

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 300**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2009 E 09745810 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2298029**

54 Título: **Fuente de suministro de energía de modo conmutado, sistema de iluminación por LED y dispositivo de excitación que los comprende**

30 Prioridad:

14.05.2008 WO PCT/EP2008/003842

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

11.02.2014

73 Titular/es:

**LORIS B.V. (100.0%)
Markt 17
4931 BR Geertruidenberg, NL**

72 Inventor/es:

DE SMIT, PEDRO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 442 300 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Fuente de suministro de energía de modo conmutado, sistema de iluminación por LED y dispositivo de excitación que los comprende

5 La presente invención se refiere a una fuente de suministro de energía de modo conmutado. También se refiere a un sistema de iluminación por LED y a un dispositivo de excitación que comprende una tal fuente de suministro de energía de modo conmutado.

10 Se conocen en la técnica fuentes de suministro de energía de modo conmutado. Estos dispositivos pueden ser utilizados para transformar una señal alterna procedente de una red de suministro, por ejemplo, de 230 V a 50 Hz, en una señal de CC [corriente continua –“DC (direct current)”] o de CA [corriente alterna –“AC (alternating current)”] con diferente amplitud. La fuente de suministro de energía de modo conmutado de la presente invención está encaminada principalmente a la transformación de una señal de alimentación eléctrica alterna en una señal de CC, de tal manera que la señal de CC se utiliza para alimentar una carga.

15 Una fuente de suministro de energía de modo conmutado comprende, por lo común, un rectificador que está dispuesto para convertir una señal de alimentación eléctrica proporcionada en su entrada, por ejemplo, procedente de una red de suministro, en una señal de alimentación eléctrica rectificada que emerge en su salida. También contiene un dispositivo de almacenamiento de energía destinado a almacenar energía eléctrica. Este dispositivo de almacenamiento de energía puede ser conectado a la carga que se ha de alimentar. En este dispositivo de almacenamiento, puede almacenarse energía de campo eléctrico y/o energía de campo magnético, o energía electromagnética.

20 Por otra parte, la fuente de suministro comprende un elemento de conmutación controlable que está conectado al dispositivo de almacenamiento de energía. El elemento de conmutación se ha dispuesto para conmutar la fuente de suministro de energía de modo conmutado entre un estado de carga, en el que el dispositivo de almacenamiento de energía es cargado por el rectificador por medio del transporte de carga desde el rectificador, y un estado de descarga, en el que el dispositivo de almacenamiento de energía libera al menos parte de la energía eléctrica almacenada en su interior hacia la carga. El transporte de carga, tal como un flujo de corriente, da como resultado una acumulación de energía en el dispositivo de almacenamiento de energía. Por ejemplo, la corriente que pasa a través de un inductor da lugar a un campo magnético. La energía asociada con este campo puede ser recuperada si el inductor se somete a un cambio de corriente negativo.

25 Se utiliza un controlador de elemento de conmutación para controlar el elemento de conmutación. Este se ha dispuesto para controlar el elemento de conmutación de manera que conmute la fuente de suministro de energía de modo conmutado del estado de carga al estado de descarga cuando el transporte de carga supera un cierto límite de corriente.

30 Durante el funcionamiento, la fuente de suministro de energía de modo conmutado alterna entre el estado de carga y el estado de descarga a una frecuencia de conmutación que es sustancialmente más alta que una frecuencia de la señal de alimentación eléctrica rectificada. Así, pues, dentro de un periodo de la señal de alimentación eléctrica rectificada, la fuente de suministro de energía de modo conmutado cambia de estado múltiples veces. Por lo común, la frecuencia de conmutación de la fuente de suministro es del orden de entre 10 kHz y 10 MHz, comparada con una frecuencia de entre aproximadamente 100 Hz y 120 Hz para la señal de alimentación rectificada.

35 Recientemente, han surgido en el mercado soluciones de iluminación basadas en LEDs que pueden competir con la iluminación incandescente o fluorescente convencional. La iluminación basada en LEDs es más eficiente energéticamente y tiene una vida de servicio más larga que la de los productos de iluminación convencionales.

40 La iluminación basada en LEDs comprende, por lo común, una pluralidad de LEDs que son controlados por un dispositivo de excitación de LEDs. Con la mayor frecuencia, el dispositivo de excitación de LEDs comprende, en sí mismo, una fuente de suministro de energía de modo conmutado. Especialmente para soluciones de iluminación domésticas, el dispositivo de excitación de LEDs puede, normalmente, ser conectado a la alimentación, por ejemplo, de 110 V o 230 V, de la red eléctrica doméstica.

45 En la Figura 1A se ha ilustrado una configuración de circuitos convencional de un dispositivo de iluminación basado en LEDs conocido. El dispositivo comprende un dispositivo de excitación 1 de LEDs que acciona una pluralidad de LEDs, LED-1, ..., LED-X. El dispositivo de excitación comprende un rectificador 2 que lleva a cabo una rectificación de onda completa en una señal de alimentación eléctrica alterna, en sus terminales de entrada 3, 3', por ejemplo, a 230 V y 50 Hz. La señal rectificada es suministrada a los LED-1, ..., LED-X a través de un elemento de conmutación 4, lo que provoca una corriente que varía con el tiempo a través de los LED-1, ..., LED-X. La frecuencia de la corriente de LEDs que varía con el tiempo, que corresponde a la frecuencia de conmutación, es sustancialmente más alta que la frecuencia de la señal de alimentación eléctrica rectificada.

50

El funcionamiento en modo conmutado de los LEDs mejora la eficiencia energética en comparación con la situación en la que los LEDs están conectados al rectificador directamente, aunque utilizando una resistencia conectada en serie para limitar la corriente.

5 Un problema con estos dispositivos de iluminación basados en LEDs conocidos, o dispositivos de excitación de LEDs, es el bajo factor de potencia y la elevada distorsión armónica que están comúnmente asociados con los dispositivos altamente no lineales.

10 Un factor de potencia bajo indica que una cantidad significativa de la potencia entregada al sistema de iluminación de LED es reactiva. La potencia reactiva representa un desafío para los proveedores de energía por cuanto no contribuye a la potencia disipada / utilizada por el consumidor, sino que aumenta la carga sobre la red eléctrica debida a las elevadas corrientes y/o tensiones que pueden producirse en ella.

15 Otro problema relacionado con los dispositivos electrónicos no lineales es la distorsión armónica, que introduce componentes de altas frecuencias indeseados en la red. Estas señales podrían interferir con otros componentes conectados a la red.

20 En la Figura 1B se ilustran características de I-V típicas de un dispositivo de iluminación basado en LEDs conocido. Como se muestra, la corriente únicamente se extrae de la red de suministro cuando la tensión aplicada es alta. Además, el perfil o forma de onda de la corriente es no sinusoidal y está desfasado, en comparación con la tensión aplicada. Como resultado de estos factores, el factor de potencia es bajo y la distorsión armónica, alta.

25 Se conoce por el documento US 2008/0018261 A1 una fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. En el documento DE 10119491 A1 se describe una fuente de suministro de energía de modo conmutado adicional de la técnica anterior.

30 Constituye un propósito proporcionar una fuente de suministro de energía de modo conmutado que sea capaz de funcionar con un factor de potencia elevado para el que las desventajas anteriormente mencionadas no se produzcan, o al menos lo hagan en menor grado.

Este propósito se alcanza con la fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con la reivindicación 1.

35 La corriente extraída del rectificador varía a una frecuencia significativamente más alta que la tensión suministrada como salida por el rectificador. En un lapso de tiempo lo suficientemente pequeño, la tensión puede considerarse constante, en tanto que la corriente está sometida a variación; por ejemplo, durante este lapso de tiempo, la fuente de suministro de energía de modo conmutado cambiará de estado una pluralidad de veces. Durante el estado de carga de la fuente de suministro de energía de modo conmutado, la corriente se mantiene dentro de un límite de corriente que es proporcional a una tensión instantánea de la señal de alimentación eléctrica rectificadora. En consecuencia, durante el lapso de tiempo anteriormente mencionado, la corriente promedio que se extrae es sustancialmente proporcional a la tensión suministrada como salida, de lo que resulta el factor de potencia alto deseado.

45 El límite de corriente está relacionado con el transporte de carga desde el rectificador. El límite de corriente puede corresponder a la corriente máxima en el curso de la duración del estado de carga. En este caso, la fuente de suministro de energía de modo conmutado cambia o conmuta al estado de descarga si la corriente entregada por el rectificador supera un valor máximo que es proporcional a la tensión instantánea suministrada como salida por el rectificador.

50 La corriente promedio a lo largo de la duración del estado de carga puede ser utilizada como límite de corriente. En este caso, se utiliza como límite de corriente, no el valor máximo, sino el valor promedio computado a lo largo de toda la duración del estado de carga. Por lo común, el flujo de corriente aumentará gradualmente después de un paso o conmutación al estado de carga. Como consecuencia de ello, el promedio requerido únicamente se alcanzará después de una cierta cantidad de tiempo durante el estado de carga.

55 El límite de corriente puede corresponder a la corriente promedio en el curso de la duración combinada del estado de carga y del estado de descarga. En este caso, la corriente promedio es computada a lo largo de la duración combinada del estado de carga y del de descarga. En consecuencia, a la salida del rectificador, se entrega una cierta corriente promedio al resto del circuito que es proporcional a la tensión instantánea. Se obtiene, en efecto, un elevado factor de potencia.

60 Cuando se utiliza una determinación de la corriente promedio como se ha descrito para dos realizaciones anteriores, la no linealidad de la carga que se ha de accionar es de menor importancia que trabajar con corrientes máximas. Con cargas lineales, puede encontrarse una correlación entre la corriente promedio y la corriente máxima durante un estado de carga, de tal manera que la constante de proporcionalidad depende de la forma de la curva de corriente-

65

tiempo. Un problema de las cargas no lineales es que la forma de esta curva podría cambiar significativamente con la tensión instantánea suministrada como salida por el rectificador. El hecho de utilizar un promedio de corriente en lugar de un máximo de corriente obvia este problema. Y lo que es más, el uso de una corriente máxima como límite de corriente permite emplear una solución muy simple que, para la mayoría de los casos, ofrece una solución satisfactoria. Si la fuente de suministro de energía de modo conmutado se utiliza para excitar LEDs, el comportamiento no lineal será el más dominante a corrientes y/o tensiones bajas. Para valores más altos, la resistencia en serie de los LEDs será más visible. Sin embargo, la parte de alta potencia del funcionamiento, en la que el dispositivo se hace más lineal, tiene la influencia más grande en el factor de potencia. Esto hace que puedan conseguirse factores de potencia elevados utilizando límites de corriente máxima.

Para determinar la corriente promedio, el controlador del elemento de conmutación puede comprender un temporizador para determinar una duración relevante, por ejemplo, la duración del estado de carga y/o del estado de descarga. Por otra parte, el controlador del elemento de conmutación está, preferiblemente, dispuesto para medir una corriente correspondiente al transporte de carga y para determinar la corriente promedio integrando en el tiempo de la corriente medida y dividiendo la corriente integrada por la duración relevante.

En el caso de que se determine una corriente promedio para la duración combinada del estado de carga y del de descarga, puede ser posible determinar, en primer lugar, la duración de un estado de carga y, a continuación, determinar la duración de un estado de carga subsiguiente y sumar estos dos valores. En el caso de que la duración de los diversos estados no se haya fijado de una manera predeterminada, esta secuencia permite la determinación de un promedio mientras la fuente de suministro de energía de modo conmutado se encuentra en estado de carga.

La corriente promedio vista desde el punto de vista del rectificador, puede también verse influenciada por la duración del estado de descarga. Normalmente, el rectificador no suministra una corriente sustancial durante este periodo, como resultado de lo cual la corriente promedio vista por el rectificador es menor que la corriente promedio durante el periodo de carga. Si la duración combinada del estado de carga y del de descarga se mantiene constante o al menos en un valor predeterminado y/o conocido, la corriente promedio está relacionada con la corriente promedio durante el estado de carga por un factor constante.

En otra realización, o realización adicional, de la presente invención, la duración del estado de descarga es predeterminada y/o conocida. Esto permite determinar un promedio mientras la fuente de suministro de energía de modo conmutado se encuentra en un estado de carga.

Durante el estado de carga, la carga tan solo es alimentada, preferiblemente, por la liberación de energía eléctrica desde el dispositivo de almacenamiento de energía. Además, la carga es, de preferencia, al menos parcialmente alimentada por el rectificador durante el estado de carga. Por otra parte, el transporte de carga desde el rectificador está, preferiblemente, limitado al estado de carga.

La Figura 2 ilustra una realización esquemática que muestra el concepto general de la presente invención descrito hasta ahora. La fuente de suministro de energía de modo conmutado representada en la Figura 2 comprende un rectificador 5, un dispositivo de almacenamiento de energía 6 conectado o conectable a una carga 9, un elemento de conmutación en forma de un transistor 7, y un controlador 8 del elemento de conmutación. El transistor 7 se ha dispuesto de forma tal, que cualquier transporte de carga desde el rectificador 5 durante al menos el estado de carga también fluirá a través de este transistor. Debe resultar obvio a las personas expertas que son posibles otras disposiciones del elemento de conmutación, incluso disposiciones que no incluyen un transistor en sí mismo. Un aspecto importante del elemento de conmutación es la capacidad de conmutar o hacer pasar la fuente de suministro de energía de modo conmutado entre los diferentes estados.

El elemento de conmutación 7 es controlado por el controlador 8 del elemento de conmutación. Este controlador recibe una tensión 10 proporcional a la tensión rectificadora en la salida del rectificador 5, y una corriente 11 que corresponde al transporte de carga desde el rectificador 5 al dispositivo de almacenamiento de energía 6 durante el estado de carga.

En el estado de carga, el rectificador 5 entrega una corriente que varía con el tiempo al dispositivo de almacenamiento de energía 6. De preferencia, al menos parte de esta corriente también fluirá hacia la carga 9. Cuando la corriente procedente del rectificador 5 alcanza un límite de corriente, el controlador 8 cortará o interrumpirá el transistor 7, con lo que se impide cualquier flujo de corriente adicional a través de este transistor y, en este caso debido a la disposición del transistor, desde el rectificador. Una vez que esta conmuta al estado de descarga, el dispositivo de almacenamiento de energía 6 liberará al menos parte de esta energía almacenada hacia la carga 9. Durante este tiempo, el rectificador 5 no suministrará una corriente sustancial al dispositivo de almacenamiento de energía 6.

Las Figuras 3A y 3B ilustran las características de corriente en función del tiempo, respectivamente para la corriente extraída desde el rectificador y para la corriente a través de la carga. Durante el estado de carga, la corriente extraída del rectificador, que fluye hacia el dispositivo de almacenamiento de energía 6 y la carga 9, aumenta

linealmente. Durante el estado de descarga, el dispositivo de almacenamiento de energía 6 libera su energía al proporcionar una corriente linealmente decreciente a la carga 9. La corriente promedio extraída del rectificador 5, cuando viene determinada por la duración combinada del estado de descarga (D) y del estado de carga (S), indicada por la línea 12, es proporcional a la corriente máxima según se indica por la línea 13. Suponiendo que la forma triangular es independiente de la tensión instantánea a la salida del rectificador 5, se extrae una corriente promedio del rectificador que es proporcional a la tensión suministrada como salida (instantánea). Debe resultar obvio para la persona experta que las características de corriente concretas dependen de los componentes que se utilicen. Una corriente linealmente creciente, por ejemplo, corresponderá a un inductor como elemento de almacenamiento de energía.

En el ejemplo anterior, la duración de los estados de carga y de descarga es constante. Por otra parte, la forma triangular de la corriente se ha supuesto que es independiente de la tensión suministrada como salida por el rectificador. En consecuencia, tanto un límite de corriente correspondiente a la corriente máxima como un límite de corriente correspondiente a la corriente promedio durante el estado de carga proporcionarán un sistema con un elevado factor de potencia, fuertemente mejorado.

La Figura 4 ilustra una realización alternativa que muestra el concepto general en el que tan solo se han ilustrado los aspectos diferentes con respecto a la Figura 2. En la Figura 4, la corriente medida es suministrada a un integrador 14. De manera adicional, se ha incluido un temporizador 15 que se pone en marcha inmediatamente después de una conmutación desde el estado de descarga al estado de carga. La salida del integrador 14 es suministrada a un divisor 16, el cual divide la corriente integrada por el valor del temporizador. Esto dará como resultado la corriente promedio durante ese periodo de carga. Este valor se suministra de vuelta al controlador 8 del elemento de conmutación. La ventaja de este circuito es que es menos susceptible a la no linealidad de la carga, que podría, por ejemplo, alterar la forma triangular en las Figuras 3A y 3B.

Adicionalmente, puede introducirse un descentramiento 17 utilizando un bloque sumador 18, que corresponde a la duración del estado de descarga, que es predeterminada y/o conocida. Este valor puede estar relacionado con el periodo de descarga que sigue al periodo de carga en curso en ese momento, o bien puede estar relacionado con periodo de descarga previo, o con ambos. Alternativamente, el temporizador 15 puede dejarse de lado en el caso de que el descentramiento comprenda la duración combinada de los estados de carga y de descarga, por ejemplo, debido a que esta duración tiene un valor fijo y/o conocido.

En una realización preferida, la fuente de suministro de energía de modo conmutado comprende un medidor de tensión para medir una tensión proporcional a una tensión instantánea suministrada como salida por el rectificador, así como un medidor de transporte de carga para medir el transporte de carga. Esta comprende, de manera adicional, un comparador para comparar el transporte de carga medido con el límite de corriente, de tal modo que el comparador se ha dispuesto, adicionalmente, para suministrar como salida una señal de comparación indicativa de si el límite de corriente ha sido superado o no. En este caso, el elemento de conmutación es controlable dependiendo de la señal de comparación.

Como se ha establecido anteriormente, es preferible disponer el elemento de conmutación de tal manera que, durante el estado de carga, el transporte de carga desde el rectificador se produzca a través del elemento de conmutación. Resulta ventajoso si el medidor de tensión comprende un divisor de tensión resistivo conectado a la salida del rectificador, y si el medidor de transporte de carga comprende una resistencia conectada en serie con el elemento de conmutación. En este caso, el medidor de transporte de carga se dispone para determinar una caída de tensión en la resistencia. Esta configuración hace posible un control sobre el flujo de corriente procedente del rectificador y ofrece una manera relativamente simple de obtener información sobre el transporte de carga. Por lo común, el elemento de conmutación es un transistor FET [Transistor de Efecto de Campo –“Field-Effect Transistor”] con su fuente conectada a tierra a través de una pequeña resistencia. Esta misma resistencia se utiliza entonces para determinar la corriente a través del transistor, la cual, para la disposición mencionada anteriormente, corresponde a la corriente extraída del rectificador.

Tras la conmutación desde el estado de carga al estado de descarga, la corriente extraída del rectificador y, caso de ser aplicable, a través del elemento de conmutación, cae abruptamente. Por lo tanto, el medidor de transporte de carga no puede funcionar únicamente para determinar cuándo se ha de conmutar de vuelta al estado de carga. De acuerdo con una realización de la invención, la fuente de suministro de energía de modo conmutado comprende, adicionalmente, medios de retención, dispuestos preferiblemente entre el comparador y el elemento de conmutación, a fin de retener un valor de la señal de comparación, preferiblemente durante una cantidad de tiempo predeterminada tras la detección de la superación del límite de corriente. De esta forma, el dispositivo de almacenamiento de energía es capaz de liberar su energía antes de que comience otro ciclo de carga.

Es posible proporcionar la regulación temporal de los estados de carga y de descarga si la fuente de suministro de energía de modo conmutado comprende un oscilador que suministra como salida una señal de oscilación que tiene una frecuencia sustancialmente más alta que una frecuencia de la señal de alimentación eléctrica rectificadas, de tal modo que el elemento de conmutación se dispone para conmutar o hacer pasar la fuente de suministro de energía

de modo conmutado al estado de carga dependiendo de la señal de oscilación.

5 En una realización adicional, el elemento de conmutación es controlable para que conmute la fuente de suministro de energía de modo conmutado al estado de carga dependiendo tanto del valor retenido de la señal de comparación como de la señal de oscilación. De acuerdo con una realización, el estado de carga es iniciado si el oscilador suministra como salida un valor lógico alto y si el valor retenido es también alto. Este último valor se corresponde con la situación en la que la corriente medida es baja, lo que se aplica para el estado de descarga.

10 El uso de un oscilador permite, además, determinar la duración combinada del estado de carga y del estado de descarga.

15 Pueden eliminarse por filtrado cualesquiera componentes de alta frecuencia indeseadas utilizando medios de filtrado conectados a la salida del rectificador. Esto impide que se inyecten componentes de alta frecuencia de vuelta a la red de suministro, por ejemplo, a través de la salida del rectificador.

En una realización preferida de la presente invención, el dispositivo de almacenamiento de energía comprende un inductor, si bien pueden también utilizarse elementos capacitivos. Este inductor puede ser colocado entre el rectificador y el elemento de conmutación, de tal modo que la carga es conectable en serie con el inductor.

20 Adicionalmente, puede conectarse un diodo de retroceso rápido o supresor de transitorios en paralelo con la conexión en serie de la carga y el inductor, o con el dispositivo de almacenamiento de energía en general. El diodo supresor de transitorios se dispone de tal manera que conduce durante el estado de descarga, en el que facilita la liberación de energía desde el dispositivo de almacenamiento de energía hacia la carga. Se bloquea durante el estado de carga, por lo que obliga a la corriente a discurrir a través del dispositivo de almacenamiento de energía y la carga, y, en caso de ser aplicable, a través del elemento de conmutación.

30 En otra realización preferida, el dispositivo de almacenamiento de energía comprende una bobina primaria de un transformador. En este caso, la carga puede conectarse a una bobina secundaria del transformador. Esta configuración corresponde a una topología de transformador con supresión de transitorios.

35 Como se ha mencionado anteriormente, el elemento de conmutación puede comprender un transistor. Se hará referencia, de ahora en adelante, a este transistor como el primer transistor. En condiciones de trabajo, este primer transistor tiene, preferiblemente, un estado "de corte" en el que bloquea el paso de corriente, y un estado "de conducción" o activado en el que está conduciendo. Estos estados corresponden a los anteriormente mencionados estado de descarga y estado de carga, respectivamente.

40 La fuente de suministro de energía de modo conmutado es particularmente apropiada para excitar LEDs debido a su capacidad para actuar con dispositivos altamente no lineales. De acuerdo con ello, la presente invención proporciona un sistema de iluminación por LED que comprende un diodo electroluminiscente (LED –"light-emitting device") y un dispositivo de excitación de LED para excitar eléctricamente el LED, de tal manera que el dispositivo de excitación de LED comprende la fuente de suministro de energía de modo conmutado según se ha definido anteriormente.

45 En una realización de este sistema de iluminación por LED, el dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo, un inductor, está conectado en serie con el LED, de tal manera que la conexión en serie del dispositivo de almacenamiento de energía y el LED tiene un primer nodo, por ejemplo, más cercano al ánodo del LED, y un segundo nodo, por ejemplo, más cercano al cátodo del LED. El dispositivo de excitación de LED comprende, de manera adicional, un diodo de retroceso rápido o supresor de transitorios, colocado en paralelo con la conexión en serie del dispositivo de almacenamiento de energía y el LED, de tal modo que el diodo supresor de transitorios tiene su cátodo conectado al primer nodo y su ánodo conectado al segundo nodo. En esta configuración, el segundo nodo se conecta al elemento de conmutación.

50 En una realización alternativa del sistema de iluminación por LED de la presente invención, el dispositivo de almacenamiento de energía está conectado en serie con el LED, de tal modo que la conexión en serie del dispositivo de almacenamiento de energía y el LED tiene un primer nodo, más cercano al ánodo del LED, y un segundo nodo, más cercano al cátodo del LED. El dispositivo de excitación de LED comprende, adicionalmente, un segundo transistor colocado en paralelo con la conexión en serie del dispositivo de almacenamiento de energía y el LED, de tal modo que el segundo transistor es controlable por el controlador del elemento de conmutación a través de un inversor, de manera que los primer y segundo transistores funcionan en estados opuestos, y de forma que el segundo nodo está conectado al primer transistor.

60 A fin de mejorar la eficiencia del dispositivo de excitación de LED, y, por tanto, del sistema de iluminación por LED, en el estado "de corte", que está predominantemente determinado por la tensión de conducción del diodo supresor de transitorios, el diodo supresor de transitorios puede ser reemplazado por un segundo transistor. Este transistor es controlable por dicho controlador del elemento de conmutación, por ejemplo, un dispositivo de excitación de

transistor, preferiblemente a través de un inversor, de tal modo que dicho primer y dicho segundo transistores funcionan en estados opuestos. Por lo tanto, cuando el primer transistor se encuentra en el estado “de corte”, la corriente fluye desde la inductancia a través de los LEDs y del segundo transistor, que, en este caso, se encuentra en el estado “de conducción”.

La atenuación de los sistemas de iluminación basados en LEDs que está basada, por lo común, en triac [tríodo para corriente alterna], resulta difícil debido a las potencias relativamente bajas que se requieren por estos sistemas. Habitualmente, estas potencias son demasiado bajas como para permitir una atenuación apropiada. Este problema puede soslayarse utilizando una realización adicional o alternativa del sistema de iluminación por LED de la presente invención que comprende un tercer transistor, conectado a la salida del rectificador. Este transistor se coloca en serie con una carga resistiva y es controlable por el controlador del elemento de conmutación, de tal manera que el tercer transistor y el controlador del elemento de conmutación se disponen para proporcionar una carga resistiva interna durante el estado de carga y/o el de descarga. La carga impide que un triac se extinga prematuramente. Si la duración de uno de los estados es mucho más corta que la del otro estado, la carga resistiva puede escogerse de manera que se produzca tan solo durante una cantidad de tiempo limitada. Escogiendo los valores apropiados para la resistencia, puede realizarse, por tanto, una atenuación apropiada con una pequeña pérdida de energía.

La presente invención también proporciona un dispositivo electrónico de excitación de LED para uso en un sistema de iluminación, en el que el dispositivo de excitación de LED se dispone como se ha definido en lo anterior.

A continuación, la presente invención se describirá con mayor detalle con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

Las Figuras 1A y 1B presentan una ilustración esquemática de un sistema de iluminación por LED conocido, así como las curvas características de I-V típicas para semejante sistema;

La Figura 2 ilustra una realización que muestra el principio general de la presente invención;

Las Figuras 3A y 3B muestran posibles perfiles o formas de onda correspondientes a la realización de la Figura 2;

La Figura 4 representa un desarrollo adicional de la realización de la Figura 2;

La Figura 5 muestra una ilustración esquemática de un sistema de iluminación por LED de acuerdo con la presente invención;

Las Figuras 6A-6N ilustran diversos perfiles o formas de onda correspondientes a la realización de la Figura 5; y

Las Figuras 7 y 8 representan otras realizaciones de la presente invención.

La Figura 5 muestra una ilustración esquemática de un sistema de iluminación por LED de acuerdo con la presente invención. El sistema comprende una fuente de suministro de energía de modo conmutado o dispositivo de excitación de LED que es susceptible de conectarse a uno o más LEDs, como se ha ilustrado. El funcionamiento de este sistema se describirá a continuación con referencia a las Figuras 6A-6N.

En primer lugar, en los puntos 19 y 20, se ofrece una tensión alterna desde una red de suministro; véase la Figura 6A. En esta figura, así como en las restantes figuras, $V_{x>y}$ denota la tensión entre los puntos x e y representados en la figura. La tensión alterna es rectificadora por un rectificador D1; véase la Figura 6B. Utilizando un divisor resistivo que comprende unas resistencias R1 y R2, se genera una señal de referencia que tiene una relación lineal con la señal de alimentación eléctrica rectificada; véase la Figura 6C. Se ha proporcionado un oscilador 31 que tiene una frecuencia fija, la cual es sustancialmente más grande que una frecuencia de la señal de alimentación eléctrica rectificada. El oscilador genera la señal de base para la regulación temporal del dispositivo de excitación / fuente de suministro de energía. En la Figura 6D se ha mostrado una salida del oscilador 31. Algunas variaciones de frecuencia deliberadas en la frecuencia de la señal suministrada como salida por el oscilador pueden tener efectos beneficiosos en las propiedades de compatibilidad electromagnética de la fuente de suministro de energía o dispositivo de excitación. Estos efectos pueden conseguirse mediante la aplicación de una técnica de ensanchamiento espectral a las corrientes y tensiones del sistema. Esto evita picos espectrales en puntos de frecuencia específicos.

En el caso de que no se aplique ninguna realimentación, contrariamente a los que se describirá a continuación, se aplicará una señal al elemento de conmutación T a través de una puerta lógica Y (“AND”) 32, que es idéntica a la señal de salida del oscilador 31; véase la Figura 6E.

La realimentación real, que es un aspecto importante de la presente invención, es posible debido a que la corriente a través del elemento de conmutación T también fluye a través de la resistencia R3. La caída de tensión en esta resistencia se suministra de forma retroactiva, o realimenta, a un comparador 33, el cual compara la tensión con la señal de referencia. Tan pronto como la tensión en R3 supera el valor de la señal de referencia, el comparador 33 cambia el nivel o magnitud de salida de alta a baja. Debido a que la señal de referencia es linealmente proporcional a la señal de alimentación eléctrica rectificada, la salida del comparador 33 permanecerá alta durante un periodo de tiempo más largo para valores más altos de la señal de alimentación eléctrica rectificada. En consecuencia, la corriente I_{R3} a través del elemento de conmutación T puede alcanzar un valor más alto bajo estas condiciones.

La magnitud de la corriente puede depender de muchos factores del circuito, pero, en la mayoría de circunstancias, presentará picos que se corresponden con una tendencia o pauta sinusoidal; véase la Figura 6F.

5 Mediante el desacoplamiento de las componentes de corriente en el oscilador, o el cambio o conmutación de la frecuencia por parte de C1, la corriente en la entrada, puntos 19 y 20, presentará una pauta sinusoidal con una frecuencia que es la de la red de suministro. Por otra parte, esta pauta está prácticamente en fase con la red de suministro. El valor de C1 influye en la relación de fases entre la tensión y la corriente en la red de suministro. Sin embargo, puede conseguirse un desacoplamiento suficiente para valores del factor de potencia más altos (>0,9), según se ha indicado en la Figura 6A.

10 La señal de salida del comparador 33 se suministra a un circuito de regulación temporal 34. Este circuito llevará la salida en el punto 28 a un valor bajo justo después de una conmutación de alta a baja en la salida del comparador. Solo en el siguiente flanco de subida de la señal procedente del oscilador 31, el circuito de regulación temporal 34 será excitado de nuevo para hacer que la salida alcance un valor alto; véase la Figura 6G.

15 Este funcionamiento garantiza una operación de bloqueo del elemento de conmutación T tan pronto como se haya alcanzado la corriente máxima permisible a través de la resistencia R3. El elemento de conmutación T no se lleva de vuelta a un estado conductor, y, por tanto, la fuente de suministro de energía de modo conmutado al estado de carga, sino hasta el comienzo de un nuevo ciclo del oscilador 31; véase la Figura 6H.

20 Bajo la influencia del oscilador 31 y de la realimentación en la fuente de suministro de energía de modo conmutado, resultará una corriente que pasa por R3, como se muestra en la Figura 6I. Esta misma tendencia o pauta es visible entre los puntos 21 y 26; véase la Figura 6J.

25 Debido a que, durante el bloqueo del elemento de conmutación T (estado de descarga), la energía almacenada en el inductor L puede ser liberada a través del diodo D2 y utilizada por el (los) LED(s), la corriente a través del inductor L tendrá una forma de dientes de sierra. El valor promedio de la misma tiene una forma sinusoidal que está en fase con la red de suministro, tal como se ilustra en la Figura 6K.

30 Un condensador C2, colocado sobre el (los) LED(s), hace que la corriente y la tensión a través de, y sobre, el (los) LED(s) se uniformice. El resultado se muestra en la Figura 6L. El valor de capacidad del condensador no influye en la relación de fases a la entrada del dispositivo de excitación de LED / fuente de suministro de energía de modo conmutado considerablemente, debido a que únicamente es visible, o apreciable, durante el estado de carga.

35 La Figura 6M muestra la relación en el tiempo entre las diversas formas de onda que se han descrito hasta ahora. En esta figura, se han utilizado números romanos para referirse a las figuras relevantes; por ejemplo, VI D se refiere a la Figura 6D.

40 La Figura 6N ilustra esquemáticamente la forma de onda de la corriente que pasa a través de los LEDs, con y sin C2. sin C2, la corriente varía entre un máximo I_{max} y un mínimo I_{min} . Con C2, las componentes de alta frecuencia son eliminadas. En ambos casos, la corriente promedio muestra una pauta sinusoidal que está en fase con, y es proporcional a, la tensión suministrada como salida por el rectificador. En consecuencia, la fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con la invención exhibirá un factor de potencia elevado.

45 Las Figuras 7 y 8 representan otras realizaciones de la presente invención. En la Figura 7 se muestra una realización preferida de la presente invención. De acuerdo con esta realización, el sistema de iluminación por LEDs comprende un puente de diodos-rectificador D1. La señal rectificadora se suministra a una inductancia L1, la cual está conectada en serie con una pluralidad de LEDs (LED-1, ..., LED-X). Un diodo de retroceso rápido, o supresor de transitorios, D5 se ha colocado en paralelo con esta conexión en serie de un modo tal, que los diodos correspondientes, por ejemplo, LED-1 y D5, son antiparalelos. En el lado del cátodo del LED-X, indicado por CON4, la combinación en serie-paralelo se conecta un MOSFET [transistor de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor] de n canales T1. La resistencia R10 se encuentra en serie con T1 y se utiliza durante el estado "de conducción" de T1 para medir la corriente a través del LED-1, tal y como se explicará más adelante.

50 La puerta de T1 es excitada por un dispositivo de excitación IC1 de transistor, por ejemplo, el MLX10803 de Melexis, o el HV9910 de Supertex. En la realización que se muestra en la Figura 7 se ha utilizado el MLX10803, y, por tanto, solo se han mostrado los nombres de las patillas relevantes del MLX10803. A continuación, se explicará en detalle el funcionamiento del sistema de iluminación por LEDs.

55 Como condición de partida, se supone que T1 está abierto, por ejemplo, con un bajo valor óhmico. Una corriente fluirá a través de L1, LED-1, ..., LED-X, T1 y R10, hasta tierra. Debido a la naturaleza de L1, esta corriente aumentará gradualmente, almacenándose, de esta forma, energía magnética en la inductancia. La corriente que pasa a través del LED-1 es detectada utilizando la tensión sobre R10. Esta tensión es suministrada a la patilla Rdetec de IC1. Una vez que la corriente ha superado un cierto límite predeterminado, que es ajustable utilizando

una tensión aplicada a la patilla Vref, el dispositivo de excitación del transistor pone en corte T1. En consecuencia, la inductancia comenzará a liberar su energía magnética empleando una corriente que fluirá a través de los LED-1, ..., LED-X, D5, de vuelta a L1.

5 La corriente máxima así como el tiempo durante el que T1 está puesto en el estado “de corte” pueden ser ajustados utilizando componentes externos a IC1 y/o la tensión aplicada a la patilla Vref.

10 En esta realización, la patilla Vref se conecta a un divisor resistivo compuesto por R7, R8 y R9. En consecuencia, la corriente máxima a través de LED-1 se ajusta de manera que sea proporcional al valor instantáneo de la señal de alimentación eléctrica rectificada. Como resultado de ello, la corriente extraída por el sistema de iluminación por LEDs es proporcional a la tensión instantánea que se aplica a ese sistema, lo que conduce a un alto factor de potencia y a una baja distorsión armónica deseados.

15 En la Figura 7, un diodo Zener D3, un condensador C2 y una resistencia R3 proporcionan una tensión de alimentación de 12 V para IC1. Los componentes externos C4, C5, R6 conectados a Iref1 e Iref2, respectivamente, pueden ser ajustados para optimizar el comportamiento ante la temperatura del sistema de iluminación por LEDs. Con los componentes C3, R4 puede escogerse la frecuencia de oscilación de IC1. Además, se utiliza un diodo D4 para descargar la puerta de T1. Pueden encontrarse más detalles en el prospecto de aplicación de IC1 y, por tanto, se considera innecesaria una descripción más detallada.

20 Además, la realización de la Figura 7 comprende un MOSFET de n canales T3 conectado a la puerta de T1 por medio de la resistencia R1. T3 está conectado a la señal de alimentación eléctrica rectificada a través de la resistencia R2. El propósito de T3 y de R2 es proporcionar una carga óhmica al rectificador tal, que el sistema de iluminación por LEDs puede ser atenuado utilizando atenuadores basados en triac convencionales. Estos atenuadores son habitualmente activados de forma muy rápida pero requieren una cantidad mínima de corriente para mantenerlos activados. Un problema de los circuitos basados en LEDs es que la corriente que es extraída por el sistema es relativamente baja en comparación con, por ejemplo, la de la iluminación incandescente. Estos sistemas son, por tanto, difíciles de atenuar, especialmente en la región de baja tensión de la señal de alimentación. T3 y R2 mejoran este comportamiento por cuanto está presente una carga óhmica que extrae una corriente cuando T1 (y T3) está en el estado “de conducción”. En general, la duración del estado “de conducción” es mucho más breve que la duración del estado “de corte”, de tal manera que la energía que se pierde a través de R2 es marginal. Debido al hecho de que la frecuencia de conmutación de IC1 es mucho más alta (por ejemplo, 30 kHz) que la de la señal de alimentación eléctrica rectificada (por ejemplo, de 120 Hz), y debido al hecho de que los atenuadores basados en triac se activan rápidamente pero se extinguen mucho más lentamente, el atenuador permanece sin activar durante una gran porción del ciclo de la señal de alimentación eléctrica alterna.

35 El diodo D2 y el condensador C1 se han incorporado para reducir el impacto en la distorsión armónica por parte de los impulsos de corriente provocados por R2 y T3.

40 En la Figura 8 se ha representado un desarrollo adicional del circuito de la Figura 7. En esta realización, el diodo supresor de transitorios D5 se ha reemplazado por un MOSFET de n canales T2. La puerta de T2 está conectada a la puerta de T1 por un inversor compuesto por un transistor PNP T5 y un transistor NPN T4. Se utiliza un diodo Zener D6 para limitar la caída de tensión en T5. El funcionamiento de T2 es opuesto al de T1, es decir, si T1 se encuentra en el estado “de conducción”, T2 está en el estado “de corte”, y viceversa. Si T1 está en el estado “de corte”, la corriente procedente de L1 fluye a través de T2, en lugar de por el diodo supresor de transitorios D5. La ventaja de utilizar el MOSFET de n canales es que presenta un camino óhmico bajo y no adolece de la tensión de conducción del diodo supresor de transitorios D5. En consecuencia, las pérdidas durante el estado “de corte” de T1 pueden ser reducidas significativamente.

50 Debe resultar obvio para la persona experta que las propiedades o características descritas en cualquiera de las realizaciones, por ejemplo, el condensador en paralelo con los LEDs, pueden combinarse en una nueva realización sin apartarse del alcance de la presente invención.

55 Con las realizaciones anteriormente descritas, es posible conseguir un factor de potencia mejor que 0,95, combinado con una distorsión armónica total mejor que el 15%. La eficiencia energética total es mejor que el 85%. Resulta altamente sorprendente que puedan conseguirse estas cifras con esta cantidad de componentes. Los costes implicados en la fabricación y el mantenimiento se ven, por tanto, reducidos en gran medida, en comparación con sistemas más complejos en los que el factor de potencia se mejora al proporcionar circuitos complejos adicionales. Hasta donde conoce el presente Solicitante, estos circuitos no se sirven del principio de acuerdo con la presente invención.

60 Por último, ha de apreciarse que es evidente para una persona experta en la técnica que es posible aplicar diversas modificaciones y cambios en las realizaciones descritas en conjunción con la presente invención, sin apartarse del alcance de la invención, tal y como se establece en las reivindicaciones que se acompañan.

65

Por ejemplo, la energía puede ser almacenada de una forma no eléctrica en el dispositivo de almacenamiento de energía. La energía almacenada debe ser utilizada, durante el estado de descarga, para alimentar, al menos parcialmente, la carga. No se excluye cualquier etapa de conversión energética previa a esta liberación de energía.

5 Adicional o alternativamente, la corriente extraída del rectificador comprenderá una pequeña componente para alimentar los circuitos de, por ejemplo, el controlador del elemento de conmutación. La determinación del límite de corriente de acuerdo con la invención permite que esta corriente sea tenida en cuenta.

10 Otra tecnología para almacenar energía eléctrica destinada a ser transferida a una carga es el uso de un transformador piezoeléctrico. Este dispositivo es capaz de transferir energía eléctrica al almacenarla mecánicamente a través de dos electrodos situados en el lado primario de un cristal, y descargarla al interior de una carga a través de dos electrodos situados en el lado secundario. Debido a sus propiedades específicas, puede utilizarse un transformador piezoeléctrico para diseñar fuentes de suministro de energía para una amplia variedad de tensiones de entrada y de salida, a una potencia de salida de baja a alta, al tiempo que se mantiene un factor de potencia muy bueno, una alta eficiencia y pequeñas dimensiones. Este tipo de fuente de suministro de energía puede utilizarse, por ejemplo, para computadoras portátiles o computadoras de sobremesa, pantallas y monitores de televisión de LCD [dispositivo de presentación visual de cristal líquido –“liquid crystal display”], iluminación de baja tensión y muchos otros. Debe resultar obvio que estas aplicaciones pueden también emplear la fuente de suministro de energía de modo conmutado anteriormente descrita.

20

REIVINDICACIONES

1.- Una fuente de suministro de energía de modo conmutado, destinada a proporcionar alimentación eléctrica a una carga (9), que comprende:

un rectificador (5), que tiene una entrada y una salida, de tal modo que dicho rectificador (5) está dispuesto para convertir una señal de alimentación eléctrica proporcionada en su entrada en una señal de alimentación eléctrica rectificada que emerge en su salida;

un dispositivo de almacenamiento de energía (6) para almacenar energía eléctrica, de tal manera que dicho dispositivo de almacenamiento de energía (6) es susceptible de conectarse a dicha carga (9);

un elemento de conmutación controlable (7), conectado al dispositivo de almacenamiento de energía (6), de tal modo que el elemento de conmutación (7) está dispuesto para conmutar la fuente de suministro de energía de modo conmutado entre un estado de carga, en el que el dispositivo de almacenamiento de energía es cargado por el rectificador (5) por medio del transporte de carga desde el rectificador (5), y un estado de descarga, en el que el dispositivo de almacenamiento de energía (6) libera al menos parte de la energía eléctrica almacenada en él hacia la carga (9);

un controlador (8) del elemento de conmutación, destinado a controlar el elemento de conmutación (7), de tal manera que el controlador (8) del elemento de conmutación está dispuesto para controlar el elemento de conmutación (7) para que conmute o haga pasar la fuente de suministro de energía de modo conmutado desde el estado de carga al estado de descarga cuando el transporte de carga supera un límite de corriente; de tal modo que, durante el funcionamiento, la fuente de suministro de energía de modo conmutado alterna entre el estado de carga y el estado de descarga a una frecuencia de conmutación que es sustancialmente más alta que una frecuencia de la señal de alimentación eléctrica rectificada, y de forma que el límite de corriente se ajusta de manera que sea proporcional a una tensión instantánea de la señal de alimentación eléctrica rectificada;

caracterizada por que

el límite de corriente corresponde a la corriente máxima a lo largo de la duración del estado de carga, y/o

el límite de corriente corresponde a la corriente promedio a lo largo de la duración del estado de carga, de tal modo que dicho controlador (8) del elemento de conmutación está dispuesto, preferiblemente, para medir una corriente correspondiente a dicho transporte de carga y para determinar la corriente promedio integrando en el tiempo la corriente medida y dividiendo la corriente integrada por la duración relevante; y/o

el límite de corriente corresponde a la corriente promedio en el curso de la duración combinada del estado de carga y del estado de descarga, habiéndose dispuesto, preferiblemente, dicho controlador (8) del elemento de conmutación para medir una corriente correspondiente a dicho transporte de carga y para determinar la corriente promedio integrando en el tiempo la corriente medida y dividiendo la corriente integrada por la duración relevante.

2.- Una fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el controlador (8) del elemento de conmutación está dispuesto para controlar el elemento de conmutación (7) para que conmute o haga pasar la fuente de suministro de energía de modo conmutado desde el estado de descarga al estado de carga una vez transcurrida una cantidad de tiempo predeterminada tras una conmutación desde el estado de carga al estado de descarga, y/o en la cual la duración combinada del estado de carga y del estado de descarga tiene un valor predeterminado, de tal manera que, durante el estado de descarga, la carga (9) solamente es alimentada, preferiblemente, por la liberación de energía eléctrica desde el dispositivo de almacenamiento de energía (6), y/o de tal modo que, durante el estado de carga, la carga (9) es, preferiblemente, alimentada, al menos parcialmente, por el rectificador (5), y/o de manera que el transporte de carga desde el rectificador (5) está limitado, preferiblemente, al estado de carga.

3.- Una fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende:

un medidor de tensión para medir una tensión proporcional a una tensión instantánea suministrada como salida por el rectificador (5);

un medidor de transporte de carga para medir el transporte de carga;

un comparador para comparar el transporte de carga medido con el límite de corriente, de tal manera que el comparador está dispuesto, adicionalmente, para suministrar como salida una señal de comparación indicativa de si se ha superado o no el límite de corriente;

en la cual dicho elemento de conmutación (7) es controlable dependiendo de la señal de comparación.

4.- Una fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con la reivindicación 3, en la que, durante dicho estado de carga, el transporte de carga desde el rectificador (5) se produce a través del elemento de conmutación (7), y en la cual el medidor de tensión comprende un divisor de tensión resistivo (R1, R2; R7, R8, R9), conectado a la salida del rectificador (5), y de tal manera que el medidor de transporte de carga comprende una resistencia (R3; R10) conectada en serie con el elemento de conmutación (7), estando dicho medidor de transporte de carga dispuesto para determinar una caída de tensión en la resistencia (R3; R10).

- 5 5.- Una fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende adicionalmente medios de retención para retener un valor de la señal de comparación tras la detección de la superación del límite de corriente.
- 10 6.- Una fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende un oscilador (31) que suministra como salida una señal de oscilación que tiene una frecuencia sustancialmente más alta que una frecuencia de la señal de alimentación eléctrica rectificadora, de tal manera que el elemento de conmutación (7) está dispuesto para conmutar la fuente de suministro de energía de modo conmutado al estado de carga dependiendo de la señal de oscilación, de forma que el elemento de conmutación (7) es, preferiblemente, controlable para conmutar o hacer pasar la fuente de suministro de energía de modo conmutado al estado de carga dependiendo tanto del valor retenido de la señal de comparación como de la señal de oscilación.
- 15 7.- Una fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende adicionalmente medios de filtrado (C1) conectados a la salida del rectificador para reducir la inyección de armónicos altos de vuelta al interior de la salida del rectificador.
- 20 8.- Una fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual el dispositivo de almacenamiento de energía (6) comprende un inductor (L; L1), de tal manera que el inductor (L; L1) está colocado, preferiblemente, entre el rectificador (5) y el elemento de conmutación (7), siendo la carga (9) susceptible de conectarse en serie con el inductor (L; L1), y de tal modo que la fuente de suministro de energía de modo conmutado comprende, adicionalmente, un diodo de retroceso rápido, o supresor de transitorios, (D2; D5) conectado en paralelo a la conexión en serie de la carga (9) y el inductor (L; L1).
- 25 9.- Una fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el dispositivo de almacenamiento de energía (6) comprende una bobina primaria de un transformador, y en la cual la carga (9) es susceptible de conectarse a una bobina secundaria del transformador.
- 30 10.- Un sistema de iluminación por LED que comprende un diodo electroluminiscente (LED) (LED; LED-1, ..., LED-X) y un dispositivo de excitación de LED destinado a excitar eléctricamente dicho LED, de tal manera que el dispositivo de excitación de LED comprende la fuente de suministro de energía de modo conmutado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, de modo que el elemento de conmutación (7) de dicha fuente de suministro de energía de modo conmutado comprende un primer transistor (T, T1), en el cual, preferiblemente:
- 35 el dispositivo de almacenamiento de energía (6) está conectado en serie con el LED (LED; LED-1, ..., LED-X), de tal modo que dicha conexión en serie del dispositivo de almacenamiento de energía (6) y el LED (LED; LED-1, ..., LED-X) tiene un primer nodo y un segundo nodo, comprendiendo, adicionalmente, dicho dispositivo de excitación de LED un diodo supresor de transitorios (D2; D5), colocado en paralelo con la conexión en serie del dispositivo de almacenamiento de energía (6) y el LED, de manera que dicho diodo supresor de transitorios (D2; D5) tiene su cátodo conectado al primer nodo y su ánodo conectado al segundo nodo, de tal forma que el segundo nodo se conecta al elemento de conmutación (T, T1); o
- 40 el dispositivo de almacenamiento de energía (6) está conectado en serie con el LED (LED-1, ..., LE-X), de tal manera que dicha conexión en serie del dispositivo de almacenamiento de energía (6) y el LED (LED-1, ..., LED-X) tiene un primer nodo y un segundo nodo, de tal modo que dicho dispositivo de excitación de LED comprende, adicionalmente, un segundo transistor (T2), colocado en paralelo con la conexión en serie del dispositivo de almacenamiento de energía (6) y el LED (LED-1, ..., LED-X), de manera que el segundo transistor (T2) es controlable por el controlador (IC1) del elemento de conmutación para que los primer (T1) y segundo (T2) transistores funcionen en estados opuestos, y de tal modo que el segundo nodo se conecta al primer transistor (T1).
- 50 11.- El sistema de iluminación por LED de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende adicionalmente un tercer transistor (T3), conectado a la salida de dicho rectificador (5), de manera que dicho tercer transistor (T3) está colocado en serie con una carga resistiva (R2) y es controlable por el controlador (IC1) del elemento de conmutación, de tal modo que el tercer transistor (T3) y el controlador (IC1) del elemento de conmutación están dispuestos para proporcionar una carga interna resistiva durante el estado de carga.
- 55 12.- Un dispositivo electrónico de excitación de LED para uso en un sistema de iluminación, de tal manera que el dispositivo electrónico de excitación de LED se ha dispuesto de acuerdo con las reivindicación 10 o la reivindicación 11.
- 60

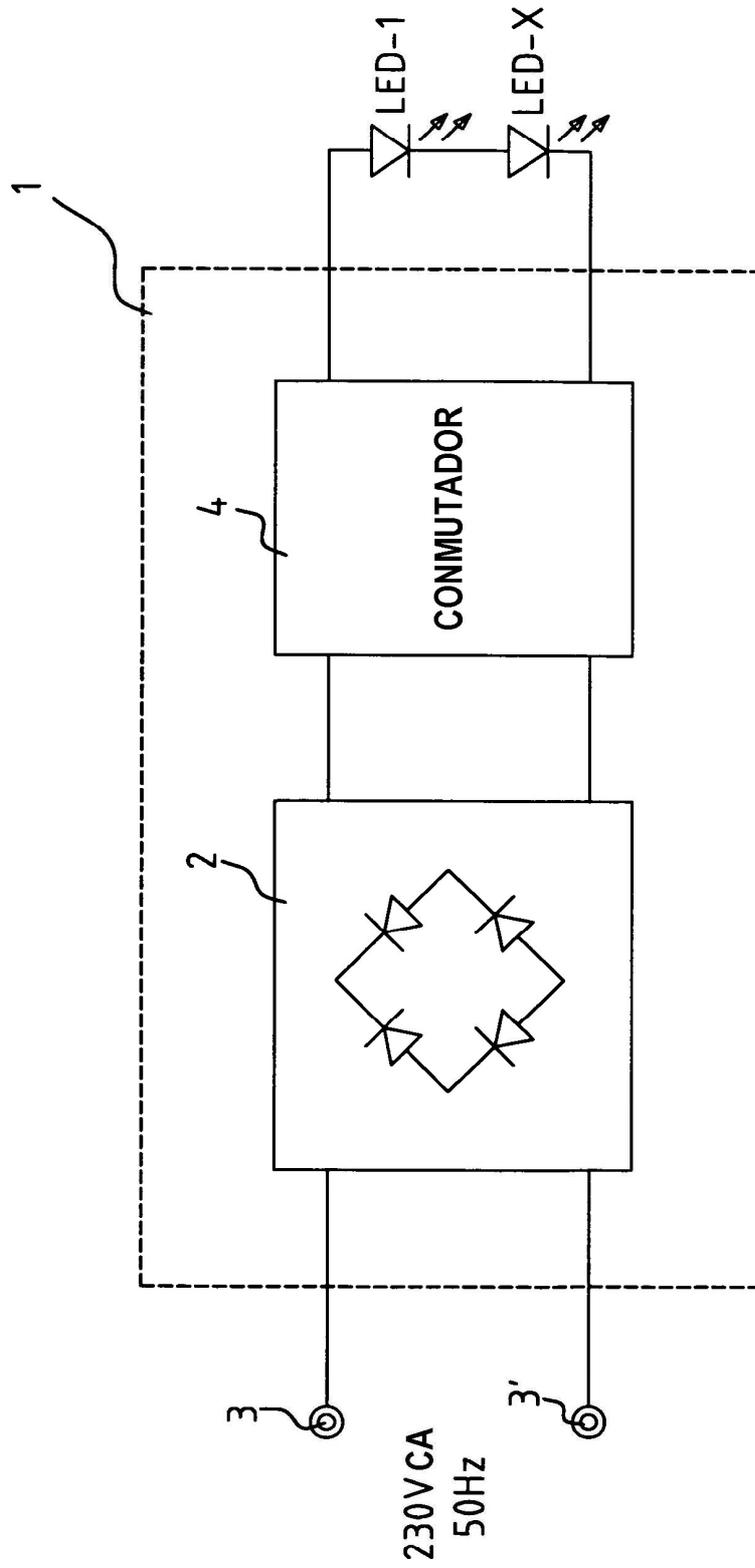


FIG. 1A

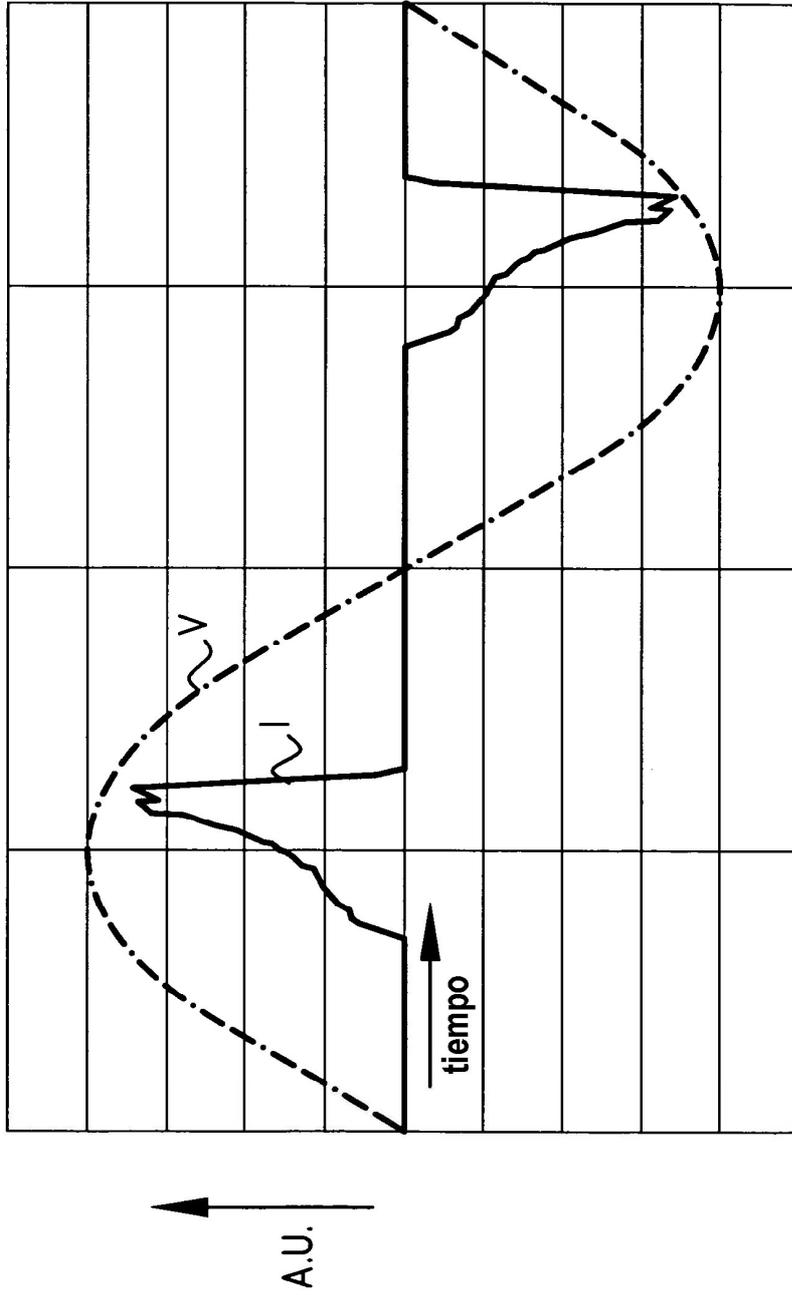


FIG. 1B

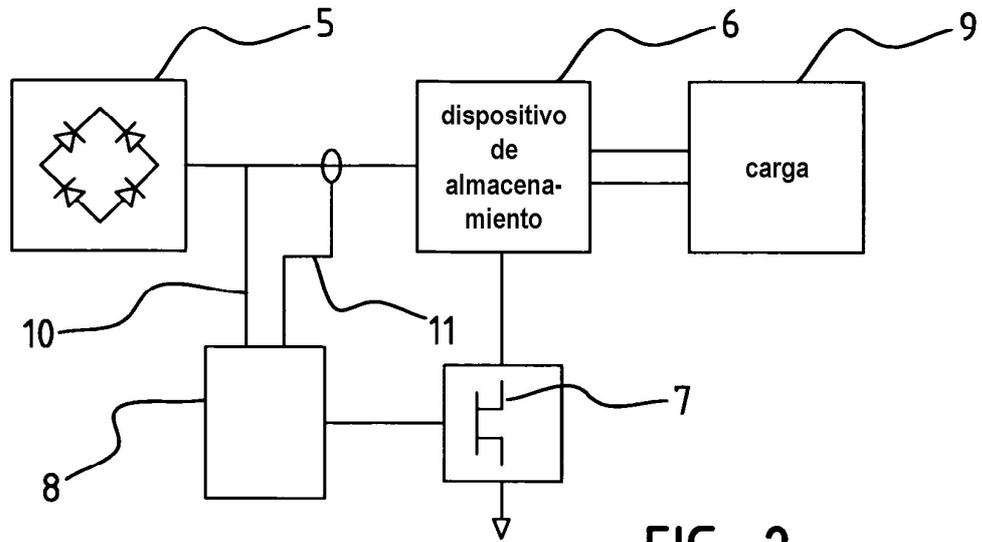


FIG. 2

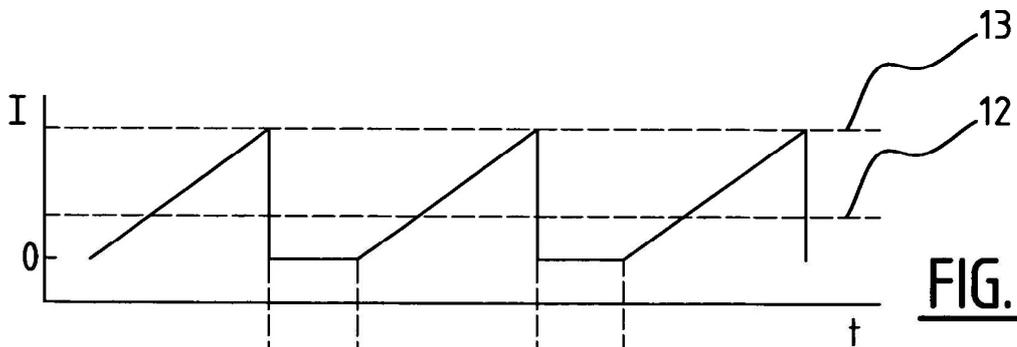


FIG. 3A

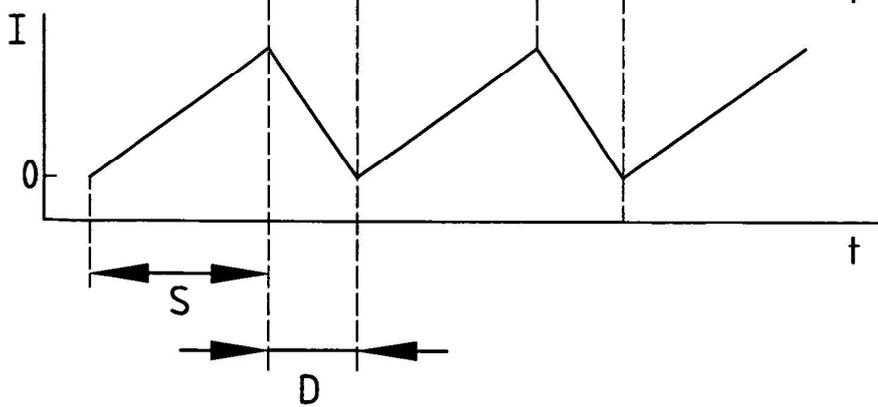


FIG. 3B

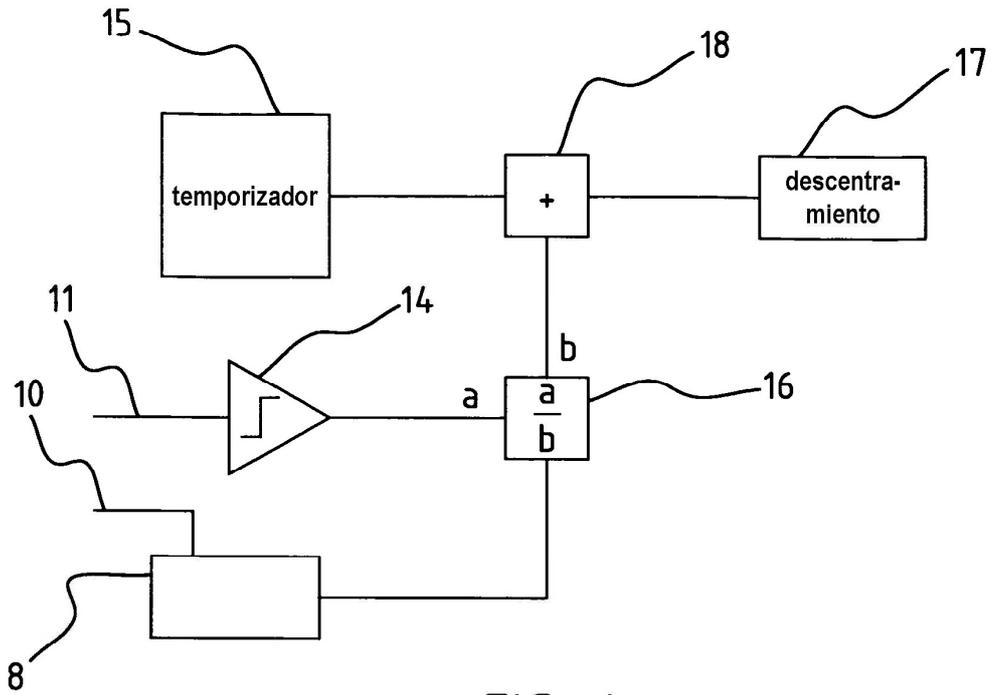


FIG. 4

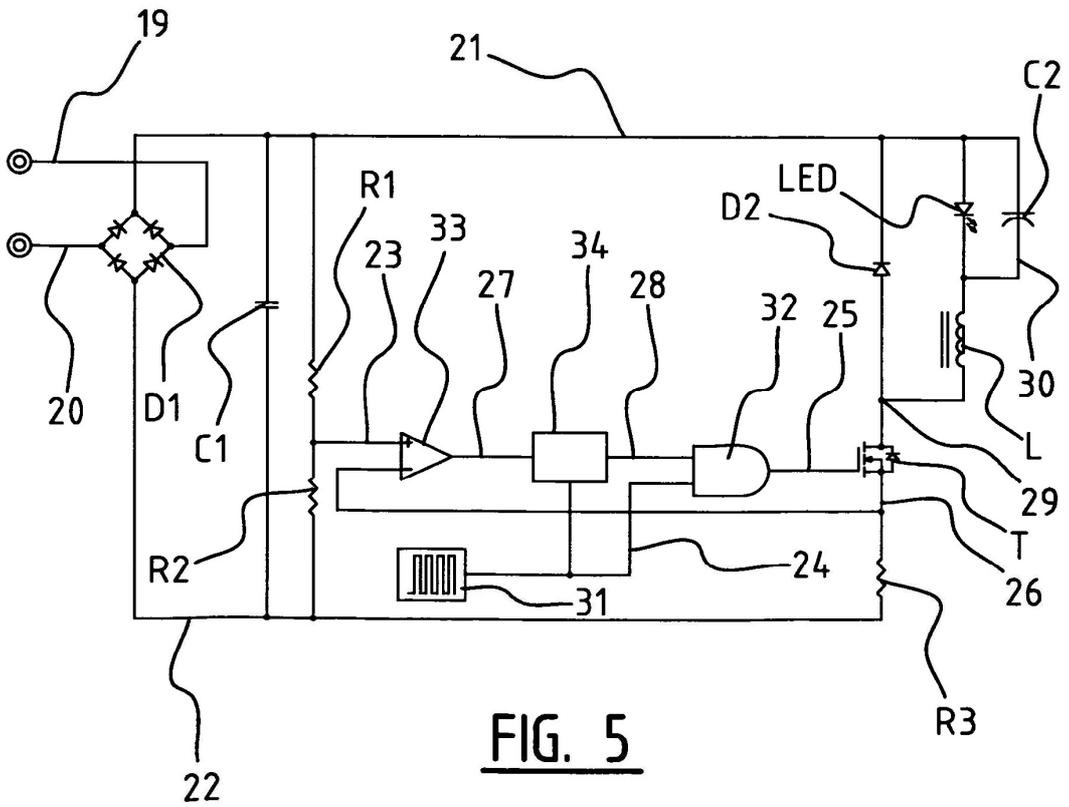


FIG. 5

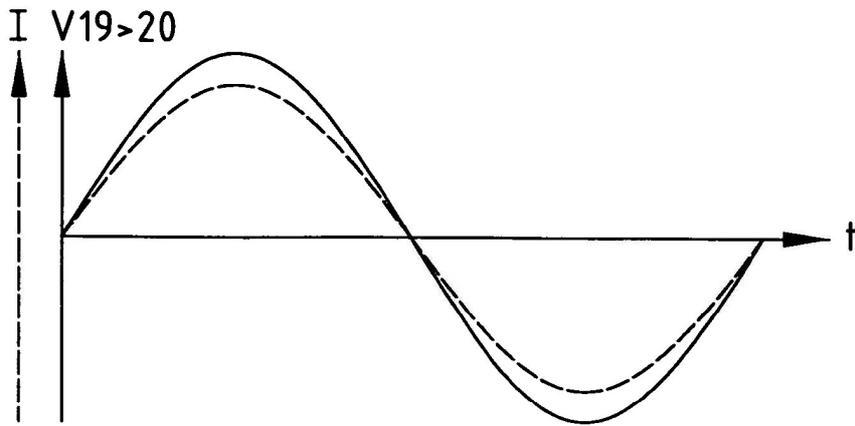


FIG. 6A

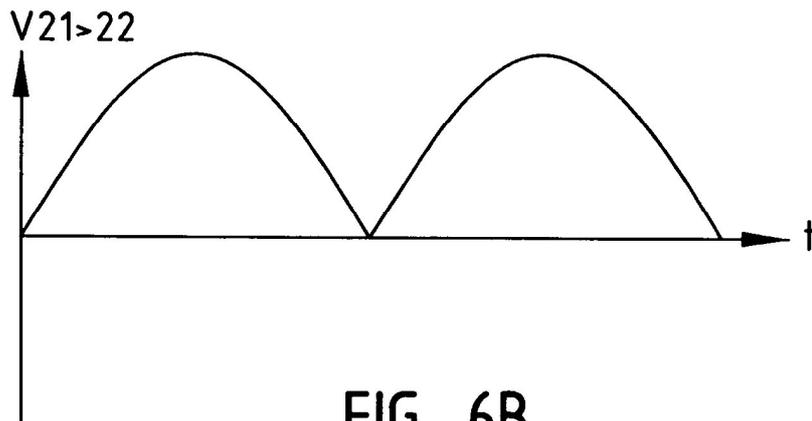


FIG. 6B

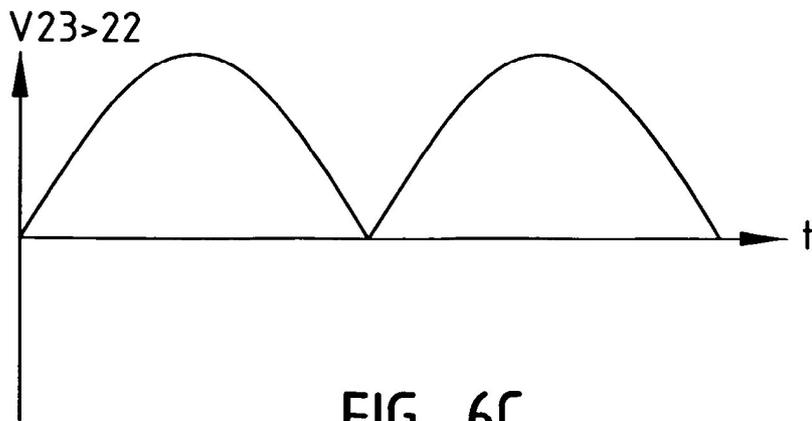


FIG. 6C

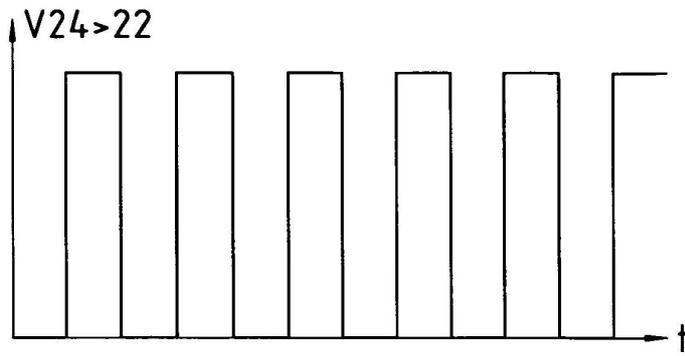


FIG. 6D

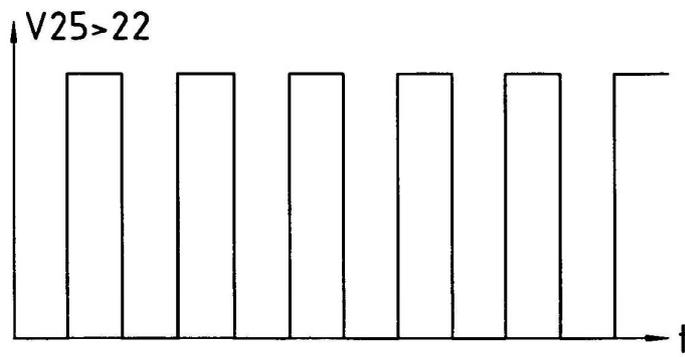


FIG. 6E

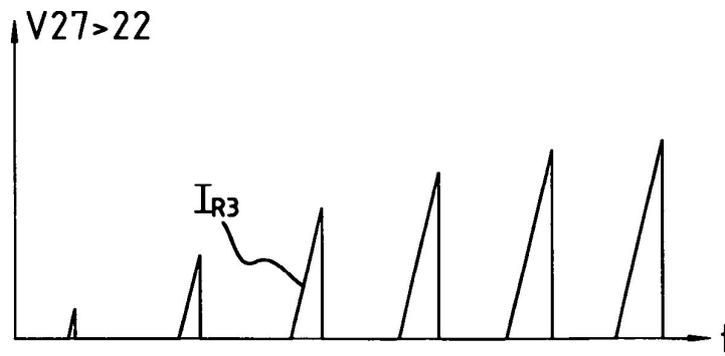


FIG. 6F

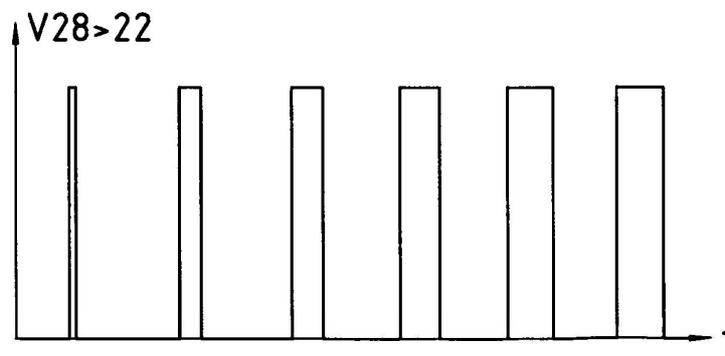
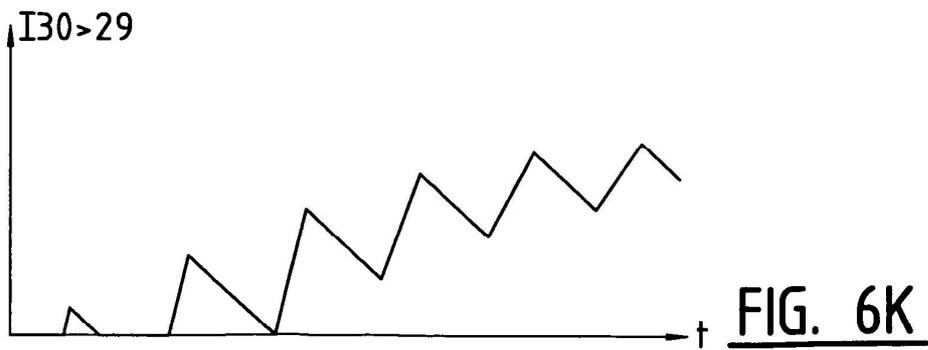
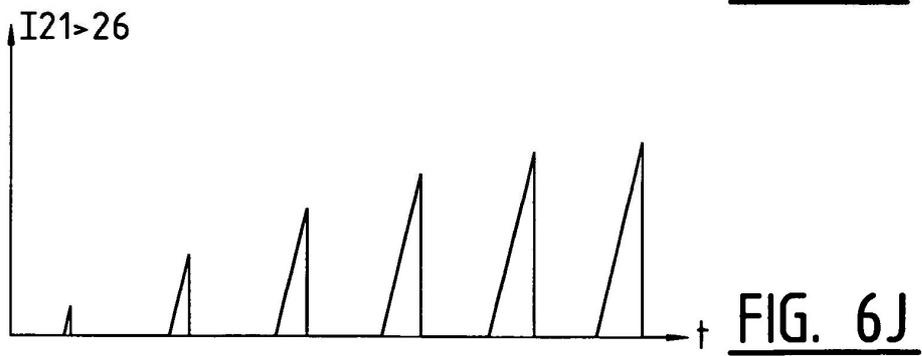
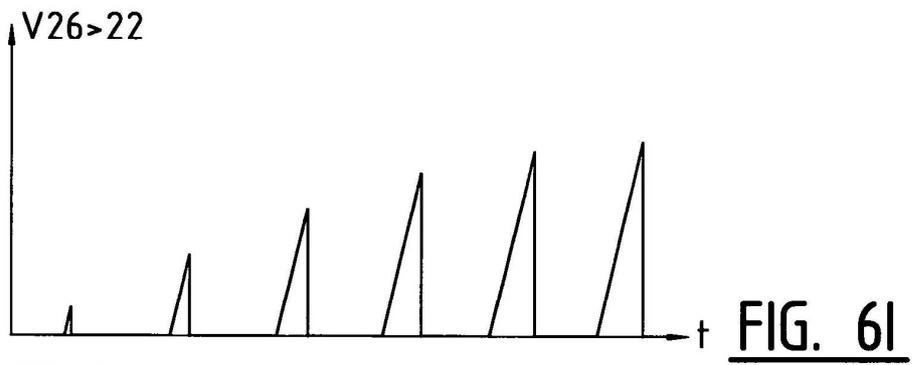
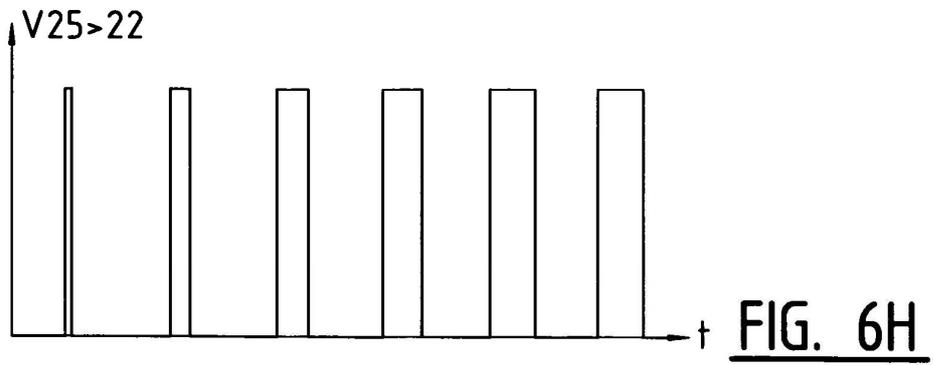


FIG. 6G



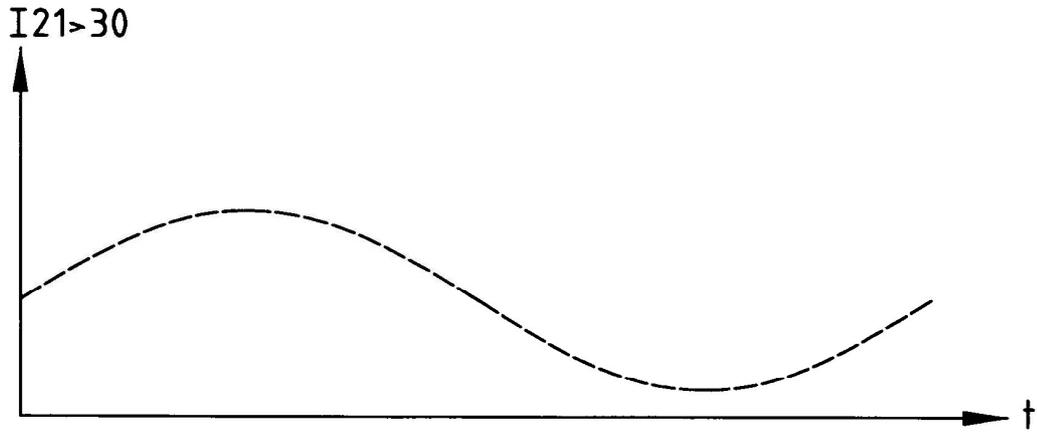


FIG. 6L

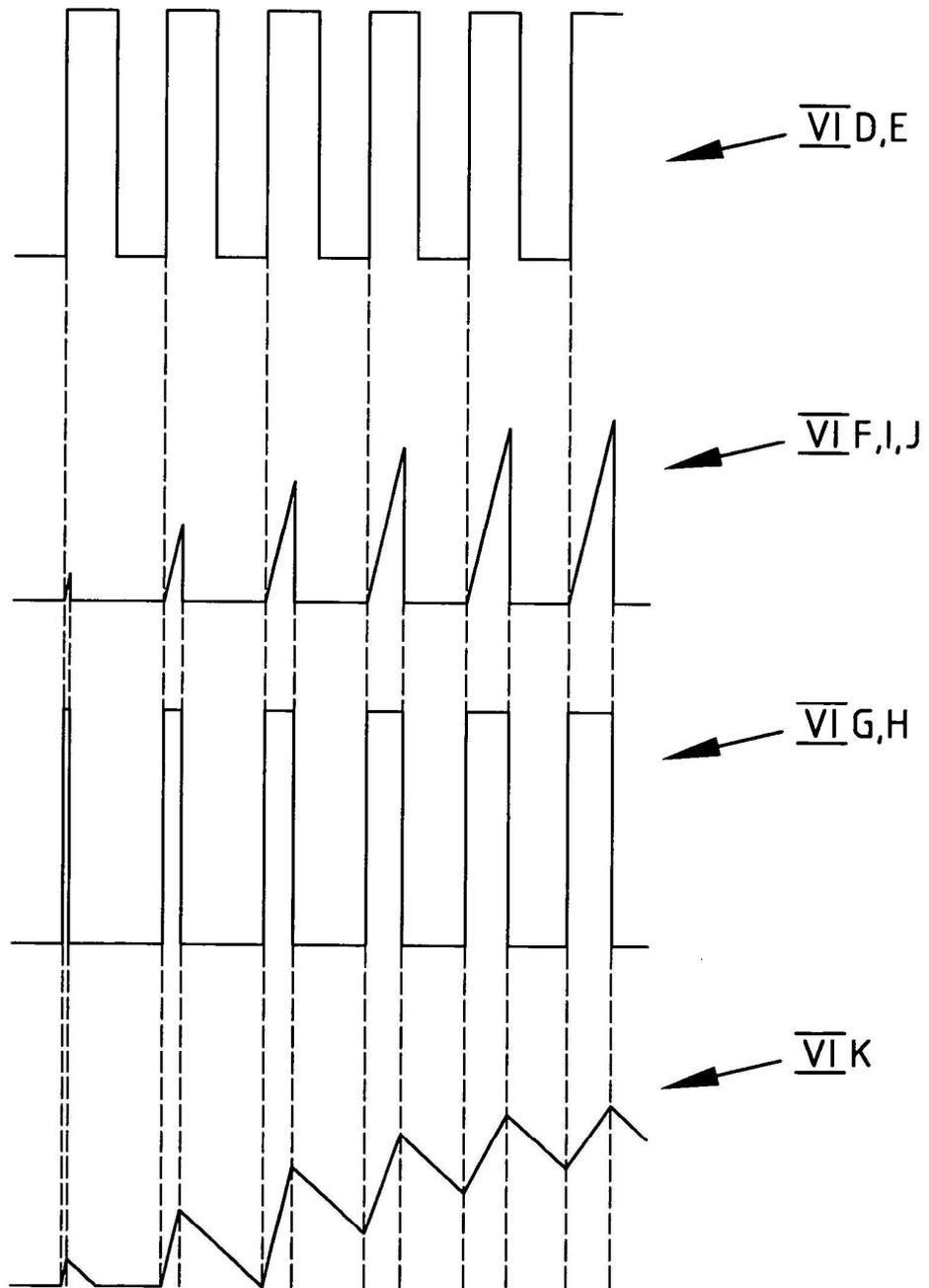


FIG. 6M

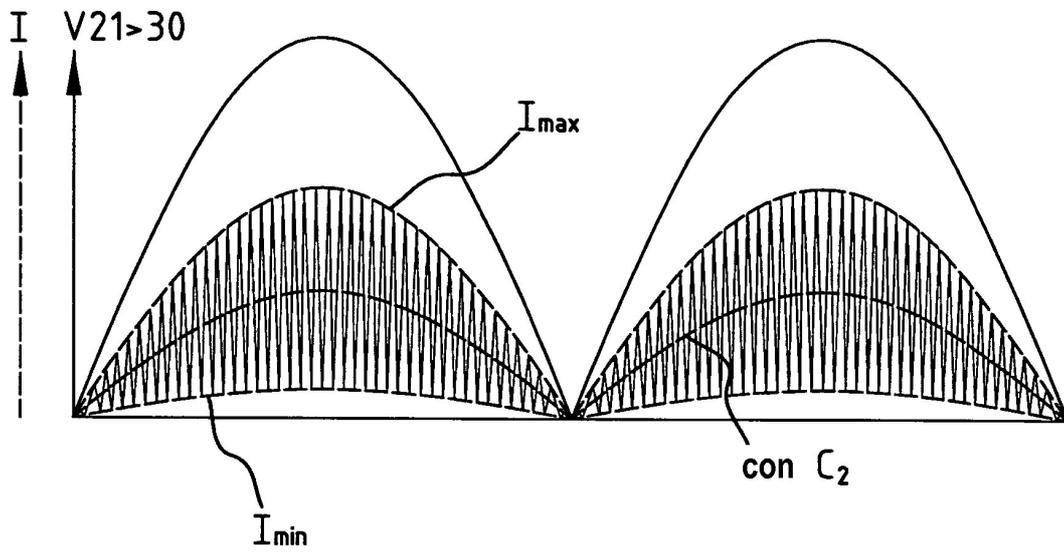


FIG. 6N

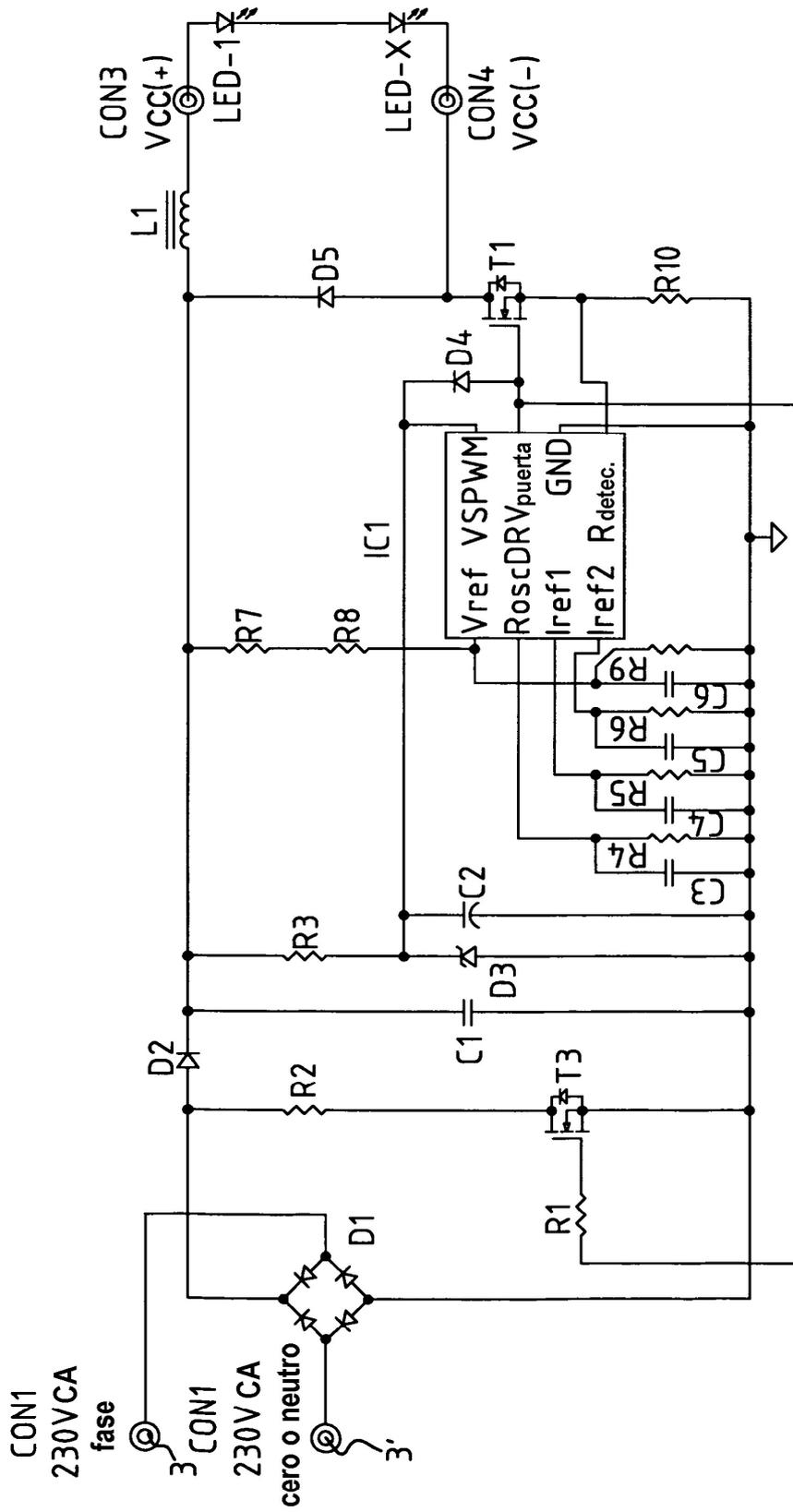


FIG. 7

