

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 012**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/04** (2006.01)

**F03D 9/00** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2004 PCT/US2004/001774**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.08.2004 WO04067958**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2004 E 04704812 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 1590567**

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

**18.12.2017**

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:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 647 012 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 para turbina eólica con un controlador de anticorte de baja tensión y procedimiento para controlar los componentes de turbina eólica

5 La invención se refiere a generadores de turbina eólica y a un procedimiento de suministro de energía a los componentes de turbina eólica utilizando un generador según se define en los preámbulos de las Reivindicaciones 1 y 8, respectivamente. Dichos generadores y procedimientos se conocen, por ejemplo, por el documento WO 93/11604.

Más concretamente, la invención se refiere al sistema de anticorte de baja tensión para generadores de turbina eólica acoplados con una red eléctrica de distribución.

10 Históricamente, las turbinas eólicas han contribuido en muy poca medida a la generación global de energía para alimentar redes eléctricas. Los bajos valores unitarios (< 100 kW) y la disponibilidad incierta de fuentes eólicas determinaron que se ignoraran los generadores de turbinas eólicas cuando los operadores de la red eléctrica tomaban en consideración la seguridad de la red. Sin embargo, los generadores de turbinas eólicas con valores de 1,5 MW o más se encuentran ahora disponibles. Así mismo, muchos promotores de generación eléctrica están  
15 instalando granjas eólicas que incorporan cien o más generadores de turbinas eólicas. El "bloque" de energía disponible procedente de las granjas eólicas con generadores de turbinas eólicas de 1,5 MW es comparable a un generador moderno de turbina de gas. Por consiguiente, los generadores de turbinas eólicas se están convirtiendo cada vez más en fuentes factibles de energía de la red eléctrica.

20 Con el fin de alimentar de manera fiable energía a la red eléctrica, los generadores de turbinas eólicas (así como otros tipos de generadores) deben adaptarse a los estándares de interconexión de la red eléctrica que definen unas exigencias impuestas a los suministradores y a los grandes consumidores de energía. En particular, una exigencia de "anticorte de baja tensión" (LVRT) requiere típicamente que una unidad de generación de energía permanezca conectada y sincronizada con la red cuando la tensión en los terminales de la unidad de generación caen a rangos prescritos.

25 La exigencia del LVRT ha encontrado respuesta en plantas de generadores de turbinas de vapor y gas mediante el uso de barras colectoras eléctricas vitales que son alimentadas por fuentes de energía de cc y barras colectoras auxiliares conectadas a los generadores. Estos tipos de generaciones son generalmente más resistentes a las fluctuaciones de la tensión que los generadores de turbinas eólicas.

30 En el pasado, se ha permitido que los generadores de turbinas eólicas se desconecten 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 separación 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 operativa hasta una posición de aparcamiento cuando la energía del generador no está disponible.

35 Cuando se produce un fallo de energía, las transmisiones del paso son conmutadas desde un mecanismo de accionamiento alimentado por generador hasta un mecanismo de accionamiento alimentado por baterías hasta que las palas alcanzan la posición de aparcamiento. La posición de aparcamiento es típicamente definida por un conmutador de terminal que desconecta el motor de las baterías. El movimiento de las palas hasta la posición de aparcamiento se produce automáticamente como resultado de un error de la tensión o la frecuencia. Sin embargo, esto no satisface las exigencias del LVRT porque el generador de turbina eólica es habilitado para desconectar de  
40 línea.

45 Actualmente, las especificaciones de los generadores de turbinas eólicas pueden requerir la conexión y sincronización con la red eléctrica hasta niveles tan bajos como el 70% de la tensión nominal. Estas exigencias pueden ser incorporadas, mediante, por ejemplo, el incremento de la capacidad de los diversos componentes (motores, generadores, convertidores, etc.) o mediante el uso de alimentaciones de energía ininterrumpidas (UPSs) para los circuitos de control sensibles. Sin embargo, fluctuaciones más severas de la tensión, por ejemplo, tensiones de un 15% de la tensión nominal no pueden ser incorporadas utilizando estas técnicas.

Por tanto, la presente invención se proporciona de acuerdo con lo definido por las reivindicaciones adjuntas.

La invención se ilustra, a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos que se acompañan en los que las mismas referencias numerales se refieren a elemento similares.

50 La Figura 1 es un gráfico de la tensión respecto al tiempo para un episodio ejemplar 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.

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.

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

10 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 paso 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 cerrar subsistemas no vitales que pudieran desconectarse ya sea por la acción de los disyuntores o por la operación de los fusibles.

15 La Figura 1 es un gráfico de la tensión respecto del tiempo para un episodio ejemplar de fluctuación de la tensión. En el ejemplo de la Figura 1, la tensión cae de 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 retorna 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 del sistema anticorte de baja tensión.

20 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 paso de las palas 200 se puede modificar mediante dispositivos de control (no ilustrados en la Figura 2). El sistema de control del paso varía el paso de las palas 200 cuando la velocidad del viento varía para controlar las velocidades del rotor e impedir las sobrevelocidades. Las velocidades típicas del rotor oscilan entre 10 - 20 revoluciones por minuto; sin embargo, también pueden ser soportadas otros intervalos de velocidades del rotor. El sistema de paso de las palas es conocido en la técnica.

25 El rotor 205 está conectado a una caja de engranajes 210 que incrementa la velocidad del eje hasta un nivel deseado. Las relaciones de engranaje típicas oscilan 100: 1 de manera que las velocidades del rotor de 10 - 20 de revoluciones por minuto se traducen en 1000 - 2000 revoluciones por minuto en el eje 215 de gran velocidad. También pueden utilizarse otras relaciones de engranaje y otras velocidades. El eje 215 de gran velocidad acciona el generador 220 a distintas velocidades dependiendo de la velocidad del viento.

30 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 resultar inadecuada para su conexión a la red eléctrica.

35 El convertidor 230 de energía, que incluye unos inversores 235 y 240 en oposición, proporciona una energía de frecuencia variable sobre el rotor 220 del generador. La combinación de la velocidad variable del rotor y de la energía variable de la frecuencia sobre el rotor del generador permite que el generador produzca una energía de frecuencia constante en niveles de tensión adaptados a 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 los generadores de turbina eólica son conocidos en la técnica y pueden ser utilizados cualesquiera inversores de energía apropiados.

40 El transformador 250 adapta 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 mantiene 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 paso, los sistemas de lubricación y enfriamiento (no ilustrados en la Figura 2), y el sistema de guiñada. Muchos de estos sistemas son sensibles a las fluctuaciones de la tensión y podrían ser dañados si las tensiones del sistema eléctrico de turbina eólica son demasiado altas o demasiado bajas. En particular, el controlador de turbina verifica la velocidad del viento y la salida de los comandos del par hacia el convertidor 230 de energía y los comandos de paso hacia el sistema de paso de manera que la salida de energía del generador 275 de turbina eólica se adapte a las condiciones del viento y la velocidad del rotor se mantenga por debajo del límite de la sobrevelocidad.

45 Como se describe con mayor detalle más adelante con respecto a la Figura 4, el uso de un controlador del convertidor que verifica la corriente de uno o ambos inversores para habilitar selectivamente un circuito de limitación de la corriente puede protegerse contra los daños que puedan venir provocados por altas corrientes durante un episodio de baja tensión. En una forma de realización, un circuito de pata de cabra es selectivamente habilitado para cerrar la corriente respecto de las corrientes de los inversores y / u otros componentes que pueden resultar dañados por corrientes excesivas.

55 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 típicas de generadores de turbina eólica de 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, las tensiones más altas son utilizadas para niveles de energía

más altos y las tensiones más bajas son utilizados para niveles de energía más bajos. Sin embargo la arquitectura global es aplicable para muchos tipos y tamaños diferentes de turbinas eólicas.

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

10 En una forma de realización, el LVDP 320 incluye un transformador para transformar la energía de 575 V recibida del generador 310 hasta la 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 disponer según se desee otros y / o adicionales niveles de alimentación de energía. Los sistemas de generador de turbina eólica conectados al 320 LDVP incluyen, por ejemplo, unos controles y motores del sistema de paso, unos controles y motores del sistema de guiñada, diversos sistemas de lubricación y enfriamiento, receptáculos y luces eléctricas, calentadores y equipamiento misceláneo.

15 En una forma de realización, el LVDP 320 proporciona una energía de cc de 24 V al controlador 340 de turbina a través de la alimentación de energía ininterrumpida (UPS) 330. La UPS 330 proporciona energía al controlador 340 de turbina en el caso de que el LVDP 320 sea incapaz de proporcionar la energía necesaria al controlador 340 de 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 incorpora la suficiente capacidad para energizar todas las cargas eléctricas servidas por el LVDP 320.

20 Algunos de los componentes de las configuraciones de las Figuras 2 y 3 son susceptibles de daños provocados por las fluctuaciones de la tensión en la alimentación de energía de alta tensión (575 V). Las tensiones más altas pueden provocar fallos, por ejemplo, ruptura del aislamiento y altas corrientes en determinados componentes, las bajas tensiones pueden provocar que componentes tales como motores arrastren una corriente excesiva para contrarrestar las tensiones más bajas. Las altas corrientes pueden conducir a la fusión de fusibles, a la desconexión de disyuntores, o al calentamiento excesivo si persiste el estado de baja tensión.

25 Los convertidores y los generadores de energía son particularmente susceptibles a las fluctuaciones de la tensión. Los generadores pueden almacenar energía magnética que puede ser convertida en altas corrientes cuando la tensión terminal del generador disminuya rápidamente. Esas corrientes pueden provocar el fallo de los dispositivos semiconductores de los convertidores de energía acoplados con los generadores.

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

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

40 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 en corto. Otros componentes también pueden ser incluidos en el convertidor 400 de energía.

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

55 Los circuitos en corto son conocidos en la técnica y se puede utilizar cualquier circuito en corto apropiado (por ejemplo, un circuito que presente unos niveles de energía suficientes). En general, el circuito 440 en corto opera para derivar 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 su operación normal el circuito 440 en corto está inactivo. Durante un episodio de baja tensión el controlador 430 del convertidor selectivamente activa el circuito 440 en corto para mantener los niveles de corriente en un nivel seguro. Así, el circuito 440 en corto y el controlador 430 del convertidor son parte de un sistema que permite que un generador de turbina eólica sobre los episodios de baja tensión y permanezca sincronizado con la red eléctrica.

Con el fin de controlar el circuito 440 en corto, el controlador 430 del convertidor verifica las corrientes del lado del rotor (por ejemplo, la corriente en el inversor 410) y selectivamente activa y desactiva el circuito 440 en corto cuando se detecta que los niveles de corriente son peligrosos para los componentes semiconductores del convertidor 400 de energía. Así, el controlador 430 del convertidor y el circuito 440 en corto operan para proteger el convertidor 400 de energía de daños como resultado del episodio de baja tensión.

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 materializa en un controlador de lógica programable (PLC); sin embargo, también pueden ser utilizadas otras aplicaciones. En una forma de realización, el controlador de la turbina pone en marcha la turbina cuando su velocidad del viento mínima (velocidad de conducción), adapta la salida de energía del generador a la velocidad del viento, controla el paso de pala para que se adapte a la velocidad del viento y para evitar las desconexiones de sobrevoluntad, cierra la turbina en su máxima velocidad del viento (velocidad de bloqueo) y apunta el generador de turbina eólica al viento utilizando el sistema de guiñada. El controlador de turbina puede también proporcionar otra funcionalidad, por ejemplo, calentadores de control, iluminación, el sistema de control de supervisión y de adquisición de datos (SCADA).

Para soportar la capacidad anticorte 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 unos sensores 510 del sistema, que proporcionan unos datos indicativos en el estado de los 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.

En una forma de realización, en respuesta a un episodio de baja tensión, el controlador 500 de turbina conmuta el sistema 520 de control del paso desde el control activo en el que los sistemas electrónicos y los motores son energizados por el LVDP 540 hasta un modo en el que los motores son energizados por la UPS 530. En una forma de realización, los motores del paso son energizados por la UPS 530 para asegurar que hay energía para hacer pasar las palas hasta la posición de paso de puesta en bandolera. La energía procedente de la UPS 530 permite que el controlador 500 de turbina y el sistema 520 de control del paso controlen el paso de las palas durante un episodio de baja tensión. Por ejemplo, el sistema 520 de control del paso puede situar el paso de las palas en posición en bandolera para ralentizar o detener la rotación del eje del rotor. La UPS 530 puede también hacer posible que el sistema 520 de control del paso opere durante un episodio de tensión transitoria hasta que se restaure la energía completa.

En una forma de realización, la UPS 530 proporciona además energía a uno o más sensores durante un episodio de baja tensión. Por ejemplo la UPS 530 puede proporcionar energía a unos sensores de la 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 un estado de sobrevoluntad y responder adecuadamente.

En una forma de realización, el controlador 500 de turbina incluye un conjunto de circuitos de control para cerrar 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 guiñada y otras cargas que pudieran provocar que los fusibles se abrieran y / o los disyuntores se conmutaran. Típicamente, estas cargas contienen motores que arrastran 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 mantenerse conectadas al LVDP 540.

La UPS 530 proporciona también energía al controlador del convertidor (no ilustrado en la Figura 5) para hacer posible 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 es alimentado por unos condensadores que almacenan energía que es utilizada durante un episodio de baja tensión.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de una forma de realización de un proceso anticorte de 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 porciones del proceso se puede modificar sin desviarse de la invención reivindicada.

Un episodio de baja tensión es detectado, 600. Aunque las tensiones específicas que desencadenan un episodio de baja tensión son específicas del equipamiento, la invención proporciona una tensión de umbral que es considerada una transición hacia un episodio de baja tensión definido como un porcentaje de la tensión nominal del generador

inferior a un 50% de la tensión nominal del generador. De modo preferente, una tensión situada entre un 15% y un 50% de la tensión nominal del generador puede ser considerada como un episodio de baja tensión. Los episodios de baja tensión, de acuerdo con la invención, están definidos en términos de tiempo, por ejemplo, un porcentaje de la tensión nominal del generador durante más de 0,5 segundos que puede ser considerado un episodio de baja tensión.

5  
10 Cuando se detecta un episodio de baja tensión, se habilita hacia los componentes seleccionados 610 una energía de reserva. Se suministra energía desde una alimentación de energía ininterrumpida, por ejemplo una alimentación de energía por batería hacia los componentes de turbina eólica que sea necesaria para mantener el generador de turbina eólica conectada a y sincronizada con la red eléctrica durante el episodio de baja tensión. Por ejemplo, se puede proporcionar energía a todo o parte del convertidor de energía, a un controlador de turbina y / o a un sistema de control del paso de pala. En una forma de realización, para evitar situaciones de sobrevelocidad del rotor, se suministra energía mediante la alimentación de energía ininterrumpida para verificar la velocidad del rotor y controlar los motores del sistema de paso de pala.

15 Se desactiva la energía hacia los elementos no esenciales o hacia los elementos que pueden ser dañados por la baja tensión o las condiciones de alta corriente, 620. Por ejemplo, los motores y otros componentes del sistema de guiñada pueden desactivarse durante un episodio de baja tensión

20 El controlador del convertidor de energía verifica la corriente desde el controlador 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 pata de cabra. El valor de la corriente de umbral se determina por el flujo de la corriente que dañaría los componentes semiconductores del convertidor de energía. Cuando el episodio de baja potencia ha finalizado, la energía procedente del generador es restaurada y los componentes de turbina eólica operan en condiciones normales, 650.

25 La referencia en la memoria descriptiva 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. La aparición de la frase "en una forma de realización" en diversos lugares de la memoria descriptiva no se refiere necesariamente en todo caso a la misma forma de realización.

30 En la memoria descriptiva precedente, la invención ha sido descrita con referencia a formas de realización específicas de la misma, sin embargo, debe resultar evidente que pueden llevarse a cabo diversas modificaciones y cambios en aquella sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un generador de turbina eólica que comprende:
- un sistema (520) de control de paso de pala para variar un paso de una o más palas (200);
  - un controlador (500) de turbina acoplado con el sistema de control de paso de pala;
- 5 un generador (220) acoplado con el controlador de turbina y con el sistema de paso de pala para proporcionar energía durante un primer modo de operación; y **caracterizado por:**
- una alimentación (530) de energía ininterrumpida acoplada al controlador de turbina y con el sistema (520) de control de paso de pala para proporcionar energía durante un episodio de baja tensión, en el que el episodio de baja tensión existe cuando una tensión de salida del generador está en un nivel predeterminado con respecto a una tensión nominal para el generador durante un tiempo predeterminado, y en el que el nivel predeterminado es inferior a un 50% de la tensión nominal del generador;
  - en el que el controlador (500) de turbina eólica provoca que el sistema (520) de control de paso de pala modifique el paso de las una o más palas (200) en respuesta a la detección de una transición desde un primer modo de operación hasta el episodio de baja tensión; y en el que el generador (220) permanece conectado a y sincronizado con una red eléctrica durante el episodio de baja tensión.
- 10
- 2.- El generador de turbina eólica de la reivindicación 1, en el que el periodo predeterminado de tiempo es de hasta 3 segundos.
- 20 3.- El generador de turbina eólica de una cualquiera de las reivindicación 1 o 2, en el que el nivel predeterminado oscila entre un 15% y un 50% de una tensión nominal para el generador (220).
- 4.- El generador de turbina eólica de cualquier reivindicación precedente, que comprende además un convertidor (400) de energía acoplado al generador (220), comprendiendo el convertidor (400) de energía:
- un inversor (410) acoplado para recibir energía desde el generador;
  - un controlador (430) del convertidor acoplado con el inversor (410) para verificar un flujo de corriente en el inversor (410);
  - un circuito (440) acoplado con la entrada del inversor (410) y con el controlador (430) del convertidor, estando destinado el circuito (440) para cerrar la corriente procedente del inversor (410) en respuesta a una señal de control procedente del controlador (430) del convertidor.
- 25
- 30 5.- El generador de turbina eólica de la reivindicación 4, en el que el circuito (440) comprende un circuito en corto.
- 6.- El generador de turbina eólica de la reivindicación 5, en el que el controlador (430) del convertidor selectivamente activa y desactiva el circuito en corto para mantener la corriente en el inversor (410) dentro de un nivel aceptable.
- 7.- El generador de turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que el convertidor (400) de energía comprende otro inversor (420) acoplado al inversor (410) y a la red eléctrica.
- 35 8.- El generador de turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que el controlador (430) del convertidor está acoplado al generador (220) para recibir energía durante el primer modo de operación y para alimentar (530) energía ininterrumpida para recibir energía durante el episodio de baja tensión.
- 9.- El generador de turbina eólica de cualquier reivindicación precedente, en el que el controlador (500) de energía es también alimentado por la alimentación (530) de energía ininterrumpida y opera para impedir desconexiones de sobrevelocidad.
- 40 10.- El generador de turbina eólica de la reivindicación 9, en el que la alimentación (530) de energía ininterrumpida también proporciona energía a uno o más sensores durante el episodio de baja tensión.
- 11.- El generador de turbina eólica de la reivindicación 10, en el que los uno o más sensores comprenden unos sensores de la velocidad del rotor para que el controlador (500) de turbina pueda verificar la velocidad de un rotor (205) durante un episodio de baja tensión.
- 45 12.- El generador de turbina eólica de cualquier reivindicación precedente en el que el controlador (500) de turbina incluye un conjunto de circuitos de control para cortar la energía hacia sistemas no críticos en el generador de turbina eólica en respuesta al episodio de baja tensión.

13.- El generador de turbina eólica de cualquier reivindicación precedente en el que la alimentación (530) de energía ininterrumpida comprende una alimentación de energía por batería, una alimentación de energía fotovoltaica o uno o más condensadores.

14.- Un procedimiento que comprende:

5 la provisión de energía a unos componentes de turbina eólica que utilizan un generador (220) de la turbina eólica durante un primer modo de operación; **caracterizado por:**

10 la detección de un episodio de baja tensión en el que el episodio de baja tensión existe cuando una tensión de salida del generador (220) está en un nivel predeterminado respecto a una tensión nominal para el generador (220) durante un tiempo predeterminado, y en el que el nivel predeterminado es inferior a un 50% de la tensión nominal para el generador;

15 la recepción de energía desde una alimentación (530) de energía ininterrumpida hasta un primer subconjunto de componentes de turbina eólica, en el que el primer subconjunto de componentes de turbina eólica comprende un sistema (520) de control de paso de pala para selectivamente alimentar el sistema (520) de control de paso de pala para mantener una velocidad del rotor por debajo de un límite de sobrevelocidad predeterminado durante el episodio de baja tensión; y

la variación del paso de una o más palas (200) en respuesta a la detección de una transición desde el primer modo de operación hasta el episodio de baja tensión, y

en el que el generador (220) permanece conectado a y sincronizado con una red eléctrica durante el episodio de baja tensión.

20 15.- El procedimiento de la reivindicación 14, que comprende la provisión de energía desde la alimentación (530) de energía ininterrumpida para verificar la velocidad del rotor y controlar los motores del sistema de paso de pala para evitar una sobrevelocidad del rotor.

16.- El procedimiento de la reivindicación 14 o 15, que comprende además la activación y desactivación, de manera selectiva de un circuito (440) en corto para mantener la corriente en un inversor (410) dentro de un rango aceptable.

25

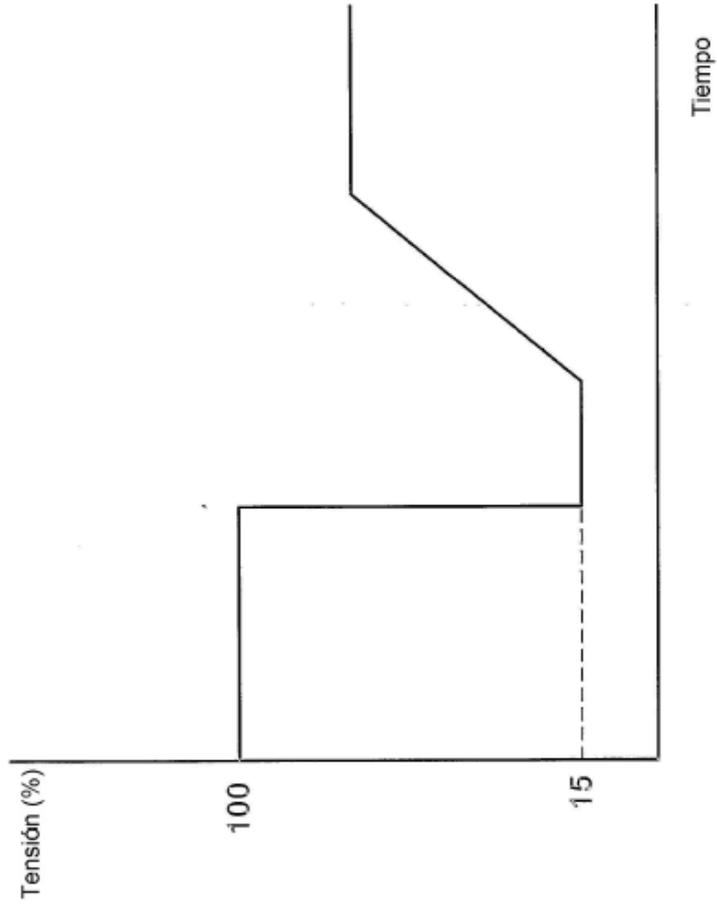


FIG. 1

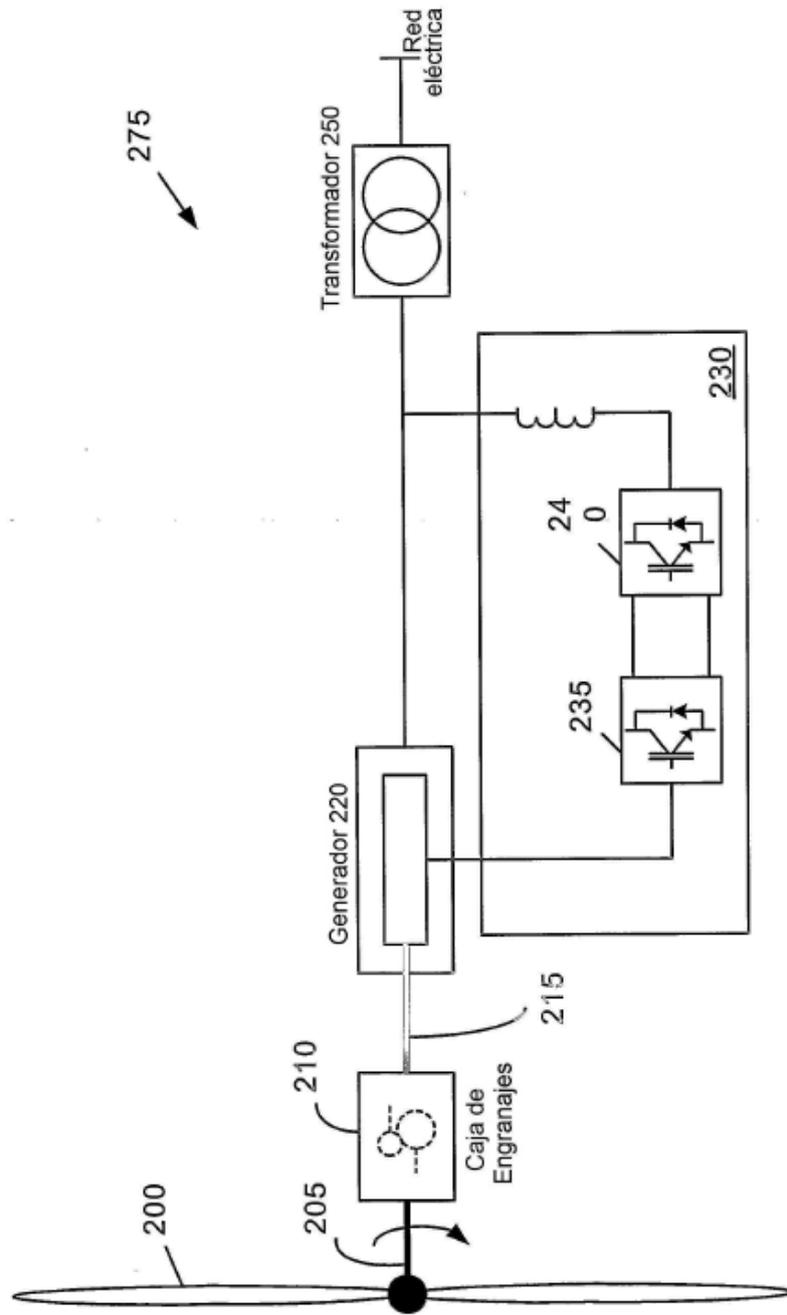


FIG. 2

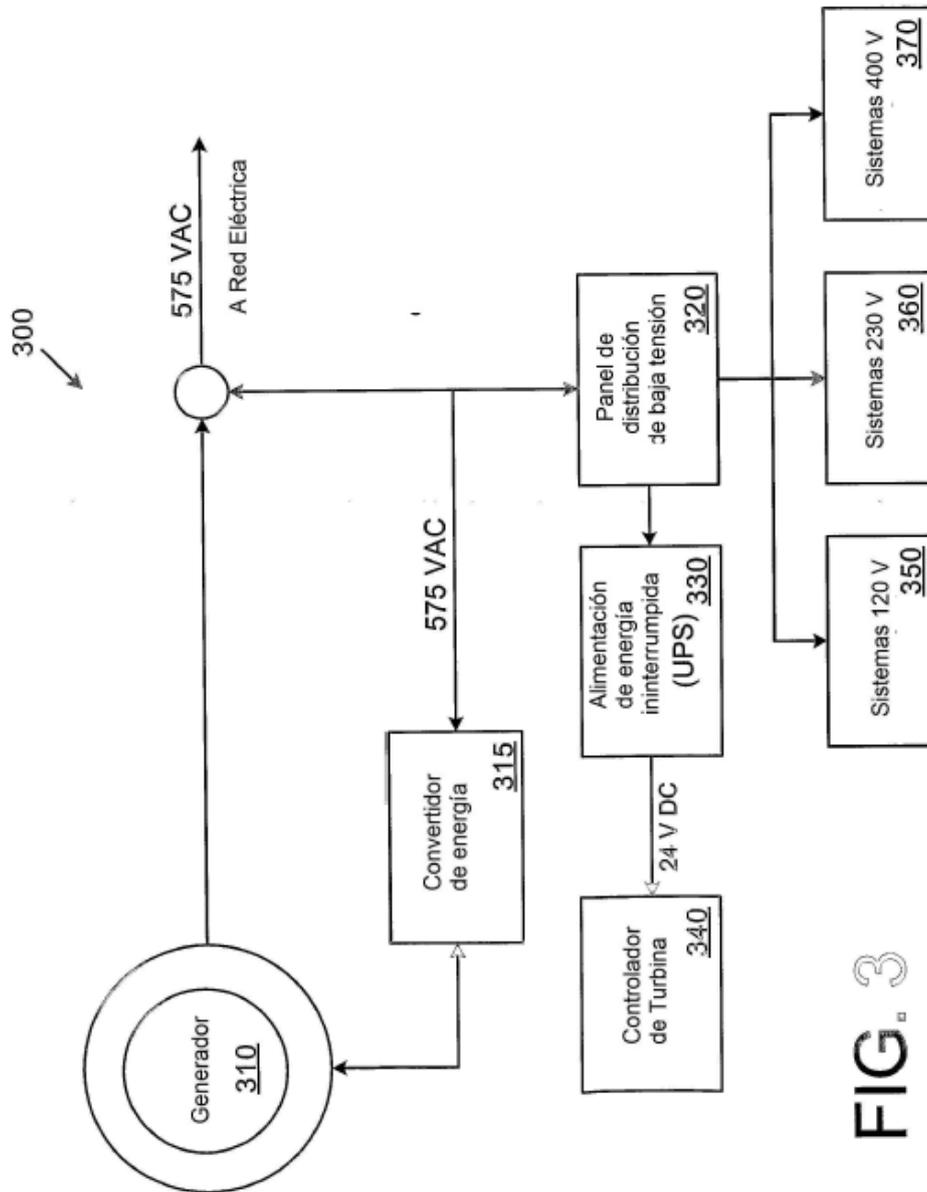


FIG. 3

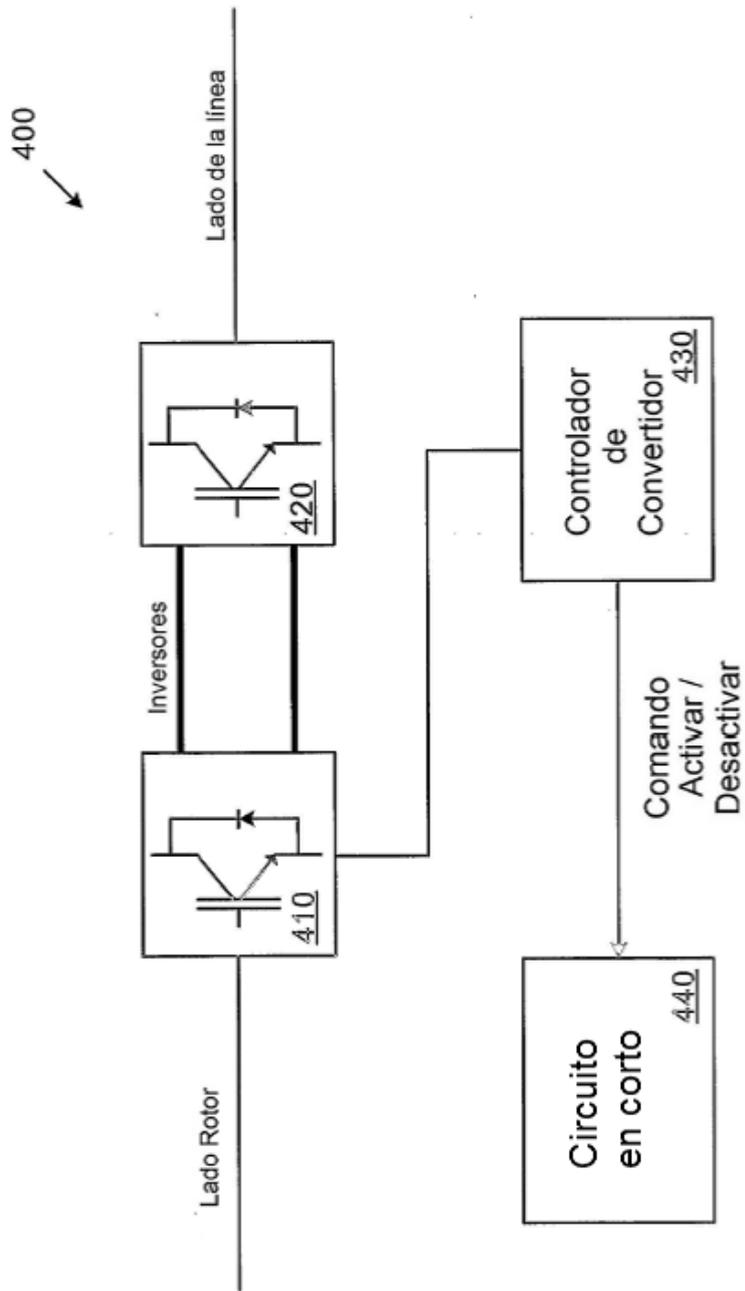


FIG. 4

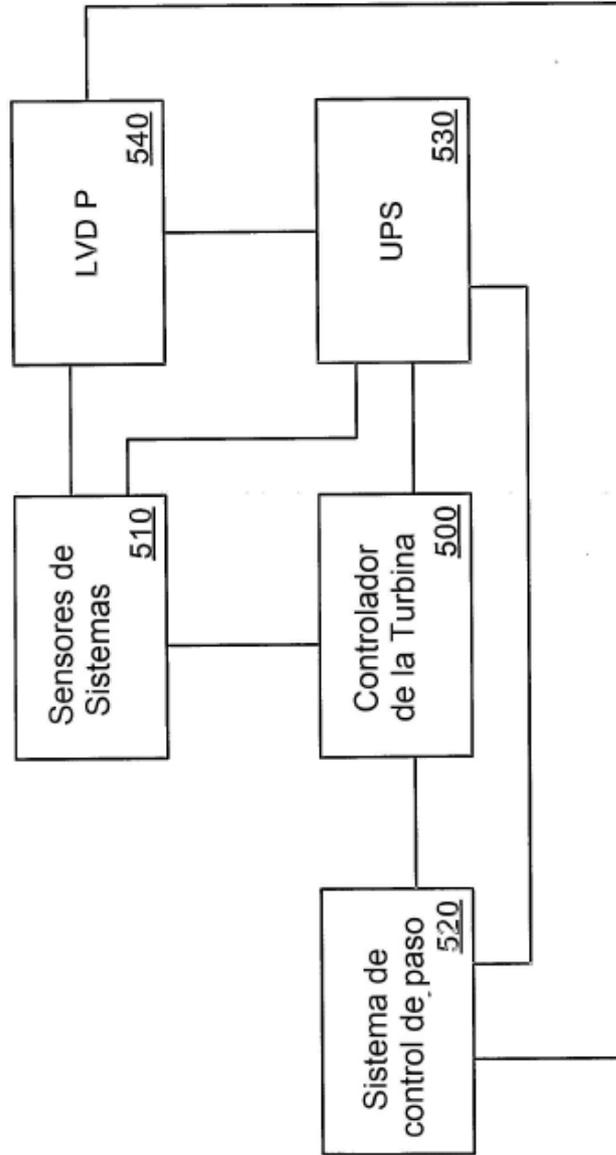


FIG. 5

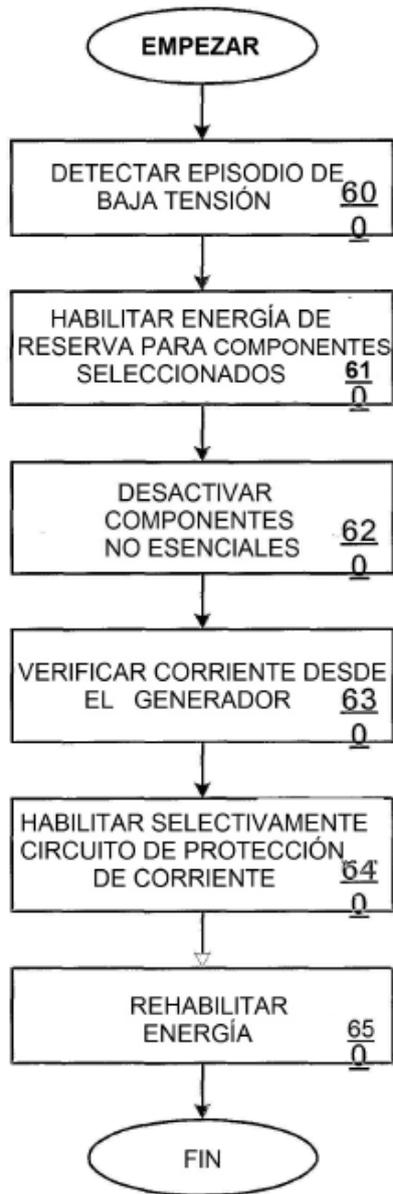


FIG. 6