

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 482**

51 Int. Cl.:

**H05B 33/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2013** **E 13154486 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019** **EP 2627155**

54 Título: **Un sistema de control de potencia para un sistema de iluminación**

30 Prioridad:

**08.02.2012 GB 201202212**

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

**16.10.2019**

73 Titular/es:

**RADIANT RESEARCH LIMITED (100.0%)  
Suite 4 and 5, Birch House Birch Lane Business  
Park  
Aldridge, West Midlands WS9 0NF, GB**

72 Inventor/es:

**ARCHENHOLD, GEOFFREY**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 727 482 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

Un sistema de control de potencia para un sistema de iluminación

5 La presente invención se refiere a mejoras en métodos y aparatos para fuentes de luz de potencia y, en particular pero no exclusivamente, se refiere a un método y un aparato para atenuar o de otro modo ajustar el brillo o regular la potencia a fuentes de luz tales como diodos emisores de luz (LED), diodos emisores de luz orgánicos (OLED) y otras cargas de fuentes de luz de estado sólido (SSL) basadas en mecanismos de emisión de luz orgánicos o inorgánicos. La presente invención también se refiere a mejoras en los métodos y aparatos para proporcionar un medio de transferencia de datos a través del circuito de control de potencia a las fuentes de luz para proporcionar tanto un medio de iluminación como un medio de red de comunicaciones ópticas para transmitir información usando dichas fuentes de luz y un medio para recibir información.

### Campo

15 El uso de fuentes de luz SSL tales como LED y OLED en sistemas de iluminación es bien conocido, ya que ofrecen ventajas significativas sobre las fuentes de luz tradicionales, tales como una mayor eficacia, mayor fiabilidad debido a su naturaleza de estado sólido y un aumento de la longevidad entre muchas otras ventajas conocidas por los expertos en la materia de LED y OLED.

20 Los (O)LED se usan en una amplia variedad de configuraciones para aplicaciones generales y específicas de iluminación, incluyendo, pero no limitado a tareas de iluminación, iluminación acentuada, iluminación de emergencia, iluminación de hospitalidad, iluminación de restaurante, iluminación de hospital, iluminación de oficina, iluminación comercial, iluminación automotriz, iluminación de calles, iluminación de amenidades, iluminación de efectos, iluminación marina, iluminación de vitrinas, TV, iluminación de cine y proyección, iluminación de entretenimiento, iluminación de producción de alimentos y animales, iluminación médica, iluminación exterior, iluminación de fondo de pantallas, irradiación de microorganismos en fluidos que usan UV, curado y fraguado en procesos industriales, iluminación de pasillos, iluminación de seguridad y similares.

### Antecedentes de la invención

30 Los LED y los OLED son dispositivos controlados por corriente donde la intensidad de la luz emitida desde el dispositivo está relacionada con la cantidad de corriente conducida a través del dispositivo. Por lo tanto, es altamente ventajoso controlar de manera cuidadosa y confiable la cantidad de corriente que fluye a través del o de los dispositivos LED u OLED con el fin de lograr el efecto de iluminación deseado de un sistema de iluminación y maximizar la vida útil de un dispositivo garantizando la máxima corriente o que no se superen las especificaciones de potencia. Además, se conoce bien que la velocidad de conmutación o modulación de los dispositivos LED y OLED es lo suficientemente rápida como para permitir su uso como transmisores de datos en combinación con el uso principal de la iluminación.

40 Los sistemas de suministro de potencia (O)LED se han desarrollado basándose en una variedad de topologías de diseño de circuitos que proporcionan la capacidad de variar la corriente directa real o promediada en el tiempo a través de la carga de dispositivo de emisión de luz a lo largo de un intervalo aceptable con el fin de proporcionar capacidades de atenuación. Se han creado sistemas de iluminación (O)LED que, a través del uso de múltiples dispositivos de emisión de luz que tienen longitudes de onda/colores discretos, pueden producir una variedad de colores e intensidades. Los sistemas que incorporan emisores de luz roja, verde, azul, ámbar y blanca pueden crear variaciones de color casi infinitas variando la intensidad, la corriente o la potencia de cada uno de los emisores de luz de color, individualmente o juntos en combinación. El uso de múltiples longitudes de onda discretas en el sistema de iluminación proporciona la oportunidad de aumentar la tasa de transferencia de datos de los dispositivos de emisión de luz usando diferentes energías de fotones multiplexadas simultáneamente para aumentar el ancho de banda del sistema.

### Sumario

55 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de control de potencia para un sistema de iluminación que comprende:

- una fuente de potencia para suministrar una cualquiera de un intervalo de tensiones de CA o CC;
- una etapa de conversión de potencia;
- 60 • uno o más dispositivos de emisión de luz para iluminación y/o comunicación inalámbrica;
- un controlador para controlar una etapa de salida para recibir y enviar información con el fin de regular la potencia y/o la corriente del o de los dispositivos de emisión de luz;
- una disposición de controlador de tensión o de regulador lineal contenido dentro de la etapa de salida que puede controlarse para aumentar la relación de atenuación dinámica de la corriente y/o la potencia a través del o de los dispositivos de emisión de luz y para habilitar los esquemas de modulación de potencia o corriente para la

comunicación óptica inalámbrica de dicho o dichos dispositivos de emisión de luz.

Al incorporar un sistema de control de potencia de este tipo, es posible proporcionar corriente y, por lo tanto, potencia a uno o más dispositivos de emisión de luz conectados con un intervalo de atenuación dinámica muy extendido que permite una amplia gama de diferentes dispositivos de emisión de luz, que incluye paquetes de emisor de pastilla única, paquetes de matriz única que contienen multiemisores de pastilla o paquetes múltiples que se alimentarán usando las mismas etapas de salida de controlador. Los paquetes de emisión de luz simples o múltiples pueden contener uno o más elementos de emisión de luz capaces de irradiar un solo color que incluye el blanco, o una pluralidad de colores y preferentemente tienen un ancho de banda de modulación a -3 db mayor que 2 MHz.

El sistema de control de potencia es capaz de usar la mejor etapa de eficacia energética de acuerdo con la demanda de potencia en la etapa de salida maximizando de este modo la eficacia en todo el intervalo de corriente (o potencia) de atenuación. Los reguladores de conmutación disponibles actualmente ofrecen altas eficacias (80 % - 99 %) a la potencia de salida máxima. Sin embargo, a medida que la potencia de salida se reduce a cero, la etapa de conmutación no puede proporcionar de manera precisa y repetidamente una corriente de salida al o a los dispositivos de emisión de luz. Esto produce una corriente o potencia inestable a través de la o las cargas de salida, lo que da como resultado un parpadeo visual no deseado de los emisores de luz. La presente invención es capaz de mantener la estabilidad del regulador de conmutación de manera continua incluso a potencias de salida muy bajas al controlar la tensión de la etapa de salida a medida que se reduce la potencia de salida.

Los dispositivos de emisión de luz actualmente disponibles pueden variar desde unos pocos cientos de milivatios de potencia hasta unos pocos cientos o miles de vatios, en función de la configuración del sistema de iluminación. Cada uno de los dispositivos de emisión de luz dentro de los sistemas de iluminación requieren diferentes tensiones directas y corrientes directas con el fin de operar correctamente, y la presente invención permite que la etapa de accionamiento de salida se configure fácilmente usando un microprocesador (o dispositivo similar), lo que lo hace más adecuado para accionar un intervalo mayor de sistemas de iluminación.

La combinación de las características únicas de un regulador de conmutación con una etapa de accionador de salida que contiene un controlador tal como un microprocesador o dispositivo similar, una carga que controla un controlador de tensión y/o un circuito de etapa lineal permite una relación de atenuación dinámica muy amplia de luz (o potencia) a lograr y es posible tener un intervalo de 1 a 4294967296 ( $2^{32}$  usando 32 bits). Si bien un intervalo dinámico de  $2^8$  o 256 está bien para muchas aplicaciones de iluminación, existe un requisito de crecimiento para proporcionar pequeñas etapas de corriente (potencia) absoluta para los primeros bits de protocolo de control. Una mayor resolución de atenuación (o potencia) permite que los sistemas de iluminación ofrezcan curvas de atenuación exponenciales que son agradables para el ojo humano e imitan los efectos de atenuación observados por las fuentes de luz tradicionales, tal como las bombillas incandescentes. La presente invención permite la atenuación lineal o no lineal precisa de los dispositivos de emisión de luz a niveles de iluminación muy bajos, independientemente del perfil de corriente accionado a través de los dispositivos de emisión de luz.

Una ventaja adicional de la presente invención es que ofrece un bajo coste y un medio simple para incorporar un esquema de modulación de alta frecuencia sobre la etapa de salida del controlador que permite que la información en forma de datos se transmita ópticamente a través de los dispositivos de emisión de luz a altas velocidades.

Los reguladores de conmutación tradicionales o los sistemas de control para la iluminación de estado sólido no ofrecen tales transmisiones de alta velocidad de la información a través de sus dispositivos de emisión de luz debido a que los bucles de control de SMPS no son lo suficientemente rápidos como para transmitir información de manera significativa. La presente invención puede implementarse simplemente tanto en topologías de SMPS aisladas o no aisladas de etapa única como de múltiples etapas, con muy poco aumento en el recuento o coste de componentes.

Otras características preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes y pueden tratarse adicionalmente a continuación en el presente documento.

Puede ser que la etapa de conversión de potencia incluya una fuente de alimentación de modo lineal o de conmutación. Puede ser que la fuente de alimentación de modo de conmutación pueda proporcionar una o más tensiones o corrientes de salida de CC a través de uno o más de los siguientes:

- Convertidor de retorno
- Convertidor de cebador de sonido
- Convertidor semidirecto
- Convertidor directo
- Convertidor directo resonante
- Convertidor tracción-compresión
- Convertidor de semipunto
- Convertidor de puente completo

- Convertidor conmutado de tensión cero resonante
- Convertidor de Cuk aislado

Puede ser que una topología de CA a CC incluya uno o más de los siguientes:

- 5
- Bloques de terminales de potencia de entrada y salida
  - Medios de protección de tensión de entrada en exceso
  - Medios de filtro de ruido de entrada
  - Rectificador y limitador de corriente
- 10
- Corrección de factor de potencia
  - Banco de energía
  - Limitador de corriente de salida, limitador de potencia, regulador de tensión, apagado térmico, protección contra cortocircuitos
  - Salida de ruido y filtro de ondulación
- 15
- Medios de en espera, baja potencia o apagado

Puede ser que una frecuencia de conmutación fundamental pueda estar entre 20 KHz y 1 MHz.

Puede ser que el sistema de control de potencia comprenda:

- 20
- al menos una fuente de alimentación de modo de conmutación de CA a CC;
  - una o más etapas de accionador de salida que contienen una fuente de corriente controlada por tensión de ancho de banda de alta modulación o un controlador de tensión para modular la corriente o la potencia adecuada para la transmisión de datos a través del o de los dispositivos de emisión de luz conectados;
- 25
- un medio para garantizar que la salida de datos de alto ancho de banda de modulación se rechaza o se atenúa por la fuente de alimentación de modo de conmutación para garantizar que se mantenga estable la salida de corriente o potencia;
  - un medio para proporcionar comandos de control internos y externos al controlador desde o hacia una red de control de datos de alto ancho de banda;

30

Puede ser que la etapa de conversión de potencia pueda operar de manera estable en un amplio intervalo de corriente de dispositivo de emisión de luz especialmente en las corrientes < 1 % de la corriente de etapa de salida máxima.

- 35
- Puede ser que el sistema de control de potencia esté configurado para configurar dinámicamente el ciclo de trabajo y la frecuencia de conmutación fundamental de uno o más reguladores de modo de conmutación.

Puede ser que el sistema de control de potencia esté configurado para proporcionar perfiles de corriente o potencia lineales o no lineales a lo largo de un intervalo de tiempo cuantificado al o a los dispositivos de emisión de luz.

- 40
- Puede ser que la disposición de controlador de tensión o de regulador lineal sea capaz de inyectar señales de corriente o tensión de alto ancho de banda en las etapas de salida del convertidor de potencia para proporcionar una tasa de transferencia de datos fotónica inalámbrica entre 1kbps y 100 Gbps a través del o de los dispositivos de emisión de luz conectados.

45

Puede ser que la o las etapas de accionamiento de salida sean capaces de entregar una corriente a uno o más dispositivos de emisión de luz con una magnitud de hasta 100 nanoamperios de una manera controlada.

Puede ser que la característica de salida de luz pueda controlarse por una o más de las siguientes:

- 50
- una señal inalámbrica óptica recibida desde un transceptor remoto;
  - una señal inalámbrica de RF recibida desde un transceptor remoto.

55

Puede ser que el dispositivo de emisión de luz contenga al menos una fuente de luz de estado sólido de alta potencia (> 0,1 W)

Puede ser que el sistema de iluminación contenga al menos un dispositivo sensible a la luz de alto ancho de banda.

60

Puede ser que la etapa de salida pueda entregar potencia a uno o más dispositivos de emisión de luz que usan perfiles de corriente pulsada, no pulsada o analógica, ya sea exclusivamente o combinados.

65

Puede ser que el perfil de corriente se seleccione a través del o de los dispositivos de emisión de luz de entre corriente continua, corriente alterna, modulación de ancho de pulso, modulación de amplitud de pulso, modulación de frecuencia de pulso, modulación de densidad de pulso, modulación de sigma delta, modulación de densidad de señal estocástica (SSDM) y modulación de amplitud.

Una realización preferida de la presente invención incluye un medio para una etapa de conversión de potencia que incluye controlar el factor de potencia y la calidad de la potencia del sistema de iluminación. Puede ser que el factor de potencia de la unidad de fuente de alimentación de modo de conmutación usada en una realización del sistema de iluminación sea  $\geq 0,80$ , más preferentemente  $\geq 0,98$ , de tal manera que, una vez que se entrega la potencia a la carga de dispositivo, la cantidad de corriente devuelta se minimiza.

Un circuito de corrección de factor de potencia (PFC) puede emplearse en la invención cuando se usa con la señal de CA en las topologías de salida de señal de CC para controlar con precisión la corriente de entrada sobre una base instantánea, para que coincida con la forma de onda de la tensión de entrada. El circuito de PFC puede contener una corrección activa y/o pasiva del factor de potencia para garantizar que el sistema de iluminación tenga una corrección de factor de potencia más grande que 0,8.

La calidad de la potencia entregada al sistema de iluminación puede afectar a las características globales de la vida del sistema. Por ejemplo, los picos de tensión significativos que se producen en las líneas de transmisión de los proveedores de potencia podrían provocar un fallo parcial o catastrófico de la fuente emisora de luz (en el caso de un LED de CA directo) o del sistema de control de potencia (en el caso de un sistema de LED de CC). Por lo tanto, en una realización preferida de la presente invención, se utiliza una topología de acondicionador de línea de potencia para mejorar la calidad de la potencia que se entrega al sistema de iluminación.

Una realización preferida adicional de la presente invención utiliza un dispositivo de emisión de luz que contiene al menos un paquete emisor (O)LED de alta potencia ( $> 0,1$  W) que puede contener uno o más elementos de emisión de luz. El paquete emisor (O)LED puede ser de un tipo que puede energizarse usando ya sea una tensión de CC o de CA, en función del usuario o de los requisitos del sistema. El o los paquetes de emisor (O)LED pueden estar dispuestos en una matriz de emisores de luz ordenados o pseudo-ordenados con el fin de optimizar la luz que sale del sistema de iluminación.

Puede ser que el sistema de control de potencia sea capaz de utilizar un microprocesador, un sistema programable en un chip (PSoC), FPGA (matriz de puertas programables en campo), ASIC (circuito integrado de aplicación específica) o cualquier otro dispositivo de circuito integrado alternativo que sea capaz de calcular información o datos para calcular los parámetros de control del dispositivo de emisión de luz. Además, dicho sistema de control de potencia es capaz, preferentemente, de utilizar e implementar sistemas de control de retroalimentación y prealimentación para reaccionar rápidamente a la información proporcionada por los sensores de retroalimentación u ópticos con el fin de modular las características del o los dispositivos de emisión de luz. Dichos sensores de retroalimentación podrían incluir, entre otros, óptica, color, intensidad de luz, temperatura, temporización, ocupación, corriente, tensión, potencia, gas, magnetismo, vibración, aceleración, velocidad, frecuencia y medios biológicos de monitorización o detección de condiciones ambientales.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema de acuerdo con el primer aspecto de la invención en el que dicho sistema de iluminación incorpora un o unos dispositivos de emisión de luz que comprenden unos paquetes de emisión de luz individuales o múltiples que contienen uno o más elementos de emisión de luz capaces de irradiar fotones en una banda de longitud de onda estrecha, o una longitud de onda ancha que incluye el blanco, o una pluralidad de fotones dentro del espectro electromagnético visible o no visible.

El o los dispositivos de emisión de luz pueden comprender una o más cadenas de (O)LED. En al menos una realización, el dispositivo de emisión de luz comprende al menos dos cadenas de (O)LED que comprenden una cadena de (O)LED que emiten un primer espectro de longitud de onda dentro del intervalo visible y una cadena de (O) LED que emiten un segundo espectro de longitud de onda en el intervalo no visible.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona una fuente de potencia en el que dicha fuente de potencia podría ser cualquiera o una combinación de una fuente de energía de CA o CC de alta o baja tensión. El intervalo de la fuente de alimentación de CA puede variar desde unas pocas tensiones de entrada de CA a 1000 voltios de corriente alterna, mientras que la entrada de tensión de CC puede variar desde unos pocos voltios de corriente continua a más de 1000 voltios de CC en función de la configuración eléctrica y electrónica del sistema de control de potencia.

La fuente de potencia puede alimentarse por una fuente de alimentación o transformador que se conecta preferentemente de manera directa o remota al sistema de iluminación. La fuente de potencia puede ser una fuente de alimentación de CA a CC, una fuente de alimentación de CC a CC, una fuente de alimentación de CA a CA o cualquier otra fuente de alimentación adecuada.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona una fuente de alimentación de modo de conmutación de etapa única en el que dichas topologías proporcionan métodos de compensación de seguridad, valor de componente y variación de temperatura que incluyen una o más de las siguientes características: limitación de corriente regresiva, apagado térmico, protección de área segura, protección contra sobrecorriente, cortocircuito o potencia de salida.

De acuerdo con un quinto aspecto de la invención, se proporciona una disposición de circuito controlador de tensión que es capaz de controlar la salida de la fuente de alimentación de modo de conmutación para permitir que un microprocesador permanezca energizado incluso cuando hay poca o ninguna potencia consumida por la carga de salida.

5 La disposición de controlador de tensión puede tomar la forma de o bien un controlador de tensión de CC o un controlador de tensión de CA, ya sea en una operación sin polarizar o polarizada negativa o positivamente. El controlador de tensión puede conseguirse usando una configuración simple de diodo Zener o unas disposiciones de CI más complejas, tal como usando unos amplificadores operacionales.

10 El sistema de control de potencia puede ser capaz de medir la corriente de etapa de accionamiento de salida, la tensión y el consumo de potencia, ya sea en un modo de conducción continua o conducción no continua usando el microprocesador avanzado o el dispositivo de circuito integrado y los valores de sensor de control. La utilización de un microprocesador para controlar o regular la etapa de accionamiento de salida habilita algoritmos de control sofisticados a implementar en tiempo real.

De acuerdo con un sexto aspecto de la invención, se proporciona un medio para un regulador de modo de conmutación en el que el circuito de control comprende además:

- 20
- un circuito integrado, microprocesador o cualquier otro medio semiconductor similar para generar la señal de control de conmutador;
  - un medio para medir la corriente que fluye a través del dispositivo de emisión de luz;
  - un medio para medir la tensión presente a través del dispositivo de emisión de luz;

25

  - un medio para recibir las características de dispositivo de emisión de luz, tales como intensidad de luz, densidad espectral de potencia, temperatura de dispositivo de emisión de luz;
  - un medio para recibir información de sensor;
  - un medio para transmitir información a través de una red de control, una red de sensores, una interfaz de usuario y/o un sistema de comunicación óptico que incorpora el dispositivo de emisión de luz para iluminación y un dispositivo sensible a la luz de alto ancho de banda;

30 En este aspecto de la invención, es posible modular la corriente que fluye a través del dispositivo de emisión de luz usando la combinación de una resistencia de detección de corriente en serie con el dispositivo de emisión de luz y modular una señal de alta frecuencia en la corriente que fluye a través del dispositivo de emisión de luz que usa o bien el circuito de control de tensión o una etapa de regulador lineal de alta velocidad conectada a la etapa de salida de conmutación principal.

35 En este aspecto de la invención, es posible medir la tensión de salida de regulador de conmutación y por lo tanto derivar la tensión directa a través del dispositivo de emisión de luz conectado al sistema de control de potencia usando una topología de divisor o de emisor-seguidor de potencial simple conectado a la etapa de salida de regulador. El seguidor-emisor puede diseñarse para usar un transistor simple tal como el BC846C con resistencias de polarización de entrada y salida para establecer adecuadamente la ganancia de la disposición de seguidor-emisor que a continuación puede usarse para proporcionar un valor de retroalimentación de tensión al sistema de control de potencia.

45 De acuerdo con un séptimo aspecto de la invención, se proporciona un medio para un sistema de control de potencia en el que dicho sistema de control de potencia es capaz de configurar dinámicamente la frecuencia de conmutación del uno o más reguladores de modo de conmutador para proporcionar una única frecuencia fundamental o una frecuencia de conmutación fundamental de variación continua de acuerdo con las características de salida deseadas del o los dispositivos de emisión de luz o de carga.

50 La frecuencia de conmutación fundamental puede estar entre 20 KHz y 1 MHz.

De acuerdo con un octavo aspecto de la invención, se proporciona un medio para un sistema de control de potencia en el que la característica de salida de luz del sistema de iluminación puede controlarse por una o más de las siguientes:

- 55
- una señal inalámbrica óptica recibida desde un transceptor remoto;
  - una señal inalámbrica de RF recibida desde un transceptor remoto.

60 De acuerdo con un noveno aspecto de la invención, se proporciona un medio para un sistema de control de potencia en el que la o las etapas de accionamiento de salida son capaces de entregar una corriente a uno o más dispositivos de emisión de luz con una magnitud de hasta 100 nanoamperios de una manera controlada.

65 De acuerdo con un décimo aspecto de la invención, se proporciona un medio para que un sistema de control de potencia en el que la o las etapas de accionamiento de salida sean capaces de operar a lo largo de un intervalo de

corriente dinámico amplio con un límite de intervalo máximo seleccionado por el microprocesador u otro dispositivo de circuito integrado de  $2^1$  a  $2^{32}$  bits.

5 De acuerdo con un undécimo aspecto de la invención, se proporciona un medio para que un sistema de control de potencia, en el que la etapa de salida puede entregar potencia a uno o más dispositivos de emisión de luz usando perfiles de corriente pulsada, no pulsada o analógica ya sea exclusivamente o combinados en el que el perfil de corriente (o de potencia) a través del dispositivo de emisión de luz puede ser corriente continua, corriente alterna, modulación de ancho de pulso, modulación de amplitud de pulso, modulación de frecuencia de pulso, modulación de densidad de pulso, modulación de sigma delta, modulación de densidad de señal estocástica (SSDM), modulación de amplitud o cualquier otra técnica de control de corriente conocida por los expertos en la materia.

10 La o las características de acuerdo con los diferentes aspectos de la invención pueden emplearse por separado o en combinación con cualquier otra u otras características descritas en el presente documento incluyendo, pero no limitadas a, cualquier característica de acuerdo con otros aspectos de la invención.

15 A continuación se describirá la presente invención, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

### Breve descripción de los dibujos

20 Las **figuras 1a y 1b** ilustran las topologías de circuito regulador de conmutación de la técnica anterior que incluyen un diseño de etapa única (figura 1a) y un diseño de dos etapas con etapas de controlador de potencia y PFC separadas (figura 1b);

25 La **figura 2** ilustra un circuito regulador de conmutación de la técnica anterior con entradas de atenuación analógica y PWM para atenuar la corriente a través de los LED.

La **figura 3** ilustra un diagrama esquemático que describe los aspectos principales del diseño del sistema de iluminación de una realización de la presente invención.

30 La **figura 4** ilustra una realización de una configuración de etapa única del sistema de control de potencia que describe el lado de entrada de alta tensión aislado.

35 La **figura 5** ilustra la misma realización de etapa única que se describe en la figura 4 de una configuración del sistema de control de potencia que describe el lado de salida secundario del diseño que incorpora un controlador de tensión basado en Zener y un sistema de control por microprocesador.

La **figura 6** ilustra una gráfica que describe el rendimiento de atenuación mínimo de un sistema de control de potencia convencional en comparación con el obtenido por la invención propuesta.

40 La **figura 7a** ilustra una gráfica que define las características de corriente de salida (desviación de corriente CC, amplitud de ondulación de corriente y frecuencia de ondulación de corriente) de las fuentes de alimentación de modo de conmutación típicas.

45 La **figura 7b** ilustra una gráfica que incluye la modulación de datos de corriente adicional que puede usarse para aplicaciones de comunicaciones de iluminación visual en una fuente de alimentación de modo de conmutación típica.

50 La **figura 8a** ilustra una realización de una fuente de corriente controlada por modulación de tensión que puede conectarse a la etapa de accionamiento de salida de una fuente de alimentación de modo de conmutador para permitir la modulación de datos.

55 La **figura 8b** ilustra una realización adicional de una fuente de corriente controlada por tensión de alto ancho de banda que puede conectarse a la etapa de accionamiento de salida de una fuente de alimentación de modo de conmutador para permitir la modulación de datos.

### Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo

60 La figura 1a muestra un esquema de diseño de accionador (O)LED de CA/CC de etapa única de la técnica anterior que contiene una etapa única de PFC y de controlador de potencia que controla la corriente hacia una carga (O)LED usando una topología de reductor flotante y un medio para la retroalimentación de corriente de carga. Puede usarse un conmutador de atenuación para transferir la información de atenuación al diseño de accionador de (O)LED para reducir la corriente o la potencia a través de la carga (O)LED conectada para que sea visualmente tenue en intensidad.

65 La figura 1b muestra un diseño de accionador de (O)LED de CA/CC de dos etapas CA/CC de la técnica anterior típico. En este caso, el sistema tiene una primera etapa que proporciona un control de PFC y de potencia similar al

que se muestra en la figura 1a, sin embargo, existe una segunda etapa de conversión de potencia de CC/CC que permite una mejor regulación y control de salida hacia la carga (O)LED.

5 La figura 2 ilustra un circuito regulador de conmutación de CC/CC con entradas analógicas y de atenuación PWM para atenuar la corriente a través de los LED de alta potencia. El regulador de conmutación solo puede atenuarse hasta el 10 % de la potencia a plena carga.

10 La figura 3 ilustra un diagrama esquemático que describe las partes principales de un sistema de iluminación de entrada a salida de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se ha mencionado, el objeto de un sistema de iluminación de CA a CC (1) es suministrar una potencia prescrita en la forma de una tensión de salida y una corriente constante a un dispositivo de dispositivo de emisión de luz para modular la salida de luz en consecuencia.

15 Esto se consigue con una fuente de potencia (10) conectada por un cable de alimentación (20) a un bloque de terminales de potencia (21) que a su vez está conectado a una protección de tensión en exceso (30) y a un filtro de ruido de entrada (40), antes de la rectificación y la limitación de corriente (50). La etapa rectificadora (50) está conectada a un medio de corrección de factor de potencia (60) seguido de una etapa de aislamiento y potencia (70) que proporciona los parámetros necesarios para permitir que funcione el sistema de control dinámico (80). El sistema de control dinámico (80) está conectado a la o las etapas de control de salida (90) que, a su vez, están conectadas a un filtro de ruido de salida (100) que garantiza que se proporcione una corriente constante con un mínimo de ruido al conector de salida (110) y al cable (111) al que está conectado un accesorio de dispositivo de emisión de luz (120).

20 Todos los módulos mencionados anteriormente comprenden componentes que están conectados entre sí a través de una o más placas de circuito impreso (PCB) dedicadas o cables.

25 Cada uno de los módulos se explicará con más detalle a continuación:

30 El módulo de fuente de potencia (10) del sistema de iluminación (1) podría ser o bien una fuente de potencia de CA de alta tensión (> 100 V) o de baja tensión (< 100 V) y conectarse mediante un cable de alimentación con una clasificación adecuada (26) a un bloque de terminales (21) dentro del módulo de cable/conector de potencia (20) que podría montarse o en el panel o en la PCB. El bloque de terminales (21) puede ser de tipo polo múltiple para permitir que diversos accionadores se enlacen de manera simple entre sí. En función de la configuración del sistema de iluminación (1), podrían conectarse otros cables al mismo bloque de terminales (21) o a uno diferente que represente varias entradas (22) o salidas (23) de sensores así como a un bus de comunicación (24) para comunicar instrucciones entre el sistema de iluminación (1) y un controlador maestro (2). El bus de comunicación puede basarse en una variedad de sistemas de hardware o de protocolos como I2C, SPI, UART, RS232, RS485, DMX CAN, USB, IEE1394, DMX, RDM, KNX, DALI, 802.11b/n, Bluetooth, Zigbee, Ethernet, fácilmente disponibles en los sistemas de comunicación digital.

35 40 El módulo de protección de tensión en exceso (30) puede comprender uno o más fusibles (31) en una o ambas entradas de fase de suministro de energía para mejorar la seguridad. Los fusibles (31) se incluyen para proteger contra cortocircuitos a tierra en las fases respectivas, o un cortocircuito entre fases. Además, en una realización preferida, también existe una protección de tensión en exceso en la entrada que consiste en una protección transitoria. Se sabe que los picos transitorios del módulo de fuente de potencia (10) pueden dañar los componentes sensibles. La mejor forma de supresión de la tensión transitoria es implementar un supresor de tensión transitoria (32) que proteja de manera eficaz el resto del sistema de iluminación (1) de los picos de tensión transitoria.

45 50 El módulo de filtro de ruido de entrada (40) tiene dos funciones principales. La primera es evitar que el ruido generado inherentemente por los reguladores de conmutación dentro de la fuente de alimentación de modo de conmutación del sistema de iluminación (1) vuelva a la red eléctrica de la fuente de potencia (10). Existen normas internacionales para regular la cantidad de ruido que pueden generar los productos electrónicos. La segunda función del filtro de entrada es detener el ruido de la red eléctrica de la fuente de potencia (10) que entra en la fuente de alimentación del sistema de iluminación (1). El filtro contiene en general componentes tanto en los lados de entrada como de salida del módulo rectificador (50).

55 60 El módulo rectificador (50) debe estar presente en un sistema de potencia de CA a CC ya que la mayoría de (O)LED disponibles comercialmente se accionan en general por corriente continua. El lado de entrada del módulo rectificador (50) convierte la fuente de potencia de CA en una fuente rectificadora de CC. En una realización preferida, el módulo rectificador (50) proporciona un medio para proporcionar al sistema de iluminación (1) una característica de arranque suave limitando la corriente de irrupción en la fase de arranque. La limitación de la corriente consumida por el sistema de iluminación (1) en la fase de arranque es importante para determinar las clasificaciones de valor seguro para cables, fusibles y otros componentes.

65 El módulo de corrección de factor de potencia (60) es una característica central de una fuente de alimentación de CA a CC moderna, ya que reduce la carga inductiva y capacitiva en el módulo de fuente de potencia (10). El módulo de

5 PFC (60) proporciona un aumento en la tensión de salida, que es una característica importante para permitir que se activen muchos dispositivos de emisión de luz. En una realización del módulo de PFC (60), el circuito integrado de PFC se acciona mediante una corriente de arranque derivada de la etapa de salida del módulo rectificador (50) y, durante el funcionamiento normal, se acciona por una corriente de operación que toma el control una vez que el circuito del módulo PFC (60) se ha iniciado. Los últimos controladores de circuitos integrados de PFC proporcionan una corrección de factor de potencia cercana a 1 y ofrecen protección contra la sobre temperatura, la sobre corriente y la sobre intensidad en el lado primario de la fuente de alimentación de modo de conmutador.

10 La etapa de aislamiento y de potencia (70) está conectada, por lo general, a la etapa de salida del módulo de PFC (60) y contiene unos condensadores que son lo suficientemente grandes como para absorber y suavizar las corrientes de ondulación que salen del módulo de PFC (60) mientras que proporcionan una tensión directa a los módulos de sistema de control dinámico (80) y de etapa de accionamiento de salida (90). Una realización del módulo de etapa de aislamiento y potencia (70) proporcionaría una o más tensiones reguladas al sistema de control (80) con el fin de optimizar la eficacia de la fuente de alimentación de modo conmutador. Una realización adicional proporciona un transformador para proporcionar un aislamiento galvánico de la salida de las entradas de alta tensión.

20 El módulo de sistema de control (80) se alimenta desde las salidas de suministro de tensión del módulo de etapa de aislamiento y de potencia (70). Una realización del módulo de sistema de control (80) incorpora un microprocesador (81) que ejecuta algoritmos de control de software, un medio para comunicarse a través de un bus (24) con un controlador maestro de red (2), una o más interfaces de usuario (82) y una o más interfaces de sensor (83). Una realización de la interfaz de usuario (82) incluiría un teclado de menú y una pantalla LCD para permitir a los usuarios determinar las funciones de control de salida del sistema de iluminación (1). Una realización adicional sería una interfaz de usuario basada en web en un dispositivo informático portátil o fijo.

25 En una realización del sistema de control de iluminación (1), el módulo de etapa de accionamiento de salida (90) se controla por el sistema de control (80) para garantizar una corriente constante y entregar una tensión que sea dependiente de la cantidad de dispositivos de emisión de luz usados dentro del accesorio de dispositivo de emisión de luz (120). Una realización preferida del sistema de control digital (80) incorpora el módulo de etapa de accionamiento de salida (90) para reducir el coste y el tamaño mientras aumenta la eficacia.

30 En una realización, el filtro de ruido de salida (100) incluye una carga inductiva y capacitiva, que elimina los picos de ondulación y de ruido en el módulo de etapa de accionamiento de salida (90). Ya que los dispositivos de emisión de luz requieren tensiones estables con el fin de no sobrecargarse por altas tensiones de ondulación, el filtro de ruido de salida (100) garantizará que estén atenuadas las emisiones de ruido conducidas e irradiadas en o desde el cable de salida (112) conectado al accesorio de dispositivo de emisión de luz (120).

35 El módulo de cable y de conector de salida (110) contiene un bloque de terminales para el conector de salida (111). El cable de salida (112) proporciona potencia al accesorio de dispositivo de emisión de luz (120) y también a uno o más cables para transmitir las señales de los sensores.

40 En una realización, el accesorio de dispositivo de emisión de luz (120) contiene un bloque de alambre o conector (121) para proporcionar potencia desde el cable de salida (112) de la fuente de alimentación de modo conmutador, un disipador de calor (123) que está conectado térmicamente a una PCB con núcleo metálico que contiene dispositivos de emisión de iluminación (124) o un sustrato de matriz (O)LED, un sensor de temperatura (125) para medir la temperatura del dispositivo de emisión de luz (124), un sensor de intensidad de luz (126) para medir la intensidad de la luz ambiente y la salida del dispositivo de emisión de luz (124), un sensor de color (127) para medir el color del dispositivo de emisión de luz (124).

45 La figura 4 ilustra una realización de un sistema de control de potencia de una sola etapa de relación de atenuación ultra amplia, bajo coste y alta eficiencia que es capaz de tener una relación de atenuación de corriente de carga de al menos 15000:1 usando reducción de corriente constante o de CC. El sistema tiene un bloque de terminales de conector de alimentación (20), donde se suministra alimentación de red al sistema. A esto le sigue un fusible de seguridad (F1) y un supresor de tensión transitoria (TS1) que es capaz de proteger la realización en el caso de altas tensiones de entrada o señales transitorias (30). Un filtro de entrada en forma de condensador (C11), resistencias (R9, R14) y un inductor (NF2A/B) se muestran para atenuar el ruido (40). Se usa un rectificador de puente (BD1) para rectificar la potencia filtrada entrante en una etapa de rectificación convencional (50), mientras que se usa un controlador de circuito integrado de SMPS convencional (U2) para crear la corrección de factor de potencia y una etapa de controlador de potencia de aumento (60). El CI mostrado es un controlador de potencia PFC y PWM ST Micro L6562D, sin embargo, puede usarse cualquier tipo similar de topología de control de una etapa única para esta realización. La potencia para el transformador de aislamiento (T1) se controla usando un MOSFET de conmutación (Q4) que a su vez se controla mediante el pin de accionador de puerta (DRV) del controlador de CI (U1). El transformador (T1) forma parte de un diseño de SMPS de transferencia indirecta aislado (70). La retroalimentación se proporciona desde el lado de aislamiento secundario del diseño (90) con el fin de controlar la potencia de SMPS usando un optoaislador (PC2A/B), sin embargo, es posible usar métodos alternativos de control de etapa única que no requieren optoaisladores. Por ejemplo, la familia LinkSwitch-PH de Power Integrations Inc,

USA ofrece unos dispositivos de conmutación monolítica altamente integrados que pueden implementar una topología de etapa única sin el uso de un optoaislador y componentes de retroalimentación de lado secundario.

La figura 5 ilustra la misma realización que la descrita en la figura 4, sin embargo, se describe un circuito de lado secundario que se aísla galvánicamente del lado primario de alta tensión mediante el transformador (T1) y los optoaisladores mostrados en la figura 4. Una disposición de filtro de ruido salida (100) que evita o limita el ruido de conmutación de fugas en la salida del SMPS se crea con el uso de los condensadores (C6 y C7) junto con un inductor en línea conectado al terminal de ánodo (LED +) del diodo emisor de luz. El filtro de salida reduce la corriente de ondulación y limita los transitorios rápidos que podrían provocar daños al o a los dispositivos de emisión de luz o hacer que el sistema de control no cumpla con los requisitos de EMC. El conector de salida (110) contiene un bloque de terminales (CN3) para conectar el sistema de control de potencia (1) al o a los dispositivos de emisión de luz, las interfaces de control/datos y los sensores. La presente realización específica acepta de 0 V a 10 V y los estándares de protocolo de control DALI para habilitar la atenuación. El sistema de control (80) utiliza un microcontrolador de baja potencia y bajo coste (U4) que en esta realización es un microprocesador STM8 de ST Microelectronics, aunque puede usarse cualquier circuito integrado similar. El microprocesador puede controlar la etapa de salida (90) y proporcionar una relación de atenuación dinámica muy amplia usando una señal de control (PRAM). El sistema de control (80) se alimenta directamente desde la etapa de salida del SMPS usando un regulador lineal (U3) que en este caso se define como un LM29150. El regulador lineal (U3) podría reemplazarse con un regulador de conmutación de CC/CC para mejorar la eficacia del suministro de alimentación al microprocesador (U4) cuando la tensión de salida de la etapa de potencia es significativamente mayor que la del suministro del microprocesador. Por lo general, el sistema de control de microprocesador (80) se alimenta desde un transformador o devanado separado con el fin de que el suministro de alimentación al microprocesador permanezca estable sin importar la condición de etapa de salida. Sin embargo, esto provoca una complejidad adicional del transformador (T1) que agrega costes y también reduce la eficacia general del sistema. En el diseño de SMPS de topología de etapa única, la tensión en la etapa de salida se volverá inestable cuando no se aplique carga o la corriente de la carga se desconecte, ya que el PFC y el controlador de potencia de CI (U2) no necesitan energizar el transformador (T1). Esta inestabilidad de etapa de salida normalmente provocaría que el sistema de control de microprocesador (80) y el microcontrolador (U4) se reinicien, lo que hace imposible controlar el sistema con precisión.

Varios diseños de SMPS de la técnica anterior añaden cargas ficticias a la etapa de salida con el fin de mantener la estabilidad atenuando una carga para mantener el controlador de PFC y de potencia (60) pulsando energía en el transformador (T1), sin embargo esto reduce la eficacia global del SMPS, ya que se desperdicia la energía disipada en la carga ficticia y el calentamiento excesivo puede reducir la vida útil de la fuente de alimentación.

Esta realización usa el consumo de potencia inherente del sistema de control (80) como una carga en la salida de SMPS sin desperdiciar energía adicional y mantiene alta la eficacia del sistema. La carga del sistema de control (80) colocada en la etapa de accionamiento de salida de SMPS (90) proporciona un desplazamiento de corriente en el sistema que aumenta la relación de atenuación dinámica real del sistema de SMPS.

La o las etapas de accionador de salida (90) garantizan que la corriente se mantiene constante para los dispositivos de emisión de luz, sin embargo esto necesita que las etapas de salida (90) puedan variar la tensión de salida ampliamente. Por lo tanto, la realización actual usa un mecanismo de control de tensión (200) para mantener una tensión de salida estable de la o las etapas de accionador (90) independientemente del tipo y el número de dispositivos de emisión de luz conectados a la etapa de salida. El microprocesador (U4) controla el controlador de tensión de acuerdo con una variedad de parámetros que incluyen, pero no se limitan a, la tensión de salida del SMPS, la corriente de salida de la o las etapas de accionador (90) y si hay o no una carga conectada. El controlador de tensión puede construirse a partir de un diodo Zener (ZD4) en una disposición de seguidor-emisor usando un transistor (Q2) y unas resistencias (R17 y R18) a través del o los dispositivos de emisión de luz. El uso del controlador de tensión garantiza que cuando no haya carga conectada a la o las etapas de accionador de salida o al microprocesador de sistema de control (U4) se conmuta la salida a 0A o se "apaga" la fuente de alimentación (U3) para que el microprocesador (U4) se mantenga estable en todo momento. Esta topología es muy económica de implementar y solo requiere 4 componentes adicionales, lo que la convierte en una solución ideal. Además, cuando hay una carga conectada a la o las etapas de salida, el controlador de tensión puede apagarse para preservar la eficacia de SMPS. De nuevo, para los expertos en la materia, la topología de control de tensión puede implementarse de diferentes maneras.

La figura 6 ilustra el desplazamiento de corriente creado operando el microprocesador (U4) directamente fuera de la o las etapas de salida que mejoran la resolución de detección de corriente de un sistema a pesar del uso de componentes de baja tolerancia y de bajo coste. La gráfica muestra cómo un diseño de SMPS de etapa única convencional (130) reduce la corriente de salida (de 2 A a 0 A) a través de una carga de diodos de emisión de luz de acuerdo con la intensidad de atenuación de salida deseada por el usuario. En esta realización, la curva de intensidad de atenuación de salida es lineal, sin embargo, cualquier tipo de curva puede definirse y usarse en un sistema de este tipo.

Para cualquier topología de SMPS de etapa única dada existe un nivel de estabilidad de salida mínimo definido que

está determinado por las diferentes tolerancias de los componentes y los errores de retroalimentación mínimos asociados con la topología de SMPS. Una vez que la corriente de salida deseada cae por debajo del nivel de estabilidad mínimo, el SMPS se vuelve inestable y la corriente de salida fluctuará de manera impredecible, lo que resultará en un parpadeo visible para el ojo humano, lo cual es altamente indeseable. Como se ha descrito anteriormente, esta realización proporciona un desplazamiento de corriente que significa que el sistema de SMPS permanecerá estable incluso si la carga del o de los dispositivos de emisión de luz no tiene corriente pasando a su través, ya que la carga del o de los dispositivos de emisión de luz de 0 A permanece por encima del nivel de estabilidad mínimo establecido por la topología de SMPS. Por lo tanto, esta realización de la invención es capaz de proporcionar una atenuación precisa y repetible hasta llegar a 0 A. Aunque es posible aumentar la calidad de los componentes y sus tolerancias dentro de una topología de SMPS para mejorar el nivel de estabilidad mínimo alcanzable, el coste de la implementación haría que el sistema no sea competitivo comercialmente en comparación con la presente invención y puede ser incluso menos atractivo que diseñar un diseño de dos etapas con el rendimiento mejorado.

La figura 7a muestra una forma de onda de corriente de salida típica de o bien un SMPS de etapa única o de múltiples etapas que define los parámetros de corriente de ondulación incluyendo la amplitud de modulación de ondulación y la frecuencia de modulación de ondulación. Incluso si un SMPS proporciona una corriente de salida esencialmente de CC a los diodos de emisión de luz, seguirá habiendo componentes de la fuente de alimentación de modo de conmutador en la salida. La corriente de ondulación de SMPS típica varía desde el 10 % en el mejor de los casos hasta el 90 % en el peor de los casos para las etapas de salida basadas en CC, y si se emplea una pulsación de corriente tal como la usada por el sistema basado en PWM, entonces la corriente de ondulación se considera del 100 %. En este componente de SMPS existe, en general, una ondulación en la causa de corriente de salida por el armónico fundamental o segundo de la frecuencia de conmutación de la etapa. La ondulación en general contiene un componente de CC y un componente de CA de modulación de amplitud que tiene una frecuencia de modulación. Para los diseños de SMPS usados con los conmutadores de atenuador de red eléctrica, como se describe en la figura 1, la frecuencia de ondulación de salida es, en general, de 100Hz o 120Hz o 2x la frecuencia de potencia de entrada de red eléctrica convencional. Una realización de la presente invención es usar el mecanismo de controlador de tensión (200) como se identifica en la figura 5 o un sumidero de corriente lineal de alta velocidad y bajo coste o una topología de circuito fuente que proporcione una señal de información de datos de alta frecuencia en la etapa de salida de corriente/potencia. Esta señal de salida de alta frecuencia, como se muestra en la figura 7b, permitiría que la o las cargas de diodo de emisión de luz conectadas a la o las etapas de salida variaran la intensidad proporcionalmente a las variaciones en la amplitud de la corriente/potencia de carga. Dichas variaciones ópticas pueden captarse fácilmente por los receptores conectados a o integrados con los dispositivos en red para transmitir información. Por lo general, estos tipos de equipos son exclusivos para aplicaciones donde el coste no es la primera consideración, ya que el equipo necesario para crear la red óptica es prohibitivamente caro, sin embargo, la presente invención enseña cómo los principales dispositivos de emisión de luz de un sistema de iluminación pueden multiplexarse para actuar como un transmisor de datos usando una solución muy económica pero elegante. Lo que es importante tener en cuenta es que la solución puede funcionar siempre que la señal de modulación de datos sea lo suficientemente superior a la modulación provocada por las etapas de SMPS, como se muestra en la figura 7b.

La figura 8a muestra una realización donde se implementa una etapa de conmutación lineal de componente bajo y bajo coste en un SMPS de etapa única de bajo coste para proporcionar la modulación de la corriente usada en la etapa de salida para la transferencia de datos usando variaciones en la salida del o de los dispositivos de emisión de luz a alta frecuencia. La topología se basa en una fuente de corriente controlada por tensión convencional donde la corriente de salida se programa mediante una tensión a la entrada +ve del amplificador operacional (U100a). La tensión presentada al amplificador operacional tiene un filtro de paso bajo creado por las resistencias (R101, R102) y el condensador (C103) que se crea mediante una señal digital de tensión que cambia rápidamente (control de amplitud de modulación). La amplitud de corriente máxima se establece en 20 mA para este ejemplo, sin embargo, es posible optimizar esto para cualquier intervalo específico.

La figura 8b muestra una realización adicional de una fuente de corriente controlada por tensión que puede usarse para modular una señal de corriente en la o las etapas de salida de SMPS. El control de tensión,  $V_{\text{entrada}}(t)$ , puede crearse mediante un convertidor de digital a analógico (DAC) de alta velocidad, tal como el ADC ADS58B18 de Texas Instruments, que puede emitir a velocidades de 200 millones de muestras por segundo con una resolución de tensión de 11 bits. Tales velocidades de modulación de corriente rápidas significarán que la estabilidad de bucle de control de SMPS no se verá afectada ya que los cambios de corriente están fuera de la respuesta de ancho de banda de bucle de control principal. La magnitud de corriente de salida,  $I_{\text{salida}}$ , está determinada por la diferencia de tensión ( $V_{\text{DD}} - V_{\text{entrada}}(t)$ ) dividida por la resistencia de detección  $R_{\text{detección}}$  para permitir que se establezca la amplitud de fuente de corriente máxima.

La presente divulgación se extiende a cualquier característica novedosa o combinación de características desveladas en el presente documento ya sea explícita o implícita y a cualquier generalización de las mismas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de control de potencia para un sistema de iluminación (1) que comprende:

- 5 • una fuente de potencia (10) para suministrar una cualquiera de un intervalo de tensiones de CA o CC;
- una etapa de conversión de potencia (50, 60);
- uno o más dispositivos de emisión de luz (120) dispuestos para proporcionar iluminación y comunicación inalámbrica;
- 10 • una etapa de salida (90) que incluye una disposición de controlador de tensión o de regulador lineal programable (200), dispuesta para:

variar la corriente y/o la potencia a través del o de los dispositivos de emisión de luz (120) para proporcionar la atenuación del uno o más dispositivos de emisión de luz (120); y modular la potencia y/o la corriente a través del o los dispositivos de emisión de luz (120) para modular la salida de los dispositivos de emisión de luz (120) para transmitir datos mediante unas comunicaciones ópticas inalámbricas,

- 15 • un controlador (80) dispuesto para controlar la etapa de salida (90) con el fin de regular la potencia y/o la corriente de los dispositivos de emisión de luz (120) para proporcionar atenuación y comunicaciones ópticas inalámbricas.

2. Un sistema de control de potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho o dichos dispositivos de emisión de luz (120) comprenden unos paquetes de emisión de luz simples o múltiples que contienen uno o más elementos de emisión de luz capaces de irradiar un solo color que incluye el blanco, o una pluralidad de colores que tienen un ancho de banda de modulación a -3 db mayor que 2 MHz.

3. Un sistema de control de potencia de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que dicha etapa de conversión de potencia (50, 60) incluye o una fuente de alimentación de modo lineal o de conmutación.

4. Un sistema de control de potencia de acuerdo con la reivindicación 3, en el que una frecuencia de conmutación fundamental puede estar entre 20 KHz y 1 MHz.

5. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho sistema de control de potencia comprende:

- 35 • al menos una fuente de alimentación de modo de conmutación de CA a CC;
- una o más etapas de accionador de salida (90) que contienen o una disposición de regulador lineal que incluye una fuente de corriente controlada por tensión de alto ancho de banda de modulación o un controlador de tensión (200) para modular la corriente o la potencia adecuada para la transmisión de datos a través del o los dispositivos de emisión de luz conectados (120);
- 40 • un medio para garantizar que la salida de datos de alto ancho de banda de modulación se rechaza o atenúa por la fuente de alimentación de modo de conmutación para garantizar que se mantenga una salida de corriente o potencia estable;
- 45 • un medio para proporcionar comandos de control interno y externo al controlador (80) desde o hacia una red de control de datos.

6. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha etapa de conversión de potencia (50, 60) puede operar de manera estable en un amplio intervalo de corriente de dispositivo de emisión de luz, especialmente a corrientes < 1 % de la corriente de etapa de salida máxima.

7. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, estando dicho sistema de control de potencia configurado para configurar dinámicamente el ciclo de trabajo y la frecuencia de conmutación fundamental de uno o más reguladores de modo de conmutación.

8. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, estando dicho sistema de control de potencia configurado para proporcionar perfiles de potencia o de corriente lineales o no lineales a lo largo de un intervalo de tiempo cuantificado al o a los dispositivos de emisión de luz (120).

9. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha disposición de controlador de tensión o de regulador lineal (200) es capaz de inyectar señales de corriente o tensión en las etapas de salida del convertidor de potencia para proporcionar una tasa de transferencia de datos fotónica inalámbrica entre 1 kbps y 100 Gbps a través del o los dispositivos de emisión de luz conectados (120).

10. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la o las etapas de controlador de salida (90) son capaces de entregar una corriente a uno o más dispositivos de emisión de luz (120) con una magnitud de hasta 100 nanoamperios de una manera controlada.

11. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la característica de salida de luz puede controlarse mediante una o más de las siguientes:
- una señal inalámbrica óptica recibida desde un transceptor remoto;
  - una señal inalámbrica de RF recibida desde un transceptor remoto.
12. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el o los dispositivos de emisión de luz (120) contienen al menos una fuente de luz de estado sólido de alta potencia ( $> 0,1 \text{ W}$ ).
13. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el sistema de iluminación (1) contiene al menos un dispositivo sensible a la luz de alto ancho de banda para recibir datos mediante unas comunicaciones ópticas inalámbricas.
14. Un sistema de control de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la etapa de salida (90) puede entregar potencia a uno o más dispositivos de emisión de luz (120) usando unos perfiles de corriente pulsada, no pulsada o analógica, ya sea exclusivamente o combinados.
15. Un sistema de control de potencia de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el perfil de corriente a través del o de los dispositivos de emisión de luz (120) se selecciona de entre corriente continua, corriente alterna, modulación de ancho de pulso, modulación de amplitud de pulso, modulación de frecuencia de pulso, modulación de densidad de pulso, modulación de sigma delta, modulación de densidad de señal estocástica (SSDM) y modulación de amplitud.

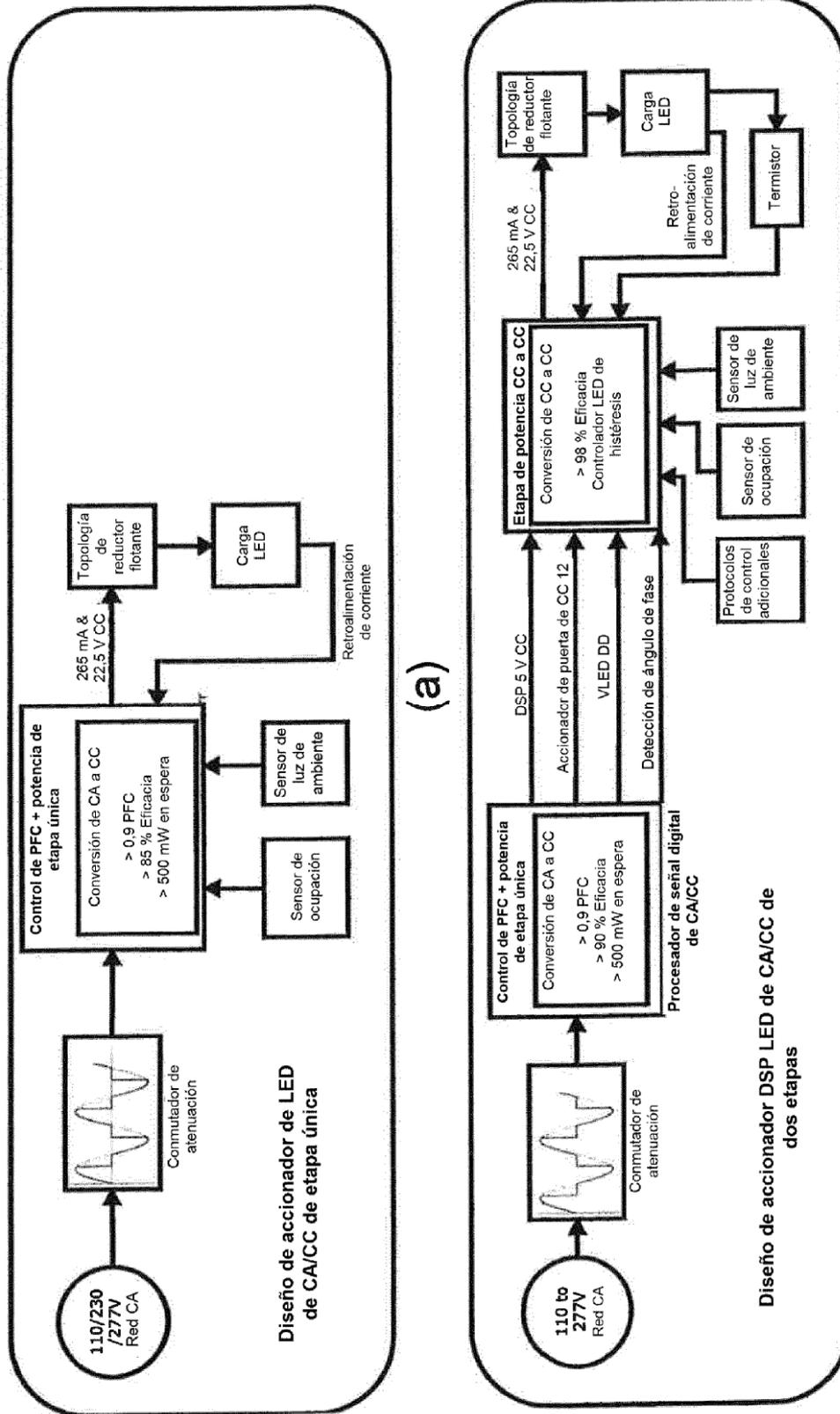


Figura 1: Técnica anterior (b)

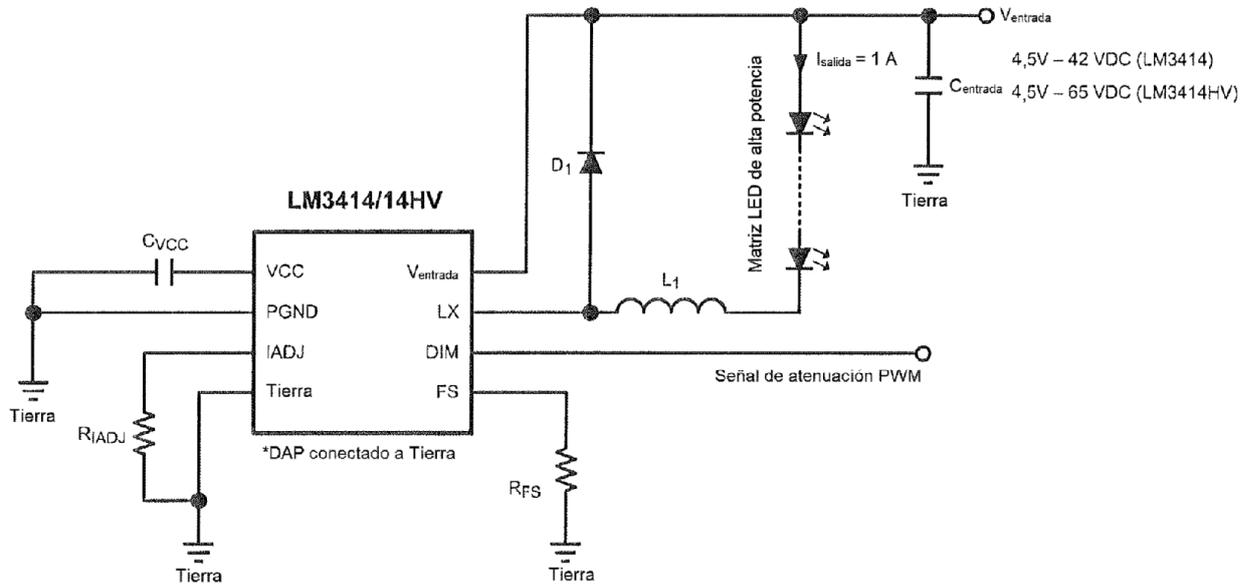


Figura 2 Técnica anterior

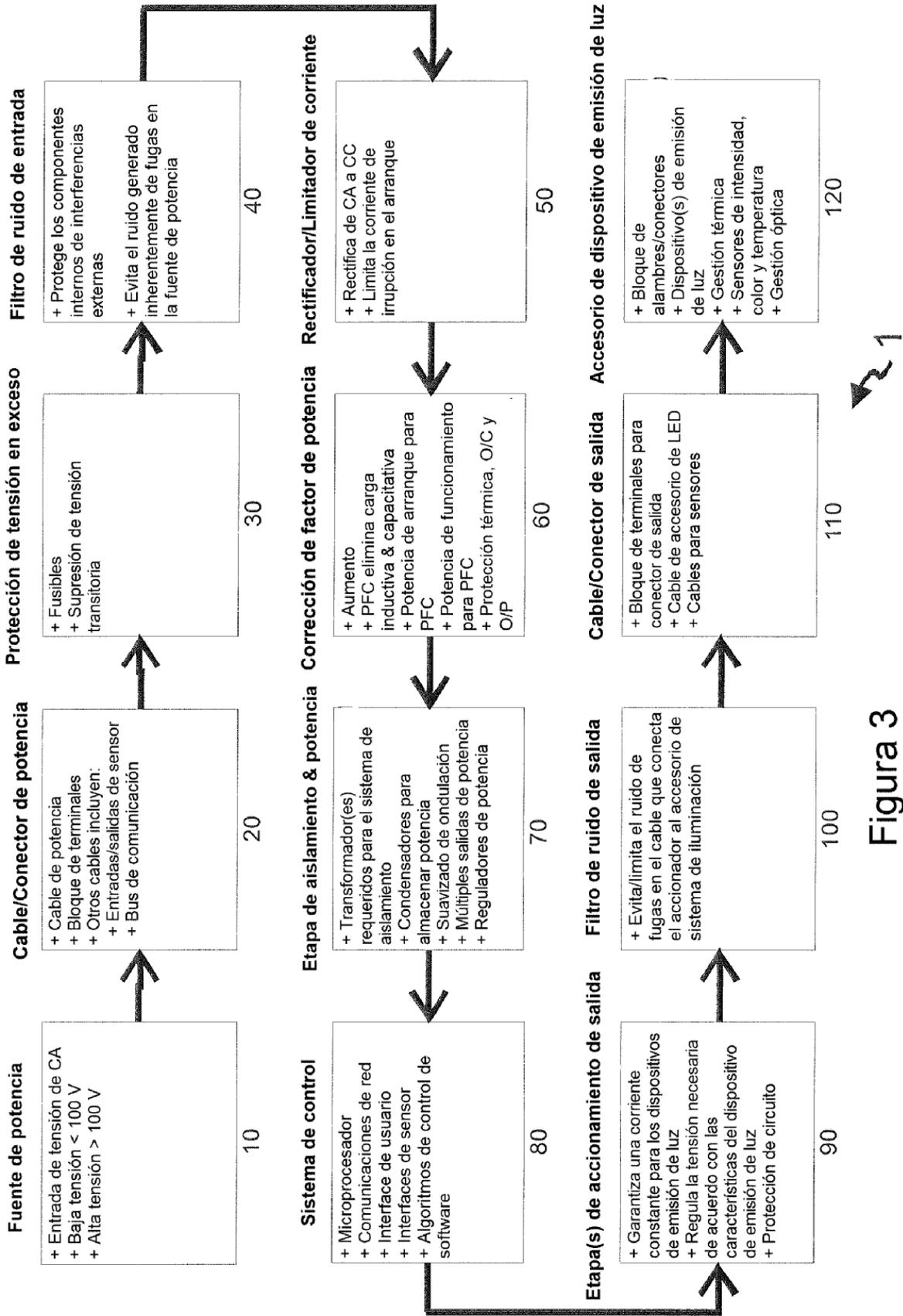


Figura 3

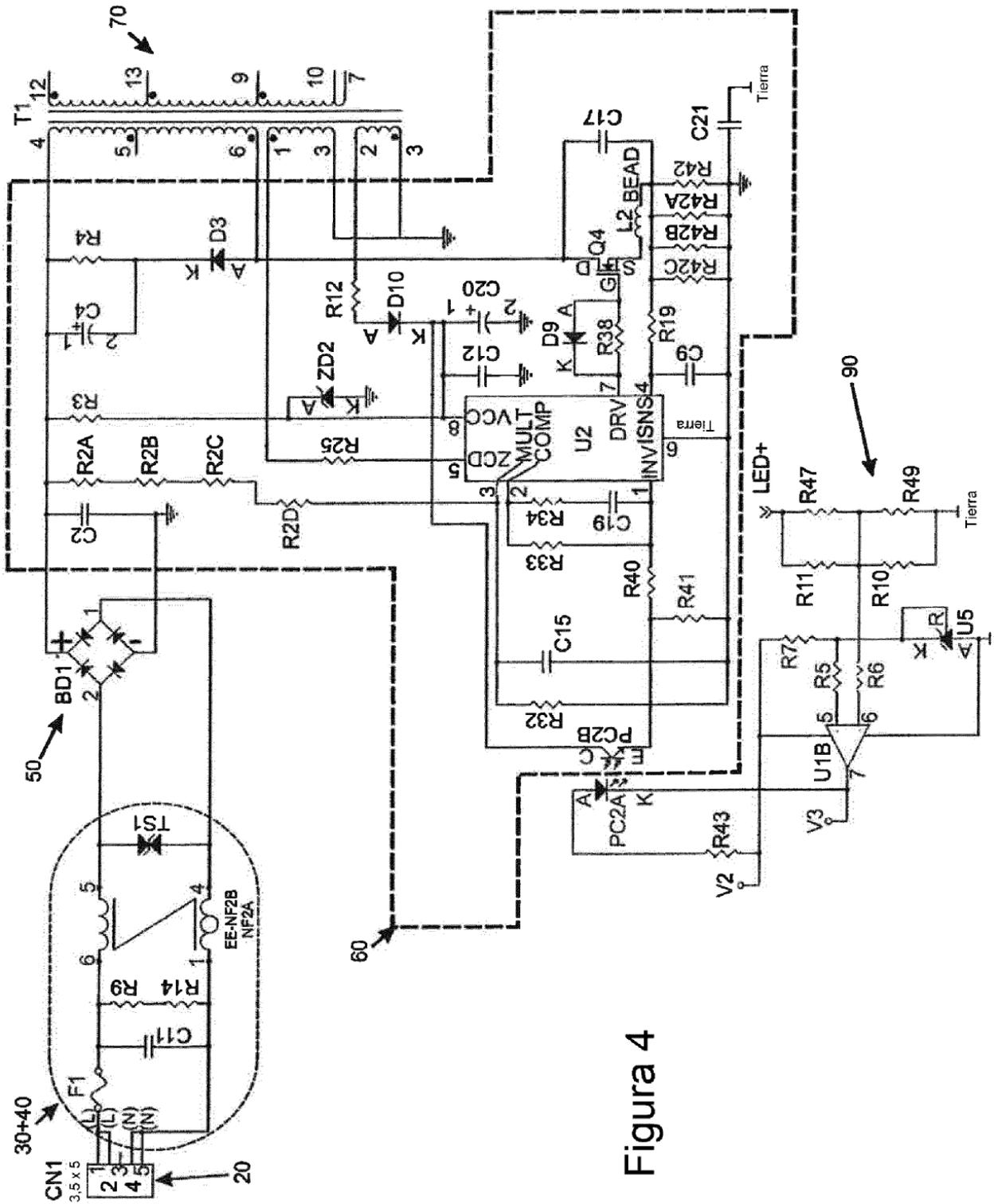


Figura 4

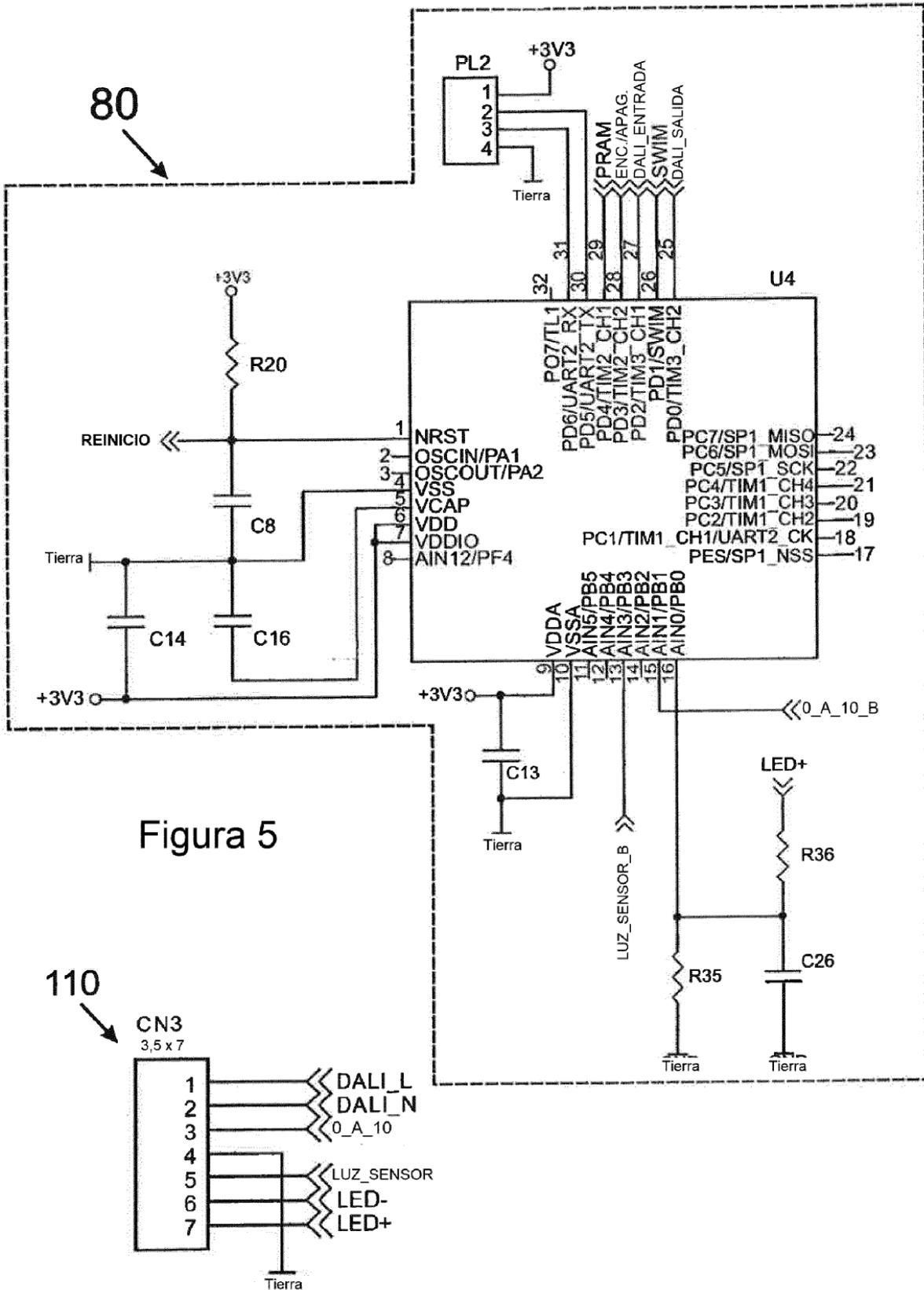


Figura 5

110

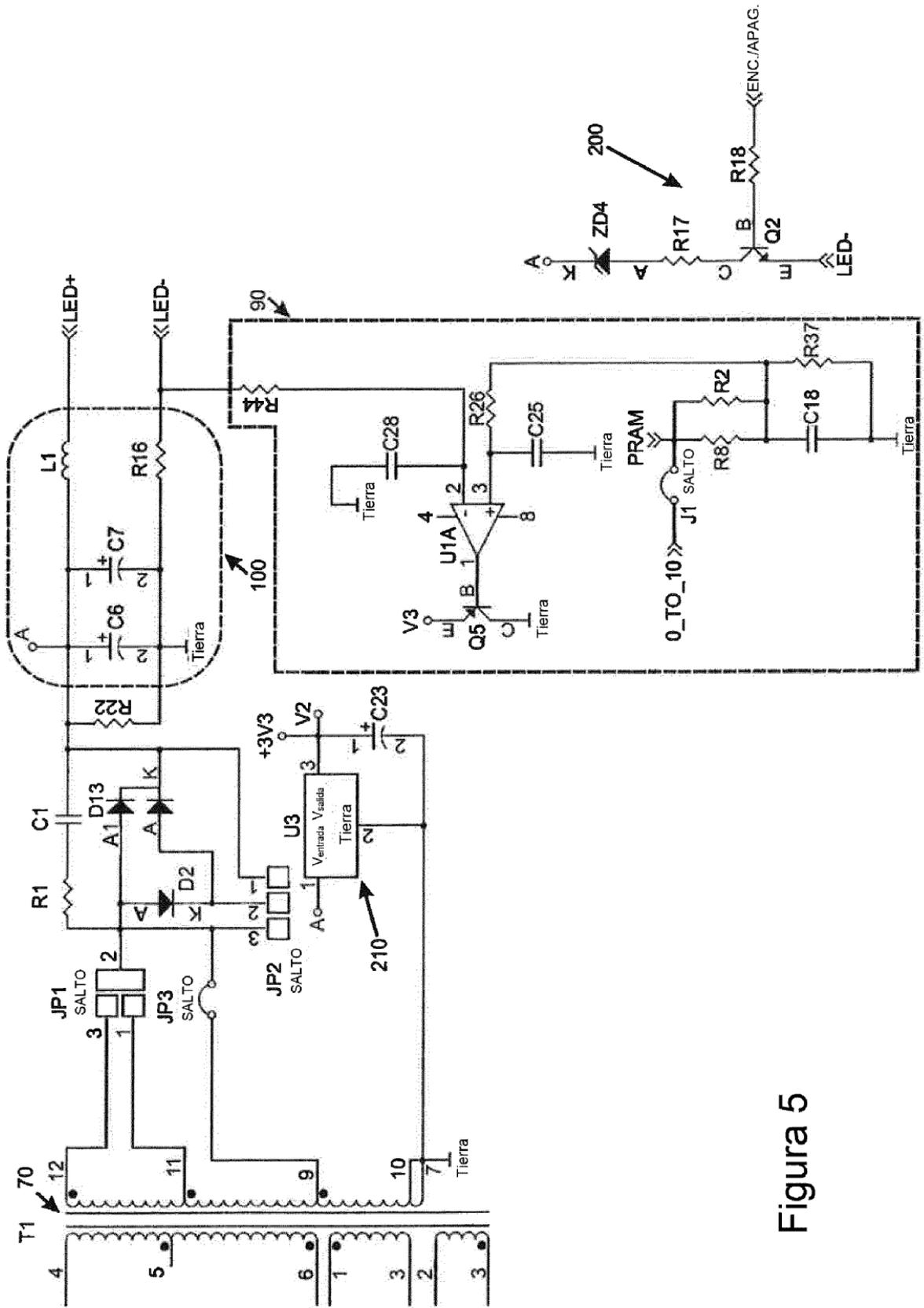


Figura 5

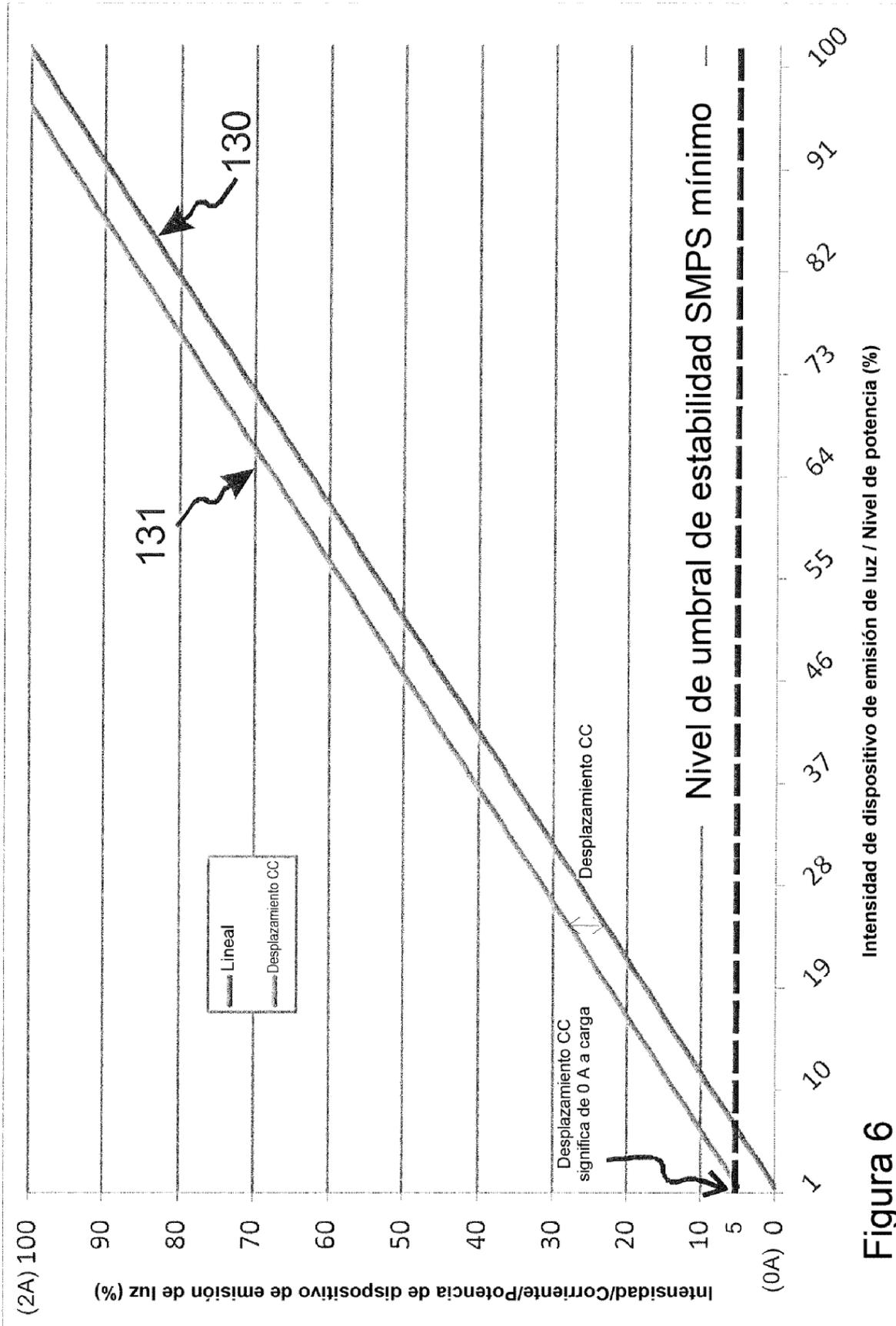


Figura 6

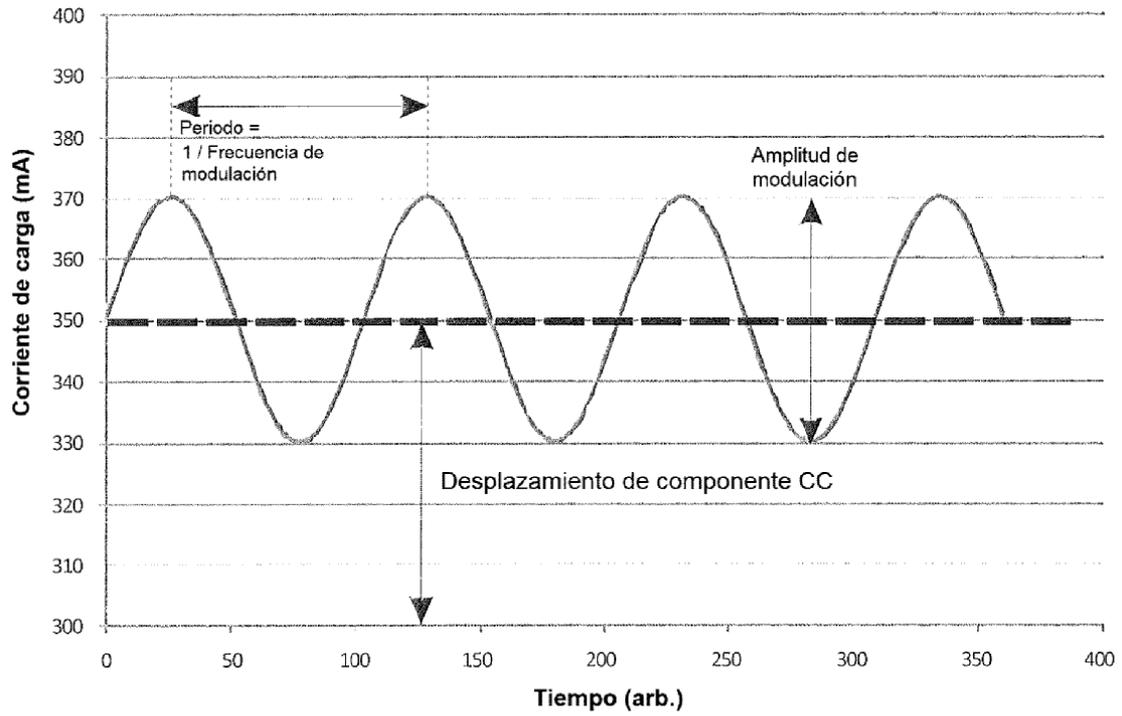


Figura 7a

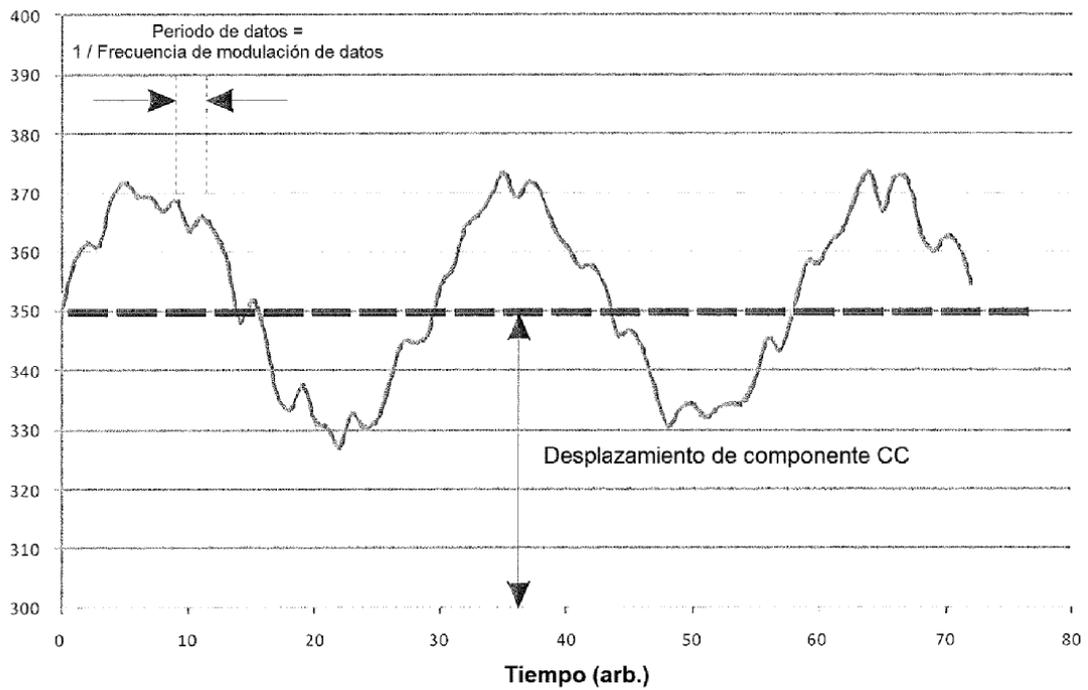


Figura 7b

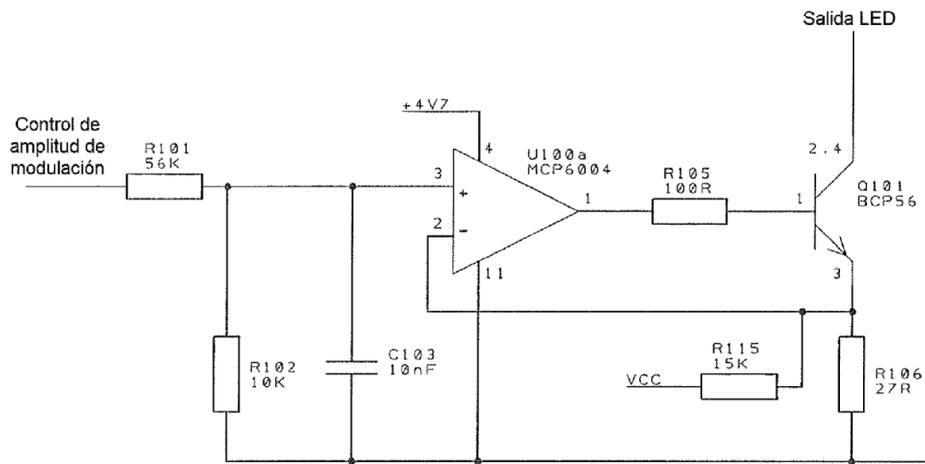


Figura 8a

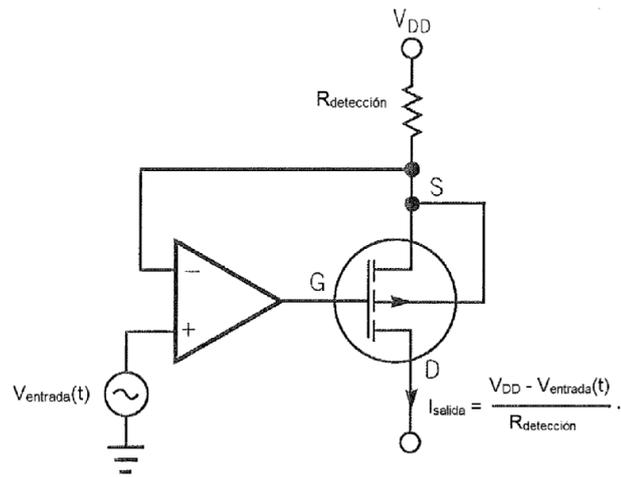


Figura 8b