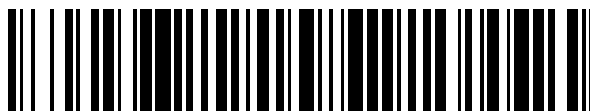


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 868**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/42** (2007.01)

**H02M 3/158** (2006.01)

**G05F 1/66** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2014 PCT/US2014/036254**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014 WO14179501**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2014 E 14791062 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 2992396**

54 Título: **Circuito de corrección del factor de potencia elevador sin puente para la entrada de corriente constante**

30 Prioridad:

**03.05.2013 US 201313887205**

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

**29.10.2019**

73 Titular/es:

**COOPER TECHNOLOGIES COMPANY (100.0%)  
600 Travis Street Suite 5600  
Houston, TX 77002, US**

72 Inventor/es:

**GUMER, TRAVER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 728 868 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 de corrección del factor de potencia elevador sin puente para la entrada de corriente constante

## 5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere en general a la corrección del factor de potencia. Específicamente, la presente divulgación se refiere a técnicas para proporcionar corrección del factor de potencia en un sistema con una entrada de corriente constante.

10

## Antecedentes

La corrección del factor de potencia se usa a menudo en sistemas de potencia eléctrica y entre fuentes de potencia y cargas para sincronizar la corriente de entrada y la tensión de entrada antes de suministrarse a la carga. La corrección del factor de potencia puede proporcionar muchos beneficios para el sistema de energía eléctrica y la carga, como la vida útil prolongada y la eficiencia energética.

Tradicionalmente, la circuitería de corrección del factor de potencia se diseña como corrección del factor de potencia basada en la tensión. Dicha circuitería se usa en sistemas de tensión constante, y la forma de onda de la corriente de entrada se hace coincidir con la forma de onda de la tensión de entrada. Sin embargo, en ciertas industrias, como la iluminación de aeródromos, la infraestructura existente requiere sistemas basados en la corriente que requieren una fuente de alimentación de corriente constante en lugar de una fuente de alimentación de tensión constante. Específicamente, en el área de la iluminación del aeródromo, los sistemas de corriente constante se usan tradicionalmente por la necesidad de iluminación consistente a través de la pluralidad de dispositivos de iluminación acoplados en serie y alimentados por la misma fuente de alimentación. Debido a que una fuente de alimentación de corriente constante puede proporcionar el mismo nivel de corriente a cada uno de los dispositivos de iluminación, se convirtió en la forma estándar de distribución de potencia en el área de iluminación del aeródromo. Aunque la tecnología de iluminación se ha vuelto más sofisticada en los últimos años, la infraestructura sigue siendo un sistema basado en la corriente. Sin embargo, las técnicas de corrección del factor de potencia usadas para sistemas basados en tensión que reciben una tensión constante en general no pueden usarse para sistemas basados en la corriente. Se destaca el documento CN 103 066 873 A, que muestra un circuito de corrección del factor de potencia (PFC) de Cuk de reducción de la tensión de tipo sin puente. Dicho circuito PFC de Cuk consta de dos tubos de conmutación de potencia, cuatro diodos, dos condensadores centrales, dos condensadores electrolíticos de salida, cuatro inductancias eléctricas. Además, UGO MORICONI: "AN1606 APPLICATION NOTE Description of "Bridgeless PFC Configuration" Topology", 1 de noviembre de 2002 (2002-11-01), está relacionada con un controlador de PFC que opera en modo de corriente promedio con muchas funciones en el chip, que pueden ofrecer 1,5 A. Además, BIELA J ET AL: "Optimal design of a compact 99.3 % efficient single-phase PFC rectifier", APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION (APEC), 2010 TWENTY- FIFTH ANNUAL IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, EE. UU., 21 de febrero de 2010 (2010-02-21), páginas 1397 - 1404, muestra un procedimiento de optimización, que determina automáticamente los valores de los parámetros de un rectificador de PFC sin puente monofásico para una máxima eficacia. Se muestran los modos de funcionamiento continuo y discontinuo, así como un concepto para la integración magnética de los inductores de filtro CM y DM. Además, HONG-YING WU ET AL: "Novel Single Phase Current Source Buck Pfc With Delta Modulation Control Strategy", POWER ELECTRONICS AND VARIABLE SPEED DRIVES, 1996. SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON (CONF. PUBL. N.º. 429), IEE, 1 de enero de 1996 (1996-01-01), páginas 138 - 143, está relacionada con un PFC de fuente de corriente monofásica con entrada de tipo Buck. La corriente de entrada se controla indirectamente por modulación delta de la tensión del condensador de entrada para suministrar corriente de CA casi sinusoidal en el factor de potencia de unidad. Un filtro resonante se emplea para reducir el inductor de salida.

## 50 Sumario

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un circuito de corrección del factor de potencia (PFC) de corriente constante sin puente y un método como se establece en las reivindicaciones 1 y 8. En las reivindicaciones dependientes se divulgan realizaciones adicionales, entre otras. En una realización de ejemplo de la presente divulgación, un circuito de corrección del factor de potencia de corriente constante sin puente incluye un condensador de entrada configurado para recibir una corriente de entrada desde una fuente de corriente constante y producir una tensión de entrada. El circuito de corrección del factor de potencia de corriente constante sin puente incluye además un primer dispositivo de conmutación acoplado al condensador de entrada y la fuente de corriente, en donde el primer dispositivo de conmutación es operable durante un primer semiciclo de la corriente de entrada y está en cortocircuito durante un segundo semiciclo de la corriente de entrada, y en donde cuando es operable, el primer dispositivo de conmutación cambia entre un estado ENCENDIDO y un estado APAGADO. El circuito de corrección del factor de potencia de corriente constante sin puente incluye un segundo dispositivo de conmutación acoplado al condensador de entrada y la fuente de corriente, en donde el segundo dispositivo de conmutación es operable durante el segundo semiciclo de la corriente de entrada y está en cortocircuito durante el primer semiciclo de la corriente de entrada, y en donde cuando es operable, el segundo dispositivo de conmutación conmuta entre el estado ENCENDIDO y el estado APAGADO. El circuito de corrección del factor de potencia de corriente constante sin puente también incluye un

controlador acoplado al primer dispositivo de conmutación y al segundo dispositivo de conmutación, en donde el controlador cambia el primer o el segundo dispositivo entre el estado ENCENDIDO y el estado APAGADO, dependiendo del semiciclo de la corriente de entrada. Cuando uno de los primeros o segundos dispositivos de conmutación está en el estado APAGADO, el condensador de entrada se carga y la tensión de entrada aumenta, y cuando uno de los primeros o segundos dispositivos de conmutación está en el estado ENCENDIDO, el condensador de entrada se drena y la tensión de entrada cae. El circuito de corrección del factor de potencia de corriente constante sin puente también incluye un bus de salida de CC que proporciona una tensión de salida, en donde la tensión de salida es una forma condicionada de la tensión de entrada, en donde la tensión de entrada está en fase con la corriente de entrada.

En otra realización de ejemplo de la presente divulgación, un circuito de corrección del factor de potencia de corriente constante sin puente incluye un condensador de entrada configurado para recibir una corriente de entrada desde una fuente de corriente constante y producir una tensión de entrada, en donde la corriente de entrada comprende una forma de onda de la corriente. El circuito de corrección del factor de potencia de corriente constante sin puente también incluye un primer MOSFET intercambiable entre un estado ENCENDIDO y un estado APAGADO cuando la corriente de entrada está en un primer semiciclo, y un segundo MOSFET conmutable entre el estado ENCENDIDO y el estado APAGADO cuando la corriente de entrada se encuentra en un segundo semiciclo, en donde cuando uno de los primeros o segundos MOSFETS está en el estado APAGADO, el condensador de entrada se carga a partir de la corriente de entrada y la tensión de entrada aumenta, y cuando uno de los primeros o segundos MOSFETS está en el estado ENCENDIDO, el condensador de entrada se drena y la tensión de entrada cae. La conmutación hacia atrás y hacia adelante entre el estado APAGADO y el estado ENCENDIDO proporciona a la tensión de entrada una forma de onda sustancialmente sinusoidal, en donde la forma de onda sinusoidal está en fase con la forma de onda de la corriente de entrada. El circuito de corrección del factor de potencia de corriente constante sin puente incluye además un controlador acoplado al dispositivo de conmutación, en donde el controlador controla la conmutación del primer y segundo MOSFETS.

En otra realización de ejemplo de la presente divulgación, un método de corrección del factor de potencia en un sistema de corriente constante incluye recibir una corriente de entrada de una fuente de entrada de corriente constante, teniendo la corriente de entrada una forma de onda de corriente, permitiendo que un condensador de entrada se cargue desde la corriente de entrada, en donde una tensión de entrada formada en el condensador de entrada aumenta a medida que el condensador de entrada se carga, determinando si la tensión de entrada alcanza una tensión de referencia. Cuando la corriente de entrada está en un primer semiciclo, el método incluye conmutar un primer dispositivo de conmutación desde un primer estado hasta un segundo estado cuando la tensión de entrada alcanza la tensión de referencia. Cuando la corriente de entrada está en un segundo semiciclo, el método incluye conmutar un segundo dispositivo de conmutación de un primer estado a un segundo estado cuando la tensión de entrada alcanza la tensión de referencia. El método incluye además permitir que el condensador de entrada se drene, en donde la tensión de entrada cae a medida que el condensador de entrada se drena, y configurar la tensión de entrada para que tenga una forma de onda de tensión similar a la forma de onda de la corriente al controlar la conmutación del primer y segundo dispositivos de conmutación.

#### Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la divulgación y sus ventajas, ahora se hace referencia a la siguiente descripción, junto con las figuras adjuntas que se describen brevemente a continuación:

la Figura 1 ilustra un dispositivo de iluminación alimentado por un sistema de corriente constante y que tiene un circuito de corrección del factor de potencia sin puente, de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 2 ilustra un diagrama esquemático de un circuito de corrección del factor de potencia sin puente que tiene una entrada de corriente constante, de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación;

la figura 3 ilustra un diagrama de un controlador del circuito de corrección del factor de potencia sin puente de la figura 1, de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación; y

la Figura 4 ilustra un diagrama de flujo de un método de corrección del factor de potencia sin puente, basado en la corriente, de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación.

Los dibujos ilustran solo realizaciones de ejemplo de la divulgación y, por lo tanto, no deben considerarse limitativos de su alcance, ya que la divulgación puede admitir otras realizaciones igualmente eficaces. Los elementos y características mostrados en los dibujos no están necesariamente a escala, sino que se hace hincapié en ilustrar claramente los principios de las formas de realización de ejemplo de la presente divulgación. Además, ciertas dimensiones pueden exagerarse para ayudar a transmitir visualmente dichos principios.

#### Descripción detallada de las realizaciones ejemplares

En los siguientes párrafos, la presente divulgación se describirá en mayor detalle por medio de ejemplos con referencia a los dibujos adjuntos. En la descripción, los componentes, métodos y/o técnicas de procesamiento de sobra conocidos están omitidos o se describen brevemente para no oscurecer la divulgación. Como se utiliza en el presente documento,

la "presente divulgación" se refiere a una cualquiera de las realizaciones de la divulgación descritas en el presente documento y a cualesquiera equivalentes. Además, la referencia a varias características de la "presente divulgación" no ha de sugerir que todas las realizaciones deban incluir la(s) característica(s) referenciada(s). La presente divulgación proporciona sistemas y métodos de corrección del factor de potencia que opera en una fuente de entrada de corriente constante. La presente divulgación se dirige a los sistemas de distribución de energía en el área de iluminación de aeródromos como una aplicación de ejemplo, pero se puede usar con cualquier otro sistema de distribución de energía apropiado que funcione con una fuente de entrada de corriente constante.

En ciertas realizaciones de ejemplo, la presente divulgación proporciona un circuito de corrección del factor de potencia para su uso en sistemas con fuentes de entrada de corriente constante. En un ejemplo, el circuito de corrección del factor de potencia se usa en un sistema de iluminación de aeródromos que incluye una pluralidad de dispositivos de iluminación individuales. Cada uno de los dispositivos de iluminación recibe un suministro de potencia de corriente constante desde una fuente de alimentación central. En ciertas formas de realización de ejemplo, cada uno o un subconjunto de los dispositivos de iluminación incluye el circuito de corrección del factor de potencia descrito en el presente documento, que mejora la eficiencia energética de los dispositivos de iluminación.

La figura 1 muestra una vista en perspectiva despiezada de uno de tales dispositivos de iluminación 100 según ciertas realizaciones de ejemplo. Refiriéndose ahora a la Figura 1, el dispositivo de iluminación 100 es un ejemplo de una pista de aeropuerto y/o un dispositivo de iluminación de pista de rodaje. El dispositivo de iluminación 100 de la Figura 1 incluye un marco, una fuente de luz 104 y una fuente de alimentación 150. El armazón puede incluir una cubierta 170 y un alojamiento óptico 120. El dispositivo de iluminación 100 incluye además un conjunto de alojamiento óptico 110. El conjunto de alojamiento óptico 110 incluye la combinación de uno o más componentes asociados con la estructura mecánica y la configuración de la carcasa óptica 120 y otros componentes ópticos, tales como un cuerpo, lente, difusor, conectores y similares.

En ciertas realizaciones de ejemplo, la cubierta 170 incluye al menos una pared 177 que forma una cavidad 174. Dentro de la cavidad 174 pueden colocarse al menos una o más fuentes de iluminación 104 y el suministro de potencia 150. La cubierta 170 puede incluir una o más características (por ejemplo, salientes, aberturas) que permiten que los diversos componentes dispuestos en la cavidad 174 encajen y mantengan el acoplamiento eléctrico, mecánico y/o térmico entre sí. El alojamiento óptico 120 protege los componentes dispuestos dentro de la cavidad 174 y además puede sujetar las fuentes de iluminación 104 y los otros componentes internos 130.

La fuente de alimentación 150 incluye uno o más circuitos y componentes eléctricos configurados para recibir la entrada de corriente constante de la fuente de alimentación central, acondicionar la corriente recibida y controlar las fuentes de luz 104. En ciertas formas de realización de ejemplo, la fuente de alimentación incluye el circuito de corrección del factor de potencia divulgado en el presente documento, de manera que la entrada de corriente constante está acondicionada para la corrección del factor de potencia antes de que se suministre a las fuentes de luz 104, mejorando así la eficiencia energética.

La Figura 2 ilustra un diagrama esquemático de un circuito 200 de corrección del factor de potencia (PFC) sin puente, de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación. En ciertas realizaciones de ejemplo, el circuito PFC 200 sin puente incluye una fuente de entrada 202, un condensador de carga de entrada 204, un primer inductor 212a, un primer MOSFET de conmutación 210a y un primer diodo de salida 216a. El circuito PFC 200 sin puente incluye además un segundo inductor 212b, un segundo MOSFET 210b de conmutación, un segundo diodo de salida 216b, un controlador 220, un condensador de salida 214 y un bus de salida de CC 224. La fuente de entrada 202 proporciona un suministro de potencia de corriente constante al circuito 200. En ciertas formas de realización de ejemplo, la fuente de entrada 202 proporciona una onda sinusoidal de 6,6 amperios, 60 hercios.

El circuito PFC 200 sin puente recibe energía de la fuente de entrada de corriente constante 202 y envía energía de CC a través de un bus de salida de CC 224 a una carga. El circuito PFC 200 sin puente configura la forma de onda de la tensión de salida suministrada en el bus de salida de CC 224 para seguir y sincronizarse con la forma de onda de la corriente de entrada. En ciertas formas de realización de ejemplo, la forma de onda de la tensión se forma al menos parcialmente controlando la carga y el drenaje del condensador de carga de entrada mediante el primer y segundo MOSFETS 210a, 210b. La fuente de entrada 202 proporciona una corriente alterna constante, que es positiva durante un semiciclo y negativa durante el otro semiciclo. En lugar de rectificar la corriente de entrada utilizando un puente rectificador de diodo, el circuito PFC 200 sin puente utiliza dos MOSFETS 210a, 210b, acoplados al circuito 200 en direcciones opuestas. Típicamente, un puente rectificador de diodo incluye una pluralidad (por ejemplo, 4) de diodos, lo que resulta en una pérdida de potencia relativamente grande. Por lo tanto, la capacidad de manejar una corriente alterna sin el uso de un puente rectificador aumenta significativamente la eficiencia energética.

Por ejemplo, el primer MOSFET 210a está en funcionamiento para controlar la carga y el drenaje del condensador 204 de carga de entrada cuando la corriente de entrada está en el primer semiciclo (por ejemplo, positivo). Durante este tiempo, el segundo MOSFET 210b, que está polarizado en la dirección incorrecta cuando la corriente está en el primer semiciclo, actúa como un cortocircuito. Del mismo modo, cuando la corriente de entrada está en el segundo semiciclo (por ejemplo, negativo), el segundo MOSFET 210b, que ahora está polarizado en la dirección operativa, se puede conmutar para controlar la carga y el drenaje del condensador de carga de entrada 102. Durante este tiempo,

el primer MOSFET 210a, que ahora está polarizado en la dirección incorrecta, actúa como un cortocircuito. En ciertas realizaciones de ejemplo, el primer MOSFET 210a funciona junto con el primer inductor 212a y el primer diodo de salida 216a para producir una tensión que tiene una forma de onda que coincide con la forma de onda de la corriente de entrada. Del mismo modo, el segundo MOSFET funciona junto con el segundo inductor 212b y el segundo diodo de salida 216b.

A continuación, se describe con más detalle el funcionamiento del circuito PFC sin puente y cómo se controla para producir una forma de onda de tensión que se corresponda con la corriente de entrada. El primer y segundo MOSFETS 210a, 210b a veces se pueden denominar genéricamente como el "MOSFET 210". El MOSFET 210 se refiere al primer o segundo MOSFET 210a, 210b, dependiendo de en qué semiciclo se encuentre la corriente de entrada, ya que el primer y el segundo MOSFETS 210a, 210b son idénticos en su funcionamiento en relación con su semiciclo dado. Por lo tanto, el funcionamiento general tanto del primer MOSFET 210a como del segundo MOSFET 210b se describe en términos del MOSFET 210 por razones de brevedad. Del mismo modo, los primeros y segundos inductores 212a, 212b, que están asociados respectivamente con el primer y segundo MOSFETS 210a, 210b, pueden denominarse "el inductor 212". Además, el primer y segundo diodos de salida 216a, 216b, que están asociados respectivamente con el primer y segundo MOSFETS 210a, 210b, pueden denominarse "diodo de salida 216". El primer MOSFET 210a y el segundo MOSFET 210b se identificarán por separado cuando se haga una distinción.

Aún en referencia a la Figura 2, en ciertas formas de realización de ejemplo, la fuente de entrada 202 está acoplada directamente al condensador 204 de carga de entrada. La corriente de entrada de la fuente de entrada 202 de corriente constante carga el condensador 204 de carga de entrada cuando el MOSFET 210 está apagado. En ciertas realizaciones de ejemplo, el MOSFET 210 está inicialmente apagado. Por lo tanto, en este estado, la corriente de entrada de la fuente de entrada 202 de corriente constante carga el condensador 204 de carga de entrada. A medida que la corriente de entrada carga el condensador 204 de carga de entrada, se produce un aumento de tensión en el condensador 204 de carga de entrada. Cuando la tensión aumenta hasta un cierto nivel de umbral, el MOSFET 210 se enciende. En ciertas realizaciones de ejemplo, el nivel de umbral se determina por una tensión de referencia 222 de modo que la tensión en el condensador 204 de carga de entrada puede aumentar hasta que alcanza el nivel de la tensión de referencia 222. En ciertas realizaciones de ejemplo, el controlador 220 proporciona la tensión de referencia 222 y también recibe una señal de tensión 226 detectada de la tensión en el condensador 204 de carga de entrada. El controlador 220 también recibe una señal de corriente 206 detectada desde la corriente de entrada. En ciertas realizaciones de ejemplo, la tensión de referencia 222 es indicativa del nivel de potencia de salida deseada, o la amplitud de la forma de onda de la tensión. El controlador 220 compara una señal de tensión 226 detectada con la tensión de referencia 222 y controla el dispositivo de conmutación 210 en consecuencia. El controlador 220 se describirá con más detalle a continuación con respecto a la figura 3. El controlador 220 envía una señal de conmutación tanto al primer MOSFET 210a como al segundo MOSFET 210b. Sin embargo, solo uno del primer y segundo MOSFETS 210a, 210b podrá operar en consecuencia al mismo tiempo.

Cuando la tensión en el condensador 204 de carga de entrada alcanza la tensión de referencia 222, el MOSFET 210 se enciende. Cuando el MOSFET 210 está encendido, la corriente se drena del condensador 204 de carga de entrada y la tensión cae en consecuencia. Por lo tanto, la tensión en el condensador 204 de carga de entrada aumenta cuando el MOSFET 210 está apagado y cae cuando el MOSFET 210 está encendido, creando una forma de onda que sigue el ciclo de trabajo del MOSFET 210. Durante el tiempo que el MOSFET 210 está encendido, la corriente aumenta en el inductor 222. Por lo tanto, cuando el MOSFET 210 se apaga de nuevo, el inductor retrocede y entrega energía, que se rectifica mediante el diodo de salida 216, al condensador de salida 214. La tensión en el condensador de salida 214 se proporciona a un bus de salida de CC 224 y se configura para suministrarse a una carga. Cuando el MOSFET 210 conmuta a una frecuencia alta (cientos de kHz) de acuerdo con un ciclo de trabajo controlado, la tensión instantánea en el condensador 204 de carga de entrada coincidirá con la tensión de referencia de cada ciclo. Por tanto, se crea una tensión de entrada de onda sinusoidal en la que la forma de onda coincide con la forma de onda de la corriente de entrada con el tiempo. Específicamente, por ejemplo, durante el primer semiciclo, el primer MOSFET 210a es conmutable, mediante el controlador 220, entre el estado encendido y el estado apagado. Durante el segundo semiciclo, el segundo MOSFET 210b es conmutable, mediante el controlador 220, entre el estado encendido y el estado apagado.

En otra realización de ejemplo, el controlador 220 no necesariamente supervisa la tensión de entrada 226. Más bien, el dispositivo de conmutación está provisto de una señal de modulación por ancho de pulsos con forma de onda sinusoidal independientemente de la tensión de entrada, lo que obliga a que la tensión de entrada tome una forma de onda como se define en la señal de modulación por ancho de pulsos.

En otra realización de la presente divulgación, el circuito PFC 200 sin puente incluye una configuración de retorno. En una realización de este tipo, los primeros y segundos inductores 212a, 212b se reemplazan con el primer y segundo transformadores (no mostrados), respectivamente. Los devanados secundarios del primer y segundo transformadores proporcionan la tensión de salida. Sin embargo, debido a que los transformadores proporcionan una relación de transformación variable, el nivel de tensión de salida se puede controlar ajustando la relación de transformación.

La Figura 3 ilustra una representación esquemática del controlador 220 de la Figura 2, de acuerdo con una realización de ejemplo. El controlador 220 incluye un controlador de retroalimentación 302 que recibe, como entradas, una tensión

de salida 303 de detección desde el bus de salida de CC 224 y la tensión de referencia 222. El valor de la tensión de referencia 222 se selecciona normalmente según la cantidad deseada de potencia que se debe proporcionar en el bus de salida de CC 224. El valor de la tensión de salida 303 detectada se compara con el valor de tensión de referencia 222. Si el valor de la tensión de salida 303 detectada está por debajo del valor de la tensión de referencia 222, la salida 5 304 del controlador de retroalimentación 302 aumentará. Si el valor de la tensión de salida 303 detectada está por encima del valor de la tensión de referencia 222, la salida 304 del controlador de retroalimentación 302 disminuirá. La salida 304 del controlador de retroalimentación 302 se multiplica 306 entonces por una referencia de onda sinusoidal 308. En ciertas realizaciones de ejemplo, la señal de corriente de entrada 206 se aplica a la referencia de onda sinusoidal 308 para sincronizar la referencia de onda sinusoidal 308 con la señal de corriente de entrada 206. Por 10 tanto, la salida 310 de la multiplicación 306 de la referencia de onda sinusoidal 308 y la salida de control de retroalimentación 304 es una onda sinusoidal 310 que varía en amplitud con la salida del controlador de retroalimentación 304.

En ciertas realizaciones de ejemplo, el controlador 220 incluye además un generador 312 de modulación por ancho de pulsos (PWM por sus siglas en inglés). El generador de PWM 312 recibe como entrada, la onda sinusoidal 310 y convierte la onda sinusoidal 310 en una señal de modulación por ancho de pulsos 314. La señal de modulación por ancho de pulsos 314 se usa para accionar el MOSFET 210 (figura 2). En ciertas realizaciones de ejemplo, el ciclo de trabajo de la señal de modulación por ancho de pulsos 314 disminuye para aumentar la tensión de entrada 226, y la 15 señal de modulación por pulsos 314 aumenta para disminuir la tensión de entrada 226. En los picos de la onda sinusoidal 310, la señal de modulación por ancho de pulsos 314 está en su mínimo controlado, y la tensión de entrada está en su pico. Por lo tanto, los picos de la forma de onda de la tensión de entrada se ajustan a los picos de la onda sinusoidal 310, que se ha sincronizado con la corriente de entrada 206. Por lo tanto, la forma de onda de tensión de entrada coincide con la de la corriente de entrada 206.

La Figura 4 ilustra un método de corrección del factor de potencia 400 sin puente para un sistema de corriente constante, de acuerdo con una realización de ejemplo. Específicamente, en ciertas realizaciones de ejemplo, el método de corrección del factor de potencia 400 se implementa a través del circuito de corrección del factor de potencia de la Figura 2. Con referencia a las Figuras 2 y 4, el método de corrección del factor de potencia 400 incluye recibir una corriente de entrada de una fuente de entrada de corriente constante 202 (etapa 402). El método 400 incluye además permitir que se cargue el condensador de entrada 204 (etapa 406). Específicamente, en ciertas formas de 25 realización de ejemplo, el MOS-FET 210 está inicialmente en el estado apagado. Como se explicó anteriormente, cuando el MOSFET 210 está apagado, el condensador de entrada se carga y la tensión de entrada aumenta. En ciertas realizaciones de ejemplo, el controlador 220 monitoriza constantemente la tensión de entrada a través del sensor 226 de tensión de entrada. El método incluye además determinar si la tensión de entrada ha alcanzado la tensión de referencia (bloque 408). En ciertas realizaciones de ejemplo, la tensión de referencia incluye una amplitud indicativa del nivel deseado de salida de potencia, así como una fase que está sincronizada con la corriente de entrada.

Para realizar la determinación, el controlador 220 compara el valor de la tensión de entrada con el valor de la tensión de referencia. Si se determina que la tensión de entrada es menor que la tensión de referencia, el método pasa a la 35 etapa 406, en la que el MOSFET 210 permanece apagado y el condensador de entrada puede cargarse. Como se ha descrito, el MOSFET 210 (primer MOSFET 210a o segundo MOSFET 210b) que está operativo depende de la mitad (positiva o negativa) del ciclo de corriente de entrada. En ciertas realizaciones de ejemplo, las etapas 406 y 408 se repiten hasta que se determina en la etapa 408 que la tensión de entrada ha alcanzado la tensión de referencia. En cierta realización de ejemplo, el controlador 220 supervisa constantemente la tensión de entrada y reacciona cuando el valor de la tensión detectada alcanza un umbral representativo de la tensión de referencia. Cuando se determina que la entrada ha alcanzado la tensión de referencia, el MOSFET 210 se enciende (etapa 410). Específicamente, en ciertas realizaciones, se determina si la corriente de entrada está en el primer semiciclo (bloque 411). Si la entrada está en el primer semiciclo, entonces el primer MOSFET 210a está correctamente polarizado y operativo. Por lo tanto, el primer MOSFET 210a se enciende (bloque 410a). Si la corriente de entrada no está en el primer semiciclo, entonces 40 debe estar en el segundo semiciclo. En ese caso, el segundo MOSFET 210b se enciende (bloque 410b). Cuando se activa el MOSFET 210 (ya sea el primer MOSFET 210a o el segundo MOSFET 210b), el condensador de entrada se drena (etapa 412) y la tensión de entrada cae. El método 400 incluye además apagar el MOSFET 210 nuevamente (414) para permitir que la tensión de entrada aumente nuevamente, formando una forma de onda sinusoidal. Como se ha explicado anteriormente, el MOSFET 210 se refiere a cualquiera de los primeros MOSFET 210a y el segundo MOSFET 210b que están actualmente operativos. El método 400 incluye además condicionar y enviar continuamente la tensión de entrada mediante un bus de salida de CC 224 (etapa 416). En ciertas realizaciones de ejemplo, la tensión de entrada es filtrada por el inductor 212 y rectificada por el diodo de salida 216. Con dicho método, la salida de tensión de un circuito de corrección de potencia de corriente constante se hace coincidir con y seguir la fase de la corriente de entrada de corriente constante. De este modo, se mejora la eficiencia energética.

5 La presente divulgación proporciona técnicas para la corrección del factor de potencia en un sistema de corriente constante haciendo coincidir la forma de onda de tensión con la forma de onda de la corriente de entrada. Aunque las realizaciones de la presente divulgación se han descrito en el presente documento en detalle, las descripciones son a modo de ejemplo. Las características de la divulgación descrita en este documento son representativas y, en realizaciones alternativas, ciertas características y elementos pueden agregarse u omitirse. Unas variaciones y modificaciones son posibles dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un circuito de corrección del factor de potencia (200) de corriente constante sin puente, que comprende:

5 un condensador de entrada (204) configurado para recibir una corriente de entrada desde una fuente de corriente constante (202) y producir una tensión de entrada;  
 un primer dispositivo de conmutación (210a) acoplado al condensador de entrada (204) y la fuente de corriente (202), en donde el primer dispositivo de conmutación (210a) está configurado para funcionar durante un primer semiciclo de la corriente de entrada y ser cortocircuitado durante un segundo semiciclo de la corriente de entrada,  
 10 y en donde, cuando está operativo, el primer dispositivo de conmutación (210a) conmuta entre un estado ENCENDIDO y un estado APAGADO;  
 un segundo dispositivo de conmutación (210b) acoplado al condensador de entrada (204) y la fuente de corriente (202), en donde el segundo dispositivo de conmutación (210b) está configurado para ser operable durante el segundo semiciclo de la corriente de entrada y ser cortocircuitado durante el primer semiciclo de la corriente de entrada, y en donde, cuando está operativo, el segundo dispositivo de conmutación (210b) conmuta entre el estado ENCENDIDO y el estado APAGADO;  
 15 un controlador (220) acoplado al primer dispositivo de conmutación (210a) y al segundo dispositivo de conmutación (210b), en donde el controlador (220) está configurado para proporcionar una señal de modulación por ancho de pulsos (PWM) (314) al primer dispositivo de conmutación (210a) y el segundo dispositivo de conmutación (210b) para controlar el primer dispositivo de conmutación (210a) y el segundo dispositivo de conmutación (210b), en donde el controlador (220) está configurado para conmutar el primer o el segundo dispositivo de conmutación (210a; 210b) entre el estado ENCENDIDO y el estado APAGADO, según en qué semiciclo se encuentre la corriente de entrada, cuando uno de los primeros o segundos dispositivos de conmutación (210a; 210b) está en estado APAGADO, el condensador de entrada (204) se carga y la tensión de entrada aumenta, y cuando uno de los  
 20 primeros o segundos dispositivos de conmutación (210a; 210b) está en el estado ENCENDIDO, el condensador de entrada (204) drena y la tensión de entrada cae; y  
 un bus de salida de CC (224) configurado para proporcionar una tensión de salida, en donde el controlador (220) comprende un controlador de retroalimentación (302) que está configurado para comparar la tensión de salida y una tensión de referencia (222) y que está configurado para generar una salida del controlador de retroalimentación (304) que aumenta cuando la tensión de salida está por debajo de la tensión de referencia y que disminuye cuando la tensión de salida está por encima de la tensión de referencia, en donde el controlador (220) está configurado para generar la señal PWM al menos en base a la salida (304) del controlador de retroalimentación, en donde la tensión de salida es una forma acondicionada de la tensión de entrada, en donde la tensión de entrada está en fase con la corriente de entrada.

2. El circuito de corrección del factor de potencia (200) de corriente constante sin puente según la reivindicación 1, en donde el primer y segundo dispositivos de conmutación (210a; 210b) comprenden cada uno un MOSFET de conmutación.

3. El circuito de corrección del factor de potencia (200) de corriente constante sin puente según la reivindicación 1, en donde durante el primer semiciclo, el primer dispositivo de conmutación (210a) se pone en estado ENCENDIDO cuando la tensión de entrada alcanza una tensión de referencia, representando la tensión de referencia un nivel de potencia deseado de la tensión de salida.

4. El circuito de corrección del factor de potencia (200) sin puente según la reivindicación 1, en donde la salida del controlador de retroalimentación (302) se multiplica por una señal de referencia de onda sinusoidal para obtener una señal de referencia sincronizada, en donde la señal de referencia de onda sinusoidal tiene una fase que coincide con la fase de la corriente de entrada.

5. El circuito de corrección del factor de potencia (200) sin puente según la reivindicación 4, en donde el controlador (220) comprende además un generador de modulación por ancho de pulsos (312), en donde el generador de modulación por ancho de pulsos (312) está configurado para generar una señal de modulación por ancho de pulsos desde la señal de referencia sincronizada, que controla el primer y segundo dispositivos de conmutación (210a; 210b).

6. El circuito de corrección del factor de potencia (200) sin puente según la reivindicación 1, que comprende además:  
 un primer transformador, en donde el primer transformador está configurado para proporcionar la tensión de salida durante el primer semiciclo de la corriente de entrada;  
 y un segundo transformador, en donde el segundo transformador está configurado para proporcionar la tensión de salida durante el segundo semiciclo de la corriente de entrada.

7. El circuito de corrección del factor de potencia (200) sin puente según la reivindicación 2, en donde el MOSFET del primer dispositivo de conmutación (210a) está polarizado en una dirección opuesta al MOSFET del segundo dispositivo de conmutación (210b), en donde el MOSFET del segundo dispositivo de conmutación (210b) está en cortocircuito cuando el MOSFET del primer dispositivo de conmutación (210a) está operativo, y el MOSFET del primer dispositivo



de conmutación (210a) está en cortocircuito cuando el MOSFET del segundo dispositivo de conmutación (210b) está operativo.

8. Un método de corrección del factor de potencia en un sistema de corriente constante, que comprende:

5 recibir una corriente de entrada desde una fuente de entrada de corriente constante (202), teniendo la corriente de entrada una forma de onda de corriente;  
 permitir que un condensador de entrada (204) se cargue (406) a partir de la corriente de entrada, en donde una tensión de entrada formada en el condensador de entrada (204) aumenta a medida que se carga el condensador de entrada (204);  
 10 determinar si la tensión de entrada alcanza una tensión de referencia;  
 cuando la corriente de entrada está en un primer semiciclo, conmutar un primer dispositivo de conmutación (210a) desde un primer estado hasta un segundo estado cuando la tensión de entrada alcanza la tensión de referencia (222);  
 15 cuando la corriente de entrada se encuentra en un segundo semiciclo, conmutar (410b) un segundo dispositivo de conmutación (210b) de un primer estado a un segundo estado cuando la tensión de entrada alcanza la tensión de referencia, en donde la conmutación (410a) del primer dispositivo de conmutación (210a) y la conmutación (410b) del segundo dispositivo de conmutación (210b) incluye proporcionar una señal de modulación por ancho de pulsos (PWM) (314) al primer dispositivo de conmutación (210a) y al segundo dispositivo de conmutación (210b), en donde la señal PWM (314) se genera por un controlador (220) al menos en base a una salida (304) del controlador de retroalimentación generada por un controlador de retroalimentación (302) al comparar la tensión de salida y la tensión de referencia;  
 20 permitir que el condensador de entrada (204) se drene (412), en donde la tensión de entrada cae cuando el condensador de entrada (204) se dreña; y  
 25 dar forma a la tensión de entrada para que tenga una forma de onda de tensión similar a la forma de onda de la corriente mediante el control de la conmutación del primer y segundo dispositivos de conmutación (210a; 210b).

9. El método de corrección del factor de potencia en un sistema de corriente constante según la reivindicación 8, que comprende además: emitir la tensión de entrada a través de un bus de salida.

10. El método de corrección del factor de potencia en un sistema de corriente constante según la reivindicación 9, que comprende además:

35 filtrar y rectificar la tensión de entrada para producir una tensión de CC; y  
 enviar la tensión de CC mediante un bus de salida de CC (224).

11. El método de corrección del factor de potencia en un sistema de corriente constante según la reivindicación 8, en donde durante el primer semiciclo de la corriente de entrada, la tensión de entrada aumenta cuando el primer dispositivo de conmutación (210a) está en el primer estado y la tensión de entrada cae cuando el primer dispositivo de conmutación (210a) está en el segundo estado; y en donde durante el segundo semiciclo de la corriente de entrada, la tensión de entrada aumenta cuando el segundo dispositivo de conmutación (210b) está en el primer estado y la tensión de entrada cae cuando el segundo dispositivo de conmutación (210b) está en el segundo estado.

12. El método de corrección del factor de potencia en un sistema de corriente constante según la reivindicación 8, en donde el primer y el segundo dispositivo de conmutación (210a; 210b) comprenden cada uno un MOSFET.

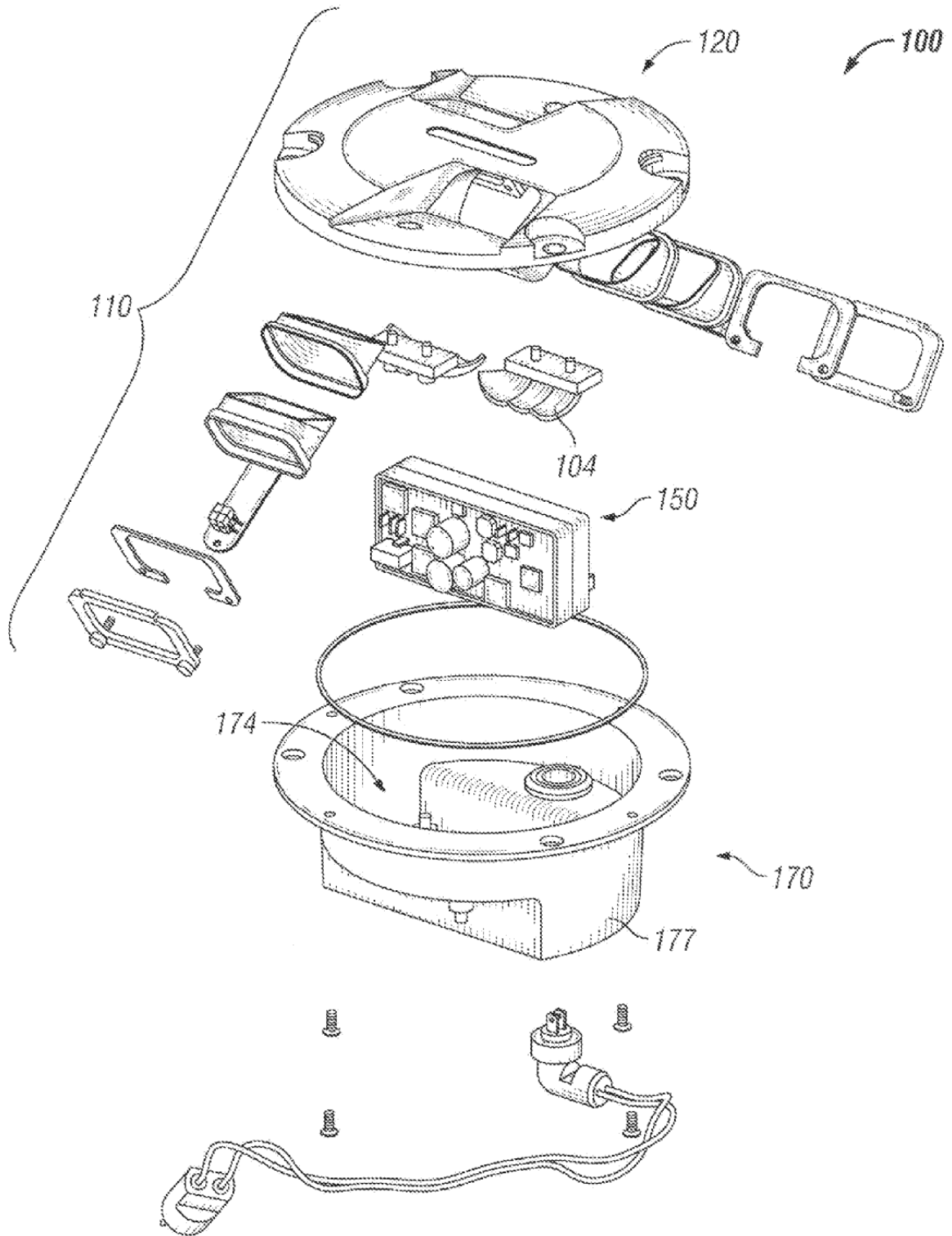


FIG. 1

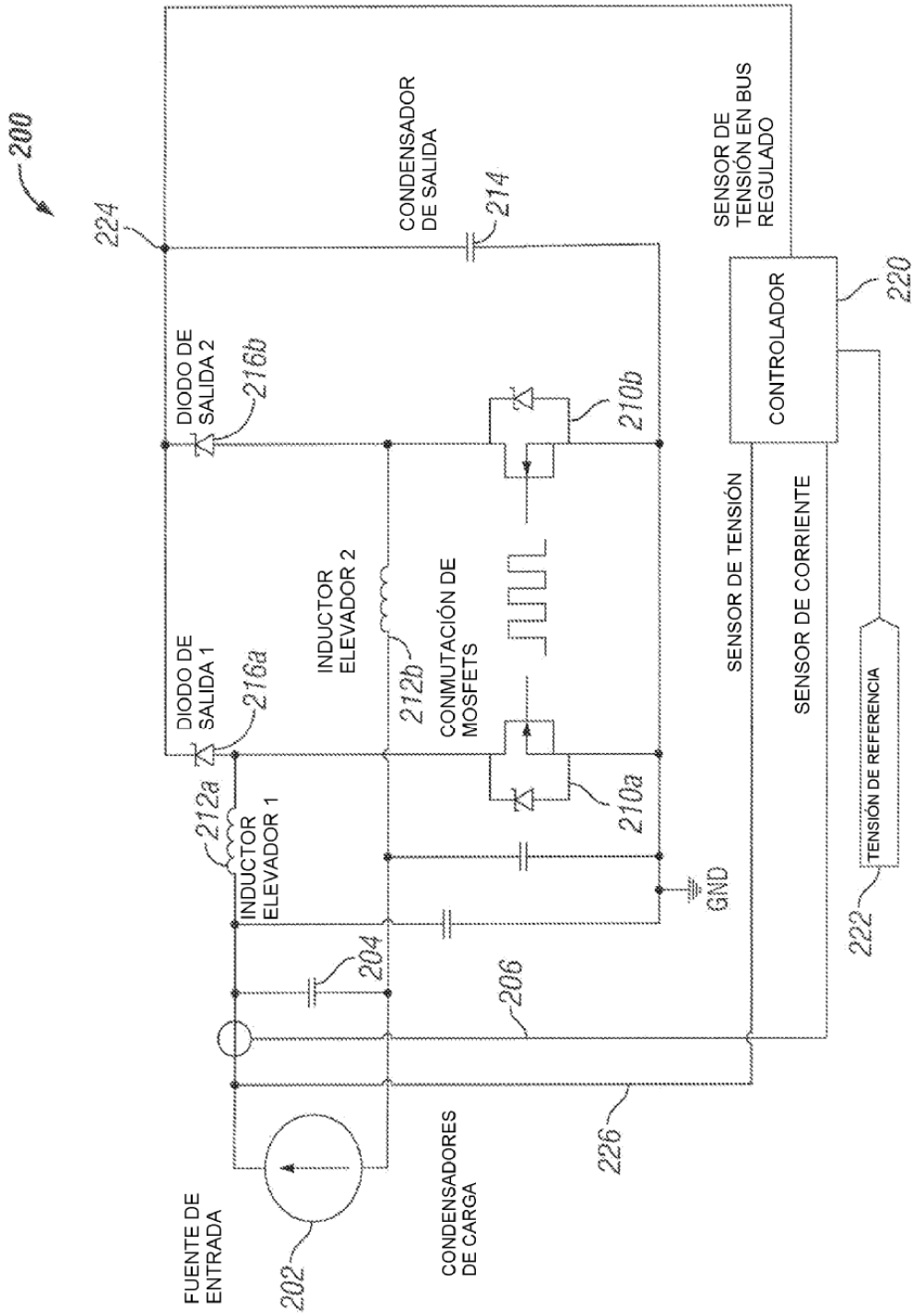


FIG. 2

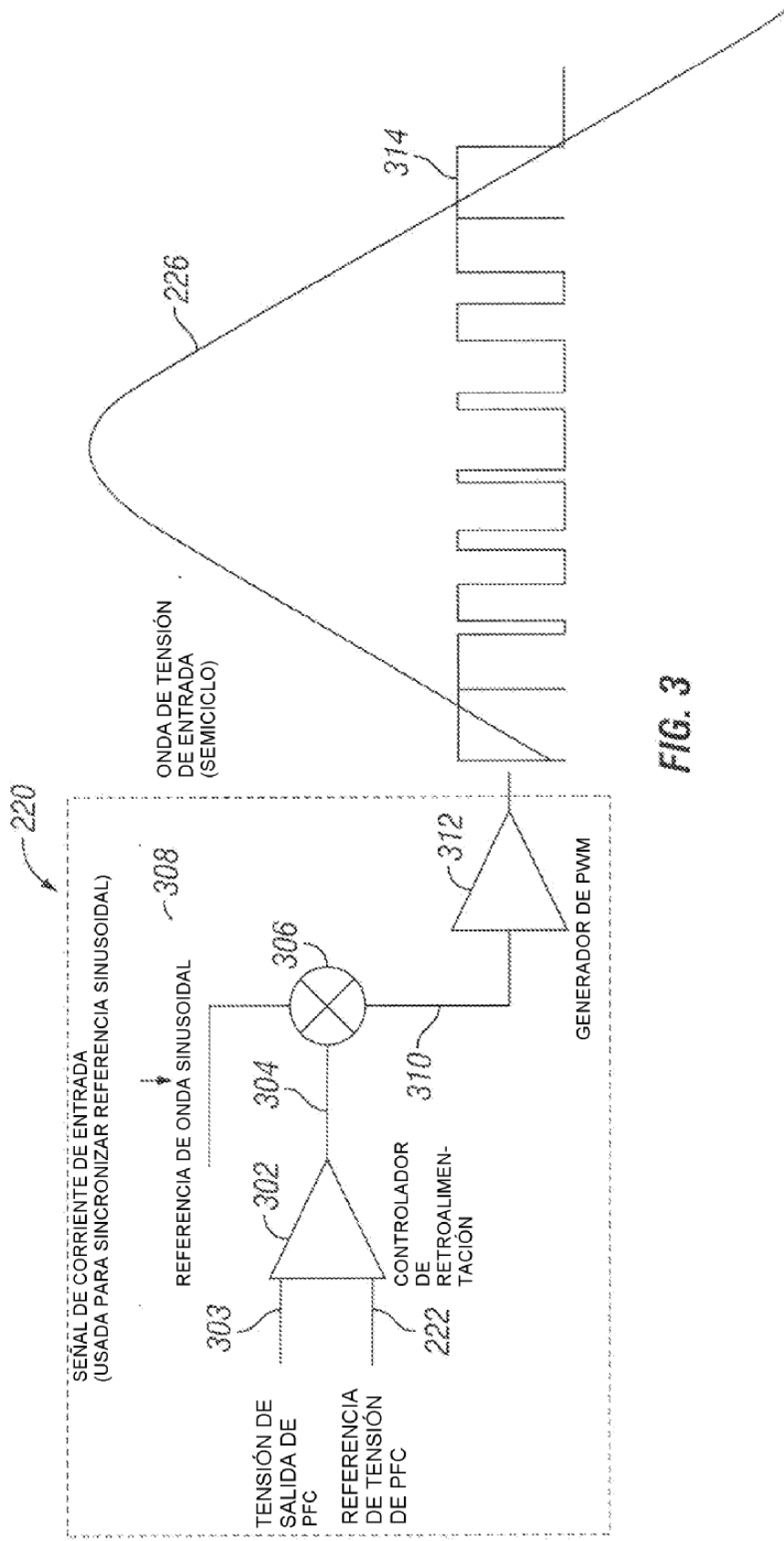


FIG. 3

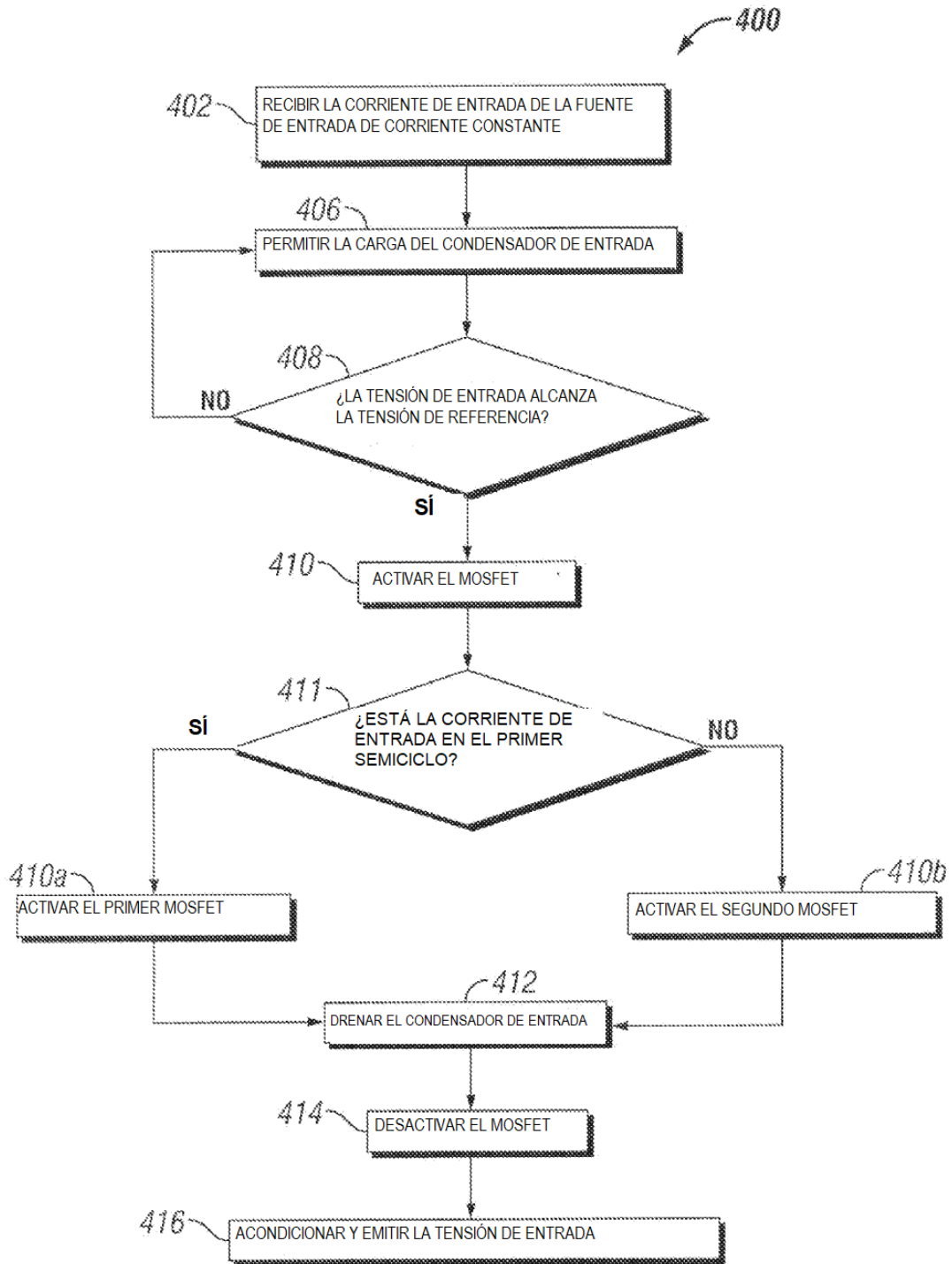


FIG. 4