

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 734**

51 Int. Cl.:

**H05B 33/08**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2016 PCT/EP2016/055569**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16150768**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2016 E 16713318 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3275290**

54 Título: **Circuito accionador, disposición de iluminación y método de accionamiento de LED**

30 Prioridad:

**26.03.2015 WO PCT/CN2015/075136**  
**27.04.2015 EP 15165202**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.01.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FU, JIE;**  
**SHI, LIANG;**  
**SUN, XIAO y**  
**JIANG, JIMMY**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

### Observaciones:

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 737 734 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 accionador, disposición de iluminación y método de accionamiento de LED

### 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a circuitos accionadores y métodos de accionamiento de LED. Es de interés particular para iluminación tubular con LED pero tiene más aplicabilidad general.

### 10 Antecedentes de la invención

Las luminarias con lámparas tubulares fluorescentes se usan ampliamente en oficinas.

15 En Europa, se usan también luminarias con múltiples lámparas en serie. Por ejemplo, las luminarias con tres lámparas tubulares de 60 cm son populares, tales como plafones. En general, este tipo de luminaria tiene dos lámparas en serie, accionados por un balastro de alta potencia y la tercera lámpara es accionada por un balastro de baja potencia.

La estructura de este tipo de luminaria se muestra en la Figura 1.

20 Se acciona una primera lámpara 10 mediante un balastro de baja potencia 12 y un cebador 14. La segunda y tercera lámparas 16 y 18 están en serie y se accionan como una única entidad por un balastro de alta potencia 20. Cada uno tiene su propio cebador 17, 19.

25 Hay una demanda creciente para sustituciones por LED de lámparas tubulares fluorescentes y en particular que no necesiten cambiar la luminaria. Hay en consecuencia un mercado de renovación muy grande para las lámparas LED tubulares, para sustitución de lámparas tubulares fluorescentes tradicionales. Sin embargo, es muy exigente hacer un diseño de accionador de LED que permita la conexión en serie de lámparas LED con su accionador asociado.

30 Es fácil conectar lámparas fluorescentes tradicionales en serie, dado que la impedancia equivalente de la lámpara fluorescente tradicional es negativa. Esto significa que la tensión de entrada de cada lámpara puede autorregularse cuando están en serie.

35 Para una lámpara LED, es más exigente conectar las LED en serie. En particular, la impedancia de un accionador en bucle cerrado es positiva, lo que da lugar a una realimentación positiva y posiblemente a un desequilibrio de la tensión de entrada en cada lámpara.

40 Por ejemplo, si se conectan en serie dos accionadores en bucle cerrado se hace difícil proporcionar el equilibrio requerido entre los circuitos, como resultado de las tolerancias de los circuitos. Más específicamente, para un circuito en bucle cerrado, el accionador tratará de mantener la salida del accionador estable, pero la impedancia de entrada del accionador en bucle cerrado cambiará siguiendo la tensión de entrada. Por ejemplo,  $R = U_{in}^2/P$ , en la que P es la potencia,  $U_{in}$  es la tensión y R es la resistencia. Si P es fija, entonces cambiará R para seguir a  $U_{in}$ .

45 En una conexión en serie, la resistencia creciente dará como resultado a su vez una tensión creciente asignada a ese accionador. Con dos accionadores en bucle cerrado conectados en serie, existe una posibilidad de que un accionador desarrolle una tensión cada vez más grande que el otro accionador y el desequilibrio sea cada vez peor hasta que haya condiciones de accionamiento anormales. Incluso si el sistema alcanza un estado fijo estable, entonces habrá un desequilibrio entre los dos accionadores. Esto significa que diferentes lámparas tendrán diferentes salidas y la inestabilidad puede dar lugar a parpadeos.

50 Una solución posible es usar accionadores en bucle abierto. Un accionador en bucle abierto tiene una impedancia de entrada que se comporta como una resistencia fija. Dado que un accionador en bucle abierto tiene una impedancia de entrada relativamente estable, es fácil proporcionar un equilibrio entre ellos. Sin embargo, un control en bucle abierto significa que la salida de luz no se regula durante perturbaciones de la entrada o salida y la salida está influida significativamente por las tolerancias de los parámetros principales del accionador de LED. El documento

55 EP2257124A1 divulga un circuito para la conexión de un circuito de iluminación de baja corriente a un atenuador. Tiene un interruptor que cierra cuando la salida del puente rectificador cae por debajo de 200 voltios. Cuando se cierra un interruptor, proporciona una carga resistiva que proporciona una corriente de mantenimiento para el triac del atenuador.

### 60 Sumario de la invención

65 Sería ventajoso proporcionar un circuito de accionamiento de LED que permita un control de la corriente en bucle cerrado o control de potencia en bucle cerrado y que pueda funcionar normalmente en el contexto de conexión en serie con otro accionador de LED, evitando el problema técnico de la tensión desequilibrada desarrollada sobre este y el otro accionador de LED debido a su impedancia negativa.

Una idea básica de las realizaciones de la invención es que los dos accionadores LED trabajen complementariamente en cada semiciclo: en un semiciclo dado hay uno y solo un accionador de LED que se alimenta por la entrada de alimentación de CA; y en un siguiente semiciclo el otro accionador de LED es alimentado por la entrada de alimentación de CA. Este funcionamiento complementario se implementa por la complementariedad de apertura/cierre de dos elementos de cortocircuito a través de cada accionador de LED. Por lo tanto, el problema técnico del desequilibrio de tensión desarrollado por los dos accionadores de LED, en caso de que trabajen simultáneamente, queda superado.

Para acometer mejor este problema, la invención está definida por las reivindicaciones.

La invención se define por la reivindicación 1 del circuito de accionamiento, la reivindicación 13 del método correspondiente y sus reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con los ejemplos, se proporciona un primer circuito de accionamiento de LED que comprende:

una primera interfaz de entrada para recibir la alimentación de CA y proporcionar una primera salida, en el que dicha primera salida está adaptada para conectarse a un segundo circuito de accionamiento de LED;  
un primer accionador de LED alimentado por la primera salida;  
un primer elemento de cortocircuito para el cortocircuito de la primera salida; una primera disposición de control para el control del primer elemento de cortocircuito en el que en la primera disposición de control está adaptada para cerrar el primer elemento de cortocircuito solo durante un subconjunto de los semiciclos de la entrada de alimentación de CA para cortocircuitar el primer accionador de LED y para impedir que el primer accionador de LED sea alimentado por la entrada de alimentación de CA, cuando el segundo circuito accionador de LED está alimentado por la entrada de alimentación de CA complementariamente con respecto al primer accionador de LED no alimentado y, abrir el primer elemento de cortocircuito durante el otro subconjunto de semiciclos para permitir que la entrada de alimentación de CA alimente el primer accionador de LED, cuando el segundo circuito accionador de LED no está alimentado por la entrada de alimentación de CA complementariamente con respecto al primer accionador de LED; en el que el semiciclo es la duración de amplitud positiva o la duración de amplitud negativa de la entrada de alimentación de CA.

Este circuito de accionamiento es capaz de ser controlado para extraer alimentación solamente durante el otro subconjunto de semiciclos (es decir solamente las fases positivas o las fases negativas) de una entrada de alimentación de CA, mientras que en el otro subconjunto de semiciclos la primera salida se cortocircuita inhabilitando de ese modo el primer accionador de LED y permitiendo la alimentación entregada al segundo circuito accionador de LED. Este primer accionador de LED puede conectarse en serie con el circuito accionador de LED que actúa alternativamente/complementariamente con respecto al primer accionador de LED, concretamente extraer alimentación desde la entrada de alimentación de CA durante el subconjunto de semiciclos y quedar inhabilitado durante el otro subconjunto. Se evita de ese modo el problema de una tensión compartida a través de una cadena en serie de LED. De esta manera, dos accionadores de LED pueden funcionar en forma de tiempo dividido y se superan los problemas de estabilidad y equilibrio. El accionador de LED (de cada circuito accionador) puede implementar un control de realimentación en bucle cerrado, mediante lo que se quiere indicar que hay una realimentación negativa desde un sensor (tal como un sensor de corriente) para el control de una corriente o alimentación entregada a la carga.

En una realización adicional, el primer circuito accionador de LED puede comprender adicionalmente:

un primer condensador de amortiguación entre el primer elemento de cortocircuito y el primer accionador de LED;  
y  
un primer diodo de bloqueo en una dirección directa desde el primer elemento de cortocircuito al primer condensador de amortiguación.

Muchos accionadores de LED necesitan un condensador de amortiguación antes del accionador para alisar la alimentación de entrada. Si la entrada del accionador de LED se cortocircuita, existe el riesgo de que el condensador de amortiguación se descargue por el cortocircuito. Para acometer este problema, el diodo de bloqueo impide que el condensador de amortiguación se descargue a través del primer elemento de cortocircuito cuando se cierra el primer elemento de cortocircuito. El condensador de amortiguación se usa para mantener una entrada de tensión estable al accionador de LED y reducir el rizado. Por "dirección directa" se indica la dirección en la que el diodo es capaz de conducir corriente.

En una realización adicional, la primera disposición de control puede comprender un circuito de configuración para cerrar el primer elemento de cortocircuito cada dos semiciclos de la entrada de alimentación de CA, en el que cada uno de dos semiciclos es un subconjunto; y para la apertura del primer elemento de cortocircuito durante el resto de los semiciclos de la entrada de alimentación de CA, en el que el resto de los semiciclos es el otro subconjunto.

Este circuito de configuración significa que el circuito puede cortocircuitar o no cortocircuitar un accionador durante diferentes fases de la alimentación de entrada de CA. No se requiere ninguna calibración o esquema de conexión particular de los accionadores de LED individuales para que se usen en serie. También, la operación cada dos ciclos ayuda a equilibrar uniformemente la operación de los dos accionadores y reduce el parpadeo visible.

En una realización adicional, el circuito de configuración puede comprender un circuito de detección que detecta si la tensión en la salida es mayor que un cierto umbral y en el que el circuito de configuración está adaptado para cerrar o abrir el primer elemento de cortocircuito basándose en la detección.

Antes de que cualquiera de los elementos de cortocircuito se active, pueden ponerse en funcionamiento dos accionadores de LED para compartir la alimentación de CA de entrada. Sin embargo, puede dar como resultado inestabilidad del circuito en uno de los circuitos accionadores de LED que pasa a ser dominante en un momento particular. Cuando sucede esto, se detecta por la detección de umbral, lo que permite a continuación la asignación de los subconjuntos de semiciclos a los dos accionadores de LED. Dado que el nivel de tensión se fija automáticamente para ambos accionadores conectados en serie, esto proporciona una sincronización inherente sin ninguna comunicación/coordinación real entre los dos accionadores, evitando conexiones físicas y ahorrando complejidad.

En una realización adicional, el circuito de configuración puede adaptarse para cerrar dicho primer elemento de cortocircuito en un segundo semiciclo que sucede a un primer semiciclo cuando la tensión detectada en dicho primer semiciclo excede el umbral y abrir dicho primer elemento de cortocircuito en un cuarto semiciclo que sucede un tercer semiciclo cuando la tensión detectada en dicho tercer semiciclo no excede el umbral.

Por lo tanto, la función de cortocircuito se controla basándose en la detección de umbral en el semiciclo previo. Cuando uno está extrayendo más potencia, asigna efectivamente el siguiente semiciclo al otro accionador de LED mediante la activación de su propio elemento de cortocircuito e inhabilitándose a sí mismo en el siguiente semiciclo. Cuando ambos accionadores de LED usan el mismo planteamiento (por ejemplo porque son idénticos), la actuación alternada requerida de los elementos de cortocircuito no da como resultado un auto-conflicto.

En una realización adicional, el circuito de configuración puede comprender adicionalmente un circuito detector de cruce por cero para detectar un cambio de fase en la entrada de alimentación de CA para determinar los tiempos de cada semiciclo.

Esta señal de detección de cruce por cero puede usarse para formar las señales de control para los elementos de cortocircuito.

En una realización adicional, el primer accionador de LED es por ejemplo una fuente de corriente en bucle cerrado o una fuente de potencia en bucle cerrado. La interfaz de entrada puede comprender por ejemplo un rectificador en puente completo.

Tal como se ha explicado anteriormente, el sistema accionador completo puede comprender dos circuitos accionadores individuales del primer tipo de accionador de LED definido anteriormente y dicho segundo accionador de LED. En este caso, el segundo circuito accionador comprende:

- una segunda interfaz de entrada para generar una segunda salida, conectadas eléctricamente en serie la primera y segunda interfaces de entrada y en serie eléctrica con un par de terminales de entrada de alimentación de CA que reciben la entrada de alimentación de CA;
- un segundo accionador de LED alimentado por la segunda salida; un segundo elemento de cortocircuito para cortocircuitar la segunda salida; y
- una segunda disposición de control para controlar al segundo elemento de cortocircuito en el que la segunda disposición de control está adaptada para cerrar el segundo elemento de cortocircuito solamente durante un subconjunto de los semiciclos de la entrada de alimentación de CA cuando el primer elemento de cortocircuito está abierto por lo que el primer accionador de LED está alimentado por la entrada de alimentación de CA; y abrir el segundo elemento de cortocircuito durante el subconjunto de semiciclos de la entrada de alimentación de CA cuando el primer elemento de cortocircuito cierra el primer elemento de cortocircuito por lo que el segundo accionador de LED es alimentado por la entrada de alimentación de CA; por lo que el primer accionador de LED y el segundo accionador de LED se alimentan y cortocircuitan complementariamente en cada semiciclo de la entrada de alimentación de CA.

Esta disposición sitúa dos interfaces de entrada y dos accionadores de LED en serie. Para evitar inestabilidad y salidas no uniformes, cada accionador de LED solo funciona durante un subconjunto de semiciclos. Esto proporciona un uso compartido en el tiempo de la alimentación de entrada de CA entre los dos accionadores de LED. Un subconjunto de los semiciclos son las fases de polaridad positiva de la señal de alimentación de entrada y el otro subconjunto de semiciclos son las fases de polaridad negativa de la señal de alimentación de entrada. Esto permite que dos disposiciones de LED, cada una con su propio accionador, se coloquen en serie para formar el circuito accionador global.

De esta manera, los accionadores de LED en bucle cerrado pueden fabricarse para funcionar en serie. Los accionadores de LED trabajan de forma intercalada/complementaria.

La primera interfaz de entrada, accionador de LED, elemento de cortocircuito y disposición de control pueden formar

una primera disposición de accionador de LED y la segunda interfaz de entrada, accionador de LED, elemento de cortocircuito y disposición de control pueden formar una segunda disposición de accionador de LED. El circuito accionador global comprende dos disposiciones de accionadores de LED y cada disposición de accionador de LED incluye su propio accionador de LED.

La invención se dirige a un circuito accionador de LED que comprende una única de las disposiciones de accionador de LED (por ejemplo un único LED tubular) o a una configuración con dos disposiciones de accionador de LED (por ejemplo un conjunto de dos LED tubulares). Por lo tanto, el término "circuito accionador de LED" se pretende que se refiera a una o más disposiciones de accionador de LED tal como se han descrito.

En una realización preferente, el sistema accionador está adicionalmente adaptado para cambiar los semiciclos durante los que el primer elemento de cortocircuito está abierto y los semiciclos durante los que está abierto el segundo elemento de cortocircuito. Esto significa que el sistema accionador cambia los semiciclos durante los que el primer elemento de cortocircuito está cerrado y los semiciclos durante los que el segundo elemento de cortocircuito está cerrado. Por ejemplo, en los primeros 10 ciclos de la alimentación principal, que son 200 ms, el primer accionador de LED es accionado en cada fase primera/positiva de los ciclos mientras el segundo accionador de LED es accionado en cada segunda fase/negativa de los ciclos. En los siguientes 10 ciclos de la alimentación principal, el sistema accionador cambia el orden: el primer accionador de LED es accionado cada fase segunda/negativa de los ciclos mientras que el segundo accionador de LED es accionado cada fase primera/positiva de los ciclos. Una ventaja de esta realización es la reducción del problema de EMI/ruido/resonancia que puede tener lugar cuando el accionador de LED siempre funciona en el mismo instante de tiempo.

La primera y segunda disposiciones de accionador de LED pueden tener un hardware idéntico.

De esta manera, no se necesitan modificaciones especiales a las disposiciones de accionador de LED para permitirles que se conecten conjuntamente en serie. Dado que debido a la variación de impedancia inherente de los dos accionadores de LED, un accionador de LED alcanzará primero el umbral y comenzará el cortocircuito y no cortocircuito alternos y a su vez el otro accionador de LED también alcanzará el umbral y comenzará la operación complementaria. Esto simplifica la instalación y el diseño.

La invención proporciona también un sistema de iluminación que comprende:

- un sistema accionador como se ha descrito anteriormente;
- una primera disposición de LED accionados por el primer accionador de LED; y
- una segunda disposición de LED accionada por el segundo accionador de LED.

La primera y segunda disposiciones de LED pueden comprender cada una un LED tubular. Todo el circuito de iluminación puede ser la parte electrónica principal de un plafón de luz, popular en un entorno de oficina interior.

Otro ejemplo proporcionado es un método de accionamiento de LED, que comprende:

- proporcionar primera y segundas salidas cada una desde una primera y segunda interfaz de entrada respectiva, con la primera y segunda interfaces de entrada conectadas eléctricamente en serie y en serie eléctricamente con un par de terminales de entrada de alimentación de CA que reciben una entrada de alimentación de CA;
- cortocircuito o no cortocircuito, mediante el cierre o la apertura del primer elemento de cortocircuito, la primera salida y no cortocircuito o cortocircuito de la segunda salida, mediante la apertura o el cierre del segundo elemento de cortocircuito, complementario con respecto al primer elemento de cortocircuito, en cada semiciclo de la entrada de alimentación de CA, de modo que
- se alimente un primer accionador de LED usando la primera salida en un subconjunto de semiciclos cuando se cortocircuitan las segundas salidas y el segundo accionador de LED no está alimentado;
- alimentar un segundo accionador de LED usando la segunda salida en otro subconjunto de semiciclos cuando se cortocircuitan las primeras salidas y el primer accionador de LED no está alimentado.

Este método proporciona una asignación alterna/complementaria de la alimentación de CA de forma dividida en el tiempo a los dos accionadores de LED que están en serie.

Los accionadores de LED pueden comprender cada uno una fuente de corriente en bucle cerrado o una fuente de potencia en bucle cerrado y el método comprende además para cada salida:

- detectar si la tensión en la salida es mayor que un umbral,
- cortocircuitando dicha salida mediante el cierre del elemento de cortocircuito respectivo en un segundo semiciclo que sucede a un primer semiciclo cuando la tensión detectada en dicho primer semiciclo excede el umbral y
- no cortocircuitar dicha salida mediante la apertura del elemento de cortocircuito respectivo en un cuarto semiciclo que sucede a un tercer semiciclo cuando la tensión detectada en dicho tercer semiciclo no excede el umbral.

Estos y otros aspectos de la invención se pondrán de manifiesto y se elucidarán con referencia a la(s) realización(es) que se describen de aquí en adelante.

Breve descripción de los dibujos

Ejemplos de la invención se describirán ahora en detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 la figura 1 muestra una configuración conocida de tres lámparas tubulares fluorescentes, con dos en serie y una en paralelo;
- la figura 2 muestra un circuito accionador de LED;
- la figura 3 muestra los tiempos de operación de dos accionadores de LED usados dentro del circuito accionador
- 10 de la figura 2;
- la figura 4 muestra un ejemplo de detector de cruce por cero;
- la figura 5 muestra formas de onda para explicar el funcionamiento del detector de la figura 4; y
- la figura 6 es un diagrama de tiempos para explicar un método de resolución de conflictos.

15 Descripción detallada de las realizaciones

La invención proporciona un circuito accionador de LED que comprende una primera interfaz de entrada para recibir una entrada de alimentación de CA y proporcionar una primera salida y un primer accionador de LED alimentado por la primera salida. Se proporciona un primer elemento de cortocircuito para el cortocircuito de la primera salida y se controla de modo que sea activo solamente durante un subconjunto de semiciclos de la entrada de alimentación de CA e inactivo durante el otro subconjunto de semiciclos. Esto significa que dos de los circuitos de accionamiento pueden usarse en serie, suministrando cada uno alimentación basándose solamente en un subconjunto de los semiciclos de la entrada de alimentación de CA.

25 La figura 2 muestra un circuito accionador de LED, que comprende dos disposiciones de accionador de LED 22, 24 en serie entre una entrada de CA recibida en una primera y segunda entradas 26, 28.

Cada disposición de LED 22, 24 puede formar una lámpara tubular. Las dos disposiciones juntas pueden formar así una luminaria de dos lámparas o un par de lámparas con una luminaria que tiene asimismo otras lámparas. El circuito de LED que es el objeto de la presente invención puede comprender una única disposición de accionador de LED o un par de disposiciones de accionador de LED.

Por "conectado en serie" se quiere indicar que la primera disposición de accionador de LED 22 recibe como fuente de alimentación de entrada una señal entre el primer terminal 26 y un terminal 27 intermedio y la segunda disposición de accionador de LED 24 recibe como fuente de alimentación de entrada una señal entre el terminal 27 intermedio y el segundo terminal 28.

Las dos disposiciones de accionador de LED 22, 24 son idénticas y se explicará en detalle la primera disposición de accionador de LED 22.

40 La primera disposición de accionador de LED 22 comprende una primera interfaz de entrada 30 para recibir la entrada de alimentación de CA desde el par respectivo de terminales de entrada (26 y 27 para la primera disposición de accionador de LED 22) y para proporcionar una primera salida. La interfaz de entrada 30 es un rectificador de diodos en puente completo de modo que la primera salida Vc1 sea una salida rectificada entre un bus de tensión 31 y tierra. Es posible también que el rectificador esté por delante del circuito de accionamiento y la interfaz de entrada reciba una entrada de alimentación de CA que ya está rectificada. En este caso la interfaz de entrada es solamente terminales de conexión. Independientemente de la implementación que tenga la interfaz de entrada, proporciona acceso tanto a una entrada de alimentación de CA rectificada como no rectificada con semiciclos.

50 Un primer accionador de LED 32 se alimenta por la primera salida Vc1. El accionador de LED acciona una carga de salida en la forma del LED 34.

Se proporciona un primer elemento de cortocircuito 36 para el cortocircuito de la primera salida, conectado entre el bus de tensión 31 y tierra. Tal y como se muestra en la figura 2, el elemento de cortocircuito comprende un MOSFET de cortocircuito a través de la salida de la interfaz de entrada y de ese modo a través de la entrada del accionador de LED. En una realización alternativa, el elemento de cortocircuito puede implementarse también mediante otros transistores u otros interruptores controlables.

60 Se proporciona una primera disposición de control 38 para el control del primer elemento de cortocircuito 36 de modo que sea activo solamente durante un subconjunto de semiciclos de la entrada de alimentación de CA e inactivo durante el otro subconjunto de semiciclos.

Esto significa que la disposición de accionador de LED 22 solamente extrae alimentación durante el otro subconjunto de semiciclos (es decir solamente las fases positivas o las fases negativas) de los terminales a través de la entrada de CA 26, 27, mientras en un subconjunto de semiciclos la entrada del accionador de LED se cortocircuita y la alimentación de entrada de CA se deriva hacia la otra disposición de accionador de LED.

El accionador de LED 32 en ejemplos preferidos es un accionador en bucle cerrado. Esto significa que proporciona realimentación para controlar la corriente proporcionada a la carga 34. Esta realimentación puede comprender por ejemplo una tensión a través de una resistencia de detección de corriente cuya tensión es indicativa de la corriente a través de la resistencia de detección y del LED. El mecanismo de realimentación comprende una disposición de comparador para comparar la tensión detectada a través de la resistencia de detección de corriente con un valor de referencia y la diferencia se usa como un parámetro de control de realimentación. El parámetro de control de realimentación regula el ajuste del accionador, por ejemplo el ciclo de trabajo de una fuente de alimentación en modo conmutación, para mantener la corriente de salida deseada.

Puede usarse un accionador de LED de regulación de corriente convencional y hay varios diseños posibles que pueden usarse como es bien conocido para los expertos en la materia.

Se proporciona un primer condensador de amortiguación 40 entre el primer elemento de cortocircuito 36 y el primer accionador de LED 32, conectado entre el bus de tensión 31 y tierra. Estabiliza la tensión proporcionada al accionador de LED 32. Se proporciona un primer diodo de bloqueo 42 en una dirección directa (mediante lo que se quiere indicar la dirección en la que puede fluir la corriente) desde el primer elemento de cortocircuito 36 al primer condensador de amortiguación 40. Se proporciona junto con la tensión del bus 31, de ese modo con el ánodo conectado al primer elemento de cortocircuito 36 y el cátodo conectado al primer condensador de amortiguación 40.

El primer diodo de bloqueo 42 impide que el primer condensador de amortiguación 40 se descargue a través del primer elemento de cortocircuito 36 cuando se cierra el primer elemento de cortocircuito 36.

Como se ha mencionado antes, la primera y segunda disposiciones de accionador de LED 22, 24 pueden ser idénticas.

La segunda disposición de accionador de LED 24 comprende así:

una segunda interfaz de entrada 50 (es decir un rectificador de diodos en puente completo) para generar una segunda salida Vc1A en un segundo bus 51;

un segundo accionador de LED 52 alimentado por la segunda salida Vc1A y que proporciona alimentación a un segundo LED 54;

un segundo elemento de cortocircuito 56 para cortocircuitar la segunda salida;

una segunda disposición de control 58 para controlar el segundo elemento de cortocircuito 56 de modo que sea activo solamente durante el otro subconjunto de semiciclos de la entrada de alimentación de CA e inactivo durante el subconjunto de semiciclos usados por la primera disposición de accionador 22.

La segunda disposición de accionador de LED 24 también tiene un segundo condensador de amortiguación 60 y un segundo diodo de bloqueo 62.

Mediante la conexión de las dos disposiciones de accionador de LED 22, 24 en serie, cada una puede extraer alimentación de un subconjunto diferente de semiciclos.

Durante la fase de la entrada de CA, que se reserva para el otro accionador, se activa el elemento de cortocircuito de modo que las funciones de accionador global como interruptor de paso a través (con la corriente pasando a través de dos diodos del rectificador en puente de diodos y a través del elemento de cortocircuito).

Hay por lo tanto dos interfaces de entrada y dos accionadores de LED en serie. Para evitar inestabilidad y salidas no uniformes, cada accionador solo funciona durante un subconjunto de semiciclos. Esto proporciona un uso compartido en el tiempo de la alimentación de entrada de CA entre las dos disposiciones de accionador de LED. Un subconjunto de los semiciclos son las fases de polaridad positiva de la señal de alimentación de entrada y el otro subconjunto de semiciclos son las fases de polaridad negativa de la señal de alimentación de entrada. Esto permite que dos disposiciones de accionador de LED, cada una con su propio accionador de LED, se coloquen en serie para formar el circuito accionador global.

Para proporcionar la asignación de cada disposición de accionador de LED a su subconjunto respectivo de semiciclos, se requiere sincronización y esto se implementa mediante las disposiciones de control 38, 58.

La figura 3 muestra una secuencia de trabajo posible de las dos disposiciones de accionador de LED.

El trazado superior muestra la señal de alimentación principal.

Las señales G1 y G1A son señales de puerta para los transistores de cortocircuito (G1 para el primer elemento de cortocircuito 36 y G1A para el segundo elemento de cortocircuito 56). También se muestran las tensiones de salida Vc1 y Vc1A.

La figura 3 muestra las dos disposiciones de accionador 22, 24 trabajando de forma intercalada, funcionando cada

disposición de accionador durante un conjunto de semiciclos. Cuando G1 es baja y G1A es alta, la tensión de entrada se aplica solamente a la primera disposición de accionador 22. Cuando G1 es alta y G1A es baja, la tensión de entrada se aplica solamente a la segunda disposición de accionador 24.

5 Para proporcionar sincronización, una disposición de accionador ha asignarse al primer semiciclo.

Un planteamiento posible es medir la tensión de CA antes de los rectificadores en puente y fijar una de las disposiciones de accionador para que funcione durante los semiciclos positivos y para fijar la otra para funcionar durante los semiciclos negativos.

10 Esto proporciona un planteamiento simple, pero da como resultado diferentes ajustes de hardware entre las dos disposiciones de accionador. Esto no es deseable dado que requiere control de producción y requiere cuidado durante el montaje.

15 Una alternativa es proporcionar un diseño que signifique que mediante la conexión de cables de entrada a los accionadores de modo diferente, uno pueda convertirse en una unidad de ciclo negativo y el otro puede convertirse en una unidad de ciclo positivo. De nuevo, esto complica el montaje.

20 Este planteamiento tiene el riesgo de cortocircuitar la alimentación principal, si se cometen errores durante el montaje o instalación, dado que los dos transistores de cortocircuito puede ser capaces de pasar a conducción al mismo tiempo.

Un planteamiento preferido es asignar las disposiciones de accionador a un subconjunto respectivo de semiciclos basándose en un mecanismo de auto-sincronización. Esto puede permitir que disposiciones de accionador idénticas se usen como se explica a continuación.

25 Una primera función como parte de la auto-sincronización es detectar las fases de la señal de entrada de CA. La figura 4 muestra el circuito de detección de cruce por cero que puede usarse para detectar cambios en la fase de la tensión de red de entrada. Puede usarse cualquier circuito detector de cruce por cero y la figura 4 muestra un ejemplo simple basándose en un transistor bipolar de unión 72. La base se conecta a una salida de divisor de potencial a través de un diodo zéner 73. El divisor de potencial genera una versión escalada de la entrada de CA rectificada recibida en el terminal 74 en su salida.

30 El diodo zéner no está conduciendo la mayor parte del tiempo, haciendo conductor al transistor 72 y llevando la salida 70 ("AC\_sync") a baja. Solamente en el momento de cambio de fase cuando hay una baja tensión el diodo zéner es no conductor, de modo que se genera un pulso corto cuando la salida 70 es llevada hacia arriba a la tensión de continua Vcc. El circuito genera así un pulso en la salida 70 en cada cambio de fase.

La figura 5 muestra la entrada de CA rectificada aplicada al terminal 74 y la señal de salida AC\_sync.

40 Se usa la figura 6 para explicar el planteamiento de auto-sincronización. Este planteamiento usa el desequilibrio inherente entre los accionadores de LED conectados en serie.

Se supone que el valor de pico máximo de la tensión de entrada es  $V_{in\_max}$  y el valor de pico mínimo de la tensión de entrada es  $V_{in\_min}$ .

45 El controlador de cada disposición de accionador detecta la tensión rectificada  $V_{c1}$  o  $V_{c1A}$  tras el rectificador en puente completo.

50 Durante el período de tiempo de arranque, no se usan los elementos de cortocircuito, de modo que las dos disposiciones de accionador se conectan en serie permanentemente. Este período de tiempo de arranque son los dos primeros semiciclos mostrados en la figura 6.

55 En este estado, inherentemente, las tolerancias de los parámetros y el control en bucle cerrado de cada disposición de accionador en serie provocarán probablemente desequilibrio entre las tensiones de entrada aplicadas a las dos lámparas en serie.

Supóngase  $V_{c1A} > V_{c1}$  durante el segundo semiciclo del periodo arranque, como se muestra en la Figura 6.

60 Se establece una tensión de referencia  $V_{ref}$  y se selecciona de modo que  $1/2V_{in\_max} < V_{ref} < V_{in\_min}$ . Las disposiciones de control 38, 58 tienen cada una un circuito de detección que detecta si la tensión en la salida es mayor que este umbral. Esto significa que solo uno de los dos circuitos accionadores puede incluso llegar a  $V_{ref}$ . Esto evita el funcionamiento erróneo de ambos elementos de cortocircuito cuando la tensión de entrada varía.

65 Cuando  $V_{c1A} > V_{ref}$  como se muestra en el segundo semiciclo, el controlador 58 de la segunda disposición de accionador 24 genera una señal de salida O1A. Entonces espera al cambio de fase de la señal de red de entrada (tal como se determina por su propia señal AC\_sync).



Tan pronto como la señal AC\_sync se hace alta, el controlador 56 conecta al elemento de cortocircuito 56 de modo que en ese semiciclo (el tercer semiciclo de la figura 6)  $V_{c1A} = 0$ .

- 5 La segunda disposición de accionador 24 detiene la operación y actúa en el modo de derivación durante este tercer semiciclo. Como resultado,  $V_{c1}$  que aparece en la primera disposición de accionamiento 22 se incrementa hasta la tensión de red rectificada. Esta primera disposición de accionador de LED 22 funciona entonces en este semiciclo.
- 10 Dado que  $V_{c1} > V_{ref}$ , el control de la primera disposición de accionador de LED 22 generará entonces una salida O1 y esperará a la señal de cambio de fase. Tan pronto como su señal AC\_sync es alta, el elemento de cortocircuito 36 se conecta, de modo que  $V_{c1} = 0$  en el cuarto semiciclo mostrado en la figura 6. La primera disposición de accionador 22 funciona en el modo de derivación y  $V_{c1A}$  se incrementará hasta la tensión de red rectificada inmediatamente.
- 15 Esto define un ciclo repetitivo, en el que una desviación en un semiciclo indica a la disposición de accionador que debería actuar en modo de derivación en el siguiente semiciclo. Tan pronto como surge inestabilidad o desequilibrio en las salidas durante el tiempo de arranque (cuando los elementos de cortocircuito no se usan), las dos disposiciones de accionador son capaces de resolver el conflicto. Tan pronto como se resuelve el conflicto, el sistema pasa a estar estable.
- 20 De esta manera, el circuito de configuración de cada disposición de accionador establece automáticamente su elemento de cortocircuito para que sea activo cada dos semiciclos de la entrada de alimentación de CA y para estar inactivo durante el resto de los semiciclos de la entrada de alimentación de CA. El circuito puede auto-configurarse sin calibración o esquema de conexión particular de las disposiciones de accionador de LED individuales. Cuando una disposición de accionador está extrayendo más potencia que la otra, asigna efectivamente el siguiente semiciclo a la
- 25 otra disposición de accionador de LED mediante la activación de su propio elemento de cortocircuito en el siguiente semiciclo. Cuando ambas disposiciones de accionador de LED usan el mismo planteamiento (por ejemplo debido a que son idénticas), la actuación alternada requerida de los elementos de cortocircuito no da como resultado un auto-conflicto.
- 30 Por lo tanto, si la disposición de accionador está extrayendo más potencia en un semiciclo que la otra disposición de accionador, por ejemplo un primer semiciclo (debido a que la tensión detectada en dicho primer semiciclo excede el umbral) entonces activará su elemento de cortocircuito en un siguiente semiciclo, por ejemplo un segundo semiciclo.
- 35 De manera similar, si la disposición de accionador está extrayendo menos potencia en un semiciclo que la otra disposición de accionador, por ejemplo un tercer semiciclo (debido a que la tensión detectada en dicho primer semiciclo no excede el umbral), entonces desactivará su elemento de cortocircuito en un siguiente semiciclo, por ejemplo un cuarto semiciclo.
- 40 Se observa que en el primer semiciclo tal como se muestra en la figura 6, la tensión se divide relativamente de modo uniforme entre los dos accionadores de LED. Esto es posible en el funcionamiento real y significa que no hay desequilibrio. Sin embargo, no será siempre el caso y normalmente surgirá una asignación de tensión irregular, asignación irregular que entonces activará la auto-sincronización como se ha explicado anteriormente.
- 45 La invención es de interés particular para LED tubulares que pueden usarse como elementos de renovación en luminarias de luz tubulares fluorescentes existentes. Sin embargo, puede aplicarse a otros tipos de lámparas de LED. Puede usarse en una luminaria con cualquier número de lámparas y en donde haya uno o más pares de lámparas a conectarse en serie.
- 50 Los expertos en la materia pueden entender y efectuar otras variaciones en las realizaciones divulgadas a la hora de practicar la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, de la divulgación y de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Cualesquiera signos de referencia en las reivindicaciones no deberían interpretarse como limitativos del alcance.

## REIVINDICACIONES

1. Un primer circuito accionador de LED (22) que comprende:

una primera interfaz de entrada (30) para recibir la alimentación de CA y proporcionar una primera salida, en el que dicha primera salida está adaptada para conectarse a un segundo circuito de accionamiento de LED; un primer accionador de LED (32) alimentado por la primera salida; un primer elemento de cortocircuito (36) para cortocircuitar la primera salida; una primera disposición de control (38) para controlar el primer elemento de cortocircuito en el que la primera disposición de control (38) está adaptada para

- mantener el primer elemento de cortocircuito (36) cerrado para cortocircuitar el primer accionador de LED (32), de modo que pase la entrada de alimentación de CA al segundo circuito accionador de LED y para impedir que el primer accionador de LED (32) sea alimentado por la entrada de alimentación de CA, durante un primer subconjunto de semiciclos de la entrada de alimentación de CA,
- mantener el primer elemento de cortocircuito (36) abierto para permitir que la entrada de alimentación de CA alimente el primer accionador de LED (32) durante un segundo subconjunto de semiciclos, en el que dicho segundo subconjunto de semiciclos no se solapa con el primer subconjunto de semiciclos;

en el que el primer subconjunto de semiciclos es las fases de polaridad positiva de la entrada de alimentación de CA y el segundo subconjunto de semiciclos es las fases de polaridad negativa de la entrada de alimentación de CA.

2. Un primer circuito accionador de LED de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

un primer condensador de amortiguación (40) entre el primer elemento de cortocircuito y el primer accionador de LED; y un primer diodo de bloqueo (42) en una dirección directa desde el primer elemento de cortocircuito al primer condensador de amortiguación.

3. Un primer circuito accionador de LED de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el circuito de configuración comprende un circuito de detección adaptado para detectar si la tensión en la salida es mayor que un umbral y en el que el circuito de configuración está adaptado para cerrar o abrir el primer elemento de cortocircuito basándose en la detección.

4. Un primer circuito accionador de LED de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el circuito de configuración está adaptado para:

cerrar dicho primer elemento de cortocircuito en un primer semiciclo del segundo subconjunto de semiciclos que suceden a un primer semiciclo del primer subconjunto de semiciclos cuando la tensión detectada en dicho primer semiciclo del primer subconjunto de semiciclos excede el umbral y  
abrir dicho primer elemento de cortocircuito en un semiciclo adicional del segundo subconjunto de semiciclos que suceden a un semiciclo adicional del primer subconjunto de semiciclos cuando la tensión detectada en dicho semiciclo adicional del primer subconjunto de semiciclos no excede el umbral.

5. Un primer circuito accionador de LED de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el circuito de configuración comprende adicionalmente un circuito detector de cruce por cero para detectar un cambio de fase en la entrada de alimentación de CA para determinar los tiempos de cada semiciclo.

6. Un primer circuito accionador de LED de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer accionador de LED (32) es una fuente de corriente en bucle cerrado o una fuente de potencia en bucle cerrado.

7. Un primer circuito accionador de LED de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la interfaz de entrada (30) comprende un rectificador en puente completo.

8. Un sistema accionador que comprende el primer circuito accionador de LED (22) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende adicionalmente el segundo circuito accionador de LED (24), en el que el segundo circuito accionador de LED comprende:

una segunda interfaz de entrada (50) para generar una segunda salida, estando la primera y segunda interfaces de entrada conectadas eléctricamente en serie entre un par de terminales de entrada de alimentación de CA que reciben la entrada de alimentación de CA;  
un segundo accionador de LED (52) alimentado por la segunda salida; y  
un segundo elemento de cortocircuito (56) para cortocircuitar la segunda salida,  
una segunda disposición de control (58) para controlar el segundo elemento de cortocircuito, en el que la segunda disposición de control (58) está adaptada para:

- mantener el segundo elemento de cortocircuito (56) cerrado de modo que pase la entrada de alimentación de CA al primer circuito accionador de LED durante el segundo subconjunto de semiciclos de la entrada de alimentación de CA mientras que el primer elemento de cortocircuito (36) esté abierto, por lo que el primer accionador de LED (32) está alimentado por la entrada de alimentación de CA; y
- mantener el segundo elemento de cortocircuito (56) abierto durante el primer subconjunto de semiciclos de la entrada de alimentación de CA mientras que el primer elemento de cortocircuito (36) esté cerrado por lo que el segundo accionador de LED (52) está alimentado por la entrada de alimentación de CA;

en el que dicho segundo subconjunto de semiciclos no se solapa con el primer subconjunto de semiciclos.

9. Un sistema accionador de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el sistema accionador está adaptado adicionalmente para

cambiar el primer y segundo subconjuntos de semiciclos durante los que el primer elemento de cortocircuito está abierto y el primer y segundo subconjuntos de semiciclos durante el que el segundo elemento de cortocircuito está abierto; y  
cambiar el primer y segundo subconjuntos de semiciclos durante los que el primer elemento de cortocircuito está cerrado y el primer y segundo subconjuntos de semiciclos durante el que el segundo elemento de cortocircuito está cerrado.

10. Un sistema accionador de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el primer y segundo circuitos de accionador de LED (22, 24) tienen idéntico hardware.

11. Un sistema de iluminación que comprende:

un primer circuito accionador de LED de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 y una primera disposición de LED (34) accionada por el primer accionador de LED; o  
un sistema accionador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, una primera disposición de LED (34) accionada por el primer accionador de LED y una segunda disposición de LED (54) accionada por el segundo accionador de LED.

12. Un sistema de iluminación de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la primera disposición de LED comprende un LED tubular o en el que la primera y segunda disposiciones de LED comprenden cada una un LED tubular respectivo.

13. Un método para el accionamiento de un primer y segundo circuito accionador de LED, que comprende:

proporcionar primera y segundas salidas cada una desde una primera y segunda interfaz de entrada respectiva, con la primera y segunda interfaces de entrada conectadas eléctricamente en serie y en serie eléctricamente entre un par de terminales de entrada de alimentación de CA que reciben una entrada de alimentación de CA; cortocircuitar la primera salida y pasar la entrada de alimentación de CA a la segunda salida, mediante el cierre de un primer elemento de cortocircuito y en tanto que no se cortocircuita la segunda salida, mediante la apertura de un segundo elemento de cortocircuito, de modo que alimente un segundo accionador de LED usando la segunda salida en un primer subconjunto de semiciclos;  
no cortocircuitando la primera salida mediante la apertura del primer elemento de cortocircuito y cortocircuitando la segunda salida y pasando la entrada de alimentación de CA a la primera salida mediante el cierre del segundo elemento de cortocircuito, de modo que alimente un primer accionador de LED usando la primera salida en un segundo subconjunto de semiciclos, en el que dicho segundo subconjunto de semiciclos no se solapa con el primer subconjunto de semiciclos, en el que el primer subconjunto de semiciclos es las fases de polaridad positiva de la entrada de alimentación de CA y el segundo subconjunto de semiciclos es las fases de polaridad negativa de la entrada de alimentación de CA.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que los accionadores de LED comprenden cada uno una fuente de corriente en bucle cerrado o fuente de potencia en bucle cerrado y el método comprende además para cada salida:

detectar si la tensión en la salida es mayor que un umbral,  
cortocircuitar dicha salida mediante el cierre de dicho primer elemento de cortocircuito en un primer semiciclo del segundo subconjunto de semiciclos que suceden a un primer semiciclo del primer subconjunto de semiciclos cuando la tensión detectada en dicho primer semiciclo del primer subconjunto de semiciclos excede el umbral y  
no cortocircuitar dicha salida mediante la apertura de dicho primer elemento de cortocircuito en un semiciclo adicional del segundo subconjunto de semiciclos que suceden a un semiciclo adicional del primer subconjunto de semiciclos cuando la tensión detectada en dicho semiciclo adicional del primer subconjunto de semiciclos no excede el umbral.

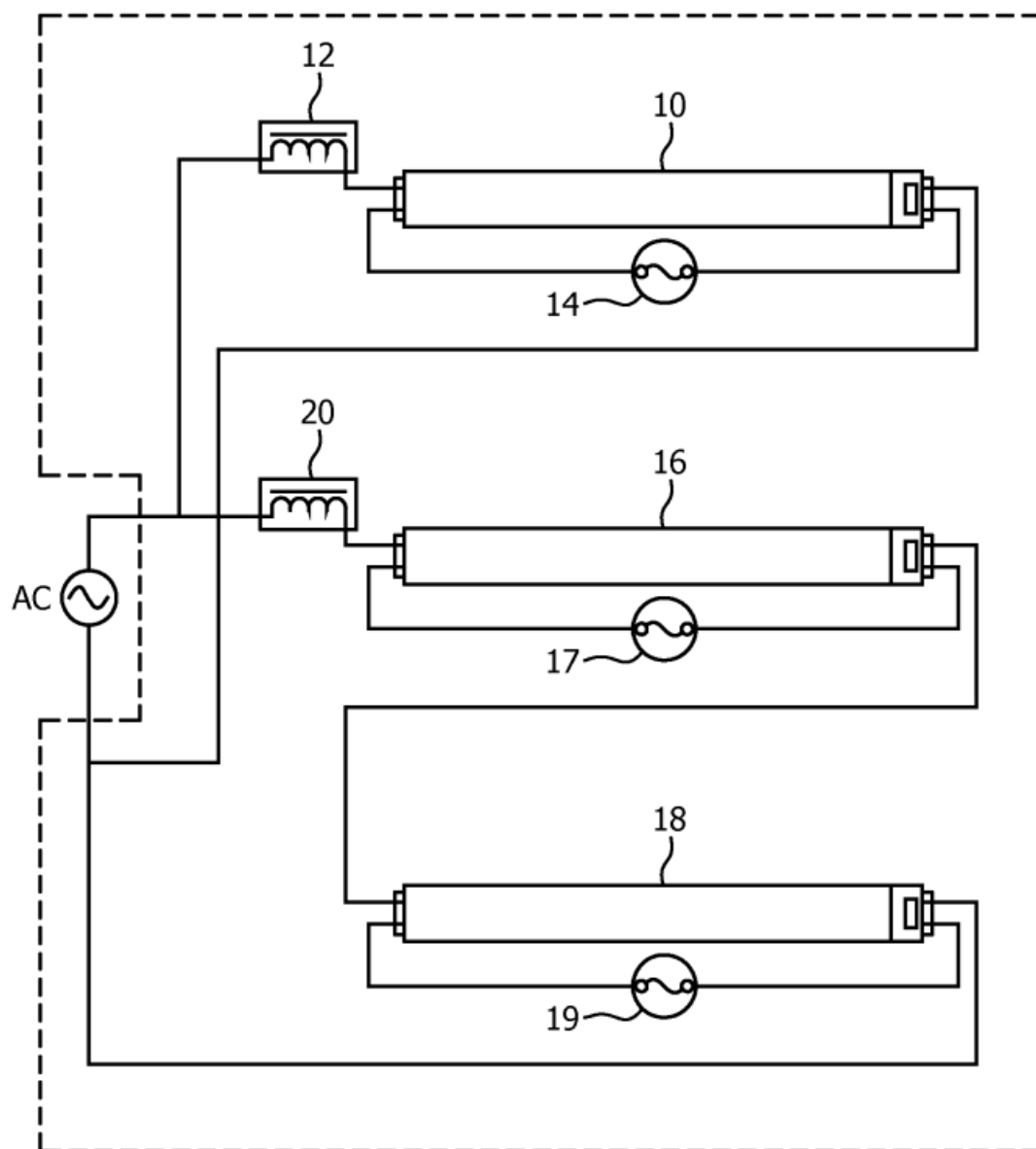


FIG. 1

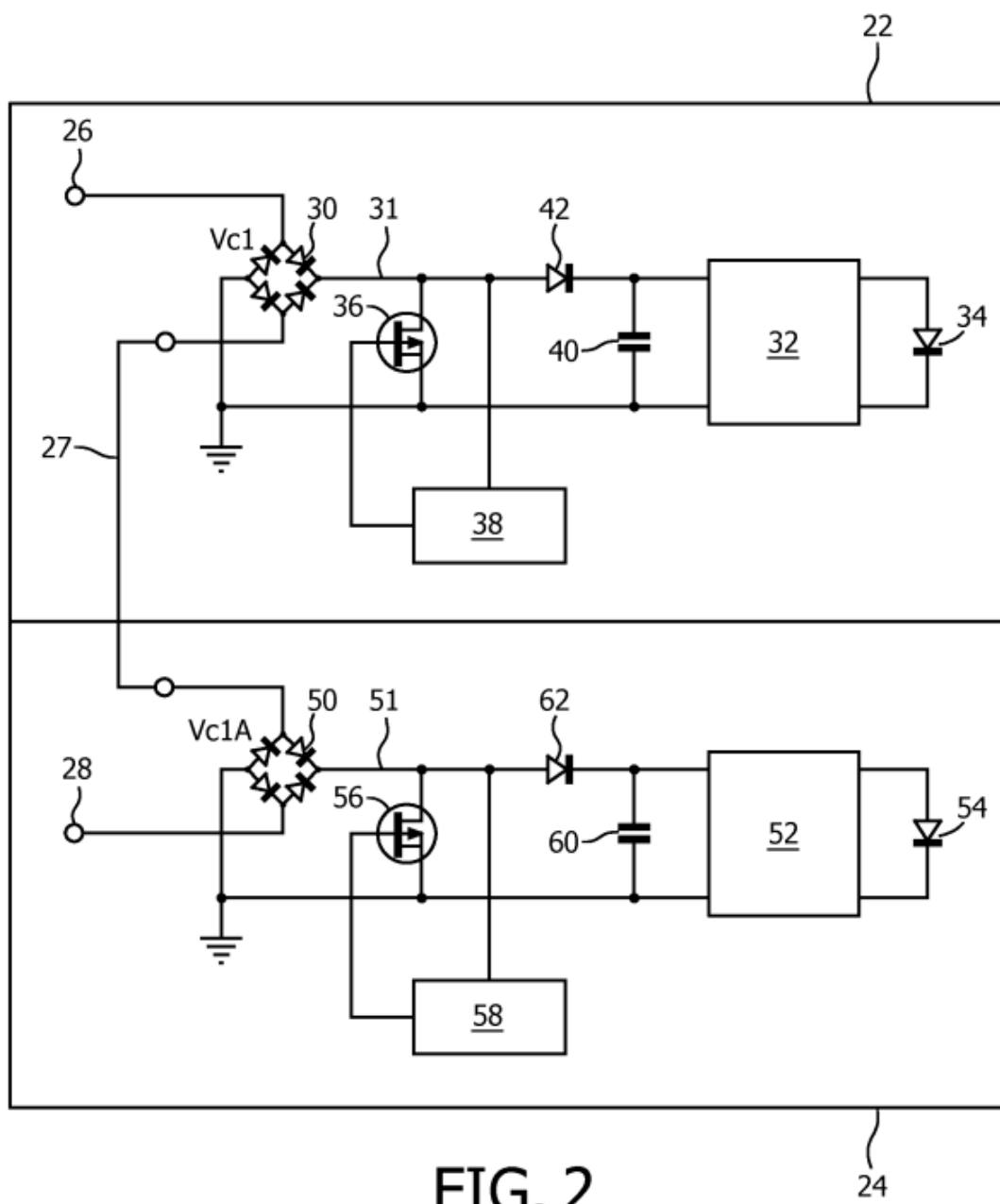


FIG. 2

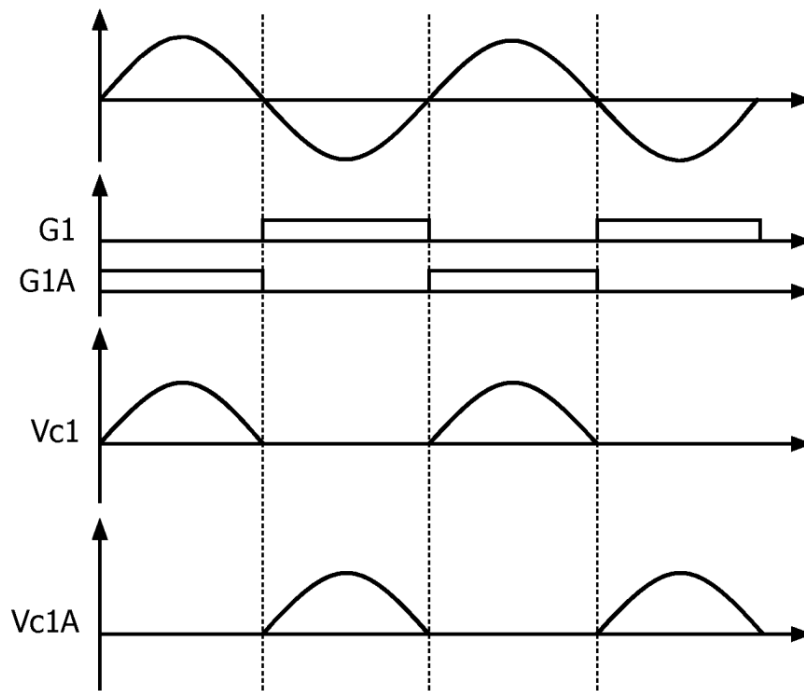


FIG. 3

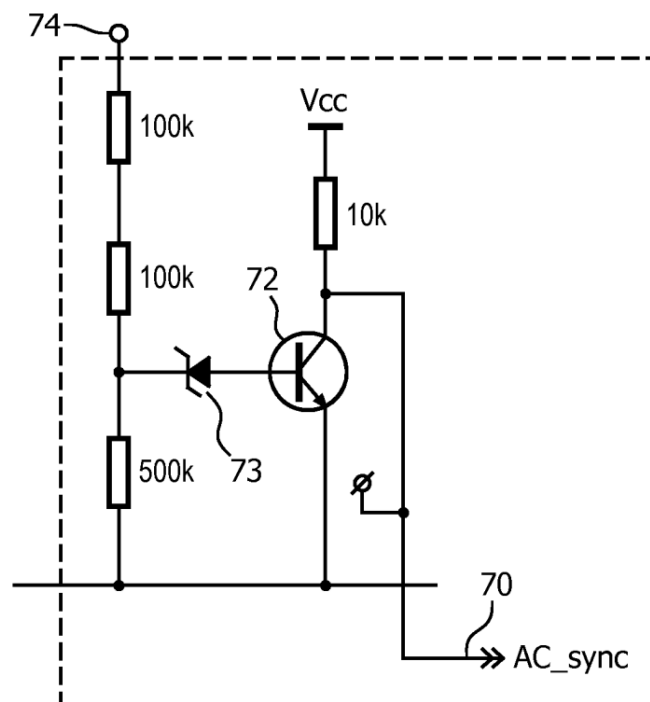


FIG. 4

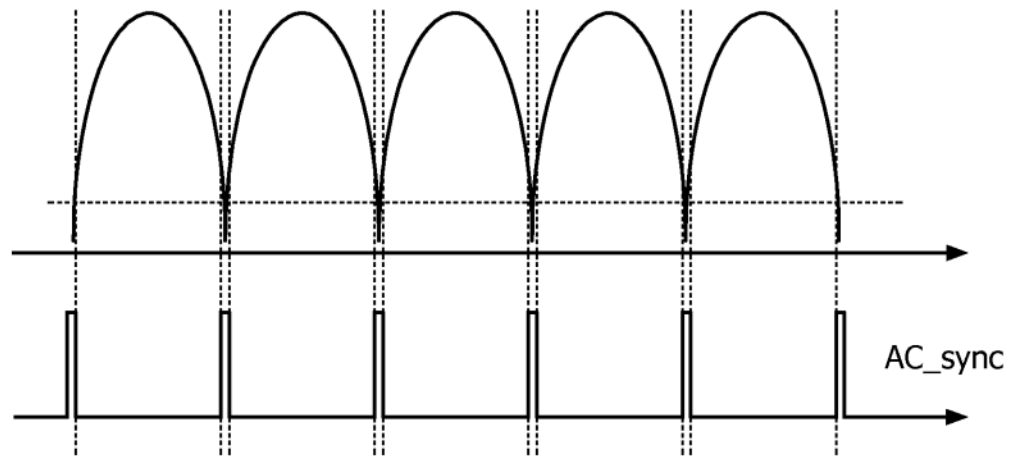


FIG. 5

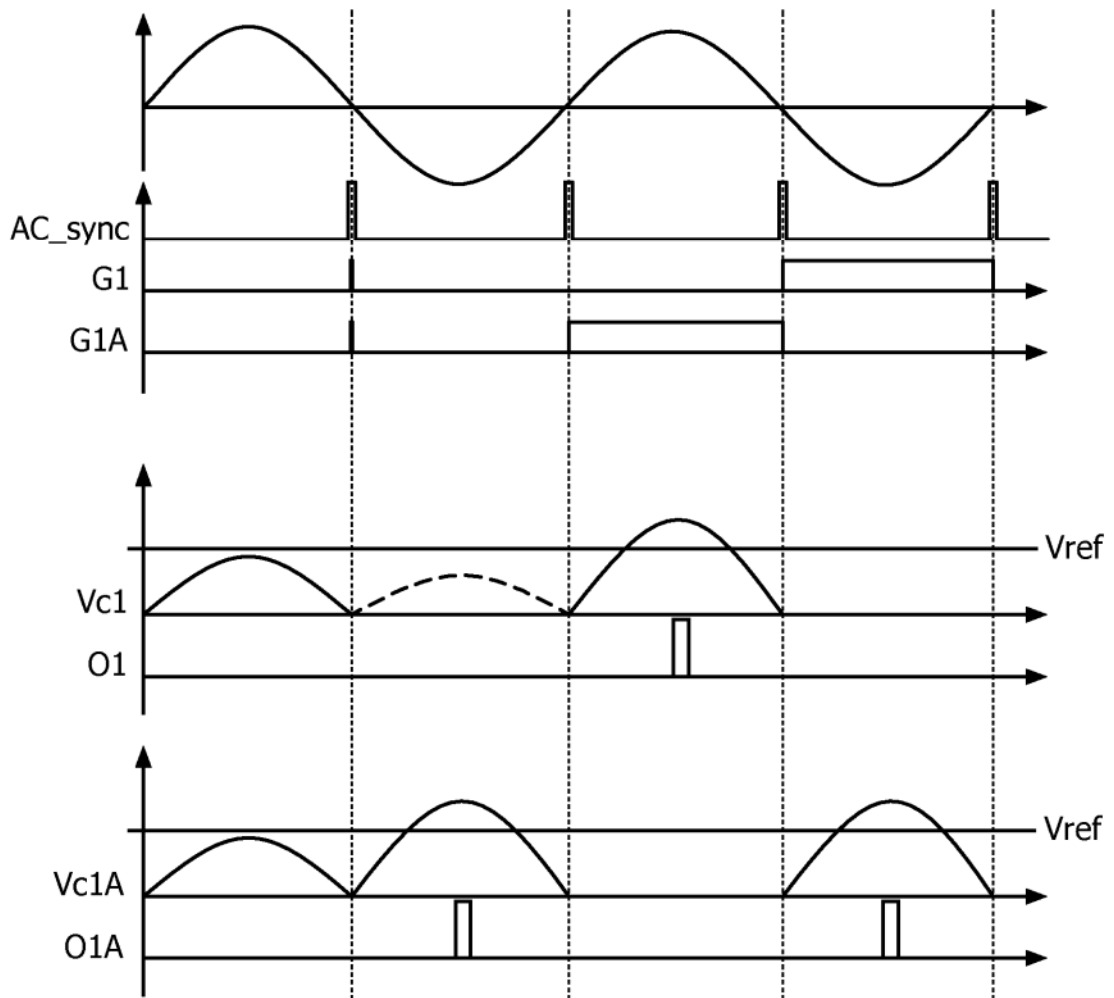


FIG. 6