

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 826 859**

51 Int. Cl.:

H05B 45/00 (2010.01)

H05B 47/10 (2010.01)

H05B 45/37 (2010.01)

H05B 47/18 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2017 PCT/FI2017/050759**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2018 WO18083384**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2017 E 17800565 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2020 EP 3549401**

54 Título: **Sistema de suministro de energía**

30 Prioridad:

03.11.2016 FI 20165827

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

19.05.2021

73 Titular/es:

**ELLEGO POWERTEC OY (100.0%)
Linnapellontie 18
24910 Halikko AS, FI**

72 Inventor/es:

**NURMI, JARI KALERVO y
KAIKURANTA, TERHO OTSO TAPIO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 826 859 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 suministro de energía

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato para suministrar energía eléctrica a un dispositivo eléctrico. La invención también se refiere a un método para suministrar energía eléctrica a un dispositivo y sistema eléctrico.

10 Antecedentes

En algunos sistemas de suministro de energía, la energía eléctrica se suministra desde una fuente de energía a un dispositivo eléctrico o electrónico a través de un cuadro de distribución y un circuito convertidor. Algunos ejemplos de fuente de energía son una red de energía (una red eléctrica), un generador eléctrico (por ejemplo, un generador diésel), baterías, celdas solares y/o turbinas eólicas. La red eléctrica generalmente transfiere energía eléctrica como voltaje de CA (energía de CA), mientras que los generadores eléctricos generalmente producen voltaje de CA (energía de CA), y las baterías y las celdas solares generalmente producen voltaje de CC (corriente continua) en el que se puede necesitar un inversor de CC/CA para convertir el voltaje de CC en voltaje de CA antes de que se pueda suministrar energía al cuadro de distribución. En este tipo de sistemas, el dispositivo electrónico puede, sin embargo, funcionar con voltaje de CC, en el que puede ser necesario un rectificador para convertir el voltaje de CA en voltaje de CC antes de suministrar energía al dispositivo electrónico. El rectificador puede ser parte del dispositivo electrónico o puede ser una unidad separada.

25 Un ejemplo del sistema de suministro de energía mencionado anteriormente se ha utilizado en muchos aeropuertos para suministrar energía a las lámparas ubicadas en y alrededor de las pistas y calles de rodaje, es decir, a la iluminación del aeródromo (AFL). Estas lámparas o luces se utilizan para iluminar la ubicación, el diseño, la forma y el propósito de las pistas y calles de rodaje para que los pilotos de aerolíneas puedan operar en todas las condiciones, especialmente en condiciones de oscuridad, poca luz y poca visibilidad.

30 La cantidad de energía eléctrica alimentada a un circuito de iluminación de un aeródromo puede regularse ajustando la corriente de salida al nivel requerido. Esto puede realizarse mediante una unidad reguladora de corriente constante (CCR) de modo que la corriente de salida de la unidad reguladora de corriente constante regule también la intensidad de las lámparas en las pistas y calles de rodaje. Se utilizan varios niveles de intensidad especificados según se definen en las normas relacionadas. El nivel de intensidad de la luz del aeródromo requerido para cualquier momento de operación de vuelo determinado se define mediante el control del tráfico aéreo en el aeropuerto. Un rango de intensidad de luz de la lámpara de calle de rodaje requerido y regulado por las normas es 2.8A (1 %) - 6.6A (100 %). El nivel de intensidad de luz más bajo aprox. 10 % 0.66A es un límite mínimo práctico con algunas lámparas LED de la técnica anterior debido a las dificultades para implementar un buen rendimiento de regulación de energía para el nivel de corriente de salida de iluminación del aeródromo a una intensidad de luz inferior del 10 % -1 %. Esto significa que las luces de pista no pueden ajustarse directamente al nivel mínimo requerido del 1 % mediante tales lámparas LED de la técnica anterior utilizando únicamente la salida de la unidad reguladora de corriente constante. Por lo tanto, dentro de cada unidad de LED se utiliza una función de control de energía activa separada que mide la corriente del circuito de iluminación del aeródromo y realiza una reducción de energía adicional. La figura 6 ilustra un ejemplo de intensidad de iluminación en función de la corriente de entrada para luces halógenas (curva 601) y para luces LED (curva 602). En este ejemplo, para lámparas halógenas, el nivel de corriente 4.1A corresponde aproximadamente al 10 % del nivel de iluminación, el nivel de corriente 3.4A corresponde aproximadamente al 3 % de iluminación.

50 Problema técnico existente en alguna técnica anterior a niveles bajos de intensidad de luz LED: si la corriente se controla mediante el método PWM, puede producir parpadeo visible y efectos estroboscópicos que interfieren en los pilotos de líneas aéreas. El parpadeo es creado por la relación de pulso PWM, que tiene un tiempo de apagado significativamente más largo que el tiempo de encendido. Este parpadeo es más visible con una frecuencia de circuito AFL más baja, por ejemplo, suministro de frecuencias de la red. Por lo tanto, usar PWM a niveles bajos de intensidad de luz LED es hoy difícil ya que la resolución del ajuste de PWM es prácticamente demasiado baja.

55 El documento US 2013/0193878 A1 divulga un circuito de funcionamiento de LED en el que un segundo módulo con un submódulo adicional alimenta un módulo de LED que tiene una o más secciones de LED. El documento WO 01/63977 A1 divulga un circuito de control para impulsar secuencialmente una pluralidad de cargas eléctricas, una a la vez, utilizando la misma fuente de energía. El documento US 2013/0039104 A1 divulga un convertidor de energía multimodo bidireccional que emplea un método de dirección de voltaje y modulación de amplitud dinámicamente variable de alta frecuencia para convertir los voltajes de CA o CC de fuente en voltajes de CA o CC de salida, con niveles de voltaje de salida programables, frecuencia de voltaje de salida y duración. El documento EP 1211915 A1 divulga una disposición que comprende un balasto electrónico para encender y quemar una lámpara de descarga, y un dispositivo de control de voltaje dispuesto para modificar el voltaje de suministro del balasto e incluir una señal de control de energía en el voltaje de suministro. El documento WO 2016/020432 A1 divulga un regulador de corriente constante para controlar una corriente de circuito en serie de CA de un sistema de iluminación de aeródromos. El documento US 2016/0141964 A1 divulga un sistema y método para una fuente de energía de modo conmutado.

Resumen

5 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de suministro de energía mejorado y un aparato para suministrar energía eléctrica a un dispositivo eléctrico y hacer posible alimentar directamente energía a las lámparas LED utilizando solo una salida de la unidad del regulador de corriente constante. La invención se basa en la idea de ajustar la frecuencia de una corriente de CA cuando un nivel de energía deseado se encuentra en un primer lado de un umbral. La presente invención tiene como objetivo proporcionar una solución al problema mencionado anteriormente utilizando una frecuencia de salida de un regulador de corriente constante como método de control adicional. De acuerdo con una realización, el control de la intensidad de la luz puede seguir la corriente del circuito de iluminación del aeródromo en por ejemplo rango de intensidad de 100 % -10 % y, además, utilizando el control de intensidad de luz basado en la frecuencia de salida del regulador de corriente constante en el rango <10 %.

15 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para suministrar energía eléctrica a un dispositivo electrónico, comprendiendo el aparato:

medios para obtener una indicación de un nivel de energía deseado para ser suministrado al dispositivo eléctrico;

20 una entrada para recibir energía eléctrica como energía de CC;

un inversor para invertir la energía de CC en energía de CA;

medios para suministrar energía de CA a una reactancia para transformarla en una energía de salida;

25 en el que el aparato comprende, además:

medios para ajustar la energía de CA suministrada a la reactancia utilizando al menos dos de los siguientes:

30 - nivel de voltaje de la energía de CA;

- la frecuencia de la energía de CA;

- una forma de onda de la energía de CA.

35 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para suministrar energía eléctrica a un dispositivo eléctrico, comprendiendo el método:

obtener una indicación de un nivel de energía deseado para ser suministrado al dispositivo eléctrico;

40 recibir energía eléctrica como energía de CC mediante una unidad reguladora de corriente constante;

invertir la energía de CC en energía de CA;

45 suministrar energía de CA a una reactancia para transformarla en una energía de salida;

y suministrar la energía de salida de la reactancia al dispositivo eléctrico;

en el que el método comprende, además:

50 ajustar la energía de CA suministrada a la reactancia utilizando al menos dos de los siguientes:

- nivel de voltaje de la energía de CA;

55 - la frecuencia de la energía de CA;

- una forma de onda de la energía de CA.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema que comprende:

60 uno o más dispositivos eléctricos;

un aparato para suministrar energía eléctrica a uno o más dispositivos eléctricos;

65 medios para obtener una indicación de un nivel de energía deseado para ser suministrado al dispositivo eléctrico;

una entrada para recibir energía eléctrica como energía de CC;

un inversor para invertir la corriente continua en energía de CA;

medios para suministrar energía de CA a una reactancia para transformarla en una energía de salida

en el que el sistema comprende, además:

medios para ajustar la energía de CA suministrada a la reactancia utilizando al menos dos de los siguientes:

- nivel de voltaje de la energía de CA;

- la frecuencia de la energía de CA;

- una forma de onda de la energía de CA.

La presente invención tiene varias ventajas, algunas de las cuales se describirán en la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirá la presente invención con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos en los que

Figura 1a: representa un principio de ejemplo de suministro de energía eléctrica para iluminación de aeródromos;

Figura 1b: representa otro principio de ejemplo de suministro de energía eléctrica para iluminación de aeródromos;

Figura 2: ilustra como diagrama de bloques simplificado un regulador de corriente constante, de acuerdo con una realización;

Figura 3a: representa un circuito equivalente de un transformador de salida y un circuito de iluminación de aeródromo, de acuerdo con una realización;

Figura 3b: representa la corriente de salida del circuito de iluminación del aeródromo de la Figura 3a en función del voltaje de entrada a una primera frecuencia, de acuerdo con una realización;

Figura 3c: representa la corriente de salida del circuito de iluminación del aeródromo de la Figura 3a en función del voltaje de entrada a una segunda frecuencia, de acuerdo con una realización;

Figura 3d: representa formas de onda de un voltaje de entrada a dos frecuencias diferentes, de acuerdo con una realización;

Figuras 4a-4d: representan diferentes formas de onda de modulación de ancho de pulso que pueden usarse en un inversor, de acuerdo con una realización;

Figura 5: representa el control de la intensidad de la luz LED en función de la corriente y frecuencia de salida del inversor, de acuerdo con una realización;

Figura 6: ilustra un ejemplo de intensidad de iluminación en función de la corriente de entrada para luces halógenas y luces LED;

Figura 7a: ilustra el efecto de usar barrido de frecuencia en el control de la intensidad de la luz, de acuerdo con una realización;

Figura 7b: ilustra un efecto dinámico con una forma de onda sinusoidal, de acuerdo con una realización;

Figuras 8a-8d: ilustran una forma de onda de ejemplo para el control de la intensidad de la iluminación en función del voltaje, la frecuencia y/o la forma de onda, de acuerdo con una realización;

Figuras 9a-9c: ilustran algunos ejemplos de inclusión de información en la energía de salida; y

Figura 10: ilustra un ejemplo de un principio de control de energía de acuerdo con una realización.

Descripción detallada

La figura 1a muestra un principio de ejemplo de suministro de energía eléctrica para un sistema 103 de iluminación de aeródromo. Los siguientes bloques técnicos funcionales se muestran en la figura 1a. La red 101 de energía es una fuente de energía eléctrica primaria en el aeropuerto. Esto puede representar una red eléctrica nacional que puede

alimentar todos los sistemas eléctricos. Es posible que el aeropuerto tenga secciones locales separadas o una subestación o subestaciones eléctricas internas. Una práctica común es tener redes de voltaje CA a 50 Hz o 60 Hz. Una unidad 102 (CCR) de regulador de corriente constante es una unidad de suministro de energía eléctrica que puede suministrar energía a uno de los circuitos 104 de iluminación del aeródromo. El circuito 104 de iluminación del aeródromo (AFL C1 ... AFL Cn) puede comprender una pluralidad de lámparas 105 y correspondiente electrónica de control LT1, 106. Las lámparas y la electrónica de control también pueden denominarse circuito de lámpara en esta especificación. La unidad 102 reguladora de corriente constante también puede denominarse inversor de corriente constante o inversor CCR en esta especificación. Se pueden utilizar unidades con diferente energía nominal. La unidad 102 reguladora de corriente constante establece en su salida la energía real que se entregará a los circuitos 104 de iluminación del aeródromo para obtener el nivel de intensidad de lámpara deseado. En otras palabras, la corriente de salida de la unidad 102 reguladora de corriente constante puede usarse para controlar la intensidad de iluminación del dispositivo 105 de iluminación de los circuitos 104 de iluminación del aeródromo. Los dispositivos 105 de iluminación también pueden denominarse lámparas en esta especificación.

El circuito 104 de iluminación del aeródromo puede comprender un transformador de lámpara LT1 ... LTn (Figura 3a), un circuito 106 rectificador, si lo hay, y el dispositivo 105 de iluminación, por ejemplo, un LED.

En el ejemplo de la Figura 1a, se puede usar un generador 107 diésel como una fuente de energía alternativa para situaciones en las que la red de energía primaria podría no estar disponible. El uso de un generador diésel puede incrementar la redundancia y confiabilidad del sistema en general. Los generadores diésel suelen producir una salida de CA y, por lo tanto, se utiliza un rectificador para convertir la energía eléctrica de CA en energía de CC para que pueda conectarse a un bus de distribución de CC con un nivel de voltaje correcto. El uso de generadores diésel puede tener las desventajas de consumir combustible y desgastarse, lo que puede aumentar los costos de operación y mantenimiento y la producción de gases de escape.

Se pueden usar baterías/almacenamiento 108 de energía para almacenar energía en forma electroquímica y éste está conectado al sistema de suministro de energía para respaldo de la entrega de energía para la iluminación del aeródromo. Se puede utilizar prácticamente cualquier tecnología de batería siempre que se utilice un método de carga adecuado. Las baterías/almacenamiento de energía pueden tener un cargador de batería propio separado.

El sistema 110 de energía solar es un ejemplo de otro método de producción de energía local adicional que puede conectarse al sistema de suministro de energía para la iluminación del aeródromo.

Se pueden acoplar diferentes fuentes de electricidad a un sistema 109 regulador de corriente constante de iluminación de aeródromo (sistema AFL CCR) a través de un cuadro de distribución 112, por ejemplo. La electricidad (energía eléctrica) que se va a suministrar al sistema 109 regulador de corriente constante de iluminación del aeródromo puede ser voltaje (y corriente) de CA, como se ilustra en la Figura 1a, o voltaje (y corriente) de CC como se ilustra en la Figura 1b. Si se usa voltaje de CA, las fuentes de energía que producen voltaje de CC se acoplan a los inversores 111 de CC/CA, como se representa en la Figura 1a, para convertir el voltaje de CC en voltaje de CA. Por otro lado, si se usa voltaje de CC, las fuentes de energía que producen voltaje de CA se acoplan a los rectificadores 113 (Figura 1b) para rectificar el voltaje de CA a voltaje de CC.

El circuito 104 de iluminación del aeródromo (marcado por AFL Cn en la Figura 1a) significa dispositivos 105 de iluminación (lámparas) interconectados a lo largo de las pistas y calles de rodaje y el circuito de control correspondiente, que se utiliza para suministrar energía a los dispositivos 105 de iluminación. La intensidad de los dispositivos 105 de iluminación puede controlarse ajustando la corriente eléctrica alimentada a través del circuito 104 de iluminación del aeródromo. Los dispositivos 105 de iluminación pueden ser lámparas halógenas, diodos emisores de luz (LED) o cualquier tecnología de iluminación adecuada, o cualquier combinación de tales lámparas 105. Los dispositivos de iluminación pueden estar conectados en serie, conectados en paralelo o conectados tanto en serie como en paralelo, por ejemplo, de tal manera que un conjunto de dispositivos de iluminación están conectados en serie y dichos conjuntos están conectados en paralelo. Sin embargo, en esta especificación se supone que todos los dispositivos 105 de iluminación que son accionados por un circuito de control, están conectados en serie.

El sistema 109 regulador de corriente constante de iluminación del aeródromo significa un sistema completo de suministro de energía mostrado en la Figura 1a. Puede comprender un múltiplo de unidades 102 reguladoras de corriente constante utilizadas en las subestaciones eléctricas del aeródromo. En los aeródromos se pueden utilizar uno o más sistemas 109 (subsistemas) reguladores de corriente constante de iluminación de aeródromos.

El regulador 102 de corriente constante, que también puede denominarse inversor de corriente constante o inversor CCR en esta especificación, es un dispositivo eléctrico que convierte la energía eléctrica de una entrada de CC a una salida de CA. Este dispositivo puede implementarse con una tecnología de fuente de energía de modo conmutado (SMPS). Una frecuencia de salida, voltaje de salida y/o corriente de salida del regulador 102 de corriente constante pueden ajustarse en una fase de diseño y/o una o más de estas propiedades pueden ajustarse durante el tiempo de ejecución según sea necesario.

De acuerdo con una realización, el voltaje a suministrar al circuito 104 de iluminación del aeródromo está a un nivel de varios kilovoltios, por lo que no es práctico diseñar el regulador 102 de corriente constante para que pueda alimentar directamente el circuito de iluminación del aeródromo. Por lo tanto, se puede utilizar un transformador de salida T1 en la salida del regulador 102 de corriente constante para proporcionar un voltaje suficientemente alto para el circuito de iluminación del aeródromo. Por lo tanto, además del propio regulador 102 de corriente constante, el voltaje de salida del regulador 102 de corriente constante puede ajustarse mediante el transformador de energía de salida T1 que puede especificarse durante el diseño del regulador 102 de corriente constante y puede ser un transformador de energía. Además, el transformador de salida T1 también puede actuar como un aislador de seguridad eléctrica entre el regulador 102 de corriente constante y el circuito 104 de iluminación del aeródromo.

La cantidad de energía eléctrica alimentada al circuito 104 de iluminación del aeródromo puede regularse ajustando la corriente de salida a un nivel requerido. Esta corriente de salida del regulador de corriente constante también puede regular la intensidad de las lámparas en las pistas y calles de rodaje. Se pueden usar varios niveles de intensidad especificados como se define en los estándares relacionados. El nivel de intensidad de luz requerido para cualquier momento de operación de vuelo dado puede ser definido por el control de tráfico aéreo en el aeropuerto.

La capacidad de suministro de energía del sistema de suministro de energía puede diseñarse según sea necesario. Por ejemplo, los niveles de energía de un circuito 104 de iluminación de aeródromo pueden estar en el intervalo de 1 a 40 kVA. Diferentes reguladores 102 de corriente constante pueden tener una capacidad de suministro de energía diferente dentro del sistema 109 de iluminación del aeródromo completo. Debe observarse aquí que la presente invención también se puede implementar en sistemas en los que los niveles de energía están en un rango diferente de 1-40 kVA.

Los reguladores 102 de corriente constante implementados con tecnología de fuente de energía de modo conmutado (SMPS) pueden estar equipados con una función/circuito de corrección del factor de energía (PFC), que puede reducir el consumo total de energía en comparación con los reguladores de corriente constante basados en tiristores y los reguladores 102 de corriente constante pueden adaptarse automáticamente al nivel de carga de iluminación del aeródromo conectado, lo que no puede hacerse en reguladores de corriente constante basados en tiristores. Por lo tanto, se puede aumentar la eficiencia energética del sistema.

Los reguladores 102 de corriente constante pueden ser capaces de utilizar suministro eléctrico en forma de CA o CC. Si se utiliza una fuente de CC, es posible reducir los costos y la complejidad del regulador de corriente constante. Además, los reguladores 102 de corriente constante no necesitan estar vinculados a la frecuencia de la red de energía.

A continuación, se describirá con más detalle el funcionamiento del sistema de suministro de energía. En este ejemplo, el sistema de suministro de energía puede tener dos o más modos de funcionamiento diferentes, de modo que en un primer modo la intensidad de la luz LED se puede controlar directamente mediante la corriente de salida del regulador 102 de corriente constante, y en un segundo modo la intensidad de la luz LED se puede controlar mediante la frecuencia de salida del regulador 102 de corriente constante. Esto puede ser beneficioso especialmente con las luces de calle de rodaje, porque el rango de intensidad de luz de la lámpara de calle de rodaje requerido (regulado por los estándares) es 0.66 A (10 %) – 6.6 A (100 %) que puede ser relativamente fácil de controlar mediante la salida de los reguladores 102 de corriente constante (incluso con niveles más bajos son posibles), e intensidades de luz por debajo del límite del 10 %, la intensidad de la luz de la lámpara de calle de rodaje se puede controlar ajustando la frecuencia de salida del regulador 102 de corriente constante. También puede haber un tercer modo en el que la intensidad de la luz LED puede ser controlada por forma de onda. Los modos adicionales pueden ser una combinación de dos de los tres modos, o incluso una combinación de los tres modos.

El nivel de intensidad de luz inferior mencionado aprox. 10 % es solo un ejemplo y puede ser un límite mínimo práctico en los circuitos de iluminación de los aeródromos debido a las dificultades para implementar un buen desempeño de regulación de energía para niveles de corriente que deberían producir una intensidad de luz inferior al 10 % de la intensidad máxima (100 %). Sin embargo, en algunas otras implementaciones, el nivel que define cuál de los dos (o más) modos diferentes se usa, puede ser diferente del 10 %.

La figura 2 ilustra como un diagrama de bloques simplificado un regulador 102 de corriente constante, de acuerdo con una realización. Un voltaje de CA de entrada es rectificado por un rectificador 201 a un voltaje de CC para ser suministrado a un inversor 202. Sin embargo, si se usa el sistema basado en CC ilustrado en la Figura 1b, el rectificador 201 no es necesario en esta etapa, pero la energía eléctrica puede acoplarse directamente al inversor 202. El inversor 202, que también puede denominarse conmutador periódico, convierte el voltaje CC en tensión CA a una frecuencia f , que puede ser controlable. El voltaje CA del inversor 202 se envía a un devanado primario de un transformador de salida T1. El transformador de salida T1 puede especificarse durante el diseño del regulador de corriente constante y puede ser un transformador de energía. Además, el transformador de salida T1 también puede actuar como un aislador de seguridad eléctrica entre el regulador 102 de corriente constante y el circuito 104 de iluminación del aeródromo. Una salida del transformador de salida T1 puede acoplarse a un bucle 203 de retroalimentación, que puede comprender, por ejemplo, un rectificador para convertir el voltaje de salida de CA en un voltaje de CC y un filtro para filtrar el voltaje de CC en un voltaje de referencia de CC. Un controlador 204 inversor puede usar el voltaje de referencia de CC para controlar el funcionamiento del inversor 202. Por ejemplo, el controlador 204 inversor puede hacer que el

inversor 202 cambie el voltaje de salida para mantener la corriente de salida a un nivel constante. El controlador 204 inversor también puede proporcionar una señal de control al inversor 202 para ajustar la frecuencia del voltaje de salida del inversor 202.

5 El devanado secundario del transformador de salida T1 también se puede conectar al circuito 104 de iluminación del aeródromo. Por tanto, la salida del devanado secundario del transformador de salida T1 se utiliza como fuente de energía para el circuito 104 de iluminación del aeródromo. El control de la salida del inversor 202 y por lo tanto el devanado secundario del transformador de salida T1 se describirán a continuación en esta especificación.

10 El transformador de salida T1 puede diseñarse de modo que tenga una capacidad máxima de transmisión de energía a una frecuencia nominal seleccionada f_n . Mediante un diseño y especificación adecuados del transformador, se puede obtener una buena coincidencia entre la frecuencia del inversor, el comportamiento del transformador, el circuito 104 de iluminación del aeródromo y el rendimiento del control de la intensidad de la luz LED. Como beneficio adicional, se puede obtener un tamaño y peso reducidos del transformador T1 en comparación con algunos diseños de la técnica anterior.

15 A continuación, se describirá el funcionamiento del regulador 102 de corriente constante con más detalle, de acuerdo con una realización. Puede recibirse una indicación de un nivel de energía requerido en un circuito 104 de iluminación de aeródromo, por ejemplo, desde un sistema de control de aeródromo local o remoto, desde una torre de control de tráfico de un aeropuerto o desde otra fuente, como un sensor de luz ambiental o un sistema de automatización de aeródromo. Estos ejemplos no limitantes de posibles fuentes de control no se muestran en las Figuras. Cada circuito 20 104 de iluminación del aeródromo se puede controlar de forma independiente, en el que cada regulador 102 de corriente constante puede recibir una señal de control de la intensidad de la luz propia, pero el funcionamiento de cada uno de los reguladores 102 de corriente constante puede ser similar, en el que es suficiente utilizar solo un regulador 25 102 de corriente constante como un ejemplo aquí. El controlador 204 inversor examina la señal de control de la intensidad de la luz para determinar el nivel de iluminación deseado para las luces de ese circuito 104 de iluminación del aeródromo particular al que están acoplados estos reguladores 102 de corriente constante. Si la señal de control de la intensidad de la luz indica que el nivel de iluminación deseado es menor o igual a un umbral, el controlador 204 inversor controla el inversor 202 para ajustar la frecuencia de salida a un valor que produce una intensidad de luz 30 deseada por las lámparas del circuito 104 de iluminación del aeródromo. De acuerdo con una realización, la frecuencia en esa situación está por encima de la frecuencia nominal f_n del transformador T1. Por otro lado, si la señal de control de la intensidad de la luz indica que el nivel de iluminación deseado es más alto que el umbral, el controlador 204 inversor controla el inversor 202 para ajustar la corriente de salida, pero mantener la frecuencia en o por debajo de la frecuencia nominal f_n para que la intensidad de luz deseada por las lámparas del circuito 104 de iluminación del aeródromo se obtuviera.

35 De acuerdo con una realización, el control de intensidad de luz que utiliza la variación de frecuencia de salida del inversor 202 altera la cantidad de flancos por unidad de tiempo existente en la salida de tensión del inversor 202 y el voltaje de salida del transformador T1. Los flancos agudos en el voltaje mencionado significan inherentemente la 40 presencia de componentes de frecuencia más alta, conocidos como frecuencias armónicas, que contribuirán además al efecto de reducción de la corriente de iluminación del aeródromo y, por lo tanto, a la reducción de la intensidad de la luz. Este fenómeno ocurre tanto en la implementación de la fuente de energía en modo conmutado como con una implementación basada en tiristores, ya que la cantidad de salida de voltaje del inversor 202 y los flancos de voltaje de la salida del transformador T1 aumentan a lo largo de la frecuencia más alta en ambas alternativas de 45 implementación.

Las Figuras 8a-8d ilustran una forma de onda de ejemplo para el control de la intensidad de la iluminación en función del voltaje, la frecuencia y/o la forma de onda, de acuerdo con una realización. En la Figura 8a, una primera frecuencia, 50 por ejemplo, 50 Hz se utiliza y el voltaje de CA es sinusoidal y varía entre -400 V y 400 V, es decir, el voltaje es de 800 Vpp. En la Figura 8b se usa la misma frecuencia, pero el nivel de voltaje es menor, en este ejemplo el voltaje de CA varía entre aproximadamente -100 V y 100 V. En la Figura 8c el nivel de voltaje es aproximadamente el mismo que en el ejemplo de la Figura 8b, pero la frecuencia se triplica, es decir, alrededor de 150 Hz. En la Figura 8d, el nivel de voltaje y la frecuencia son aproximadamente los mismos que en la Figura 8c, pero la forma de onda es diferente de las formas de onda utilizadas en los ejemplos de las Figuras 8a-8c. La forma de onda de la Figura 8d se puede 55 lograr cambiando el voltaje en la salida después de que haya transcurrido un cierto retraso cuando el voltaje ha cruzado el nivel de 0 V. Este tipo de operación se implementa por ejemplo mediante circuitos de control basados en tiristores, pero también se pueden utilizar otros métodos y formas de onda.

60 La figura 3a representa un circuito equivalente del transformador de salida T1 y el circuito 104 de iluminación del aeródromo, la figura 3b representa la corriente de salida del circuito 104 de iluminación del aeródromo de la figura 3a en función del voltaje de entrada a una primera frecuencia, que es por ejemplo la frecuencia nominal f_n , y la Figura 3c representa la corriente de salida del circuito de iluminación del aeródromo de la Figura 3a en función del voltaje de entrada a una segunda frecuencia, que es mayor que la frecuencia nominal f_n , de acuerdo con una realización. Puede verse que cuando la frecuencia de salida está por encima de la frecuencia nominal seleccionada f_n del transformador 65 T1, la impedancia reactiva del transformador T1 y los transformadores de lámpara (LT_n , en la Figura 3a) aumentan y por lo tanto reduce la corriente en el circuito 104 de iluminación del aeródromo. Esto conduce a una intensidad de luz

limitada. La impedancia reactiva aumenta debido a que las inductancias de fuga aumentan a medida que aumenta la frecuencia.

5 El circuito equivalente del transformador T1 comprende una primera impedancia L1, una segunda impedancia L'2 y la impedancia mutua Lm. Se puede suponer que la impedancia mutua Lm es mucho mayor que la primera impedancia L1 y la segunda impedancia L'2 (Lm >> L1 y Lm >> L2). La impedancia total del circuito equivalente se puede expresar de la siguiente manera:

$$Z = R + j\omega L = RT2 + \dots + RTn + 2\pi f(L1 + L'2 + LT2 + \dots + LTn)$$

$$\omega = 2 \pi f$$

$$\bar{I} = \bar{U}_{In}/Z$$

- 10 Los términos presentes en la ecuación y en las Figuras 3a, 3b y 3c son los siguientes:
- Z =: impedancia total del circuito equivalente;
- 15 T1 =: transformador de salida del inversor
- L1 =: inductancia de fuga del devanado primario del transformador de salida T1
- L'2 =: inductancia de fuga del devanado secundario del transformador de salida T1
- 20 Lm =: inductancia de magnetización del T1
- UT1 =: voltaje sobre el T1 (nota: circuito equivalente mostrado con relación de voltaje 1:1)
- 25 T2-Tn =: transformadores de lámpara
- LT2 =: inductancia del transformador de lámpara T2
- LTn =: inductancia del transformador de lámpara Tn
- 30 Uentrada =: voltaje de entrada para el circuito de iluminación del aeródromo (en el punto de salida del inversor 102)
- UT2 =: voltaje sobre el transformador de lámpara T2
- 35 UTn =: voltaje sobre transformador de lámpara Tn
- Ur2 =: voltaje sobre carga resistiva RT2 en el transformador de lámpara T2
- Urn =: voltaje sobre carga resistiva RTn en el transformador de lámpara Tn
- 40 Ux2 =: voltaje sobre la carga de reactancia RT2 en el transformador de lámpara T2
- Uxn =: voltaje sobre la carga de reactancia RTn en el transformador de lámpara Tn
- 45 Isalida =: corriente en el circuito de iluminación del aeródromo
- D1 =: LED en una lámpara (diodo)
- n =: índice, 1,2, ... N, N = cantidad máxima de transformadores de lámpara.
- 50 El voltaje de salida del inversor es efectiva en la entrada del transformador T1. El voltaje efectivo Uentrada en la entrada del circuito de iluminación del aeródromo es la suma de los vectores de voltaje UT1 + UT2 + ... + UTn. El voltaje sobre el transformador de lámpara UTn consiste de dos vectores de voltaje Urn y Uxn. La impedancia del circuito 104 de iluminación del aeródromo aumenta a lo largo de la frecuencia creciente del voltaje de salida del inversor, de acuerdo con la suma vectorial Uentrada = Isalida* (R + jωL).
- 55

De acuerdo con una realización, no es necesario que el transformador T1 sea un transformador que tenga un devanado primario y uno secundario, sino que también puede usarse otro tipo de reactancia en su lugar.

Se supone que la resistencia R es constante y, por tanto, independiente de la frecuencia del voltaje de salida del inversor. Además, $j\omega L$ depende de la frecuencia del voltaje de salida del inversor, ya que $\omega = 2\pi f$ y f = frecuencia, j = unidad imaginaria. El voltaje en todas las inductancias (L1, L'2, LT2, ..., LTn) aumenta en función de la frecuencia, de modo que cuanto mayor es la frecuencia, mayor es la reactancia. Como resultado, la reactancia más alta conduce a una corriente reducida del circuito de iluminación del aeródromo y, por lo tanto, a una menor intensidad de luz en el circuito 104 de iluminación del aeródromo.

La figura 3d representa formas de onda de un voltaje de entrada a dos frecuencias diferentes, de acuerdo con una realización. El voltaje efectivo del LED se expresa como $U_{r2} + U_{r3} + \dots + U_{rn}$ (intensidad de luz), que disminuirá a medida que aumenta la frecuencia del circuito de iluminación del aeródromo, ya que la carga inductiva alterará la distribución del voltaje entre los vectores U_{r2} y U_{X2} , U_{r3} y U_{X3} , ..., U_{rn} y U_{Xn} .

La figura 5 representa el control de la intensidad de la luz LED en función de la corriente y frecuencia de salida del inversor, de acuerdo con una realización. Se puede ver que cuando la intensidad de luz deseada es menor o igual al umbral th , se puede ajustar la frecuencia de salida, y cuando la intensidad de luz deseada es mayor que el umbral th , la frecuencia de salida puede mantenerse constante pero el voltaje de salida se puede ajustar. La corriente de salida se representa con la línea 501 y la frecuencia se representa con la línea 502.

La frecuencia de salida del inversor de cada circuito de iluminación del aeródromo se puede ajustar por separado. Por lo tanto, puede ser posible ajustar las intensidades de diferentes colores de LED de modo que se pueda producir la intensidad de luz requerida para diferentes colores de LED y se pueda usar el mismo tipo de transformadores de lámpara con diferentes colores de luz. Esto también significa que la función de limitación de energía no es necesaria en las unidades 105 de luz.

Es posible utilizar una forma de onda sinusoidal en el voltaje de salida del inversor o una forma de onda diferente de la forma de onda sinusoidal. La selección de la forma de onda del voltaje de salida del inversor puede ser parte del diseño del método de control.

Debe observarse de nuevo que el nivel de intensidad del 10 % mencionado es sólo un límite ejemplar aquí, pero en su lugar se puede utilizar cualquier otro valor de nivel de intensidad factible. El valor exacto de este valor umbral puede depender de la carga del circuito 104 de iluminación del aeródromo conectado en comparación con la energía nominal de salida del inversor. Por lo tanto, puede depender de por ejemplo longitud de la pista y número de luces en el circuito 104 de iluminación del aeródromo.

Como ventaja adicional, las unidades 105 de lámpara no necesitan tener métodos de medición de corriente de circuito de iluminación de aeródromo en absoluto. Esta solución produce un método de control de intensidad de luz y productos de unidad de luz muy confiables, relativamente simples y de bajo costo.

Las figuras 4a a 4d representan diferentes formas de onda de modulación de ancho de pulso que pueden usarse en el inversor 102, de acuerdo con una realización. En la Figura 4a, se usa una señal de modulación de ancho de pulso a N Hz (N = cualquier número) para producir la forma de onda sinusoidal. El ancho del pulso corresponde a la amplitud de una forma de onda objetivo. Cuando esta forma de onda de modulación de ancho de pulso pasa a través de un filtro, la forma de onda resultante es aproximadamente sinusoidal. En la Figura 4b, se usa una señal de modulación de ancho de pulso a 3 N Hz (N = cualquier número) para producir la forma de onda sinusoidal. En este ejemplo, el número de pulsos PWM y, por lo tanto, la tasa de conmutación del inversor aumenta significativamente. Esto puede producir interferencias EMI (interferencias electromagnéticas) y pérdidas de conmutación, que pueden conducir a una menor eficiencia energética. En la Figura 4c, se representa un pulso cuadrado a 3 N Hz. La Figura 4d representa un PWM con pulso cuadrado a 3N Hz. Esta forma de onda también se puede usar para el ajuste de amplitud (voltaje) cambiando la relación de ancho de pulso PWM. Esta forma de onda puede producir menos interferencias EMI y pérdidas de conmutación, lo que puede conducir a una mejor eficiencia energética.

Como se mencionó anteriormente en esta especificación, puede ser posible usar, no solo el ajuste de frecuencia y/o voltaje, sino también diferentes formas de onda de la corriente de salida para lograr el ajuste de iluminación. Tal control de forma de onda puede usarse, por ejemplo, como método de control adicional junto con el control de frecuencia y/o voltaje, o el control de forma de onda se puede usar, por ejemplo, en un cierto rango de intensidad de iluminación. Como ejemplo de lo último, el control de forma de onda puede implementarse cuando el nivel de iluminación deseado es mucho menor que el umbral, es decir, por debajo de un segundo umbral (por ejemplo, 1 %), en el que el control de frecuencia puede usarse cuando el nivel de iluminación deseado está entre el segundo umbral y el umbral mencionado anteriormente (por ejemplo, 10 %).

De acuerdo con una realización, el aparato comprende medios para comparar el nivel de energía deseado con un primer umbral y con un segundo umbral, en el que los medios para ajustar la energía de CA están adaptados para ajustar la frecuencia para obtener el nivel de energía deseado, si el nivel de energía deseado está entre el primer

umbral y el segundo umbral, ajustar la forma de onda para obtener el nivel de energía deseado, si el nivel de energía deseado está por debajo del segundo umbral, y ajustar el voltaje de salida para obtener el nivel de energía deseado, si el nivel de energía deseado es superior al primer umbral. El primer umbral puede ser menor que el segundo umbral, por lo que también se pueden ajustar la forma de onda y el voltaje de salida cuando el nivel de energía deseado está entre el primer umbral y el segundo umbral. El primer umbral puede ser mayor que el segundo umbral, por lo que solo se ajusta la frecuencia cuando el nivel de energía deseado está entre el primer umbral y el segundo umbral. El control de parámetro dual impulsado por umbral mejora significativamente el rendimiento del transformador de la lámpara a niveles de corriente bajas y permite una unidad de lámpara LED sin controlador.

Se puede calibrar la funcionalidad del control de energía para cada circuito AFL. La calibración inicial del CCR se puede realizar, por ejemplo, durante la puesta en servicio del CCR. Se puede realizar una calibración inicial para interconectar la corriente AFL con la intensidad de la luz AFL. Los valores de umbral se pueden definir de tal manera que el CCR mida el circuito AFL en cuestión y establezca parámetros de funcionamiento óptimos en base a los valores de impedancia compleja adquiridos. El ajuste de umbral se puede realizar mientras el CCR se está iniciando, o se requiere específicamente, por ejemplo, durante la puesta en servicio.

Se necesitan parámetros de funcionamiento calibrados en una condición de circuito AFL normal para la detección de fallos. Se puede utilizar una condición anormal del circuito AFL para detectar fallas. Por ejemplo, el tipo de falla se puede determinar si la corriente AFL está fuera del nivel normal y/o usa una ruta de corriente más/menos capacitiva o inductiva. Se puede crear una función de diagnóstico para el CCR.

Un circuito AFL abierto se puede detectar como un circuito abierto que crea un acoplamiento de corriente capacitivo a tierra. El CCR puede realizar una medición de prueba con una pequeña corriente AFL para detectar la continuidad del circuito AFL y posibles fallas de la lámpara. Las fallas de circuito principal abierto y circuito de lámpara abierto (es decir, circuito secundario abierto del transformador AFL) se pueden detectar contra las curvas de calibración. El escaneo/medición se realiza preferiblemente con una intensidad de luz baja.

Una ventaja de la presente invención es que permite utilizar corrientes AFL en un rango de intensidad de luz baja, como en el rango de 0-3 A. Otra ventaja de la presente invención es que permite diseñar de forma más simple y económica una Bombilla AFL y sistemas de monitorización de corriente. Otra ventaja más de la presente invención es que puede proporcionar energía para cables y circuitos AFL largos. También produce un comportamiento eléctrico estable del circuito AFL. Otra ventaja más de la presente invención es que puede usar una frecuencia más alta con una corriente más baja, lo que permite un control preciso de los niveles de corriente bajos. Además, con un control de corriente de forma de onda continua, se pueden reducir los efectos de la capacitancia del cable. Como la capacitancia del cable también cambia a lo largo del envejecimiento, esto hace que la vida útil esperada del cableado sea significativamente más larga.

De acuerdo con una realización alternativa, puede usarse un ajuste de energía pasiva dentro de las unidades 105 de lámpara. Tal circuito pasivo puede ser, por ejemplo, un circuito LC sintonizado para un umbral de frecuencia correcto requerido f_n . El circuito LC es capaz de controlar interna e independientemente la corriente del LED en cualquier unidad de iluminación del aeródromo y controlado por la frecuencia suministrada al circuito 104 de iluminación del aeródromo. El circuito LC limita la corriente del LED cuando aumenta la frecuencia.

De acuerdo con otra realización alternativa más, puede usarse el ajuste de energía activa dentro de la unidad 105 de lámpara. Por lo tanto, la frecuencia de salida del inversor se mantiene en el valor nominal f_n y la corriente del circuito se mantiene sustancialmente en un cierto valor. Un circuito activo puede comprender, por ejemplo, un circuito de detección de frecuencia que controla la entrada PWM del controlador de energía LED, sintonizado para el umbral de diferencia de frecuencia correcto requerido f_n . El circuito de detección de frecuencia es capaz de controlar interna e independientemente la energía del LED en la unidad 105 de luz de acuerdo con los cambios en la frecuencia suministrada al circuito 104 de iluminación del aeródromo en comparación con la frecuencia nominal f_n . En esta realización, el tiempo de conmutación de PWM (ancho de pulso) debería cambiar según lo controle la diferencia de frecuencia. En esta realización, una frecuencia específica significa un nivel de intensidad de luz. Por ejemplo, la frecuencia nominal de 50 Hz podría significar un nivel de intensidad de luz del 100 %, mientras que 75 Hz podría significar un nivel de intensidad de la luz del 30 %, 100 Hz podría significar un nivel de intensidad de la luz del 10 %, 125 Hz podría significar un nivel de intensidad de la luz del 3 %, 150Hz podría significar nivel de intensidad de luz del 1 %. El cambio de frecuencia es temporal y puede entenderse como un comando para cambiar la intensidad de la luz. De lo contrario, una cierta corriente de circuito, p.ej. 2 A, se puede utilizar constantemente.

Cabe señalar aquí que las organizaciones reguladoras ICAO y FAA (organismos reguladores de la aviación internacional) están estudiando cuál debería ser el límite inferior correcto para el nivel de intensidad de la luz LED (por ejemplo, 1 % o 3 %). Como el uso de LED es bastante nuevo para los sistemas de iluminación de aeródromos, este límite inferior aún no se ha definido en la regulación. Con el sistema de suministro de energía descrito anteriormente, el límite bajo mencionado de la intensidad de la luz LED se puede ajustar seleccionando la frecuencia de salida del inversor adecuada, incluso después de la instalación del sistema de iluminación del aeródromo en los aeropuertos.

El uso de lámparas LED y futuros productos de lámparas LED puede ser más económico ya que no se requiere un sistema de control de energía en cada producto de lámpara. Esto es especialmente beneficioso ya que la cantidad de lámparas de pista y calle de rodaje puede ser bastante grande en los aeropuertos (en miles de lámparas por aeródromo, hasta unos pocos cientos por una pista de fujitivo/calle de rodaje). Este tipo de disposición del sistema de iluminación del aeródromo significa que la respuesta del nivel de intensidad de la luz de acuerdo con la frecuencia de salida del inversor y el voltaje de salida del inversor se puede ajustar según sea necesario, sin ajustar la corriente del circuito de iluminación del aeródromo, por debajo de por ejemplo <0,5 A.

Puede ser beneficioso limitar el extremo inferior del rango a por ejemplo 0.5 A porque esta corriente mínima restante se puede utilizar para permitir la precisión de implementación práctica en el control de la salida de corriente del inversor y para alimentar los circuitos de control de la lámpara dentro de las unidades de luz mediante la corriente de salida del inversor sin medios de alimentación separados.

Los sistemas AFL existentes controlan la intensidad de la luz mediante la corriente AFL en un rango de 100 % (6.6 A) – 1 % (2.8 A), originalmente especificado para lámparas halógenas. Desafortunadamente, esto no es directamente adecuado para las lámparas LED modernas y, por lo tanto, los fabricantes de lámparas han agregado controladores de energía LED dentro de las unidades de lámpara, aumentando también el costo de la unidad de lámpara con más riesgos de confiabilidad. El uso del sistema de suministro de energía mencionado anteriormente, los controladores de energía LED pueden no ser necesarios dentro de las unidades 105 de lámpara.

Además, los nuevos sistemas AFL basados en lámparas LED pueden usar también un rango de energía del 100 % (2.0A), lo cual es difícil de implementar con la tecnología existente que requeriría una resolución de control de 20 mA, que es el 1 % de intensidad y difícil de lograr, pero posible de implementar con el sistema de suministro de energía mencionado anteriormente. Como el sistema de suministro de energía mencionado anteriormente utiliza un control de baja intensidad de luz basado en frecuencia, el sistema no sufre el problema de resolución de control mencionado. La baja corriente del circuito de iluminación del aeródromo se crea dentro del transformador T1 y, por lo tanto, fuera de la función del controlador interno del inversor.

Los transformadores dentro de las unidades 105 de lámpara añaden inductancia al circuito de iluminación del aeródromo, lo que aumenta además la sensibilidad del sistema de iluminación del aeródromo para el control de la intensidad de la luz basado en la frecuencia. Esto hace que los ajustes de la intensidad de la luz sean técnicamente más fáciles y reduce los costos de la lámpara.

Cabe señalar aquí que, aunque la descripción anterior utilizó iluminación de aeródromo, es decir, sistemas de iluminación de campo de aeródromo (AGL) como un ejemplo de la carga para el sistema de suministro de energía, el mismo principio de control de energía también es aplicable a muchas otras aplicaciones como bien donde se necesita control de intensidad de luz, control de energía para otros fines.

La red 101 de energía puede usar voltajes de CA de frecuencia base de 50 Hz o 60 Hz, pero la presente invención también se puede usar en otras frecuencias y es capaz de transmitir la energía requerida a los circuitos de iluminación del aeródromo. Como ejemplo no limitativo, la frecuencia del voltaje de salida del inversor está en el rango de 100-600 Hz para que las luces LED no parpadeen, ya que el parpadeo podría interferir con los pilotos en los aviones y para reducir el tamaño de los componentes inductivos. Sin embargo, se puede usar cualquier rango de frecuencia adecuado, por ejemplo, 50-1000 Hz.

La presente invención también puede producir menos interferencias EMI. El uso de energía de CA en el circuito de iluminación del aeródromo es una buena opción, ya que la forma sinusoidal de la forma de voltaje de CA puede minimizar la creación de interferencias EMI. Si el circuito de iluminación del aeródromo utiliza una frecuencia de red de energía relativamente baja, un control de energía PWM sinusoidal típico en el circuito de iluminación del aeródromo produce muchas pérdidas de conmutación, interferencias (EMI) y parpadeo de luz. Si el circuito de iluminación del aeródromo se utilizara, por ejemplo, el control de energía PWM de la corriente de conducción de la lámpara misma con niveles de energía bastante altos (hasta 40 kVA), los flancos de señal PWM agudos pueden generar significativamente más interferencias EMI y pueden crear problemas de aislamiento en los cables y transformadores del circuito de iluminación del aeródromo.

En la presente invención, se pueden usar frecuencias ajustables más altas que la frecuencia de la red eléctrica como frecuencia de salida de la unidad inversora que, por lo tanto, puede proporcionar un ajuste de amplitud de voltaje inherente dentro del circuito de iluminación del aeródromo dividiendo el voltaje entre cargas resistivas e inductivas (en T1 y transformadores de lámpara LTn). Cuando se utiliza una frecuencia más alta, el efecto de parpadeo y estroboscopia puede reducirse si no se elimina por completo y se pueden crear menos interferencias (EMI) debido a una modulación PWM de voltaje de salida más simple.

A continuación, se discutirá con más detalle una característica adicional, que puede usarse con la disposición de fuente de energía descrita anteriormente, de acuerdo con una realización. La característica adicional puede usarse para entregar mensajes de control a una carga, por ejemplo, para el control de la lámpara. Los mensajes de control son, por ejemplo, mensajes de control binarios. Esto se puede realizar, por ejemplo, como sigue. Un cambio de la

frecuencia de salida de la unidad 102 reguladora de corriente constante puede tener un significado para los dispositivos conectados a su salida. Se pueden usar diferentes frecuencias como mensajes o señales de control, eliminando así el uso de rutas de control separadas. Como ejemplo, una parte de las lámparas 105 de iluminación del aeródromo puede encenderse/apagarse para iluminar parcialmente una calle de rodaje sin un circuito o cables de control de lámpara separados.

La información puede ser transportada por los mensajes de control, por ejemplo, de modo que haya un solo cambio en la frecuencia de salida de la unidad 102 reguladora de corriente constante, o una secuencia de múltiples cambios de frecuencia. Si se utilizan múltiples cambios, cada uno de los cambios (valor de frecuencia) se puede utilizar para agregar información al mensaje que se transmite. Este método aumenta la cantidad de diferentes mensajes disponibles, por ejemplo, direcciones de bus de comunicación de los dispositivos receptores. Se puede utilizar una frecuencia o un rango de frecuencia adecuados. Por ejemplo, si una frecuencia de salida nominal de la unidad 102 reguladora de corriente constante es 300 Hz, la frecuencia de salida de 330 Hz podría significar el bit "1" y la frecuencia de salida de 270 Hz podría significar el bit "0". Se puede utilizar cualquier valor de frecuencia factible. Por lo tanto, una secuencia de cambios de frecuencia consecutivos puede formar un código binario, por ejemplo, una palabra de 16 bits. Se puede utilizar cualquier longitud de palabra adecuada (número de bits).

Las figuras 9a-9c ilustran cómo se puede incluir información en la energía de salida como pulsos adicionales. La figura 9a ilustra una forma de onda básica en la que se repite una secuencia de pulsos 901 (en este ejemplo, la secuencia comprende un pulso) de modo que los pulsos de cada conjunto consecutivo tienen el nivel de voltaje opuesto con respecto a 0V. Por ejemplo, un primer conjunto tiene pulsos positivos, el segundo conjunto tiene pulsos negativos de modo que el valor absoluto de los pulsos tiene sustancialmente el mismo nivel de voltaje, el tercer conjunto tiene nuevamente pulsos positivos, etc. Cuando una unidad de lámpara recibe este tipo de forma de onda puede tener un rectificador y un detector de pulsos para detectar los bits de información. La misma forma de onda también se suministra a un filtro de energía que forma la energía eléctrica para las unidades de iluminación. En el ejemplo de la Figura 9a no se incluye información en la que el detector pueda deducir que la forma de onda rectificadora es la forma de onda básica. Por otro lado, la Figura 9b representa un ejemplo en el que cada pulso se divide en dos pulsos de modo que estos dos pulsos tienen sustancialmente la misma área (es decir, la misma energía) que en el ejemplo de la Figura 9a. Por lo tanto, se proporciona la misma energía a las unidades de iluminación, pero el detector ahora puede determinar que hay dos pulsos en lugar de uno, en el que este pulso adicional puede deducirse para representar información. La Figura 9c ilustra otro ejemplo de forma de onda en la que el pulso básico se divide en cuatro pulsos separados, pero de modo que esos cuatro pulsos transportan sustancialmente la misma energía que un pulso de la Figura 9a y los dos pulsos de la Figura 9b. Como ejemplo, la Figura 9b podría representar el bit "1" y la Figura 9c podría representar el bit "0", o viceversa.

Esto aparece como una onda sinusoidal en este ejemplo, también ilustrada como una curva 902 en las Figuras 9a-9c.

Para poder procesar la información transportada por la energía suministrada, un dispositivo receptor (por ejemplo, una lámpara de iluminación de un aeródromo) tiene un circuito que puede reconocer y demodular la información transmitida entrante y puede utilizar esta información para controlar su funcionamiento, por ejemplo, para controlar las lámparas a un nivel de intensidad correcto. Esto se puede implementar como un módulo/función de selector de circuito de iluminación de aeródromo.

Como otro ejemplo, la modulación de frecuencia (FM) también puede usarse con la salida de la unidad 102 reguladora de corriente constante. Por lo tanto, la frecuencia de salida puede variarse según la información que se va a transmitir.

Si la implementación de mensajería basada en modulación de frecuencia se usa en el sistema de iluminación del aeródromo, el circuito de la lámpara incluye medios que pueden detectar, recibir y decodificar el mensaje de dominio de frecuencia mencionado y formar una señal de control para la lámpara 105. Este tipo de medio puede ser parte del circuito de detección de frecuencia de salida de la unidad 102 reguladora de corriente constante, que detecta la diferencia entre la frecuencia nominal y real del circuito de iluminación del aeródromo, y controla además la relación de pulsos PWM para el control de energía de la corriente de la lámpara.

La presente invención también se puede utilizar para producir niveles de intensidad variables para las lámparas, por ejemplo, permitiendo que la frecuencia barra un cierto rango de frecuencia. Un ejemplo de esto se muestra en la Figura 7a. Por lo tanto, la intensidad de la luz se puede controlar sin necesidad de utilizar niveles de intensidad de luz fijos. El uso de la frecuencia del circuito de iluminación del aeródromo que cambia dinámicamente produce un aumento o disminución de la intensidad de la luz en consecuencia al cambiar la corriente de iluminación del aeródromo en consecuencia. Esto produce una iluminación dinámica de iluminación del aeródromo. Esto se puede utilizar, por ejemplo, como una nueva señal para los pilotos de aviones. Este tipo de intensidad de luz que cambia dinámicamente puede ser más fácil de detectar que la intensidad de luz fija. Esto puede resultar beneficioso en condiciones visuales difíciles. Este fenómeno se asemeja a las luces de advertencia en el tráfico donde se usa un parpadeo o intensidad que cambia dinámicamente para atraer la atención.

La figura 7b ilustra el efecto dinámico con una forma de onda sinusoidal, de acuerdo con una realización. Las curvas 701 ilustran dos ejemplos de un área de control activa y las curvas 702 ilustran dos ejemplos de valores de frecuencia

y voltaje en la salida de la unidad 102 reguladora de corriente constante cuando se inicia el funcionamiento del sistema de suministro de energía. Sin embargo, se pueden usar otras formas de onda adecuadas y tasas de cambio de intensidad factibles en el dominio del tiempo, así como cualquier combinación de voltaje/frecuencia para seleccionar el punto de operación del sistema, dentro del área 701 de control activo. Cuando el sistema se inicia para aumentar la energía, mayores frecuencias y, por lo tanto, corrientes de iluminación de aeródromo inferiores se pueden utilizar y luego aproximarse gradualmente a niveles de energía más altos, por ejemplo, a lo largo de la curva 702 que se muestra en la Figura 7. El uso de frecuencias más altas para la regulación de la corriente de iluminación del aeródromo puede eliminar o al menos disminuir los problemas de parpadeo y estroboscopia que de otro modo podrían estar presentes, especialmente con bajas intensidades de luz. El uso de una frecuencia más alta para la regulación de la corriente de iluminación del aeródromo hace que también sea posible calibrar la corriente requerida del circuito de iluminación del aeródromo que necesitan los diferentes colores de luz LED, ya que la cantidad de brillo de luz que produce un LED a una corriente determinada puede variar según el color del LED. Por lo tanto, este principio puede facilitar la fabricación de lámparas LED con diferentes colores, utilizando componentes eléctricos similares en ellas.

El ajuste basado en frecuencia también puede tener la ventaja de que los transformadores de lámpara LT2 pueden tener un flujo de fuga mayor que en una situación en la que solo se usa el ajuste basado en voltaje. Por lo tanto, un devanado primario y un devanado secundario del transformador de lámpara no necesitan estar estrechamente devanados uno sobre el otro, pero, por ejemplo, se puede usar un núcleo anular (por ejemplo, un toroide) de modo que el devanado primario y el devanado secundario estén en lados opuestos en el núcleo o cuando se utiliza un núcleo de marco, el devanado primario y el devanado secundario pueden instalarse en diferentes ramas del núcleo.

La figura 10 ilustra un ejemplo de un principio de control de energía de acuerdo con una realización. Dependiendo del nivel de energía deseado, se ajusta una o más de la frecuencia, la forma de onda y el voltaje de salida de la energía de CA suministrada. Si el nivel de energía deseado está por debajo del primer umbral th_1 , solo se ajusta la forma de onda de la energía de CA para obtener el nivel de energía deseado. Si el nivel de energía deseado está entre el primer umbral th_1 y el segundo umbral th_2 , la frecuencia, la forma de onda y el voltaje de salida de la energía de CA se pueden ajustar para obtener el nivel de energía deseado. Si el nivel de energía deseado es superior al segundo umbral th_2 , solo se ajusta el voltaje de salida de la energía de CA para obtener el nivel de energía deseado.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (102) para suministrar energía eléctrica a un dispositivo (104) eléctrico, comprendiendo el aparato:
- 5 medios para obtener una indicación de un nivel de energía deseado a suministrar al dispositivo (104) eléctrico;
una entrada para recibir energía eléctrica como energía de CC;
un inversor (202) para invertir la energía de CC en energía de CA;
medios para suministrar la energía de CA a una reactancia (T1) para ser transformada en una energía de salida para
ser suministrada al dispositivo (104) eléctrico,
10 medios (204) para ajustar la energía de CA suministrada a la reactancia (T1) utilizando al menos dos de los siguientes:
- nivel de voltaje de la energía de CA;
 - la frecuencia de la energía de CA;
 - una forma de onda de la energía de CA;
- 15 caracterizado porque el aparato comprende, además:
- medios para comparar el nivel de energía deseado con un primer umbral (th, th1) y con un segundo umbral (th2);
en el que los medios (204) para ajustar la energía de CA están adaptados para:
- 20 - ajustar la frecuencia de la energía de CA para obtener el nivel de energía deseado, si el nivel de energía deseado es
entre el primer umbral (th, th1) y el segundo umbral (th2);
- ajustar la forma de onda de la energía de CA para obtener el nivel de energía deseado, si el nivel de energía deseado
está por debajo del segundo umbral (th2); y
25 - ajustar el nivel de voltaje de la energía de CA para obtener el nivel de energía deseado, si el nivel de energía deseado
es más alto que el primer umbral (th, th1).
2. El aparato (102) de la reivindicación 1, caracterizado porque la reactancia comprende un transformador (T1) que
tiene un devanado primario para recibir la energía de CA.
- 30 3. El aparato (102) de la reivindicación 2, caracterizado porque el transformador (T1) comprende un devanado
secundario para transformar la energía de CA en la energía de salida.
4. El aparato (102) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los medios para suministrar
energía de CA son adaptados para codificar un mensaje de control en la energía de salida.
- 35 5. El aparato (102) de la reivindicación 4, caracterizado porque el mensaje de control está formado por uno de los
siguientes:
- 40 un cambio en la frecuencia;
 - una secuencia de pulsos.
6. El aparato (102) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el dispositivo (104) eléctrico es
una lámpara (105) de un sistema (103) de iluminación de aeródromo.
- 45 7. El aparato (102) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los medios (204) para ajustar la
energía de CA comprende al menos una fuente de energía de modo conmutado y una fuente de energía basada en
tiristores.
- 50 8. Un método para suministrar energía eléctrica a un dispositivo (104) eléctrico, comprendiendo el método:
- obtener una indicación de un nivel de energía deseado a suministrar al dispositivo (104) eléctrico;
recibir energía eléctrica como energía de CC mediante una unidad (102) reguladora de corriente constante;
invertir la corriente continua a energía de CA;
- 55 suministrar la energía de CA a una reactancia (T1) para transformarla en una energía de salida;
suministrar la energía de salida de la reactancia (T1) al dispositivo (104) eléctrico; y
ajustar la energía de CA suministrada a la reactancia (T1) utilizando al menos dos de los siguientes:
- nivel de voltaje de la energía de CA;
 - la frecuencia de la energía de CA;
 - una forma de onda de la energía de CA;
- 60 caracterizado porque el método comprende, además:
- 65 comparar el nivel de energía deseado con un primer umbral (th, th1) y con un segundo umbral (th2);
en el que la energía de CA se ajusta mediante:

- ajustar la frecuencia de la energía de CA para obtener el nivel de energía deseado, si el nivel de energía deseado está entre el primer umbral (th , th_1) y el segundo umbral (th_2);
 - ajustar la forma de onda de la energía de CA para obtener el nivel de energía deseado, si el nivel de energía deseado está por debajo del segundo umbral (th_2); y
 - ajustar el nivel de voltaje de la energía de CA para obtener el nivel de energía deseado, si el nivel de energía deseado es más alto que el primer umbral (th , th_1).
- 5
- 10 9. El método de la reivindicación 8, caracterizado porque la reactancia comprende un transformador (T1) que tiene un devanado primario, en el que el método comprende suministrar energía de CA al devanado primario.
10. El método de la reivindicación 9, caracterizado porque el transformador (T1) comprende un devanado secundario, en el que el método comprende suministrar la energía de salida desde el devanado secundario.
- 15 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque el método comprende además codificar un mensaje de control en la energía de salida.
- 20 12. El método de la reivindicación 11, caracterizado porque el mensaje de control está formado por uno de los siguientes:
- un cambio en la frecuencia;
 - una secuencia de pulsos.
- 25 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque la energía de CA se ajusta por al menos uno de una fuente de energía en modo conmutado y una fuente de energía basada en tiristores.
- 30 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizado porque el dispositivo (104) eléctrico comprende un diodo emisor de luz, en el que el método comprende ajustar la energía de CA de acuerdo con las propiedades del diodo emisor de luz.
- 35 15. Un sistema que comprende:
- uno o más dispositivos (104) eléctricos;
 - caracterizado porque el sistema comprende, además:
 - un aparato (102) de acuerdo con la reivindicación 1 para suministrar energía eléctrica a uno o más dispositivos (104) eléctricos.

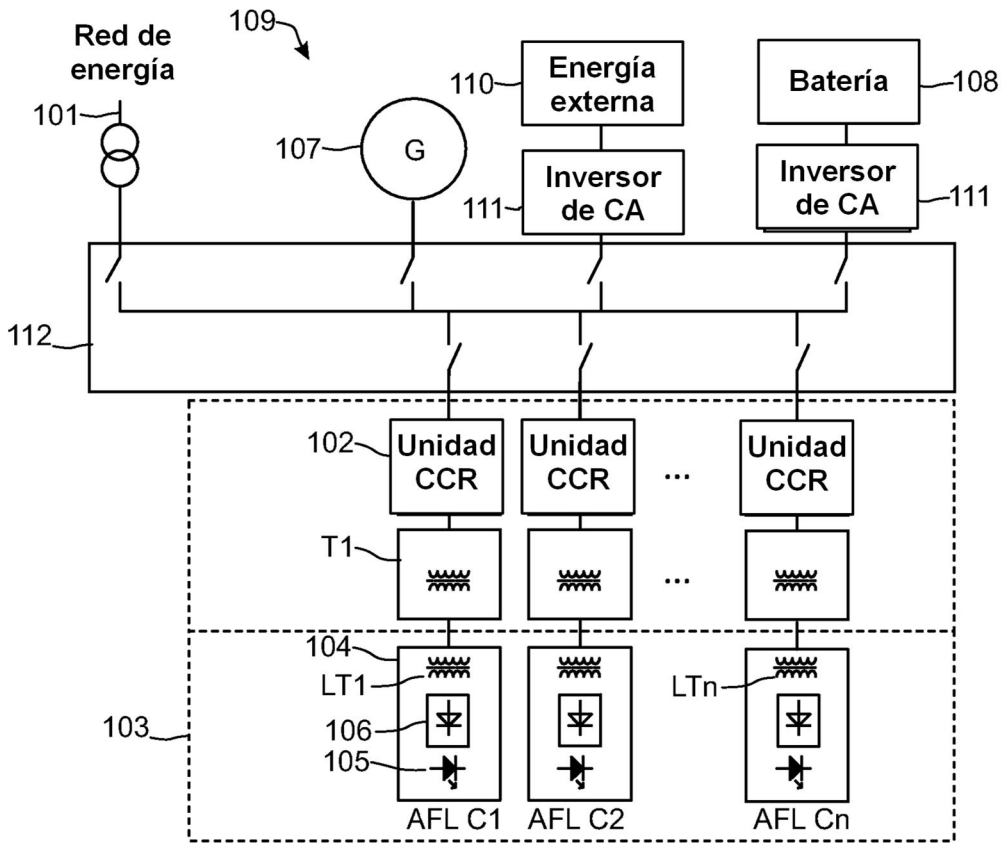


Fig. 1a

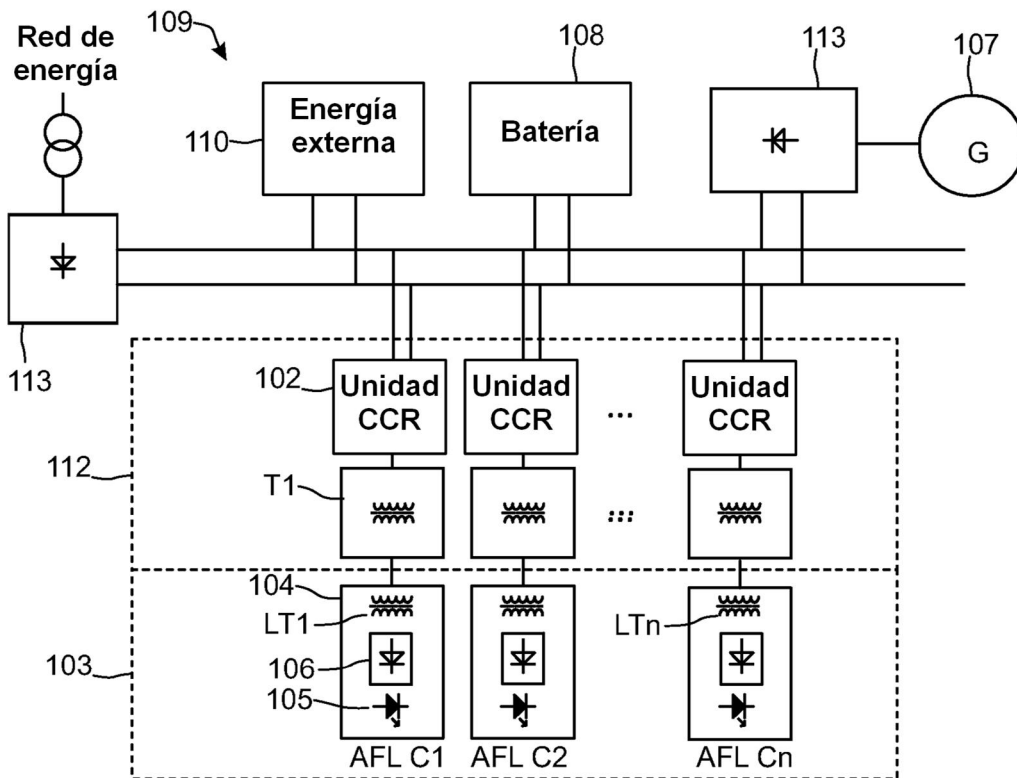


Fig. 1b

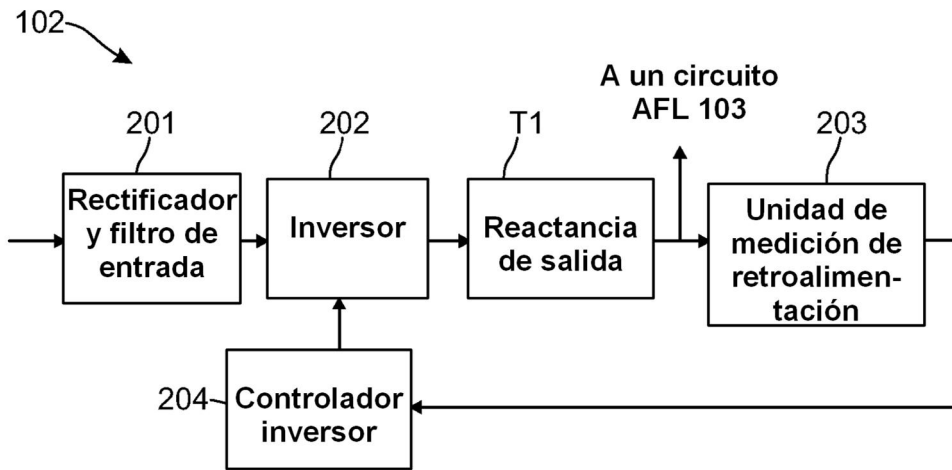


Fig. 2

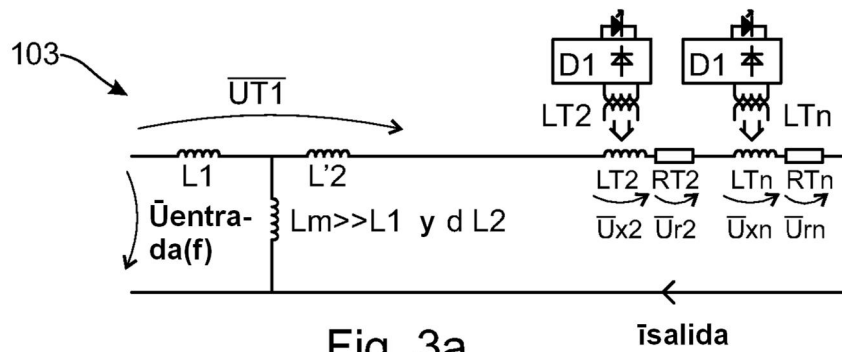


Fig. 3a

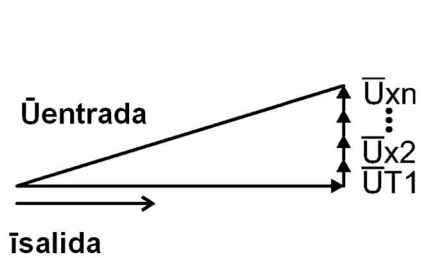


Fig. 3b

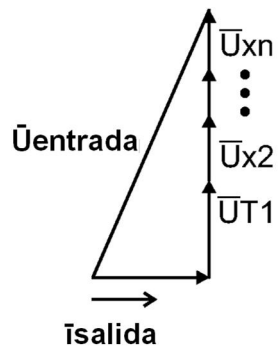


Fig. 3c

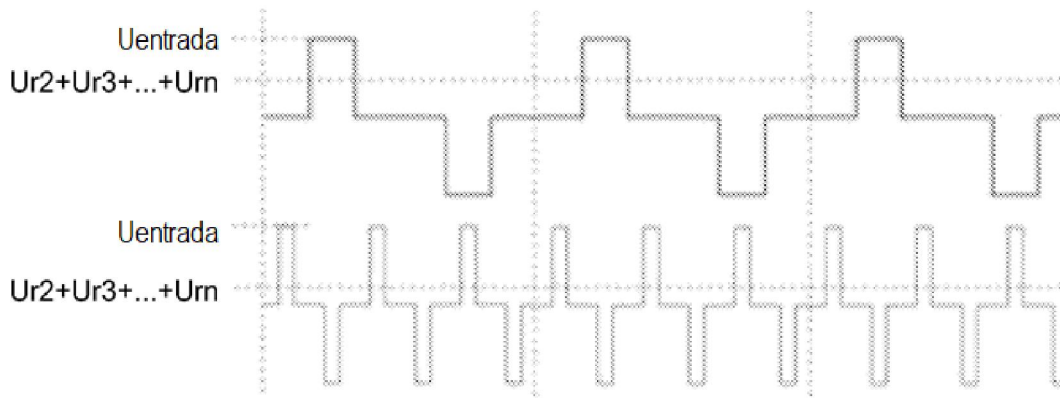


Fig. 3d

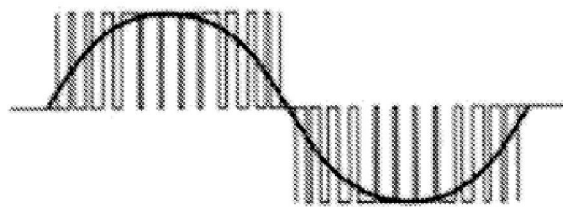


Fig. 4a

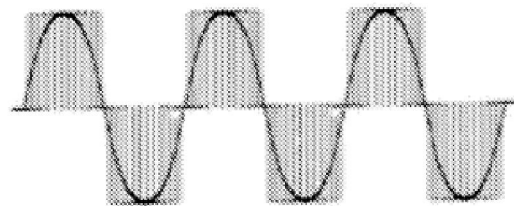


Fig. 4b

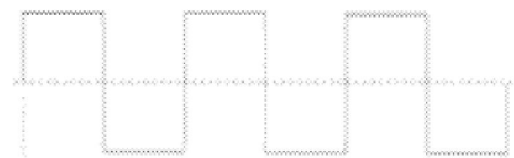


Fig. 4c

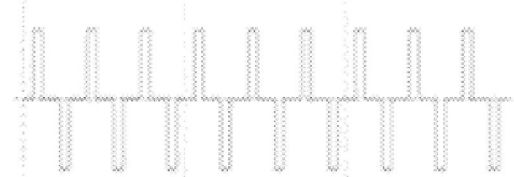


Fig. 4d

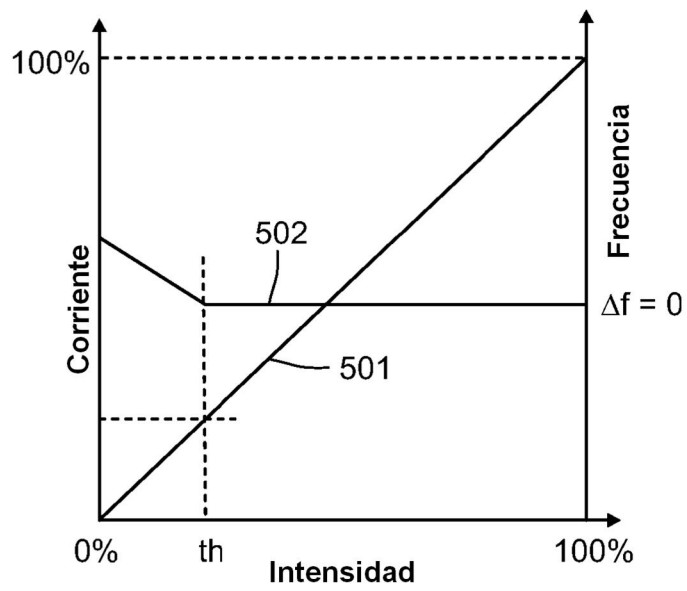


Fig. 5

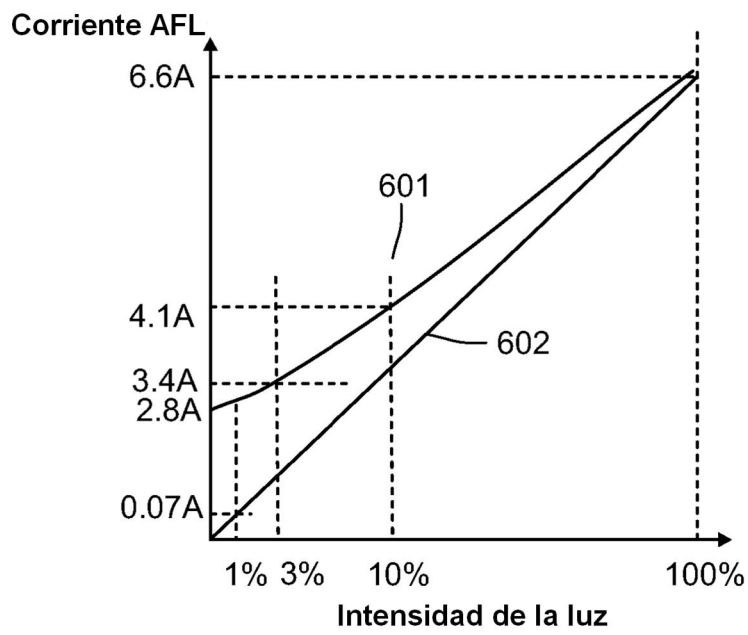


Fig. 6

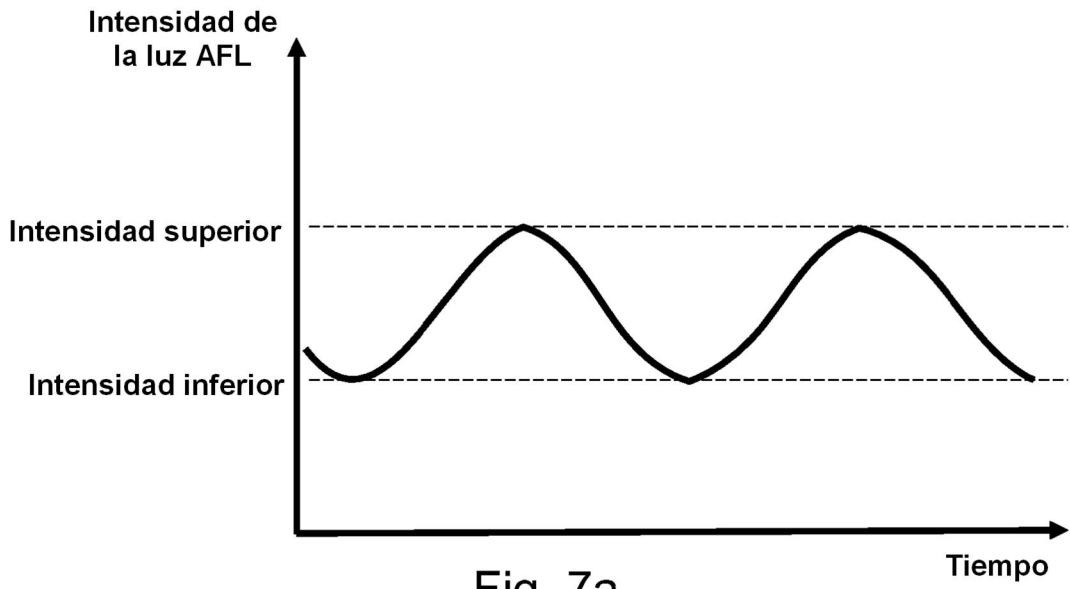


Fig. 7a

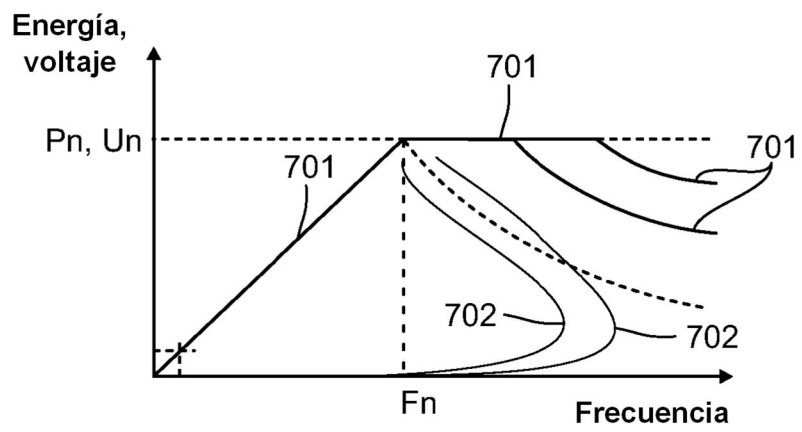


Fig. 7b

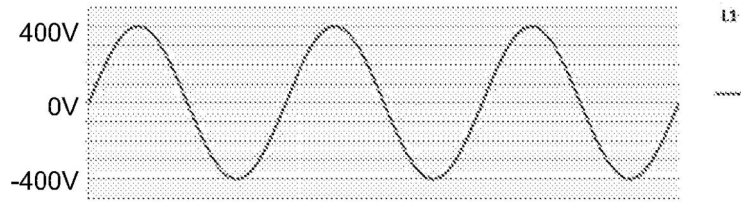


Fig. 8a

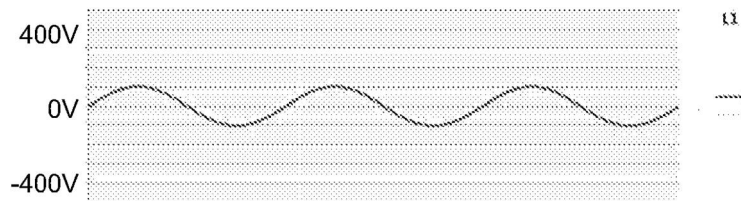


Fig. 8b

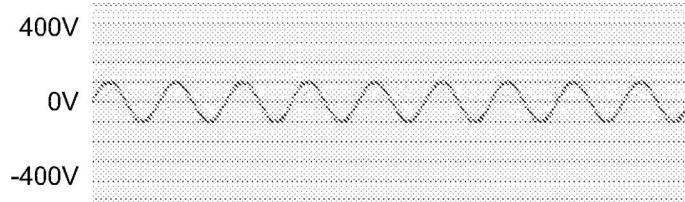


Fig. 8c

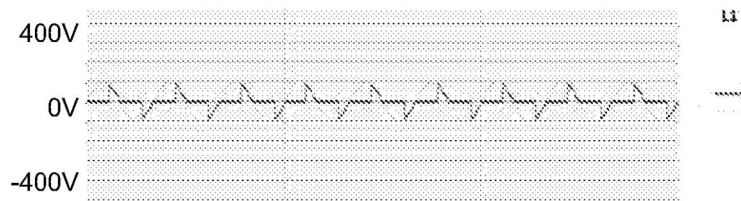


Fig. 8d

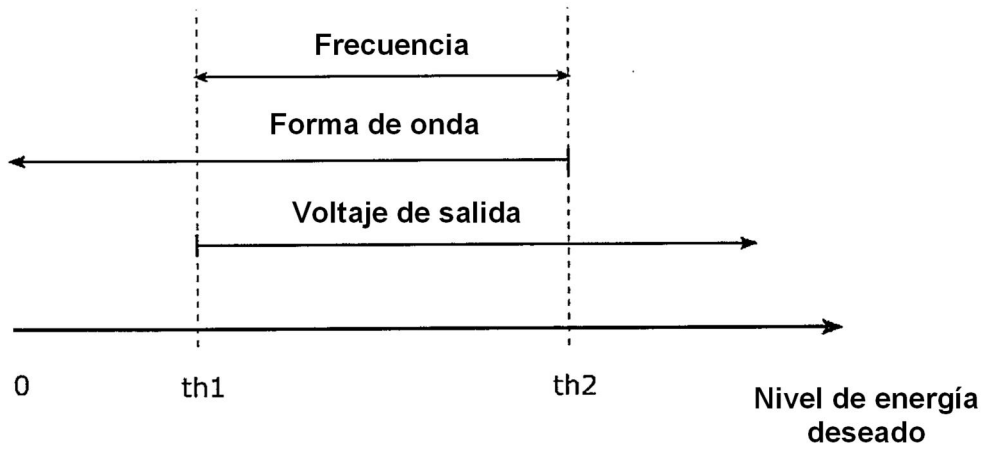
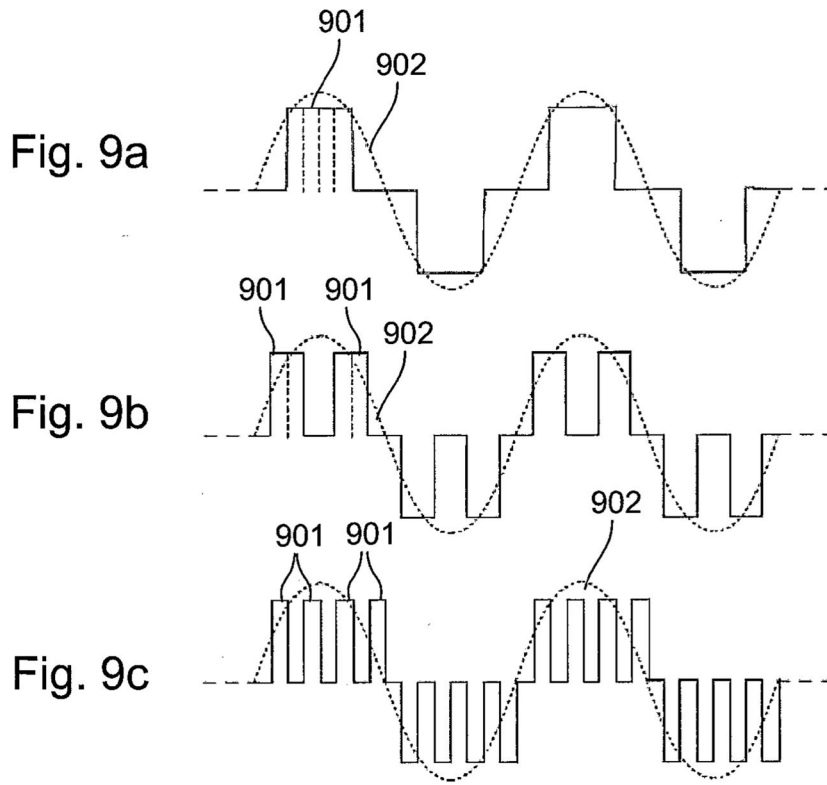


Fig. 10