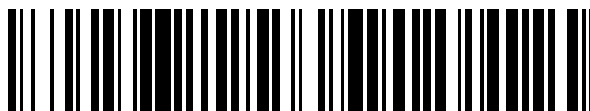


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 731**

51 Int. Cl.:

H02M 1/36 (2007.01)
H05B 33/08 (2006.01)
H02M 3/335 (2006.01)
H02M 7/06 (2006.01)
H02M 3/22 (2006.01)
H02M 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2011 E 17200852 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3346593**

54 Título: **Funciones coordinadas de compatibilidad con regulador de intensidad**

30 Prioridad:

30.07.2010 US 369202 P

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

06.05.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MELANSON, JOHN, L. y
KING, ERIC, J.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 758 731 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

Funciones coordinadas de compatibilidad con regulador de intensidad

5 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10 La presente invención se relaciona en general con el campo de la electrónica, y más específicamente con un método y sistema para coordinar funciones de compatibilidad con regulador de intensidad.

Descripción de la técnica relacionada

15 Los sistemas electrónicos utilizan reguladores de intensidad para modificar la potencia de salida entregada a una carga. Por ejemplo, en un sistema de iluminación, los reguladores de intensidad proporcionan una señal de entrada a un sistema de iluminación, y la carga incluye una o más fuentes de luz, tal como uno o más diodos emisores de luz (LED) o una o más fuentes de luz fluorescente. Los reguladores de intensidad también se pueden usar para modificar la potencia suministrada a otros tipos de cargas, tal como uno o más motores o una o más fuentes de potencia portátiles. La señal de entrada representa un nivel de regulación de intensidad que hace que el sistema de iluminación ajuste la potencia suministrada a una lámpara y, por lo tanto, dependiendo del nivel de regulación de intensidad, aumente o disminuya el brillo de la lámpara. Existen muchos tipos diferentes de reguladores de intensidad. En general, los reguladores de intensidad utilizan una señal de regulación de intensidad codificada digital o análoga que indica un nivel de regulación de intensidad deseado. Por ejemplo, algunos reguladores de intensidad análogos utilizan un triodo para el dispositivo de corriente alterna ("triac") para modular un ángulo de fase de cada ciclo de un voltaje de suministro de corriente alterna ("AC"). 'La modulación del ángulo de fase' del voltaje de alimentación también se conoce comúnmente como "corte" o "corte de fase" del voltaje de alimentación. El corte de fase del voltaje de alimentación hace que el voltaje suministrado a un sistema de iluminación se ponga en "ENCENDIDO" y "APAGADO" rápidamente controlando así la potencia promedio entregada al sistema de iluminación.

20 La Figura 1 representa un sistema 100 de iluminación que incluye un regulador 102 de intensidad de frente delantero. La Figura 2 representa gráficos 200 de voltaje a manera de ejemplo asociados con el sistema 100 de iluminación. Refiriéndose a las Figuras 1 y 2, el sistema 100 de iluminación recibe un voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro de AC de suministro 104 de voltaje. El voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro, indicado por la forma 202 de onda de voltaje, es, por ejemplo, un voltaje de línea nominal de 60 Hz/110 V en los Estados Unidos de América o un voltaje de línea nominal de 50 H:z/220 V en Europa. Una fase de regulador de intensidad del frente delantero corta los frentes delanteros, tal como los bordes 204 y 206 delanteros, de cada medio ciclo de voltaje de alimentación $V_{SUMINISTRO}$.

35 Como cada medio ciclo de voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro es 180 grados del voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro, una fase de regulador de intensidad de frente delantero corta el voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro en un ángulo mayor de 0 grados y menor de 180 grados. Generalmente, el intervalo de corte de fase de voltaje de un regulador 102 de intensidad de frente delantero es de 10 grados a 170 grados. El regulador 102 de intensidad de frente delantero puede ser cualquier tipo de regulador de intensidad de frente delantero tal como un regulador de intensidad de frente delantero con base en triac disponible de Lutron Electronics, Inc. de Coopersberg, PA ("Lutron"). Un regulador de intensidad de frente delantero con base en triac se describe en la sección de Antecedentes de la Solicitud de Patente de los Estados Unidos US 2012/0043913, titulada Dimmer Output Emulation, presentada el 17 de agosto de 2010, y el inventor John L.Melanson.

40 Idealmente, modulando el ángulo de fase del voltaje V_{ϕ_DIM} de salida del regulador de intensidad, el regulador 102 de intensidad de frente delantero apaga efectivamente la lámpara 122 de corriente constante durante el período $T_{APAGADO}$ de tiempo y se enciende durante el período $T_{ENCENDIDO}$ de tiempo para cada medio ciclo del voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro. Por lo tanto, idealmente, el regulador 102 de intensidad controla efectivamente la potencia promedio suministrada a la lámpara 122 de corriente constante de acuerdo con el voltaje V_{ϕ_DIM} de salida del regulador de intensidad. Sin embargo, en muchas circunstancias, el regulador 102 de intensidad de frente delantero no funciona idealmente. Por ejemplo, cuando la lámpara 122 de corriente constante consume una pequeña cantidad de corriente i_{DIM} , la corriente i_{DIM} puede caer prematuramente por debajo de un valor HC de corriente de retención antes de que el voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro alcance aproximadamente cero voltios. Cuando la corriente i_{DIM} cae prematuramente por debajo del valor HC de corriente de retención, un regulador 102 de intensidad de frente delantero con base en triac se reinicia prematuramente, es decir, se desconecta prematuramente (es decir, se APAGA y deja de conducir), y el voltaje V_{ϕ_DIM} de regulador de intensidad caerá prematuramente a cero. Se produciría un reinicio prematuro a manera de ejemplo si el regulador 102 de intensidad se reinicia en el tiempo t_3 y el voltaje V_{ϕ_DIM} de regulador de intensidad cae a OV en el tiempo t_3 . Cuando el voltaje V_{D_DIM} de regulador de intensidad cae prematuramente a cero, el voltaje V_{ϕ_DIM} de regulador de intensidad no refleja el valor de regulación de intensidad previsto según lo establecido por el valor de resistencia de la resistencia 114 variable. El diodo 119 para corriente alterna ("diac"), condensador 118, resistencia 116, y la resistencia 114 variable forman un circuito 116

5 temporizador que reinicia el triac 106. Además, el triac 106 del regulador 102 de intensidad de frente delantero puede reiniciarse y luego conducir repetidamente, es decir, desconectarse (no conductor), volver a conectarse (conductor), desconectarse (no conductor), y así sucesivamente repetidamente durante un medio ciclo de voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro cuando la corriente I_{DIM} está por debajo o cerca del valor HC de corriente de retención. Se produce una secuencia de "reinicio conductor" cuando el regulador 102 de intensidad se restablece y luego conduce el voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro una o más veces durante un solo medio ciclo del voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro.

10 El sistema 100 de iluminación incluye una red 124 de resistencia, inductor, condensador (RLC) para convertir el voltaje V_{Φ_DIM} de regulador de intensidad en un voltaje aproximadamente constante y, por lo tanto, proporcionar una corriente I_{SALIDA} constante aproximadamente a la lámpara 122 de corriente constante para un ángulo de fase de regulador de intensidad dado. Aunque es relativamente simple de implementar, la red 124 RLC es ineficiente debido, por ejemplo, a pérdidas de potencia con base en resistencias. Además, la carga reactiva presentada por la red 124 RLC al regulador 102 de intensidad puede causar el mal funcionamiento del triac.

15 El documento US 2007/0182338 A1 divulga un aparato para permitir el control de la conversión en modo de interruptor de una corriente más tenue.

20 Resumen de la invención

En al menos una realización, un voltaje de regulador de intensidad a un sistema convertidor de potencia incluye tres estados que se producen a partir de:

25 A. un cruce de aproximadamente cero voltios del voltaje del regulador de intensidad de un regulador de intensidad hasta un frente delantero de corte de fase del voltaje del regulador de intensidad;

B. un final del estado A hasta que la energía transferida a una carga sea suficiente para cumplir al menos un parámetro de transferencia de energía; y

30 C. un fin del estado B hasta un comienzo del estado A.

En una realización de la presente invención, un aparato comprende un controlador. El controlador está configurado para:

35 para el estado A, habilitar un camino de baja impedancia para una corriente de regulador de intensidad del regulador de intensidad, en el que la impedancia del camino de baja impedancia es suficientemente baja para mantener un ángulo de fase estable del regulador de intensidad;

40 para el estado B, permitir el control de la conversión de potencia en modo de interruptor del voltaje del regulador de intensidad; y controlar la conversión de potencia en modo de interruptor para mantener la corriente del regulador de intensidad por encima de un umbral de corriente; y

45 para el estado C, ingresar un estado inactivo, en el que durante el estado inactivo, el camino de baja impedancia y el control de la conversión de potencia de modo están desactivados.

En otra realización de la invención, un método incluye:

50 para el estado A, que permite un camino de baja impedancia para una corriente de regulador de intensidad del regulador de intensidad, en el que la impedancia del camino de baja impedancia es suficientemente baja para mantener un ángulo de fase estable del regulador de intensidad;

55 para el estado B: permitir el control de la conversión de potencia en modo de interruptor del voltaje de regulador de intensidad; y controlar la conversión de potencia en modo de interruptor para mantener la corriente del regulador de intensidad por encima de un umbral; y

para el estado C, entrar en un estado inactivo, en el que durante el estado inactivo, el camino de baja impedancia y el control de la conversión de potencia de modo se desactivan.

60 En una realización adicional de la presente invención, un aparato comprende:

para el estado A, medios para habilitar un camino de baja impedancia para una corriente de regulador de intensidad del regulador de intensidad, en el que la impedancia del camino de baja impedancia es suficientemente baja para mantener un ángulo de fase estable del regulador de intensidad;

65 para el estado B:

medios para permitir el control de la conversión de potencia en modo de interruptor del voltaje de regulador de intensidad; y

5 medios para controlar la conversión de potencia en modo de interruptor para mantener la corriente de regulador de intensidad por encima de un umbral; y

para el estado C, significa entrar en un estado inactivo, en el que, durante el estado inactivo, el camino de baja impedancia y el control de la conversión de potencia de modo están desactivados.

10 Breve descripción de los dibujos

La presente invención puede entenderse mejor, y sus numerosos objetos, características y ventajas se hacen evidentes para los expertos en la técnica haciendo referencia a los dibujos adjuntos. El uso del mismo número de referencia en todas las figuras designa un elemento similar o parecido.

15 La Figura 1 (etiquetada como técnica anterior) muestra un sistema de iluminación que incluye un regulador de intensidad de frente delantero.

20 La Figura 2 (marcada como técnica anterior) representa gráficos de voltaje a manera de ejemplos asociados con el sistema de iluminación de la Figura 1.

25 La Figura 3 muestra un sistema electrónico que incluye un controlador para controlar un sistema convertidor de potencia mediante la coordinación de las funciones de un circuito de pegamento, un emulador de regulador de intensidad y un controlador de conversión de potencia en modo de interruptor.

La Figura 4 representa un sistema electrónico que representa una realización del sistema electrónico de la Figura 3.

30 La Figura 5 muestra un proceso de coordinación de funciones del controlador para el sistema electrónico de la Figura 4.

La Figura 6 representa señales a manera de ejemplo en el sistema electrónico de la Figura 4 cuando se utiliza el proceso de coordinación de funciones del controlador de la Figura 5.

35 La Figura 7 representa una realización de un controlador de estado inactivo del sistema electrónico de la Figura 4.

Descripción detallada

40 En al menos una realización, un sistema y método incluye un controlador que está configurado para coordinar (i) un camino de baja impedancia para una corriente de regulador de intensidad, (ii), control de conversión de potencia en modo de interruptor y (iii) un estado inactivo para, por ejemplo, reducir la corriente del regulador de intensidad mientras permite que un regulador de intensidad funcione normalmente de ciclo a ciclo de un voltaje de suministro de corriente alterna (AC). En al menos una realización, el regulador de intensidad funciona normalmente cuando el regulador de intensidad conduce en un ángulo de fase correcto indicado por una configuración de entrada de regulador de intensidad y evita el reinicio prematuro mientras conduce. En al menos una realización, mediante la
45 coordinación de las funciones (i), (ii) y (iii), el controlador controla un sistema convertidor de potencia que es compatible con un regulador de intensidad con base en triac. En al menos una realización, el controlador coordina las funciones (i), (ii) y (iii) en respuesta a un nivel de regulación de intensidad particular indicado por un corte de fase, voltaje de entrada rectificado suministrado al sistema convertidor de potencia. En al menos una realización, a medida que cambia el nivel de regulación de intensidad, el controlador ajusta la coordinación de las funciones (i), (ii)
50 y (iii) para que el sistema convertidor de potencia proporcione una corriente constante a la carga para cada nivel de regulación de intensidad. En al menos una realización, el sistema que funciona bajo el control del controlador reduce las pérdidas de potencia con base en resistencias al tiempo que proporciona compatibilidad entre el regulador de intensidad con base en triac y una carga que recibe una corriente constante para un nivel de regulación de intensidad.

55 En al menos una realización, un regulador de intensidad genera un voltaje que se rectifica y se proporciona al sistema convertidor de potencia como un voltaje de salida del regulador de intensidad. El voltaje de salida del regulador de intensidad incluye tres estados. En al menos una realización, los tres estados son secuenciales y no se superponen y, es decir, los tres estados ocurren uno tras otro y no se superponen en el tiempo. En al menos una
60 realización, el voltaje de salida del regulador de intensidad al sistema convertidor de potencia incluye tres estados que se producen a partir de:

A. un cruce de aproximadamente cero voltios del voltaje de salida de regulador de intensidad del regulador de intensidad hasta un frente delantero de corte de fase del voltaje de salida de regulador de intensidad;

65 B. un final del estado A hasta que la energía transferida a una carga sea suficiente para cumplir al menos un parámetro de transferencia de energía; y

C. un final del estado B hasta un comienzo del estado A.

Otras realizaciones del voltaje de salida de regulador de intensidad pueden tener, por ejemplo, estados adicionales. Los estados en A, B y C pueden subdividirse en subestados.

5 Dado los tres estados anteriores, en al menos una realización, el controlador del sistema electrónico está configurado para coordinar las funciones (i), (ii) y (iii) de la siguiente manera:

10 para el estado A, habilitar un camino de baja impedancia para una corriente de regulador de intensidad del regulador de intensidad, en el que la impedancia del camino de baja impedancia es suficientemente baja para mantener un ángulo de fase estable del regulador de intensidad;

15 para el estado B, habilitar el control de conversión de potencia en modo de interruptor del voltaje de salida de regulador de intensidad, en el que el control de conversión de potencia en modo mantiene la corriente del regulador de intensidad por encima de un umbral; y

para el estado C, ingresar un estado inactivo, en el que, durante el estado inactivo, el camino de baja impedancia y el control de la conversión de potencia en modo se desactivan.

20 La Figura 3 representa un sistema 300 electrónico que incluye un controlador 302 para el sistema 304 de convertidor de potencia de control mediante, por ejemplo, la coordinación de las funciones del controlador 310 de estado de camino de baja impedancia, y un controlador 312 de conversión de potencia en modo de interruptor y el controlador 314 de estado inactivo para proporcionar compatibilidad entre el regulador 306 de intensidad y la carga 308 para que, por ejemplo, el regulador 306 de intensidad funcione normalmente. En al menos una realización, el sistema 304
 25 convertidor de potencia incluye un convertidor 318 de potencia de interruptor que convierte un voltaje V_{ϕ_DIM} de regulador de intensidad del regulador 306 de intensidad en un voltaje V_{ENLACE} de salida regulado. El sistema 304 convertidor de potencia también proporciona una corriente i_{SALIDA} para una carga 308. La carga 308 puede ser cualquier carga, incluyendo una lámpara que incluye uno o más diodos emisores de luz (LED). En al menos una
 30 realización, la corriente i_{SALIDA} es una corriente aproximadamente constante para un nivel de regulación de intensidad del regulador 306 de intensidad. Una "corriente aproximadamente constante para un nivel de regulación de intensidad" significa que, para un nivel de regulación de intensidad particular, la corriente i_{SALIDA} tendrá un valor aproximadamente constante. El regulador 306 de intensidad puede ser cualquier tipo de regulador de intensidad, tal como un regulador de intensidad con base en triac idéntico al regulador 102 de intensidad de la Figura 1. En al menos una realización, el regulador 306 de intensidad es un "regulador de intensidad inteligente" que incluye un
 35 circuito de corte de fase de voltaje de suministro con base en triac. Los "reguladores de intensidad inteligentes" se refieren a una clase de reguladores de intensidad que incluyen un microprocesador para controlar diversas funciones, tal como la configuración del nivel del regulador de intensidad.

40 En al menos una realización, el controlador 302 soporta un funcionamiento normal del regulador 306 de intensidad al impedir que el regulador 306 de intensidad se reinicie prematuramente y soporta un corte de ángulo de fase estable para un nivel de regulación de intensidad dado para prevenir el corte de fase en un ángulo de fase incorrecto para un nivel de regulación de intensidad establecido. En al menos una realización, el controlador 302 también proporciona una corriente i_{SALIDA} de salida constante correspondiente a un nivel de regulación de intensidad establecido por el regulador 306 de intensidad. Un ángulo de fase "incorrecto" es, por ejemplo, un ángulo de fase
 45 que difiere de un ángulo de fase establecido por el temporizador 115, que puede ocurrir si, por ejemplo, el condensador 121 (Figura 1) se descarga prematuramente. Para cargas, tal como uno o más diodos emisores de luz, que utilizan una pequeña corriente i_{SALIDA} de salida, especialmente a niveles de regulación de intensidad bajos, la corriente i_{SALIDA} de salida utilizada por las cargas puede ser insuficiente para soportar el funcionamiento normal de un regulador 306 de intensidad con base en triac.

50 En al menos una realización, el controlador 302 permite que el controlador 310 de estado de camino de baja impedancia proporcione un camino 316 de corriente de baja impedancia al regulador 306 de intensidad desde un cruce de aproximadamente cero voltios del voltaje V_{ϕ_DIM} de regulador de intensidad del regulador 306 de intensidad hasta un frente delantero de corte de fase del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad. Como se describe
 55 posteriormente con referencia a la Figura 6, el cruce por cero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad se produce al final de cada ciclo del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad cuando el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad alcanza aproximadamente OV. En al menos una realización, el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad alcanza aproximadamente OV cuando el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad tiene un valor de voltaje menor o igual a $0 +$ un umbral V_{ZC_TH} de voltaje de cruce por cero. El valor particular del umbral de voltaje de cruce por cero es una
 60 cuestión de elección de diseño y, en al menos una realización, es de 5 V. El valor de impedancia particular del camino 316 de corriente es una cuestión de elección de diseño. En al menos una realización, el valor de impedancia del camino 316 de corriente es suficientemente bajo para permitir que una corriente i_{DIM} de regulador de intensidad suficiente fluya a través del regulador 306 de intensidad para proporcionar un ángulo de fase estable para el regulador 306 de intensidad, es decir, prevenir el regulador 306 de intensidad de disparar en el ángulo de fase
 65 equivocado. En al menos una realización, habilitar el camino 316 de baja impedancia en el cruce por cero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad soporta un tiempo consistente para el corte de ángulo de fase por el regulador 306

de intensidad para un nivel regulación de intensidad dado. Por lo tanto, el corte de ángulo de fase por el regulador 306 de intensidad para un nivel de regulación de intensidad dado permanece consistente. En al menos una realización, proporcionar el camino 316 de corriente de baja impedancia al regulador 306 de intensidad previene que la corriente i_{DIM} de regulador de intensidad disminuya por debajo de un valor de corriente (HC) de retención de un regulador 306 de intensidad con base en triac. Cambiar ese "frente delantero" por "frente delantero" en todo el texto.

Al final del corte de fase del voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro, el controlador 302 desactiva el controlador 310 de estado de camino de baja impedancia, y el controlador 310 de estado de camino de baja impedancia libera el camino 316 de corriente de baja impedancia, es decir, el camino 316 de corriente de baja impedancia se desactiva o se coloca en un estado de alta impedancia para prevenir sustancialmente el flujo de corriente a través del camino 316 de corriente. Al final del corte de fase, el controlador 302 habilita el controlador de conversión de potencia en modo de interruptor, y el controlador 312 de conversión de potencia en modo de interruptor genera una señal CS de control para controlar la conversión de potencia mediante el sistema 304 convertidor de potencia. En al menos una realización, el controlador 302 detecta el voltaje V_{ENLACE} de enlace y, cuando el voltaje V_{ENLACE} de enlace es mayor que un valor umbral de voltaje de enlace, el controlador 302 desactiva el controlador 312 de conversión de potencia en modo de interruptor. El valor particular del umbral de voltaje del enlace es una cuestión de elección de diseño. En al menos una realización, el valor umbral de voltaje del enlace se establece de modo que el voltaje V_{ENLACE} de enlace se pueda mantener a un valor de DC aproximadamente. En al menos una realización, el controlador 312 de conversión de potencia en modo de interruptor mantiene la corriente i_{DIM} de regulador de intensidad en un nivel para que el regulador 306 de intensidad permanezca en un estado conductivo de la ocurrencia de un frente delantero de corte de fase del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad hasta que la energía transferida a la carga 308 sea suficiente para cumplir con al menos un parámetro de transferencia de energía, de tal manera que el voltaje V_{ENLACE} de enlace esté por encima de un voltaje $V_{ENLACE\ OBJETIVO}$ de enlace objetivo y el regulador 306 de intensidad haya estado en un estado conductivo hasta un cruce por cero del voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro para que el regulador 306 de intensidad no se reinicie prematuramente. Un reinicio prematuro también puede causar inestabilidad en el corte de fase por el regulador 306 de intensidad y, por lo tanto, hacer que el regulador 306 de intensidad corte el voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro en un ángulo de fase incorrecto.

En al menos una realización, cuando el controlador 302 deshabilita el controlador 312 de conversión de potencia en modo de interruptor, el controlador 302 habilita el controlador 314 de estado inactivo. En al menos una realización, el controlador 314 de estado inactivo hace que la corriente i_{DIM} de regulador de intensidad caiga aproximadamente a OA y determina un cruce por cero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad. En al menos una realización, el controlador 314 de estado inactivo determina el cruce por cero para que el controlador 310 de estado de camino de baja impedancia pueda habilitar el camino 316 de baja impedancia en el cruce por cero y soportar ángulos de corte de fase estables por el controlador 306 de intensidad para que el regulador 306 de intensidad permanezca estable para un nivel de atenuación dado. En al menos una realización, el controlador 314 de estado inactivo genera un voltaje $V_{\phi_{DIM}}$ de regulador de intensidad emulado para, por ejemplo, determinar un cruce por cero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad. En al menos una realización, el controlador 314 de estado inactivo genera el voltaje del regulador de intensidad emulado al permitir que el camino 316 de corriente descargue una corriente que es inversamente proporcional al voltaje $V_{\phi_{DIM}}$ de regulador de intensidad. En al menos una realización, el controlador 314 de estado inactivo da forma a la corriente descargada de modo que el voltaje del regulador de intensidad emulado se aproxima a un voltaje $V_{\phi_{DIM}}$ de regulador de intensidad real. El término "determinar" y sus derivados contempla la determinación analítica, detección por observación, o una combinación de determinación analítica y detección por observación.

La Figura 4 representa un sistema 400 electrónico, que representa una realización del sistema 300 electrónico. Sistema 400 electrónico incluye el controlador 402, y el controlador 402 incluye el controlador 404 de estado de camino de baja impedancia, el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor y el controlador 408 de estado inactivo. El controlador 402 coordina el controlador 404 de estado de camino de baja impedancia, el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor y el controlador 408 de estado inactivo. El controlador 402 representa una realización del controlador 302. El controlador 404 de estado de camino de baja impedancia representa una realización del controlador 310 de estado de camino de baja impedancia. El controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor representa una realización del controlador 312 de conversión de potencia en modo de interruptor, y el controlador 408 de estado inactivo representa una realización del controlador 314 de estado inactivo.

El sistema 400 electrónico incluye un sistema 410 convertidor de potencia para convertir el voltaje $V_{\phi_{DIM}}$ de regulador de intensidad en un voltaje V_{ENLACE} de salida de DC regulado aproximadamente para la carga 308. La fuente 412 de voltaje suministra un voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de entrada de corriente alterna (AC) a través del regulador 414 de intensidad con base en triac conectado en serie a un rectificador 416 de diodo de puente completo. En al menos una realización, el regulador 414 de intensidad es idéntico al regulador 306 de intensidad (Figura 3). La fuente de 412 voltaje es, por ejemplo, un servicio público, y el voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro de AC es, por ejemplo, un voltaje de línea de 60 Hz/110 V en los Estados Unidos de América o un voltaje de línea de 50 Hz/220 V en Europa. El regulador 414 de intensidad proporciona un voltaje $V_{\phi_{DIM}}$ de regulador de intensidad. En al menos una realización, el regulador 414 de intensidad es un regulador de intensidad de frente delantero, y el voltaje $V_{\phi_{DIM}}$ de regulador de intensidad tiene un corte de fase delantero cuando el regulador 414 de intensidad genera un nivel

de regulación de intensidad entre aproximadamente 0 y 100%. El rectificador 416 de puente completo suministra un voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad de AC rectificado al sistema 410 convertidor de potencia. Por lo tanto, el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad representa una versión rectificadora del voltaje V_{ϕ_DIM} de regulador de intensidad.

5 El condensador 418 filtra componentes de alta frecuencia del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado. Los condensadores 418 y 420 establecen un divisor de voltaje para establecer un voltaje V_g de polarización de puerta para el transistor 422 de efecto de campo (FET) seguidor de fuente. El resistor 407 reduce las corrientes de pico a través del diodo 426. En al menos una realización, los valores de capacitancia particulares de los condensadores 10 418 y 420 son una cuestión de elección de diseño. En al menos una realización, la capacidad del condensador 418 es 22-47 nF, y la capacidad del condensador 420 es 47 nF. El diodo 424 previene que la corriente i_g de puerta se conduzca a la referencia V_{REF} de voltaje, como una referencia a tierra. La corriente i_g de puerta se conduce a través del diodo 426, que previene el flujo de corriente inversa de la corriente i_g de puerta, a la puerta del FET 422 de seguidor de fuente. El diodo 428 Zener sujeta la puerta del FET 422 de seguidor de fuente al voltaje V_g de 15 puerta.

El voltaje V_g de polarización de puerta menos el voltaje V_s de fuente del FET 422 excede un voltaje umbral de FET 20 422. Durante el arranque del sistema 410 convertidor de potencia, el FET 422 conduce la corriente i_R a través del diodo 430 para cargar el condensador 432 al voltaje V_{DD} de operación. En al menos una realización, después del arranque, una fuente 434 de potencia auxiliar proporciona un voltaje V_{DD} operativo para el controlador 402. Una fuente 434 de potencia auxiliar a manera de ejemplo se describe en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos US 2012/0025608, presentada el 31 de marzo de 2011, titulada "Multiple Power Sources for a Switching Power Converter Controller", inventores John L. Melanson y Eric J. King, cesionario Cirrus Logic, Inc. (denominado en este documento "Melanson I").

25 La capacitancia del condensador 432 es, por ejemplo, 10µF. Al inicio, el voltaje V_{DD} de operación a través del condensador 432 es igual al voltaje V_z Zener menos el voltaje V_{T422} umbral de FET 422 menos el voltaje V_d de diodo a través del diodo 430, es decir, al inicio $V_{DD} = V_z - V_{T422} - V_d$. El FET 422 es un FET de alto voltaje que también se usa para controlar el convertidor 436 de potencia de interruptor de tipo impulso, y el voltaje V_{T422} umbral del FET 422 es, 30 por ejemplo, aproximadamente 3V.

La Figura 5 representa un proceso 500 de coordinación de funciones del controlador que representa una realización de un proceso utilizado por el controlador 402 (Figura 4) para coordinar las funciones del controlador 404 de estado de camino de baja impedancia, el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor, y el controlador 35 408 de estado inactivo y, por lo tanto, proporcionan compatibilidad entre el regulador 414 de intensidad y la carga 308. La Figura 6 muestra señales a manera de ejemplo y estados del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad y corriente i_{DIM} de regulador de intensidad en el sistema 400 electrónico cuando el controlador 402 utiliza el proceso 500 de coordinación de funciones del controlador. En al menos una realización, el controlador 402 incluye una memoria (no mostrada) que incluye código que implementa una o más operaciones del proceso 500 de coordinación de la función del controlador. En al menos una realización, el controlador 402 también incluye un procesador (no mostrado) que está conectado a la memoria y ejecuta el código y, por lo tanto, las operaciones del proceso 500 de coordinación de 40 funciones del controlador. En al menos una realización, el proceso 500 de coordinación de funciones del controlador se implementa usando cualquier combinación de componentes analógicos, digitales, analógicos y digitales, y/o microprocesadores. La implementación particular es una cuestión de elección de diseño.

45 Con referencia a las Figuras 4, 5 y 6, en al menos una realización, el proceso 500 de coordinación de funciones del controlador se inicia al comienzo del estado A en un cruce por cero inicial del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad. En al menos una realización, el controlador 402 comienza la operación 502 en aproximadamente cada cruce por cero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado, tal como dentro de 0-5V de cada cruce por 50 cero. La operación 502 habilita el controlador 404 de estado de camino de baja impedancia. Cuando el controlador 404 de estado de camino de baja impedancia está habilitado, FET 422 conduce y la impedancia de drenaje a fuente de FET 422 es muy baja, por ejemplo, unos pocos ohmios. Además, la frecuencia de la corriente i_R de entrada rectificadora es baja, de modo que la impedancia del inductor 438 es baja. Por lo tanto, la impedancia general de la ruta de baja impedancia para la corriente i_{DIM} es de unos pocos ohmios, como entre 0 y 100 ohmios.

55 En al menos una realización, para un nuevo ciclo del voltaje V_{ϕ_R} de entrada rectificado la operación 502 comienza en el cruce 602 por cero, que es el comienzo del estado A. Cuando comienza la operación 502, el voltaje V_{ϕ_R} de entrada rectificado es menor que el voltaje V_{DD} de operación más el voltaje de polarización directa del diodo 430. Por lo tanto, el diodo 430 es polarizado inversamente, y el voltaje V_s de fuente en el nodo 407 de fuente es 60 aproximadamente igual al voltaje V_{ϕ_R} rectificado de regulador de intensidad en el nodo 444. El controlador 404 de estado de camino de baja impedancia habilitado mantiene el voltaje V_s de fuente a aproximadamente 0V y crea un camino 403 de corriente de baja impedancia a través del inductor 438 y FET 422 para que fluya la corriente i_R de entrada rectificadora. Por lo tanto, la corriente $i_{SUMINISTRO}$ de suministro no es cero como lo indica la corriente i_{DIM} de regulador de intensidad no cero durante el estado A. Por lo tanto, la corriente de $i_{SUMINISTRO}$ de suministro continúa 65 fluyendo hacia el regulador 414 de intensidad durante la operación 502 para, en al menos una realización, estabilizar

el ángulo de corte de fase de ciclo a ciclo mediante el regulador 414 de intensidad para un nivel de regulación de intensidad dado.

Mientras que el controlador 404 de estado de camino de baja impedancia está habilitado en la operación 502, el proceso 500 de coordinación de funciones del controlador realiza la operación 506. La operación 506 determina si el controlador 404 de estado de camino de baja impedancia ha detectado un frente delantero, tal como el borde de 604 delantero, del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado. Si no se ha detectado un borde ascendente del voltaje V_{ϕ_R} de entrada rectificado, entonces el regulador 414 de intensidad todavía está cortando en fase el voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro y no hay voltaje disponible para impulsar el voltaje V_{ENLACE} de enlace. Entonces, la operación 502 continúa habilitando el controlador 404 de estado de camino de baja impedancia. Un sistema y método a manera de ejemplo para detectar un corte de fase que incluye la detección de los frentes delanteros del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado se describen en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos US 2012/0043913, presentada el 17 de agosto de 2010, titulada Dimmer Output Emulation, inventor John L. Melanson y el cesionario Cirrus Logic, Inc., al que se hace referencia aquí como "Melanson I". Otro sistema y método a manera de ejemplo para detectar los frentes delanteros del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado se describe en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No. US 8536799, presentada el 31 de marzo de 2011, titulada Dimmer Detection, inventores Robert T. Grisamore, Firas S. Azrai, Mohit Sood, John L. Melanson y Eric J. King y su cesionario Cirrus Logic, Inc., al que se hace referencia aquí como Grisamore I.

Si se detecta un frente delantero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad, entonces la operación 508 desactiva el controlador 404 de estado de camino de baja impedancia. Cuando se detecta el frente delantero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad, el estado A finaliza y el estado B comienza. Al comienzo del estado B, la operación 510 habilita el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor. El controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor controla el convertidor 436 de potencia de interruptor generando la señal CS de control de interruptor para regular el voltaje V_{ENLACE} de enlace como, por ejemplo, se describe en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos 12/496,457, presentada el 30 de junio de 2009, titulada Cascade Configured Switching Using At Least One Low Breakdown Voltage Internal, Integrated Circuit Switch To Control At Least One High Breakdown Voltage External Switch, el inventor John L. Melanson y el cesionario Cirrus Logic, Inc. . Cuando el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor genera la señal CS de control de interruptor para provocar que el FET 422 conduzca, la corriente i_R de entrada energiza el inductor 438 para aumentar el voltaje a través del inductor 438. Cuando el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor genera la señal CS de control de interruptor para que el FET 422 deje de conducir, la corriente i_R de entrada aumenta el voltaje a través del voltaje del enlace a través del condensador 440 de enlace. El diodo 442 previene que la corriente fluya del condensador 440 de enlace al inductor 438 o FET 422. Durante la operación 510, la corriente i_{DIM} de regulador de intensidad es aproximadamente constante como lo indica, por ejemplo, la i_{DIM} de regulador de intensidad en 608.

Mientras que el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor está habilitado en la operación 510, la operación 512 determina si la energía transferida a la carga 308 es mayor que un parámetro ET_{TH} de transferencia de energía o el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad es menor que un voltaje $V_{\phi_{R_TH}}$ de umbral de regulador de intensidad. En al menos una realización, la operación 512 determina si la energía transferida desde el regulador 414 de intensidad es mayor que un parámetro ET_{TH} de transferencia de energía determinando una cantidad de tiempo desde el comienzo del estado B. Si el tiempo excede un umbral particular, entonces el regulador 414 de intensidad ha transferido una cantidad suficiente de energía al sistema 410 convertidor de potencia. En al menos una realización, la cantidad de tiempo es suficiente para permitir que el condensador 121 (Figura 1) se descargue de modo que el regulador 414 de intensidad funcione de manera consistente de ciclo a ciclo de voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad. Una cantidad de tiempo a manera de ejemplo es de 100-300 μ segs. En al menos una realización, el parámetro ET_{TH} de energía es un voltaje $V_{ENLACE_OBJETIVO}$ de enlace objetivo. En esta realización, la operación 512 determina si la energía transferida desde el regulador 414 de intensidad es mayor que un parámetro ET_{TH} de transferencia de energía determinando si el voltaje V_{ENLACE} de enlace es mayor que el voltaje $V_{ENLACE_OBJETIVO}$ de enlace objetivo, entonces el condensador 440 de enlace ha sido suficientemente impulsado. Si el voltaje V_{ENLACE} de enlace no es mayor que el voltaje $V_{ENLACE_OBJETIVO}$ de enlace objetivo, el voltaje V_{ENLACE} de enlace debe impulsarse aún más si el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad es mayor que un voltaje $V_{\phi_{R_TH}}$ umbral de regulador de intensidad rectificado. En al menos una realización, si el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad es menor que un voltaje $V_{\phi_{R_TH}}$ umbral de regulador de intensidad, el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad es demasiado bajo para transferir eficientemente energía a la carga 308 desde el suministro 412 de voltaje.

Por lo tanto, si no se ha transferido suficiente energía a la carga 308 o el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado es mayor que el voltaje $V_{\phi_{R_TH}}$ umbral de regulador de intensidad rectificado, entonces la operación 510 continúa habilitando el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor y, por lo tanto, continúa impulsando el voltaje V_{ENLACE} de enlace.

En la operación 512, si se ha transferido suficiente energía a la carga 308 o el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado es menor que el voltaje $V_{\phi_{R_TH}}$ umbral de regulador de intensidad rectificado, entonces la operación 515 provoca que el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor deje de impulsar el voltaje V_{ENLACE} del enlace. Finaliza el estado B, comienza el estado C y la operación 516 habilita el controlador 408 de estado inactivo. El controlador 408 de estado "inactivo" no está en sí mismo inactivo. En al menos una

realización, el controlador 408 de estado inactivo hace que la corriente i_{DIM} de regulador de intensidad caiga a aproximadamente 0A y determina cruces por cero y frentes delanteros del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad.

5 La corriente i_R de atenuador rectificada es inversamente proporcional al voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado. Durante el estado C cuando el controlador 408 de estado inactivo está habilitado, el controlador 408 de estado inactivo controla el flujo de la corriente i_R de regulador de intensidad rectificado para que el voltaje en el nodo 444 emule el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad real rectificado para una parte del ciclo del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado que ocurre cuando el voltaje V_{ENLACE} de enlace es menor que el voltaje $V_{ENLACE_OBJETIVO}$ de enlace objetivo y después de una detección de un frente delantero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado. Mientras que el controlador 408 de estado inactivo emula el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad rectificado, el controlador 408 de estado inactivo aísla efectivamente el sistema 410 convertidor de potencia del regulador 414 de intensidad, y el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado permite que el sistema 410 convertidor de potencia y carga 308 funcionen en un modo normal que es equivalente a cuando el regulador 414 de intensidad idealmente continúa conduciendo hasta que el voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro alcanza aproximadamente 0V. Un controlador 408 de estado inactivo a manera de ejemplo se describe junto con la Figura 7 y en Melanson I.

20 La operación 518 determina si el voltaje V_{ϕ_R} de entrada rectificado está en o cerca del siguiente cruce por cero, tal como el cruce 606 por cero. Si el voltaje V_{ϕ_R} de entrada rectificado no está en o cerca del siguiente cruce por cero, el controlador 408 de estado inactivo continúa generando el voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad emulado. Si el voltaje V_{ϕ_R} de entrada rectificado está en o cerca del siguiente cruce por cero, la operación 520 deshabilita el controlador 408 de estado inactivo, y el proceso 500 de coordinación de funciones del controlador vuelve a la operación 502 y se repite.

25 Los estados 610 de habilitación/deshabilitación representan cuando el controlador 404 de estado de camino de baja impedancia, el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor y el controlador 408 de estado inactivo están habilitados y deshabilitados. Un 1 lógico indica habilitado y un 0 lógico indica deshabilitado. Por lo tanto, los estados 608 de activación/desactivación representan una realización de cómo el controlador 402 puede coordinar las funciones del controlador 404 de estado de camino de baja impedancia, el controlador 408 de estado inactivo y el controlador 406 de conversión de potencia en modo de interruptor.

35 El controlador 408 de estado inactivo puede implementarse como un circuito digital, análogo, o análogo y digital. La Figura 7 representa un controlador 700 de estado inactivo, que representa una realización del controlador 408 de estado inactivo. El controlador 700 de estado inactivo funciona en parte como una fuente de corriente que controla la corriente i_R . El controlador 700 de estado inactivo incluye un circuito 702 desplegable para desplegar la corriente i_R después de que un triac del regulador 414 de intensidad se APAGA, y un circuito 704 de retención o "pegamento" para retener el voltaje V_{ϕ_R} de salida del regulador de intensidad emulado a aproximadamente 0V hasta que el triac 106 se dispare en un próximo medio ciclo de voltaje V_{DIM} de regulador de intensidad.

40 Como, en al menos una realización, el voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro es una onda cosenoidal, y la corriente i_R está directamente relacionada con la derivada del voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulada, una relación ideal entre la corriente i_R y el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado para un medio ciclo de voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro es un cuarto de onda sinusoidal. Sin embargo, una relación linealmente decreciente entre la corriente i_R y el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado es una aproximación cercana de un cuarto de onda sinusoidal. La corriente i_R versus el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado hace que el sistema 410 convertidor de potencia genere un voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado oval, que es una aproximación cercana a un voltaje $V_{SUMINISTRO}$ de suministro de corte de fase.

50 En general, el circuito 702 desplegable crea la relación linealmente decreciente entre la corriente i_R y el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado. El circuito 702 desplegable incluye un amplificador 705 operacional que incluye un terminal de entrada no inversor "+" para recibir un voltaje V_{REF_PD} de referencia desplegable. Un circuito de retroalimentación con divisor $R1$ y $R2$ de voltaje entre el voltaje 711 V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado terminal y el voltaje V_B en el nodo 712 crea una relación inversa entre el voltaje V_B y el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado. Por lo tanto, a medida que disminuye el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado, el amplificador 705 operacional acciona la puerta del transistor 708 de efecto de campo semiconductor de óxido de metal de canal n (NMOSFET) para aumentar el voltaje V_B de modo que el voltaje V_A en el terminal inversor "-" coincide con el voltaje V_{REF_PD} de referencia en el terminal no inversor "+". De manera similar, a medida que aumenta la salida V_{ϕ_R} de regulador de intensidad emulado, el amplificador 705 operacional acciona la puerta del transistor 708 de efecto de campo semiconductor de óxido de metal de canal n (NMOSFET) para disminuir el voltaje V_B para que el voltaje V_A en el terminal inversor "-" continúe coincidiendo con el voltaje V_{REF_PD} de referencia en el terminal no inversor "+".

65 El voltaje $V_{ACCIONAR}$ en la puerta de NMOSFET 706 mantiene NMOSFET 706 en modo de saturación. En al menos una realización, el voltaje $V_{ACCIONAR}$ es +12V. El voltaje V_B a través de la resistencia 714 determina el valor de la corriente i_R , es decir, $i_R = V_B/R3$, y "R3" es el valor de resistencia de la resistencia 714. Por lo tanto, la corriente i_R varía directamente con el voltaje V_B y, por lo tanto, varía inversamente con el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de

intensidad emulado. De la topología del circuito 702 desplegable, el voltaje V_B está relacionado con el voltaje V_{REF_PD} de referencia de acuerdo con la Ecuación (1):

$$V_B = V_{REF_PD} \cdot \frac{R1 + R2}{R1} - \frac{R2 \cdot V_{\phi_R}}{R1} \quad (1)$$

R1 es el valor de resistencia de la resistencia 707, y R2 es el valor de resistencia de la resistencia 709. Si $R1 \gg R2$, entonces el voltaje V_B está representado por la Ecuación (2)

$$V_B \approx V_{REF_PD} - \frac{R2 \cdot V_{\phi_R}}{R1} \quad (2)$$

Como $i_R = V_B/R3$, si R1 es 10 Mohms, R2 es 42 kohms y R3 es 1 kohm, de acuerdo con la ecuación (2), i_R está representado por la ecuación (3):

$$i_R \approx 0.8 \left(1 - \frac{V_{\phi_R}}{190} \right) \text{mA} \quad (3)$$

Una vez que el circuito 702 desplegable baja el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado a un voltaje V_{REF_GL} de referencia encolado, el circuito 704 de encolado mantiene el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado a un voltaje umbral o por debajo de éste, tal como aproximadamente 0V, hasta que el triac 106 dispara y eleva el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado. El voltaje V_{REF_GL} de referencia de encolado representa una realización del umbral V_{ZC_TH} de voltaje de cruce por cero discutido junto con la Figura 3. El comparador 716 del circuito 704 de encolado compara el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado con el voltaje V_{REF_GL} de referencia de encolado. El valor particular del voltaje V_{REF_GL} de referencia de encolado es una cuestión de elección de diseño. En al menos una realización, el voltaje V_{REF_GL} se establece de modo que el circuito 704 de encolado mantiene el voltaje V_{ϕ_R} a aproximadamente 0V cuando el voltaje V_{ϕ_R} se aproxima a 0V. En al menos una realización, el voltaje V_{REF_GL} de referencia de encolado se establece en 5V. Como NMOSFET 706 funciona en modo de saturación, el voltaje en el nodo 710 es aproximadamente igual al voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado. Cuando el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado es mayor que el voltaje V_{REF_GL} de referencia de encolado, el voltaje V_{COMP} de salida del comparador 716 es un 0 lógico. En al menos una realización, el voltaje V_{COMP} de salida comparador se pasa directamente como señal PEGAMENTO_PERMITIR a un terminal de control del interruptor 718. El interruptor 718 puede ser cualquier tipo de interruptor y es, por ejemplo, un NMOSFET. Cuando el voltaje V_{COMP} de salida comparador es un 0 lógico, el interruptor 718 está APAGADO y los NMOSFET 720 y 722 también están APAGADOS. Una transición del voltaje V_{COMP} de salida comparador de un 1 lógico a un 0 lógico indica un cruce por cero determinado del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad que se usa en la operación 518 del proceso 500 de coordinación de funciones del controlador (Figura 5).

Cuando el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado transita de mayor a menor que el voltaje V_{REF_GL} de referencia de encolado, el voltaje V_{COMP} de salida comparador cambia de un 0 lógico a un 1 lógico. Una transición del voltaje V_{COMP} de salida comparador de un 0 lógico a un 1 lógico indica un frente delantero determinado del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad, que se usa en la operación 506 del proceso 500 de coordinación de funciones del controlador (Figura 5). Cuando el voltaje V_{COMP} de salida comparador es un 1 lógico, los NMOSFET 720 y 722 conducen. Los NMOSFET 720 y 722 están configurados como un espejo de corriente que comparte un terminal 724 de puerta común. Una fuente 726 de corriente genera una corriente $i_{PEGAMENTO}$ de pegamento, que se refleja a través de NMOSFET 720. En al menos una realización, cuando el voltaje V_{ϕ_R} de salida del regulador de intensidad emulado es menor que el voltaje V_{REF_GL} de referencia de encolado, la corriente i_R es aproximadamente igual al pegamento $i_{PEGAMENTO}$ de corriente. En al menos una realización, la corriente $i_{PEGAMENTO}$ de pegamento se establece en un valor lo suficientemente grande como para mantener el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado a aproximadamente 0V hasta que un triac del regulador 414 de intensidad vuelva a disparar. En al menos una realización, la corriente de pegamento $i_{PEGAMENTO}$ es al menos tan grande como un valor HC de corriente de retención del regulador 414 de intensidad (Figura 4), tal como 250 mA. Por lo tanto, el circuito 704 de pegamento extrae una corriente $i_{PEGAMENTO}$ de pegamento en estado estable del sistema 410 convertidor de potencia para retener el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado en o por debajo de un voltaje umbral, tal como aproximadamente 0V, durante un periodo de tiempo desde cuando el circuito 702 desplegable baja el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado al voltaje V_{REF_GL} de referencia de encolado hasta que el triac 106 dispara y eleva el voltaje V_{ϕ_R} de salida de regulador de intensidad emulado.

En al menos una realización, el circuito 704 de pegamento también incluye la lógica 728 de pegamento desplegable ("lógica de PG"). La lógica 728 de PG genera la señal PEGAMENTO_PERMITIR para controlar la conductividad del interruptor 718. Las funciones particulares de la lógica 728 PG son una cuestión de elección de diseño. Por ejemplo, en al menos una realización, la lógica 728 P-G habilita y deshabilita el circuito 704 de encolado. En al menos una
5 realización, para habilitar y deshabilitar el circuito 704 de encolado, la lógica 728 P-G determina si el voltaje V_{ϕ_DIM} de salida del regulador de intensidad contiene cortes de fase como, por ejemplo, se describe en Grisamore I. Si el voltaje V_{ϕ_DIM} de salida de regulador de intensidad no indica ningún corte de fase, entonces la lógica 728 P-G desactiva el circuito 704 de encolado al generar la señal PEGAMENTO_PERMITIR para que el interruptor 718 no conduzca independientemente del valor del voltaje V_{COMP} de salida comparador. En al menos una realización, la
10 lógica 728 P-G incluye un temporizador (no mostrado) que determina con qué frecuencia el voltaje V_{COMP} de salida comparador cambia el estado lógico. Si el tiempo entre cambios de estado lógico es consistente sin cortes de fase, la lógica 728 P-G desactiva el circuito 704 de encolado. En Melanson I se describe una discusión adicional y a manera de ejemplo del controlador 700 de estado inactivo. El sistema particular y el método para determinar un cruce por cero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad es una cuestión de elección de diseño. La solicitud de patente provisional de los Estados Unidos No. 61/410,269 describe otro sistema y método a manera de ejemplo para
15 determinar un cruce por cero del voltaje V_{ϕ_R} de regulador de intensidad. La solicitud de patente provisional de los Estados Unidos No. 61/410,269, presentada el 4 de noviembre de 2010, titulada "Digital Resynthesis of Input Signal Dimmer Compatibility", inventores John L. Melanson y Eric J. King, expediente del abogado no. 1883-EXL.

20 Por lo tanto, un sistema electrónico incluye un controlador que coordina las funciones de un circuito de pegamento, un emulador de regulador de intensidad y un controlador de conversión de potencia en modo de interruptor para proporcionar compatibilidad entre un regulador de intensidad y una carga.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (300) electrónico que comprende:

- una carga (308) que incluye uno o más diodos emisores de luz,

- un sistema (304) convertidor de potencia para proporcionar compatibilidad entre un regulador (306) de intensidad y la carga (308), en el que el regulador de intensidad proporciona un voltaje (V_{Φ_DIM}) de regulador de intensidad al sistema (304) convertidor de potencia, donde el voltaje del regulador de intensidad comprende tres estados:

A. un cruce de voltaje por aproximadamente cero voltios del voltaje (V_{Φ_DIM}) de regulador de intensidad del regulador (306) de intensidad hasta un frente delantero de corte de fase del voltaje (V_{Φ_DIM}) de regulador de intensidad;

B. un final del estado A hasta que la energía transferida a la carga (308) sea suficiente para cumplir al menos un parámetro de transferencia de energía; y

C. un final del estado B hasta el comienzo del siguiente estado A,

el sistema (300) electrónico comprende además un controlador (302, 402) para controlar el sistema (304) convertidor de potencia, caracterizado porque el controlador (302, 402) comprende:

- un controlador (310, 404) de estado de camino de baja impedancia configurado para, para el estado A, habilitar un camino (316) de baja impedancia para una corriente de regulador de intensidad del regulador (306) de intensidad, en el que la impedancia de camino de baja impedancia es suficientemente baja para mantener un ángulo de fase estable del regulador (306) de intensidad;

- un controlador (312, 406) de conversión de potencia en modo de interruptor configurado para, para el estado B, controlar la conversión de energía mediante el sistema (304) convertidor de potencia del voltaje de regulador de intensidad; y controlar el sistema convertidor de potencia para mantener la corriente de regulador de potencia por encima de un umbral de corriente; y

- un controlador (314, 408) de estado inactivo configurado para, para el estado C, entrar en un estado inactivo, en el que durante el estado inactivo se desactivan el camino de baja impedancia y la conversión de potencia.

2. El sistema (300) electrónico de la reivindicación 1, en el que el sistema (304) convertidor de potencia comprende un convertidor (318) de potencia de interruptor configurado para convertir el voltaje (V_{Φ_DIM}) de regulador de intensidad del regulador (306) de intensidad en un voltaje ($V_{-ENLACE}$) de enlace para la carga (308), en el que el al menos un parámetro de transferencia de energía comprende un valor ($V_{-ENLACE_OBJETIVO}$) umbral de voltaje de enlace, para determinar cuándo la energía transferida a una carga (308) es suficiente para cumplir con el al menos un parámetro de transferencia de energía, y en el que el controlador (302, 402) está configurado además para al menos:

- determinar que se transfiere suficiente energía a la carga (308) cuando el voltaje ($V_{-ENLACE}$) de enlace es mayor que el valor ($V_{-ENLACE_OBJETIVO}$) umbral de voltaje de enlace; en el que el controlador (302, 402) está acoplado al sistema (304) convertidor de potencia y la carga (308) está acoplada al sistema (304) convertidor de potencia.

3. El sistema (300) electrónico de la reivindicación 2, en el que el convertidor (318) de potencia de interruptor comprende un convertidor de potencia de interruptor de tipo pulso acoplado al controlador (302, 402), en el que un convertidor (318) de potencia de interruptor comprende un control del convertidor de potencia de interruptor de tipo pulso.

4. Un método para operar un sistema (300) electrónico que comprende un sistema (304) convertidor de potencia para proporcionar compatibilidad entre un regulador (306) de intensidad y una carga (308), donde la carga (308) incluye uno o más diodos emisores de luz, en el que el regulador (306) de intensidad proporciona un voltaje (V_{Φ_DIM}) de regulador de intensidad al sistema (304) convertidor de potencia, donde dicho voltaje de regulador de intensidad comprende tres estados que se producen a partir de:

A. un cruce por aproximadamente cero voltios del voltaje (V_{Φ_DIM}) de regulador de intensidad del regulador (306) de intensidad hasta un frente delantero de corte de fase del voltaje (V_{Φ_DIM}) de regulador de intensidad;

B. un final del estado A hasta que la energía transferida a la carga (308) sea suficiente para cumplir al menos un parámetro de transferencia de energía; y

C. un final del estado B hasta el comienzo del siguiente estado A;

caracterizado porque el método comprende:

para el estado A, permitir un camino (316) de baja impedancia para una corriente de regulador de intensidad del regulador (306) de intensidad, en el que la impedancia del camino de baja impedancia es suficientemente baja para mantener un ángulo de fase estable del regulador (306) de intensidad ;

5 para el estado B, controlar la conversión de potencia mediante el sistema (304) convertidor de potencia del voltaje (V_{ϕ_DIM}) de regulador de intensidad; y controlar el sistema (304) convertidor de potencia para mantener la corriente del regulador de intensidad por encima de un umbral de corriente; y

10 para el estado C, entrar en un estado inactivo, en el que durante el estado inactivo se desactivan el camino de baja impedancia y la conversión de potencia.

15 5. El método de la reivindicación 4, en el que la conversión de potencia comprende una conversión del voltaje (V_{ϕ_DIM}) de regulador de intensidad del regulador (306) de intensidad a un voltaje ($V_{-ENLACE}$) de enlace para la carga (308), y en el que el al menos un parámetro de transferencia de energía comprende un valor ($V_{-ENLACE_OBJETIVO}$) umbral de voltaje de enlace, donde el método comprende además:

- determinar que se transfiere suficiente energía a la carga (308) cuando el voltaje ($V_{-ENLACE}$) de enlace es mayor que el valor ($V_{-ENLACE_OBJETIVO}$) umbral de voltaje de enlace.

20 6. El sistema (300) electrónico de la reivindicación 1 o el método de la reivindicación 4, en el que el al menos un parámetro de transferencia de energía comprende un primer parámetro (ET_{TH}) de transferencia de energía, y en el que el estado B comprende además el final del estado A hasta que la energía que se transfiere a la carga (308) es mayor que el primer parámetro (ET_{TH}) de transferencia de energía o hasta que la energía transferida desde el regulador (306) de intensidad sea suficiente para cumplir al menos con un segundo parámetro ($V_{\phi_R_TH}$) de transferencia de energía.

25 7. El sistema (300) electrónico de la reivindicación 6 o el método de la reivindicación 6 en el que el primer parámetro (ET_{TH}) de transferencia de energía es una cantidad de tiempo durante el cual el regulador (306) de intensidad conduce un voltaje de suministro.

30 8. El sistema (300) electrónico de la reivindicación 1, en el que el controlador (302, 402) está configurado para, o el método de la reivindicación 4, que comprende, además:

35 - permitir el control de la conversión de potencia del voltaje (V_{ϕ_DIM}) de regulador de intensidad;

- en el que la conversión de potencia comprende una conversión del voltaje (V_{ϕ_DIM}) de regulador de intensidad del regulador (306) de intensidad a un voltaje ($V_{-ENLACE}$) de enlace para la carga (308), determinando cuándo el voltaje ($V_{-ENLACE}$) de enlace del convertidor (318) de potencia de interruptor es mayor que un valor umbral de voltaje de enlace;

40 - determinar cuándo el voltaje (V_{ϕ_DIM}) del regulador de intensidad es menor que un valor umbral de voltaje de regulador de intensidad;

45 - deshabilitar la conversión de potencia cuando el voltaje ($V_{-ENLACE}$) de enlace es mayor que el valor umbral de voltaje de enlace o el voltaje (V_{ϕ_DIM}) del regulador de intensidad es menor que el valor umbral de voltaje de regulador de intensidad; y

- entrar en el estado inactivo después de deshabilitar la conversión de energía en modo de interruptor.

50 9. El método de la reivindicación 5 que comprende además: rectificar el voltaje (V_{ϕ_DIM}) de regulador de intensidad con el fin de proporcionar un voltaje (V_{ϕ_R}) de regulador de intensidad rectificado; y determinar el cruce por cero voltios del voltaje (V_{ϕ_DIM}) de regulador de intensidad al hacer que el sistema (304) convertidor de potencia genere un voltaje de regulador de intensidad emulado, en el que el voltaje de regulador de intensidad emulado emula parte de un ciclo del voltaje (V_{ϕ_R}) de regulador de intensidad rectificado que ocurre cuando el voltaje ($V_{-ENLACE}$) de enlace es menor que un voltaje ($V_{-ENLACE_OBJETIVO}$) de enlace objetivo y después de la detección de un frente delantero del voltaje de regulador de intensidad rectificado.

55 10. El sistema (300) electrónico de la reivindicación 1 o el método de la reivindicación 4 en el que el regulador (306) de intensidad comprende un triodo para una corriente alterna.

60 11. El sistema (300) electrónico de la reivindicación 1 o el método de la reivindicación 4 en el que el voltaje (V_{ϕ_DIM}) de regulador de intensidad es un voltaje de regulador de intensidad rectificado.

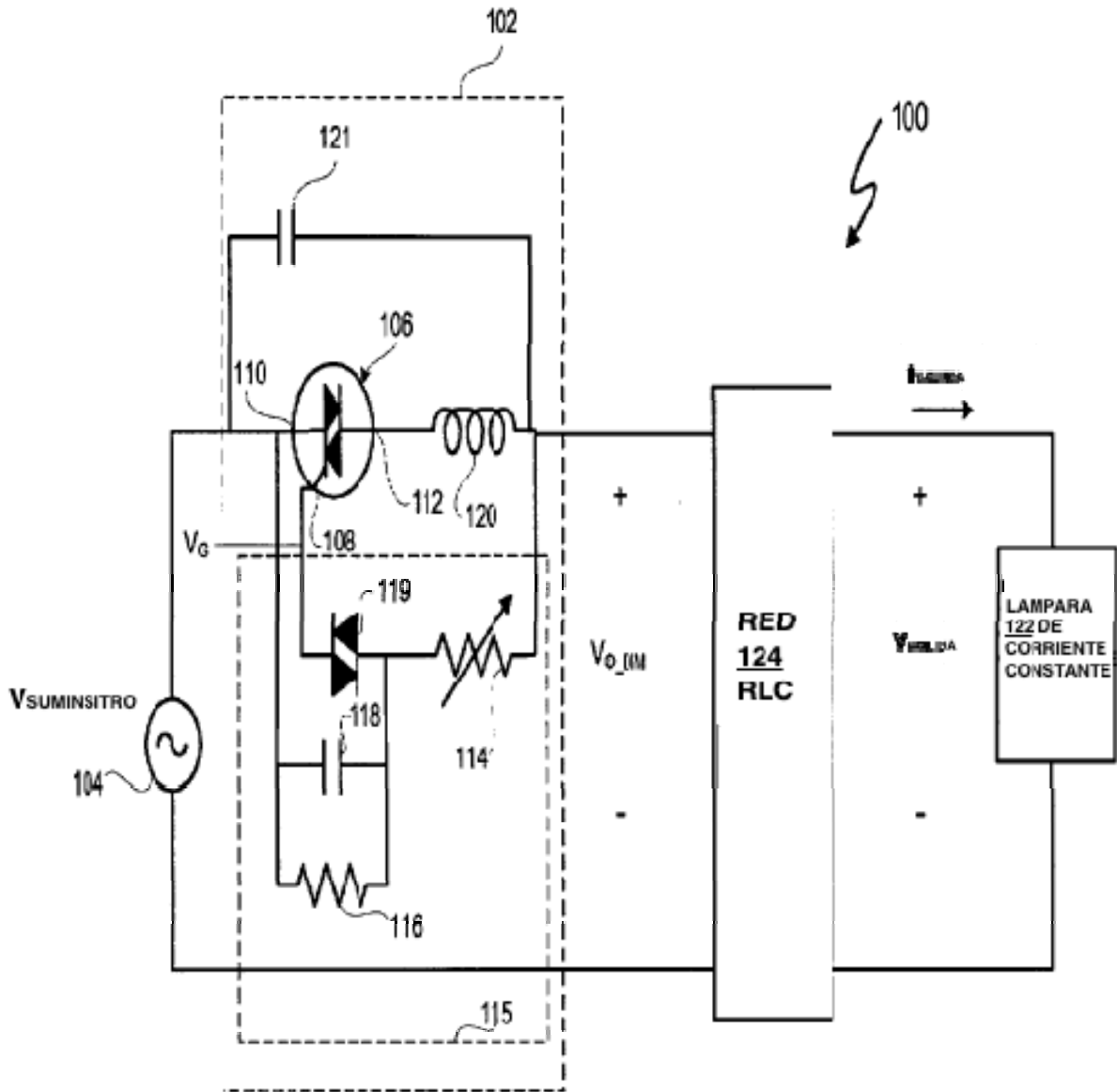


FIGURA 1 (TÉCNICA ANTERIOR)

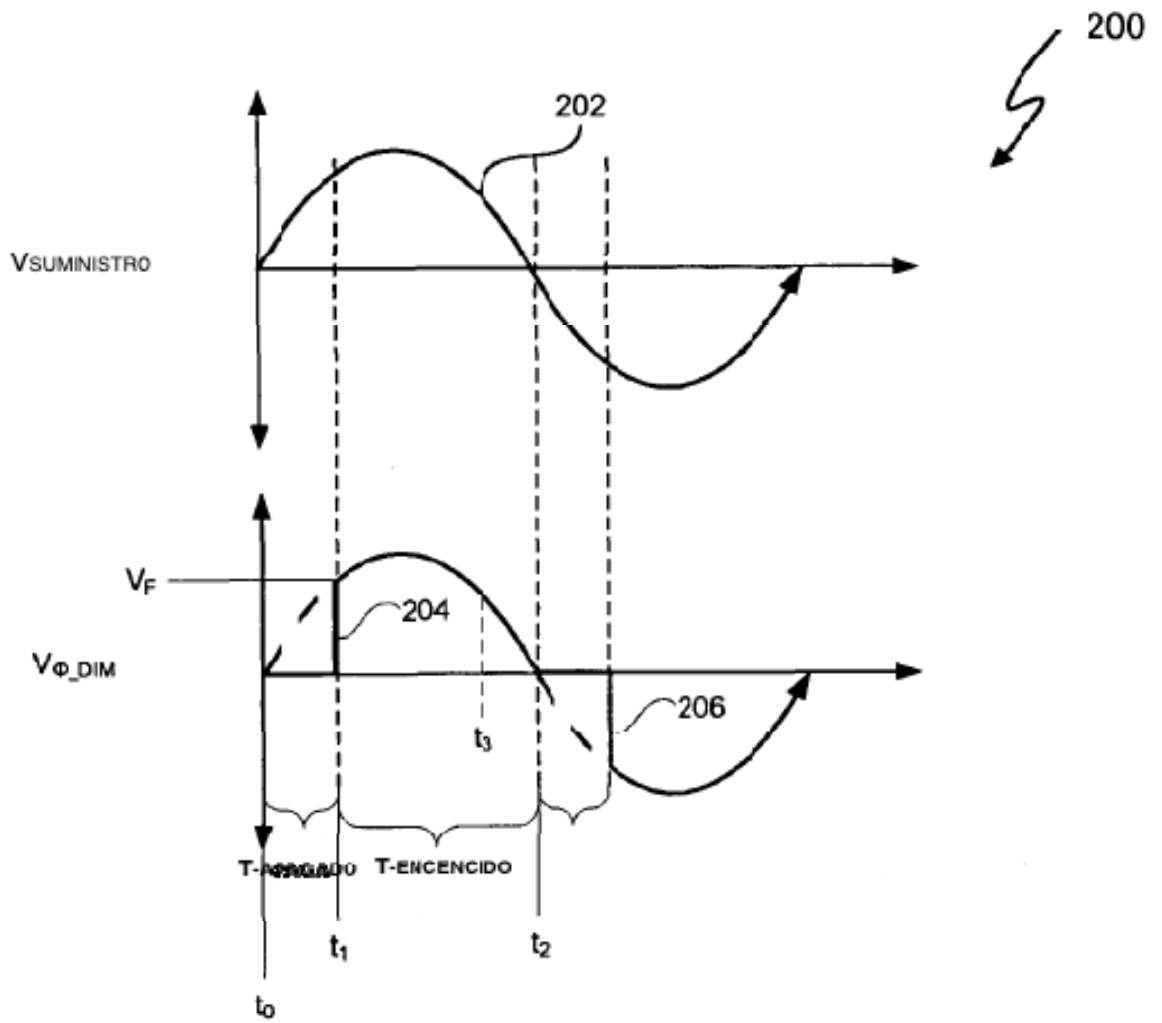


FIG. 2 (TÉCNICA ANTERIOR)

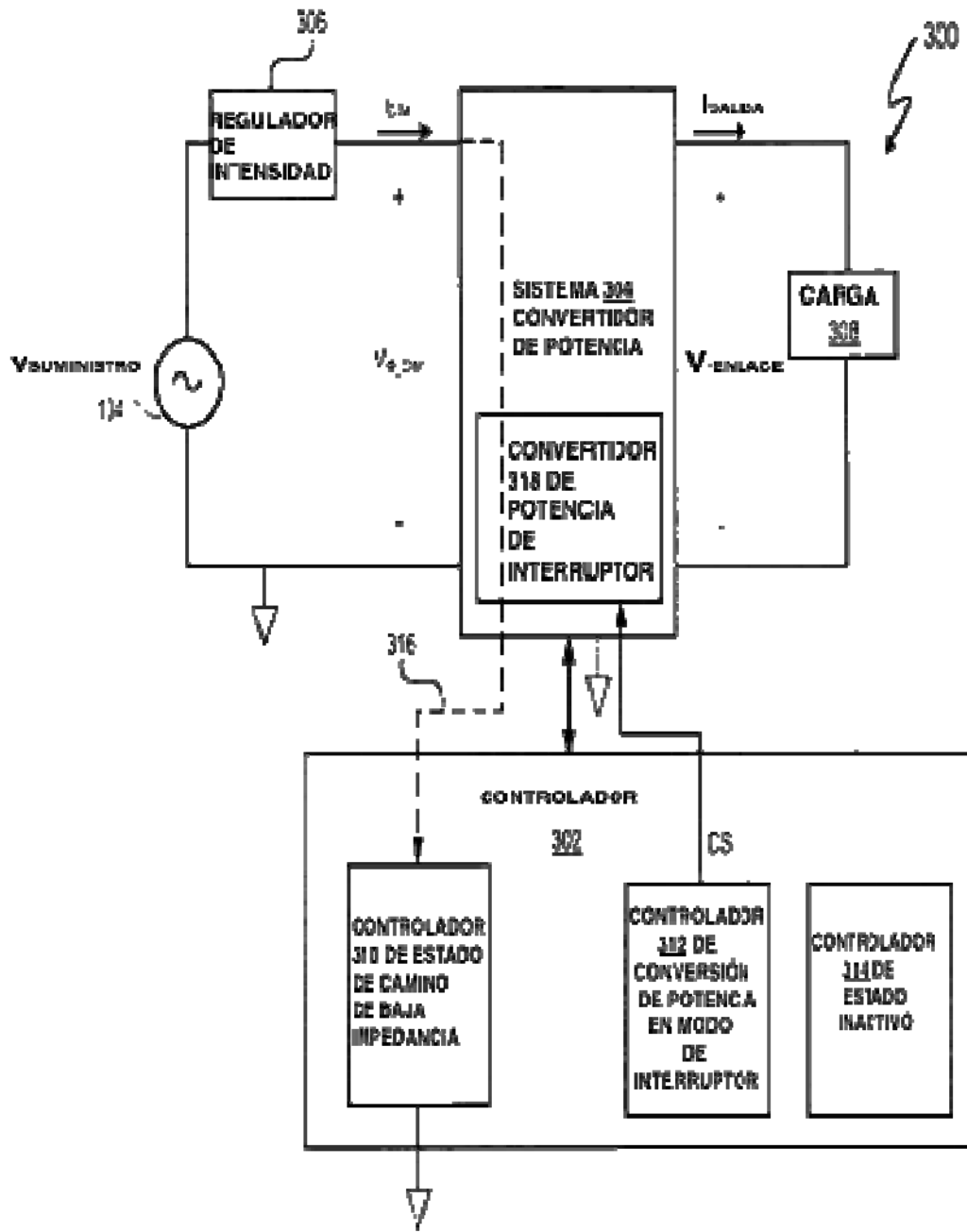


FIGURA 3

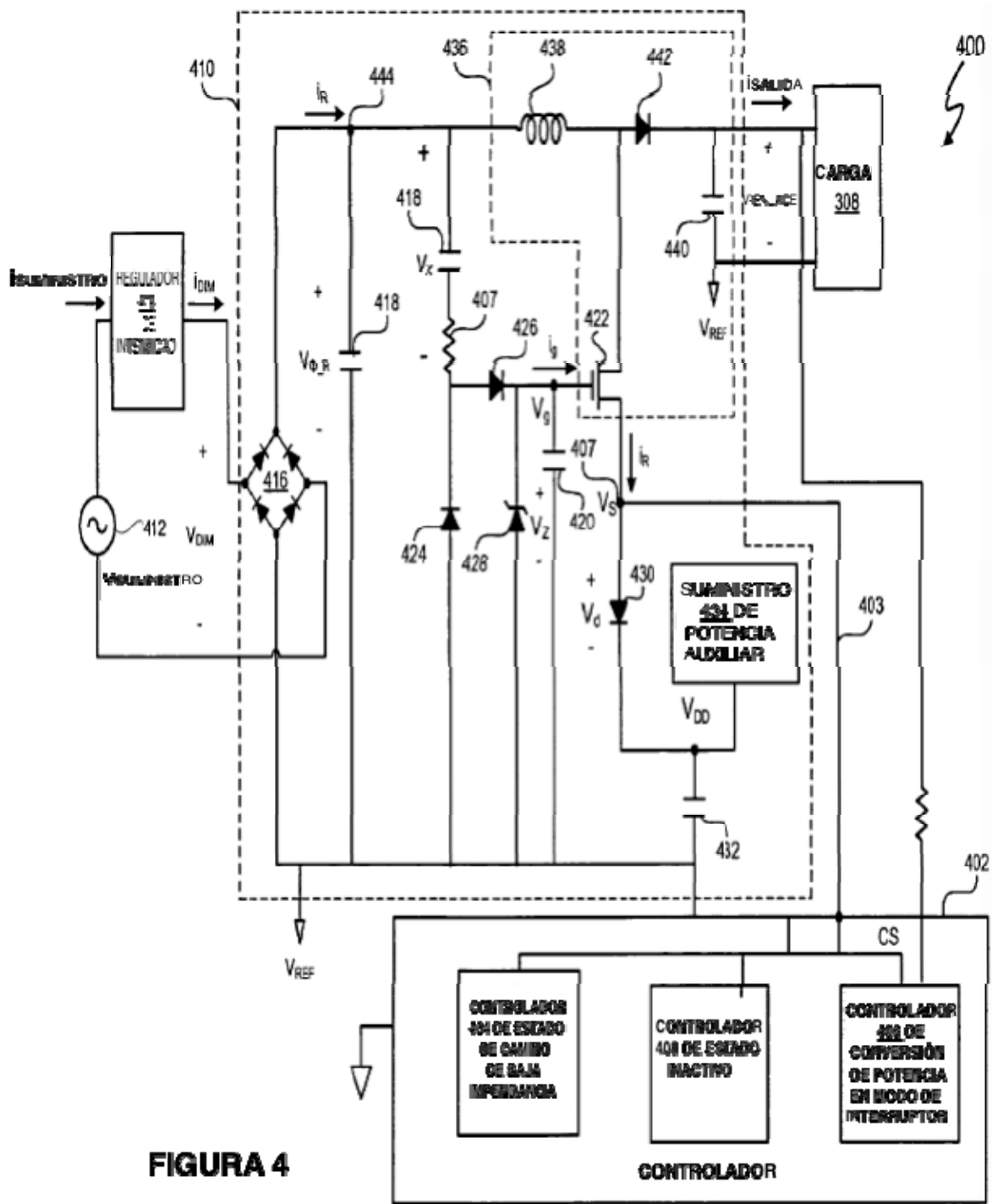


FIGURA 4

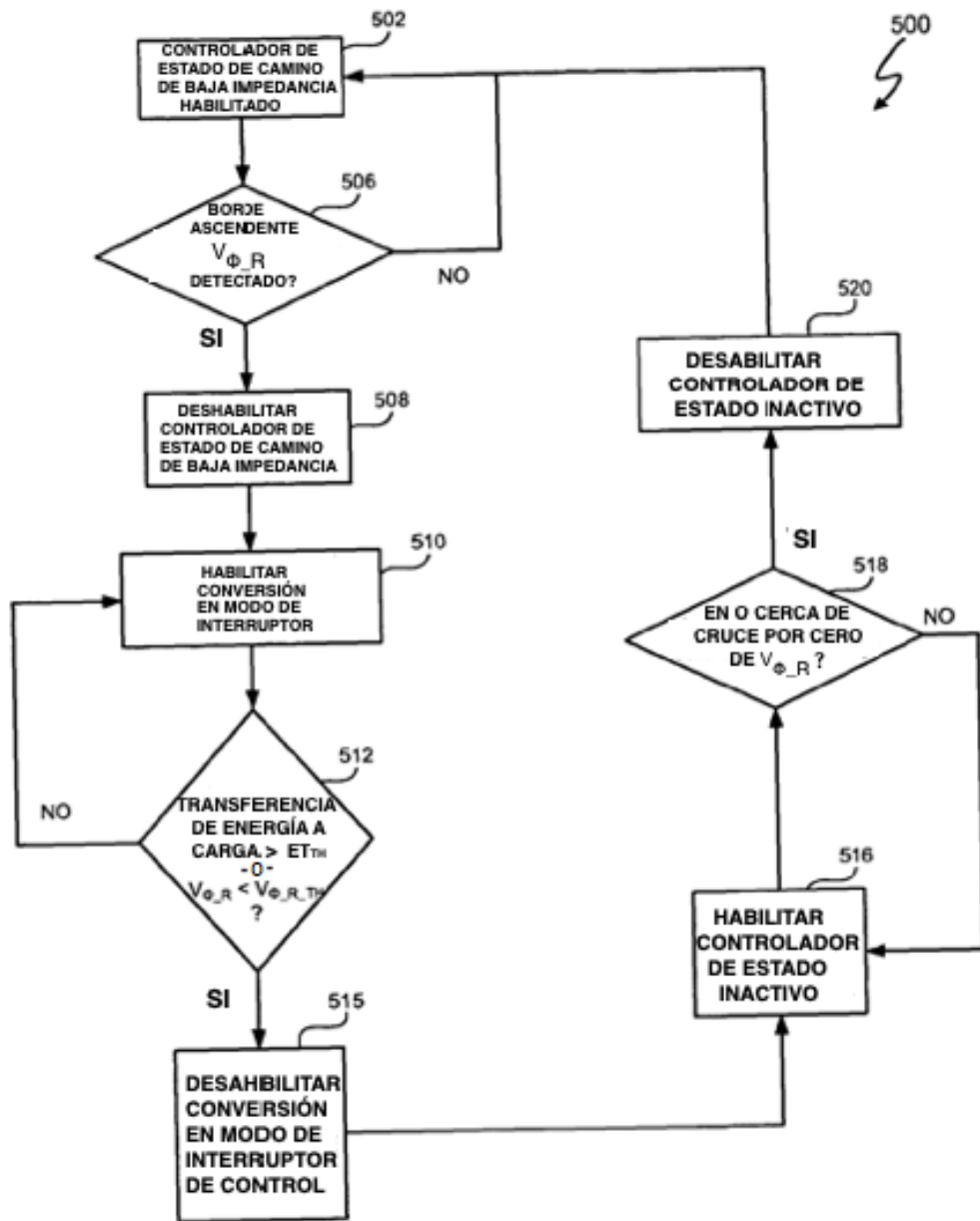


FIGURA 5

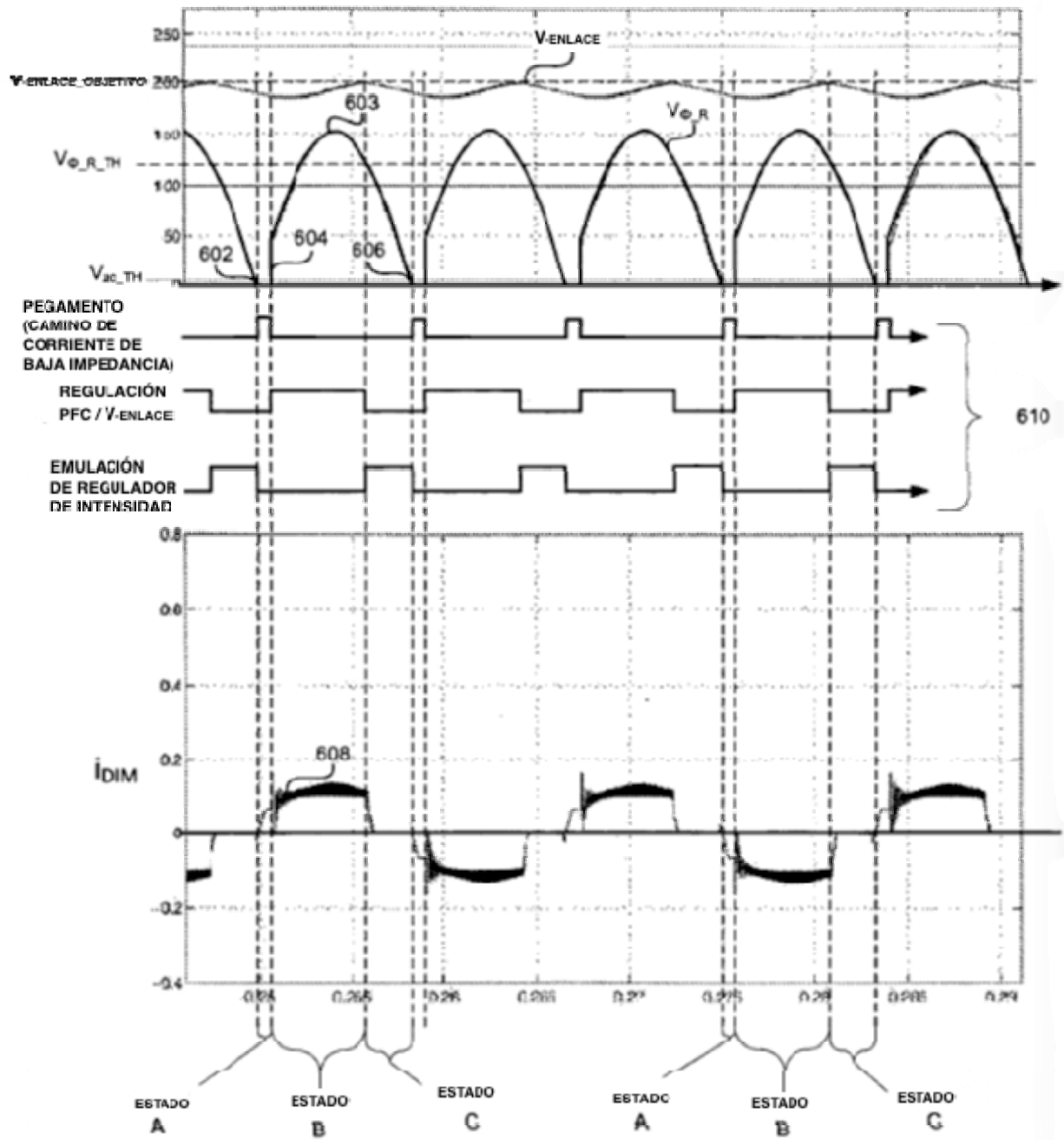


FIGURA 6

