

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 697 074**

51 Int. Cl.:

**H05B 33/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.07.2015 PCT/EP2015/066543**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2016 WO16016034**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2015 E 15738383 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 3175676**

54 Título: **Circuito para accionar una carga**

30 Prioridad:

**01.08.2014 EP 14179511**

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

**22.01.2019**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
High Tech Campus 5  
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**WILLAERT, JURGEN MARGRIET ANTONIUS;  
BRILMAN, JOOST JACOB y  
DE WILDE, ERIK**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 697 074 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Circuito para accionar una carga

## 5 Campo técnico de la invención

La presente divulgación se refiere a un circuito excitador tal como un convertidor de sobretensión para accionar una carga tal como un LED o una agrupación de LED.

## 10 Antecedentes de la invención

La luz codificada se refiere a técnicas por las que los datos se incrustan en la luz visible emitida por una fuente de luz tal como una luminaria del día a día. En el caso de tal luminaria, la luz así comprende tanto una contribución de iluminación visible para iluminar un entorno diurno tal como una habitación (normalmente el fin primario de la luz), como una señal incrustada para proporcionar información al entorno. Para hacer esto, la luz se modula a una cierta frecuencia o frecuencias de modulación, preferentemente una frecuencia suficientemente alta para estar más allá de una percepción humana y por tanto no afectar a la función de iluminación primaria. También es posible que los datos se transmitan usando una fuente de luz codificada dedicada, en cuyo caso la modulación puede o no estar más allá de la percepción humana.

La luz codificada puede usarse para un número de aplicaciones. Por ejemplo, los datos incrustados en la luz pueden comprender un identificador de la fuente de luz que emite esa luz. Este identificador puede usarse entonces en una fase de comisionado para identificar la contribución desde cada luminaria, o durante la operación puede usarse para identificar una luminaria para controlarla remotamente (por ejemplo mediante un canal de retroceso de RF). En otro ejemplo, la identificación puede usarse para la navegación u otra funcionalidad basada en ubicación, proporcionando un mapeo entre el identificador y una ubicación conocida de la fuente de luz, y/u otra información asociada con la ubicación. En este caso un dispositivo móvil tal como un teléfono móvil o tableta que recibe la luz (por ejemplo a través de una cámara integrada) puede detectar el identificador incrustado y usarlo para buscar la ubicación correspondiente y/u otra información mapeada en el identificador (por ejemplo en una base de datos de ubicación a la que se accede sobre una red tal como Internet). En otras aplicaciones adicionales, otra información puede codificarse directamente en la luz (en oposición a buscarse basándose en una identificación incrustada en la luz).

Para operar, una fuente de luz se conecta a un módulo llamado excitador, que es responsable de suministrar energía a la fuente de luz para generar una salida de luz en el nivel requerido, y también de modular la salida para codificar datos en la luz en el caso de luz codificada. Normalmente el excitador se incorpora en la misma unidad luminaria que la propia fuente de luz. Por ejemplo en el caso de una luminaria basada en LED, los LED colocados en una tarjeta de circuito impreso pueden conectarse como una carga a un excitador LED, y los LED por tanto generan el nivel de luz requerido así como que transmiten uno o más mensajes de luz codificada generados por el excitador LED (por ejemplo basándose en una señal de datos generada por software ejecutado en un microcontrolador).

Un excitador LED normalmente consiste en uno o más convertidores de modo conmutador, tal como un convertidor de sobretensión. Este convertidor (de salida) conectado directamente a la carga LED se usa para modular la corriente LED para la luz codificada. Existen diferentes maneras de modular corriente LED, y por tanto intensidad de luz. Las técnicas conocidas para modular datos en la luz incluyen modulación por ancho de pulsos (PWM), y modulación de frecuencia. La PWM se realiza a una frecuencia fija, con niveles de coeficiente de utilización discretos correspondientes a los niveles lógicos en el mensaje de luz codificada. En la modulación de frecuencia por otro lado, unos niveles de frecuencia discretos se corresponden a los niveles lógicos en los mensajes de luz codificada. Otra técnica de modulación de luz codificada es la modulación de amplitud (AM), donde los niveles de amplitud discretos se corresponden con los niveles lógicos en los mensajes de luz codificada.

50 El documento US 2014/070728 A1 divulga un circuito y un método para accionar diodos emisores de luz.

Sumario de la invención

55 De acuerdo con un aspecto divulgado en este documento se proporciona un circuito para accionar una carga, el circuito comprendiendo circuitería de salida para conectar el circuito a la carga, circuitería de conmutación dispuesta para suministrar energía desde una fuente de energía a la carga, y circuitería de control. La circuitería de salida comprende uno o más componentes de almacenamiento de energía. La circuitería de conmutación se dispone para suministrar energía desde la fuente de energía a la carga suministrando una corriente a través de al menos uno de los componentes de almacenamiento de energía de la circuitería de salida que resiste un cambio en la corriente, o aplicar una tensión por al menos uno de los componentes de almacenamiento de energía de la circuitería de salida que resiste un cambio en la tensión. La circuitería de control se dispone para controlar la circuitería de conmutación, para provocar que dicha corriente o tensión oscile entre una envoltura superior y una envoltura inferior. Además, la circuitería de control se configura para modular datos en dicha corriente o tensión desplazando la envoltura superior entre al menos un primer nivel de amplitud y un segundo nivel de amplitud, y desplazando la envoltura inferior por la misma cantidad en la misma dirección a la vez.

Tal como se ejemplifica en más detalle a continuación en la sección de Descripción Detallada, el desplazamiento de las envolturas superior e inferior juntas ventajosamente permite que la frecuencia de conmutación permanezca constante cuando se aplica modulación de amplitud. Además, las etapas de amplitud aplicadas a ambas envolturas pueden dividirse a la mitad en comparación con realizar etapas en sola una de las envolturas, lo que provoca menos tensión en los componentes magnéticos y otros.

Preferentemente, la envoltura superior está sobre cero para cada uno de dichos niveles, y la envoltura inferior está por debajo de cero para cada uno de dichos niveles. Esto permite ventajosamente una conmutación de tensión cero (por ejemplo, conmutación de tensión cero cuasi resonante).

Los uno o más componentes de almacenamiento de energía pueden comprender al menos un inductor, con la circuitería de conmutación dispuesta para suministrar energía a la carga suministrando dicha corriente a través del inductor, y la circuitería de control disponiéndose para provocar que dicha corriente oscile entre la envoltura superior e inferior y para modular los datos en dicha corriente mediante el desplazamiento de las envolturas superior e inferior. En realizaciones, los uno o más componentes de almacenamiento de energía pueden comprender el inductor y un condensador dispuestos juntos en una formación de filtro para alisar la corriente suministrada a la carga.

Como alternativa, los uno o más componentes de almacenamiento de energía pueden comprender al menos un condensador, con la circuitería de conmutación dispuesta para suministrar energía a la carga suministrando dicha tensión por el condensador, y la circuitería de control estando dispuesta para provocar que dicha tensión oscile entre la envoltura superior e inferior y modular datos en dicha tensión desplazando las envolturas superior e inferior. En realizaciones, los uno o más componentes de almacenamiento de energía pueden comprender el condensador y un inductor dispuestos juntos en una formación de filtro para alisar la tensión aplicada por la carga.

En realizaciones, la circuitería de control puede comprender un primer comparador y un segundo comparador, el primer comparador dispuesto para llevar la oscilación a la envoltura superior comparando la realimentación de dicha corriente o tensión con una señal de referencia superior, y el segundo comparador configurándose para llevar la oscilación a la envoltura inferior comparando la realimentación de dicha corriente o tensión con una señal de referencia inferior.

En realizaciones, dicho desplazamiento de las envolturas superior e inferior puede controlarse por software. Por ejemplo, el software puede controlar el desplazamiento controlando las señales de referencia superior e inferior.

En realizaciones, la circuitería de conmutación puede comprender un conmutador de lado alto para conectar la circuitería de salida a un rail de suministro de tensión superior de dicho suministro de energía, y un conmutador de lado bajo para conectar la circuitería de salida a un rail de suministro de tensión inferior de dicho suministro de energía; la circuitería de control configurándose para provocar que la oscilación aumente hacia la envoltura superior imponiendo el conmutador de lado alto, y provocar que la oscilación disminuya hacia la envoltura inferior imponiendo el conmutador de lado bajo.

En realizaciones, la carga puede comprender una fuente de luz y la circuitería de salida se conecta para accionar la fuente de luz. Por ejemplo, la fuente de luz puede comprender al menos un LED.

En realizaciones, el circuito puede adoptar la forma de un convertidor de sobretensión.

De acuerdo con otro aspecto divulgado en este documento, se proporciona un producto de programa informático para controlar un circuito excitador, el producto de programa informático almacenándose en al menos un medio de almacenamiento legible a ordenador y/o descargable mediante una red informática; en el que: el circuito excitador es operable para suministrar energía desde un suministro de energía a una carga suministrando una corriente a través de al menos un componente de almacenamiento de energía que resiste un cambio en la corriente, o aplicar una tensión por al menos un componente de almacenamiento de energía que resiste un cambio en la tensión, y el circuito excitador comprende circuitería de control operable para provocar que dicha corriente de tensión oscile entre una envoltura superior y una envoltura inferior; y el producto de programa informático comprende código configurado para que, cuando se ejecuta en uno o más procesadores, controle la circuitería de control para modular datos en dicha corriente o tensión desplazando la envoltura superior entre al menos un primer nivel de amplitud y un segundo nivel de amplitud, y desplazando la envoltura inferior por la misma cantidad en la misma dirección al mismo tiempo.

De acuerdo con otro aspecto divulgado en este documento, se proporciona un método para accionar una carga, comprendiendo el método: suministrar energía desde un suministro de energía a la carga mediante una fase de salida que comprende uno o más componentes de almacenamiento de energía, suministrando una corriente a través de al menos uno de los componentes de almacenamiento de energía de la fase de salida que resiste un cambio en la corriente, o aplicar una tensión por al menos uno de los componentes de almacenamiento de energía de la fase de salida que resiste un cambio en la tensión; provocar que dicha corriente o tensión oscile entre una envoltura superior y una envoltura inferior; y modular datos en dicha corriente o tensión desplazando la envoltura superior

entre al menos un primer nivel de amplitud y un segundo nivel de amplitud, y desplazando la envoltura inferior por la misma cantidad en la misma dirección al mismo tiempo.

#### Breve descripción de los dibujos

5 Para ayudar en el entendimiento de la presente divulgación y para mostrar cómo las realizaciones pueden ponerse en efecto, se hace referencia a modo de ejemplo a los dibujos adjuntos en los que:

10 la Figura 1a es un boceto esquemático de un gráfico que muestra la corriente suministrada a una carga,  
 la Figura 1b es otro boceto esquemático de un gráfico que muestra una corriente suministrada a una carga,  
 la Figura 2 es otro boceto esquemático de un gráfico que muestra la corriente suministrada a una carga,  
 la Figura 3 es un diagrama de circuito esquemático de un circuito excitador para accionar una carga,  
 la Figura 4 es otro diagrama de circuito esquemático de un circuito excitador para accionar una carga.  
 15 la Figura 5 es un diagrama de temporización esquemático que muestra la temporización de corriente suministrada a una carga relativa a tensiones en un circuito excitador,  
 la Figura 6 es un rastro de osciloscopio que muestra la temporización de corriente suministrada a una carga relativa a tensiones en un circuito excitador,  
 la Figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de una luminaria, y  
 20 las Figuras 8a a 8d son diagramas esquemáticos que muestran circuitería implicada en una conmutación de tensión cero cuasi resonante.

#### Descripción detallada de realizaciones preferentes

25 La Figura 4 muestra un ejemplo de un circuito excitador 300 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación, para accionar un LED (o grupo de LED) para emitir luz codificada. La Figura 3 es un diagrama equivalente del mismo circuito en forma simplificada. En el ejemplo ilustrado, el circuito 300 adopta la forma de un convertidor de sobretensión de conmutador doble y síncrono, y unos circuitos similares y/o equivalentes pueden encontrarse en el excitador LED Xitanium 75W, o de hecho como puede usarse para otros excitadores. En realizaciones, añadir la función de luz codificada divulgada al excitador LED Xitanium 75W requiere solo una  
 30 actualización de firmware, similar a actualizaciones para smartphones o tabletas. No existe la necesidad de cambiar el hardware y, como tal, los excitadores LED instalados anteriormente también pueden actualizarse con capacidad de luz codificada. Sin embargo, se apreciará que esto es solo un ejemplo, y otras implementaciones son posibles, ya sea en un puro hardware o una combinación de hardware y software tal como firmware.

35 El circuito 300 comprende un primer conmutador electrónico de lado alto (por ejemplo MOSFET) SW1, un segundo conmutador electrónico de lado bajo (por ejemplo otro MOSFET) SW2, y un resistor de detección RS1 conectado en serie entre un rail de suministro superior y un rail de suministro inferior de un suministro de energía, en este caso entre una tensión positiva Vbus y la tierra respectivamente (pero se apreciará que otras disposiciones de railes de  
 40 suministro son posibles, por ejemplo railes de suministro positivos y negativos). Cada conmutador SW1 y SW2 tiene un primer terminal de conducción, un segundo terminal de conducción y un terminal de conmutación para controlar si la corriente puede fluir entre el primer y segundo terminal de conducción (por ejemplo en el caso de un MOSFET de canal N como se ilustra, estos son el drenaje, fuente y puerta respectivamente). El conmutador de lado alto SW1 tiene su primer terminal de conducción conectado al Vbus de rail de suministro superior, y su segundo terminal de  
 45 conducción conectado al primer terminal de conducción del conmutador de lado bajo SW2. El conmutador de lado bajo SW2 tiene su segundo terminal de conducción conectado a un primer terminal del resistor de detección RS1, y el otro terminal del resistor de detección RS1 se conecta al rail de suministro inferior (en este ejemplo a tierra). Así se forma una juntura entre el conmutador de lado alto SW1 y el conmutador de lado bajo SW2 (es decir, el alambre que conecta el segundo terminal de conducción del conmutador de lado alto SW1 y el primer terminal de conducción del conmutador de lado bajo SW2), y una juntura adicional entre el conmutador de lado bajo SW2 y el resistor de  
 50 detección RS1 (es decir, el alambre que conecta el segundo terminal de conducción del conmutador de lado bajo SW2 con el primer terminal del resistor de detección RS1).

55 El circuito 300 también comprende una fase de salida que comprende una pluralidad de componentes de almacenamiento de energía, en este caso un inductor L1 y un condensador C1. La juntura entre el conmutador de lado alto SW1 y el conmutador de lado bajo SW2 se conecta a un primer terminal del inductor L1, y el otro terminal del inductor L1 se conecta a una línea de salida 304 que es la conexión a la carga 704 (véase además la Figura 7 descrita brevemente). Además la circuitería de conmutación SW1, SW2 es operable para conectar la carga 704 mediante el inductor L1 ya sea al Vbus de rail de suministro superior o al rail de suministro inferior (en este caso tierra). Debe apreciarse que tal como se analizará en más detalle a continuación, los conmutadores de lado alto y  
 60 lado bajo SW1 y SW2 se conmutan alternativamente de manera que cuando uno está apagado el otro está encendido, y viceversa.

65 La línea de salida 304 también se conecta a un primer terminal del condensador C1, y el otro terminal del condensador C1 se conecta al rail de suministro inferior (por ejemplo tierra) formando así un filtro con el inductor L1 en la fase de salida.

El circuito 300 comprende además un controlador de ciclo por ciclo 302, que tiene una primera salida conectada para controlar el terminal de conmutación del conmutador de lado alto SW1 con una primera señal de conmutación Vbuck<sub>hi</sub>, y una segunda salida conectada para controlar el terminal de conmutación del conmutador de lado bajo SW2 con una segunda señal de conmutación Vbuck<sub>lo</sub>. En realizaciones, ambas de estas conexiones son mediante una memoria intermedia 404, por ejemplo una FAN7380. El controlador ciclo por ciclo 302 también puede tener una tercera salida conectada a la entrada de un circuito de Detección de Tensión Cero (ZVD) 406, con la salida del circuito ZVD conectada a la juntura entre el conmutador de lado alto SW1 y el conmutador de lado bajo SW2. El circuito ZVD 406 es un circuito de medición/detección incrustado en hardware que detecta si la tensión por cualquiera de los conmutadores SW1 y SW2 es cero o cerca de cero.

En la práctica, la señal de salida ZVD será normalmente una copia de escala menor de la tensión de entrada de circuito ZVD. El escalado es necesario para el controlador ciclo por ciclo 302 que puede solo manipular ciertos niveles de tensión (por ejemplo 5V), mientras la tensión del circuito ZVD que se conecta al drenaje de SW2/fuente de SW1 aumenta y desciende entre Vbus (normalmente al menos 400V con respecto a gnd) y gnd.

Además, el circuito 300 comprende un primer comparador CP1 y un segundo comparador CP2, con la salida del primer comparador CP1 que se conecta a una primera entrada del controlador ciclo por ciclo 302, y la salida del segundo comparador CP2 que se conecta a una segunda entrada del controlador ciclo por ciclo 302. Cada uno de los comparadores CP1 y CP2 comprende una primera entrada y una segunda entrada para comparación con la primera entrada, por ejemplo una entrada de inversión (-) y una entrada de no inversión (+) respectivamente. El circuito 300 comprende un circuito PCD ("Detección de Corriente (máxima) positiva") 408 conectado para obtener la realimentación de la corriente iL que fluye a través del inductor L1 cuando se conecta por el conmutador de lado alto SW1 al rail de suministro superior Vbus, y un circuito NCD ("Detección de Corriente (máxima) Negativa") 410 conectado para obtener realimentación de la corriente iL que fluye a través del inductor L1 cuando se conecta mediante el conmutador de lado bajo SW2 al rail de suministro inferior (en este caso tierra). En realizaciones, el circuito PCD 408 se conecta para usar la tensión desde un enrollamiento secundario en el inductor L1 para integrar y por tanto reconstruir la corriente de inductor iL cuando el conmutador de lado alto SW1 conduce, mientras que el circuito NCD 410 se conecta a la juntura entre el conmutador de lado bajo SW2 y el resistor de detección RS1 para medir la corriente de inductor iL midiendo la corriente a través del resistor de detección RS1 cuando el conmutador de lado bajo SW2 está conduciendo. Sin embargo, se apreciará que otras disposiciones son posibles para obtener la realimentación.

Por ejemplo, el circuito PCD 408 puede extenderse también para incluir la detección de la corriente máxima negativa también, haciendo que el circuito NCD 410 en ese caso esté obsoleto. El circuito PCD 408 mantendría la misma tensión de enrollamiento secundario como entrada para reconstruir la corriente de inductor, pero tendría dos salidas, una que va al CP1 y la otra conectada al CP2. Sin embargo, en la implementación preferida, los circuitos PCD y NCD son soluciones separadas basándose en dos fuentes de entrada diferentes para la detección, es decir tensión de enrollamiento secundario desde el inductor L1 para PCD y tensión por el resistor de detección RS1 para NCD.

El circuito PCD 408 se conecta para suministrar su realimentación de la corriente de inductor iL a una de las entradas del primer comparador CP1, por ejemplo la entrada de no inversión. La otra entrada del primer comparador CP1, por ejemplo la entrada de inversión se conecta para recibir una señal de referencia superior Vref<sub>hi</sub>. El circuito NCD 410 se conecta para suministrar su realimentación de la corriente de inductor iL a una de las entradas del segundo comparador CP2, por ejemplo la entrada de inversión. La otra entrada del segundo comparador CP2 por ejemplo la entrada de no inversión, se conecta para recibir una señal de referencia inferior Vref<sub>lo</sub>. En realizaciones, el primer y segundo comparador CP1, CP2 se conectan para recibir las señales de referencia superior e inferior Vref<sub>hi</sub>, Vref<sub>lo</sub>, respectivamente desde el software ejecutado en un procesador tal como un microprocesador. En realizaciones, el controlador ciclo por ciclo 302 y los comparadores CP1, CP2 se integran en la misma unidad de microcontrolador (MCU) 402 que ejecuta el software para generar la señal de referencia superior e inferior Vref<sub>hi</sub> y Vref<sub>lo</sub>. Sin embargo, esto no tiene que ser el caso en todas las realizaciones posibles, por ejemplo. Vref<sub>hi</sub> y Vref<sub>lo</sub> podrían generarse por uno o más procesadores separados del controlador ciclo por ciclo 302 y/o comparadores CP1, CP2; o Vref<sub>hi</sub> y Vref<sub>lo</sub> podrían generarse incluso por circuitería de hardware dedicado, o circuitería configurable o reconfigurable tal como PGA o FPGA.

La Figura 7 muestra el circuito 300 de las Figuras 3 y 4 en contexto. En este caso el circuito 300 se integra como una luminaria 702. Tal luminaria 702 comprende normalmente: una o más placas LED 704, comprendiendo cada una uno o más LED 706, y al menos un excitador LED 300 conectado para accionar los LED 706 de las una o más placas LED 704; junto con cualquier placa óptica y/o cualquier material o dispositivo óptico para dirigir y/o moldear la luz emitida de los LED 706, y un armazón metálico u otro armazón o estructura de alojamiento para soportar el excitador 300, las placas LED 704 y óptica. El circuito excitador 300 se dispone para recibir su suministro de energía mediante cables de suministro 708, y para recibir los datos a modular en la luz (así como cualquier otro dato tal como un nivel de atenuación) mediante una interfaz digital 710.

De acuerdo con realizaciones de la presente divulgación, el excitador LED 300 se configura para luz codificada (en realizaciones solo por una actualización de software), y por supuesto también para accionar los paneles LED 704

conectados a su salida al nivel (de atenuación) solicitado por el usuario. En el caso de luz codificada, la corriente LED se modulará (en este caso con modulación de amplitud), modulando por tanto la luz emitida.

5 La operación del circuito 300 se analiza en relación con las Figuras 1a, 1b y 2. Con el fin de ilustración, se considera que el controlador ciclo por ciclo 302 comienza con  $V_{buck\_hi}$  establecido a un nivel alto lógico y  $V_{buck\_lo}$  establecido a un nivel bajo lógico. Esto significa que el conmutador de lado alto SW1 se activará (conducción) y el conmutador de lado bajo SW2 se desactivará (no conducción). Así el inductor L1 se conecta al rail de suministro superior Vbus, y la corriente comienza a ascender (aumentar) en el inductor L1 en la dirección desde el rail de suministro superior Vbus a la carga 704. Mientras esto ocurre, el primer comparador CP1 compara la realimentación de esta corriente (recibida por el circuito PCD 408) con la señal de referencia superior  $V_{ref\_hi}$  (por ejemplo suministrada por software). Nótese que la realimentación puede ser una señal de tensión representativa de la corriente  $i_L$ . El resultado de la comparación se envía desde el primer comparador CP1 al controlador ciclo por ciclo 302. En el momento Tetapa, cuando la realimentación alcanza el nivel de la señal de referencia superior  $V_{ref\_hi}$ , correspondiente a la envoltura superior (dirección superior)  $l_{env\_hi}$  se aplica a la corriente de inductor  $i_L$ , entonces el controlador ciclo por ciclo 302 establece  $V_{buck\_hi}$  a una baja lógica y establece  $V_{buck\_lo}$  a una lógica alta. Esto significa que el conmutador del lado alto SW1 se desactivará ahora (no conducción) y el conmutador de lado bajo SW2 se activará (conducción). Así el inductor L1 se conecta ahora al rail de suministro inferior (por ejemplo tierra) y la corriente comienza a descender (disminuir) en el inductor L1 (en el caso de las Figuras 1b y 2, invirtiéndose eventualmente el flujo en la dirección desde la carga 704 al rail de suministro inferior). Mientras esto ocurre, el segundo comparador CP2 compara la realimentación de esta corriente (recibida por el circuito NCD 410) con la señal de referencia inferior  $V_{ref\_lo}$  (por ejemplo suministrada por software). El resultado de esta comparación se envía desde el segundo comparador CP2 al controlador ciclo por ciclo 302. Una vez que la realimentación alcanza el nivel de la señal de referencia inferior  $V_{ref\_lo}$ , correspondiente a la envoltura inferior (dirección inferior)  $l_{env\_lo}$  a aplicar a la corriente de inductor  $i_L$ , entonces el controlador ciclo por ciclo 302 ajusta  $V_{buck\_hi}$  de vuelta a la lógica alta y establece  $V_{buck\_lo}$  de vuelta a la lógica baja. Así el proceso se repite en un ciclo, con la corriente  $i_L$  en el inductor  $i_L$  oscilando entre los niveles de la envoltura superior e inferior  $l_{env\_hi}$  y  $l_{env\_lo}$ .

30 En realizaciones, la detección de la corriente de inductor  $i_L$  se divide en dos circuitos, uno para detectar la corriente positiva (circuito PCD 408) y uno para detectar la corriente negativa (circuito NCD 410) de inductor máximo. Una descripción de los dos circuitos sigue a continuación.

35 El circuito PCD 408 usa la tensión desde un enrollamiento secundario en el inductor L1 para integrar y reconstruir la corriente de inductor en momentos donde el conmutador SW1 está conduciendo. La señal de excitación  $V_{buck\_hi}$  desde el MCU 402 se usa para restablecer apropiadamente el elemento de circuito de integración, un condensador, antes del inicio del siguiente ciclo de integración. Cuando la corriente máxima medida supera la referencia de corriente máxima positiva, el conmutador de lado alto SW1 se desactiva. Tal como se analizará adicionalmente a continuación, las etapas se superponen encima de la referencia de corriente máxima positiva para lograr luz codificada. La corriente de inductor máxima positiva y de esta manera la corriente LED, y por tanto el nivel de luz emitida, seguirán estas etapas.

40 El circuito NCD 410 usa información desde el resistor de detección RS1 en serie con el conmutador SW2 para reconstruir y medir la corriente negativa en momentos en que el conmutador SW2 está conduciendo. La corriente medida se compara con un nivel de referencia de corriente máxima negativa y cuando se supera el máximo inferior, el conmutador SW2 se desactiva. De manera similar a la referencia máxima positiva, las etapas de corriente para luz codificada se aplican a esta referencia; y por eso la corriente de inductor máxima negativa, y así la corriente LED y por tanto el nivel de luz seguirán.

50 El circuito 300 puede describirse como una sobretensión "histerética". La histéresis es la propiedad de un circuito por la que la salida no solo depende de la entrada presente del circuito, sino también de su historial de entradas pasadas (en este caso debido a los componentes de almacenamiento de energía L1 y C1). El nombre sobretensión "histerética" se refiere al comportamiento de histéresis de la corriente de inductor que aumenta y disminuye entre dos niveles predeterminados, en este caso los niveles de referencia para la corriente de inductor máxima negativa y positiva.

55 El ciclo de corriente de inductor entre los niveles de corriente de referencia superior e inferior significa que las perturbaciones en Vbus que pueden estar presentes no impactan en la amplitud de ciclo como tal (porque eso se dicta por los valores de referencia superior e inferior), y por lo tanto la corriente promedio (de salida), es decir la corriente LED, no se ve afectada por las perturbaciones en Vbus, aunque el ciclo/frecuencia de conmutación puede verse/se verá afectado. Por esto la relación de rechazo de perturbaciones Vbus en la corriente LED de una sobretensión histerética es muy buena.

60 En realizaciones, el inductor L1 se conecta con un condensador C1 en paralelo con la carga 704, formando así un filtro por lo que la corriente se suministra a la carga 704 en una forma alisada  $i_L'$  que se iguala aproximadamente a la corriente de CC. Alternativamente o adicionalmente, otro circuito de filtro (no se muestra) podría conectarse entre la línea de salida 304 y la carga 704.

Nótese además, aunque no se muestra en las Figuras 3 y 4, en realizaciones también puede proporcionarse otro bucle de realimentación exterior que es responsable de controlar la corriente LED (corriente de inductor promedia).

Para el fin de la luz codificada, la modulación se logra controlando las corrientes de inductor máximas positiva y/o negativa  $I_{env\_hi}$  y  $I_{env\_lo}$  del convertidor de sobretensión, a través de la codificación de niveles de referencia  $V_{ref\_hi}$  y  $V_{ref\_lo}$  de los comparadores (de ventana) CP1 y CP2 (por ejemplo controlados por software).

Una manera de hacer esto sería mantener la envoltura inferior  $I_{env\_lo}$  en un nivel positivo constante (manteniendo  $V_{ref\_lo}$  constante); y para modular solo la envoltura superior  $I_{env\_hi}$  (controlando  $V_{ref\_hi}$ ) para representar los datos. Por ejemplo, una envoltura superior representa una lógica 1 en los datos y una envoltura inferior representa una lógica 0 (o viceversa o más generalmente otros símbolos para representar datos podrían modularse en la envoltura de manera similar). Esto se ilustra en la Figura 1a. Sin embargo, existen un número de problemas con esta técnica.

Primero, en realizaciones puede ser preferente ser capaz de explotar la conmutación de tensión cero (ZVS) preferentemente ZVS cuasi resonante (QR-ZVS). Para los presentes fines, la conmutación de tensión cero significa activar un dispositivo de conmutador (normalmente un MOSFET) solo en el momento cuando la tensión (tensión de fuente de drenaje en el caso de un MOSFET) por este dispositivo de conmutación es igual a cero. Así, en el ejemplo de las Figuras 3 y 4, esto significa la conmutación de SW1 y SW2 en el momento cuando la tensión de drenaje de fuente es cero.

Para lograr esto, el modo de operación preferido de la sobretensión histerética es un modo de operación de límite, es decir la corriente de inductor  $I_L$  se vuelve negativa para crear condiciones de conmutación cero para el conmutador de lado alto SW1 (MOSFET). Esto se ilustra en la Figura 1b. Como puede verse, la envoltura inferior  $I_{env\_lo}$  se mantiene ahora negativa a su través (a diferencia de la Figura 1a). La conmutación de tensión cero es aconsejable porque las pérdidas de conmutación pueden ser sustanciales cuando no se conmuta bajo condiciones de tensión cero desde una tensión de bus alta ( $V_{bus}$ ) (por ejemplo en realizaciones alrededor de 400-500 V). Los conmutadores SW1 y SW2 se controlan por el controlador ciclo por ciclo 302 que genera las señales de excitación correctas para ambos conmutadores para operar la sobretensión en el modo de conducción de límite (modo de conducción crítico) en todo momento, es decir creando condiciones de conmutación de tensión cero para minimizar pérdidas. Por ejemplo, el controlador ciclo por ciclo 302 puede comprender generadores PWM que pueden manipular al menos los eventos desde los comparadores CP1, CP2 junto con algunas señales más (no dibujadas en la Figura 4) para garantizar el modo de operación crítico/de límite.

Sin embargo, todavía existen uno o más problemas que abordar incluso con la modulación divulgada en relación con la Figura 1b.

En particular, solo cuando la corriente máxima positiva  $I_{env\_hi}$  se modula, el resultado es que la frecuencia de conmutación (la frecuencia de oscilación de un lado a otro entre las envolturas superior e inferior  $I_{env\_hi}$  y  $I_{env\_lo}$ ) es diferente para los niveles lógicos diferentes, por ejemplo, diferente para 0 s que para 1 s. Los cambios en la frecuencia de conmutación tienen un impacto negativo en la calidad de la luz (ondas en la corriente LED) y deberían por tanto evitarse.

Además, para lograr una cierta etapa  $x$  en la corriente LED (por ejemplo 10 %) para el fin de la luz codificada, un cambio de  $2x$  en la amplitud es necesario (por ejemplo 20 %), lo que incrementa significativamente las tensiones en el inductor. De nuevo se hace referencia a la Figura 1b.

Como se muestra en la Figura 2, las realizaciones de la presente divulgación proporcionan una solución en uno o ambos de estos problemas, modulando ambas referencias para la corriente de inductor máxima positiva  $I_{env\_hi}$  y la corriente de inductor máxima negativa  $I_{env\_lo}$  por la misma cantidad en la misma dirección al mismo tiempo (Tetapa). En este caso, la frecuencia de conmutación siempre es igual, por lo que la onda de conmutación en la corriente LED no cambiará. Así la calidad de la luz y la calidad de la luz codificada mejoran en comparación con la situación donde solo una de las dos referencias se modula.

Además, cuando ambos niveles de referencia cambian por una cantidad  $x$  (por ejemplo 10 %) para fines de luz codificada, entonces la corriente de inductor promedia y por tanto la corriente LED también cambia solo por  $x$  (por ejemplo también 10 %), limitando así las tensiones en el inductor L1. Es decir, para lograr una cierta etapa  $x$  en la corriente LED (por ejemplo 10 %), solo un cambio de  $x$  se requiere en la amplitud, no  $2x$ .

De esta manera, el control histerético se logra, que proporciona un muy buen control sobre la corriente de salida promedia, es decir corriente LED y así luz.

Como se ha mencionado, el hardware del excitador LED Xitanium 75W permitirá la adaptación de la funcionalidad del dispositivo mediante una actualización solo de software, añadiendo por tanto funcionalidad de luz codificada de acuerdo con la invención en las funciones existentes del excitador LED. En el tiempo Tetapa, ambos niveles de referencia  $I_{env\_hi}$  y  $I_{env\_lo}$  se incrementan con una amplitud igual, conduciendo así a un incremento equivalente en la amplitud desde la corriente LED promedia (a un nivel por encima del promedio general requerido para el nivel de

atenuación LED actualmente ajustado). Las disminuciones se logran de manera similar ajustando los niveles de referencia tanto para la corriente máxima positiva como negativa disminuida, conduciendo así a una disminución equivalente en la amplitud de la corriente LED promedio (a un nivel inferior que el promedio general requerido para el nivel de atenuación LED actualmente ajustado. Debe apreciarse que la corriente LED se corresponde a un nivel de intensidad ligero, y que la luz codificada también está activa en niveles atenuados.

Las etapas de amplitud de luz codificada se temporizan en intervalos fijos equidistantes y pueden integrarse en el programador de tareas ya existente del excitador LED. Por ejemplo: para lograr un índice de símbolo de luz codificada de 2 kHz, una actualización de niveles de referencia cada 500  $\mu$ s se requiere, que encaja en el programador de 250  $\mu$ s (4 kHz) del excitador LED: cada dos clics un siguiente nivel en la luz codificada se establece.

La Figura 5 muestra un diagrama de temporización de la sobretensión de sincronización, incluyendo señales  $i_L$ , ZVD, Vbuck\_hi y Vbuck\_lo. La Figura 6 muestra las mediciones del mundo real de las mismas señales que la Figura 5.

En referencia al etiquetado en la Figura 5, los eventos 1 a 3 muestran la secuencia de desactivación de SW1 a activación de SW2:

- al lograr la corriente de referencia máxima positiva, SW1 se desactiva, es decir Vbuck\_hi se vuelve bajo;
- como resultado, la tensión de drenaje en SW2 (= tensión de fuente en SW1) cae y por tanto ZVD (que es un valor escalado de tensión de drenaje) cae a cero después de algún tiempo;
- el borde que cae de ZVD se detecta y SW2 se activa (Lo-buck se vuelve alto).

De la misma manera, los eventos 4 a 6 muestran la secuencia de desactivación de SW2 a activación de SW1:

- al lograr la corriente de referencia máxima negativa, SW2 se desactiva, es decir Lo-buck se vuelve bajo;
- como resultado, ZVD aumenta a la tensión de suministro de por ejemplo 5V;
- el borde creciente de ZVD se detecta y SW1 se activa (Hi-buck se vuelve alto).

Estas secuencias se mantienen cuando los niveles de corriente máxima positiva y negativa se modulan para mensajes de luz codificada.

Una descripción de la conmutación de tensión cero se proporciona ahora en referencia a las Figuras 8a a 8d.

La Conmutación de Tensión Cero (ZVS) en el presente caso significa activar un dispositivo de conmutación (normalmente un MOSFET) solo en el momento cuando la tensión (tensión de fuente de drenaje del MOSFET) por este dispositivo de conmutación es igual a cero. ZVS cuasi resonante se refiere a una manera en la que ZVS se logra: la energía resonante se usa durante los momentos de conmutación para crear tensiones cero por el dispositivo antes de activarlo. Los elementos resonantes consisten en un inductor LI y capacitancias parasíticas Cpar1 y Cpar2 presentes por los dispositivos de conmutación. La resonancia ocurre cuando ambos conmutadores SW1 y SW2 se desactivan, es decir no conducen corriente (de inductor).

En la práctica, ZVS significa básicamente: primero el diodo de cuerpo intrínseco (caída de tensión hacia delante) del MOSFET está conduciendo la corriente (de inductor), después el canal (caída de tensión inferior,  $R_{dson}$ ) conduce la corriente aplicando la tensión de puerta-fuente y, como resultado, activando el dispositivo.

En el caso de la sobretensión de sincronización, el conmutador inferior SW2 se mantiene cerrado por algún tiempo superior, ajustado por el nivel de referencia de corriente máxima negativa para almacenar energía resonante adicional en el inductor que no contribuye a la corriente de salida solo para crear condiciones ZVS para el conmutador SW1.

De hecho, las condiciones ZVS para el conmutador SW1 necesitan crearse solo cuando la tensión por el condensador de salida C1 ( $V_{C1}$ ) es menor que la mitad de la tensión de bus Vbus; es decir, la energía adicional en el inductor es solo necesaria para que el conmutador SW1 logre ZVS si  $V_{C1} < 0,5 * V_{bus}$ . Las cargas de LED típicas conectadas a la salida del convertidor de sobretensión tienen de hecho tensiones de carga  $V_{C1}$  menores que la mitad de la tensión bus Vbus, y por tanto la introducción de la sobretensión de sincronización.

La Figura 8a muestra la parte del ciclo en la que SW1 está conduciendo. La Figura 8b muestra la parte del ciclo en la que SW1 está desactivado cuando  $i_{L1}$  alcanza el nivel de referencia máxima positiva. Lo que queda son parasíticos Cpar1 y Cpar2 que están (des)cargados. ZVD (tensión de drenaje de SW2) cae. Véase la Figura 5, eventos 1 y 2. La Figura 8c muestra la parte del ciclo en la que ZVD (tensión de drenaje del conmutador SW2) ha caído a cero (actualmente aproximadamente -0,7 V), y el diodo del cuerpo intrínseco Dcuerpo2 de SW2 está ahora conduciendo corriente de inductor. Véase la Figura 5, entre el evento 2 y 3. La Figura 8d muestra la parte del ciclo en la que, al mismo tiempo después de que el diodo de cuerpo conduzca la corriente en el dispositivo de conmutación SW2 (MOSFET 2), el MOSFET se activa y el canal conduce ahora la corriente. Véase la Figura 5, evento 3.

(QR-)ZVS tiene las ventajas de pérdidas minimizadas (de activación) y por tanto temperatura en el dispositivo; y la interferencia electromagnética reducida (EMI), por unos altos valores  $dv/dt$  debido a una conmutación (dura) se evita.

5 Se apreciará que las anteriores realizaciones se han descrito solo a modo de ejemplo.

10 Por ejemplo, aunque se prefiere, no es esencial el uso de conmutación de tensión cero, y por tanto no es esencial en todas las realizaciones posibles que la envoltura inferior  $lenv\_lo$  esté por debajo de cero. Otros modos de conmutación del dispositivo también son posibles, tal como conmutación de valle o conmutación dura, con pérdidas de conmutación reducidas.

15 En general, las técnicas divulgadas en este documento son aplicables a otros convertidores de sobretensión, otros convertidores de modo de conmutación o más en general otros circuitos excitadores. Por ejemplo, diferentes convertidores de modo de conmutación pueden operarse mediante control histerético. El control histerético podría usarse en cualquier tipo de excitador que incorpore componentes de almacenamiento de energía, como inductores y condensadores. Como tal, el control histerético puede realizarse en corriente (de inductor) o tensión (de condensador). En el caso del convertidor de sobretensión, es la corriente de inductor de sobretensión de máximo a máximo la que se controla (como en el ejemplo antes mencionado). En el caso de un tipo de convertidor de carga resonante de medio puente (HB) que se usa en otros excitadores LED Xitanium por ejemplo, la tensión de máximo a máximo en un condensador resonante puede controlarse (control Von-Voff). El principio detrás del funcionamiento del dispositivo sería similar, y los componentes de hardware básicos serían comunes para las diferentes implementaciones: dos comparadores, dos niveles de referencia máxima y alguna lógica de control.

20 Debe apreciarse además, donde se dice en este documento que las referencias superior e inferior o envolturas  $lenv\_hi$  y  $lenv\_lo$  aumentan y disminuyen por "la misma" cantidad al mismo tiempo, que esto no excluye desviaciones insignificantes.

25 Además, el excitador divulgado en este documento no solo se limita a accionar LED. Por ejemplo, podría usarse para accionar otros tipos de fuentes de luz capaces de emisión de luz codificada, o incluso otros tipos de carga diferentes de las fuentes de luz si se desea codificar datos en el nivel de salida de esa carga.

30 Además, con respecto a los comparadores CP1 y CP2, debe apreciarse que la detección puede programarse en un nivel alto o bajo de salida del comparador, o como alternativa, en un borde de caída o creciente de la salida del comparador. Por eso las señales de las entradas en los comparadores CP1 y CP2 no importan siempre y cuando las señales estén en el intervalo operativo de los comparadores.

35 Otras variaciones de las realizaciones divulgadas pueden entenderse y realizarse por los expertos en la materia. Un único procesador u otra unidad pueden cumplir las funciones de varios artículos mencionados en las reivindicaciones. Un programa informático puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrados juntos o como parte de otro hardware, pero también puede distribuirse de otras formas, tal como mediante Internet u otros sistemas de telecomunicación inalámbricos o alámbricos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un circuito (300) para accionar una carga (704), comprendiendo el circuito:

5           circuitería de salida para conectar el circuito a la carga, circuitería de salida comprendiendo uno o más componentes de almacenamiento de energía (L1, C1);  
 10          circuitería de conmutación (SW1, SW2) dispuesta para suministrar energía desde el suministro de energía a la carga suministrando una corriente a través de al menos uno de los componentes de almacenamiento de energía de la circuitería de salida que resiste un cambio en la corriente, o aplicando una tensión por al menos uno de los componentes de almacenamiento de energía de la circuitería de salida que resiste un cambio en la tensión; y  
 15          circuitería de control (402) dispuesta para controlar la circuitería de conmutación, para provocar que dicha corriente o tensión oscilen entre una envoltura superior y una envoltura inferior; caracterizado por que la circuitería de control se configura para modular datos en dicha corriente o tensión desplazando la envoltura superior entre al menos un primer nivel de amplitud y un segundo nivel de amplitud, y por el desplazamiento de la envoltura inferior por la misma cantidad en la misma dirección al mismo tiempo.

2. El circuito de la reivindicación 1, en el que la envoltura superior está por encima de cero para cada uno de dichos niveles, y la envoltura inferior está por debajo de cero para cada uno de dichos niveles.

20          3. El circuito de la reivindicación 1 o 2, en el que: los uno o más componentes de almacenamiento de energía comprenden al menos un inductor (L1), la circuitería de conmutación (SW1, SW2) que está dispuesta para suministrar energía a la carga (704) suministrando dicha corriente a través del inductor, y la circuitería de control (402) está dispuesta para provocar que dicha corriente oscile entre la envoltura superior e inferior y para modular los datos en dicha corriente desplazando las envolturas superior e inferior.

25          4. El circuito de la reivindicación 1 o 2, en el que: los uno o más componentes de almacenamiento de energía comprenden al menos un condensador, la circuitería de conmutación (SW1, SW2) que está dispuesta para suministrar energía a la carga (704) suministrando dicha tensión por el condensador, y la circuitería de control (402) dispuesta para provocar que dicha tensión oscile entre la envoltura superior e inferior y para modular datos en dicha tensión por dicho desplazamiento de las envolturas superior e inferior.

35          5. El circuito de la reivindicación 3, en el que los uno o más componentes de almacenamiento de energía comprenden el inductor (L1) y un condensador (C1) dispuestos juntos en una formación de filtro para alisar la corriente suministrada a la carga.

40          6. El circuito de la reivindicación 4, en el que los uno o más componentes de almacenamiento de energía comprenden el condensador y un inductor dispuestos juntos en una formación de filtro para alisar la tensión aplicada por la carga.

45          7. El circuito de cualquier reivindicación anterior, en el que dicho desplazamiento de las envolturas superior e inferior se controla por software.

50          8. El circuito de cualquier reivindicación anterior, en el que la circuitería de control (402) comprende un primer comparador (CP1) y un segundo comparador (CP2), el primer comparador estando dispuesto para llevar la oscilación a la envoltura superior comparando la realimentación de dicha corriente o tensión con una señal de referencia superior, y el segundo comparador configurándose para llevar la oscilación a la envoltura inferior comparando la realimentación de dicha corriente o tensión con una señal de referencia inferior.

55          9. El circuito de la reivindicación 7 y 8, en el que el software controla el desplazamiento controlando las señales de referencia superior e inferior.

60          10. El circuito de cualquier reivindicación anterior, en el que la circuitería de conmutación comprende un conmutador de lado alto (SW1) para conectar la circuitería de salida a un rail de suministro de tensión superior de dicho suministro de energía, y un conmutador de lado bajo (SW2) para conectar la circuitería de salida a un rail de suministro de tensión inferior de dicho suministro de energía; la circuitería de control (402) configurándose para provocar que la oscilación aumente hacia la envoltura superior imponiendo el conmutador de lado alto, y para provocar que la oscilación disminuya hacia la envoltura inferior imponiendo el conmutador de lado bajo.

65          11. El circuito de cualquier reivindicación anterior, en el que la carga (704) comprende una fuente de luz y la circuitería de salida se conecta para accionar la fuente de luz.

12. El circuito de la reivindicación 11, en el que la fuente de luz comprende al menos un LED.

13. El circuito de cualquier reivindicación anterior, en el que el circuito (300) adopta la forma de un convertidor de sobretensión.

14. Un método para accionar una carga (704), comprendiendo el método:

5 suministrar energía desde un suministro de energía a la carga mediante una fase de salida que comprende uno o más componentes de almacenamiento de energía (L1, C1), suministrando una corriente a través de al menos uno de los componentes de almacenamiento de energía de la fase de salida que resiste un cambio en la corriente, o aplicando una tensión por al menos uno de los componentes de almacenamiento de energía de la fase de salida que resiste un cambio en la tensión;  
provocar que dicha corriente o tensión oscile entre una envoltura superior y una envoltura inferior;  
caracterizado por  
10 modular datos en dicha corriente o tensión por desplazamiento de la envoltura superior entre al menos un primer nivel de amplitud y un segundo nivel de amplitud, y desplazando la envoltura inferior por la misma cantidad en la misma dirección al mismo tiempo.

15 Un producto de programa informático para controlar un circuito excitador (300), el producto de programa informático almacenándose en al menos un medio de almacenamiento legible a ordenador y/o descargable por medio de una red informática, el producto de programa informático comprende código configurado para, cuando se ejecuta en uno o más procesadores, ejecutar el método de la reivindicación 14.

Figura 1a

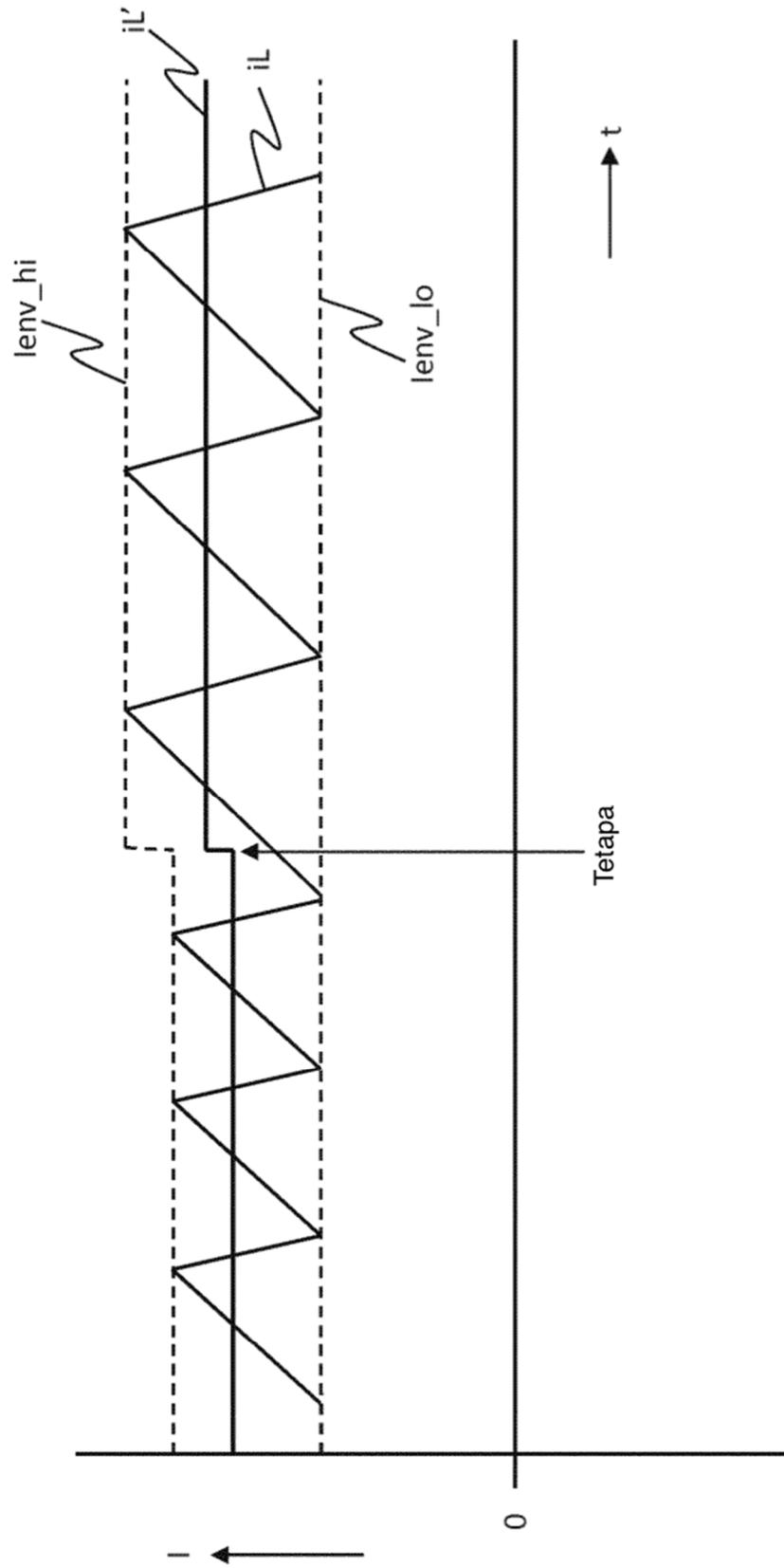


Figura 1b

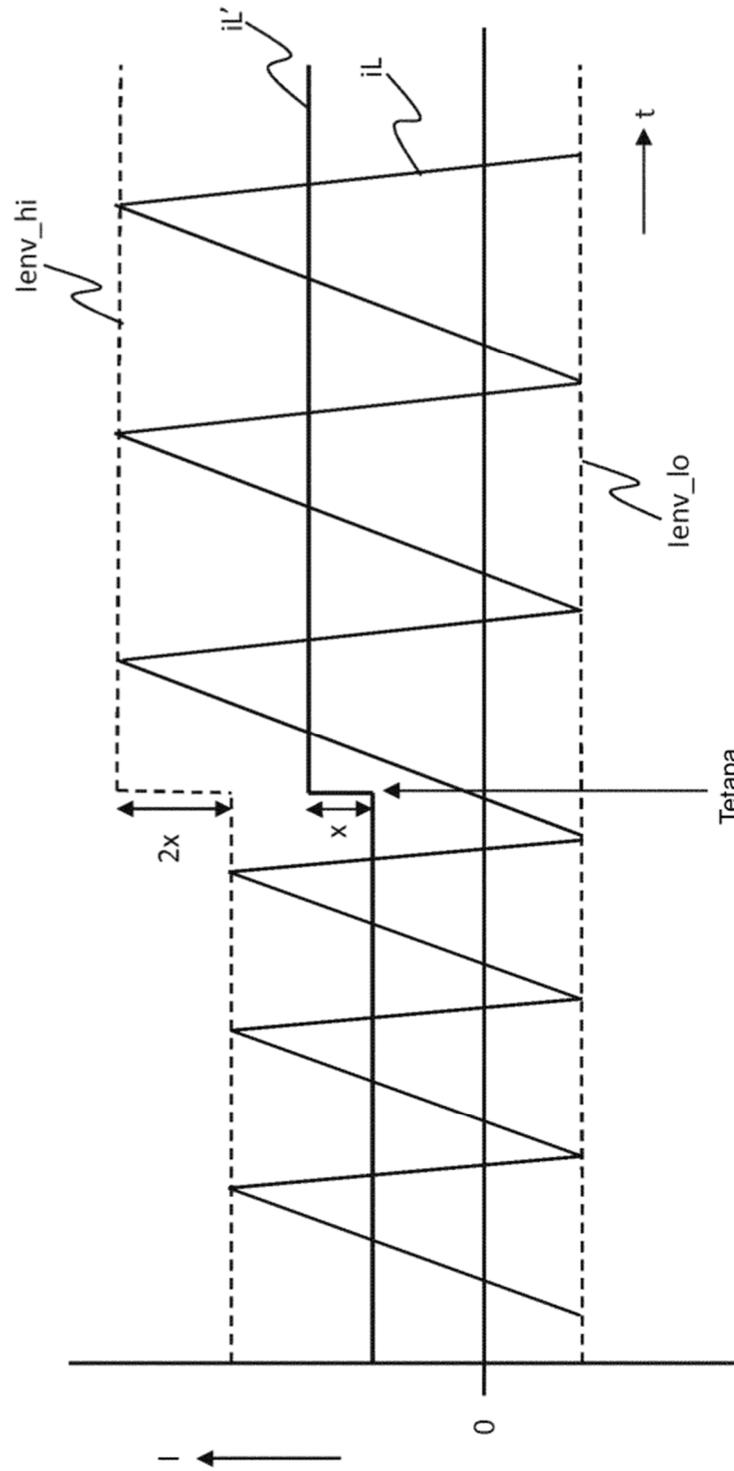
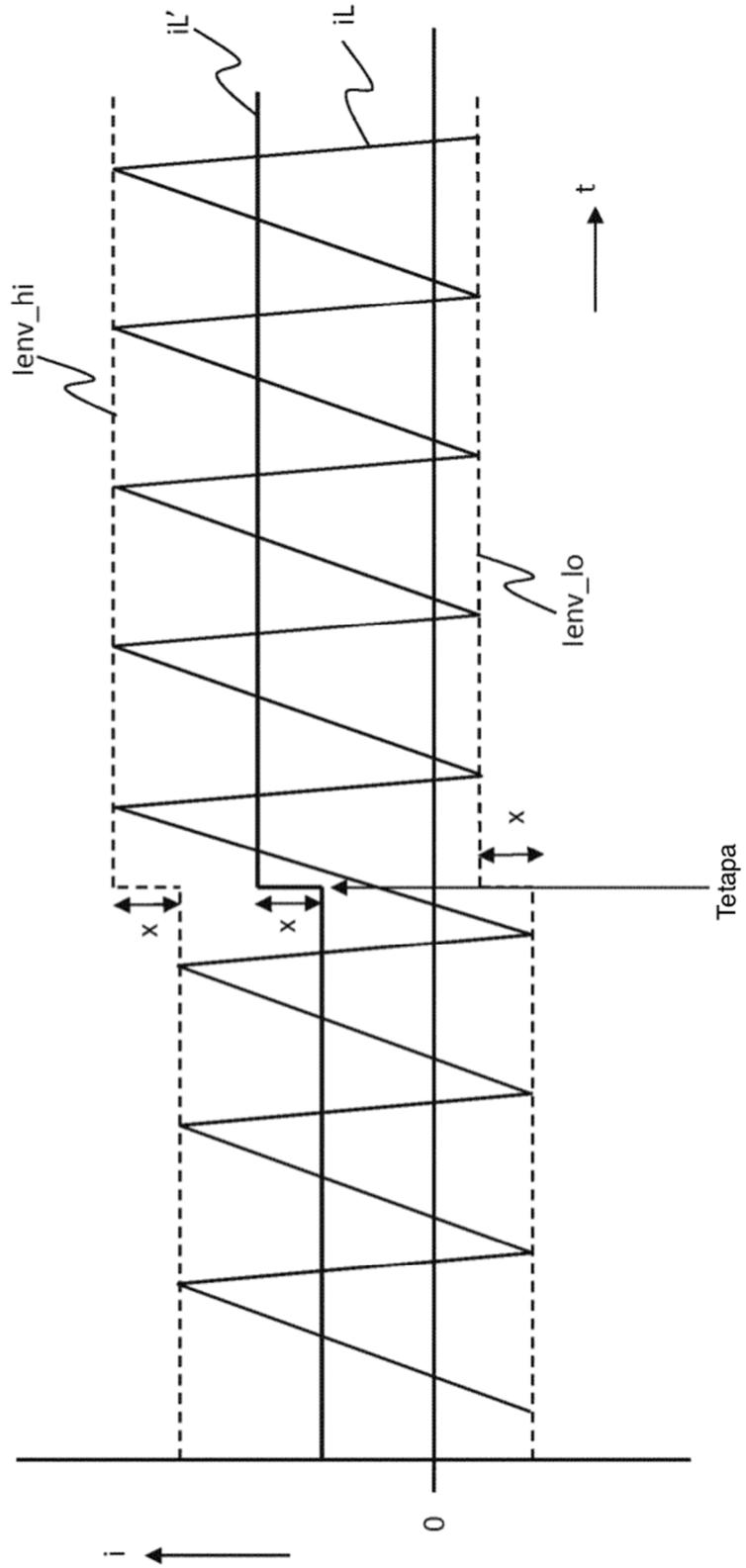


Figura 2



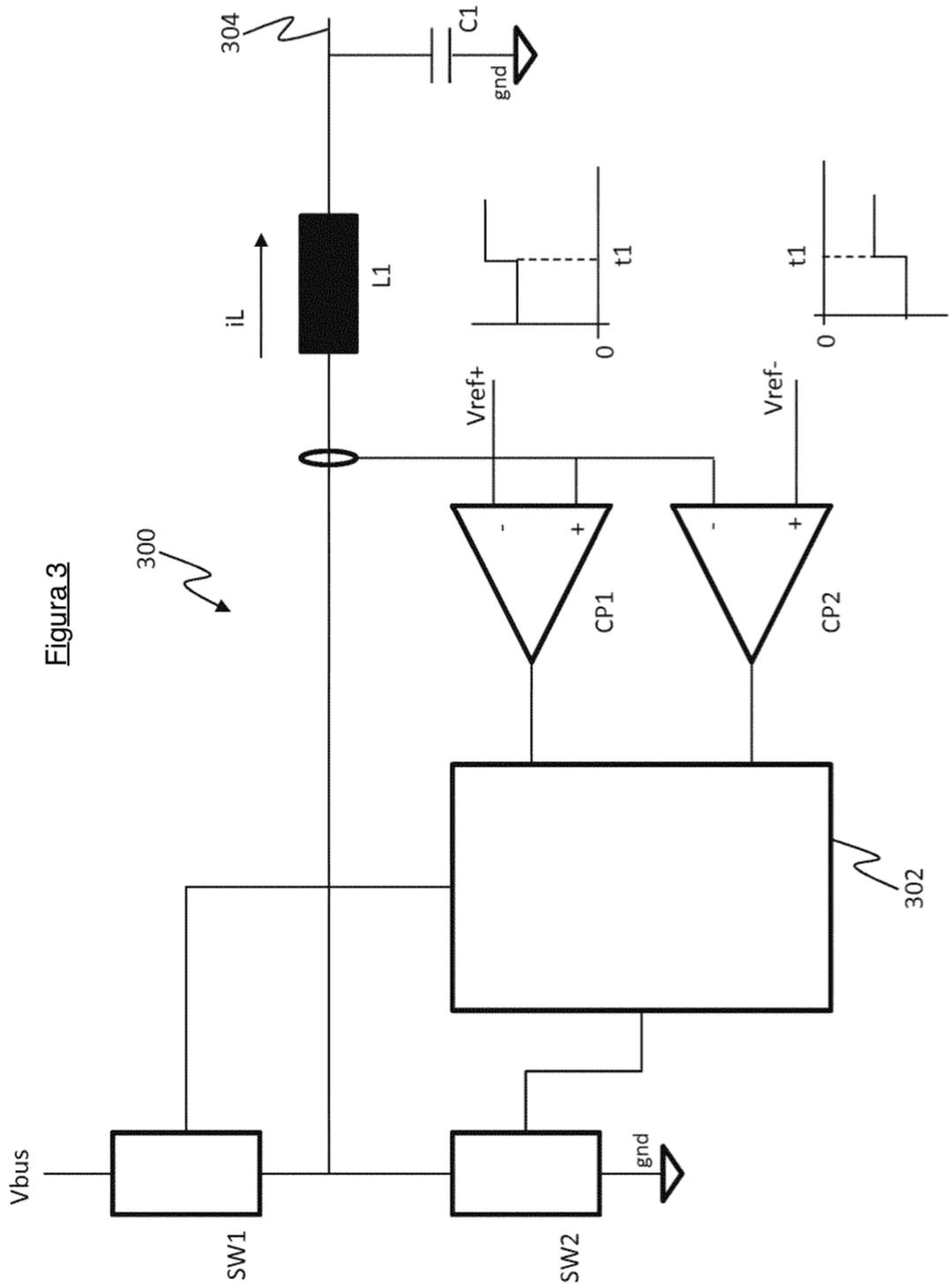




Figura 5

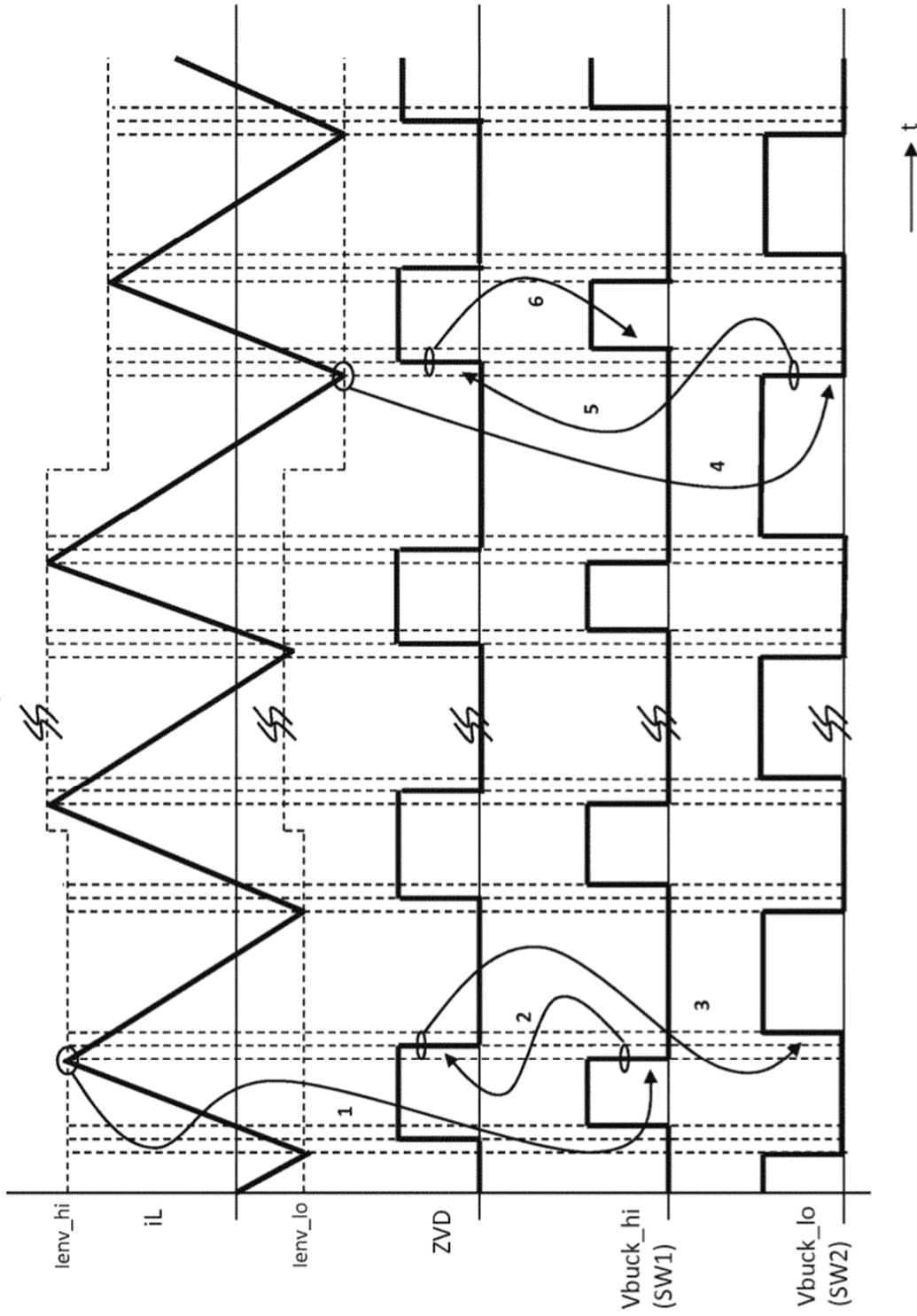


Figura 6

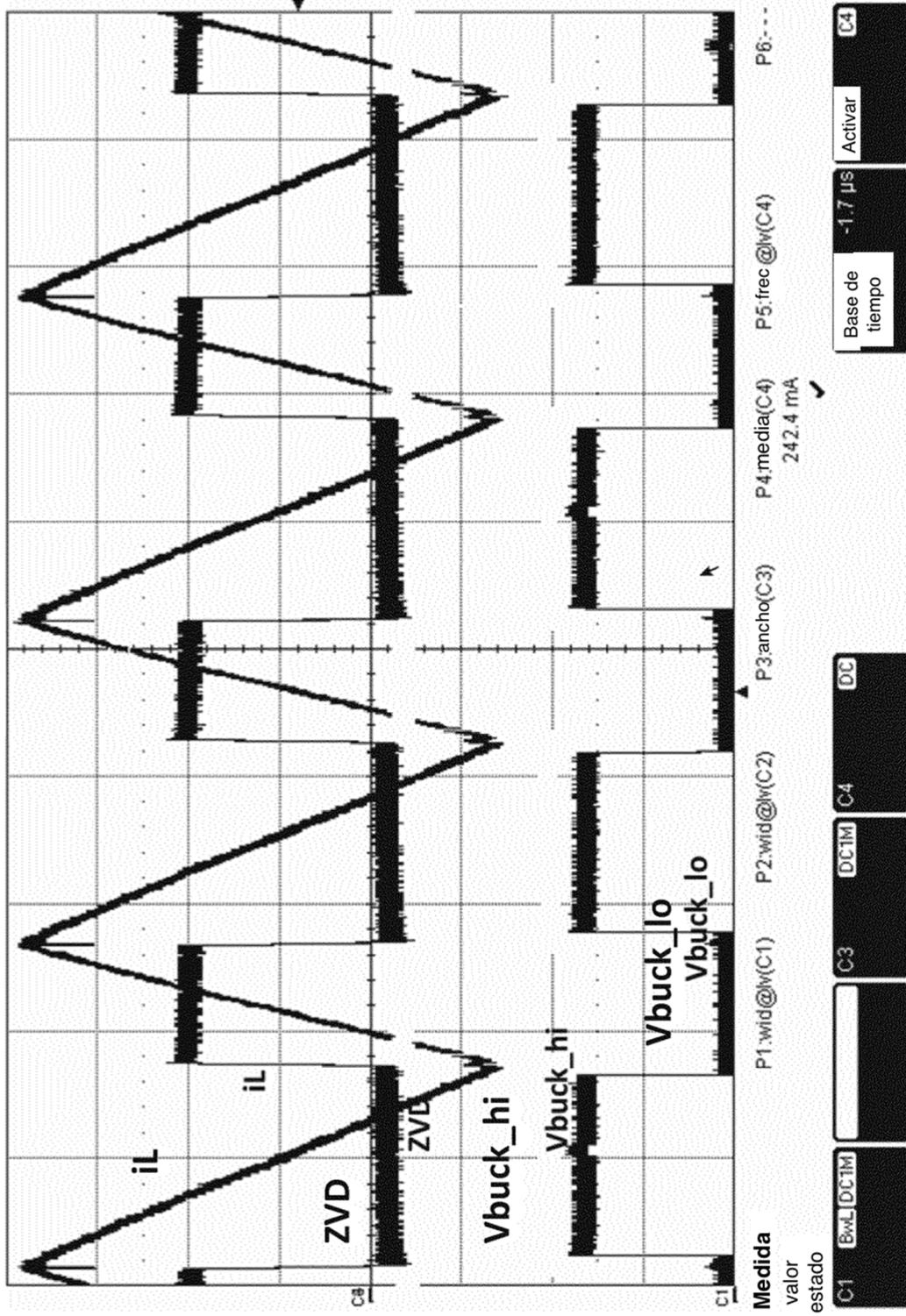


Figura 7

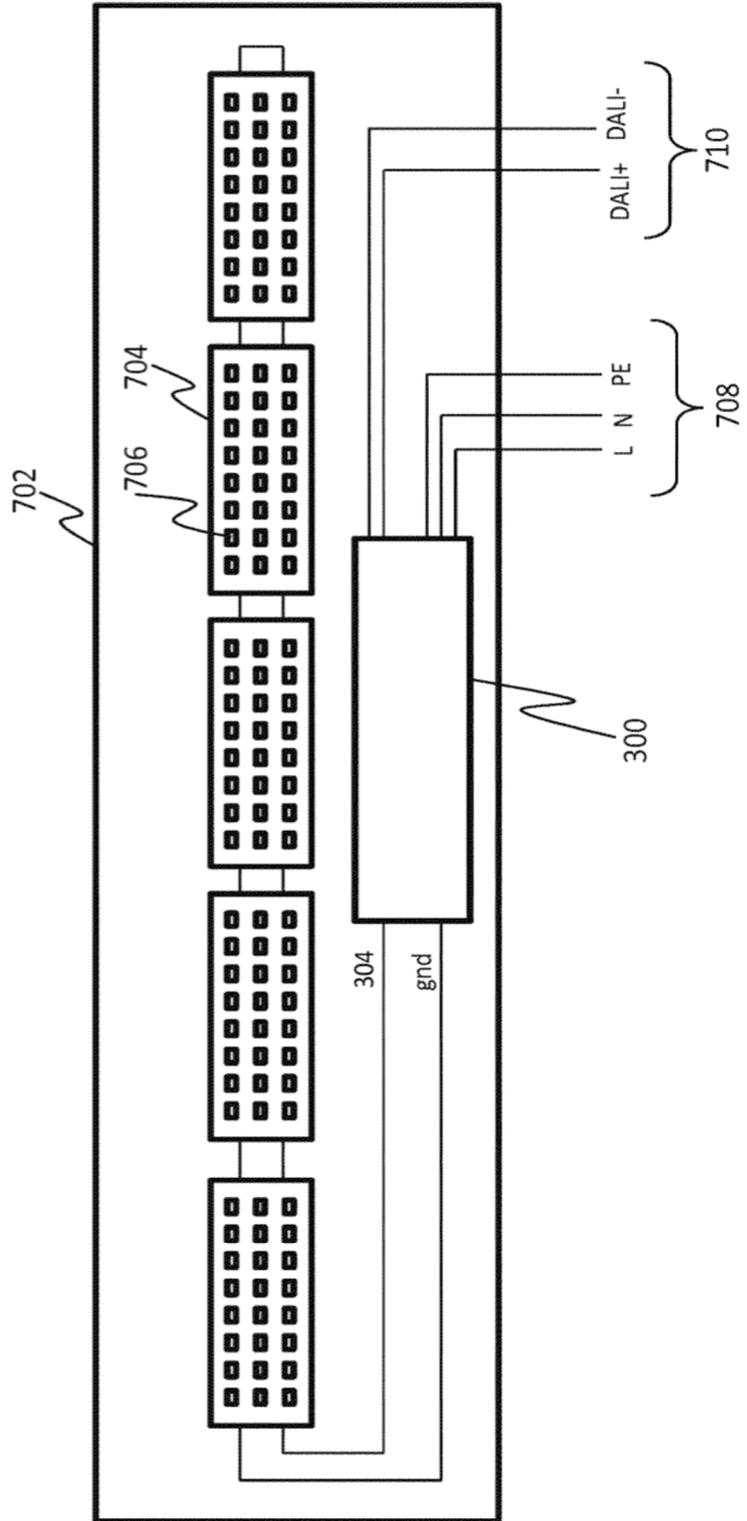


Figura 8a

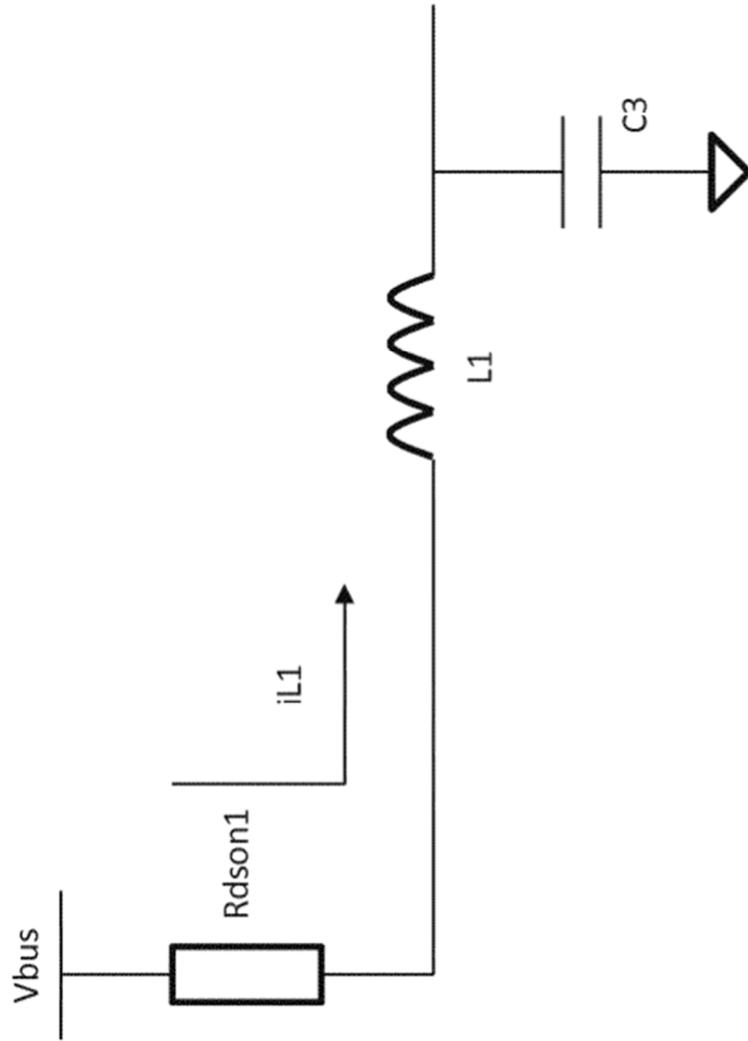


Figura 8b

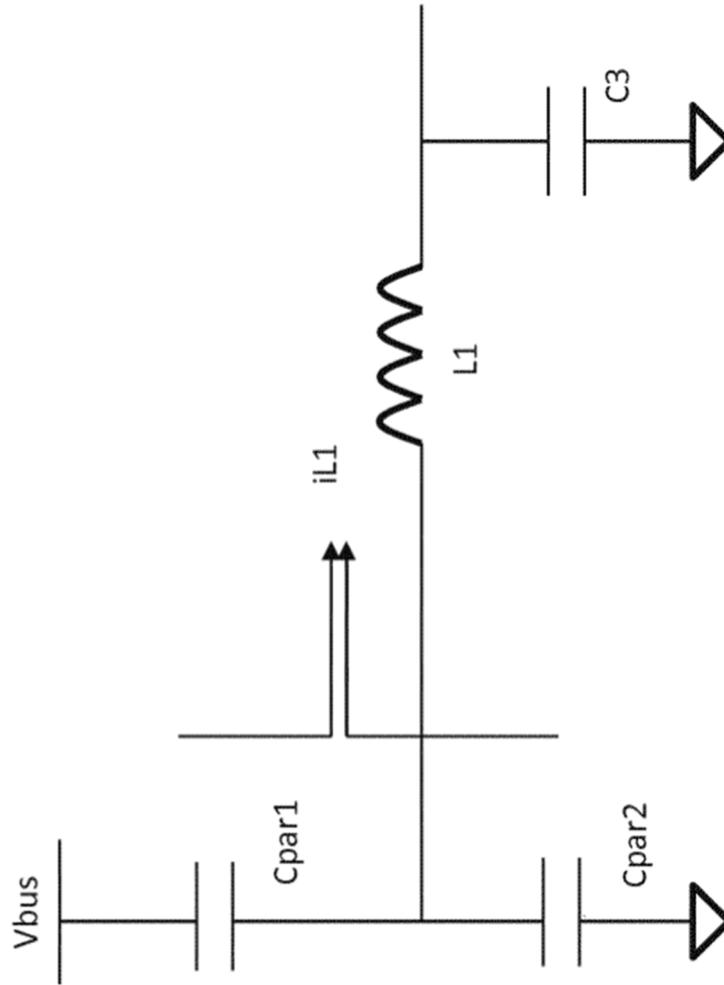


Figura 8c

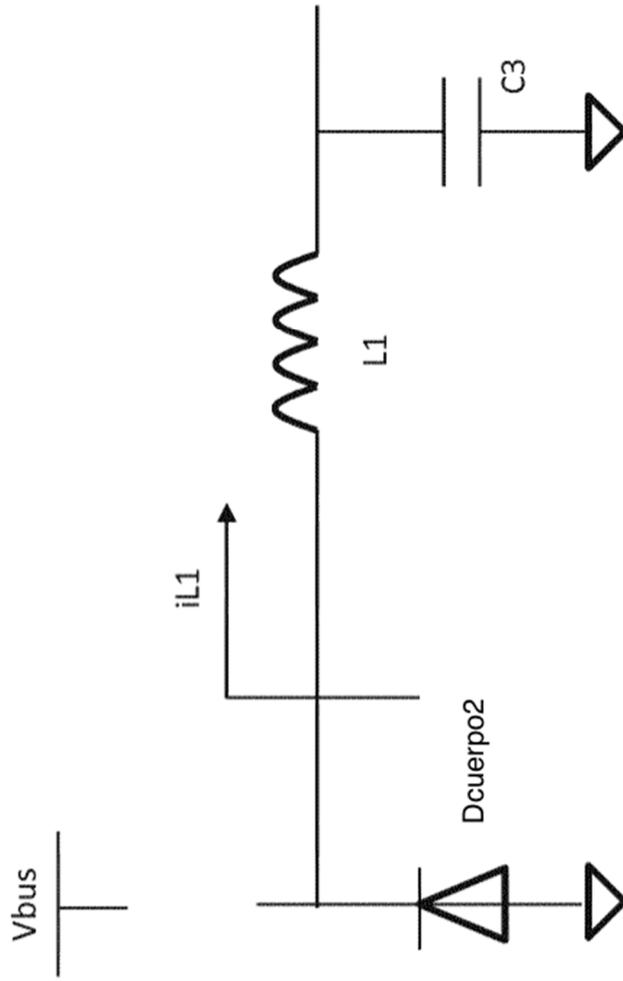


Figura 8d

