

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 861 798**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2004** **E 17178692 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2021** **EP 3260698**

54 Título: **Generador de turbina eólica con un controlador de gestión de baja tensión y un procedimiento para controlar componentes de turbina eólica**

30 Prioridad:

24.01.2003 US 350452

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

06.10.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**JANSSEN, WILHELM;
LUETZE, HENNING;
BUECKER, ANDREAS;
HOFFMANN, TILL y
HAGEDORN, RALF**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 861 798 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

Generador de turbina eólica con un controlador de gestión de baja tensión y un procedimiento para controlar componentes de turbina eólica

[0001] La invención está relacionada con generadores de turbina eólica. Más en particular, la invención está relacionada con soportar la gestión de baja tensión para generadores de turbina eólica acoplados a una red de distribución de energía.

ANTECEDENTES

[0002] Históricamente, las turbinas eólicas han contribuido en muy poca medida a la generación global de energía para alimentar redes eléctricas. Las bajas potencias unitarias (< 100 kW) y la disponibilidad incierta de fuentes eólicas provocaron que los generadores de turbinas eólicas se ignoraran cuando los operadores de la red eléctrica consideraron la seguridad de la red. Sin embargo, ahora hay generadores de turbinas eólicas con potencias de 1,5 MW o más disponibles. Además, muchos promotores de generación de energía están instalando parques eólicos que incluyen cien o más generadores de turbinas eólicas. El "bloque" de energía disponible de parques eólicos con generadores de turbinas eólicas de 1,5 MW es comparable a un generador de turbina de gas moderno. Por consiguiente, los generadores de turbinas eólicas son fuentes de energía para la red eléctrica cada vez más viables.

[0003] Para proporcionar energía a la red eléctrica de manera fiable, los generadores de turbinas eólicas (así como otros tipos de generadores) deben adaptarse a los estándares de interconexión de la red eléctrica que definen requisitos que se imponen a los suministradores de energía y a los grandes consumidores de energía. En particular, un requisito de "gestión de baja tensión" (LVRT) típicamente requiere que una unidad de generación de energía permanezca conectada y sincronizada con la red cuando la tensión cae a intervalos prescritos en los terminales de la unidad de generación.

[0004] El requisito LVRT se ha abordado en plantas de generadores de turbinas de vapor y gas mediante el uso de barras colectoras esenciales que se alimentan por fuentes de energía DC y por barras colectoras auxiliares conectadas a los generadores. Estos tipos de generaciones son generalmente más resistentes a fluctuaciones de tensión que los generadores de turbinas eólicas.

[0005] En el pasado, se ha permitido que los generadores de turbinas eólicas se desconectasen de la línea durante un episodio de baja tensión. Por ejemplo, el concepto de seguridad más habitual de los generadores de turbinas eólicas es un sistema de pitch compensado por batería, que típicamente incluye tres paquetes de baterías independientes. Con este tipo de sistemas es posible hacer girar las palas de la turbina eólica desde una posición de operación hasta una posición de aparcamiento cuando la energía del generador no está disponible.

[0006] Durante un fallo de energía, los actuadores de pitch se cambian de un mecanismo de accionamiento alimentado por generador a un mecanismo de accionamiento alimentado por batería hasta que las palas alcanzan la posición de aparcamiento. La posición de aparcamiento se define típicamente por un interruptor final de carrera que desconecta el motor de las baterías. El movimiento de las palas hacia la posición de aparcamiento se produce automáticamente como resultado de un error de la tensión o la frecuencia. Sin embargo, esto no satisface los requisitos LVRT porque se permite que el generador de turbina eólica se desconecte de la línea.

[0007] Actualmente, las especificaciones de los generadores de turbinas eólicas pueden requerir conexión y sincronización con la red eléctrica hasta niveles del 70% de la tensión nominal. Estos requisitos pueden incorporarse mediante, por ejemplo, el incremento de la capacidad en diversos componentes (motores, generadores, convertidores, etc.) y mediante el uso de fuentes de energía ininterrumpidas (UPS) para los circuitos de control sensibles. Sin embargo, no pueden incorporarse fluctuaciones más severas de tensión, por ejemplo, tensiones de un 15% de la tensión nominal utilizando estas técnicas. Un ejemplo de control de turbina eólica durante un episodio de baja tensión y pérdida de red se proporciona en DE 101 05 892 A1.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0008] La invención se ilustra a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos en los que números de referencia iguales se refieren a elementos similares.

La Figura 1 es una gráfica de tensión frente a tiempo para un ejemplo de un episodio de fluctuación de la tensión.

La Figura 2 es una ilustración esquemática de una forma de realización de un generador de turbina eólica.

La Figura 3 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un sistema eléctrico de un generador de turbina eólica.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un convertidor de energía que incorpora una funcionalidad para responder a un episodio de baja tensión.

5 La Figura 5 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un controlador de turbina y de componentes asociados para su uso en un generador de turbina eólica.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de una forma de realización de un proceso para gestión de baja tensión en un generador de turbina eólica.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 **[0009]** Las técnicas descritas en la presente memoria permiten que un generador de turbina eólica proporcione una o más de las siguientes características: 1) permanecer sincronizado con la red eléctrica durante fluctuaciones severas de la tensión, 2) mantener el funcionamiento del sistema de pitch de pala a pesar de la falta de tensión en los terminales del generador, 3) proteger el convertidor y el generador de energía de las altas tensiones y corrientes durante la fluctuación de la tensión, y 4) temporalmente apagar subsistemas no esenciales que se puedan dañar al exponerse a bajas tensiones o que se puedan interrumpir ya sea por la acción de un cortacircuitos o por el funcionamiento de un fusible.

20 **[0010]** La Figura 1 es una gráfica de tensión frente a tiempo para un episodio de ejemplo de fluctuación de la tensión. En el ejemplo de la Figura 1, la tensión cae desde un 100% de la tensión nominal de la unidad de generación hasta un 15% de la tensión nominal de la unidad de generación. Después de la fluctuación, la tensión vuelve a un nivel más alto. Durante esta fluctuación de la tensión, el generador de turbina eólica debe permanecer conectado a y sincronizado con la red eléctrica para satisfacer las especificaciones de gestión de baja tensión.

25 **[0011]** La Figura 2 es una ilustración esquemática de una forma de realización de un generador de turbina eólica. El viento transmite energía a las palas 200 conectadas al rotor 205. El pitch de las palas 200 se puede variar mediante dispositivos de control (no ilustrados en la Figura 2). El sistema de control del pitch varía el pitch de las palas 200 mientras la velocidad del viento varía para controlar las velocidades del rotor e impedir excesos de velocidad. Velocidades típicas del rotor están en el intervalo de 10 - 20 revoluciones por minuto; sin embargo, también se pueden soportar otros intervalos de velocidades del rotor. Variar el pitch las palas se conoce en la técnica.

30 **[0012]** El rotor 205 está conectado a una multiplicadora 210 que incrementa la velocidad del eje hasta un intervalo deseado. Relaciones de engranaje típicas oscilan en el intervalo de 100:1 de manera que velocidades del rotor de 10-20 de revoluciones por minuto resultan en 1000-2000 revoluciones por minuto en el eje 215 de alta velocidad. También pueden utilizarse otras relaciones de engranaje y otras velocidades. El eje 215 de alta velocidad mueve el generador 220 a distintas velocidades, dependiendo de la velocidad del viento.

35 **[0013]** El generador 220 produce un par que equilibra el par producido por el rotor 205. Sin otros componentes, el generador 220 produciría una salida de potencia de frecuencia variable que podría ser inadecuada para su conexión a la red eléctrica.

40 **[0014]** El convertidor 230 de energía, que incluye unos inversores 235 y 240 bidireccionales ("back-to-back"), proporciona una energía de frecuencia variable al rotor 220 del generador. La combinación de la velocidad variable del rotor y de la energía de frecuencia variable al rotor del generador permite que el generador produzca una energía de frecuencia constante en niveles de tensión adecuados para la red eléctrica (por ejemplo, 575 VAC). En una forma de realización, los inversores 235 y 240 son unos inversores de energía de Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT). Los inversores de energía para su uso en generadores de turbina eólica son conocidos en la técnica y cualquier inversor de energía apropiado se puede utilizar.

45 **[0015]** El transformador 250 iguala la salida del generador de turbina eólica a la tensión de la red eléctrica local. El control global del generador 275 de turbina eólica se gestiona por un controlador que opera los diversos sistemas del generador 275 de turbina eólica. Estos sistemas incluyen, por ejemplo, el convertidor 230 de energía, el pitch, los sistemas de lubricación y enfriamiento (no ilustrados en la Figura 2), y el sistema de orientación ("yaw"). Muchos de estos sistemas son sensibles a las fluctuaciones de la tensión y podrían dañarse si las tensiones del sistema eléctrico de la turbina eólica son demasiado altas o demasiado bajas. En particular, el controlador de la turbina monitoriza la velocidad del viento y emite comandos de par al convertidor 230 de energía y comandos de pitch al sistema de pitch de manera que la salida de energía del generador 275 de la turbina eólica iguale las condiciones del viento y la velocidad del rotor se mantenga por debajo del límite de sobrevelocidad.

50 **[0016]** Como se describe con mayor detalle más adelante con respecto a la Figura 4, el uso de un controlador de convertidor que monitoriza la corriente en uno o ambos inversores para habilitar selectivamente un circuito de limitación de la corriente puede proteger contra los daños que unas altas corrientes puedan provocar durante un episodio de

baja tensión. En una forma de realización, un circuito de crowbar se habilita selectivamente para desviar la corriente de los inversores y/u otros componentes que se puedan dañar por corrientes excesivas.

[0017] La Figura 3 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un sistema eléctrico de un generador de turbina eólica. El ejemplo de la Figura 3 proporciona unas tensiones específicas que son típicas para generadores de turbina eólica en la clase de 1,5 MW para su uso en Estados Unidos. Otras tensiones similares se pueden utilizar para generadores de turbina eólica de 50 Hz. En general, se utilizan tensiones más altas para potencias nominales más altas y se utilizan tensiones más bajas para potencias nominales más bajas. Sin embargo, la arquitectura global es aplicable para muchos tipos y tamaños diferentes de turbinas eólicas.

[0018] El generador 310 proporciona energía de CA a la red eléctrica así como a otros componentes del sistema 300 eléctrico de la turbina eólica. En una forma de realización, el generador 310 proporciona 575 V (que es la tensión nominal del generador); sin embargo, se puede proporcionar cualquier tensión. El generador 310 también proporciona energía al convertidor 315 de energía, que opera según lo antes descrito con respecto a la Figura 2, y al panel de distribución de baja tensión (LVDP) 320.

[0019] En una forma de realización, el LVDP 320 incluye un transformador para transformar la energía de 575 V recibida del generador 310 a energía de 120 V, 230 V y 400 V para su uso a lo largo de la turbina eólica (sistemas 350 de 120 V, sistemas 360 de 230 V y sistemas 370 de 400 V, respectivamente). Se pueden proporcionar otros y/o adicionales niveles de alimentación de energía según se desee. Los sistemas de generador de turbina eólica conectados al LDVP 320 incluyen, por ejemplo, los controles y motores del sistema de pitch, los controles y motores del sistema de orientación, diversos sistemas de lubricación y enfriamiento, receptáculos y luces eléctricas, calentadores y equipamiento misceláneo.

[0020] En una forma de realización, el LVDP 320 proporciona energía de CC de 24 V al controlador 340 de la turbina a través de el sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) 330. La UPS 330 proporciona energía al controlador 340 de la turbina en el caso de que el LVDP 320 sea incapaz de proporcionar la energía necesaria al controlador 340 de la turbina. La UPS 330 puede ser cualquier tipo de alimentación de energía ininterrumpida conocida en la técnica, por ejemplo, un sistema de batería, un sistema fotovoltaico o cualquier otro sistema de almacenamiento de energía conocido en la técnica. En una forma de realización, la UPS 330 no tiene la capacidad suficiente para dar energía a todas las cargas eléctricas servidas por el LVDP 320.

[0021] Algunos de los componentes de las configuraciones de las Figuras 2 y 3 son susceptibles a daños que las fluctuaciones en la tensión en la alimentación de energía de alta tensión (575 V) puedan causar. Tensiones más altas pueden provocar fallos como, por ejemplo, ruptura del aislamiento y altas corrientes en determinados componentes. Las bajas tensiones pueden provocar que componentes como, por ejemplo, motores extraigan una corriente excesiva para contrarrestar las tensiones más bajas. Las altas corrientes pueden conducir a fusibles fundidos, cortacircuitos desconectados, o al calentamiento excesivo si la condición de baja tensión persiste.

[0022] Los convertidores y los generadores de energía son particularmente susceptibles a las fluctuaciones de la tensión. Los generadores pueden almacenar energía magnética que se puede convertir en altas corrientes cuando la tensión terminal del generador disminuye rápidamente. Esas corrientes pueden provocar el fallo de los dispositivos semiconductores de los convertidores de energía acoplados con los generadores.

[0023] Cuando la tensión cae hasta niveles como los ilustrados en la Figura 1, es probable que haya fallos que impidan que el generador de la turbina eólica exporte energía a la red eléctrica. Si el viento continúa transmitiendo energía al rotor de la turbina, el generador de turbina eólica, como conjunto, absorbe energía que solamente puede almacenarse como energía cinética rotacional en forma de velocidades del rotor más altas. A menos que se adopten acciones específicas, el rotor puede alcanzar su límite de sobrevelocidad y provocar que el generador de la turbina eólica se desconecte de la línea. En una forma de realización, la alimentación 330 de energía ininterrumpida se utiliza para suministrar energía al controlador 340 de la turbina y/u a otros componentes de la turbina eólica durante episodios de baja tensión.

[0024] Como se describe con mayor detalle más adelante, para proteger el generador de turbina eólica contra episodios de baja tensión, el convertidor 315 de energía se alimenta por una alimentación de energía ininterrumpida e incluye un circuito protector que mantiene las corrientes dentro de un intervalo permisible. El controlador del convertidor activa y desactiva selectivamente el circuito protector para mantener el flujo de corriente dentro de un intervalo aceptable. El controlador 340 de la turbina también se alimenta por una alimentación de energía ininterrumpida y opera para impedir desconexiones por sobrevelocidad. Una o más cargas no esenciales se desproveen de energía durante el episodio de baja tensión si es necesario para proteger esos componentes de daños potenciales.

[0025] La Figura 4 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un convertidor de energía que incorpora una funcionalidad para responder a un episodio de baja tensión. En una forma de realización, el convertidor 400 de energía incluye unos inversores 410 y 420, un controlador 430 del convertidor y un circuito 440 de crowbar. También se pueden incluir otros componentes en el convertidor 400 de energía.

[0026] El inversor 410 está acoplado con el generador (no ilustrado en la Figura 4) y con el inversor 420 que está acoplado con la red eléctrica. El circuito 440 de crowbar está acoplado con la salida del rotor del generador. El controlador 430 del convertidor está acoplado para recibir datos que indican la corriente que fluye en el inversor 410 y para controlar el circuito 440 de crowbar. En una forma de realización, el controlador 430 del convertidor activa y desactiva selectivamente el circuito 440 de crowbar para mantener la corriente del inversor 410 dentro de un intervalo aceptable.

[0027] Los circuitos de crowbar son conocidos en la técnica y se puede utilizar cualquier circuito de crowbar es apropiado (por ejemplo, un circuito que tenga unas potencias nominales suficientes). En general, el circuito 440 de crowbar opera para desviar la corriente procedente del rotor 400 del rotor del generador y del inversor 410 y mantener las corrientes del inversor dentro de niveles seguros. Así, durante una operación normal el circuito 440 de crowbar está inactivo. Durante un episodio de baja tensión el controlador 430 del convertidor selectivamente activa el circuito 440 de crowbar para mantener los niveles de corriente en un nivel seguro. Así, el circuito 440 de crowbar y el controlador 430 del convertidor son parte de un sistema que permite que un generador de turbina eólica gestione los episodios de baja tensión y permanezca sincronizado con la red eléctrica.

[0028] Con el fin de controlar el circuito 440 de crowbar, el controlador 430 del convertidor monitoriza las corrientes laterales del rotor (por ejemplo, la corriente en el inversor 410) y selectivamente activa y desactiva el circuito 440 de crowbar cuando se detectan niveles de corriente peligrosos para los componentes semiconductores del convertidor 400 de energía. Así, el controlador 430 del convertidor y el circuito 440 de crowbar operan para proteger el convertidor 400 de energía de daños como resultado de un episodio de baja tensión.

[0029] La Figura 5 es un diagrama de bloques de una forma de realización de un controlador de turbina y de los componentes asociados para su uso en un generador de turbina eólica. En una forma de realización, el controlador de turbina eólica se implementa en forma de un controlador de lógica programable (PLC); sin embargo, también se pueden utilizar otras implementaciones. En una forma de realización, el controlador de la turbina pone en marcha la turbina cuando su velocidad del viento mínima (velocidad de arranque), iguala la salida de energía del generador a la velocidad del viento, controla el pitch de pala para igualar la velocidad del viento y para evitar las desconexiones por sobrevelocidad, apaga la turbina en su máxima velocidad del viento (velocidad de parada) y apunta el generador de turbina eólica al viento utilizando el sistema de orientación. El controlador de turbina también puede proporcionar otras funcionalidades, por ejemplo, controlar calentadores, iluminación, el sistema de control de supervisión y de adquisición de datos (SCADA).

[0030] Para soportar la capacidad gestión de baja tensión, el controlador 500 de turbina eólica detecta un episodio de bajo voltaje y responde al episodio. El controlador 500 de turbina está acoplado a sensores 510 del sistema, que proporcionan datos que indican el estado de diversos componentes del sistema de generador de turbina eólica, por ejemplo, la velocidad del rotor y la tensión de salida del generador. El controlador 500 de turbina procesa estos datos para determinar si se ha producido un episodio de baja tensión.

[0031] En una forma de realización, en respuesta a un episodio de baja tensión, el controlador 500 de turbina cambia el sistema 520 de control de pitch de un control activo en el que el LVDP 540 proporciona energía a los sistemas electrónicos y los motores a un modo en el que la UPS 530 proporciona energía a los motores. En una forma de realización, la UPS 530 proporciona energía a los motores del pitch para asegurar que hay energía para variar el pitch de las palas hasta la posición de bandera. La energía procedente de la UPS 530 permite que el controlador 500 de turbina y el sistema 520 de control del pitch controlen el pitch de las palas durante un episodio de baja tensión. Por ejemplo, el sistema 520 de control del pitch puede llevar las palas hacia la posición de bandera para ralentizar o detener la rotación del eje del rotor. La UPS 530 también puede permitir que el sistema 520 de control del pitch opere durante un episodio de tensión transitorio hasta que la energía se restaure por completo.

[0032] En una forma de realización, la UPS 530 también proporciona energía a uno o más sensores durante un episodio de baja tensión. Por ejemplo, la UPS 530 puede proporcionar energía a sensores de velocidad del rotor de manera que el controlador 500 de la turbina pueda controlar la velocidad del rotor durante un episodio de baja energía. El controlador 500 de la turbina puede utilizar los datos procedentes del sensor para determinar si se producirá una condición de sobrevelocidad y responder adecuadamente.

[0033] En una forma de realización, el controlador 500 de turbina incluye circuitería de control para cortar la energía a sistemas no críticos del generador de turbina eólica en respuesta a un episodio de baja tensión. Las cargas pueden incluir, por ejemplo, el sistema de orientación y otras cargas que pudieran provocar que los fusibles se abrieran y / o

los cortacircuitos se conmutaran. Típicamente, estas cargas contienen motores que extraen una corriente elevada durante los episodios de baja tensión para mantener el rendimiento. Otras cargas no críticas, por ejemplo, calentadores y luces son más resistentes a resultar dañadas como resultado de un episodio de baja tensión y pueden dejarse conectadas al LVDP 540.

5 **[0034]** La UPS 530 también proporciona energía al controlador del convertidor (no ilustrado en la Figura 5) para permitir que el controlador del convertidor proteja de corrientes excesivas en los inversores, como se describió anteriormente con relación a la Figura 4. En una forma de realización, el controlador del convertidor se alimenta por condensadores que almacenan energía que se utiliza durante un episodio de baja tensión.

10 **[0035]** La Figura 6 es un diagrama de flujo de una forma de realización de un proceso para gestionar la baja tensión en un generador de turbina eólica. El proceso de la Figura 6 se presenta en un orden específico únicamente como ejemplo. El orden de determinadas partes del proceso se puede modificar sin desviarse de la invención.

15 **[0036]** Se detecta un episodio de baja tensión, 600. Las tensiones específicas que desencadenan un episodio de baja tensión son específicas del equipamiento. En una forma de realización, la tensión umbral que se considera una transición a un episodio de baja tensión se define como un porcentaje de la tensión nominal. Por ejemplo, una tensión que es menos del 75% de la tensión nominal del generador se puede considerar un episodio de baja tensión. Como otro ejemplo, una tensión que es el 50% de la tensión nominal del generador o una tensión que está entre el 15% y el 50% de la tensión nominal del generador puede considerarse como un episodio de baja tensión. Los episodios de baja tensión también pueden definirse en términos de tiempo, por ejemplo, una tensión al 75% de la tensión nominal del generador durante más de 0,5 segundos puede considerarse un episodio de baja tensión. También se pueden usar otros intervalos y/o tensiones para definir un episodio de baja tensión.

20 **[0037]** Cuando se detecta un episodio de baja tensión, se habilita una energía de reserva hacia componentes seleccionados 610. En una forma de realización, se proporciona energía desde un sistema de alimentación ininterrumpida, por ejemplo, una fuente de energía por batería, hacia los componentes de turbina eólica que son necesarios para mantener el generador de turbina eólica conectado a y sincronizado con la red eléctrica durante el episodio de baja tensión. Por ejemplo, se puede proporcionar energía a todo o parte de un convertidor de energía, a un controlador de turbina y/o a un sistema de control del pitch de pala. En una forma de realización, para evitar condiciones de sobrevelocidad del rotor, se proporciona energía mediante el sistema de alimentación ininterrumpida para monitorizar la velocidad del rotor y para controlar los motores del sistema de pitch de pala.

25 **[0038]** Se desactiva la energía hacia elementos no esenciales o hacia los elementos que se pueden dañar por condiciones de baja tensión y alta corriente, 620. Por ejemplo, los motores y otros componentes del sistema de orientación pueden desactivarse durante un episodio de baja tensión

30 **[0039]** El controlador en el convertidor de energía monitoriza la corriente desde el rotor del generador hacia el inversor, 630. Si la corriente sobrepasa un valor de umbral, el controlador del convertidor habilita un circuito de limitación de corriente, 640. En una forma de realización, el circuito de limitación de corriente es un circuito de crowbar. El valor de umbral de la corriente se determina por el flujo de corriente que dañaría los componentes semiconductores del convertidor de energía. Cuando el episodio de baja potencia ha finalizado, la energía procedente del generador se restaura y los componentes de turbina eólica operan en condiciones normales, 650.

35 **[0040]** La referencia en la memoria a "una forma de realización" significa que un elemento, estructura o característica particular descrita en conexión con la forma de realización está incluida en al menos una forma de realización de la invención. No todas las apariciones de la frase "en una forma de realización" en diversos lugares de la memoria se refieren necesariamente a la misma forma de realización.

40 **[0041]** En la memoria precedente, se ha descrito la invención con referencia a formas de realización específicas de la misma. Sin embargo, debe resultar evidente que se pueden llevar a cabo diversas modificaciones y cambios en la misma sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, la memoria y los dibujos deben considerarse en un sentido ilustrativo en vez de restrictivo.

45

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:
 - 5 proporcionar energía a componentes de una turbina eólica utilizando un generador (220) de una turbina eólica (275);
detectar (600) un episodio de baja tensión;
recibir (610) energía de un sistema de alimentación ininterrumpida (530) a un primer subconjunto de
componentes de turbina eólica, en el que el primer conjunto de componentes de turbina eólica comprende un
10 controlador de pitch de pala (520) para proporcionar energía selectivamente al controlador de pitch de pala
(520) para mantener una velocidad de rotor por debajo de un límite de sobrevelocidad predeterminado durante
el episodio de baja tensión; y
desconectar (620) un segundo subconjunto de componentes de turbina eólica del generador (220) durante el
episodio de baja tensión.
 - 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el sistema de alimentación ininterrumpida (530) comprende uno
seleccionado de un grupo que consiste en una fuente de energía por batería, una fuente de energía fotovoltaica,
y uno o más condensadores.
 - 20 3. El procedimiento de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que un episodio de baja tensión comprende
una tensión de salida del generador menor del 75% de una tensión nominal para el generador (220).
 4. El procedimiento de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que un episodio de baja tensión comprende
una tensión de salida del generador menor del 50% de una tensión nominal para el generador (220).
 - 25 5. El procedimiento de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que un episodio de baja tensión comprende
una tensión de salida del generador entre el 15% y el 50% de una tensión nominal para el generador (220).
 6. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que el episodio de baja tensión se produce durante
un máximo de hasta 3 segundos.
 7. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, que comprende además proporcionar energía del sistema
de alimentación ininterrumpida (530) para monitorizar la velocidad del rotor y para controlar motores del sistema
de pitch de la pala para evitar sobrevelocidad del rotor.
 - 35 8. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, que comprende además activar y desactivar selectivamente
un circuito de crowbar (440) para mantener la corriente en un inversor (410) dentro de un intervalo aceptable.
 9. Un sistema (300) que comprende:
 - 40 medios para proporcionar energía a componentes de una turbina eólica utilizando un generador (220) de una
turbina eólica (275);
medios para detectar (600) un episodio de baja tensión;
medios para habilitar que se proporcione (610) energía de reserva de un sistema de alimentación ininterrumpida
45 (530) a un primer subconjunto de componentes de turbina eólica, en el que el primer conjunto de componentes
de turbina eólica comprende un controlador de pitch de pala (520) para proporcionar energía selectivamente al
controlador de pitch de pala (520) para mantener una velocidad de rotor por debajo de un límite de
sobrevelocidad predeterminado durante el episodio de baja tensión; y
medios para desconectar (620) un segundo subconjunto de componentes de turbina eólica del generador (220)
50 durante el episodio de baja tensión.
 10. El sistema (300) de la reivindicación 9, en el que el sistema de alimentación ininterrumpida (530) comprende uno
seleccionado de un grupo que consiste en una fuente de energía por batería, una fuente de energía fotovoltaica,
y uno o más condensadores.
 - 55 11. El sistema de la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que un episodio de baja tensión comprende una
tensión de salida del generador menor del 75% de una tensión nominal para el generador (220).
 12. El sistema de la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que un episodio de baja tensión comprende una
tensión de salida del generador menor del 50% de una tensión nominal para el generador (220).
 - 60 13. El sistema de la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que un episodio de baja tensión comprende una
tensión de salida del generador entre el 15% y el 50% de una tensión nominal para el generador (220).
 14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que el episodio de baja tensión se produce durante
un máximo de hasta 3 segundos.
 - 65

5

15. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que se proporciona energía del sistema de alimentación ininterrumpida (530) para monitorizar la velocidad del rotor y para controlar motores del sistema de pitch de la pala para evitar sobrevelocidad del rotor.
16. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, en el que un circuito de crowbar (440) se activa y desactiva selectivamente para mantener la corriente en un inversor (410) dentro de un intervalo aceptable.

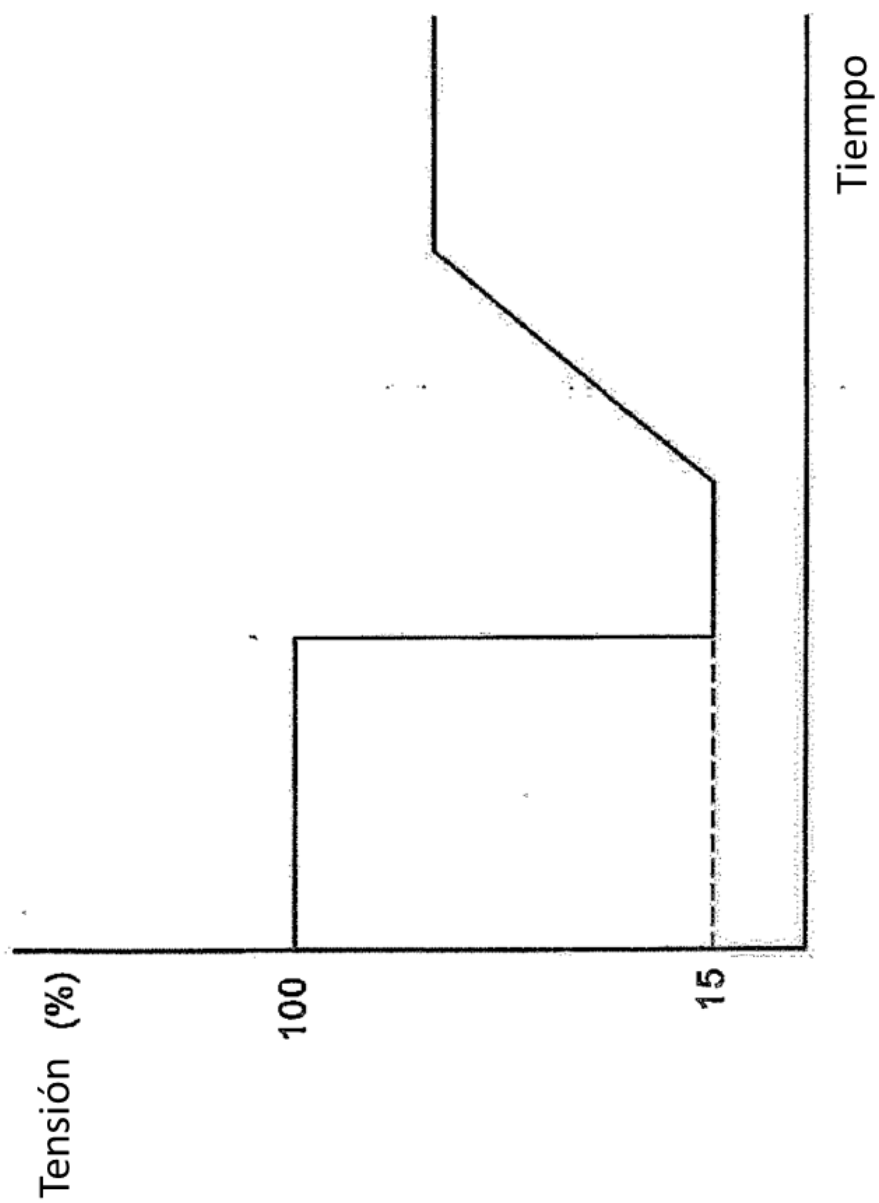


FIG. 1

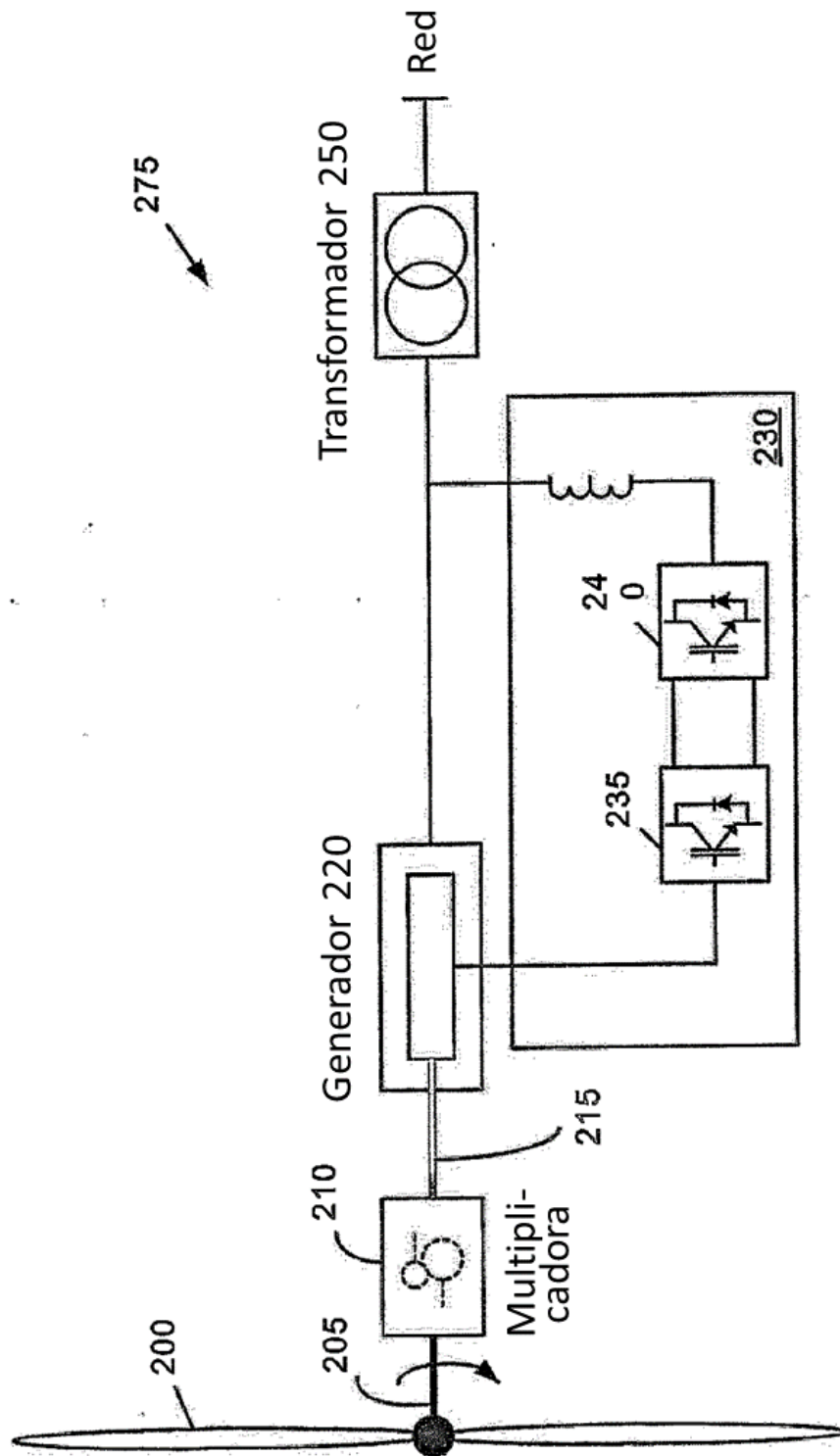


FIG. 2

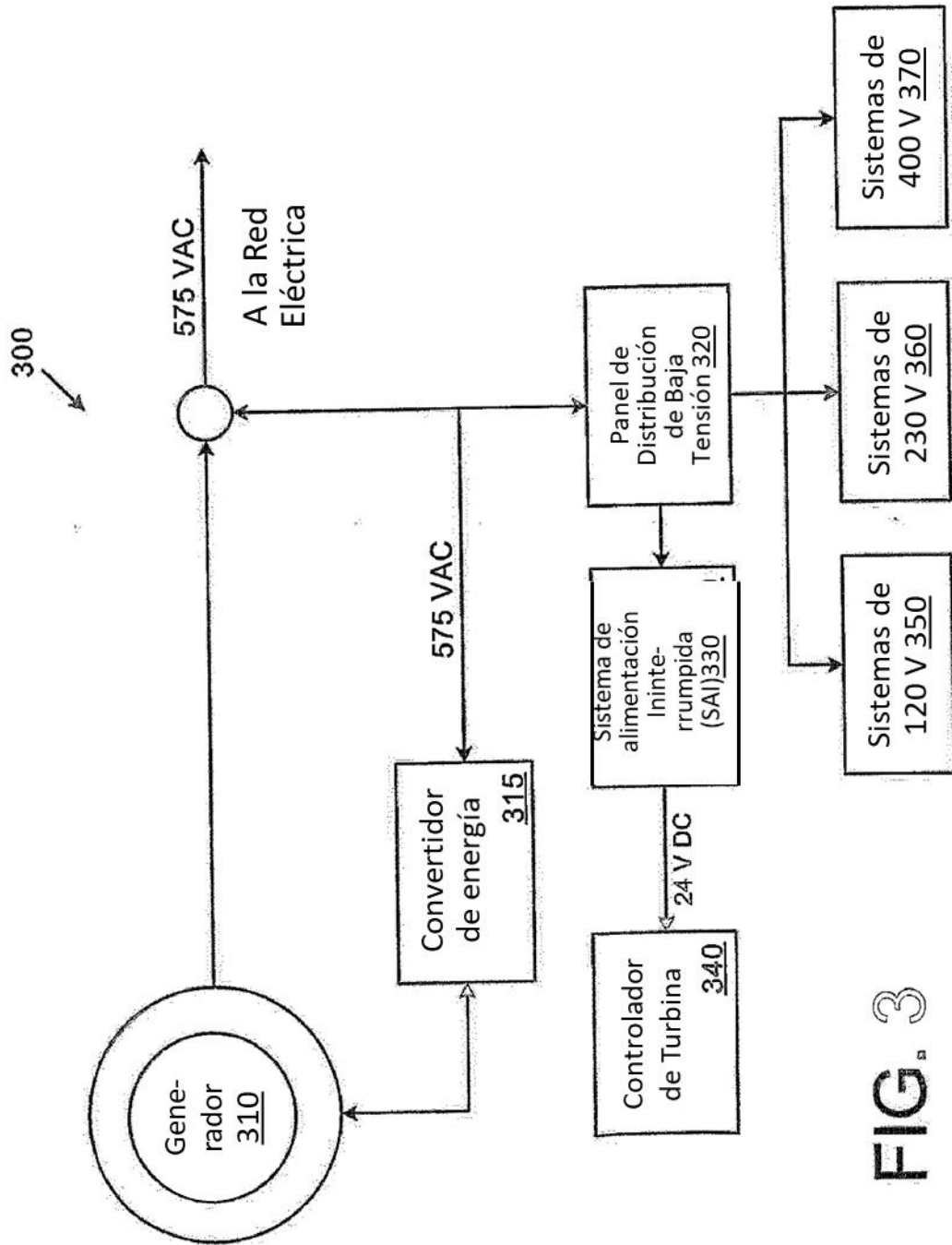


FIG. 3

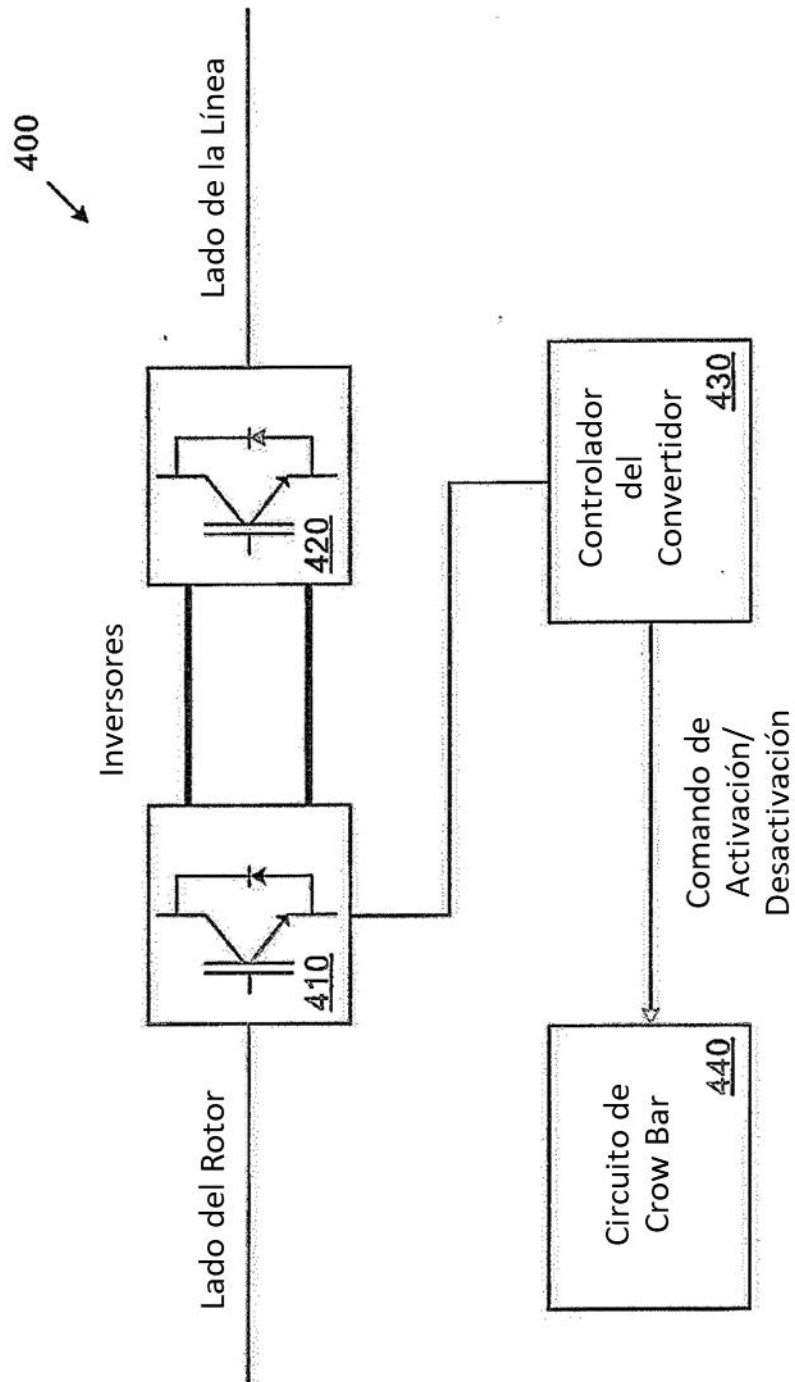


FIG. 4

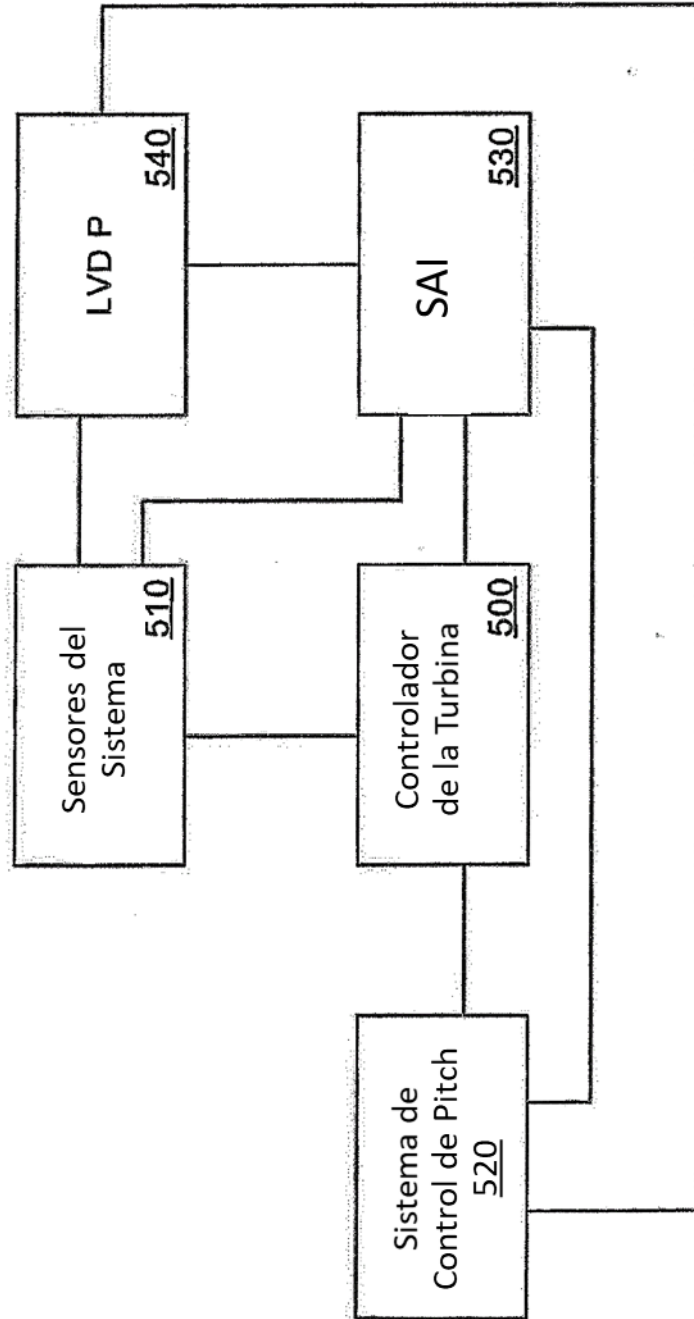


FIG. 5

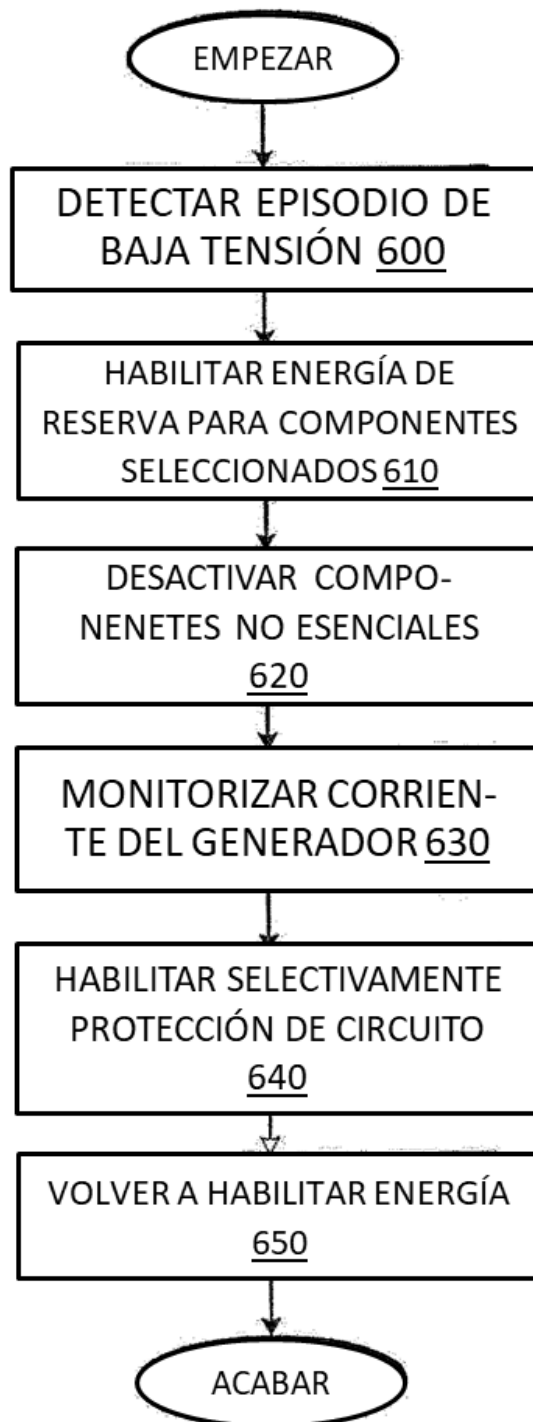


FIG. 6