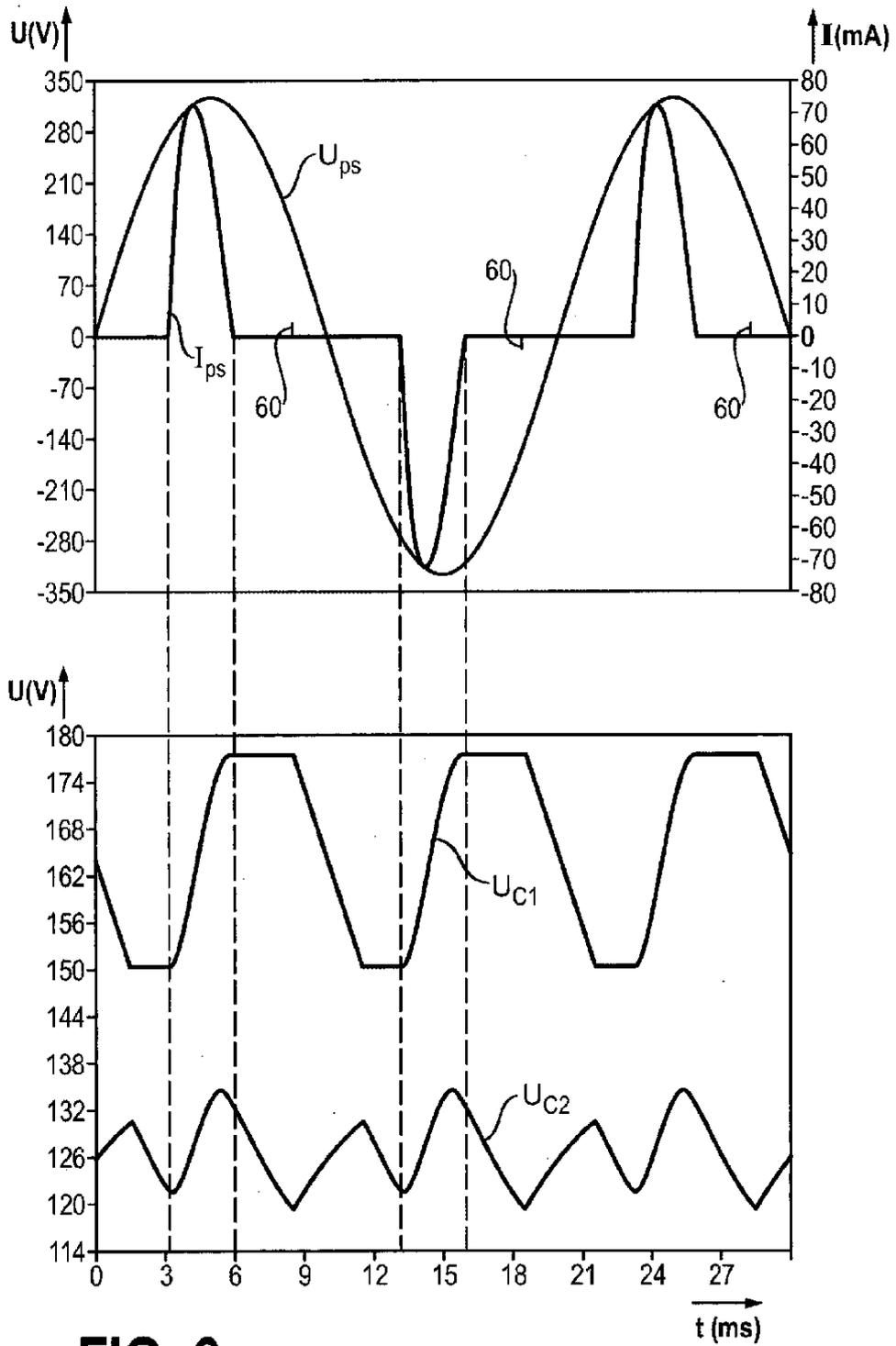


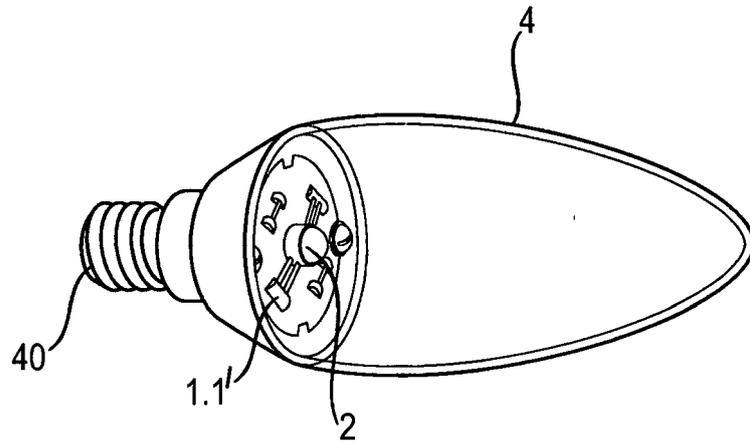
FIG. 4



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**