(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 717 468**

(51) Int. Cl.:
H05B 33/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2014 PCT/EP2014/070568**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15044311**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2014 E 14786141 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 3050399**

(54) Título: **Sistema de iluminación LED**

(30) Prioridad:

25.09.2013 NL 2011495

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.06.2019

(73) Titular/es:

SILICON HILL B.V. (100.0%)
Cruquiusweg 111C
1019 AG Amsterdam, NL

(72) Inventor/es:

SEGERS, MAARTEN WILLEM y
STEFFENS, PAUL

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 717 468 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

Sistema de iluminación LED

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

La invención se refiere generalmente a lámparas LED e iluminación LED, y más en particular a lámparas LED adecuadas para reemplazar una lámpara fluorescente en una luminaria que tiene un balasto para su uso con lámparas fluorescentes.

2. Descripción de la técnica relacionada

La iluminación fluorescente ha existido durante muchos años. Esta forma de iluminación comenzó como una alternativa altamente eficiente para bombillas incandescentes, pero recientemente ha sido superada por la iluminación LED en cierta medida en términos de eficiencia y consumo de potencia, y también en otros aspectos como se expone a continuación.

Las lámparas fluorescentes comprenden generalmente un tubo lleno de un gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, tapado en ambos extremos con tapas de extremo de doble pasador. Las tapas de extremo contienen un hilo incandescente para precalentar los gases dentro del tubo y vaporizar el mercurio a fin de ayudar con el encendido de la lámpara fluorescente. Una vez que se enciende la lámpara fluorescente, el calor generado por la corriente conducida mantiene la lámpara fluorescente en una condición operativa. Para facilitar estas condiciones de inicio y limitar la corriente a través de la lámpara fluorescente durante la operación, y, por lo tanto, limitar la potencia consumida, se conecta un balasto eléctrico entre la alimentación de la red eléctrica y la lámpara fluorescente.

Cuando se introdujeron por primera vez, los balastos únicamente disponibles eran simples inductores magnéticos, que limitan la potencia consumida al limitar la corriente CA, como resultado de la impedancia dependiente de la frecuencia del inductor. Un resultado indeseable es un factor relativamente bajo de potencia y potencia reactiva relativamente alta.

Más recientemente se han introducido balastos electrónicos. Dichos balastos electrónicos normalmente primero convierten la energía de la red eléctrica CA en energía CC, y posteriormente convierten la energía CC en energía CA de alta frecuencia para activar la lámpara fluorescente. Los balastos electrónicos más recientes controlan de forma activa la corriente a través de la lámpara fluorescente y controlan de forma activa la energía CA absorbida por el propio balasto. Esto permite que el sistema tenga un factor de potencia cercano a un valor de uno. Aunque la potencia absorbida por el balasto electrónico y la lámpara fluorescente combinada es solamente de manera ligera menor que un sistema con un balasto magnético, se reduce en gran medida la potencia reactiva. También se mejora la eficiencia del propio balasto.

Aunque la propia iluminación LED es sólo ligeramente más eficiente que la iluminación fluorescente, tiene muchas otras ventajas. Por ejemplo, no se requiere mercurio para la iluminación LED, la iluminación LED es más direccional, los LED requieren menos esfuerzo para controlar o regular la potencia consumida, y la vida útil se aumenta en gran medida con respecto a la iluminación fluorescente.

Por lo tanto, a menudo es deseable el reemplazo de sistemas de iluminación fluorescente existentes con sistemas de iluminación LED. Sin embargo, los costes para dicho reemplazo son relativamente altos. Las lámparas LED de reemplazo no se pueden insertar en luminarias diseñadas para lámparas fluorescentes debido al balasto, por lo que se necesita reemplazar la luminaria existente para lámparas fluorescentes. Como consecuencia, muchos usuarios simplemente reemplazan las lámparas fluorescentes defectuosas con otra lámpara fluorescente, incluso teniendo en cuenta las ventajas evidentes de lámparas LED. El incentivo para reemplazar las lámparas fluorescentes con lámparas LED se disminuye adicionalmente cuando solamente han fallado un solo tubo fluorescente en una luminaria de múltiples tubos. El reemplazo de la luminaria dará como resultado el descarte de tubos fluorescentes aun en funcionamiento.

En consecuencia, existe la necesidad de una lámpara LED que se pueda poner en funcionamiento cuando se monta en una luminaria existente diseñada para una lámpara fluorescente.

Actualmente, existen lámparas LED en el mercado en forma de tubos fluorescentes que se pueden colocar en una luminaria existente. Sin embargo, estas lámparas LED requieren que la luminaria se desmonte del balasto y se vuelva a cablear para conectar directamente la lámpara LED a una alimentación de la red eléctrica sin intervención de un balasto. La mano de obra requerida para el desmontaje y el recableado de la luminaria anula gran parte, si no todo, el ahorro que implica cambiar a la iluminación LED, o incluso presenta un coste mayor. Otras soluciones de la técnica anterior, por ejemplo, como se describe en el documento WO2012/131573, usan un circuito de interfaz para adaptar la carga del LED al tipo de balasto en la luminaria.

En consecuencia, se prefiere una lámpara de reemplazo que no requiera modificación de la luminaria. Previamente, el diseño de las lámparas LED se tendría modificar en términos de electrónica para permitir que las nuevas lámparas LED se inserten en los portalámparas de una luminaria fluorescente existente y se sometan a la influencia de un balasto magnético o electrónico, incluso cuando a menudo se desconoce de antemano si una luminaria comprende un balasto basado en inductor magnético más antiguo o un balasto basado en electrónica más moderna.

Los ejemplos de configuraciones posibles se muestran en la Figura 1 para un balasto de inductor magnético 5 y en la Figura 2 para un balasto electrónico 6, conectados a la alimentación de la red eléctrica 7. La lámpara LED 1 comprende LED 2 y un circuito controlador LED 3, así como dispositivos de seguridad 4 para asegurar el funcionamiento apropiado del controlador LED. Dichos dispositivos de seguridad 4 aseguran que las lámparas fluorescentes anteriores se conecten en ambos lados a una combinación del balasto 5, 6 y la red eléctrica 7, antes de que los circuitos se establezcan realmente para iluminación de la lámpara fluorescente.

Este enfoque implica una conversión bifásica de la potencia para obtener de nuevo (al menos aproximadamente) la alimentación de la red eléctrica para los LED 2. La primera conversión se realiza mediante el balasto 5 o 6 y la segunda conversión se realiza por el controlador LED interno 3 en la lámpara LED 1. Con respecto a la regulación de potencia para los LED, una etapa o fase de conversión mediante el controlador LED 3 en la lámpara LED 1 debe ser al menos aproximadamente inversa a las características de transferencia del balasto 5 o 6, que requiere dos modos operativos del controlador LED 3 para un balasto electrónico ya que el tipo preciso de balasto (un balasto basado en inductor magnético o balasto electrónico) normalmente no se conoce cuando se inserta una lámpara LED 1 en una luminaria existente.

Es altamente deseable poder fabricar un solo tipo de lámpara LED, y no varios tipos para cumplir con el tipo de balasto, lo que también evitaría el problema de tener que determinar el tipo de balasto antes de adquirir una lámpara LED de reemplazo del tipo requerido. El controlador LED preferentemente uniforme 3 de las Figuras 1 y 2 sería necesario para detectar el tipo de balasto realmente dispuesto en la luminaria y para operar de manera diferente para diferentes tipos de balastos, añadiendo a la complejidad, coste e ineficiencia de la configuración resultante, al menos en términos de fabricación, a fin de proporcionar esta selección en dependencia del tipo de balasto.

La presente invención aborda los problemas anteriores.

Breve resumen de la invención

En un primer aspecto de la invención, una disposición de lámpara LED adaptada para reemplazar una lámpara fluorescente en una luminaria que tiene un balasto magnético o uno electrónico, comprendiendo la disposición una pluralidad de LED conmutables entre una pluralidad de configuraciones de circuito, un primer medio o circuito para detectar una frecuencia de potencia suministrada a la disposición por el balasto de la luminaria y que genera una salida, y un segundo medio o circuito para conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED sobre la base de la salida del primer medio para detectar la frecuencia. El primer medio para detectar una frecuencia de la potencia suministrada a la disposición puede comprender un filtro, por ejemplo, una red RC o filtro activo, u otro circuito para discriminar entre diferentes frecuencias. El segundo medio para conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED puede comprender un solo conmutador tal como un transistor o múltiples transistores (dispuestos, por ejemplo, como un par Darlington), un conmutador mecánico, o equivalente, y puede comprender una pluralidad de conmutadores.

La pluralidad de LED se puede disponer en una primera configuración de circuito en ausencia de energía suministrada a la disposición, en la que el primer medio para detectar una frecuencia y el segundo medio para conmutar la configuración de circuito se adaptan para conmutar la pluralidad de LED a una segunda configuración de circuito si la frecuencia detectada está dentro de un cierto intervalo de frecuencia predeterminado. La primera configuración de circuito puede ser una configuración con defecto, por ejemplo, una configuración en serie adecuada para su uso con una luminaria que tiene un balasto magnético. Si la disposición se coloca en una luminaria con, por ejemplo, un balasto magnético, entonces la disposición se puede adaptar para permanecer en la configuración por defecto. Si la disposición se coloca en una luminaria con un tipo diferente de balasto, por ejemplo, un balasto electrónico, entonces la disposición se puede adaptar para conmutar a la segunda configuración de circuito.

El intervalo de frecuencia predeterminado puede corresponder a un intervalo de frecuencia producido desde uno de un balasto magnético o un balasto electrónico. De esta forma, el primer medio para detectar la frecuencia puede detectar si la disposición se coloca en una luminaria equipada con un balasto magnético o un balasto electrónico.

El primer medio para detectar una frecuencia y el segundo medio para conmutar la configuración de circuito se pueden adaptar para conmutar la pluralidad de LED a una primera configuración de circuito si la frecuencia detectada está dentro de un primer intervalo de frecuencia predeterminado, y para conmutar la pluralidad de LED a una segunda configuración de circuito si la frecuencia detectada está dentro de un segundo intervalo de frecuencia predeterminado diferente del primer intervalo de frecuencia predeterminado. El primer intervalo de frecuencia predeterminado puede corresponder a un intervalo de frecuencia producido desde un balasto magnético y el segundo intervalo de frecuencia

predeterminado corresponde a un intervalo de frecuencia producido desde un balasto electrónico.

La pluralidad de LED se puede disponer en una pluralidad de grupos de LED. Los grupos cada uno pueden tener uno o más LED. Los grupos contienen todos preferiblemente el mismo número de LED del mismo tipo, pero los grupos también pueden diferir. La primera configuración de circuito puede corresponder, por ejemplo, a una conexión en serie de los grupos de LED, y la segunda configuración de circuito puede corresponder a una conexión en paralelo de al menos una porción de los grupos de LED.

La segunda configuración de circuito es diferente de la primera configuración de circuito. La primera configuración de circuito puede corresponder a todos los grupos de LED que se conectan en serie, por ejemplo, a través de las líneas de alimentación de la disposición, y la segunda configuración de circuito puede corresponder a todos los grupos de LED que se conectan en paralelo entre sí. Como alternativa, la primera y segunda configuraciones de circuito pueden diferir en el número de los grupos de LED conectados en serie frente al número de grupos conectados en paralelo. La primera y segunda configuraciones de circuito también, o como alternativa, pueden diferir en el número de los grupos de LED conectados a través de las líneas de alimentación de la disposición frente al número de los grupos de LED que se evitan o se desconectan. Por ejemplo, los LED se pueden disponer en tres grupos, y el segundo medio para conmutar la configuración de circuito puede comprender dos conmutadores que se disponen para conmutar los tres grupos entre una configuración de circuito que tiene los tres grupos conectados en serie y una configuración de circuito que tiene los tres grupos conectados en paralelo.

El primer medio o circuito para detectar una frecuencia de la potencia suministrada a la disposición puede comprender un filtro adaptado para discriminar entre un intervalo de frecuencia producido desde un balasto magnético o un balasto electrónico.

La pluralidad de LED, el primer medio para detectar una frecuencia, y el segundo medio para conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED, se pueden disponer en un solo alojamiento en una configuración adecuada para reemplazar una lámpara fluorescente en una luminaria. El alojamiento puede ser de forma tubular, que se conforma generalmente a la forma de un tubo fluorescente convencional. Como alternativa, la pluralidad de LED se pueden disponer en un primer alojamiento, y el primer medio para detectar una frecuencia y el segundo medio para conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED se disponen en un segundo alojamiento, en el que el primer alojamiento se adapta para conectarse al segundo alojamiento, estando el primer y segundo alojamiento conectados en una configuración adecuada para reemplazar una lámpara fluorescente en una luminaria. El primer y segundo alojamientos se pueden diseñar para encajar conjuntamente de manera que ambos se ajusten conjuntamente generalmente a la forma de un tubo fluorescente convencional.

La disposición se adapta preferiblemente para generar una salida de potencia de la pluralidad de LED en la primera configuración de circuito utilizado con uno de un balasto magnético o electrónico que es sustancialmente equivalente a una salida de potencia de la pluralidad de LED en la segunda configuración de circuito utilizada con el otro de un balasto magnético o electrónico. La disposición está diseñada preferiblemente para proporcionar aproximadamente la misma salida de luz de los LED, tanto en la primera configuración como en la segunda, es decir, independientemente del tipo de balasto equipado en la luminaria.

En una luminaria, el nivel de flujo de luz producido por la pluralidad de LED configurados en una de la primera o segunda configuración de circuito utilizadas con un balasto magnético es preferiblemente sustancialmente equivalente al nivel de flujo de luz producido por un tubo fluorescente utilizado con dicho balasto magnético. Por lo tanto, la disposición está diseñada preferiblemente para proporcionar aproximadamente la misma salida de luz de los LED que un tubo fluorescente convencional cuando se coloca en una luminaria equipada con un balasto magnético. La disposición también se puede diseñar para proporcionar aproximadamente la misma salida de luz de los LED que un tubo fluorescente convencional cuando se coloca en una luminaria equipada con un balasto electrónico.

En un segundo aspecto de la invención, la disposición de lámpara LED puede incluir opcionalmente además un tercer medio o circuito para detectar una condición que indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo de un umbral, y que genera una salida, y un cuarto medio o circuito para conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED sobre la base de la salida del tercer medio.

El cuarto medio para conmutar la configuración de circuito se puede adaptar para conmutar entre la primera configuración de circuito y otra configuración de circuito, o entre la segunda configuración de circuito y otra configuración de circuito, en un ciclo de trabajo. El cuarto medio para conmutar la configuración de circuito se puede diseñar para conmutar entre diferentes configuraciones de circuito con un cierto ciclo de trabajo, por ejemplo, durante cada ciclo del tensión de alimentación. Por ejemplo, el ciclo de trabajo puede comprender la conmutación a la primera configuración de circuito durante una primera porción de un ciclo de la tensión de alimentación y la conmutación a otra configuración de circuito diferente durante una porción restante del ciclo de la tensión de alimentación. En este ejemplo, la otra configuración de circuito puede ser la segunda configuración de circuito, o puede ser una tercera configuración de circuito que es diferente tanto de la primera como de la segunda configuración de circuito. El tercer y cuarto medios se pueden diseñar para aprovechar la inductancia de un balasto magnético equipado en la luminaria para conmutar la configuración de circuito, ya que la inductancia del balasto magnético actúa para acortar el periodo de tiempo de

corriente cero o casi cero a través de los LED. Como resultado, se puede omitir una inductancia separada de los circuitos, o se puede utilizar una inductancia más pequeña que de otro modo sería necesaria.

El ciclo de trabajo se puede seleccionar para reducir una diferencia entre una salida de potencia de la pluralidad de LED en la primera y segunda configuraciones de circuito. Por ejemplo, la salida de luz cuando está en la segunda configuración de circuito, se puede ajustar mediante conmutación entre la segunda configuración de circuito y otra (tercera) configuración de circuito en un cierto ciclo de trabajo, que se selecciona para lograr salida de luz más cercana a la de la primera configuración de circuito. De esta forma, la disposición puede producir la misma cantidad similar de luz independientemente del tipo de balasto, por ejemplo, magnético o eléctrico, que está equipado en la luminaria.

El cuarto medio para conmutar la configuración de circuito también, o adicionalmente, puede adaptarse para conmutar entre las configuraciones de circuito en un ciclo de trabajo que se determina, al menos en parte, sobre la base de la salida del primer medio para detectar frecuencia. De esta forma, se puede ajustar la conmutación entre configuraciones de circuito en un cierto ciclo de trabajo, adicionalmente, o como alternativa, dependiendo del tipo de balasto, por ejemplo, magnético o electrónico, que está equipado en la luminaria. Por ejemplo, el ciclo de trabajo utilizado con un tipo de balasto, por ejemplo, un balasto magnético, puede ser diferente del ciclo de trabajo cuando la disposición se usa con otro tipo de balasto, por ejemplo, un balasto electrónico. El tipo de balasto se puede determinar, por ejemplo, mediante una salida del primer medio para detectar una frecuencia de la potencia suministrada a la disposición del primer aspecto de la invención.

El cuarto medio para detectar una condición cuando la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo de un umbral se puede adaptar para medir corriente que fluye a través de al menos una porción de la pluralidad de LED, para medir la tensión aplicada al menos a una porción de la pluralidad de LED, y/o para medir la fase de una tensión aplicada al menos a una porción de la pluralidad de LED. Por lo tanto, el cuarto medio puede utilizar diferentes mediciones para detectar la condición de corriente baja través de los LED.

El cuarto medio para conmutar la configuración de circuito se puede construir de forma similar al segundo medio del primer aspecto de la invención, y el segundo medio y el cuarto medio se pueden incorporar, al menos en parte, en el mismo elemento o elementos de circuito. De esta forma, el segundo y cuarto medio pueden utilizar algunos o todos los mismos elementos de circuito para reducir el número de componentes requeridos. Por ejemplo, el mismo uno o más conmutadores de transistor que constituyen el segundo medio también pueden constituir el cuarto medio.

El tercer medio para detectar una condición cuando la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo de un umbral se puede configurar para activar el cuarto medio para conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED durante al menos una porción del periodo de tiempo cuando la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED es sustancialmente cero. De esta forma, la configuración de circuito se puede cambiar durante la parte del ciclo de alimentación cuando la corriente a través de los LED es cero o casi cero, es decir, alrededor del punto de cruce por cero de la tensión de alimentación.

Se señala que también es posible que la disposición de lámpara LED del segundo aspecto de la invención también se puede aplicar en una disposición que omite el primer medio y el segundo medio del primer aspecto de la invención.

En un tercer aspecto de la invención, la disposición puede incluir además opcionalmente un quinto medio o circuito para detectar una condición que indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por encima de un primer umbral o por debajo de un segundo umbral, y un medio de almacenamiento de energía o circuito para almacenar al menos parte de la energía eléctrica proporcionada a la disposición, donde el medio de almacenamiento de energía se adapta para almacenar energía adicional cuando la salida del quinto medio indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por encima del primer umbral, y para liberar energía previamente almacenada cuando la salida del quinto medio indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo del segundo umbral. De esta forma, la energía se puede almacenar en el medio de almacenamiento de energía durante picos en el ciclo de alimentación (por ejemplo, cuando la corriente a través de los LED está por encima del primer umbral) y la energía previamente almacenada en el medio de almacenamiento de energía se puede liberar de tal forma que fluya a través de los LED durante los valles en el ciclo de alimentación (por ejemplo, cuando la corriente a través de los LED está por debajo del segundo umbral).

La disposición se puede configurar para suministrar solamente una parte de la energía almacenada en el medio de almacenamiento de energía al menos a una porción de la pluralidad de LED. La liberación solamente de una parte de energía almacenada conduce a una operación más eficiente del medio de almacenamiento de energía.

El quinto medio para detectar una condición que indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por encima de un primer umbral o por debajo de un segundo umbral se puede construir de forma similar al tercer medio del primer aspecto de la invención, y el tercer medio y el quinto medio se pueden incorporar al menos en parte en el mismo elemento o elementos de circuito. De esta forma, el tercer y quinto medios pueden utilizar algunos o todos los mismos elementos de circuito para reducir el número de componentes necesarios.

En un cuarto aspecto de la invención, la disposición puede incluir además opcionalmente un sexto medio o circuito

para detectar una frecuencia de la potencia suministrada a la disposición mediante la luminaria, y que genera una salida, y una impedancia variable conectada a través de dos líneas de conexión de potencia de entrada de la disposición, proporcionando la impedancia variable una impedancia que varía de acuerdo con la salida del quinto medio para detectar una frecuencia. Como se ha descrito anteriormente, la detección de la frecuencia de la potencia suministrada a la disposición puede discriminar entre un balasto magnético o electrónico, y por lo que la impedancia variable se puede variar dependiendo del tipo de balasto equipado en la luminaria.

El sexto medio para detectar una frecuencia y la impedancia variable se pueden adaptar para aumentar la impedancia de la impedancia variable si la frecuencia detectada está dentro de un cierto intervalo de frecuencia predeterminado. El intervalo de frecuencia predeterminado puede corresponder a un intervalo de frecuencia producido desde uno de un balasto magnético o un balasto electrónico.

El sexto medio para detectar una frecuencia se puede construir de forma similar al primer medio del primer aspecto de la invención, y el primer medio para detectar una frecuencia y el sexto medio para detectar una frecuencia se pueden incorporar, al menos en parte, en el mismo elemento o elementos de circuito. De esta forma, el primer y sexto medios pueden utilizar algunos o todos los mismos elementos de circuito para reducir el número de componentes necesarios.

La impedancia variable puede comprender una impedancia y un conmutador para conectar o desconectar la impedancia a través de las dos líneas de conexión de potencia de entrada de la disposición. Como alternativa, la impedancia variable puede comprender una primera impedancia, una segunda impedancia, y un conmutador para conectar una de la primera impedancia o la segunda impedancia a través de las dos líneas de conexión de potencia de entrada de la disposición.

La disposición puede comprender dos pines conductores situados en un extremo de un alojamiento y adaptados para su conexión a la luminaria, los pines conectados a las dos líneas de conexión de potencia de entrada de la disposición, en la que la impedancia variable se conecta entre los pines conductores.

La impedancia variable se puede adaptar para aumentar en impedancia cuando la salida del sexto medio para detectar una frecuencia es indicativa de operación con un balasto magnético. La impedancia variable se puede adaptar para aumentar en impedancia a una impedancia suficiente de tal forma que un elemento iniciador presente en la luminaria no se activa cuando se utiliza un balasto magnético para suministrar potencia a la disposición.

Un quinto aspecto de la invención comprende una luminaria adaptada para utilizar una o más lámparas fluorescentes, comprendiendo la luminaria uno o más balastos magnéticos o electrónicos adecuados para alimentar las lámparas fluorescentes, en la que la luminaria está equipada con una o más disposiciones de lámparas LED como se describe en el presente documento en lugar de una o más de las lámparas fluorescentes.

Un sexto aspecto de la invención proporciona un método de operación de LED en una disposición adaptada para reemplazar una lámpara fluorescente en una luminaria que tiene ya sea un balasto magnético o uno electrónico, comprendiendo la disposición una pluralidad de LED conmutables entre una pluralidad de configuraciones de circuito. El método comprende detectar una frecuencia de la potencia suministrada a la disposición por la luminaria, y que conmuta de una primera configuración de circuito a una segunda configuración de circuito si la frecuencia detectada está dentro de un intervalo de frecuencia predeterminado. El intervalo de frecuencia predeterminado puede corresponder a un intervalo de frecuencia producido desde uno de un balasto magnético o un balasto electrónico.

El método puede comprender conmutar la pluralidad de LED a una primera configuración de circuito si la frecuencia detectada está dentro de un primer intervalo de frecuencia predeterminado, y conmutar la pluralidad de LED a una segunda configuración de circuito si la frecuencia detectada está dentro de un segundo intervalo de frecuencia predeterminado diferente del primer intervalo de frecuencia predeterminado. El primer intervalo de frecuencia predeterminado puede corresponder a un intervalo de frecuencia producido desde un balasto magnético y el segundo intervalo de frecuencia predeterminado puede corresponder a un intervalo de frecuencia producido desde un balasto electrónico. Las mismas características y consideraciones descritas en el presente documento para el primer al cuarto aspectos de la invención también se aplican para los métodos descritos en el presente documento.

La pluralidad de LED se puede disponer en una pluralidad de grupos de LED. La primera configuración de circuito puede corresponder a una conexión en serie de los grupos de LED, y la segunda configuración de circuito puede corresponder a una conexión en paralelo de al menos una porción de los grupos de LED.

El método puede comprender además disponer la primera y segunda configuraciones de circuito de manera que una salida de potencia de la pluralidad de LED cuando operan en la primera configuración de circuito con uno de un balasto magnético o electrónico, sea sustancialmente equivalente a una salida de potencia de la pluralidad de LED cuando operan en la segunda configuración de circuito con el otro de un balasto magnético o electrónico.

El método puede comprender además disponer la primera y segunda configuraciones de circuito de manera que un nivel de flujo de luz producido por la pluralidad de LED configurados en una de la primera o segunda configuraciones

de circuito utilizadas con un balasto magnético sea sustancialmente equivalente al nivel de flujo de luz producido por un tubo fluorescente utilizado con el balasto magnético.

El método puede comprender además detectar una condición que indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo de un umbral y que genera una salida; y conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED sobre la base de la salida.

La etapa de conmutar la configuración de circuito puede comprender la conmutación entre la primera configuración de circuito y otra configuración de circuito, o entre la segunda configuración de circuito y otra configuración de circuito, en un ciclo de trabajo. El ciclo de trabajo se puede seleccionar para reducir una diferencia entre una salida de potencia de la pluralidad de LED en la primera y segunda configuraciones de circuito. La conmutación de la configuración de circuito puede comprender adicionalmente, o como alternativa, la conmutación entre las configuraciones de circuito en un ciclo de trabajo que se determina al menos en parte sobre la base de la salida del primer medio para detectar frecuencia.

El método también puede comprender la conmutación de la configuración de circuito de la pluralidad de LED durante al menos una porción del periodo de tiempo cuando la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED es sustancialmente cero.

El método puede comprender además detectar una condición que indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por encima de un primer umbral o por debajo de un segundo umbral, almacenar en un medio de almacenamiento de energía al menos parte de la energía eléctrica proporcionada a la disposición, cuando la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por encima del primer umbral, y liberar la energía previamente almacenada cuando la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo del segundo umbral. La liberación de la energía previamente almacenada puede comprender suministrar solo una parte de la energía almacenada en el medio de almacenamiento de energía al menos a una porción de la pluralidad de los LED.

El método puede comprender además detectar una frecuencia de la potencia suministrada a la disposición por la luminaria, proporcionar una impedancia variable conectada a través de dos líneas de conexión de potencia de entrada de la disposición, y variar la impedancia variable con base en la frecuencia detectada.

El método puede comprender, además, aumentar la impedancia de la impedancia variable si la frecuencia detectada está dentro de un cierto intervalo de frecuencia predeterminado. El intervalo de frecuencia predeterminado puede corresponder a un intervalo de frecuencia producido desde uno de un balasto magnético o un balasto electrónico. El método puede comprender, además, aumentar la impedancia de la impedancia variable a una impedancia suficiente de tal forma que un elemento iniciador presente en la luminaria no se activa cuando un balasto magnético se utiliza para suministrar energía a la disposición.

Breve descripción de los dibujos

La siguiente es una descripción de ciertas consideraciones, aspectos y formas de realización de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los elementos, componentes y aspectos iguales o similares se designan con los mismos números de referencia, y que solamente se proporcionan a modo de ejemplo y no se deben interpretar de ningún moco como limitantes de las formas de realización de acuerdo con la presente invención. En los dibujos:

La Figura 1 muestra una configuración para una disposición en una luminaria que tiene un balasto basado en inductor magnético;
la Figura 2 muestra una configuración para una disposición en una luminaria que tiene un balasto electrónico;
la Figura 3 muestra una característica de potencia con la potencia a lo largo del eje vertical contra la tensión a lo largo del eje horizontal para un balasto electrónico;
La Figura 4 muestra una característica de potencia modelada con la potencia a lo largo del eje vertical contra la tensión en el eje horizontal para un balasto basado en inductor magnético;
la Figura 5 muestra una representación esquemática de una forma de realización de una disposición de lámpara LED;
la Figura 6 muestra una representación esquemática de otra forma de realización de una disposición de lámpara LED;
la Figura 7 muestra una representación esquemática de la forma de realización de la Figura 6 y que incluye además un circuito de regulación de línea;
la Figura 8 muestra una representación esquemática de una forma de realización adicional de una disposición de lámpara LED;
la Figura 9 muestra una representación esquemática de un circuito de almacenamiento de energía para una disposición de lámpara LED;
la Figura 10 muestra una representación esquemática de un circuito de impedancia variable para una disposición de lámpara LED;
la Figura 11 muestra una representación combinada de características de potencia para un balasto magnético

modelado (curva A) y un balasto electrónico modelado (curvas B, C, D, y E), para varias configuraciones diferentes de grupos LED, y para un balasto magnético modelado (curva F) que utiliza conmutación síncrona de la configuración de circuito;
la Figura 12 muestra una medición de osciloscopio de una tensión de entrada a un balasto magnético y corriente de salida de un balasto magnético en una luminaria equipada con una lámpara fluorescente convencional;
la Figura 13 muestra una medición de osciloscopio de una tensión de entrada, corriente de entrada, corriente rectificada con respecto a la carga, y corriente de conmutación en una forma de realización de una disposición de lámpara LED sin medio de regulación de línea; y
la Figura 14 muestra una medición de osciloscopio de una tensión de entrada, corriente de entrada, corriente rectificada con respecto a la carga y corriente de conmutación en una forma de realización de una disposición de lámpara LED con un circuito de regulación de línea.

Descripción de formas de realización ilustrativas

Se proporciona una explicación con respecto a las características de las formas de realización de la invención con respecto a fenómenos y propiedades técnicas, seguida de formas de realización de ejemplo de la presente invención.

Tanto los balastos magnéticos como electrónicos se diseñan para comenzar, controlar y limitar la corriente suministrada a un tubo fluorescente y regular la potencia consumida por el tubo. Debido a las características electrónicas de los LED, las formas de realización de la presente invención están basadas en la sorprendente idea de que ambos tipos de balastos se pueden adaptar para funcionar como controladores LED ordinarios, en los que la tensión directa total de una o más tiras o grupos con un número específico de LED determina la potencia consumida real. La tensión directa de un LED es la caída de tensión a través del LED si la tensión en el ánodo del LED es más positiva que la tensión en el cátodo de LED. A una tensión directa específica, que puede aproximarse al conectar un número específico de LED con características conocidas en serie, los LED consumirán una cantidad igual o aproximadamente igual de potencia que un tubo fluorescente equivalente en el mismo balasto.

Los LED se pueden disponer en un circuito que forma una tira de LED, y se pueden añadir o quitar LED de la tira para variar el número de LED en la tira y/o variar el número de LED conectados en serie o en paralelo en la tira. Por lo tanto, la tensión directa total de la tira de LED se puede ajustar, aumentando o disminuyendo de este modo la salida de potencia.

Los balastos magnéticos y electrónicos pueden presentar diferentes comportamientos con respecto a diferentes niveles de potencia de entrada. La Figura 3 representa una curva característica para un balasto electrónico convencional, con un aumento aproximadamente lineal en la potencia suministrada por el balasto a medida que aumenta la tensión de salida, demostrando su aplicabilidad como fuente de corriente. Cabe señalar que los balastos electrónicos incluyen convencionalmente protección de sobrecarga que reduce automáticamente la corriente generada por el balasto una vez que la potencia alcanza un cierto nivel.

La Figura 4 representa una curva característica para un balasto magnético típico (que no incluye protección de sobrecarga). Como se muestra en la Figura 4, la potencia suministrada por el balasto aumenta con la tensión de salida a un máximo en el punto 10 y después disminuye a medida que aumenta adicionalmente la tensión. Cuando se usa el balasto magnético para alimentar una tira de LED, un aumento en la tensión directa total de la tira de LED con respecto a la situación en el punto máximo 10 dará como resultado el desplazamiento del punto operativo a la derecha del punto máximo 10 que da como resultado una disminución de potencia.

Como se puede en la Figura 4, la curva característica presenta la misma salida de potencia en dos tensiones diferentes cuando se opera por debajo del máximo 10. Por ejemplo, una salida de potencia de 40 vatios se logra a tensiones operativas de aproximadamente 50 V y 210 V, indicadas en líneas discontinuas 11 y 12 en la Figura 4. A estas dos tensiones, la luminaria operará a dos niveles de corriente diferentes y dos factores de potencia diferentes, sustancialmente con la misma potencia de salida. Al punto operativo de mayor tensión, aunque la potencia reactiva se disminuye de forma significativa, y las pérdidas resistivas en la bobina y el cableado de conexión, y las pérdidas de magnetización y saturación del núcleo del balasto, por lo tanto, también se disminuyen, de manera que la luminaria, a la potencia de salida anteriormente mencionada, tiene una potencia de entrada menor y como resultado funciona de forma más eficiente.

Los LED producen generalmente luz (ligeramente) de forma más eficiente que los tubos fluorescentes, y debido a que la iluminación LED es direccional son menores las pérdidas a partir del redireccionamiento de la luz en la dirección deseada, de manera que la potencia necesaria para la iluminación LED es considerablemente en general menor que la iluminación fluorescente a los mismos niveles de luz. Sin embargo, la eficiencia se puede comprometer de forma significativa cuando se opera en el punto de baja tensión, lo que puede anular completamente los ahorros de energía previstos por el uso de iluminación LED.

Por el contrario, la eficiencia de la disposición propuesto de acuerdo con un aspecto de la invención es significativamente mayor en el punto de tensión superior identificado por la línea discontinua 12 en la Figura 4. Como

consecuencia, se prefiere la configuración de tensión superior (con un punto operativo en un nivel de tensión superior que el nivel de tensión asociado con el punto máximo 10 en la Figura 4), al menos para luminarias que tienen un balasto magnético. Por el contrario, los balastos electrónicos se configuran generalmente para "corrección de factor de potencia (activa)", lo que implica que el factor de potencia es sustancialmente constante a través del intervalo de potencia de salida completa (es decir, independientemente del nivel de tensión del punto operativo). Por lo tanto, en balastos electrónicos, la eficiencia del sistema se determina principalmente por la eficiencia de la conversión de la potencia de entrada de la red eléctrica a la potencia de salida de alta frecuencia del balasto electrónico. Debido a la corrección activa del factor de potencia, la reducción de la potencia de salida va de la mano con una disminución en la potencia de entrada, haciendo que la operación del sistema consuma menos potencia.

La consecuencia de las consideraciones anteriores con respecto tanto a los balastos magnéticos como a los balastos electrónicos es que la disposición de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, que es preferentemente compatible tanto con balastos electrónicos como magnéticos, se puede operar a dos niveles de tensión diferentes y a dos niveles de corriente diferentes, que pueden diferir de forma significativa, para los dos tipos de balastos (es decir, magnéticos y electrónicos) que se disponen normalmente en una luminaria para su uso con una lámpara fluorescente reemplazada.

Un ejemplo de condiciones operativas se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 1.1 para lámpara fluorescente

Tipo de balasto	Frecuencia (Hz)	Potencia (W)	Tensión de la lámpara (V_{RMS})	Corriente de la lámpara (mA_{RMS})
Magnético	50	39	113	345
Electrónico	25000	34	100	340

Tabla 1.2 para una forma de realización ejemplar de la invención

Tipo de balasto	Frecuencia (Hz)	Potencia (W)	Tensión de la lámpara (V_{RMS})	Corriente de la lámpara (mA_{RMS})
Magnético	50	28	215	130
Electrónico	25000	28	90	311

De acuerdo con una forma de realización, se proporciona una disposición que es adecuada para la operación a los niveles de tensión y corriente diferentes necesarios por los diferentes tipos de balastos.

En formas de realización de la invención, los diferentes niveles de corriente y tensión para los tipos respectivos de balastos magnéticos y electrónicos se logran disponiendo una pluralidad de LED en una configuración de circuito que se puede cambiar de acuerdo con el tipo de balasto instalado en la luminaria. Los LED se pueden disponer en una tira de LED y la tensión de alimentación del balasto se impone a través de la tira de LED. La tira de LED comprende múltiples grupos o subtiras de LED que se pueden disponer en al menos dos configuraciones de circuito diferentes. Cada grupo de LED comprenderá normalmente una pluralidad de LED, estando los LED en un grupo conectados en serie o paralelo o una combinación de ambos, y también es posible tener uno o más grupos que comprendan un solo LED.

Una implementación posible es disponer los LED en múltiples grupos que se conectan de tal forma que uno o más de los grupos se pueden disponer en serie o en paralelo para variar la configuración de circuito de la tira de LED. Otra posibilidad es derivar o poner en cortocircuito o desconectar uno o más de los grupos de LED para variar la configuración de circuito de la tira de LED.

La configuración de circuito de la tira de LED se puede variar al incluir uno o más conmutadores para variar las conexiones entre los grupos de LED. Los grupos de LED se pueden conmutar de forma independiente (es decir, conmutando un grupo o LED en una configuración en serie o en paralelo con otros grupos, o derivado, cortocircuitando, o desconectando un grupo), o se pueden conmutar de forma simultánea múltiples grupos para lograr un cambio coordinado en la configuración de circuito de múltiples grupos de LED. Por ejemplo, para una tira de LED que comprende tres grupos de LED, los tres grupos se pueden conmutar entre una configuración en serie en la que los tres grupos de LED se conectan en serie a través de la tensión de alimentación, y una configuración en paralelo en la que los tres grupos de LED se conectan en paralelo entre sí a través de la tensión de alimentación.

La Figura 5 muestra una representación esquemática de una disposición de lámpara LED ejemplar 13 que comprende dos rectificadores de onda completa 31a, 31b y las impedancias 32a, 32b (que pueden ser inductores, resistores o una combinación de los mismos en diferentes formas de realización) y una tira de LED dispuesta a través de las líneas de alimentación 30a, 30b en las salidas de los rectificadores (también se muestran conmutadores de seguridad entre los rectificadores 31a, 31b y las impedancias 32a, 32b). La disposición 13 puede estar equipada con un solo alojamiento que tiene dimensiones comparables con un tubo fluorescente convencional y que puede encajar en una luminaria fluorescente convencional en lugar de un tubo fluorescente.

La forma de realización mostrada en la Figura 5 es un diseño de dos extremos con un rectificador 31a colocado hacia un extremo del alojamiento y un rectificador 31b en el otro extremo, adaptado para recibir la tensión de alimentación de la red eléctrica a través de las entradas de los dos rectificadores. Sin embargo, la disposición 13 también se puede adaptar para una operación de un extremo que recibe la tensión de alimentación de red eléctrica a través de uno de los rectificadores en un extremo del alojamiento.

La tira de LED comprende LED 14 dispuestos en un primer grupo 16 y LED 15 dispuestos en un segundo grupo 17. Cada uno de los grupos 16, 17 incluye una pluralidad de LED conectados en serie en una subtira, y opcionalmente, una pluralidad de LED conectados en serie en una segunda subtira que se conecta en paralelo con la primera subtira. El número total de LED en cada grupo y la disposición de los grupos se puede seleccionar, de la forma descrita más adelante, para hacer que la potencia real resultante consumida sea equivalente a la potencia consumida, por ejemplo, por la lámpara fluorescente que se va a reemplazar.

La disposición 13 comprende además una primera conexión de derivación 18 con un primer conmutador 19 conectado en paralelo al primer grupo 16 de LED y un diodo de conexión 23, y una segunda conexión de derivación 20 con un segundo conmutador 21 conectado en paralelo al segundo grupo 17 de LED y el diodo de conexión 23. El diodo de conexión 23 se puede reemplazar en una forma de realización alternativa por un conmutador controlado adecuado. Los conmutadores 19 y 21 se denominan aquí en lo sucesivo conmutadores de configuración, ya que funcionan para cambiar la configuración de circuito de la tira de LED.

La configuración de circuito de la tira de LED se puede cambiar al operar los conmutadores de configuración 19 y 21. Los grupos de LED 16 y 17 se conectan en serie (a través del diodo 23) a través de las líneas de alimentación 30a, 30b cuando ambos conmutadores de configuración 19 y 21 están abiertos (es decir, no conductores). Los grupos de LED 16 y 17 se conectan en paralelo a través de las líneas de alimentación 30a, 30b cuando ambos conmutadores de configuración 19 y 21 ambos están cerrados (es decir, conducen corriente). Si el conmutador 19 está cerrado y el conmutador 21 está abierto, el segundo grupo 17 de LED se conecta a través de las líneas de alimentación 30a, 30b, mientras que el primer grupo 16 permanece en serie con el segundo grupo 17 y se deriva eficazmente. Si el conmutador 19 está abierto y el conmutador 21 está cerrado, el primer grupo 16 de LED se conecta a través de las líneas de alimentación 30a, 30b, mientras que el segundo grupo 17 permanece en serie con el primer grupo 16 y se deriva de forma eficaz.

Por lo tanto, se realizan cuatro modos operativos de la disposición 13. En una forma de realización preferida, al controlar los conmutadores de configuración 19, 21 de manera que ambos presentan el mismo estado (por ejemplo, ambos conmutadores abiertos o ambos conmutadores cerrados), el control de conmutación se facilita mientras que se logra suficiente diversidad de operación para permitir que la disposición 13 se adapte a balastos magnéticos o electrónicos.

Los conmutadores de configuración 19, 21 se pueden controlar para ajustar la configuración de circuito dependiendo del tipo de balasto utilizado en la luminaria. Esto se puede lograr proporcionando un circuito de control que detecta la presencia de un balasto magnético, o un balasto electrónico, o discrimina entre los dos tipos de balasto, y, por consiguiente, controla los conmutadores de configuración. Por ejemplo, el circuito de control puede detectar una característica de la tensión o corriente producida por el balasto, por ejemplo, al detectar una frecuencia de la tensión o corriente. En la Figura 7 se muestra una forma de realización del circuito de control y se describe más adelante, aunque también se pueden utilizar muchas otras implementaciones.

En una forma de realización, el circuito de control abre ambos conmutadores de configuración 19 y 21 cuando el circuito de control recibe una entrada que indica que se utiliza un balasto magnético, y cierra ambos conmutadores de configuración 19 y 21 cuando el circuito de control recibe una entrada que indica que se usa un balasto electrónico. Esto da como resultado un cambio en la configuración de circuito de la tira de LED de manera que los dos grupos 16, 17 de LED se conectan en serie a través de las líneas de alimentación 30a, 30b cuando se utiliza un balasto magnético, y los dos grupos 16, 17 de LED se conectan en paralelo a través de las líneas de alimentación 30a, 30b cuando se utiliza un balasto electrónico. De esta manera, la tensión directa a través de la tira de LED se cambia dependiendo del tipo de balasto utilizado para controlar la disposición de lámpara LED.

Un circuito de control para el control del mecanismo de los conmutadores de configuración 28, 29 en una disposición práctica puede comprender una parte de detección que discrimina entre sistemas con balasto magnético y electrónico, y una parte de conmutador que realiza la conmutación real entre configuraciones de circuito, por ejemplo, entre una configuración de circuito en serie y una en paralelo. Los balastos magnéticos operan a las frecuencias de la red eléctrica, en general 50 o 60 Hz, y los balastos electrónicos operan a altas frecuencias, típicamente entre 20 kHz y 50 kHz, dependiendo del tipo y marca de balasto. Esta diferencia en frecuencia operativa se puede utilizar para discriminar entre el tipo de balasto.

La Figura 6 muestra otro ejemplo con una disposición de lámpara LED 24 que tiene tres grupos 25, 26 y 27 de LED, comprendiendo cada grupo el mismo número de LED. De forma similar como en la forma de realización de la Figura 5, la configuración de los tres grupos de LED se puede conmutar entre una configuración en serie y una configuración en paralelo utilizando conmutadores de configuración 28 y 29. Esta forma de realización incluye múltiples diodos de

conexión (similares al diodo de conexión 23 en la forma de realización de la Figura 5) para permitir que los conmutadores de configuración produzcan diferentes configuraciones de circuito, y estos se pueden reemplazar por un conmutador, siempre que sea adecuado el control del mismo. Los conmutadores de configuración pueden estar constituidos y controlados como se describe más adelante.

La Figura 8 representa una representación más detallada de la disposición de la Figura 6, con los grupos 25, 26 y 27 de LED representados como un solo símbolo LED por simplicidad. La forma de realización mostrada en la Figura 8 comprende dos conmutadores de configuración 28 y 29, que comprende cada uno un conmutador de transistor 28a, 29a y un circuito de detección de frecuencia 28b, 29b. Los conmutadores 28a, 29a pueden comprender, por ejemplo, conmutadores simples de transistor, conmutadores Darlington y transistores activados por bomba de carga, relés y/u otros tipos de conmutadores mecánicos. Los circuitos de detección de frecuencia 28b, 29b distinguen entre un balasto magnético y un balasto electrónico y proporcionan una entrada apropiada para controlar los conmutadores 28a, 29a. Una implementación simple de los circuitos de detección de frecuencia 28b, 29b es un filtro, tal como un inductor, resistor, circuito de condensador, como se muestra en la Figura 8, un filtro activo, cualquier circuito que pueda generar una salida que discrimine entre una alta frecuencia (por ejemplo, de un balasto electrónico) y una baja frecuencia (por ejemplo, de un balasto magnético).

Se hace referencia aquí a la tabla más adelante, que comprende un ejemplo de resultados para un balasto magnético y un balasto electrónico, ambos con una lámpara fluorescente y una disposición de acuerdo con la invención.

Tabla 2.1

	Balasto magnético		Balasto electrónico	
	Tubo fluorescente	LED	Tubo fluorescente	LED
Potencia absorbida	36	28	40	31
Factor de potencia	0,42	0,82	0,98	0,96
Potencia reactiva	49	6	1	1
Potencia aparente	61	29	40	31

Con respecto a la selección del número de LED en cada grupo y la composición del grupo, y número de LED de la tira total, se señala lo siguiente, además de la descripción anterior.

En un inicio de un proceso de diseño, se seleccionan uno o más LED que tienen características deseadas para el diseño determinado teniendo en cuenta las consideraciones conocidas por el experto. Se crea un modelo analítico del LED seleccionado. Tal modelo puede ser tan complicado como se desee, pero un modelo lineal sencillo que comprenda un diodo ideal para representar la característica asimétrica de V-I (tensión-corriente), una fuente de tensión para representar la tensión directa del LED, y un resistor para representar la resistencia en serie del LED es suficiente en la mayoría de los casos. También se crea un modelo analítico del balasto magnético. La característica dominante de un balasto magnético es la de un inductor y el modelo más sencillo sería el de un inductor ideal que tiene la misma inductancia que el balasto (determinada a la frecuencia operativa).

Estos dos modelos se pueden combinar en un modelo, y este modelo se puede analizar ya sea de forma matemática o analítica para producir una relación entre varios LED y la potencia absorbida por estos LED. La complejidad y precisión de esta relación se espera que dependan de la complejidad y precisión de los modelos elegidos para determinar esta relación, el intervalo en el que se han linealizado los modelos y el método de búsqueda de la relación. En este punto en el proceso de diseño, la precisión del modelo del sistema se puede comprobar con pruebas empíricas utilizando los LED seleccionados y los modelos ajustados si es necesario.

Después, se necesita modelar el balasto electrónico. El problema principal encontrado cuando se modela un balasto electrónico es la complejidad de los balastos electrónicos y la gran extensión en mecanismos de accionamiento entre diferentes marcas y tipos de balastos electrónicos. Un enfoque es medir y caracterizar un balasto electrónico de referencia a partir de una configuración predeterminada o punto operativo para un tipo particular de tubo fluorescente, por ejemplo, sobre la de una especificación IEC del tubo fluorescente que se va a reemplazar. Este se puede linealizar entonces, convertir en un modelo y combinarse con el modelo de LED. Posteriormente, de la misma forma que con el balasto magnético, se puede deducir una relación entre el número de LED y la potencia.

Este proceso se puede repetir para varios números de tiras de LED paralelas de longitud igual o diferente, considerando que una conexión de más LED en paralelo implica una conexión de menos LED en serie y, por lo tanto, menor potencia.

Después, se trazan todas las relaciones en un sólo gráfico, produciendo un conjunto de curvas, tal como se representa en la Figura 11 (la misma forma de las curvas y valores variará dependiendo de muchos factores, tal como el tipo y potencia de los balastos, tipo y la temperatura de los LED, tensión de alimentación y frecuencia, y similares). Las curvas muestran la potencia a lo largo del eje vertical trazada frente a la tensión directa total de una tira de LED activada por el balasto a lo largo del eje horizontal. La curva A mostrada en la Figura 11 muestra una característica modelada para un balasto magnético que activa la tira de LED compuesta por el tipo seleccionado de LED dispuestos

en una configuración de circuito que tiene un cierto número de LED conectados en serie y en paralelo para lograr una cierta tensión directa para la tira de LED. Las curvas B a E muestran características modeladas para un balasto electrónico, para múltiples variaciones de la configuración de circuito de la tira de LED compuesta por el tipo seleccionado de LED pero que tiene números variables de LED conectados en serie y en paralelo. La curva F muestra el cambio con respecto a la curva A para un balasto magnético cuando se utiliza regulación de línea como se describe en el presente documento.

Se considera deseable en la mayoría de las circunstancias, diseñar la disposición de lámpara LED para tener la misma potencia consumida cuando se utiliza tanto con balastos magnéticos como con electrónicos. Por lo tanto, los puntos operativos óptimos se consideran que se van a elegir de forma más apropiada en las intersecciones de las curvas relevantes. Estas intersecciones, sin embargo, solamente son puntos operativos teóricos puesto que rara vez se cruzan en números enteros de LED (es decir, un entero positivo) incluidos en la tira de LED. Por ejemplo, cuando la tira de LED comprende grupos de LED que se conmutan entre una conexión en serie y una conexión en paralelo, el número de grupos en paralelo de LED (por ejemplo, para el funcionamiento de un balasto electrónico) es preferiblemente el mismo que el número de grupos en serie de LED (por ejemplo, para el funcionamiento de un balasto magnético).

Para hacer que la disposición de lámpara LED opere a otras potencias o para hacer que las diferentes configuraciones de circuito de la disposición de lámpara LED operen a potencias más cercanas conjuntamente, las características se tendrán que cambiar de tal forma que las intersecciones estén en o cerca de los puntos deseados. Para lograr esto, se describe en el presente documento una forma de realización que incluye un medio de regulación de línea, en el que una compensación desplaza hacia arriba eficazmente la totalidad de la curva de tensión/potencia de la tira o grupo de LED en un balasto magnético, lo que se puede lograr al seleccionar el ciclo de trabajo del medio de conmutación a una tensión elegida de la red eléctrica. Entonces se aumenta la potencia de LED para cada punto en el gráfico y la intersección se puede cambiar a cualquier nivel de potencia (aunque todavía limitada a valores de LED enteros en la configuración con balasto electrónico).

Se describe más adelante un método para determinar un número total de LED en la tira de LED. Primero, el número de grupos de LED en paralelo se determina al elegir la curva de balasto electrónico que se cruza con la característica de balasto magnético más cercana a, pero siempre por debajo de, la potencia deseada. La longitud de la subtira en cada grupo en paralelo se elige entonces escogiendo el número de LED que dan como resultado una potencia, en la curva de balasto electrónico mencionada previamente, que está más cercana a la potencia deseada. La compensación del medio de regulación de línea entonces se elige de manera que la característica del balasto magnético se desplace hacia arriba para que la salida de potencia para el número de LED resultado de una multiplicación del número de grupos con el número de LED por grupo sea igual a la potencia del balasto electrónico o a la potencia deseada, dependiendo de la preferencia de diseño.

Regulación de línea y conmutación síncrona

Los balastos electrónicos se diseñan típicamente para controlar de forma activa la corriente de salida y la potencia de salida y para compensar variaciones en la tensión de la alimentación de la red eléctrica CA. Los balastos magnéticos generalmente no proporcionan esta compensación, y las lámparas (fluorescentes o LED) conectadas a tal balasto presentarán un consumo de potencia variable y salida de luz variable en respuesta a estas variaciones en la tensión de la red eléctrica CA.

Para compensar estas variaciones en la tensión de alimentación, la disposición de lámpara LED puede incluir un circuito o dispositivo de regulación de línea. Para tal forma de realización, la curva de tensión/potencia del balasto magnético no se modela a la tensión nominal de la red eléctrica CA (por ejemplo, 220 V CA), sino al valor de tensión máximo esperado de la red eléctrica CA teniendo en cuenta la desviación máxima permitida en la tensión (por ejemplo, desviación máxima 220 V CA + 10%). De esta manera, todos los valores de tensión de la red eléctrica CA por debajo de ese valor máximo (incluyendo los valores de tensión nominal y mínima esperada de la red eléctrica CA) dará como resultado un consumo de potencia de los LED en la lámpara por debajo de la salida máxima deseada, que después se puede aumentar de la forma descrita más adelante.

La tensión alterna de la alimentación de la red eléctrica CA en combinación con la tensión directa casi estática de los LED provoca un periodo de tiempo durante el cual la corriente de entrada a la luminaria es esencialmente cero. Esto se ilustra en la Figura 12, que muestra una medición de osciloscopio de una tensión de entrada a un balasto magnético y una corriente de salida de un balasto magnético en una luminaria equipada con un tubo fluorescente convencional. Como se puede ver, la forma de onda de la corriente de salida presenta un pequeño periodo de tiempo de corriente cero o casi cero (denominado como el periodo de corriente cero). Este periodo de corriente cero se presenta cuando la tensión aplicada a través de los LED, por ejemplo, la tensión en las líneas de alimentación 30a, 30b, cae por debajo de la tensión de carga de los LED, que en una operación normal asciende a la tensión directa total de la tira de LED. Cuando la luminaria incluye un rectificador de onda completa, este periodo de corriente cero se presenta dos veces en cada ciclo de tensión de la red eléctrica, por ejemplo, a 100 Hz o 120 Hz.

Un balasto magnético acorta eficazmente este periodo de corriente cero debido a su inductancia, pero en la mayoría

de las configuraciones prácticas, el periodo permanece, finalizando en el momento en que la tensión instantánea de la red eléctrica CA se eleva por encima de la tensión de carga de la disposición. La disposición de lámpara LED puede incluir opcionalmente un medio para disminuir la tensión de carga durante el periodo de corriente cero para reducir de forma adicional la longitud del periodo de tiempo de corriente cero.

En una forma de realización de ejemplo, se puede cambiar la configuración de circuito de los LED, por ejemplo, derivando (acortando) o desconectando uno o más de los grupos de LED, o conmutando uno o más de los grupos de LED en una configuración paralela en paralelo con uno o más de otros grupos de LED, durante al menos una porción del periodo de corriente cero. Esto disminuye la tensión de carga (es decir, la tensión directa a través de la tira LED) con respecto a la tensión instantánea en la entrada al balasto, lo que reduce el tiempo necesario para que la tensión de alimentación instantánea exceda la tensión de carga de manera que la corriente fluya de nuevo a través de los LED.

La configuración de circuito de los LED se puede cambiar utilizando un conmutador controlado dedicado, o utilizando uno o más de los conmutadores de configuración de circuito LED, para reducir la tensión de carga. Esta conmutación, de una configuración de circuito con una tensión de carga superior a una configuración de circuito con una tensión de carga menor, aumenta la tensión instantánea a través del balasto magnético que conduce a una elevación más rápida de la corriente a través de los LED. El intervalo de tiempo con corriente esencialmente cero se acorta y se aumenta el factor de potencia. La corriente promedio o RMS suministrada a los LED se puede controlar al variar el tiempo cuando se conmuta la configuración de circuito a la tensión de carga baja. La conmutación a la configuración de tensión de carga baja se puede lograr mediante compensación directa de alimentación basándose en la tensión de entrada, o la regulación de bucle cerrado basándose en la corriente de LED medida real.

En la Figura 7 se representa una forma de realización ejemplar de acuerdo con este aspecto de la invención. En esta forma de realización, el circuito de control 34 detecta el flujo de corriente a través de los LED y controla el conmutador 28 sobre la base de esta corriente. En esta forma de realización, el circuito de control 34 detecta la corriente que fluye a través de uno o más de los grupos LED 25, 26, 27 al detectar la tensión a través de la impedancia 33 a través de la cual fluye la corriente de LED. En esta forma de realización, el circuito de control 34 también recibe dos entradas, una entrada que indica la corriente detectada y una segunda entrada de un detector de frecuencia 35. El circuito de control 34 se puede adaptar para cerrar el conmutador 28 cuando el circuito de control 34 recibe tanto una entrada del detector de frecuencia 35 que indica una frecuencia en el intervalo esperado para un balasto magnético, como una entrada que indica que la corriente de LED detectada está por debajo de un umbral, por ejemplo, cero o casi cero.

En esta forma de realización, el conmutador 29 se controla mediante una entrada del detector de frecuencia 35, y permanece abierto cuando el detector de frecuencia 35 indica que se usa un balasto electrónico, y permanece cerrado cuando el detector de frecuencia 35 indica que se utiliza un balasto magnético.

Por ejemplo, se puede habilitar la regulación de línea durante el funcionamiento del balasto magnético en la que se cierra el conmutador 29, produciendo, por ejemplo, una configuración de circuito balasto magnético. Cuando se abre el conmutador 28, los grupos de LED 27 y 26 se conectan en paralelo, y el grupo LED 25 está en serie con la combinación de grupos de LED 26 y 27. En esa configuración, la caída de tensión de LED total es dos veces la caída de tensión de LED total de uno de los grupos de LED individuales. El cierre del conmutador 28 da como resultado que todos los grupos de LED (25, 26, y 27) se conecten en paralelo, lo que reduce eficazmente la caída de tensión de LED total a la caída de tensión total de un solo grupo de LED. Por lo tanto, el cierre del conmutador 28 da como resultado la disminución de la tensión en la carga LED, y, como se explica anteriormente, esta reducción provoca un aumento en la tensión del balasto lo que produce la elevación más rápida en corriente. En la forma de realización mostrada, el conmutador 28 es un conmutador solamente dedicado a la regulación de línea. Como alternativa, uno o más de los conmutadores que se utilizan para cambiar la configuración de circuito, como se describe anteriormente con respecto a la forma de realización de la Figura 5, se pueden configurar para operar además como conmutadores de regulación de línea.

Debido a la baja frecuencia de conmutación, convencionalmente 100 o 120 Hz, utilizada para la regulación de línea, existe poca interferencia electromagnética a frecuencias de radiofrecuencia.

Las pérdidas del balasto magnético también se reducen ligeramente en comparación con el funcionamiento con tubos fluorescentes estándar. La diferencia más pequeña entre la caída de tensión LED en la disposición y la tensión de la red eléctrica CA reduce el producto de *Voltios x Segundos* en el inductor de balasto magnético (es decir, tarda más tiempo la saturación del inductor) y, por lo tanto, reduce ligeramente las pérdidas por magnetización. La corriente promedio o RMS más pequeña también conduce a pérdidas resistivas ligeramente reducidas. Una mayor eficiencia total y menor temperatura operativa, que aumenta la vida útil del balasto, son ventajas adicionales de esta forma de realización. En la siguiente tabla se muestran resultados de mediciones de una forma de realización practicada de acuerdo con este aspecto de la invención, y un tubo fluorescente a niveles de luz comparables:

Tabla 3.1

	Potencia de entrada (W)	Pérdida del balasto (W)	Factor de potencia
Tubo fluorescente T8 con balasto magnético	64,0	9,8	0,48
Disposición LED sin medio de regulación de línea	39,0	1,2	0,82
Disposición LED con medio de regulación de línea	39,0	1,1	0,93

Las Figuras 13 y 14 muestran la mejora de las formas de onda de tensión y corriente obtenidas al utilizar la regulación de línea (también denominada conmutación síncrona) de acuerdo con esta forma de realización. La Figura 13 muestra la tensión de entrada 52, la corriente de entrada 53, la corriente 54 a través de los LED, y la corriente 55 a través del conmutador 28, para una operación no conmutada. La Figura 14 muestra la tensión de entrada 56, la corriente de entrada 57, la corriente 58 a través de los LED, y la corriente 59 a través del conmutador 28, para una operación conmutada síncrona (es decir, conmutación del conmutador controlado de forma simultánea con el periodo de corriente cero) al mismo nivel de potencia de LED.

Reducción de parpadeo

Debido a que tanto los balastos electrónicos como magnéticos producen corriente alterna, los LED alimentados por estos balastos se encienden y apagan continuamente, provocando que los LED parpadeen. Los balastos electrónicos operan a altas frecuencias (por lo general más de 20 kHz) y este parpadeo está fuera del intervalo de sensibilidad del ojo humano. Los balastos magnéticos operan a la frecuencia de la red eléctrica (por lo general 50 o 60 Hz) y cuando se utiliza un rectificador de onda completa los LED parpadean al doble de esa frecuencia. Este parpadeo es perceptible para el ojo humano y por esta y otras razones es altamente indeseable. De acuerdo con un aspecto opcional adicional de la invención, la disposición LED puede incluir un medio para reducir o eliminar este parpadeo.

Esto se puede realizar al dirigir parte de la energía eléctrica de la potencia suministrada a la disposición LED lejos de los LED en un elemento de almacenamiento durante al menos parte del periodo de la salida de luz pico de los LED, y dirigiendo parte de la energía eléctrica almacenada de nuevo del elemento de almacenamiento a los LED durante al menos parte del periodo de salida de luz baja de los LED. Esto reduce de forma eficaz el parpadeo promediando los picos y valles en la salida de luz. El almacenamiento y la recuperación solamente de parte de la energía suministrada a los LED mejoran en gran medida la eficiencia en comparación con hacerlo para toda la energía suministrada a los LED.

En la Figura 9 se ilustra una forma de realización ejemplar, que muestra una porción de la disposición de lámpara LED descrita en las formas de realización anteriores con la adición de un circuito de control 37 que controla un conmutador 36 para realizar el almacenamiento y la recuperación de energía dentro y fuera del elemento de almacenamiento de energía 39.

En esta forma de realización, el circuito de control 37 detecta la corriente que fluye a través de al menos una porción de los LED y controla el conmutador 36 sobre la base de la corriente detectada. En esta forma de realización, el circuito de control 37 detecta la corriente que fluye a través de uno o más de los grupos de LED 25, 26, 27 al detectar la tensión a través del resistor 38 a través de cual fluye la corriente de LED. El circuito de control 37 controla el conmutador 36 para conectar de forma selectiva el elemento de almacenamiento de energía 39 a la alimentación de los LED. En esta forma de realización, el cierre del conmutador 36 conecta el elemento de almacenamiento de energía 39 a través de la alimentación a los LED (es decir, las líneas de salida 30a, 30b de los rectificadores 31a, 31b que se muestran en las Figuras 5-8), de manera que la corriente fluye en el elemento de almacenamiento de energía 39.

El circuito de control 37 se configura para cerrar el conmutador 36 cuando la corriente detectada se eleva por encima de un primer umbral predeterminado, y para abrir el conmutador 36 cuando la corriente detectada cae por debajo de un segundo umbral predeterminado (que puede ser igual al primer umbral predeterminado) para desconectar elemento de almacenamiento de energía 39. La corriente a través de los LED varía generalmente de acuerdo con la tensión CA (rectificada de onda completa) de la alimentación a los LED. El primer y segundo umbral predeterminados se establecen de manera que la energía se almacene en el elemento de almacenamiento de energía 39 durante picos en cada ciclo de la corriente alterna a través de (una porción de) los LED. Cuando la corriente detectada cae por debajo de un tercer umbral predeterminado, el circuito de control 37 cierra el conmutador 36 de nuevo para conectar el elemento de almacenamiento de energía 39 a través de las líneas de alimentación y a través de los LED, y cuando la corriente detectada se eleva por encima de un cuarto umbral predeterminado (que puede ser igual al tercer umbral predeterminado), el circuito de control 37 abre el conmutador 36 para desconectar una vez más el elemento de almacenamiento de energía 39. El tercer y cuarto umbral predeterminados se establecen de manera que el elemento de almacenamiento de energía 39 se conecta a través de los LED para liberar la energía almacenada durante los valles en cada ciclo de la corriente alterna a través de (una porción de) los LED.

El circuito de control 37 se puede implementar como uno o más circuitos comparadores o puede comprender una lógica más compleja implementada en circuitos cableados o circuitos o un procesador que usan firmware de software. El conmutador 36 se puede implementar como un conmutador sencillo de transistor o circuido de conmutación complejo o circuito de impedancia variable. El elemento de almacenamiento de energía 39 se puede implementar como un sencillo condensador o elemento de circuito capaz de almacenar energía eléctrica. El circuito de control 37 puede detectar corriente a través de todos o una porción de los LED, utilizando un resistor sencillo como se describe en la forma de realización de la Figura 9 u otra disposición de circuito para detectar corriente. El circuito de control 37 se puede disponer como alternativa para detectar la tensión de la alimentación o a través de todos o una porción de los LED, o detectar la fase del ciclo de la tensión o corriente alterna.

En algunas formas de realización, el primer y segundo conmutadores de configuración (representados como los conmutadores 28 y 29 en la Figura 9) también, o como alternativa, se pueden cerrar para extraer corriente del elemento de almacenamiento de energía a los LED.

El circuito de control 37 también puede incluir un medio de detección de frecuencia o se puede configurar para recibir la entrada de un circuito de detección de frecuencia separado, por ejemplo, como se describe para las formas de realización mostradas en las Figuras 5, 6, 8, de tal forma que, por ejemplo, se habilita el medio de almacenamiento de energía basándose en el tipo de balasto detectado. En una forma de realización de ejemplo, el circuito de control 37 se configura de manera que el circuito de almacenamiento de energía solamente se habilita cuando se ha detectado un balasto magnético.

Retirada del iniciador

En una forma de realización adicional la disposición de lámpara LED se proporciona opcionalmente con un medio para hacer innecesaria la retirada de un iniciador de una luminaria fluorescente. Se usa normalmente un iniciador para encender un tubo fluorescente cuando se utiliza con un balasto magnético. El iniciador consiste normalmente en un conmutador, ya sea mecánico o eléctrico, que pone en cortocircuito de forma periódica el balasto magnético a la red eléctrica en serie con las bobinas calentadoras en los extremos del tubo fluorescente. Después de que se encienda la lámpara fluorescente, la tensión a través del iniciador cae por debajo de una cierta tensión que impide la operación del iniciador y pone en cortocircuito adicionalmente la lámpara.

Debido a que la disposición de lámpara LED opera a una tensión considerablemente más alta que el tubo fluorescente que reemplaza, el iniciador, que está configurado para que se habilite de forma automática por la tensión superior durante el periodo de energización inicial antes de que la corriente se ha haya elevado a su valor operativo normal, continuará poniendo en cortocircuito de forma periódica los filamentos de la lámpara al balasto, provocando un parpadeo de baja frecuencia no deseado.

El iniciador se puede retirar de la luminaria para impedir que esto suceda, pero el fracaso del usuario final al hacerlo puede dar como resultado situaciones inseguras y la destrucción de la disposición de lámpara LED. Otra solución es colocar un elemento de alta impedancia a través de los pines de la disposición de lámpara de LED, es decir, donde se colocan las bobinas calentadoras en un tubo fluorescente, con una impedancia suficientemente alta para impedir que el iniciador detecte la alta tensión en el otro lado del tubo. Sin embargo, esta solución, provocará que algunos balastos electrónicos detecten arbitrariamente el final de la vida del tubo, haciendo que se apague.

Para abordar este problema, una forma de realización adicional de la disposición de lámpara LED puede incluir opcionalmente una impedancia variable conectada a través de los conectores de la disposición de lámpara LED, por ejemplo, los pines para conectar la disposición de lámpara LED en una luminaria fluorescente convencional en la ubicación utilizada normalmente para una bobina calentadora en un tubo fluorescente. Se detecta la presencia de un balasto magnético o electrónico en el sistema, y se ajusta la impedancia variable a un valor de impedancia alto o uno bajo dependiendo del tipo de balasto detectado. Una forma de realización de ejemplo se representa en la Figura 10, en la que el circuito de control 43 controla un conmutador 42 para conectar una alta impedancia 41a o una baja impedancia 41b a través de los conectores de pines 40a, 40b de la disposición de lámpara LED. La impedancia variable se puede conectar a través de uno o ambos pares de conectores presentes en la luminaria.

REIVINDICACIONES

1. Una disposición (13, 24) para reemplazar una lámpara fluorescente conectada a un balasto magnético o un balasto electrónico, comprendiendo la disposición (13, 24):

una pluralidad de grupos (16, 17, 25, 26, 27) de LED (14, 15), conmutables entre una pluralidad de configuraciones de circuitos, incluyendo una primera configuración de circuito y una segunda configuración de circuito;
un primer medio (28b, 29b) para detectar una frecuencia de potencia suministrada a la disposición por la luminaria y generar una salida; y
un segundo medio (19, 21, 28, 29, 28a, 29a) para conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED sobre la base de la salida del primer medio para detectar la frecuencia, y
en la que cada grupo de LED comprende un solo LED o una pluralidad de LED conectados en serie o en paralelo o una combinación de ambos, y
en la que la primera y la segunda configuraciones de circuito difieren en el número de grupos de LED conectados en serie frente al número de grupos de LED conectados en paralelo.

2. La disposición de la reivindicación 1, en la que el primer medio para detectar una frecuencia y el segundo medio para conmutar la configuración de circuito se adaptan para conmutar la pluralidad de LED a la primera configuración de circuito si la frecuencia detectada está dentro de un primer intervalo de frecuencia predeterminado, y para conmutar la pluralidad de LED a la segunda configuración de circuito si la frecuencia detectada está dentro de un segundo intervalo de frecuencia predeterminado diferente del primer intervalo de frecuencia predeterminado.

3. La disposición de la reivindicación 2, en la que el primer intervalo de frecuencia predeterminado corresponde a un intervalo de frecuencia producido a partir de un balasto magnético y el segundo intervalo de frecuencia predeterminado corresponde a un intervalo de frecuencia producido a partir de un balasto electrónico, en la que el primer medio para detectar una frecuencia de potencia suministrada a la disposición comprende un filtro adaptado para discriminar entre un intervalo de frecuencia producido a partir de un balasto magnético o un balasto electrónico.

4. La disposición de la reivindicación 2 o 3, en la que la primera configuración de circuito corresponde a una conexión en serie de los grupos de LED, y la segunda configuración de circuito corresponde a una conexión paralela de al menos una porción de los grupos de LED.

5. La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que la pluralidad de LED, el primer medio para detectar una frecuencia, y el segundo medio para conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED, se disponen en un solo alojamiento en una configuración adecuada para reemplazar una lámpara fluorescente en una luminaria.

6. La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que, durante el funcionamiento, la disposición se adapta para generar una salida de potencia de la pluralidad de LED en la primera configuración de circuito utilizado con uno de un balasto magnético o electrónico que es sustancialmente equivalente a una salida de potencia de la pluralidad de LED en la segunda configuración de circuito utilizada con el otro de un balasto magnético o electrónico.

7. La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

un tercer medio para detectar una condición que indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo de un umbral y genera una salida; y
un cuarto medio para conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED sobre la base de la salida del tercer medio para detectar una condición cuando la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo de un umbral.

8. La disposición de la reivindicación 7, en la que el cuarto medio para conmutar la configuración de circuito está adaptado para conmutar entre la primera configuración de circuito y otra configuración de circuito, o entre la segunda configuración de circuito y otra configuración de circuito, en un ciclo de trabajo.

9. La disposición de la reivindicación 7 u 8, en la que el cuarto medio para conmutar la configuración del circuito está adaptado para conmutar entre las configuraciones de circuito en un ciclo de trabajo que se determina, al menos en parte, sobre la base de la salida del primer medio para detectar la frecuencia.

10. La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

un quinto medio para detectar una condición que indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por encima de un primer umbral o por debajo de un segundo umbral; y
un medio de almacenamiento de energía para almacenar al menos parte de la energía eléctrica suministrada

a la disposición;
en la que el medio de almacenamiento de energía está adaptado para almacenar energía adicional cuando la salida del quinto medio indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por encima del primer umbral, y para liberar energía previamente almacenada cuando la salida del quinto medio indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo del segundo umbral.

11. La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

un sexto medio para detectar una frecuencia de potencia suministrada a la disposición por la luminaria y generar una salida; y
una impedancia variable conectada a través de dos líneas de conexión de potencia de entrada de la disposición, proporcionando la impedancia variable una impedancia que varía de acuerdo con la salida del sexto medio para detectar una frecuencia.

12. Una luminaria adaptada para usar una o más lámparas fluorescentes, comprendiendo la luminaria uno o más balastos magnéticos o electrónicos adecuados para energizar las lámparas fluorescentes, en la que la luminaria está equipada con una o más disposiciones de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11 en lugar de una o más de las lámparas fluorescentes.

13. Un método para operar los LED (14, 15) en una disposición (13, 24) para reemplazar una lámpara fluorescente conectada a un balasto magnético o un balasto electrónico, comprendiendo la disposición (13, 24) una pluralidad de grupos (16, 17, 25, 26, 27) de LED (14, 15) conmutables entre una pluralidad de configuraciones de circuito, comprendiendo el método:

detectar una frecuencia de potencia suministrada a la disposición por la luminaria; y
conmutar de una primera configuración de circuito a una segunda configuración de circuito si la frecuencia detectada está dentro de un intervalo de frecuencia predeterminado, y
en la que cada grupo de LED comprende un solo LED o una pluralidad de LED conectados en serie o en paralelo o una combinación de ambos, y
en la que la primera y la segunda configuraciones de circuito difieren en el número de grupos de LED conectados en serie frente al número de grupos de LED conectados en paralelo.

14. El método de la reivindicación 13, que comprende, además:

detectar una condición que indica que la corriente a través de al menos una porción de la pluralidad de LED está por debajo de un umbral y genera una salida; y
conmutar la configuración de circuito de la pluralidad de LED sobre la base de la salida.

15. El método de la reivindicación 13 o 14, que comprende, además:

proporcionar una impedancia variable conectada a través de dos líneas de conexión de potencia de entrada de la disposición; y
variar la impedancia variable sobre la base de la frecuencia detectada.

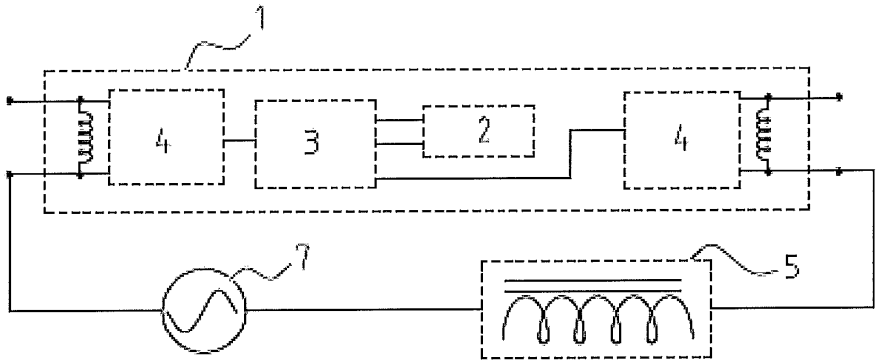

Fig. 1

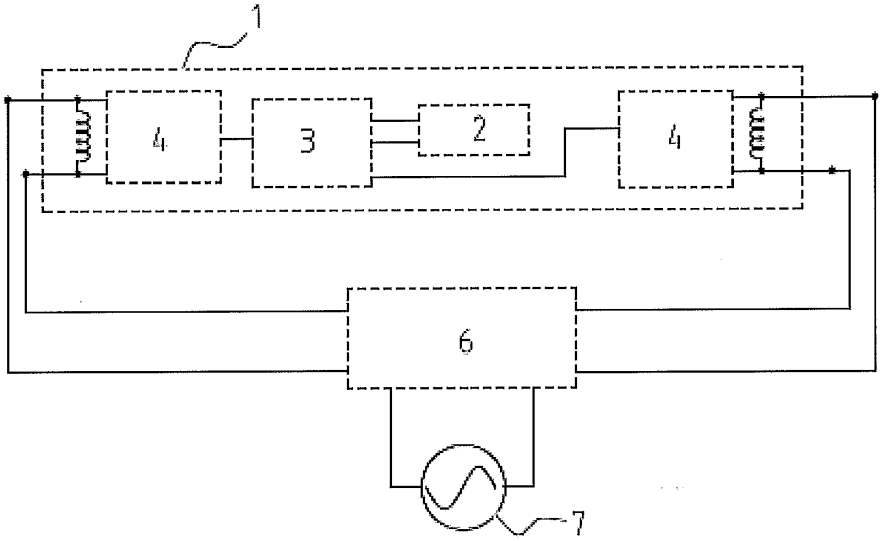

Fig. 2

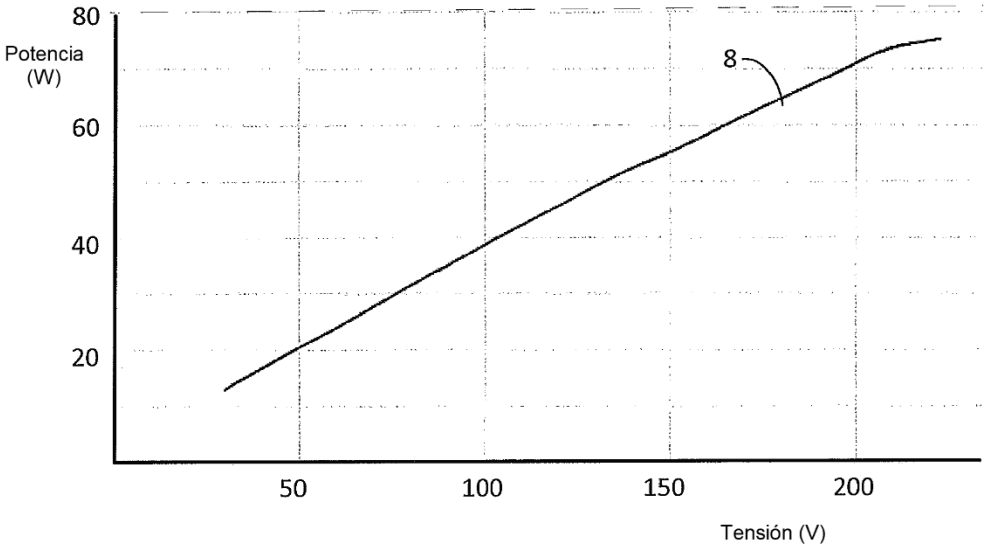
80
Potencia
(W)
60
40
20
8
50
100
150
200
Tensión (V)

Fig. 3

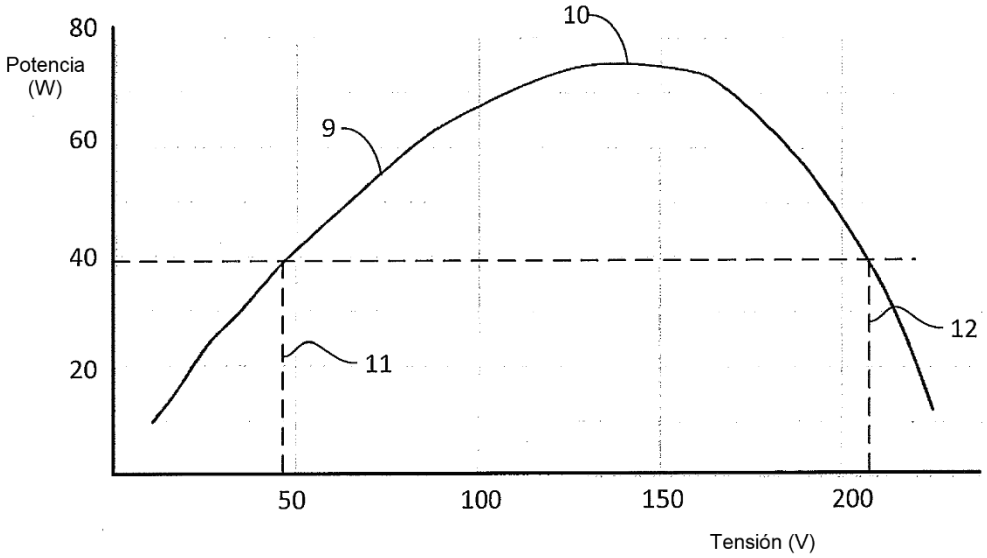
80
Potencia
(W)
60
40
20
10
9
11
12
50
100
150
200
Tensión (V)

Fig. 4

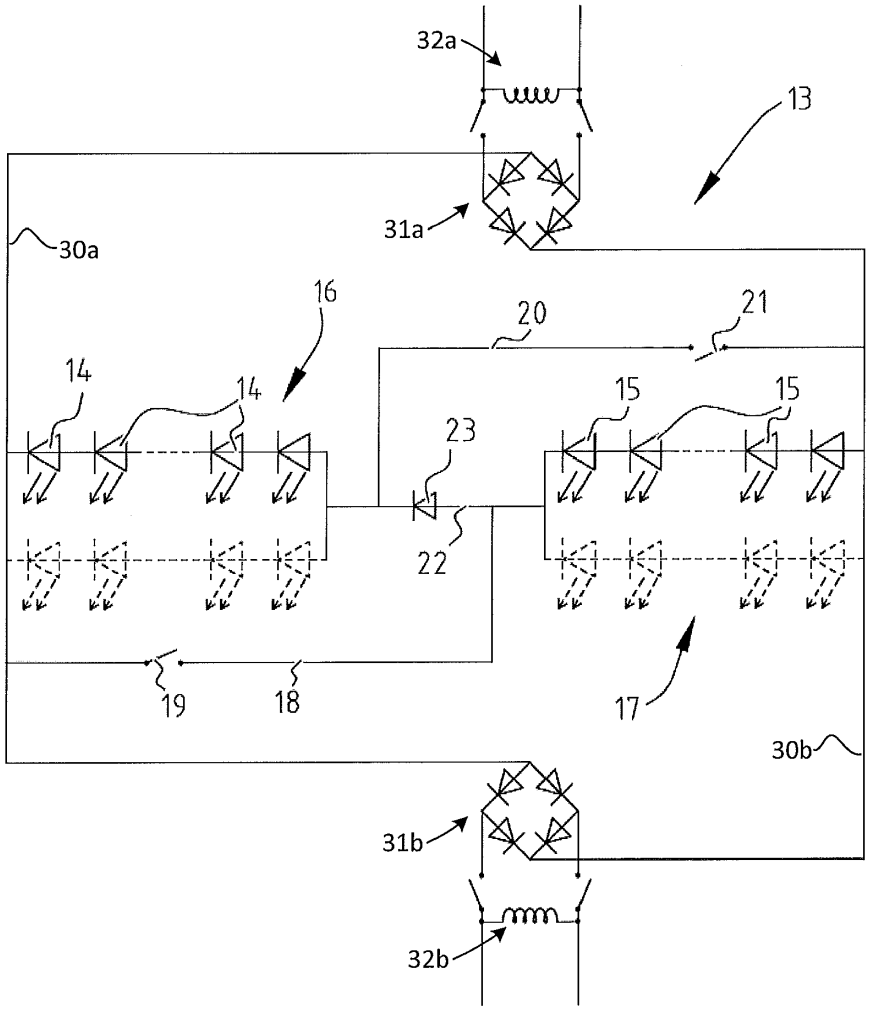

Fig. 5

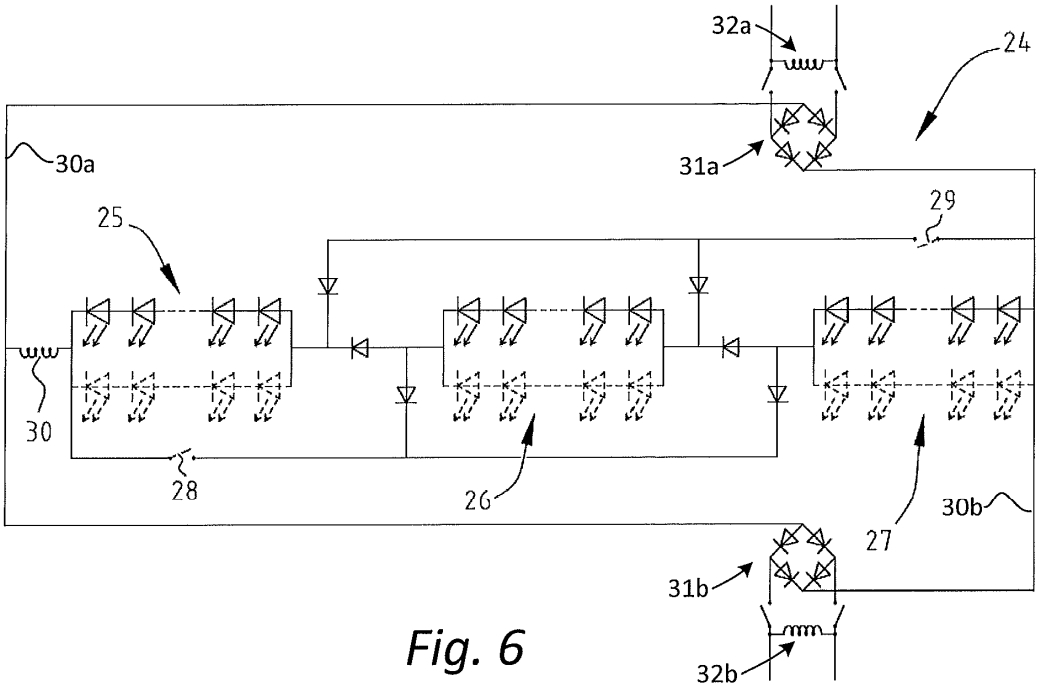
32a
24
30a
31a
29
25
30
28
26
27
30b
31b
32b

Fig. 6

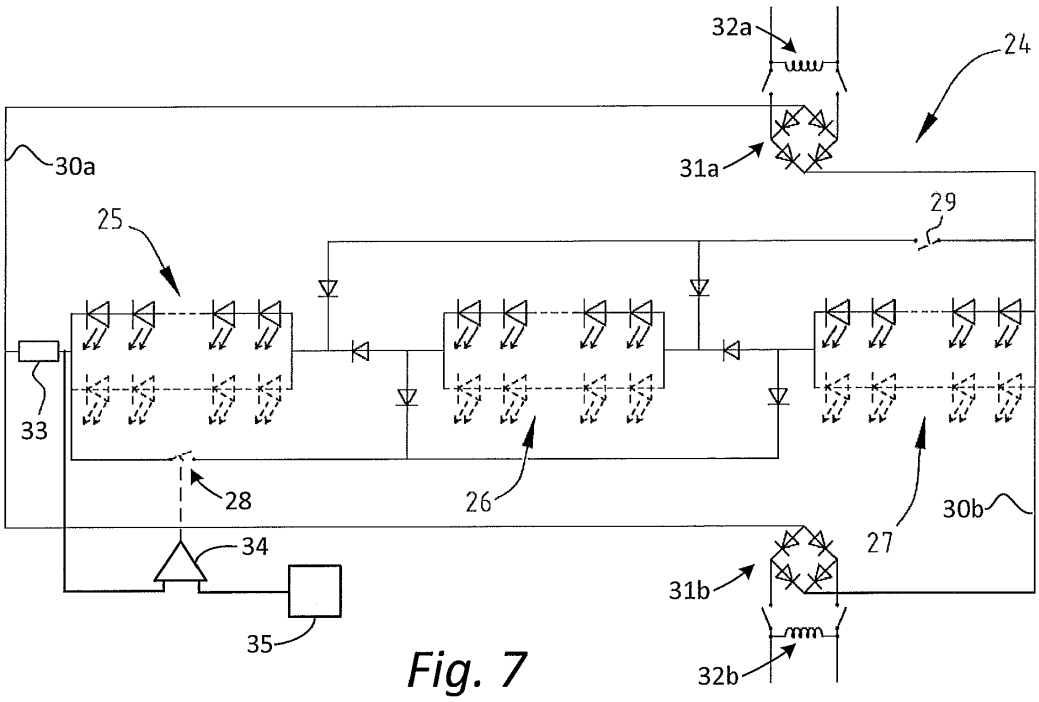
32a
24
30a
31a
29
25
33
28
26
27
30b
34
31b
35
32b

Fig. 7

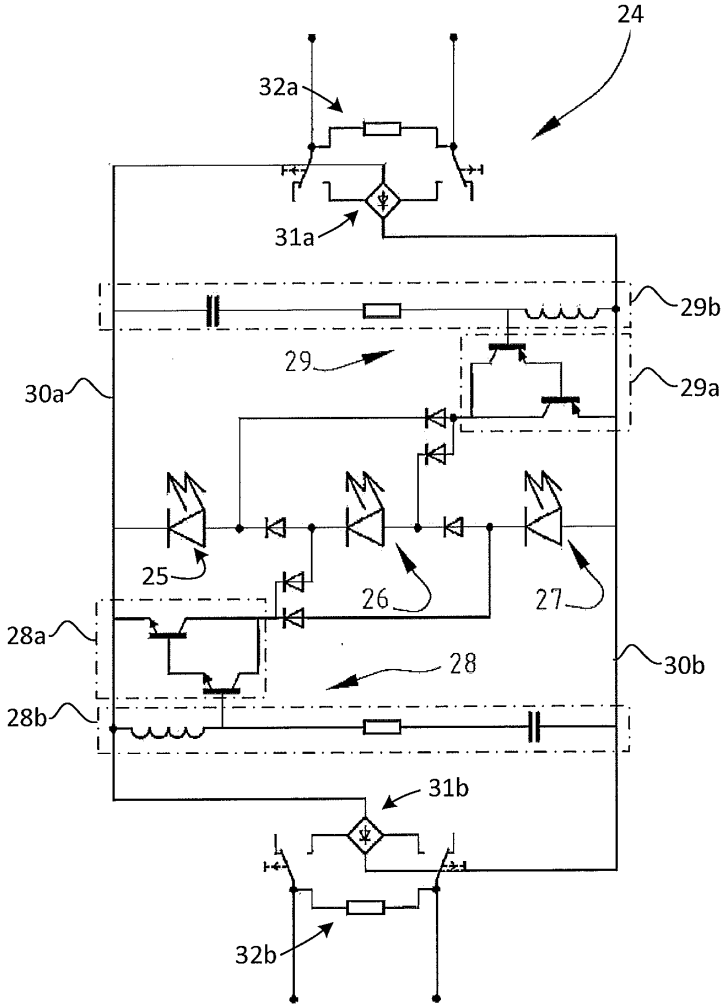

Fig. 8

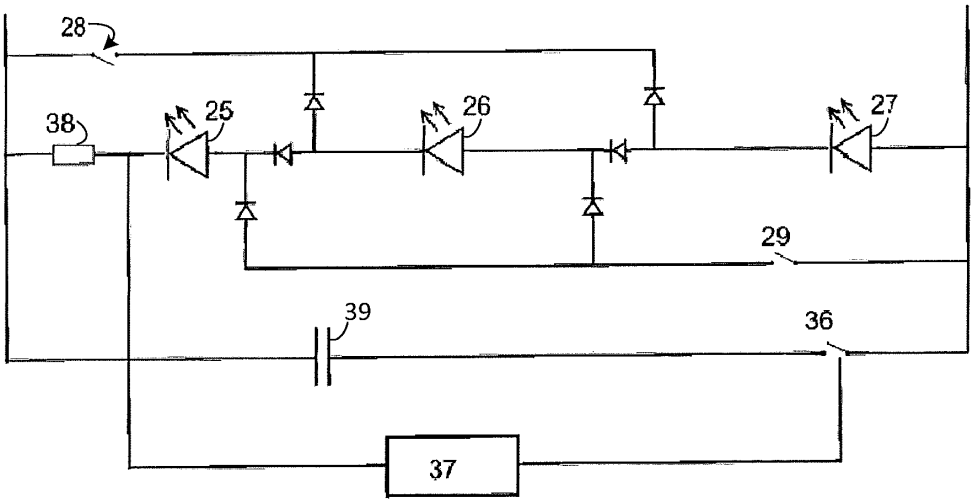

Fig. 9

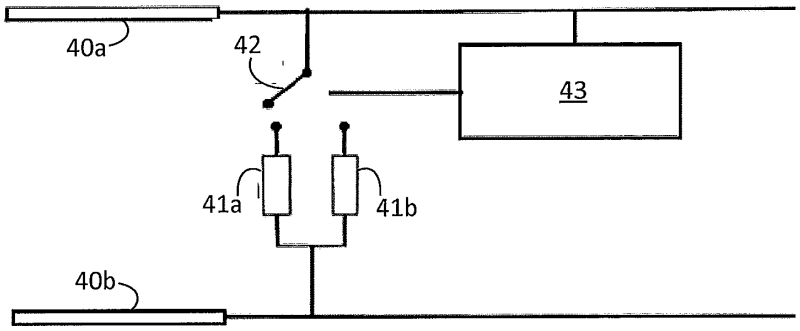

Fig. 10

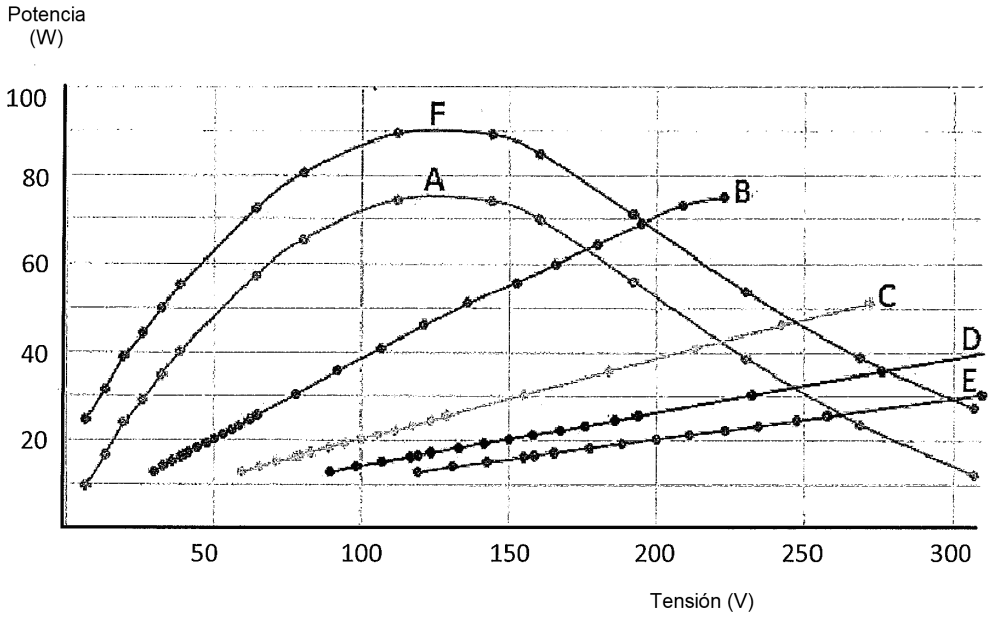
Potencia
(W)
100
80
60
40
20
F
A
B
C
D
E
50
100
150
200
250
300
Tensión (V)

Fig. 11

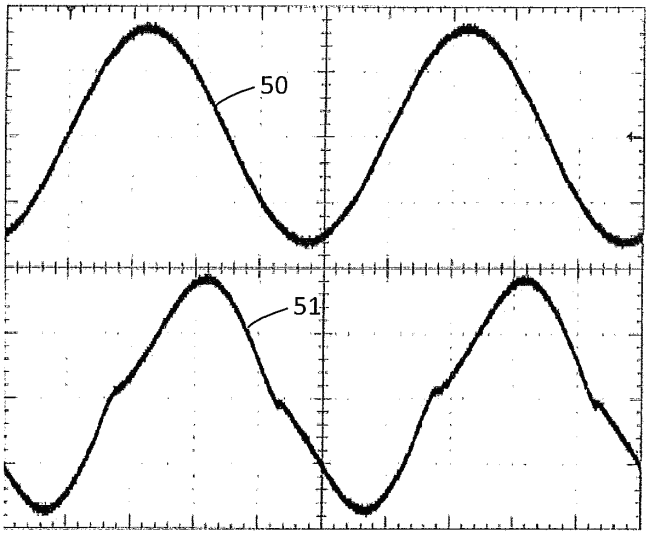
50
51

Fig. 12

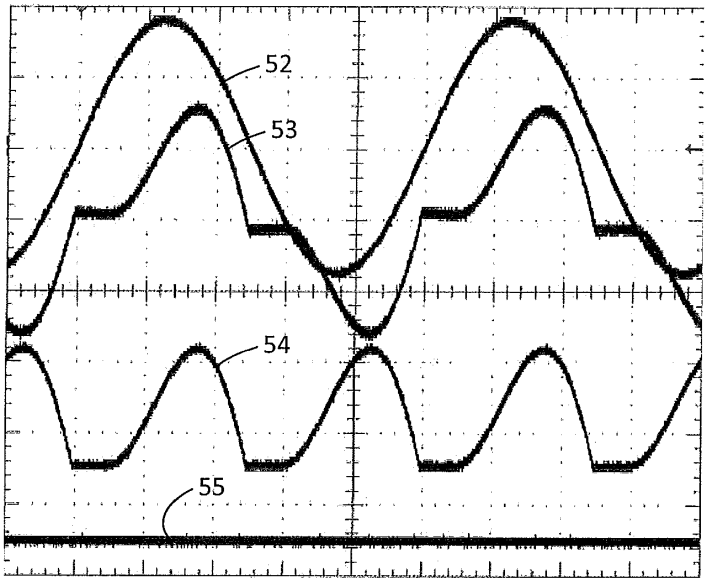

Fig. 13

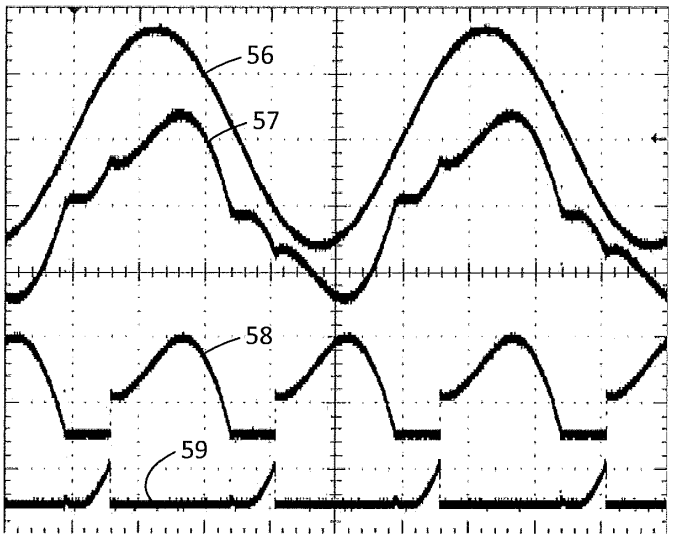

Fig. 14