

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 856**

51 Int. Cl.:

H02P 9/10

(2006.01)

H02J 3/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10169385 .1**

96 Fecha de presentación: **13.07.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2290803**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2011**

54 Título: **Sistemas, procedimientos y aparatos para hacer funcionar un convertidor de potencia**

30 Prioridad:
20.07.2009 US 505877

73 Titular/es:
**General Electric Company
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.06.2012

72 Inventor/es:
Wagoner, Robert Gregory

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.06.2012

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

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).

ES 2 383 856 T3

DESCRIPCIÓN

Sistemas, procedimientos y aparatos para hacer funcionar un convertidor de potencia

La presente invención se refiere, en general, a la conversión de potencia y, más concretamente, a los sistemas, procedimientos y aparatos para hacer funcionar un convertidor de potencia.

5 Una fuente de corriente continua (cc), como por ejemplo una celda de combustible o una celda fotovoltaica, típicamente produce una tensión baja con una corriente intensa. Aunque estas fuentes de cc proporcionan una fuente de electricidad, la electricidad puede ser inconstante, pudiendo variar con las condiciones de funcionamiento locales. Debido a que muchas aplicaciones eléctricas requieren una fuente relativamente estable de corriente alterna (ac) para funcionar, los sistemas de conversión de potencia han sido adaptados para modificar la potencia
10 suministrada desde las fuentes de cc. Aunque los sistemas de conversión de la potencia han sido adaptados para regular la potencia procedente de las fuentes de cc, los sistemas de conversión de potencia no han sido adaptados para modificar las fuentes de cc de acuerdo con las inestabilidades de las demandas de potencia, especialmente cuando las demandas de potencia cambian considerablemente durante cortos periodos de tiempo.

15 Por ejemplo, cuando se produce una situación de avería en una red general de abastecimiento eléctrico, la tensión de línea en la salida de un sistema de conversión de potencia puede caer de manera considerable, como lo hará la potencia requerida del sistema. Durante estos periodos, algunas veces designados como episodios de huecos de tensión (LVRT), los sistemas de conversión de potencia convencionales han sido adaptados para su desconexión de la red general. Una vez que el episodio de LVRT ha pasado, puede volverse a conectar un sistema de conversión de potencia convencional.

20 Dado que las fuentes de energía eléctrica están repetidamente encendiendo y apagando la red de distribución eléctrica general durante estos episodios de LVRT, la desconexión y reconexión continua de los sistemas de conversión de potencia convencionales pueden provocar una inestabilidad relativa. Dado que las fuentes de energía eléctrica se conectan y desconectan, la fuente de energía eléctrica disponible de la red de distribución puede fluctuar, provocando desvíos de frecuencia e incluso inestabilidades considerables en grandes sistemas. Cuando la
25 energía eléctrica se extiende en la medida suficiente, la energía puede ser interrumpida en amplias zonas, afectando a un gran número de usuarios del servicio público.

Diversos sistemas convencionales y sistemas de control se describen en:

30 Conroy J.F. et al: "Huecos de tensión de una turbina eólica de convertidor completo con generador de imanes permanentes" ["Low-voltage ride-through of a full converter wind turbine with permanent magnet generator"], 20070910 vol. 1, no. 3, 10 de septiembre de 2007 (10-09-2007), páginas 182 – 189, XP006029514.

El documento US 2006/267560 A1 (Rajda Janos [CA] et al Rajda Janos [CA] et al.) 30 de noviembre de 2006 (30-11-2006),

35 Pedro Rodriguez et al.: "Control de la Energía Reactiva para Mejorar el Comportamiento de los Sistemas de Turbina Eólica Sometidos a Averías de la Red de Distribución" ["Reactive Power Control for Improving Wind Turbine Systems Behavior Under Grid Faults"], IEEE Transactions on Power Electronics, IEEE Service Center, Piscataway, NJ, US, vol. 24, no. 7, 1 de julio de 2009 (01-07-2009), páginas 1798 – 1801, XP011264559, ISSN: 0885-8993; y

El documento US 2007/187955 A1 (Erdman Williams [US] et al.) 16 de agosto de 2007 (16-08-2007).

40 Por tanto, se necesita un sistema de conversión de potencia que pueda soportar un episodio de LVRT sin que sea desconectado de la red de distribución eléctrica general o de otra carga. Se necesitan unos sistemas, unos procedimientos y unos aparatos para hacer funcionar un convertidor de potencia.

Determinadas formas de realización de la invención pueden dar respuesta a algunas o a todas las necesidades descritas con anterioridad. Determinadas formas de realización de la invención se refieren a unos sistemas,
45 procedimientos y aparatos para hacer funcionar un convertidor de potencia en un sistema de distribución de energía eléctrica. De acuerdo con una forma de realización, puede proporcionarse un procedimiento para hacer funcionar un convertidor de potencia. El procedimiento puede incluir hacer funcionar una fuente de corriente continua (cc) a un primer punto de funcionamiento utilizando el convertidor de potencia. El procedimiento puede incluir la determinación acerca de si existe un episodio de hueco de tensión en asociación con una carga en base, al menos
50 en parte, en una tensión asociada con un sistema de distribución de electricidad. El procedimiento puede incluir el ajuste de la fuente de cc a un segundo punto de funcionamiento cuando existe un episodio LVRT.

De acuerdo con otra forma de realización de la invención, puede proporcionarse un sistema para hacer funcionar un convertidor de potencia. El sistema puede incluir una fuente de cc con una salida eléctricamente acoplada a una entrada del convertidor de potencia. El sistema puede, así mismo, incluir un controlador para hacer funcionar la
55 fuente de cc mediante el convertidor de potencia. El controlador puede determinar si existe un episodio de LVRT en

base, al menos en parte, a una tensión asociada con el sistema de distribución de electricidad y puede ajustar la fuente de cc cuando se produce un episodio de LVRT.

De acuerdo con otra forma de realización adicional de la invención, puede proporcionarse un aparato para hacer funcionar un convertidor de potencia dentro de un sistema de distribución de electricidad. El aparato puede al menos comprender un controlador para hacer funcionar una fuente de cc a un primer punto de funcionamiento. El controlador puede determinar si existe un episodio de LVRT en base a una tensión asociada con un sistema de distribución de electricidad. En respuesta a un episodio de LVRT, el controlador puede ajustar la fuente de cc a un segundo punto de funcionamiento.

Otras formas de realización y otros aspectos de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción subsecuente tomada en combinación con los dibujos adjuntos.

Habiendo de esta manera descrito los diversos aspectos de la invención, en términos generales, a continuación se hará referencia a los dibujos que se acompañan, los cuales no están necesariamente trazados a escala, y en los que:

La FIG. 1 ilustra un sistema para hacer funcionar un convertidor de potencia en un sistema de distribución de electricidad de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La FIG. 2 ilustra un diagrama que representa un punto de potencia máxima para una fuente de corriente continua (cc) de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La FIG. 3 ilustra un diagrama que representa un punto de funcionamiento de electricidad reducido ejemplar para una fuente de cc de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La FIG. 4 ilustra un procedimiento ejemplar para hacer funcionar un convertidor de potencia dentro de un sistema de distribución de electricidad de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La FIG. 5 ilustra un procedimiento ejemplar para hacer funcionar un convertidor de potencia dentro de un sistema de distribución de electricidad de acuerdo con otra forma de realización de la invención.

A continuación se describirán de forma mas acabada aspectos de la invención con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales se muestran formas de realización ejemplares de la invención. La presente invención puede, sin embargo, materializarse de muchas formas diferentes y no debe considerarse limitada a las formas de realización ejemplares expuestas en la presente memoria; por el contrario, estas formas de realización se ofrecen para que la divulgación pueda transmitir el alcance de la invención a los expertos en la materia. Idénticos números se refieren a idénticos elementos a lo largo de los dibujos.

La FIG. 1 ilustra un sistema ejemplar 100 para hacer funcionar un convertidor de potencia dentro de un sistema de distribución de electricidad. El sistema ejemplar 100 puede incluir una fuente de corriente continua (cc), como por ejemplo una celda fotovoltaica, una celda de combustible, un conjunto de celdas de este tipo, una batería, o dispositivos similares. En la forma de realización ejemplar, un conjunto fotovoltaico 105 puede proporcionar una fuente de cc por medio de un efecto fotovoltaico. Debido a que la cc producida por una celda individual es relativamente baja, las celdas fotovoltaicas pueden estar unidas entre sí para formar un conjunto para que pueda combinarse la energía eléctrica procedente de las celdas fotovoltaicas individuales.

Aunque las celdas fotovoltaicas y las celdas de combustible si se trata de estas celdas, pueden explotar una fuente de energía casi inextinguible como por ejemplo fuentes de cc, en realidad presentan inconvenientes. Un inconveniente es que la salida de cc de dichas celdas pueden resultar afectadas por condiciones locales – como por ejemplo la temperatura y el estado de las celdas – provocando que su salida de potencia resulte variable. Un segundo inconveniente es que las celdas fotovoltaicas y las celdas de combustible proporcionan una fuente de cc, mientras que la mayoría de las cargas de energía eléctrica requieren una electricidad del tipo de corriente alterna (ac), lo que significa que las fuentes de cc no pueden directamente estar conectadas a la red general 110 de abastecimiento de electricidad para fines de abastecimiento general de electricidad. La combinación de su salida de potencia variable y el hecho de que su salida de potencia sea una potencia del tipo de cc, significa que, para incorporar las fuentes de cc, como el conjunto fotovoltaico 105 u otras fuentes de cc como las celdas de combustible en la red 110 de distribución eléctrica general ilustrada en la Fig. 1, sus salidas de cc deben ser reguladas y convertidas en electricidad de ca. En el sistema 100 estas operaciones pueden llevarse a cabo mediante el acoplamiento eléctrico del conjunto fotovoltaico 105 con un convertidor 115 de cc a cc y un inversor 120 de cc a ca.

La combinación del convertidor 115 de cc a cc y del inversor 120 de cc a ca, o colectivamente el aparato pueden convertir la energía eléctrica del conjunto fotovoltaico 105 en una fuente de ca relativamente fiable y estable. Más en concreto, el convertidor 115 de cc a cc puede ser eléctricamente acoplado al conjunto fotovoltaico 105 y puede condicionar la energía de cc suministrada a partir de estas fuentes para hacer que la cc sea más constante. En una forma de realización, el convertidor 115 de cc a cc puede incluir el uso de un regulador de tipo de conmutación que pueda regular la tensión de cc a un cierto nivel utilizando una forma de control de modulación de la anchura de los

impulsos. En otra forma de realización, el convertidor 115 de cc a cc puede incluir un convertidor de potencia, o un convertidor de conmutación de la tensión, esto es que puede ser accionado para identificar la electricidad de cc suministrada por el conjunto fotovoltaico 105 de una primera tensión a una segunda tensión.

Debido a que el convertidor 115 de cc a cc proporciona una cc relativamente estable, pero no una ca, un inversor puede convertir la cc regulada en una ca y puede ser incluido en el sistema 100. En el sistema 100, un inversor 120 de cc a ca puede convertir la cc relativamente estable producida por el convertidor 115 de cc a cc en ca como una forma de onda de corriente sinusoidal de 60 Hz la cual puede proporcionar electricidad a la red 110 general de abastecimiento eléctrico.

Tal y como se indicó con anterioridad, la tensión con la corriente y la potencia producidas por las fuentes de cc, como por ejemplo el conjunto fotovoltaico 105 pueden variar de acuerdo con las condiciones medioambientales. La respuesta eléctrica de las fuentes de cc puede, así mismo, depender de la impedancia eléctrica de la carga eléctricamente acoplada a la fuente de cc. Este carácter variable se ilustra en la FIG. 2, en la que se ilustra unos diagramas ejemplares 200 y 250 para el conjunto fotovoltaico 105.

El diagrama 200 ilustra una curva ejemplar de corriente - tensión (I-V) para el conjunto fotovoltaico 105 a unas radiancia y temperatura de funcionamiento concretas. El diagrama 250 ilustra un diagrama correspondiente de corriente - electricidad (I-P). Tal y como se muestra en la referencia numeral 205, el conjunto fotovoltaico 105 produce su máxima corriente cuando no hay resistencia en el circuito, esto es, cuando la carga comprende una impedancia cero. En la referencia numeral 205, la tensión suministrada por el conjunto fotovoltaico 205 es cero. Como lo es la salida de cc del conjunto fotovoltaico 105 en la referencia numeral 255. Al contrario, tal y como se muestra en la referencia numeral 210, el pequeño conjunto fotovoltaico 205 produce su máxima tensión cuando hay una resistencia infinita en el circuito, esto es, cuando la carga produce una impedancia muy grande. En la referencia numeral 210, la corriente suministrada por el conjunto fotovoltaico 105 es cero, como lo es la salida de cc en la referencia numeral 260.

Entre estos dos extremos de la resistencia de la carga, el conjunto fotovoltaico 105 puede mostrar la respuesta eléctrica mostrada por la curva en el diagrama 200 a una radiancia y a una temperatura de funcionamiento concretas. Tal y como se ilustra en el diagrama 250, la electricidad disponible procedente del conjunto fotovoltaico 105 en cualquier punto a lo largo de la curva mostrada en el diagrama 200 es el producto de la corriente y la tensión en ese punto. A cualquier temperatura y radiancia concretas, el conjunto fotovoltaico 105 presenta un punto de funcionamiento 265 que se traduce en una salida de electricidad máxima. En otras palabras, a cualquier temperatura y radiancia concretas, el conjunto fotovoltaico 105 puede caracterizarse por una impedancia de la carga tal y como se muestra en el punto 215 que se traduce en la transferencia de electricidad máxima sobre una carga.

Para encontrar esta impedancia de la carga que se corresponde con un punto de transferencia de energía eléctrica máxima, el conjunto fotovoltaico 105, pueden ser empleados por unos procedimientos de rastreo del punto de potencia máxima (MPPT). En una forma de realización, determinados procedimientos para el MPPT pueden ser materializados en un sistema y / o un aparato que pueda hacer funcionar el conjunto fotovoltaico 105, u otra fuente de cc, de una manera que permita que el conjunto fotovoltaico 105 produzca su potencia máxima. Dicho sistema y / o aparato puede incluir un controlador 125.

El controlador 125 puede ser adaptado para modificar características de funcionamiento de un convertidor 115 de cc a cc y / o del inversor 120 de cc a ca. En la forma de realización ejemplar, el controlador 125 puede modificar determinadas características del convertidor 115 de cc a cc y / o del inversor 120 de cc a ca para determinar que varía la impedancia de la carga, tal como es experimentada por el conjunto fotovoltaico 105. Con esta impedancia variable, la electricidad suministrada por el conjunto fotovoltaico, así mismo, variará hasta que la impedancia de la carga suministrada a través del controlador 125 al conjunto fotovoltaico 105 se corresponda con el punto de potencia máximo. El punto de potencia máximo puede ser un primer punto de funcionamiento para el conjunto fotovoltaico 105.

El controlador 125 puede ser implementado utilizando hardware o software o una combinación de estos para llevar a cabo las funciones descritas en la presente memoria. A modo de ejemplo, el controlador 125 puede ser un procesador, un ASIC, un comparador, un módulo diferencial y otros medios de hardware. El controlador 125 puede, así mismo, comprender software u otras instrucciones ejecutables por computadora que puedan estar almacenadas en una memoria y puedan ser ejecutadas por un procesador u otro medio de procesamiento.

Aunque en general puede ser conveniente hacer funcionar una fuente de cc como el conjunto fotovoltaico 105 en su máximo nivel de potencia, puede haber ejemplos específicos en los que este no sea el caso. Un ejemplo de este tipo puede producirse cuando se produzca una situación de avería o cuando se produzca un cambio en el estado de la carga. Una situación de avería puede ser definida como una perturbación de la instalación que provoque que la tensión en la carga, o en una línea de transmisión de la instalación, se reduzca de manera considerable durante un corto periodo de tiempo. Dichas averías pueden derivarse de muchas causas, como por ejemplo relámpagos, tormentas de viento o la puesta a tierra inadvertida de los conductores de fase. En otro supuesto, un cambio significativa de las condiciones de la carga pueden provocar una reducción considerable de la tensión durante un

periodo de tiempo esporádico. En general, ambos supuestos pueden ser designados como un episodio de hueco de tensión (LVRT).

Cuando se produce un episodio de LVRT, la salida de potencia del sistema 100 puede reducirse de manera considerable mientras las exigencias de corriente pueden permanecer muy altas. Este incremento significativo de la corriente podría provocar daños a determinados componentes del sistema. En parte por esta razón, en los sistemas convencionales, se pueden impedir los daños, o en cualquier caso reducirse al mínimo mediante la desconexión física del sistema 100 de la red 100 de abastecimiento eléctrico, como por ejemplo mediante un interruptor de circuito. Una vez que el episodio de LVRT ha pasado, el interruptor de circuito puede ser cerrado y volverse a conectar el sistema a la red. La desconexión y reconexión del sistema 100 a la red 110 de abastecimiento eléctrico general, sin embargo, puede ser una fuente de inestabilidad.

Durante un episodio de LVRT puede ya no ser conveniente hacer funcionar el conjunto fotovoltaico 105 en el máximo punto de salida de potencia 265 mostrado en la FIG. 2. Por el contrario, puede ser conveniente hacer funcionar el conjunto fotovoltaico 105 a un nivel de potencia reducido y a un nivel de la corriente incrementado, correspondientes ambos a los condicionamientos temporales de la carga. En otras palabras, durante un episodio de LVRT, puede ser conveniente hacer funcionar una fuente de cc, como por ejemplo el conjunto fotovoltaico 105 sobre el lado de la corriente intensa del punto de potencia máximo 265, lo cual puede reducir la tensión y la salida de potencia global del conjunto. Un nivel de funcionamiento de potencia reducido ejemplar se ilustra en la FIG. 3 con la referencia numeral 355.

La FIG. 3 proporciona un diagrama que representa un punto de funcionamiento de potencia reducido ejemplar para una fuente de cc. En el diagrama 300 y en el diagrama 350, los parámetros de funcionamiento deseados para una fuente de cc durante un episodio de LVRT son ilustrados como un punto de funcionamiento de la corriente incrementada con la referencia numeral 305 y un punto de la corriente reducida en la referencia numeral 355. Estos puntos pueden corresponderse con los condicionamientos temporales existentes en la carga.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el sistema 100 puede ser adaptado para determinar el punto reducido 355 de funcionamiento de la potencia. De acuerdo con esta determinación, el sistema 100 puede ser así mismo adaptado para funcionar durante un episodio de LVRT sin ser desconectado de la red 110 de abastecimiento eléctrico general. La forma de realización ejemplar, para satisfacer parcialmente estas exigencias, el controlador 125 puede ser adaptado para llevar a cabo unos procedimientos ejemplares 400 y 500 ilustrados en la FIG. 4 y en la FIG. 5.

La FIG. 4 ilustra un procedimiento ejemplar 400 mediante el cual puede funcionar una forma de realización de la invención. Se proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 400 para hacer funcionar un convertidor de potencia, como por ejemplo el convertidor solar de dos etapas de la FIG. 1, que puede ser parte de un sistema de conversión de potencia. El procedimiento 400 puede ser implementado, al menos parcialmente, mediante un sistema de control que comprenda uno o más controladores, como el controlador 125 eléctricamente conectado a uno o más convertidores de cc a cc y / o unos inversores de cc a ca, como los mostrados en la FIG. 1. La FIG. 5 ilustra un segundo procedimiento ejemplar 500 para hacer funcionar un convertidor de potencia y se describe en relación con la FIG. 4 a continuación.

Aunque los procedimientos ejemplares de un convertidor de cc a cc y / o de un inversor de cc a ca que son parte de un convertidor solar de dos etapas, puede ser adaptado para hacer funcionar las respuestas de tensión y corriente de una fuente de cc, como por ejemplo un conjunto fotovoltaico o un conjunto combustible, debe entenderse que las referencias a dichos componentes no son limitativas. Por el contrario, las referencias a componentes, tensiones y corrientes específicas, como las ilustradas en la FIG. 1, se proporcionan para transmitir ejemplos de la invención a los expertos en la materia.

El procedimiento 400 puede empezar en el bloque 405, donde una fuente de cc puede ser puesta en funcionamiento en un primer punto de funcionamiento. Una fuente de cc puede corresponder a cualquier fuente de cc. Por ejemplo, las fuentes de cc ejemplares pueden incluir, pero no se limitan a, una celda fotovoltaica, un celda de combustible, un conjunto de dichas celdas, una batería o similares. En general, un primer punto de funcionamiento puede corresponder a las demandas de electricidad de una carga, como por ejemplo una red 110 general de abastecimiento eléctrico, una exigencia de código o un condicionamiento local. Por ejemplo, en el procedimiento ejemplar 500 de la FIG. 5, un primer punto de funcionamiento puede corresponder a un punto de potencia máximo para la fuente de cc como por ejemplo el punto de potencia máxima para el conjunto fotovoltaico 105 del sistema 100. Para el conjunto fotovoltaico 105, el punto de potencia máximo puede relacionarse con condiciones medioambientales y locales, como por ejemplo la temperatura y la irradiancia.

En el procedimiento ejemplar 500, el procedimiento puede empezar en el bloque 505 donde un algoritmo de MPPT puede ser implementado con uno o más punto es como el controlador 125. El algoritmo de MPPT puede determinar un punto de potencia máximo relacionado con una fuente de cc como el conjunto fotovoltaico 105 que puede extraer la potencia máxima disponible de la fuente de cc. En la forma de realización ejemplar, el algoritmo de MPPT puede basarse, para una determinación del punto de potencia máximo, en la corriente medida 510 y una tensión medida 515 a partir del conjunto fotovoltaico 105. Por ejemplo, el algoritmo de MPPT puede usar la corriente

medida 510 y la tensión medida 515 a partir del conjunto 105 para determinar el punto de potencia máximo del conjunto en base a una o más curvas de rendimiento del conjunto.

Una vez que se ha determinado el punto de potencia máximo del conjunto fotovoltaico 105, puede ser definida una corriente deseada para el conjunto fotovoltaico 105 en el bloque 520. En la forma de realización ejemplar, una corriente deseada para un conjunto fotovoltaico 105 puede ser obtenida mediante el ajuste de una o más características del convertidor 115 de cc a cc. Por ejemplo, en una forma de realización, el convertidor 115 de cc a cc puede incluir un regulador tipo de conmutación que pueda regular la tensión de cc y la corriente de cc suministradas por el conjunto fotovoltaico 105 utilizando una forma de control de modulación de anchura de los impulsos. En esta forma de realización, el ajuste de una o más características del convertidor 115 de cc a cc puede comprender el ajuste de uno o más ciclos de trabajo asociados con el control de modulación de la anchura de los impulsos.

En el bloque 410, el procedimiento 400 de la FIG. 4 puede continuar mediante la determinación de si existe un episodio de LVRT. Debe apreciarse que, en algunas formas de realización, la determinación de la existencia de un episodio de LVRT puede comprender también la vigilancia del episodio de LVRT. Esto es, en algunas formas de realización del procedimiento 400, puede ser incluido el bloqueo 405 relacionado con la vigilancia de la tensión en una salida del sistema de distribución de potencia. En el procedimiento ejemplar 500 de la FIG. 5, una etapa de vigilancia que incluye el bloque 525 en la que puede ser implementado un algoritmo de LVRT. Como en el algoritmo 505 de MPPT, el algoritmo 525 de LVRT puede ser implementado con uno o más controladores como el controlador 125.

En el bloque 525, una señal 530 de habilitación del LVRT puede vigilar si existe un episodio de LVRT. La señal 530 de habilitación del LVRT puede ser asociada con una o más salidas del sistema de conversión de potencia. Por ejemplo la señal 530 de habilitación del LVRT puede estar asociada con una salida en la conexión con la red 110 de abastecimiento eléctrico general. Debido a que un episodio de LVRT provoca que la tensión de ca ya sea en una fase o tres fases en las conexiones con la red 110 general de abastecimiento eléctrico se reduzca a un nivel bajo, la señal 530 de habilitación del LVRT puede basarse en la tensión de salida de cualquier fase que se sitúe por debajo de una tensión de umbral. La tensión de umbral puede ser determinada de antemano o ser determinada de forma dinámica en base a los parámetros existentes y debe ser determinada para no desencadenar de manera innecesaria el algoritmo 525 de LVRT.

En otras formas de realización, la señal 530 de habilitación del LVRT puede ser asociada con una salida de un componente del sistema de conversión de potencia. En el sistema 100 de la FIG. 1, por ejemplo, la señal 530 de habilitación de LVRT puede ser asociada con la salida de un inversor 120 de cc a ca, o incluso de un convertidor 115 de cc a cc. Al asociar la señal 530 de habilitación de LVRT con la salida de un inversor 120 de cc a ca puede ser asociada de modo similar a la asociación realizada anteriormente con respecto a las conexiones con la red 110 general de abastecimiento eléctrico por lo que, como la red 110 general de abastecimiento eléctrico, cuando existe un episodio de LVRT, la salida de tensión del inversor 120 de cc a ca puede reducirse.

Al asociar la señal 530 de habilitación de LVRT con la salida del inversor 115 de cc a cc, sin embargo, la asociación no necesita ser similar. La asociación no necesita ser similar porque durante un episodio de LVRT, aunque la tensión de ca en la salida del sistema de conversión de potencia disminuye, puede incrementarse la tensión de enlace de cc. Por tanto, con referencia al sistema 100 de la FIG. 1, un episodio de LVRT puede provocar que se incremente la tensión 130 de enlace de cc. Por tanto, la señal 530 de habilitación de LVRT puede estar asociada con un incremento de la tensión en la salida de convertidor 115 de cc a cc.

Debe apreciarse que aunque la señal 530 de habilitación de LVRT está asociada con el bloque 525 en la forma de realización ejemplar, la señal 530 de habilitación de LVRT puede estar asociada con otros elementos del procedimiento 500 de acuerdo con las enseñanzas de la invención. Por ejemplo, la señal 530 de habilitación de LVRT podría estar asociada con el bloque 525 o con el bloque 565 de forma que el algoritmo 505 de MPPT controlará la respuesta asociada del sistema hasta que la señal 530 del sistema de LVRT indique que existe una condición de LVRT. Así mismo pueden existir otras formas de realización y, aunque solo unas pocas formas de realización de la señal 530 de habilitación de LVRT se presentan en el contexto de estas formas de realización ejemplares, la invención no está limitada a las formas de realización descritas de la manera indicada.

Tal y como se indicó con anterioridad, cuando existe un episodio de LVRT, puede ser conveniente hacer funcionar la fuente de cc a un nivel de salida de la potencia reducido y a un nivel de la corriente incrementado durante la duración del episodio. En el bloque 420, el procedimiento 400 de la FIG. 4, puede continuar mediante el ajuste de la fuente de cc hasta un segundo punto de funcionamiento correspondiente a los condicionamientos temporales asociados al episodio de LVRT. Este segundo punto de funcionamiento puede ser determinado de antemano de forma dinámica, como por ejemplo mediante la determinación de un punto de funcionamiento de la electricidad reducido asociado con el episodio de LVRT. En este sentido, el procedimiento 500 de la FIG. 5 proporciona una forma de realización para determinar un punto de funcionamiento de la electricidad reducido asociado con el episodio de LVRT.

En el bloque 525, el algoritmo de LVRT puede determinar un punto de funcionamiento reducido en base, al menos en parte, en la diferencia entre una o más entradas. Por ejemplo, con referencia al sistema 100, una entrada puede ser la tensión 130 de enlace de cc tal y como se mide en una salida del convertidor 115 de cc a cc. La segunda entrada puede ser una tensión de referencia de enlace de cc tal y como se muestra en el bloque 545. La tensión de referencia de cc puede ser determinada de antemano, tal y como se define como parte de un código de funcionamiento o como un parámetro del sistema.

Debido a que la tensión 130 de enlace de cc puede incrementarse durante un episodio de LVRT, la señal 530 de error de tensión, tal y como se determina en el bloque 535 puede también incrementarse. La utilización de la señal 530 de error de tensión como referencia, cuando se emplea el algoritmo 525 de LVRT por el controlador 125 en el sistema 100, el controlador 125 puede determinar una corriente deseada asociada con el conjunto fotovoltaico 105 que puede alinearse con la tensión 130 de enlace de cc con la tensión de referencia de enlace de cc en el bloque 145. Esta corriente deseada puede obtenerse mediante la modificación de una o más características del convertidor 115 de cc a cc, como por ejemplo un ciclo de trabajo deseado con el control de modulación de la anchura de los impulsos.

De esta manera, cuando el procedimiento 500 es empleado como parte de un sistema 100 o de un aparato asociado, el controlador 125 puede proporcionar una tensión 130 de enlace de cc constante al sistema 100, lo que significa que, además de determinar un punto de funcionamiento reducido asociado con un episodio de LVRT, el procedimiento 500 sea utilizado para proporcionar las características adicionales. Más en concreto, el procedimiento 500 puede hacer posible que el sistema 100 de conversión de la potencia permanezca en línea durante un episodio de LVRT mediante la tensión de una potencia continua y / o regulada a determinados componentes del sistema mediante la tensión 130 de enlace de cc. En consecuencia, debido a que el sistema 100 puede permanecer en línea durante un episodio de LVRT como en condiciones de funcionamiento normales, el sistema 100 puede ser adaptado para que determinados controles del sistema asociados con el funcionamiento del LVRT puedan estar unidos con los controles del sistema asociados con el funcionamiento normal, como por ejemplo el funcionamiento del MPPT. Una adaptación ejemplar puede suministrarse mediante el procedimiento 500.

En el bloque 565, los controles del sistema asociados con el funcionamiento del LVRT y los controles del sistema asociados con el funcionamiento del LVRT y los controles del sistema asociados con el funcionamiento normal pueden estar enlazados, por ejemplo a través del controlador 125 en el sistema 100. Cuando es empleado como parte del sistema 100, el bloque 565 puede ser adaptado para recibir dos entradas y para proporcionar una salida al convertidor 115 de cc a cc a través del controlador 125 en el bloque 575. En la forma de realización ejemplar, el bloque 565 puede recibir dos mediciones de corriente deseadas una para el funcionamiento del MPPT y otra para el funcionamiento del LVRT. El bloque 565 puede entonces suministrar la mayor de estas dos mediciones de corriente deseadas al control 575 del convertidor de cc a cc, el cual puede estar asociado con la modificación de una característica del funcionamiento del convertidor 115 de cc a cc, como un ciclo de trabajo en el bloque 580.

Cuando el sistema 100 está funcionando normalmente, esto es, cuando no hay un episodio de LVRT en la carga, la señal 530 de habilitación del LVRT puede reducir al mínimo la corriente 560 deseada del LVRT para que el bloque 565 pueda proporcionar la corriente 520 deseada del MPPT, tal y como se ha determinado por el algoritmo 505 del MPPT, al convertidor 115 de cc a cc a través del controlador 125 en el bloque 575. Cuando hay un episodio de LVRT, sin embargo, el algoritmo 525 de LVRT puede ser habilitado. Cuando la diferencia entre la tensión 540 de referencia del enlace de cc y la tensión 545 de tensión de referencia del enlace de cc aumenta, de la misma forma pueda hacerlo la corriente 560 deseada del LVRT. Cuando la corriente 560 deseada del LVRT, tal y como ha sido determinada por el algoritmo 525 del LVRT, excede la corriente 520 deseada del MPPT, tal y como se ha determinado por el algoritmo 505 del MPPT, el procedimiento 500 puede desplazar el control del funcionamiento del MPPT al funcionamiento del LVRT. En este punto, el algoritmo 525 del LVRT puede modificar el ciclo de trabajo del convertidor 115 de cc a cc a través del controlador 125 en el bloque 580. Cuando el episodio de LVRT ha pasado, la señal 530 de habilitación del LVRT de nuevo puede reducir al mínimo la corriente 560 deseada del LVRT para que el sistema 100 pueda retornar a su funcionamiento normal.

Mediante la inclusión del procedimiento 500, el sistema 100 y el aparato asociado puede ser adaptado para continuar funcionando durante el funcionamiento normal y durante los episodios de LVRT y no desconectarse de la carga o de la red 110 de abastecimiento general de electricidad. Debido a que las formas de realización de la invención ya no requieren la desconexión de una carga o de una red de abastecimiento general de electricidad durante un episodio de LVRT, las formas de realización de la invención pueden proporcionar unas fuentes de electricidad que requieran una menor vigilancia por parte de los operarios, lo cual es al menos un efecto técnico de la invención. Al mismo tiempo, las formas de realización de la invención pueden proporcionar unas perturbaciones mínimas en una carga o en una red de abastecimiento general de electricidad que estén asociadas con la desconexión y reconexión de los sistemas de suministro de cc, haciendo que dichos sistemas eléctricos sean más fiables. Unas fuentes más fiables de energía eléctrica con menos perturbación de la red de abastecimiento general eléctrico es al menos otro efecto técnico de los diversos aspectos y formas de realización de la invención.

Debe apreciarse que los elementos ejemplares de los procedimientos 400 y 500 se muestran a modo de ejemplo, y que otras formas de realización del proceso pueden incorporar un número de elementos menor o mayor, y dichos elementos pueden estar dispuestos en configuraciones alternativas de acuerdo con otras formas de realización de la

invención. Así mismo, debe apreciarse que los elementos ejemplares del sistema 100 y de los aparatos asociados se muestran a modo de ejemplo, y otras formas de realización del sistema y de los aparatos pueden incorporar un número de elementos mayor o menor y dichos elementos pueden estar dispuestos en configuraciones alternativas de acuerdo con otras formas de realización de la invención.

REIVINDICACIONES

1.- Un procedimiento (400) para hacer funcionar un convertidor (115) de potencia en un sistema de distribución de electricidad, comprendiendo el procedimiento:

5 el funcionamiento (405), por medio del convertidor (115) de potencia, de al menos una fuente (105) de cc en un primer punto de funcionamiento;

la determinación (410) acerca de si existe un episodio de hueco de tensión (LVRT) en base, al menos en parte, a una tensión asociada con el sistema de distribución de electricidad; y

el ajuste (420), a través del convertidor (115) de potencia, de la al menos una fuente (105) de cc en un segundo punto de funcionamiento cuando existe un episodio de hueco de tensión;

10 **caracterizado porque:**

el funcionamiento de al menos una fuente (105) de cc en un primer punto de funcionamiento comprende el funcionamiento de la al menos una fuente (105) de cc en un punto (265) de potencia máxima relacionado con la al menos una fuente de cc; y

15 en el que el ajuste de la al menos una fuente (105) de cc en un segundo punto de funcionamiento cuando existe un episodio de hueco de tensión comprende el ajuste de la al menos una fuente (105) de cc en un punto (355) de funcionamiento de potencia, en base, al menos en parte, a una tensión asociada con una salida del sistema de distribución de electricidad, de tal manera que el convertidor (115) de potencia puede ser accionado durante el funcionamiento normal y durante los episodios de hueco de tensión (LVRT).

20 2.- El procedimiento (400) de la reivindicación 1, que comprende la utilización de un algoritmo (525) de LVRT para modificar el ciclo de trabajo del convertidor (115) de potencia por medio de un controlador (125).

3.- El procedimiento (400) de cualquier reivindicación precedente, en el que el sistema de distribución de electricidad comprende al menos un inversor (120) de cc a ca con una entrada eléctricamente acoplada a una salida del convertidor (115) de potencia, y en el que la salida del sistema de distribución de electricidad comprende una salida del al menos un inversor (120) de cc a ca.

25 4.- Un sistema (100) para hacer funcionar un convertidor (115) de potencia en un sistema de distribución de electricidad, comprendiendo el sistema:

al menos una fuente (105) de cc con una salida eléctricamente acoplada a una entrada del convertidor (115) de potencia; y

30 al menos un controlador (125) que puede ser accionado para:

hacer funcionar (405), por medio del convertidor (115) de potencia, la al menos una fuente (105) de cc en un primer punto de funcionamiento, en el que el primer punto de funcionamiento es un punto de potencia máxima asociada con la al menos una fuente (105) de cc;

35 determinar (410) si existe un episodio de hueco de tensión (LVRT) en base, al menos en parte, a una tensión asociada con el sistema de distribución de electricidad; y **caracterizado porque** el controlador (125) puede ser así mismo accionado para:

40 ajustar (420), por medio del convertidor (115) de potencia, la al menos una fuente (105) de cc a un segundo punto de funcionamiento cuando existe un episodio de hueco de tensión, en el que el segundo punto de funcionamiento predeterminado es un punto (355) de funcionamiento de potencia para la al menos una fuente (105) de cc, de tal manera que el convertidor (115) de potencia puede ser accionado durante el funcionamiento normal y durante los episodios de LVRT.

5.- El sistema (100) de la reivindicación 4, en el que la al menos una fuente (105) de cc comprende al menos una de las siguientes: una celda fotovoltaica, una celda de combustible, o una batería.

45 6.- Un sistema (100) de las reivindicaciones 4 o 5, en el que el controlador (125) puede ser así mismo accionado para modificar el ciclo de trabajo del convertidor (115) de potencia utilizando un algoritmo (525) de LVRT.

7.- El sistema (100) de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, que comprende así mismo:

al menos un inversor (120) de cc a ca con una entrada eléctricamente acoplada a una salida del convertidor (115) de potencia y proporcionando una salida de fuente de ca; y

en el que el controlador (125) puede ser accionado para determinar si existe un episodio de hueco de tensión, en base, al menos en parte, a una tensión asociada con la salida del al menos un inversor (120) de cc a ca.

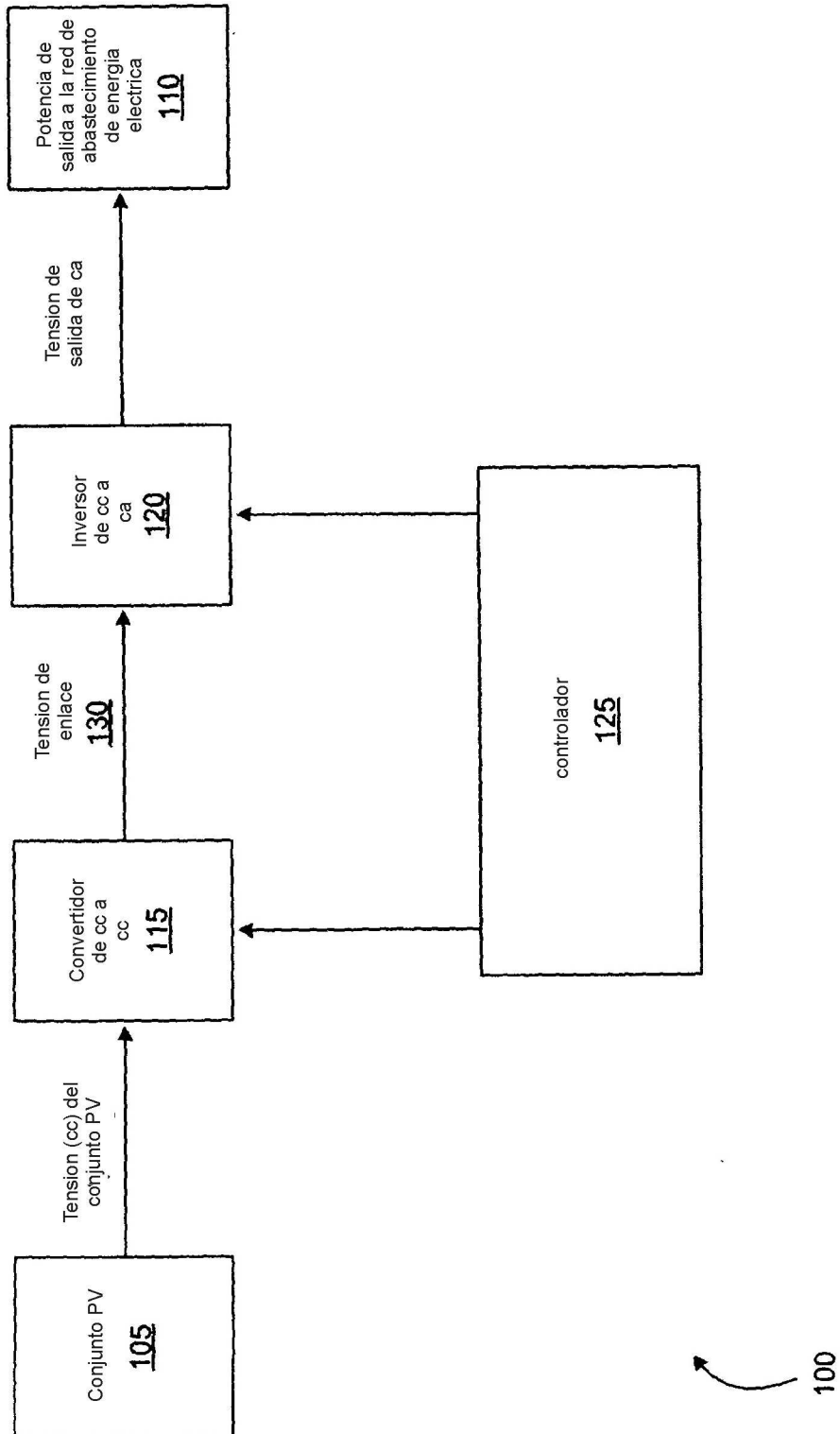


FIG. 1

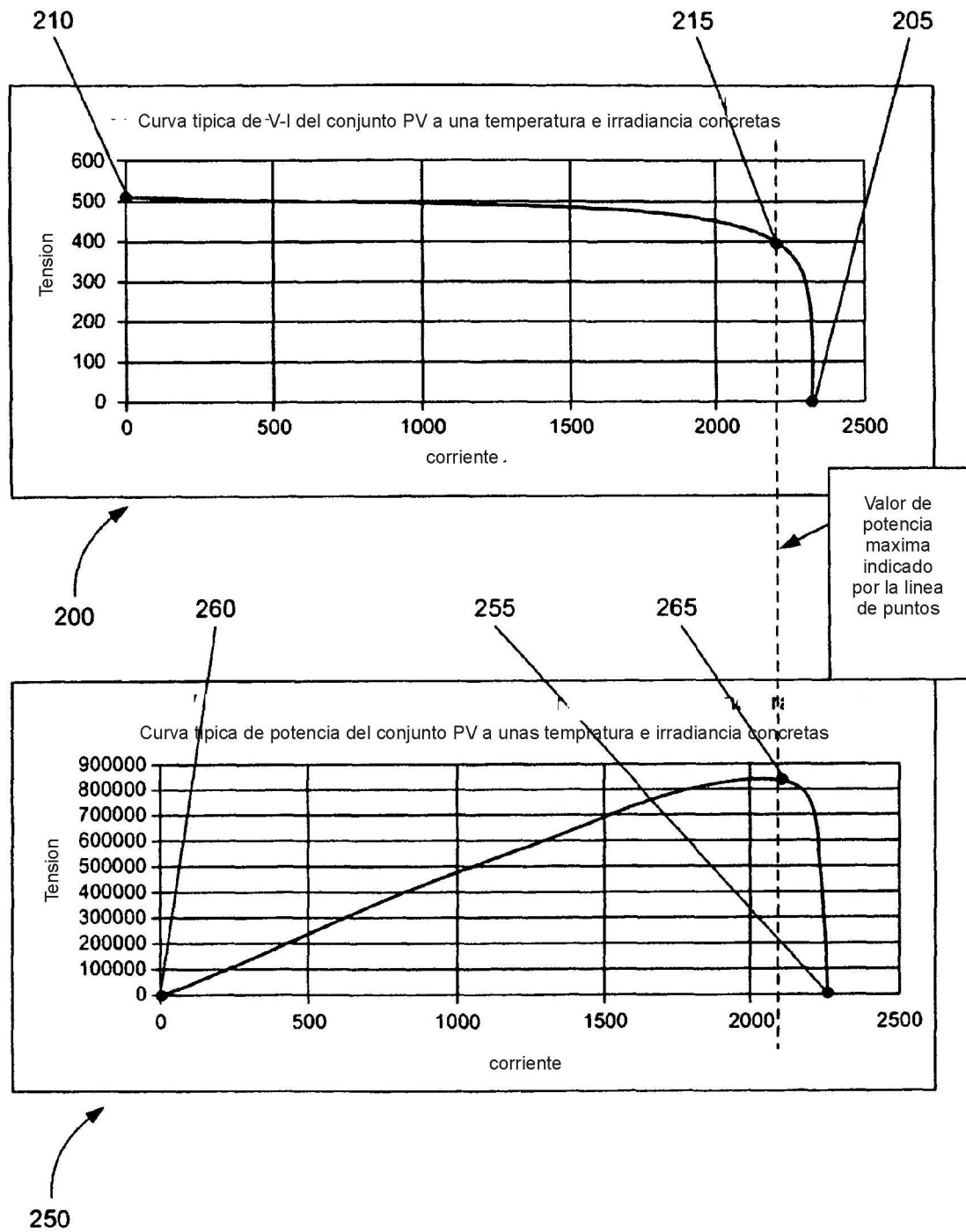


FIG. 2

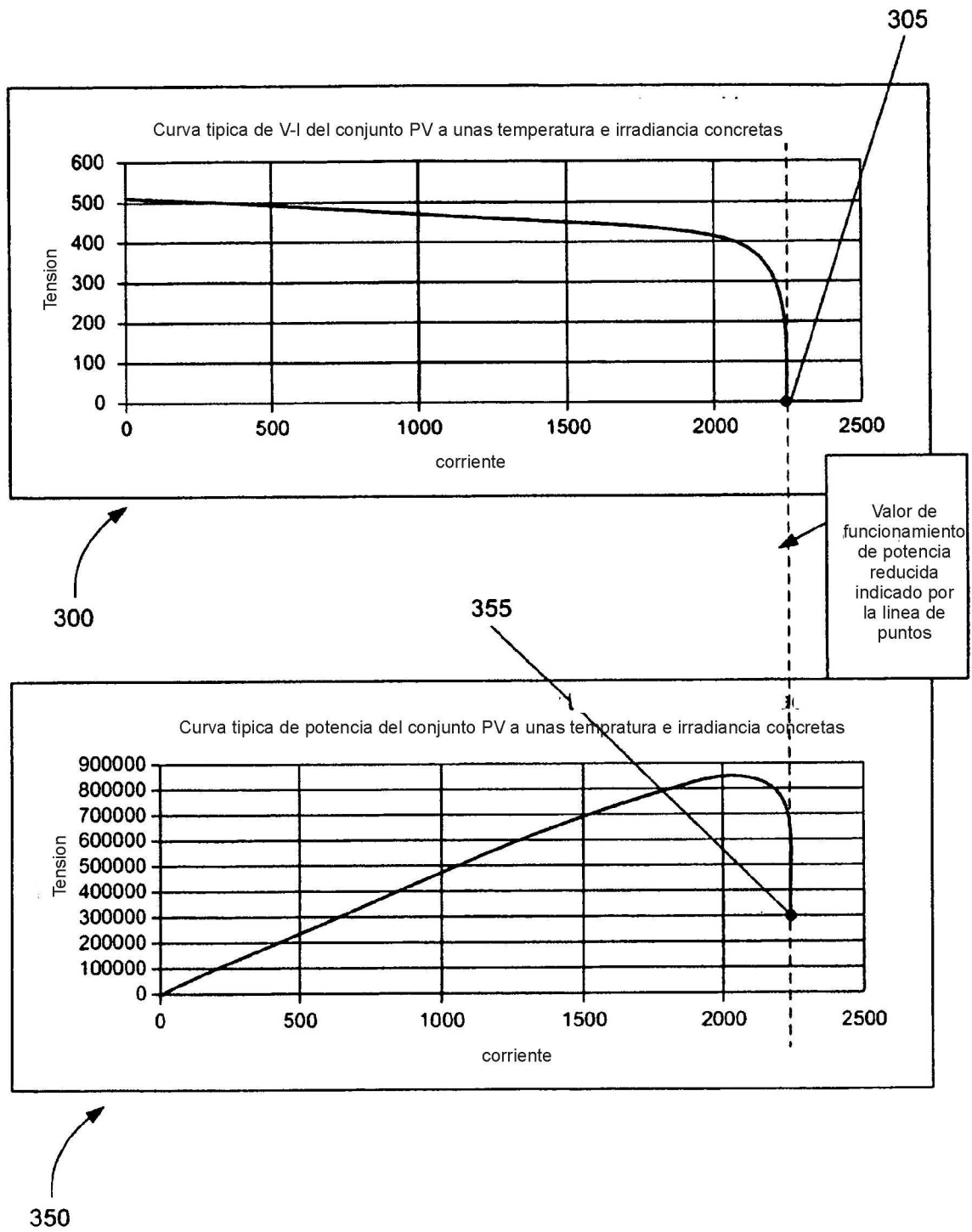


FIG. 3

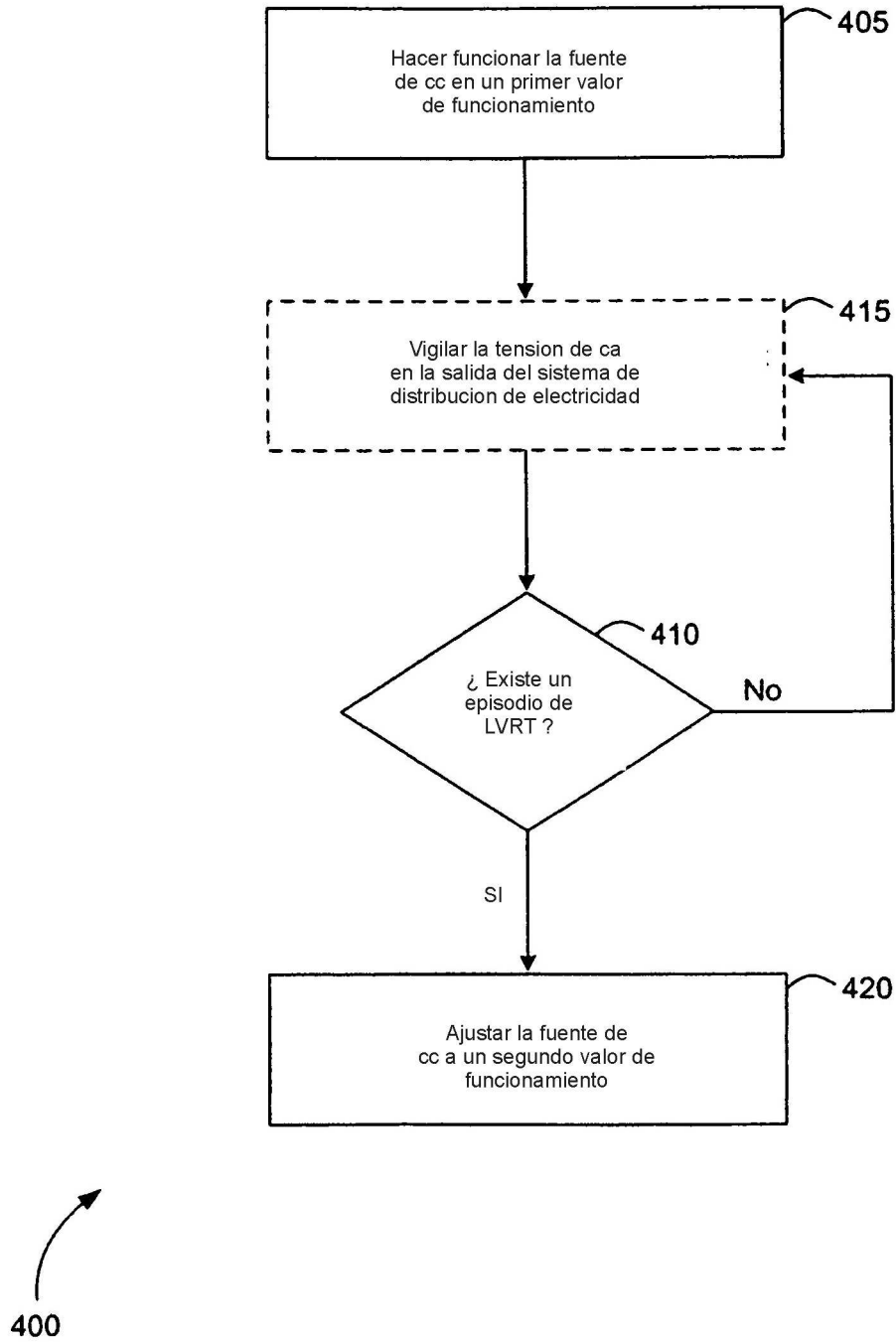


FIG. 4

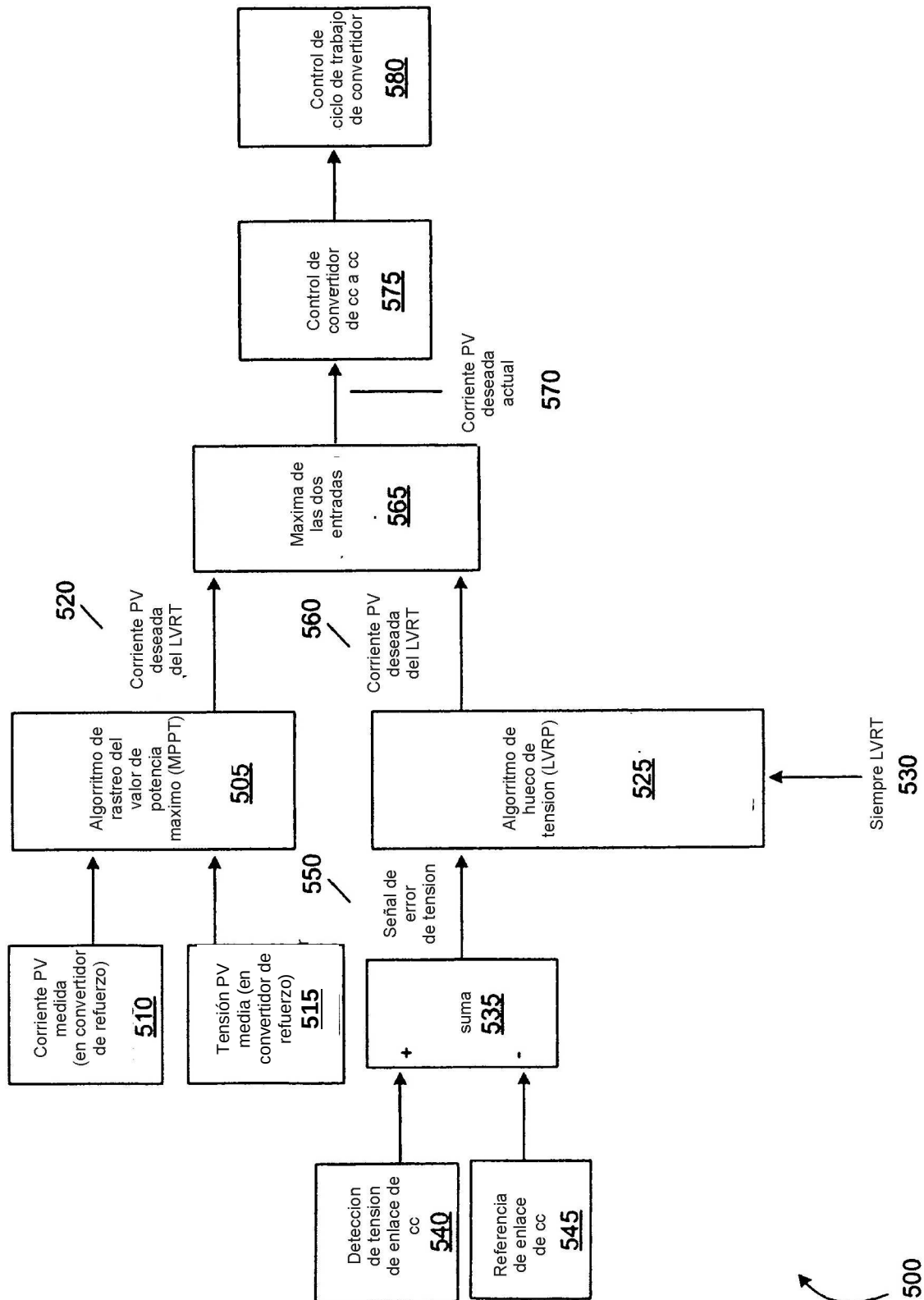


FIG. 5