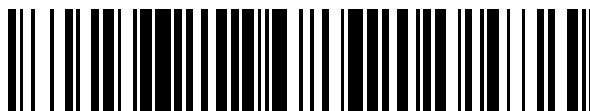


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 032**

51 Int. Cl.:

H02M 7/48 (2007.01)

H02J 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10187666 .2**

96 Fecha de presentación: **15.10.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2315348**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.04.2011**

54 Título: **Convertidor solar en dos etapas con control de la tensión de bus de c.c.**

30 Prioridad:

26.10.2009 US 605514

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

04.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

04.12.2012

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

KLODOWSKI, ANTHONY MICHAEL;
SMITH, DAVID;
WAGONER, ROBERT GREGORY y
BARKER, SIDNEY A.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 392 032 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

Convertidor solar en dos etapas con control de la tensión de bus de c.c.

La presente invención se refiere en general al campo de la generación de energía solar y, más particularmente, a procedimientos y sistemas para el control de la tensión de bus de c.c. en un convertidor de energía solar.

5 La generación de energía solar se está convirtiendo en una fuente de energía progresivamente más grande en todo el mundo. Los sistemas de generación de energía solar incluyen típicamente una o más matrices fotovoltaicas (matrices PV) que tienen múltiples células solares interconectadas que convierten la energía solar en alimentación en c.c. a través del efecto fotovoltaico. Para interconectar la salida de las matrices PV a una red eléctrica, es necesario un convertidor solar para cambiar la salida de corriente en c.c. y tensión en c.c. de la matriz PV en una forma de onda de corriente en c.a., 60/50 Hz que suministre energía a la red eléctrica.

Existen varios convertidores de energía solar para la interconexión de la salida en c.c. de una matriz PV en alimentación en c.a. Una implementación de un convertidor de energía solar consiste en dos etapas, una etapa de convertidor elevador y una etapa de inversor. El convertidor elevador controla el flujo de alimentación en c.c. desde la matriz PV hacia un bus de c.c. El inversor convierte la alimentación suministrada al bus de c.c. en una corriente de c.a. y una tensión de c.a. que se puede transmitir hacia la red de c.a.

Los convertidores de energía solar existentes utilizan sistemas de control para regular el convertidor elevador y el inversor para compensar varias variables del sistema, tales como la magnitud de la tensión de la red de c.a., caídas de tensión a través de los dispositivos de alimentación, tal como los transistores bipolares de puerta aislada (IGBT), diodos y reactores usados en el convertidor de energía solar, transformadores y conductores usados en el sistema de recogida de energía solar y otras variables del sistema. Para adaptarse a un intervalo de trabajo normal de la tensión de red, tal como, por ejemplo $\pm 10\%$ de la tensión de red nominal, los sistemas de control regularán típicamente la tensión del bus de c.c. del convertidor de energía solar para operar en un punto de consigna de tensión del bus de c.c. fijo, tal como aproximadamente el 110% de la tensión de red de c.a. nominal. El uso de un punto de consigna de tensión del bus de c.c. fijo, sin embargo, no optimiza la eficiencia del convertidor de energía solar, dando como resultado frecuentemente temperaturas de unión de los semiconductores más elevadas para los IGBT y diodos del convertidor de energía solar y producciones más altas de las frecuencias armónicas en la red de c.a.. Esto es verdad particularmente cuando la tensión de la red de c.a. es menor que la tensión del bus de c.c.

Tal disposición se desvela por ejemplo, en la Solicitud de Patente del Reino Unido GB 2 419 968.

Así, existe la necesidad de un convertidor de energía solar que regule la tensión del bus de c.c. para incrementar la eficiencia del convertidor de energía solar que supere las desventajas anteriores.

Se expondrán en parte varios aspectos y ventajas de la invención en la descripción a continuación, o pueden quedar claros a partir de la descripción, o pueden ser aprendidos a través de la puesta en práctica de la invención.

Una realización ejemplar de la presente divulgación se dirige a un aparato para el suministro de alimentación en c.a. a una red eléctrica de c.a. a partir de una fuente de alimentación en c.c., de acuerdo con la reivindicación 1.

35 Otra realización ejemplar de la presente invención se dirige a un procedimiento para el control de una tensión del bus de c.c. en un sistema para proporcionar alimentación en c.a. a una red eléctrica de c.a. a partir de una fuente de alimentación en c.c., de acuerdo con la reivindicación 2.

Se pueden realizar variaciones y modificaciones a estas realizaciones ejemplares de la presente divulgación.

40 Se comprenderán mejor varias características, aspectos y ventajas de la presente invención con referencia a la descripción a continuación y reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen una parte de la presente especificación, ilustran realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención, en los que:

la Figura 1 proporciona un diagrama de bloques de un sistema convertidor de energía solar de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación;

45 la Figura 2 proporciona un diagrama del circuito de un sistema de generación de energía solar de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación;

la Figura 3 representa un diagrama del circuito de una topología de regulador para un sistema convertidor de energía solar de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación;

50 la Figura 4 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación; y

la Figura 5 representa un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo de acuerdo con otra realización de ejemplo de la presente divulgación.

Se hará referencia ahora en detalle a realizaciones de la invención, ilustrándose uno o más detalles de las mismas en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, no de limitación de la invención. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización, se pueden usar con otra realización para producir una realización aún mejor. Así, se pretende que la presente invención englobe tales modificaciones y variaciones tal como entran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

En general, la presente divulgación se dirige a procedimientos y aparatos para el suministro de alimentación en c.a. a una red eléctrica de c.a. a partir de una fuente de alimentación en c.c., tal como una matriz PV. La Figura 1 representa un diagrama de bloques conceptual de un convertidor de alimentación 100 de ejemplo en dos etapas usado para convertir alimentación en c.c. 115 desde una matriz PV 110 en alimentación en c.a. adecuada para suministrar a una red de eléctrica de c.a. 140. La primera etapa del convertidor de alimentación 100 puede incluir un convertidor de c.c. a c.c. 120, tal como un convertidor elevador, que transmite la alimentación en c.c. 125 hacia un bus de c.c. La segunda etapa del convertidor de alimentación puede ser un inversor 130 que convierte la alimentación en c.c. 125 en el bus de c.c. en una alimentación en c.a. 135 adecuada para ser suministrada a una red eléctrica de c.a. 140.

Un sistema de control 150 puede controlar la tensión de bus de c.c. en el bus de c.c. mediante el control de la corriente de salida en c.a. del inversor 130. En particular, el inversor 130 se puede regular mediante el sistema de control 150 de modo que el flujo de alimentación real (es decir la parte real del vector producto de la tensión de c.a. de salida del inversor y la corriente de c.a. de salida del inversor) para la red de c.a. 140 a partir del inversor 130 es igual a la alimentación suministrada al bus de c.c. por el convertidor de c.c. a c.c. 120. La variación de la corriente de c.a. de salida del inversor dará como resultado un cambio en la tensión de c.a. de salida del inversor, en base a la impedancia del transformador de salida y la red eléctrica. Por ello, el control de la alimentación de salida del inversor es posible mediante el ajuste de la corriente de salida de c.a. El ajuste de la alimentación de salida del inversor inducirá en correspondencia un cambio en la tensión de bus de c.c. en el bus de c.c. Por ello, mediante el control de la corriente en c.a. de salida del inversor 130, se controlan también la tensión en c.a. de salida correspondiente del inversor 130 y la tensión de bus de c.c. en el bus de c.c.

La corriente de c.a. de salida del inversor 130 y, correspondientemente, la tensión de bus de c.c. en el bus de c.c., se puede regular usando un sistema de control 150 que controle el inversor 130. El sistema de control 150 puede regular la salida del inversor 130 de modo que la tensión del bus de c.c. opere en un punto de consigna variable de tensión del bus de c.c. La pérdida por conmutación de los semiconductores de alimentación, tal como por ejemplo los IGBT, se relaciona con la tensión del bus de c.c. de modo que, cuando disminuye la tensión del bus de c.c., las pérdidas por conmutación de los semiconductores de alimentación también disminuyen. Mediante el ajuste de la magnitud del punto de consigna variable de tensión del bus de c.c. en base a la tensión del bus de c.c. detectado y mediante el control de la tensión de bus de c.c. en base a la corriente de salida en c.a. del inversor 130, es posible para el sistema de control incrementar la eficiencia del inversor 130.

Por ejemplo, en ciertas realizaciones, el sistema de control 150 ajusta la magnitud del punto de consigna variable de la tensión del bus de c.c. de modo que el inversor 130 tenga un índice de modulación constante. Tal como se usa en el presente documento, la expresión "índice de modulación" se pretende que se refiera a una magnitud escalar que mide la relación del pico de la tensión de salida de c.a. del inversor 130 a la tensión del bus de c.c. Mediante la inclusión del sistema de control 150 que se puede configurar para regular la magnitud del punto de consigna de tensión del bus de c.c. en base a la tensión del bus de c.c. y la corriente en c.a. de salida del inversor 130, la materia objeto de la presente divulgación proporciona ventajas sobre los sistemas de control de un convertidor de alimentación conocidos.

Por ejemplo, el índice de modulación del inversor 130 se puede mantener en un valor fijo independientemente de las variaciones esperadas en las variables del sistema tales como la magnitud de la tensión de red, caídas de tensión a través de los dispositivos de alimentación, tales como los IGBT, diodos, conductores, transformadores, reactores y otros dispositivos. Además, los sistemas y procedimientos para el control de la tensión de bus de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación pueden proporcionar una eficiencia del inversor 130 mejorada, temperaturas de unión de los semiconductores más bajas y producción de armónicos mejorada hacia la red de c.a.

Con referencia ahora a la Figura 2, se explicará en detalle un sistema 200 de convertidor de alimentación en dos etapas de ejemplo para el suministro de alimentación en c.a. a una red eléctrica de c.a. 240 desde la matriz PV 210. La matriz PV 210 tiene una pluralidad de células solares interconectadas que producen una tensión de c.c. y una corriente de c.c. en respuesta a la incidencia de energía solar sobre la matriz PV 210. La salida en c.c. de la matriz PV 210 se puede conectar a un convertidor elevador 220 a través de un reactor de c.c. 215. Solamente una parte de los circuitos del convertidor elevador 220 se representa en la Figura 2. La Figura 2 representa tres matrices PV 210 conectadas en paralelo con el convertidor elevador 220. Los expertos en la materia, usando las divulgaciones proporcionadas en el presente documento, deberían comprender fácilmente que el convertidor elevador 220 puede incluir cualquier número de entradas de matrices PV en paralelo sin desviarse del alcance o espíritu de la presente invención.

El convertidor elevador 220 eleva la salida de tensión de c.c. de la matriz PV 210 hasta una tensión del bus de c.c. más alto y controla el flujo de alimentación en c.c. sobre el bus de c.c. 225. Aunque se representa un convertidor

elevador 220 en la Figura 2, los expertos en la materia comprenderán, usando las divulgaciones proporcionadas en el presente documento, que cualquier forma de convertidor de c.c. a c.c. configurado para regular la alimentación en c.c. proporcionada al bus de c.c. 225 está dentro del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, el convertidor de c.c. a c.c. puede ser un convertidor elevador, un convertidor reductor o un convertidor reductor/elevador.

- 5 El convertidor elevador 220 regula el flujo de alimentación en c.c. sobre el bus de c.c. 225. El convertidor elevador 220 controla el flujo de alimentación sobre el bus de c.c. 225 regulando o bien la corriente de entrada en c.c. o bien la tensión de entrada en c.c. al bus de c.c. 225, dependiendo del tipo de sistema de control que regula el convertidor elevador 220. En realizaciones particulares, el convertidor elevador 220 se puede controlar enviando órdenes de tiempos de puerta a los IGBT 222 utilizados en el convertidor elevador 220.
- 10 El convertidor elevador 220 suministra alimentación en c.c. al bus de c.c. 225. El bus de c.c. opera a una tensión del bus de c.c. que se regula mediante el inversor 230. El bus de c.c. 220 puede incluir uno o más condensadores 226 para proporcionar estabilidad al bus de c.c. 220. Como se explicará con mayor detalle a continuación, las realizaciones de la presente divulgación regulan la tensión de bus de c.c. en el bus de c.c. 225 para operar en un punto de consigna de tensión del bus de c.c.
- 15 El inversor 230 convierte la alimentación en c.c. del bus de c.c. 225 en alimentación en c.a. que es adecuada para ser suministrada a una red eléctrica de c.a. 240. Sólo una parte de los circuitos del inversor 230 se representan en la Figura 2. La Figura 2 ilustra una salida en c.a. trifásica para el inversor 230. Sin embargo, los expertos en la materia, usando las divulgaciones proporcionadas en el presente documento, comprenderán fácilmente que el inversor 230 puede proporcionar de forma similar una salida de c.a. monofásica u otras salidas de c.a. de fase múltiple, según se desee, sin desviarse del alcance de las realizaciones de la presente invención.
- 20

El inversor 230 utiliza uno o más circuitos de puentes inversores 232 que pueden incluir dispositivos de alimentación, tales como IGBT y diodos que se usan para convertir la alimentación en c.c. en el bus de c.c. 225 en una forma de onda de c.a. adecuada. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, el inversor 230 usa modulación por ancho de pulsos (PWM) para sintetizar una tensión de c.a. de salida en la frecuencia de la red de c.a. La salida del inversor 230 se puede controlar proporcionando órdenes de tiempos de las puertas a los IGBT de los circuitos de puentes de inversores 232 del inversor 230, de acuerdo con técnicas de control PWM bien conocidas. La corriente en c.a. de salida que circula desde el inversor 230 tiene componentes en la frecuencia de conmutación del PWM y la frecuencia de red. La salida c.a. del inversor 230 se conecta a la red eléctrica de c.a. 240 a través de un reactor de c.a. 225. Se pueden incluir varios componentes y dispositivos eléctricos entre la salida del inversor 230 y la red eléctrica de c.a. 240. Por ejemplo, se pueden incluir uno o más conductores, buses, transformadores, interruptores, dispositivos de protección de sobretensiones, dispositivos de corrección del factor de alimentación, etc. entre la salida del inversor de c.a. 230 y la red eléctrica de c.a. 240.

El convertidor de alimentación 200 puede incluir también un sistema de supervisión configurado para supervisar varios parámetros del sistema del convertidor de alimentación 200. Por ejemplo, el convertidor de alimentación 200 puede incluir un sistema de supervisión configurado para supervisar la tensión de bus de c.c. en el bus de c.c. 225 y la corriente de salida en c.a. del inversor 230. La Figura 2 representa las localizaciones para un sensor 228 de la tensión del bus de c.c. y un sensor 238 de la corriente de salida en c.a. El sensor 228 de la tensión del bus de c.c. se puede usar por un sistema de control para generar una señal de realimentación de la tensión del bus de c.c. en base a la tensión de bus de c.c. en el bus de c.c. 225. El sensor 238 de la corriente de salida en c.a. se puede usar para generar una señal de realimentación de la corriente de salida en c.a. en base a la corriente de salida en c.a. del inversor 230. En ciertas realizaciones, la corriente de salida en c.a. del inversor 230 se mide previamente a cualquier dispositivo eléctrico que conecte el inversor 230 a la red eléctrica de c.a. 240, tales como conductores, transformadores, reactores, dispositivos de corrección del factor de alimentación, etc. En esta forma, se pueden evitar las variaciones en la corriente de c.a. producidas por tales dispositivos eléctricos. Como se explicará en detalle con respecto a la Figura 3, las realizaciones de la presente divulgación utilizan la señal de realimentación de la tensión del bus de c.c. y la señal de realimentación de la corriente de salida de c.a. para regular la tensión del bus de c.c. del convertidor de alimentación 200.

Con referencia ahora a la Figura 3, se explicará un sistema de control 300 de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación. El sistema de control 300 incluye un regulador 328 que regula el nivel del punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c. para operar el inversor 330 con un índice de modulación constante. Por ejemplo, el inversor 330 se puede operar con un índice de modulación en el intervalo de aproximadamente 0,0 a aproximadamente 2,0, tal como aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,5, tal como aproximadamente 0,97 a aproximadamente 1,2. En esta forma, la relación de la tensión del bus de c.c. a la tensión de salida de pico de c.a. del inversor se puede mantener sustancialmente constante en un nivel deseado para incrementar la eficiencia del inversor 330.

El punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c. es una señal que indica una tensión del bus de c.c. deseado para el bus de c.c. El punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c. se ajusta en base a la salida del regulador 328 del punto de consigna de tensión del bus de c.c. de modo que el índice de modulación del inversor 330 se mantenga sustancialmente constante.

El punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c. se compara con la señal de realimentación de la tensión del bus de c.c. para generar una señal de error 304 de la tensión del bus de c.c. La señal de error 304 de la tensión del bus de c.c. es una entrada dentro del regulador de tensión 306, que genera una orden de referencia 308 de corriente real en base a la señal de error 304 de la tensión del bus de c.c.. El regulador de tensión 306 puede ser un regulador proporcional, un regulador proporcional integral, un regulador proporcional derivativo, un regulador proporcional integral derivativo u otro regulador adecuado. La orden de referencia 308 de corriente real proporciona una indicación de la corriente de c.a. de salida real a ser proporcionada por el inversor 330 para operar la tensión del bus de c.c. en el punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c.

La orden de referencia 308 de corriente real se compara con la señal de realimentación de corriente de salida en c.a. para generar una señal de error 310 de la corriente de salida de c.a. real. La señal de error 310 de la corriente de salida en c.a. real se proporciona al regulador de corriente 312, que genera una orden de referencia de tensión real 314. De modo similar al regulador de tensión 308, el regulador de corriente real 312 puede ser un regulador proporcional, un regulador proporcional integral, un regulador proporcional derivativo, un regulador proporcional integral derivativo, u otro regulador adecuado. La orden de referencia 314 de tensión real proporciona una indicación de la tensión de salida en c.a. real que se proporciona al inversor 330 para conseguir la corriente de salida en c.a. necesaria para operar la tensión del bus de c.c. con un punto de consigna variable 432 de tensión del bus de c.c.

La orden de referencia 314 de la tensión real se normaliza mediante la división de la orden de referencia 314 de la tensión real por la señal de realimentación de la tensión del bus de c.c. para generar una primera orden 340 de modulación, que se proporciona al inversor 330. El inversor 330 genera órdenes de tiempos de puerta a los IGBT para regular la salida del inversor 330 para conseguir la corriente de salida en c.a. necesaria para operar la tensión del bus de c.c. en el valor 302 del punto de consigna variable de la tensión del bus de c.c. en base al menos en parte a la primera orden de modulación 340. El sistema de control 300 puede adicionalmente incluir un regulador de corriente reactiva 320 para regular el inversor 330 para producir la salida de una cantidad deseada de corriente reactiva hacia la red de c.a. El punto de ajuste de la corriente reactiva 316 es una señal indica la corriente reactiva de c.a. que se desea que produzca el inversor 320. El punto de ajuste 316 de corriente reactiva se puede fijar por parte de un operador de la red eléctrica u otro operador.

El punto de consigna 316 de la corriente reactiva se compara con la señal de realimentación de corriente de salida en c.a. para generar una señal de error 318 de corriente reactiva de salida en c.a. La señal de error 318 de corriente reactiva de salida en c.a. se proporciona al regulador de corriente 320, que genera una orden 322 de referencia de tensión reactiva. El regulador de corriente reactiva 320 puede ser un regulador proporcional integral, un regulador proporcional derivativo, un regulador proporcional integral derivativo u otro regulador adecuado. La orden de referencia 322 de tensión reactiva se normaliza dividiendo la orden de referencia 322 de tensión reactiva por la señal de realimentación de tensión del bus de c.c. para generar una segunda orden de modulación 350 que se proporciona al inversor 320. El inversor 330 genera órdenes de tiempos de puerta al IGBT para regular la salida de corriente reactiva del inversor 330 en base, al menos en parte, a la segunda orden de modulación 350 para generar una corriente reactiva de salida de c.a. sustancialmente igual al punto de consigna 316 de corriente reactiva.

El sistema de control 300 incluye un bucle de control para regular el nivel del punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c. Este bucle de control determina una señal de realimentación del índice de modulación del inversor 330 en base a una primera orden de modulación 340 y una segunda orden de modulación 350. Por ejemplo, en realizaciones particulares, la señal de realimentación del índice de modulación se puede calcular de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$M_{xy} = \sqrt{U_x^2 + U_y^2}$$

en la que M_{xy} , es el índice de modulación calculado y U_x es la primera orden de modulación 340 y U_y es la segunda orden de modulación 350.

El índice de modulación calculado se compara con punto de consigna 324 del índice de modulación para generar una señal de error 326 del índice de modulación. El punto de consigna 324 del índice de modulación se puede establecer por parte de un operador de la red eléctrica u otro operador para que esté en un valor deseado para el inversor 330. Por ejemplo, en realizaciones particulares, el punto de consigna del índice de modulación 424 puede estar en el intervalo de aproximadamente 0,0 a aproximadamente 2,0, tal como aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,5, tal como aproximadamente 0,97 a aproximadamente 1,2.

La señal de error 326 del índice de modulación se proporciona al regulador 328 del punto de consigna de tensión del bus de c.c., que genera una orden 325 de punto de consigna de tensión del bus de c.c. en base a la señal de error 326 del índice de modulación. El regulador 328 del punto de consigna de tensión del bus de c.c. puede ser un regulador proporcional integral, un regulador proporcional derivativo, un regulador proporcional integral derivativo u otro regulador adecuado. El sistema de control 300 ajusta el punto de consigna 302 de la tensión del bus de c.c. en base a la orden 325 del punto de consigna de tensión del bus de c.c. de modo que el inversor 330 opere con un índice de modulación constante.

En realizaciones particulares, el sistema de control 300 puede incluir límites superior e inferior en el intervalo del

punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c. para mantener el bus de c.c. dentro del intervalo deseado. Por ejemplo, el límite inferior en el punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c. puede ser una tensión de red de c.a. nominal. Este límite superior en el punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c. puede ser aproximadamente el 115% de la tensión de red de c.a. nominal. Al incluir los límites superior e inferior en el punto de consigna variable 302 de la tensión del bus de c.c., el sistema de control 300 puede mantener la tensión del bus de c.c. dentro de un intervalo deseado cuando la tensión de la red de c.a. varía más allá de un intervalo para el que se requiere el rendimiento normal.

Como se ha explicado en detalle anteriormente, el sistema de control 300 regula el índice de modulación del inversor 330 de modo que el índice de modulación se pueda controlar en un valor fijo independientemente de las variaciones esperadas en las variables del sistema tales como la magnitud de la tensión de red y caídas de tensión a través de los dispositivos de alimentación. Esto permite una eficiencia del inversor mejorada, menores temperaturas de unión en los semiconductores, producción de armónicos mejorada a la red de c.a. y fiabilidad mejorada del sistema convertidor de alimentación.

La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento 400 para el control de la tensión de bus de c.c. de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación. Inicialmente, en 410, la alimentación en c.c. se proporciona desde una fuente de alimentación c.c., tal como una matriz PV, a través de un convertidor a un bus de c.c. En 420, la alimentación en c.c. en el bus de c.c. se convierte en alimentación en c.a. usando un inversor. En 430, la tensión de bus de c.c. en el bus de c.c. y la corriente de salida de c.a. del inversor se supervisan usando, por ejemplo, un sistema de supervisión que incluye un sensor de tensión del bus de c.c. y un sensor de corriente de salida en c.a. En 440, la tensión del bus de c.c. se controla para que sea sustancialmente igual al punto de consigna de la tensión del bus de c.c. En 450, el procedimiento 400 incluye la variación del punto de consigna de tensión del bus de c.c. en base al menos en parte a la corriente de salida en c.a. del inversor.

La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento 500 de variación del punto de consigna de tensión del bus de c.c. de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación. Inicialmente, en 505, la tensión del bus de c.c. se compara con el punto de consigna de tensión del bus de c.c. En 504, se genera una señal de orden de referencia de corriente real en base a la comparación de la tensión del bus de c.c. y el punto de consigna de tensión del bus de c.c. En 506, la señal de orden de referencia de corriente real se compara con la corriente de salida en c.a. del inversor. En 508, se genera una orden de tensión real en base a la comparación de la señal de orden de referencia de corriente real y la corriente de salida en c.a. del inversor. En 550, la señal de orden de tensión real se normaliza para proporcionar una orden de modulación de la tensión real.

En 512, el procedimiento 500 incluye opcionalmente la comparación de la corriente de salida en c.a. del inversor con un punto de consigna de corriente reactiva. En 514, se genera una señal de orden de referencia de tensión reactiva en base a la comparación de la corriente de salida en c.a. del inversor con el punto de consigna de corriente reactiva. En 516, la señal de orden de referencia de tensión reactiva se normaliza para proporcionar una orden de modulación de tensión reactiva.

En 518, el procedimiento 500 incluye la determinación de una señal de realimentación del índice de modulación a partir de una orden de modulación de tensión real y la orden de modulación de tensión reactiva. En 520, la señal de realimentación del índice de modulación se compara con el punto de consigna del índice de modulación. En 522, se genera una señal de orden de punto de consigna del bus de c.c. en base a la comparación de la señal de realimentación del índice de modulación y el punto de consigna del índice de modulación. El punto de consigna del bus de c.c. se controla en base, al menos en parte, a la señal de orden de punto de consigna del bus de c.c.

Aunque el presente objeto de la invención se ha descrito en detalle con respecto a realizaciones y procedimientos ejemplares específicos de la misma, se apreciará que los expertos en la materia, tras alcanzar una comprensión de lo precedente, pueden producir fácilmente alteraciones a, variaciones de, equivalentes a tales realizaciones. En consecuencia, el alcance de la presente divulgación es por vía de ejemplo en lugar de por vía de limitación y la divulgación del objeto no excluye la inclusión de tales modificaciones, variaciones y/o adiciones al presente objeto como será claramente evidente para un experto en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para el suministro de alimentación en c.a. a una red eléctrica de c.a. a partir de una fuente de alimentación en c.c., comprendiendo:

un convertidor elevador (220) acoplado a la fuente de alimentación en c.c.;
 un bus de c.c. acoplado a dicho convertidor elevador, proporcionando dicho convertidor elevador una alimentación en c.c. a dicho bus de c.c.;
 un inversor (230) acoplado a dicho bus de c.c., configurado dicho inversor para convertir la alimentación en c.c. de dicho bus de c.c. en una alimentación en c.a. en base, al menos en parte, a un índice de modulación;
 un sistema de supervisión que comprende un sensor (228) de la tensión del bus de c.c. y un sensor (238) de la corriente de salida en c.a., proporcionando dicho sensor de la tensión del bus de c.c. una señal de realimentación de la tensión del bus de c.c. en base a la tensión del bus de c.c., proporcionando dicho sensor de corriente de salida en c.a. una señal de realimentación de la corriente de salida en c.a. en base a la corriente de salida en c.a. de dicho inversor;
 un sistema de control (300) configurado para controlar la tensión del bus de c.c. para que sea sustancialmente igual a un punto de consigna variable de la tensión del bus de c.c., configurado dicho sistema de control para ajustar el punto de consigna variable de la tensión del bus de c.c. en base, al menos en parte, a la señal de realimentación de la tensión del bus de c.c. y la señal de realimentación de la corriente de salida en c.a. de modo que el índice de modulación de dicho inversor permanezca sustancialmente constante; **caracterizado porque:**

el sistema de control (300) comprende:

un regulador de tensión (306) configurado para comparar la señal de realimentación de la tensión del bus de c.c. con un punto de consigna variable de la tensión del bus de c.c., proporcionando dicho regulador de tensión (306) una orden de referencia de corriente real en base a la comparación de la tensión del bus de c.c. y el punto de consigna de tensión del bus de c.c.;
 un regulador de corriente real (312) configurado para comparar la orden de referencia de corriente real con la señal de realización de corriente de salida de c.a. de dicho inversor, proporcionando dicho regulador de corriente real una orden de tensión real en base a la comparación de la orden de referencia de corriente real con la corriente de salida en c.a. de dicho inversor, configurado dicho regulador de corriente real para normalizar la orden de tensión real en base a la señal de realimentación de tensión del bus de c.c. para proporcionar una primera orden de modulación para dicho inversor; y
 un regulador de corriente reactiva (320) configurado para comparar el punto de consigna de corriente reactiva con la señal de realimentación de corriente de salida en c.a., proporcionando dicho regulador de corriente reactiva una orden de tensión reactiva en base a la comparación del punto de consigna de la corriente reactiva con la señal de realimentación de corriente de salida en c.a., configurado dicho regulador de corriente reactiva para normalizar la orden de tensión reactiva en base a la señal de realimentación de la tensión del bus de c.c. para proporcionar una segunda orden de modulación para dicho inversor.

2. Un procedimiento (400) para el control de una tensión del bus de c.c. en un sistema para proporcionar alimentación en c.a. a una red eléctrica de c.a. desde una fuente de alimentación en c.c. (110), comprendiendo dicho procedimiento:

proporcionar una alimentación en c.c. a un bus de c.c. a una tensión del bus de c.c.;
 convertir la alimentación en c.c. en el bus de c.c. en una alimentación en c.a. con un inversor (130) acoplado al bus de c.c., teniendo el inversor una corriente de salida en c.a.;
 controlar la tensión del bus de c.c. para que sea sustancialmente igual a un punto de consigna de la tensión del bus de c.c.;
 variar el punto de consigna de tensión del bus de c.c. en base en parte a la tensión de bus de c.c. en el bus de c.c. y la corriente de salida en c.a. del inversor (130);
 variar el punto de consigna de tensión del bus de c.c. en base, al menos en parte, al índice de modulación para el inversor (130);
 comparar la tensión del bus de c.c. con el punto de consigna de tensión del bus de c.c.;
 generación de una señal de orden de referencia de corriente real en base a dicha comparación de la tensión del bus de c.c. con el punto de consigna de tensión del bus de c.c.;
 comparar la señal de la orden de referencia de corriente real con la corriente de salida en c.a.;
 generar una señal de orden de tensión real (314) en base a dicha comparación de la señal de orden de referencia de corriente real con la corriente de salida en c.a.;
 normalizar la señal de orden de tensión real en base a la tensión del bus de c.c. de salida para generar una orden de modulación de tensión real;
 proporcionar una orden de modulación de tensión real al inversor para controlar el inversor;
 comparar un punto de consigna de corriente reactiva con la corriente de salida en c.a.;
 generar una señal de orden de tensión reactiva (322) en base a dicha comparación del punto de consigna de la

- corriente reactiva con la corriente de salida en c.a.;
- normalizar la señal de orden de tensión reactiva en base a la tensión del bus de c.c. de salida para generar una orden de modulación de tensión reactiva;
- 5 proporcionar la orden de modulación de tensión reactiva al inversor para controlar el inversor;
- determinar una señal de realimentación (326) del índice de modulación a partir de al menos uno de entre la orden de modulación de la tensión real y la orden de modulación de tensión reactiva;
- comparación de la señal de realimentación del índice de modulación con un punto de consigna del índice de modulación;
- 10 generar una señal de orden de punto de consigna de tensión del bus de c.c. en base a dicha comparación del índice de modulación con el punto de consigna del índice de modulación; y
- variar el valor del punto de consigna del índice de modulación en base a la señal de la orden de punto de consigna de tensión del bus de c.c.

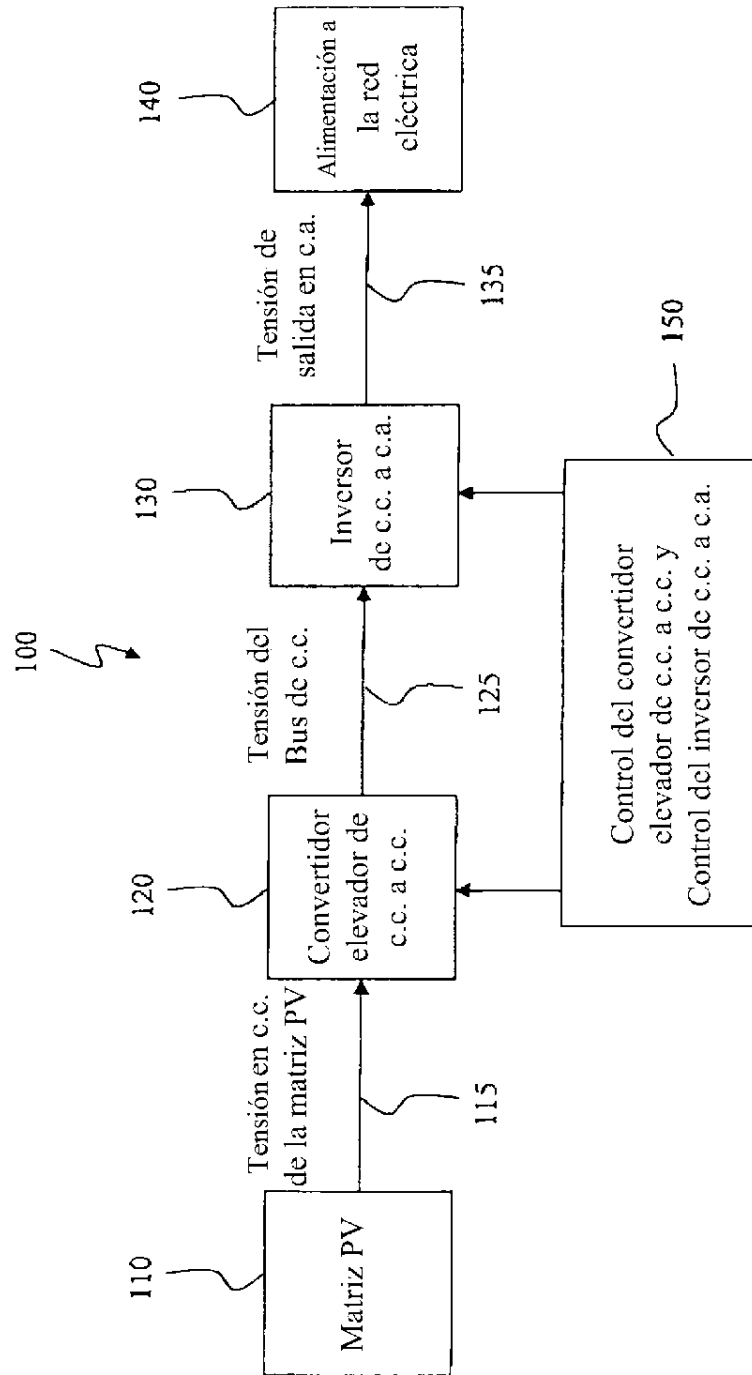


Figura 1

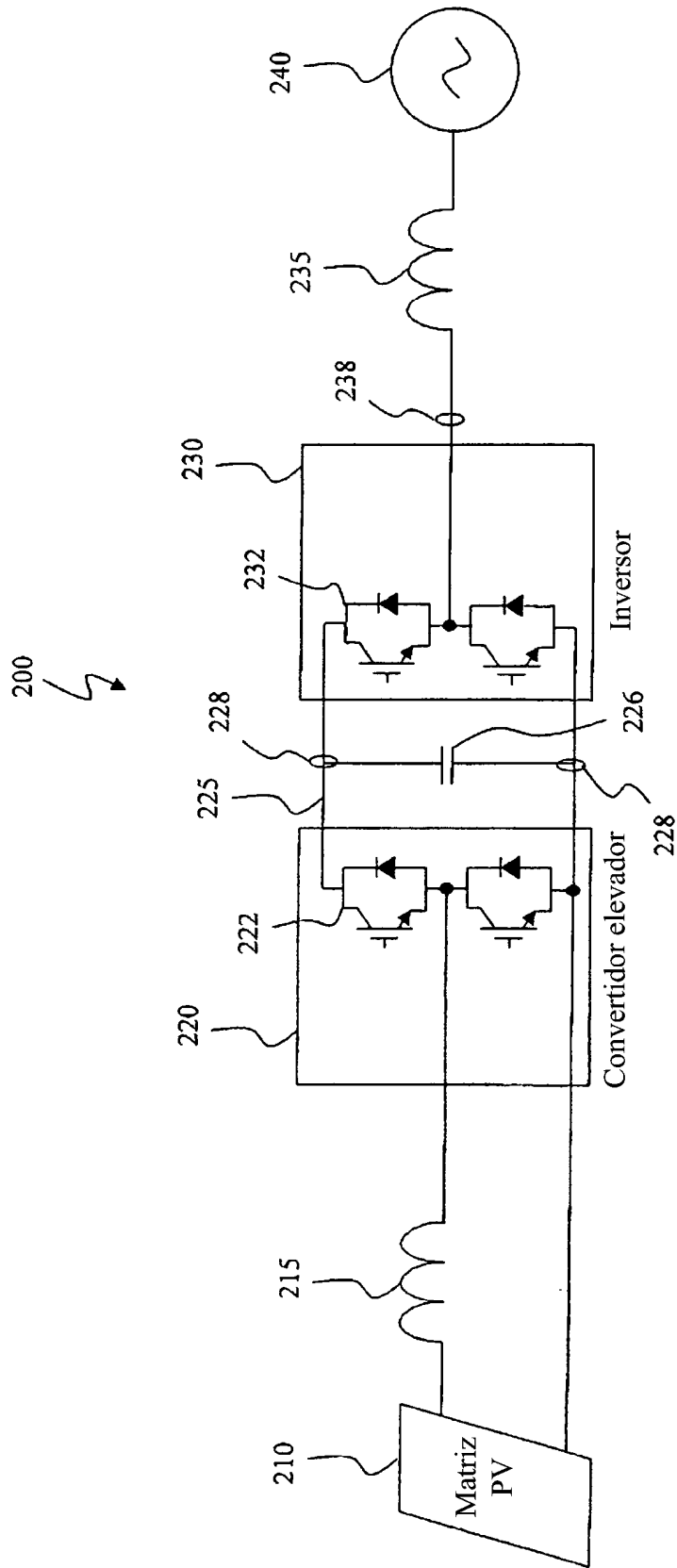


Figura 2

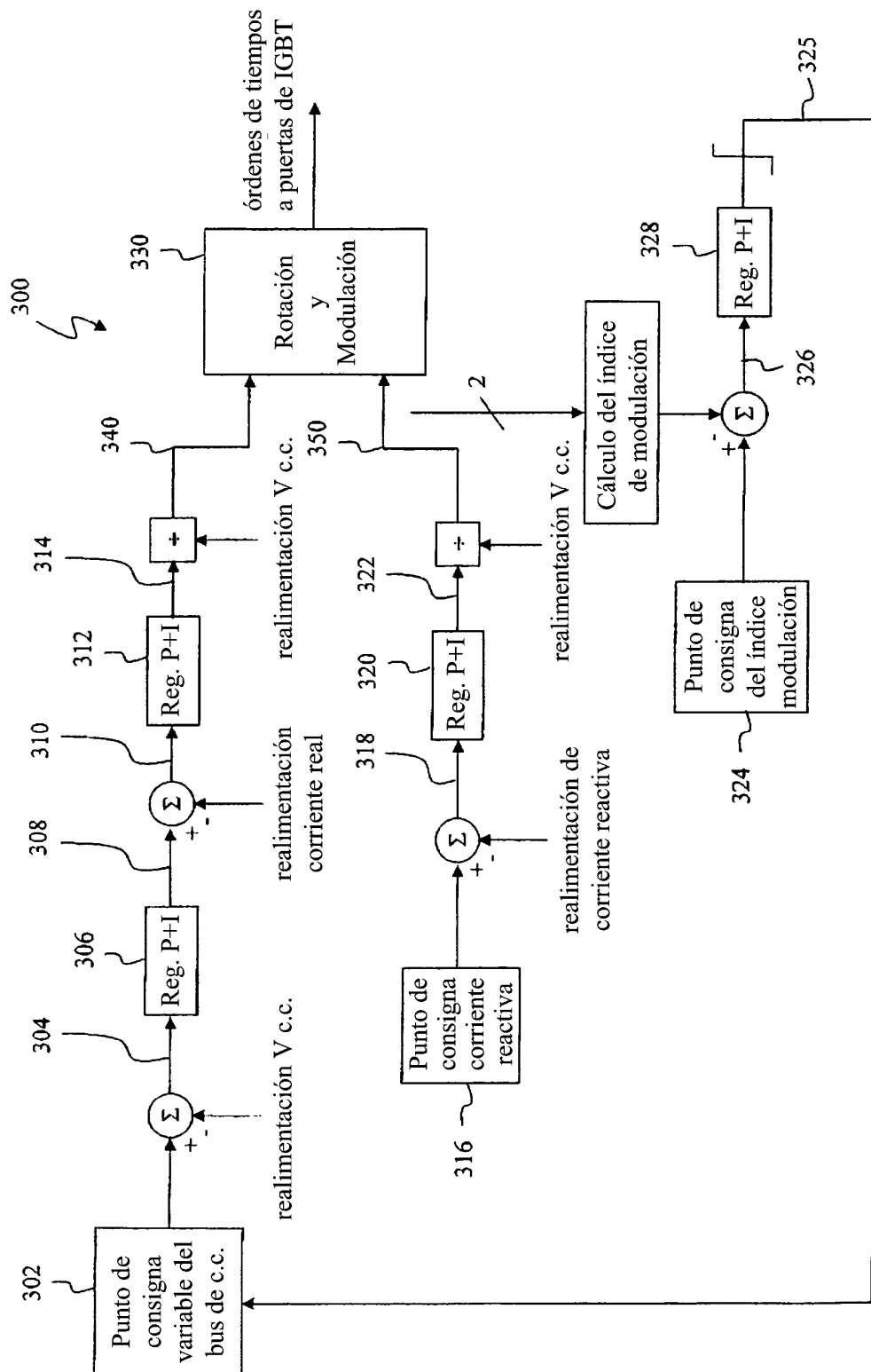


Figura 3

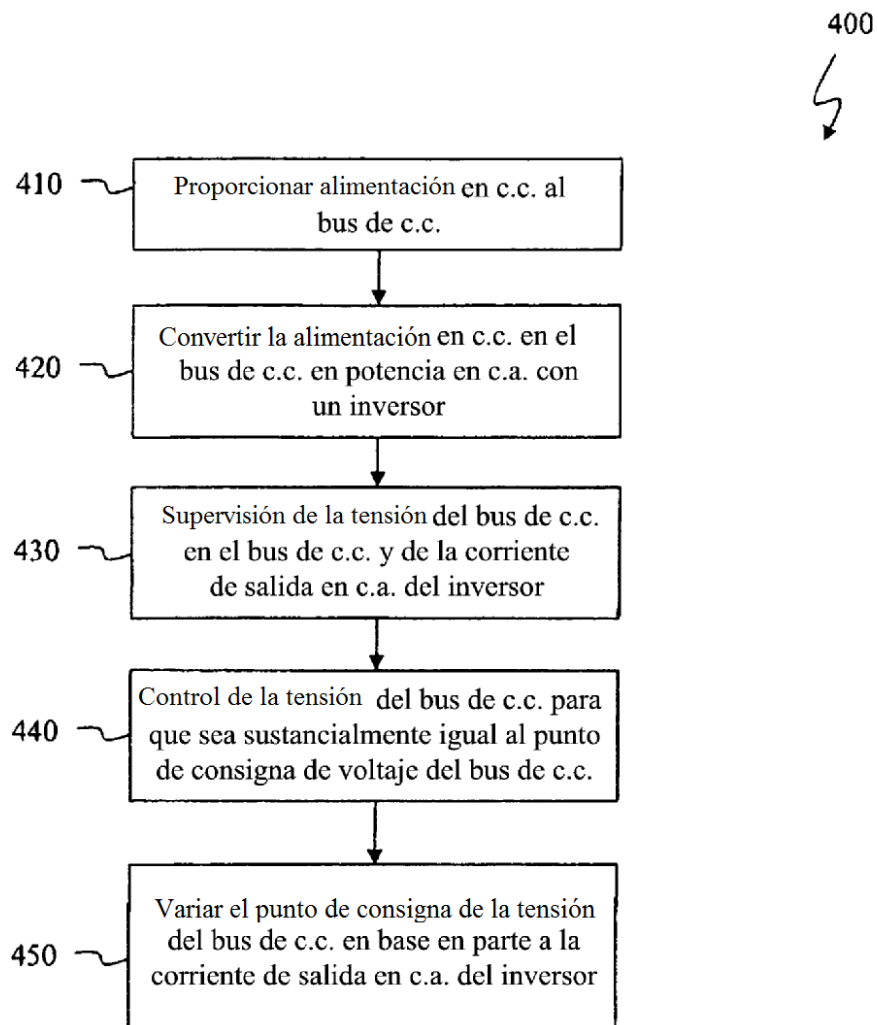


Figura 4

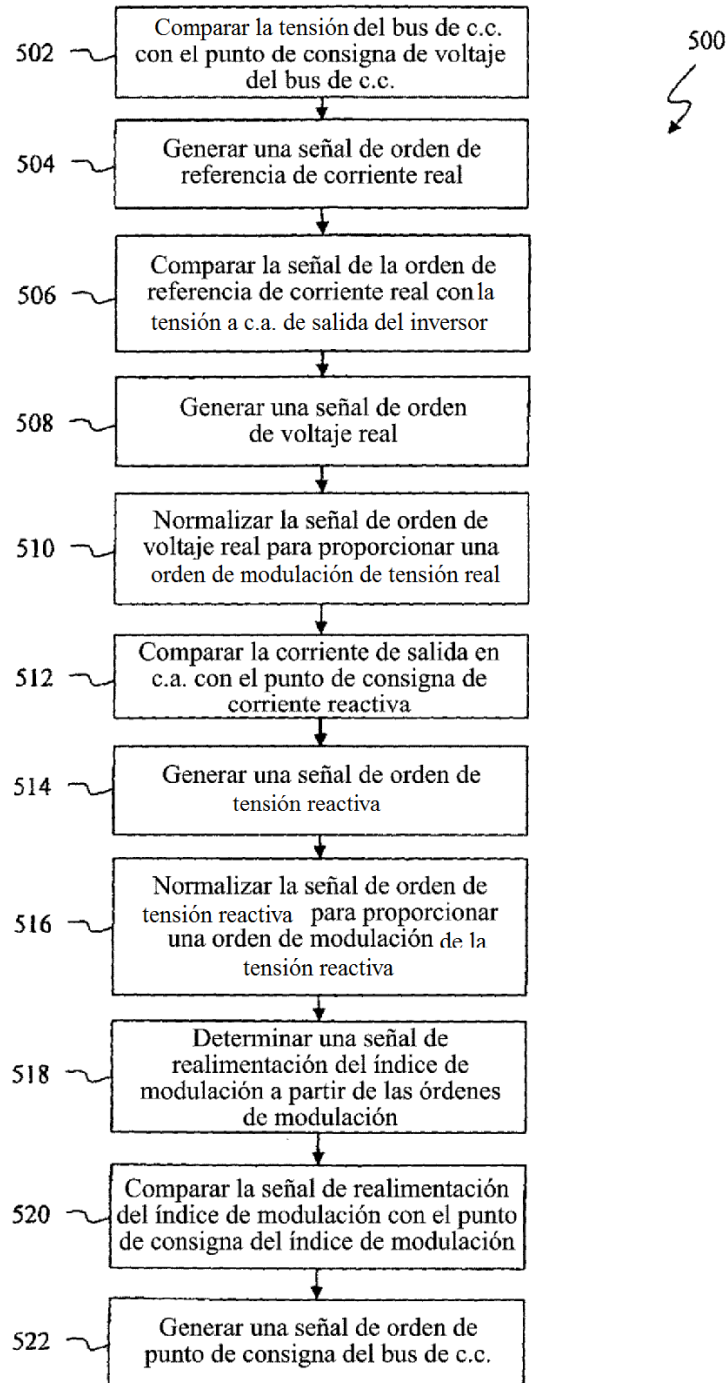


Figura 5