

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 429**

51 Int. Cl.:

G05F 1/70 (2006.01)

H02M 7/162 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2014 PCT/US2014/036248**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014 WO14179497**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2014 E 14791081 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2992398**

54 Título: **Corrección del factor de potencia para la entrada de corriente constante con comunicación por la red eléctrica**

30 Prioridad:

03.05.2013 US 201313887195

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

10.05.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

GUMAER, TRAVER

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 667 429 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

Corrección del factor de potencia para la entrada de corriente constante con comunicación por la red eléctrica

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere, en general, a la comunicación por la red eléctrica en un circuito de corrección del factor de potencia. Específicamente, la presente divulgación se refiere a técnicas para proporcionar comunicación por la red eléctrica y corrección del factor de potencia en un sistema que tiene una entrada de corriente constante.

10

Antecedentes

15 La corrección del factor de potencia se utiliza generalmente en sistemas de energía eléctrica y entre fuentes de alimentación y cargas para sincronizar la corriente de entrada y la tensión de entrada antes de que se envíe a la carga. La corrección del factor de potencia puede proporcionar muchos beneficios al sistema de energía eléctrica y a la carga, como, por ejemplo, vida prolongada y eficiencia energética.

20 Tradicionalmente, los circuitos de corrección del factor de potencia están diseñados como corrección del factor de potencia basada en tensión, como se ilustra en los documentos US 2013 034 172 A1, US 2006 284 728 A1 y US 2009 195 179 A1. Tales circuitos se utilizan en sistemas de tensión constante y se hace que la forma de onda de la corriente de entrada coincida con la forma de onda de la tensión de entrada. Sin embargo, en determinados sectores industriales, tal como en la iluminación de aeropuertos, la infraestructura existente requiere sistemas basados en corriente que necesitan una fuente de alimentación de corriente constante en lugar de una fuente de alimentación de tensión constante. Específicamente, en el ámbito de la iluminación de aeropuertos, tradicionalmente se utilizan sistemas de corriente constante debido a la necesidad de brillo uniforme en la pluralidad de luminarias acopladas en serie y que son alimentadas por la misma fuente de alimentación. Debido a que una alimentación eléctrica de corriente constante puede proporcionar el mismo nivel de corriente a cada luminaria, pasó a ser la forma convencional de distribución de energía eléctrica en el ámbito de la iluminación de aeropuertos. Aunque la tecnología de la iluminación se ha vuelto más sofisticada en los últimos años, la infraestructura se ha mantenido como un sistema basado en corriente. Sin embargo, las técnicas de corrección del factor de potencia utilizadas para los sistemas basados en tensión que reciben una tensión constante generalmente no pueden utilizarse para los sistemas basados en corriente.

35 Adicionalmente, en muchos sistemas de iluminación modernos, las luminarias tienen la capacidad de comunicarse con un controlador central. Por ejemplo, una luminaria puede enviar una señal al controlador central indicativa de información o error de funcionamiento. El controlador central también puede enviar una señal a una luminaria que contenga un comando de funcionamiento o una solicitud de estado. En el sector industrial de la iluminación de aeropuertos, tal comunicación puede realizarse a través de comunicación por la red eléctrica, en la que la comunicación y las señales de control pueden enviarse entre el controlador central y las luminarias. Típicamente, se utiliza un amplificador para añadir una señal de comunicación de frecuencia superior sobre la señal por la red eléctrica, tal como una señal por la red eléctrica de 60 hercios típica. Luego se utiliza un receptor en el extremo de recepción para decodificar la señal de comunicación. Por consiguiente, tales sistemas de comunicación típicamente requieren *hardware* adicional y presentan varios desafíos, tales como atenuación, comprobación de errores y *hardware* lento.

45

Sumario

50 De conformidad con la presente invención, se proporcionan un controlador para un circuito de corrección del factor de potencia y un método para controlar un circuito de corrección del factor de potencia según se establece en las reivindicaciones 1 y 8, respectivamente. Realizaciones adicionales se divulgan, entre otras cosas, en las reivindicaciones dependientes. En una realización de ejemplo de la presente divulgación, un circuito de corrección del factor de potencia con comunicación por la red eléctrica incluye un condensador de entrada configurado para recibir una corriente de entrada desde una fuente de corriente constante y producir una tensión de entrada, y un dispositivo de conmutación acoplado al condensador de entrada, en el que el dispositivo de conmutación conmuta entre un estado de APAGADO y un estado de ENCENDIDO. La tensión de entrada asciende cuando el dispositivo de conmutación se encuentra en el estado de APAGADO y cae cuando el dispositivo de conmutación se encuentra en el estado de ENCENDIDO. El circuito incluye un controlador acoplado al dispositivo de conmutación, en el que el controlador controla la conmutación del dispositivo de conmutación, y la conmutación del dispositivo de conmutación conforma la tensión de entrada para que esté en fase con la corriente de entrada. La conmutación del dispositivo de conmutación genera alteraciones en la tensión de entrada y en la corriente de entrada, teniendo las alteraciones información de comunicación.

60

65 En otra realización de ejemplo de la presente divulgación, un controlador para un circuito de corrección del factor de potencia (PFC) con comunicación por la red eléctrica incluye un controlador configurado para recibir una corriente de entrada desde el circuito de PFC, una tensión de salida desde el circuito de PFC y una señal de comunicación. El controlador genera una referencia de onda sinusoidal sincronizada con la corriente de entrada y añade la señal de

comunicación a la referencia de onda sinusoidal. El controlador comprende un controlador de retroalimentación configurado para comparar la tensión de salida con una tensión de referencia y producir una salida de controlador de retroalimentación, en el que la salida del controlador de retroalimentación aumenta cuando la tensión de salida se encuentra por debajo de la tensión de referencia y disminuye cuando la tensión de salida se encuentra por encima de la tensión de referencia. La salida del controlador de retroalimentación se multiplica por la suma de la referencia de onda sinusoidal y la señal de comunicación para producir una señal de control. Un generador de modulación por ancho de pulsos (PWM) recibe la señal de control y convierte la señal de control en una señal de PWM correspondiente, en el que la señal de PWM controla al menos una parte del circuito de PFC. El circuito de PFC conforma una tensión de entrada para que esté en fase con la corriente de entrada, y la corriente de entrada, la tensión de entrada, o ambas, incluyen información de comunicación que refleja la señal de comunicación.

En otra realización de ejemplo de la presente divulgación, un método de control de un circuito de corrección del factor de potencia (PFC) que tiene comunicación por la red eléctrica incluye recibir una tensión de salida desde un circuito de PFC, recibir una tensión de referencia indicativa de un nivel de potencia deseado de la tensión de salida, comparar la tensión de salida con la tensión de referencia, generar una salida del controlador de retroalimentación basándose en la diferencia entre la tensión de salida y la tensión de referencia. El método además incluye recibir una referencia de onda sinusoidal sincronizada con una corriente de entrada desde el circuito de PFC, recibir una señal de comunicación para que sea transmitida a través del circuito de PFC, sumar la referencia de onda sinusoidal y la señal de comunicación, y multiplicar la salida del controlador de retroalimentación por la suma de la referencia de onda sinusoidal y la señal de comunicación para producir una señal de control sinusoidal. El método también incluye controlar la PFC con la señal de control sinusoidal y conformar una tensión de entrada para que esté en fase con la corriente de entrada.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la divulgación y las ventajas de la misma, se hace referencia ahora a la siguiente descripción, junto con las figuras adjuntas brevemente descritas como sigue:

la Figura 1 ilustra una luminaria alimentada por un sistema de corriente constante y que tiene un circuito de corrección del factor de potencia con comunicación por la red eléctrica, de conformidad 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 con comunicación por la red eléctrica para un sistema de corriente constante, de conformidad 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 con comunicación por la red eléctrica de la Figura 1, de conformidad 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 basado en corriente, de conformidad con una realización de ejemplo de la presente divulgación; y

la Figura 5 ilustra un diagrama de flujo de un método de control de un circuito de corrección del factor de potencia con comunicación por la red eléctrica, de conformidad con una realización de ejemplo de la presente divulgación.

Los dibujos ilustran solamente realizaciones de ejemplo de la divulgación y, por lo tanto, no se considerarán restrictivos de su alcance, ya que la divulgación puede admitir otras realizaciones igualmente efectivas. Los elementos y las características que se muestran en los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose el énfasis más bien en ilustrar con claridad los principios de las realizaciones de ejemplo de la presente divulgación. Adicionalmente, determinadas dimensiones pueden estar exageradas para ayudar a transmitir visualmente tales principios.

Descripción detallada de las realizaciones de ejemplo

En los siguientes párrafos, la presente divulgación se describirá en mayor detalle mediante ejemplos con referencia a los dibujos adjuntos. En la descripción, componentes, métodos y/o técnicas de procedimiento ampliamente conocidos son omitidos o descritos con brevedad para no dificultar la comprensión de la divulgación. Tal como se usa 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 cualquier equivalente. Además, la mención a varias características de la "presente divulgación" no sugiere que todas las realizaciones deban incluir las características mencionadas. La presente divulgación proporciona sistemas y métodos de corrección del factor de potencia y comunicaciones por la red eléctrica integradas que funcionan sobre la base de una fuente de entrada de corriente constante. La presente divulgación está dirigida a sistemas de distribución de energía eléctrica en el ámbito de la iluminación de aeropuertos como aplicación de ejemplo, pero puede utilizarse con cualquier otra distribución de energía eléctrica y sistema de comunicación por la red eléctrica adecuados que funcionen con una fuente de entrada de corriente constante.

En determinadas realizaciones de ejemplo, la presente divulgación proporciona un circuito de corrección del factor de potencia que tiene capacidades de comunicación por la red eléctrica para su uso en sistemas con fuentes de entrada de corriente constante. En un ejemplo, el circuito de corrección del factor de potencia con comunicación por la red eléctrica se utiliza en un sistema de iluminación de aeropuerto que incluye una pluralidad de luminarias individuales. Cada luminaria recibe una alimentación eléctrica de corriente constante desde una fuente de alimentación central y puede comunicarse con un controlador central. En determinadas realizaciones de ejemplo, cada luminaria, o un subconjunto de las mismas, incluye el circuito de corrección del factor de potencia con comunicaciones por la red eléctrica divulgado en el presente documento, que mejora la eficiencia energética de las luminarias y la efectividad y fiabilidad de la comunicación.

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva despiezada de una luminaria 100 de este tipo de conformidad con determinadas realizaciones de ejemplo. Haciendo referencia ahora a la Figura 1, la luminaria 100 es un ejemplo de una luminaria de pista de aeropuerto y/o de pista de rodaje. La luminaria 100 de la Figura 1 incluye un armazón, una fuente de iluminación 104 y una alimentación eléctrica 150. El armazón puede incluir una cubierta 170 y un carcasa óptica 120. La luminaria 100 además incluye un conjunto de carcasa óptica 110. El conjunto de carcasa óptica 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 determinadas realizaciones de ejemplo, la cubierta 170 incluye al menos una pared 177 que forma una cavidad 174. Dentro de la cavidad 174 pueden estar situadas al menos una o más fuentes de iluminación 104 y la alimentación eléctrica 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 se ajusten y mantengan el acoplamiento eléctrico, mecánico y/o térmico entre ellos. La carcasa óptica 120 protege los componentes dispuestos dentro de la cavidad 174 y también puede asegurar las fuentes de iluminación 104 y los demás componentes internos 130.

La alimentación eléctrica 150 incluye uno o más circuitos y componentes eléctricos configurados para recibir la entrada de corriente constante desde la fuente de alimentación central, acondicionar la corriente recibida y excitar las fuentes de iluminación 104. En determinadas realizaciones de ejemplo, la alimentación eléctrica incluye el circuito de corrección del factor de potencia con comunicaciones por la red eléctrica divulgado en el presente documento. En determinadas realizaciones de ejemplo, la entrada de corriente constante es acondicionada para la corrección del factor de potencia antes de suministrarse a las fuentes de iluminación 104, mejorando así la eficiencia energética. Adicionalmente, las comunicaciones por la red eléctrica proporcionadas por el circuito de corrección del factor de potencia permiten que la luminaria 100 sea controlada por un controlador central e intercambie información con el controlador central.

La Figura 2 ilustra un diagrama esquemático de un circuito de corrección del factor de potencia (PFC) con comunicaciones por la red eléctrica 200, de conformidad con una realización de ejemplo de la presente divulgación. En determinadas realizaciones de ejemplo, el circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 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 de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 además incluye un segundo inductor 212b, un segundo MOSFET de conmutación 210b, 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 una alimentación eléctrica de corriente constante al circuito 200. En determinadas realizaciones de ejemplo, la fuente de entrada 202 proporciona una onda sinusoidal de 6,6 amp, 60 hercios. En determinadas realizaciones de ejemplo, el circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 es en gran medida idéntico a un circuito de PFC para una fuente de corriente constante. Específicamente, las funciones de comunicación por la red eléctrica del circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 se llevan a cabo fácilmente mediante un circuito de PFC para una fuente de corriente constante sin *hardware* de comunicaciones ni costes adicionales.

El circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 proporciona corrección del factor de potencia entre la fuente de entrada de alimentación de corriente constante 202 y una carga, tal como una luminaria. Específicamente, el circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 recibe energía eléctrica desde la fuente de entrada de corriente constante 202 y emite energía eléctrica de CC a través del bus de salida de CC 224 a la carga. El circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 conforma la forma de onda de la tensión de entrada en el condensador de carga de entrada 204 para que siga y esté sincronizada con la forma de onda de la corriente de entrada. En determinadas realizaciones de ejemplo, la forma de onda de la tensión es conformada, al menos parcialmente, mediante el control de la carga y la descarga del condensador de carga de entrada por el primer y el segundo MOSFET 210a, 210b. La fuente de entrada 202 proporciona una corriente alterna constante, que es positiva durante una mitad del ciclo y negativa durante la otra mitad del ciclo. En vez de rectificar la corriente de entrada usando un puente rectificador de diodos, el circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 utiliza dos MOSFET 210a, 210b, acoplados al circuito 200 en direcciones opuestas. Típicamente, un puente rectificador de diodos incluye una pluralidad (por ejemplo, 4) de diodos, lo que da como resultado una pérdida relativamente grande de potencia. De este modo, la capacidad de manipular una corriente alterna sin el uso de un puente rectificador aumenta de manera significativa la eficiencia energética. Sin embargo, en determinadas realizaciones de ejemplo del circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200, el circuito 200 incluye un

puente rectificador de diodos para rectificar la corriente de entrada. En tal realización, solo se necesita un MOSFET, ya que el MOSFET siempre se polarizará en la dirección de funcionamiento relativa a la corriente rectificada. En determinadas realizaciones de ejemplo, se utilizan otros dispositivos de conmutación adecuados en lugar de los MOSFET.

5 Por ejemplo, el primer MOSFET 210a se encuentra en funcionamiento para controlar la carga y la descarga del condensador de carga de entrada 204 cuando la corriente de entrada se encuentra en la primera mitad del ciclo (por ejemplo, positivo). Durante este tiempo, el segundo MOSFET 210b, que está polarizado en la dirección equivocada cuando el corriente se encuentra en la primera mitad del ciclo, actúa como un cortocircuito. Así mismo, cuando la corriente de entrada se encuentra en la segunda mitad del ciclo (por ejemplo, negativo), el segundo MOSFET 210b, que está polarizado en la dirección de funcionamiento, puede conmutarse para controlar la carga y la descarga del condensador de carga de entrada 204. Durante este tiempo, el primer MOSFET 210a, que ahora está polarizado en la dirección equivocada, actúa como un cortocircuito. En determinadas 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 tenga una forma de onda que coincida con la forma de onda de la corriente de entrada. Así mismo, el segundo MOSFET funciona junto con el segundo inductor 212b y el segundo diodo de salida 216b.

A continuación se describe, en más detalle, el funcionamiento del circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 con fines de corrección del factor de potencia y cómo se controla para producir una forma de onda de tensión que coincida con la corriente de entrada. Posteriormente, se describirán las funciones de comunicación por la red eléctrica del circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200.

El primer y el segundo MOSFET 210a, 210b algunas veces pueden denominarse genéricamente como "el MOSFET 210". El MOSFET 210 se refiere al primer o al segundo MOSFET 210a, 210b, dependiendo de la mitad del ciclo en la que se encuentre la corriente de entrada, ya que el primer y el segundo MOSFET 210a, 210b son idénticos en su funcionamiento en relación con su mitad del ciclo dada. De este modo, el funcionamiento general tanto del primer MOSFET 210a como del segundo MOSFET 210b se describe en términos del MOSFET 210 por motivos de brevedad. Así mismo, el primer y el segundo inductor 212a, 212b, que están asociados respectivamente al primer y al segundo MOSFET 210a, 210b, pueden denominarse como "el inductor 212". Adicionalmente, el primer y el segundo diodo de salida 216a, 216b, que están asociados respectivamente al primer y al segundo MOSFET 210a, 210b, pueden denominarse como "el diodo de salida 216". El primer MOSFET 210a y el segundo MOSFET 210b se identificarán por separado cuando sea preciso hacer una distinción.

Aún con referencia a la Figura 2, en determinadas realizaciones de ejemplo, la fuente de entrada 202 está directamente acoplada al condensador de carga de entrada 204. La corriente de entrada desde la fuente de entrada de corriente constante 202 carga el condensador de carga de entrada 204 cuando el MOSFET 210 se encuentra en un estado de apagado. En determinadas realizaciones de ejemplo, el MOSFET 210 se encuentra inicialmente apagado. De este modo, en este estado, la corriente de entrada desde la fuente de entrada de corriente constante 202 carga el condensador de carga de entrada 204. A medida que la corriente de entrada carga el condensador de carga de entrada 204, se produce un ascenso de la tensión en el condensador de carga de entrada 204. Cuando la tensión asciende hasta un nivel umbral determinado, el MOSFET 210 se conmuta a encendido. En determinadas realizaciones de ejemplo, el nivel umbral está determinado por una tensión de referencia 222 de modo que se permite que la tensión en el condensador de carga de entrada 204 ascienda hasta alcanzar el nivel de la tensión de referencia 222. En determinadas 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 de carga de entrada 204. El controlador 220 también recibe una señal de corriente 206 detectada a partir de la corriente de entrada. En determinadas realizaciones de ejemplo, la tensión de referencia 222 es indicativa del nivel de potencia de salida deseada, o de 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 MOSFET 210 en consecuencia. El controlador 220 se describirá en 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 el segundo MOSFET 210a, 210b podrá funcionar en consecuencia al mismo tiempo.

Cuando la tensión en el condensador de carga de entrada 204 alcanza la tensión de referencia 222, el MOSFET 210 se conmuta a encendido. Cuando el MOSFET 210 se conmuta a encendido, la corriente se descarga del condensador de carga de entrada 204 y la tensión cae en consecuencia. De este modo, la tensión en el condensador de carga de entrada 204 asciende 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. Mientras el MOSFET 210 está encendido, la corriente asciende en el inductor 222. De este modo, cuando el MOSFET 210 se conmuta a apagado nuevamente, el inductor retrocede y entrega energía, que es rectificada por 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 ser entregada a una carga. Como el MOSFET 210 conmuta a una frecuencia alta (cientos de kHz) de conformidad con un ciclo de trabajo controlado, la tensión instantánea en el condensador de carga de entrada 204 coincidirá con la tensión de referencia de cada ciclo. De este modo, se crea con el tiempo una tensión de entrada de onda sinusoidal en la que la forma de onda se hace coincidir con la forma de onda de la corriente de entrada. Específicamente, por ejemplo, durante la primera mitad del ciclo, el primer MOSFET 210a

puede conmutarse, por el controlador 220, entre el estado de encendido y el estado de apagado. Durante la segunda mitad del ciclo, el segundo MOSFET 210b puede conmutarse, por el controlador 220, entre el estado de encendido y el estado de apagado.

5 En otra realización de ejemplo, el controlador 220 no monitoriza necesariamente la tensión de entrada 226. Más bien, el dispositivo de conmutación está provisto de una señal de modulación por ancho de pulsos conformada como una onda sinusoidal independientemente de la tensión de entrada, lo que fuerza a la tensión de entrada a adoptar una forma de onda según se defina por la señal de modulación por ancho de pulsos.

10 En otra realización de la presente divulgación, el circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 incluye una configuración de retroceso (*flyback*). En tal realización, el primer y el segundo inductor 212a, 212b son reemplazados por un primer y un segundo transformador (no mostrados), respectivamente. Los arrollamientos secundarios del primer y el segundo transformador proporcionan una tensión de salida. Sin embargo, debido a que los transformadores proporcionan una relación de transformación variable, el nivel de la tensión de salida puede controlarse ajustando la relación de transformación.

15 Como se comentó brevemente, el circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 puede proporcionar, transportar y leer señales de comunicación además de la entrada por la red eléctrica sin la adición de componentes ni costes adicionales al circuito de PFC 200 de base. En determinadas realizaciones, el circuito de PFC 200 de base está configurado de manera diferente y contiene componentes diferentes con el propósito de llevar a cabo la corrección del factor de potencia. Tales modificaciones no deben ser vistas como componentes adicionales para llevar a cabo comunicaciones por la red eléctrica, sino, más bien, como realizaciones del circuito de PFC 200 de base divulgado. De hecho, en lugar de utilizar equipos de comunicaciones adicionales para conducir señales de comunicación por redes eléctricas, el circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 permite que el ciclo de trabajo de los MOSFET de conmutación 110 en el circuito de PFC 200 sea manipulado para crear alteraciones de tensión y corriente controladas en la tensión 226 y la corriente 206 de entrada. Las alteraciones de tensión y corriente son o representan la señal de comunicación que será transmitida. La señal de comunicación luego es leída por el controlador 220 u otro procesador en la carga. En determinadas realizaciones de ejemplo, la señal de comunicación que será transmitida es proporcionada y se incrusta en la señal eléctrica por el controlador 220 del dispositivo de envío, del cual se proporcionan más detalles a continuación con respecto a la Figura 3.

20 La Figura 3 ilustra una representación esquemática del controlador 220 de la Figura 2, de conformidad con una realización de ejemplo. El controlador 220 proporciona control de conmutación de los MOSFET 210 con fines de corrección del factor de potencia así como con fines de comunicación por la red eléctrica. Con fines de corrección del factor de potencia, el controlador 220 incluye un controlador de retroalimentación 302 que recibe, como entradas, una tensión de salida 303 detectada desde el bus de salida de CC 224 y la tensión de referencia 222. El valor de la tensión de referencia 222 típicamente se selecciona de conformidad con la cantidad deseada de potencia que se proporcionará al bus de salida de CC 224. El valor de la tensión de salida 303 detectada se compara con el valor de la tensión de referencia 222. Si el valor de la tensión de salida 303 detectada se encuentra por debajo del valor de la tensión de referencia 222, la salida 304 del controlador de retroalimentación 302 aumentará. Si el valor de la tensión de salida 303 detectada se encuentra 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 luego se multiplica 306 por una referencia de onda sinusoidal 308. En determinadas 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. De este modo, la salida 310 de la multiplicación 306 de la referencia de onda sinusoidal 308 y la salida del controlador de retroalimentación 304 es una señal de control sinusoidal 310 que varía en amplitud con la salida del controlador de retroalimentación 304.

25 En determinadas realizaciones de ejemplo, tal como cuando una señal de comunicación se enviará sobre las redes eléctricas, se añade una señal de comunicación 314 a la referencia de onda sinusoidal 308. De este modo, la suma 307 de la referencia de onda sinusoidal 308 y la señal de comunicación 314 está sincronizada con la forma de onda de la corriente de entrada y también incluye la señal de comunicación 314. En tal realización, la suma 307 de la referencia de onda sinusoidal 308 y la señal de comunicación 314 se multiplica por la salida del controlador de retroalimentación 304 para producir una onda sinusoidal 310 que varía en amplitud con la salida del controlador de retroalimentación 304, e incluye la sincronización de corriente de entrada 308 y la señal de comunicación 314.

30 En determinadas realizaciones de ejemplo, el controlador 220 además incluye un generador de modulación por ancho de pulsos (PWM) 312. El generador de PWM 312 recibe, como entrada, la señal de control sinusoidal 310 y convierte la señal de control sinusoidal 310 en una señal de modulación por ancho de pulsos 316. La señal de modulación por ancho de pulsos 316 se utiliza para dirigir el MOSFET 210 (Figura 2). En determinadas realizaciones de ejemplo, el ciclo de trabajo de la señal de modulación por ancho de pulsos 316 disminuye para aumentar la tensión de entrada 226 y la señal de modulación por pulsos 316 aumenta para disminuir la tensión de entrada 226. En los máximos de la señal de control sinusoidal 310, la señal de modulación por ancho de pulsos 316 se encuentra en su mínimo controlado y la tensión de entrada se encuentra en su máximo. De este modo, los máximos de la forma de onda de la tensión de entrada se hacen coincidir con los máximos de la señal de control sinusoidal 310, lo

que se ha sincronizado con la corriente de entrada 206. Por lo tanto, la forma de onda de la tensión de entrada se hace coincidir con la de la corriente de entrada 206.

En determinadas realizaciones de ejemplo, la señal de control sinusoidal 310 incluye contenido de comunicación 318 procedente de una señal de comunicación 314 incrustada. Así pues, el generador de PWM 312, al recibir tal onda sinusoidal, producirá un ciclo de trabajo variable que no solo controla la conmutación del MOSFET para el factor de potencia como se describió anteriormente, sino que también controla la conmutación del MOSFET para crear una señal sobre la base de la forma de onda de la tensión sobre la base de la tensión de entrada 226 que transporta información de comunicación 318 representativa de la señal de comunicación 314. Tal información de comunicación 318 puede considerarse como alteraciones 318 en las formas de onda de la tensión 226 y de la corriente 206 de entrada, lo que puede considerarse y/o leerse por otros dispositivos, controladores o procesadores en la carga o en el sistema.

La Figura 4 ilustra un método 400 de corrección del factor de potencia para un sistema de corriente constante, de conformidad con una realización de ejemplo. La Figura 5 ilustra un método 500 de control del circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200, de conformidad con una realización de ejemplo. Específicamente, en determinadas 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 y el método de control 500 del circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 se implementa a través del controlador 220 ilustrado en la Figura 3. Con referencia a las Figuras 2 y 4, el método 400 de corrección del factor de potencia incluye recibir una corriente de entrada desde una fuente de entrada de corriente constante 202 (etapa 402). El método 400 además incluye permitir que el condensador de entrada 204 se cargue (etapa 406). Específicamente, en determinadas realizaciones de ejemplo, el MOSFET 210 se encuentra inicialmente en el estado de apagado. Tal y como se ha comentado anteriormente, cuando el MOSFET 210 se encuentra en el estado de apagado, el condensador de entrada se carga y la tensión de entrada aumenta. En determinadas realizaciones de ejemplo, la tensión de entrada está constantemente monitorizada por el controlador 220 a través de la detección de la tensión de entrada 226. El método además incluye determinar si la tensión de entrada ha alcanzado la tensión de referencia (bloque 408). En determinadas 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 inferior a la tensión de referencia, el método pasa a la etapa 406, en la que el MOSFET 210 permanece apagado y se permite que el condensador de entrada se cargue. Como se ha comentado, el MOSFET 210 (primer MOSFET 210a o segundo MOSFET 210b) que está en funcionamiento depende de la mitad (positiva o negativa) del ciclo de corriente de entrada. En determinadas realizaciones de ejemplo, las etapas 406 y 408 se repiten hasta que se determine en la etapa 408 que la tensión de entrada ha alcanzado la tensión de referencia. En determinadas realizaciones de ejemplo, el controlador 220 monitoriza constantemente la tensión de entrada y reacciona cuando el valor de la tensión detectado alcanza un umbral representativo de la tensión de referencia. Cuando se determina que la tensión de entrada ha alcanzado la de referencia, el MOSFET 210 se conmuta a encendido (etapa 410).

Específicamente, en determinadas realizaciones, se determina si la corriente de entrada se encuentra en la primera mitad del ciclo (etapa 411). Si la entrada se encuentra en la primera mitad del ciclo, el primer MOSFET 210a está polarizado correctamente y es operativo. Por lo tanto, el primer MOSFET 210a se enciende (bloque 410a). Si la corriente de entrada no se encuentra en la primera mitad del ciclo, entonces tiene que estar en la segunda mitad del ciclo. En ese caso, se enciende el segundo MOSFET 210b (etapa 410b). Cuando el MOSFET 210 (ya sea el primer MOSFET 210a o el segundo MOSFET 210b) se enciende, el condensador de entrada se descarga (etapa 412) y la tensión de entrada cae. El método 400 además incluye conmutar el MOSFET 210 nuevamente a apagado (etapa 414) para permitir que la tensión de entrada ascienda nuevamente, formando una forma de onda sinusoidal. Como se explicó anteriormente, MOSFET 210 se refiere al primer MOSFET 210a o al segundo MOSFET 210b, sea cual sea el que se encuentre en funcionamiento en cada momento. El método 400 también incluye acondicionar y emitir continuamente la tensión de entrada a través de un bus de salida de CC 224 (etapa 416). En determinadas realizaciones de ejemplo, la tensión de entrada es filtrada por el inductor 212 y rectificada por el diodo de salida 216. Con tal método, se hace que la salida de tensión 226 de un circuito de corrección de potencia de corriente constante coincida y siga la fase de la corriente de entrada de corriente constante. De este modo, se mejora la eficiencia de potencia.

Con referencia a las Figuras 3 y 5, el método 500 de control del circuito de PFC con comunicaciones por la red eléctrica 200 incluye recibir la tensión de salida 303 desde el circuito de PFC 200 (etapa 502) y recibir la tensión de referencia 222 (etapa 504). En determinadas realizaciones de ejemplo, la tensión de salida 303 y la tensión de referencia 222 son recibidas por el controlador de retroalimentación 302. El método 500 además incluye comparar la tensión de salida 303 con la tensión de referencia 222 (etapa 506). En consecuencia, en determinadas realizaciones de ejemplo, el controlador de retroalimentación 302 se encarga de la comparación. El método 500 también incluye generar una salida del controlador de retroalimentación 304 a partir de la comparación de la tensión de salida 303 y la tensión de referencia 222 (etapa 508). Al comparar la tensión de salida 303 y la tensión de referencia 222, el método también determina si la tensión de salida 303 se encuentra por encima o por debajo de la tensión de

referencia 222 (etapa 510). Si la tensión de salida 303 se encuentra por encima de la tensión de referencia 222, disminuye entonces la salida del controlador de retroalimentación 304 (etapa 512). Si la tensión de salida 303 se encuentra por debajo de la tensión de referencia 222, aumenta entonces la salida del controlador de retroalimentación 304 (etapa 514). El método además incluye multiplicar 306 la salida del controlador de retroalimentación 304 por la suma 307 de la referencia de onda sinusoidal 308 y la señal de comunicación 314 para producir la señal de control sinusoidal 310 (etapa 516). En determinadas realizaciones de ejemplo, la referencia de onda sinusoidal 308 se ha sincronizado con la forma de onda de la corriente de entrada y, por tanto, incluye la fase de la corriente. Así pues, la señal de control sinusoidal 310 incluye la información de amplitud deseada a partir de la tensión de referencia 222, la información de fase de la corriente a partir de la referencia de onda sinusoidal 308 y la información de comunicación a partir de la señal de comunicación 314. El método además incluye convertir la señal de control sinusoidal 310 en una señal de modulación por ancho de pulsos (PWM) 316 (etapa 518). En determinadas realizaciones de ejemplo, el generador de PWM realiza la etapa 518. El método también incluye controlar la conmutación de los MOSFET 210 a través de la señal de PWM 316 (etapa 520). De este modo, a través de la conmutación controlada de los MOSFET 210, la tensión de entrada 226 se forma para que esté en fase con la corriente de entrada 206, para que tenga una amplitud deseada según lo establecido por la tensión de referencia y para que contenga información de comunicación 318 según lo establecido por la señal de comunicación 314. En determinadas realizaciones de ejemplo, el método incluye controlar el primer y el segundo MOSFET 210a, 210b, dependiendo de la mitad del ciclo de la corriente de entrada. En otras determinadas realizaciones de ejemplo, tal como en un circuito de PFC que tiene un puente rectificador de diodos, el método incluye controlar un único MOSFET.

La presente divulgación proporciona técnicas para la corrección del factor de potencia con comunicaciones por la red eléctrica en un sistema de corriente constante haciendo coincidir la forma de onda de la tensión con la forma de onda de la corriente de entrada. Aunque se han descrito realizaciones de la presente divulgación en detalle en el presente documento, las descripciones son a modo de ejemplo. Las características de la divulgación descritas en el presente documento son representativas y, en realizaciones alternativas, determinadas características y elementos pueden ser añadidos u omitidos. Adicionalmente, los expertos en la técnica pueden realizar modificaciones de aspectos de las realizaciones descritas en el presente documento sin alejarse del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador (220) para un circuito de corrección del factor de potencia, abreviado circuito de PFC, con comunicaciones por la red eléctrica, que comprende:

5 un controlador (220) configurado para recibir una corriente de entrada (206) desde un circuito de PFC (200), una tensión de salida (303) desde el circuito de PFC (200) y una señal de comunicación (314), en el que el controlador (220) está configurado para generar una referencia de onda sinusoidal sincronizada con la corriente de entrada (206) y para añadir la señal de comunicación (314) a la referencia de onda sinusoidal;

10 un controlador de retroalimentación (302) configurado para comparar la tensión de salida (303) con una tensión de referencia (222) y producir una salida del controlador de retroalimentación (304), en el que la salida del controlador de retroalimentación (304) aumenta cuando la tensión de salida (303) se encuentra por debajo de la tensión de referencia (222) y disminuye cuando la tensión de salida (303) se encuentra por encima de la tensión de referencia (222), y en el que la salida del controlador de retroalimentación (304) se multiplica por la suma de la referencia de onda sinusoidal y la señal de comunicación (314) para producir una señal de control (310); y

15 un generador de modulación por ancho de pulsos (312), abreviado generador de PWM, en el que el generador de PWM (312) está configurado para recibir la señal de control (310) y para convertir la señal de control (310) en una señal de PWM (316) correspondiente, en el que la señal de PWM (316) controla al menos una parte del circuito de PFC (200), en el que el circuito de PFC está configurado para conformar una tensión de entrada (226) para que esté en fase con la corriente de entrada (206), en el que la corriente de entrada (206), la tensión de entrada (226), o ambas, incluyen información de comunicación que refleja la señal de comunicación (314).

2. El controlador (220) de la reivindicación 1, en el que la tensión de referencia (222) representa un nivel de potencia o amplitud deseado de la tensión de salida (303).

25 3. El controlador (220) de la reivindicación 1, en el que el circuito de PFC (200) comprende:

un MOSFET (210) que puede conmutar entre un estado de APAGADO y un estado de ENCENDIDO, en el que la conmutación del MOSFET (210) conforma la tensión de entrada (226), y en el que la señal de PWM (316) controla la conmutación del MOSFET (210).

30

4. El controlador (220) de la reivindicación 3, en el que el MOSFET (210) está configurado para conmutar a ENCENDIDO cuando la tensión de salida (303) alcanza la tensión de referencia (222).

35 5. El controlador (220) de la reivindicación 3, en el que el circuito de PFC (200) comprende un condensador de entrada (204) configurado para recibir la corriente de entrada (206) desde una fuente de corriente constante y para producir la tensión de entrada (226), en el que cuando el MOSFET (210) se encuentra en el estado de APAGADO, el condensador de entrada (204) se carga y la tensión de entrada (226) asciende, y cuando el MOSFET (210) se encuentra en el estado de ENCENDIDO, el condensador de entrada (204) se descarga y la tensión de entrada (226) cae.

40

6. El controlador (220) de la reivindicación 1, en el que la señal de comunicación (314) es indicativa de un error, información, solicitud o actualización en el sistema.

45 7. El controlador (220) de la reivindicación 1, en el que la señal de control (310) contiene información de amplitud de tensión deseada, información de fase de corriente de entrada e información de comunicación.

8. Un método de control de un circuito de corrección del factor de potencia (200), abreviado circuito de PFC, que tiene comunicaciones por la red eléctrica, que comprende:

50 recibir (502) una corriente de entrada (206) desde el circuito de PFC y una tensión de salida (303) desde el circuito de PFC (200);
 recibir (504) una tensión de referencia (222) indicativa de un nivel de potencia deseado de la tensión de salida (303);

55 comparar (506) la tensión de salida (303) con la tensión de referencia (222);
 generar (508) una salida del controlador de retroalimentación (304) basándose en la diferencia entre la tensión de salida (303) y la tensión de referencia (222);
 recibir una referencia de onda sinusoidal (308) sincronizada con la corriente de entrada (206) desde el circuito de PFC (200);

60 recibir una señal de comunicación (314) para que sea transmitida a través del circuito de PFC (200);
 sumar (307) la referencia de onda sinusoidal (308) y la señal de comunicación (314) para producir una suma;
 multiplicar (518) la salida del controlador de retroalimentación (304) por la suma de la referencia de onda sinusoidal (308) y la señal de comunicación (314) para producir una señal de control sinusoidal (310);
 convertir (518) la señal de control sinusoidal (310) en una señal de PWM; y

controlar (520) el circuito de PFC (200) con la señal de PWM y conformar una tensión de entrada (226) para que esté en fase con la corriente de entrada (206), en el que la corriente de entrada (206), la tensión de entrada (226), o ambas, incluyen información de comunicación (318) que refleja la señal de comunicación (314).

5 9. El método de control de un circuito de PFC (200) de la reivindicación 8, en el que controlar (520) el circuito de PFC (200) con la señal de PWM además comprende:

10 controlar un dispositivo de conmutación en el circuito de PFC (200) a través de la señal de PWM, en el que la conmutación del dispositivo de conmutación conforma la tensión de entrada (226) para que esté en fase con la corriente de entrada (206) y provoca alteraciones en la tensión de salida (303) y la corriente de entrada (206), en el que las alteraciones contienen información de comunicación (318) correspondiente a la señal de comunicación (314).

15 10. El método de control de un circuito de PFC (200) de la reivindicación 8, que comprende:

cuando la tensión de salida (303) se encuentre por encima de la tensión de referencia (222), disminuir la salida del controlador de retroalimentación; y
cuando la tensión de salida (303) se encuentre por debajo de la tensión de referencia (222), aumentar la salida del controlador de retroalimentación.

20 11. El método de control de un circuito de PFC de la reivindicación 10, que comprende, además:

cuando la corriente de entrada (206) se encuentre en una primera mitad del ciclo, controlar un primer dispositivo de conmutación; y
25 cuando la corriente de entrada (206) se encuentre en una segunda mitad del ciclo, controlar un segundo dispositivo de conmutación.

30 12. El método de control de un circuito de PFC de la reivindicación 9, en el que el dispositivo de conmutación comprende un MOSFET (210).

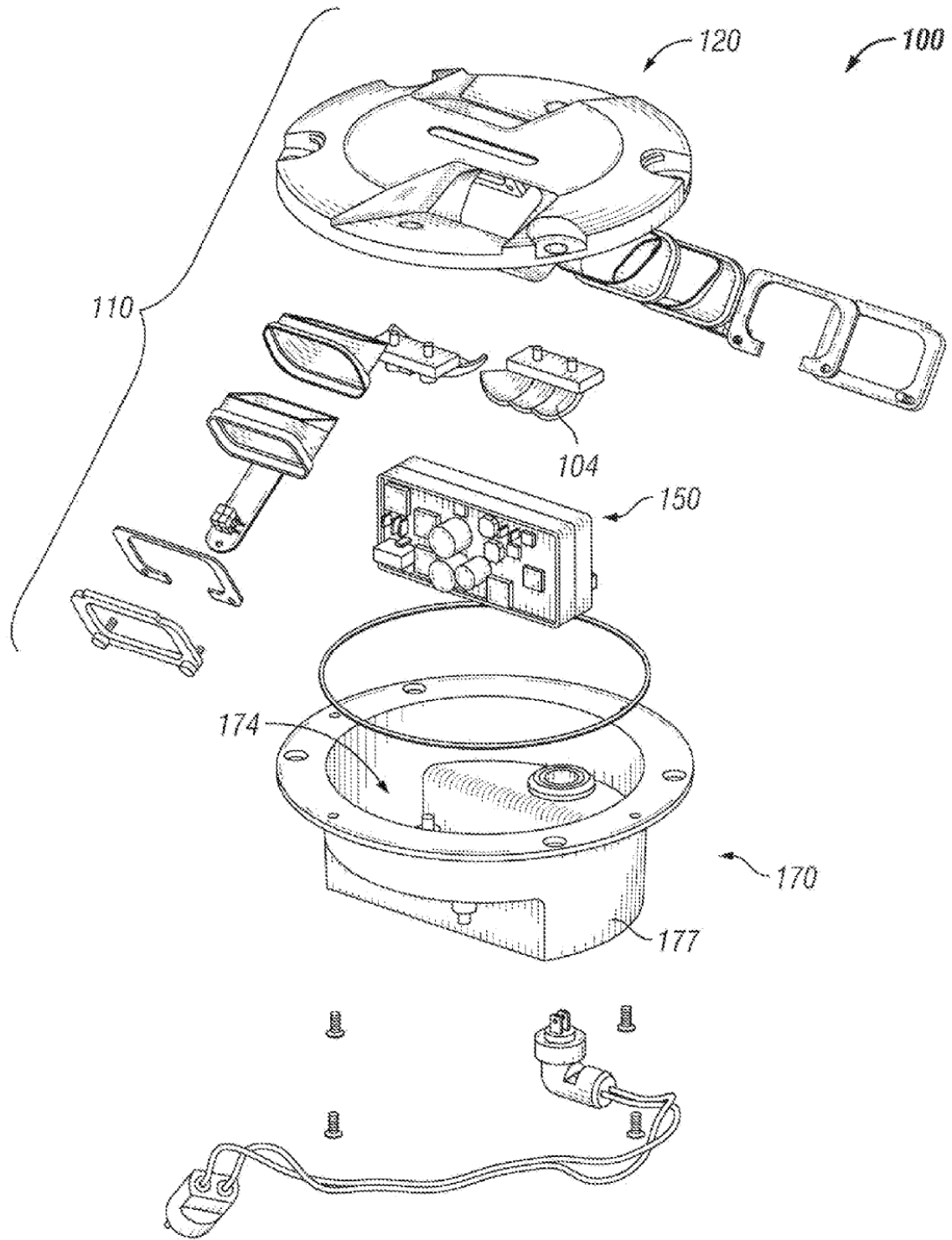


FIG. 1

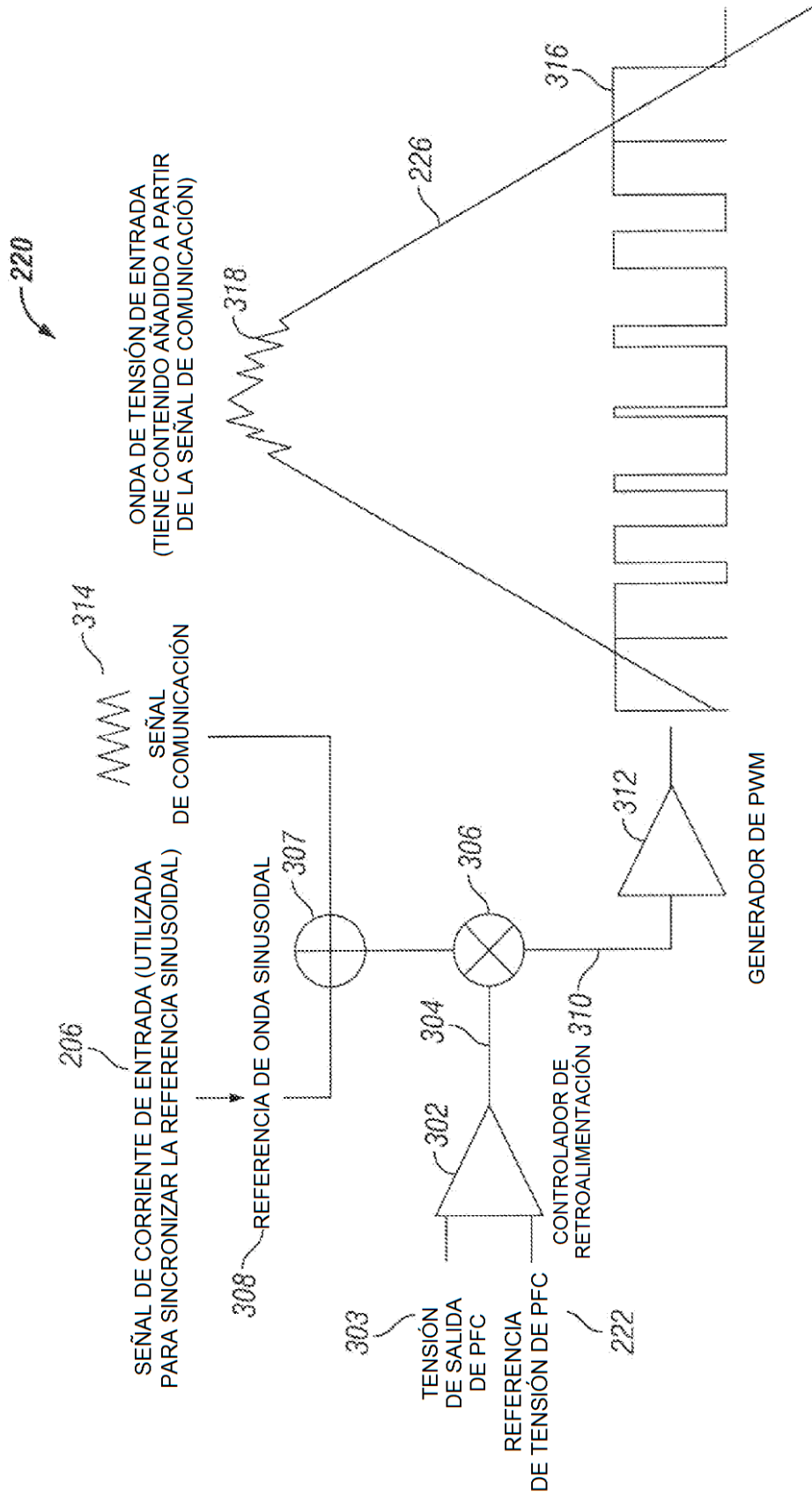


FIG. 3

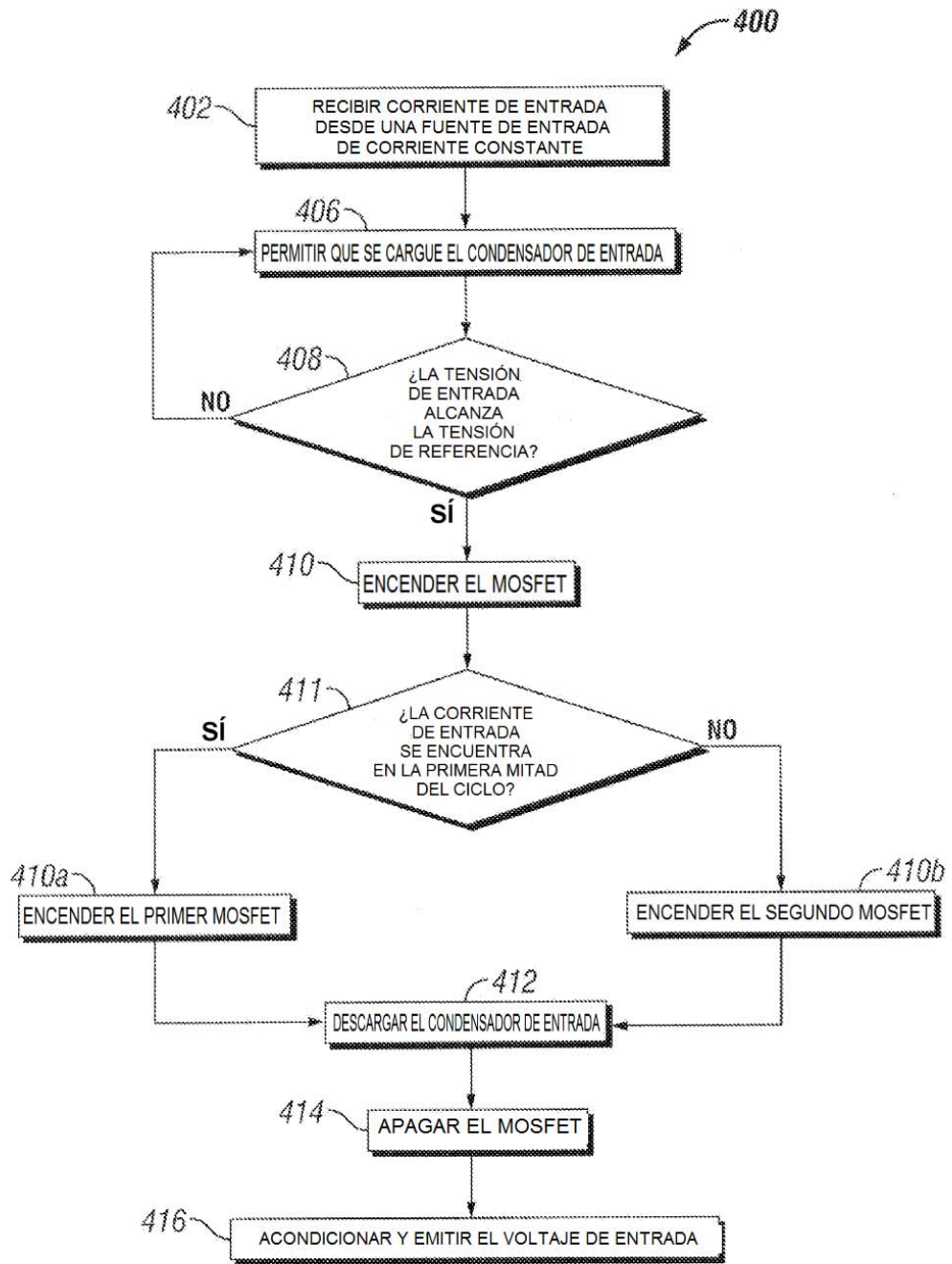


FIG. 4

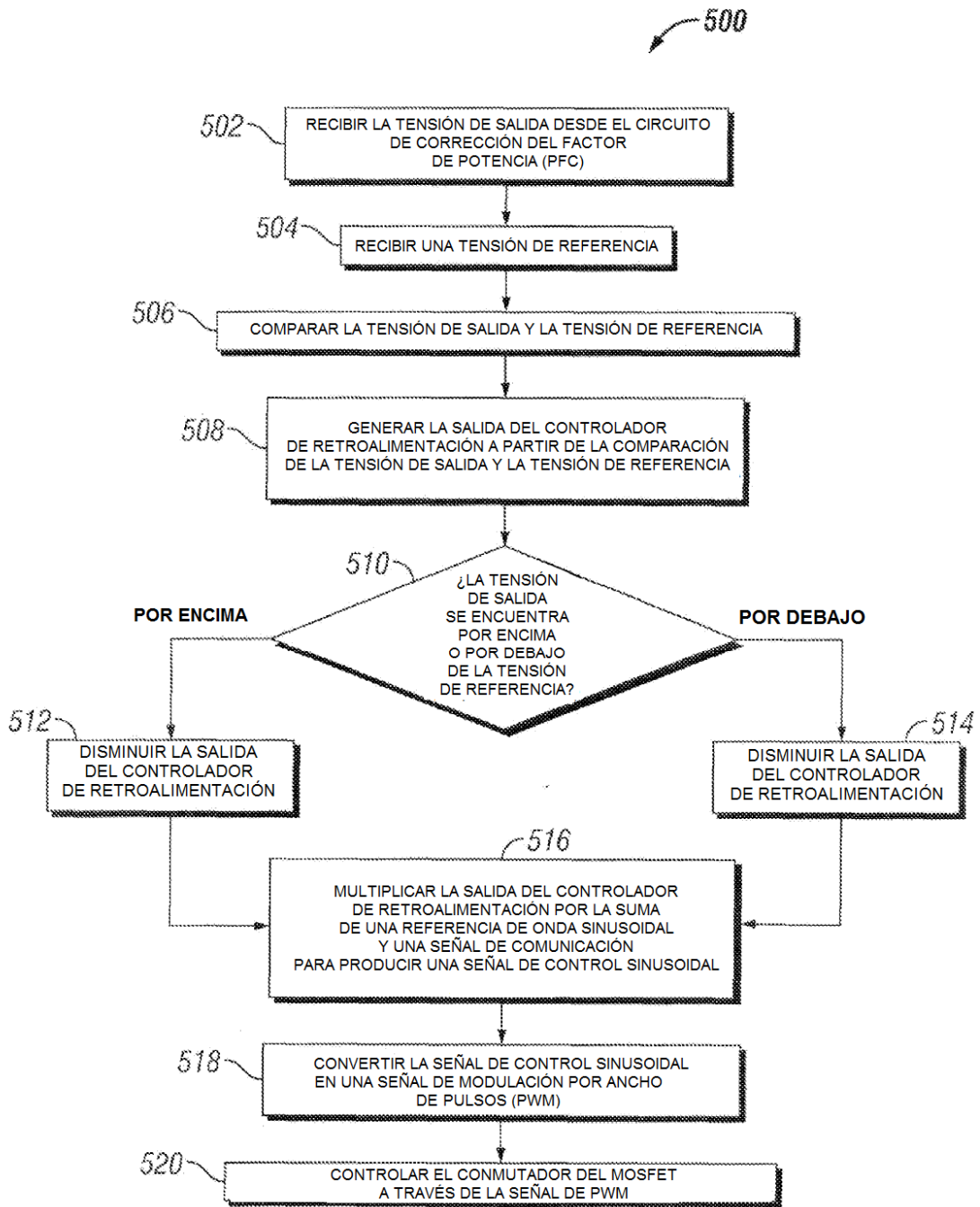


FIG. 5