

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 874 190**

51 Int. Cl.:

**F03D 17/00** (2006.01)

**F03D 7/04** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.08.2017 PCT/CN2017/095606**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2018 WO18068563**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2017 E 17860558 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.03.2021 EP 3379075**

54 Título: **Turbina eólica y método de control asociado**

30 Prioridad:

**12.10.2016 CN 201610890101**

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

**04.11.2021**

73 Titular/es:

**BEIJING GOLDWIND SCIENCE & CREATION  
WINDPOWER EQUIPMENT CO., LTD. (100.0%)  
No. 19 Kangding Road, Beijing  
Economic&Technological Development Zone,  
Daxing District  
Beijing 100176, CN**

72 Inventor/es:

**ZHU, HAIFEI;  
NIU, PEI;  
DENG, GANG y  
ZHANG, XIAOHE**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 874 190 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

Turbina eólica y método de control asociado

5 **Campo**

Las realizaciones de la presente divulgación se refieren al campo técnico del control de la generación de energía eólica y, en particular, a un generador de turbina eólica y un método de control asociado.

10 **Antecedentes**

La turbina eólica es un equipo de generación de energía que se utiliza para convertir la energía eólica en energía mecánica para hacer girar los rotores y, finalmente, dar salida a la corriente alterna. Para garantizar un funcionamiento normal de toda la turbina eólica, es necesario controlar cada sistema de la turbina eólica. En cuanto a una turbina eólica de imán permanente de accionamiento directo, un control de par de la turbina eólica, un control del sistema de enfriamiento de la turbina eólica, un control del sistema de enfriamiento de un convertidor, un control de paso variable, un control de freno, un control de guiñada y similares están relacionados durante el funcionamiento de la turbina eólica.

En toda una estructura de la turbina eólica actual, aunque un motor de accionamiento tiene una estructura de múltiples devanados, también se puede incluir una pluralidad de convertidores, y cada convertidor adopta estructuras relativamente independientes de bus consecutivas, como resultado de un circuito de generación de energía compuesto por el motor de accionamiento, conmutadores del lado de la máquina, los convertidores, conmutadores del lado de la red en serie juntos y el sistema de control principal realiza un solo control de línea principal, por lo tanto, en el caso de que falle una unidad funcional de toda la turbina eólica, el sistema de control principal solo realiza un control idéntico al de la unidad funcional, solo los múltiples devanados en el motor de accionamiento pueden detenerse al mismo tiempo o los parámetros de control de múltiples convertidores dispuestos de manera relativamente independiente pueden cambiarse al mismo tiempo. Como resultado, en el caso de que falle una de las unidades funcionales, todo el circuito de generación de energía se ve afectado, por lo tanto, no se hace un uso completo del generador de turbina eólica y se reduce la producción de energía del generador de turbina eólica.

El documento EP 1 523 088 A2 proporciona un método en conexión con un convertidor de red y un convertidor de red, incluyendo el convertidor de red dos o más módulos convertidores de red acoplados en paralelo, y primeros medios de control para controlar los módulos convertidores de red. El método incluye las etapas de controlar los módulos convertidores de red mediante los primeros medios de control, impidiendo o permitiendo el uso de uno o más módulos convertidores de red para volver a configurar el convertidor de red durante el funcionamiento del convertidor de red.

El documento CN 102 891 501 B proporciona un sistema de control distribuido de un transformador de corriente de alta potencia. El sistema de control distribuido se forma combinando una pluralidad de controladores individuales, donde cada controlador incluye un controlador maestro, el controlador maestro es responsable de la interacción con el control maestro de un ventilador y se usa para coincidir con el control maestro del ventilador para lograr el propósito de rastrear la energía eólica máxima del ventilador para realizar la generación de energía normal del ventilador; y el controlador maestro también se usa para supervisar varios estados del convertidor, está provisto de programas de prueba incorporados para que coincida con el trabajo de prueba de fábrica del convertidor y funciona de manera coordinada con otros subcontroladores.

El documento CN 105 680 567 A proporciona un método de gestión de fallos y un dispositivo de gestión de fallos de un sistema convertidor y el sistema. El sistema convertidor incluye múltiples convertidores de estructuras topológicas consecutivas en conexión en paralelo. El método incluye las siguientes etapas: cuando el sistema convertidor se avería, determinar un convertidor averiado en el sistema convertidor; enviar una primera señal de control para controlar el llevar a cabo una operación de apagado al convertidor averiado, y enviar una segunda señal de control para controlar el llevar a cabo una tarea de arranque a los convertidores no averiados en el sistema convertidor.

El documento US 2012/0217746 A1 proporciona una turbina eólica. La turbina eólica incluye al menos un generador adaptado para generar energía eléctrica y múltiples unidades convertidoras eléctricas adaptadas para convertir la energía eléctrica generada por el generador y eléctricamente conectables o conectadas al generador y a una red pública. El generador incluye un estátor segmentado en segmentos de estátor. Cada segmento de estátor incluye múltiples devanados de estátor. Los devanados del estátor de los respectivos segmentos del estátor se dividen en al menos un primer y un segundo grupo de devanados del estátor, incluyendo cada grupo al menos un devanado del estátor.

60 **Sumario**

La realización de la presente divulgación proporciona un generador de turbina eólica y un método de control asociado, resolviendo el problema técnico que en el caso de que una unidad funcional falle debido a una conexión en serie integral de unidades funcionales en la turbina eólica y el sistema de control principal realizando el control de línea principal única en la tecnología actual, todo el sistema de transmisión de energía se ve afectado, por lo tanto no se

hace un uso completo del generador de turbina eólica y se reduce la producción de energía del generador de turbina eólica.

5 En un primer aspecto, se proporciona un generador de turbina eólica en la realización de la presente divulgación, que incluye:

al menos dos sistemas de transmisión de energía conectados en paralelo entre sí;

10 un sistema de control, donde el sistema de control incluye un controlador superior y subsistemas de control proporcionados correspondientemente a los sistemas de transmisión de energía, y cada uno de los subsistemas de control incluye controladores inferiores; donde cada uno de los sistemas de transmisión de energía incluye un subsistema de generación de energía y un subsistema de transmisión de energía, las unidades funcionales del subsistema de generación de energía incluyen los devanados del generador y los radiadores de devanado del generador, las unidades funcionales del subsistema de transmisión de energía incluyen conmutadores del lado de la máquina, convertidores, radiadores de convertidores, conmutadores del lado de la red y devanados de transformadores;

15 los controladores inferiores están configurados para supervisar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en los sistemas de transmisión de energía correspondientes y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, enviar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior;

20 el controlador superior está configurado para generar instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y controlando los sistemas de transmisión de energía para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento.

25 En un segundo aspecto, se proporciona un método de control de un generador de turbina eólica en la realización de la presente divulgación, donde la turbina eólica incluye: al menos dos sistemas de transmisión de energía conectados en paralelo entre sí, cada uno de los sistemas de transmisión de energía incluye un subsistema de generación de energía y un subsistema de transmisión de energía, las unidades funcionales del subsistema de generación de energía incluyen los devanados del generador y los radiadores de devanado del generador, las unidades funcionales del subsistema de transmisión de energía incluyen conmutadores del lado de la máquina, convertidores, radiadores de convertidores, conmutadores del lado de la red y devanados de transformadores; un sistema de control, donde el sistema de control incluye un controlador superior y subsistemas de control proporcionados correspondientemente a los sistemas de transmisión de energía, y cada uno de los subsistemas de control incluye controladores inferiores; el método de control incluye:

30 los controladores inferiores supervisan los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en los sistemas de transmisión de energía correspondientes y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, enviar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior;

35 el controlador superior genera instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se produzcan de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y controla los sistemas de transmisión de energía para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento.

40 La realización de la presente divulgación proporciona un generador de turbina eólica y un método de control asociado. La turbina eólica incluye al menos dos sistemas de transmisión de energía conectados en paralelo entre sí; un sistema de control, donde el sistema de control incluye un controlador superior y subsistemas de control proporcionados correspondientemente a los sistemas de transmisión de energía, y cada uno de los subsistemas de control incluye controladores inferiores; donde los controladores inferiores se utilizan para supervisar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en los sistemas de transmisión de energía correspondientes y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, enviar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior; y el controlador superior se utiliza para generar instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se produzcan de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y controlando los sistemas de transmisión de energía para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento. Dado que todos los sistemas de transmisión de energía están conectados en paralelo entre sí, las mismas unidades funcionales de los sistemas de transmisión de energía son independientes entre sí, en el caso de que falle una unidad funcional, solo se ve afectado el sistema de transmisión de energía donde se encuentra la unidad funcional, y no se ve afectado el funcionamiento normal de otros sistemas de transmisión de energía. Los controladores

inferiores pueden supervisar las unidades funcionales correspondientes de forma independiente y, después de que el controlador superior determine que fallan las unidades funcionales correspondientes, el controlador superior genera las instrucciones de funcionamiento para controlar los sistemas de transmisión de energía defectuosos para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento y el funcionamiento normal de los sistemas de transmisión de energía no defectuosos no se ve afectado. Por lo tanto, el generador de turbina eólica se aprovecha al máximo, aumentando así la producción de energía de la turbina eólica.

**Breve descripción de los dibujos**

- 10 Con el fin de ilustrar de manera más clara las soluciones técnicas de las realizaciones de la presente divulgación o aquellas de la tecnología convencional, a continuación, se describen brevemente los dibujos adjuntos que han de usarse en la descripción de las realizaciones o de la tecnología convencional. Evidentemente, los dibujos adjuntos en la siguiente descripción son solo algunas realizaciones de la presente divulgación.
- 15 La figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;  
 la figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;  
 la figura 3 es un diagrama estructural esquemático de un controlador superior de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;  
 20 la figura 4 es un diagrama estructural esquemático de un controlador superior de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;  
 la figura 5 es un diagrama esquemático que muestra cómo cambia con el tiempo la corriente de un devanado de generador de un sistema de transmisión de energía no defectuoso;  
 25 la figura 6 es un diagrama esquemático que muestra la fuerza de un polo magnético de un devanado de generador de un sistema de transmisión de energía;  
 la figura 7 es un diagrama de flujo de un método de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;  
 la figura 8 es otro diagrama de flujo de un método de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;  
 30 la figura 9 es otro diagrama de flujo de un método de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;  
 la figura 10 es otro diagrama de flujo de un método de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación;  
 35 la figura 11 es un diagrama de modo esquemático de generación de energía mediante dos sistemas de transmisión de energía y generación de energía con la extracción de un sistema de transmisión de energía.

Números de referencia:

- 40 1- un subsistema de generación de energía, 11a- un primer devanado de generador, 11b- un primer devanado de generador, 11c- un primer conmutador del lado de la máquina, 11d- un primer convertidor, 11e- un radiador del primer convertidor, 12a- un segundo devanado de generador, 12b- un segundo radiador de devanado de generador, 12c- un segundo conmutador del lado de la máquina, 12d- un segundo convertidor, 12e- un radiador de un segundo convertidor, 2- un sistema de control, 21- un controlador inferior, 211- un módulo de control central de un convertidor, 211a1- un submódulo de control del rectificador de un primer convertidor, 211a2- un submódulo de control del inversor de un primer convertidor, 211b1- un submódulo de control del rectificador de un segundo convertidor, 211b2- un submódulo de control del inversor de un segundo convertidor, 212- un módulo de control de los conmutadores, 213- un módulo de control del radiador de un devanado de generador, 214- un módulo de control de radiador de un convertidor, 22- un controlador superior, 221- una unidad de determinación de tipo de fallo, 222- una unidad de determinación de modo de funcionamiento, 223- una unidad de generación de instrucciones de funcionamiento, 223a- un primer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento, 223b- un segundo módulo de generación de instrucciones de funcionamiento, 223c- un tercer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento, 224- una unidad de control de extracción de un sistema de transmisión de energía defectuoso, 225- una unidad de cálculo de parámetro de control desplegado, 226- una unidad de control de un sistema de transmisión de energía no defectuoso, 3- un subsistema de transmisión de energía, 31a- un primer conmutador del lado de red, 31b- un primer devanado de transformador, 32a- un segundo conmutador del lado de red, 32b- un segundo devanado de transformador, 501- una tercera curva de corriente de circuito derivado en la fase U (bobina n.º 1u3), 502- una curva de corriente del séptimo circuito derivado en la fase U (bobina n.º 1u7), 503- una curva de corriente del tercer circuito derivado en la fase V (bobina n.º 1v3), 504- una curva de corriente del séptimo circuito derivado en la fase U (bobina n.º 1v7), 505- una curva de corriente del primer circuito derivado en la fase W (bobina n.º 1w1), 506- una curva de corriente del noveno circuito derivado en la fase W (bobina n.º 1w9), 507- una curva de circulación de corriente en la fase W, 508- una curva de circulación de corriente en la curva de circulación de corriente de la fase V 509-a en la fase U.

**Descripción detallada**

65 Con el objeto de conseguir que el propósito, las soluciones técnicas y las ventajas de las realizaciones de la presente

divulgación se comprendan claramente, la presente divulgación se describirá de aquí en adelante de forma clara y completa con referencia a los dibujos. Aparentemente, las realizaciones descritas son solo una parte de las realizaciones de la presente divulgación, en lugar de todas las realizaciones.

5 Debe entenderse que el término "y/o" utilizado en la divulgación es solo una relación de incidencia de la descripción de objetos asociados, lo que indica que puede haber tres tipos de relaciones; A y/o B puede indicar tres condiciones: A existe por separado, existen tanto A como B y B existe por separado. Además, el carácter "/" en la divulgación generalmente indica que los objetos asociados son una relación de tipo "o".

10 Dependiendo del contexto, la palabra "si" usada en el presente documento puede explicarse como "en un caso donde" o "cuando" o "en respuesta a una determinación" o "en respuesta a una detección". De manera similar, dependiendo del contexto, la expresión "si se determina" o "si se detecta (la condición o evento de una declaración)" puede explicarse como "cuando se determina" o "cuando se detecta (la condición o evento de una declaración)" o "en respuesta a detectar (la condición o evento de una declaración)".

15 La figura 1 es un diagrama estructural esquemático de una primera realización de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación, y el generador de turbina eólica proporcionado en la realización incluye: al menos dos sistemas de transmisión de energía y un sistema de control. Al menos dos sistemas de transmisión de energía están conectados en paralelo entre sí, y cada uno de los sistemas de transmisión de energía tiene las mismas unidades funcionales. Cada uno de los sistemas de transmisión de energía puede generar energía de forma independiente o generar energía en paralelo. El sistema de control incluye un controlador superior y subsistemas de control proporcionados correspondientemente a los sistemas de transmisión de energía, y cada uno de los subsistemas de control incluye controladores inferiores.

20 En la realización, las circunstancias de solo dos sistemas de transmisión de energía se muestran en la figura 1 y, de acuerdo con una demanda para la producción de energía, tres sistemas de transmisión de energía, también pueden adoptarse cuatro sistemas de transmisión de energía y similares, sin limitación alguna en la realización. El generador de turbina eólica puede ser un sistema de generador de accionamiento directo de imán permanente o un generador de turbina eólica de doble alimentación o de otro tipo, sin limitación alguna en la realización.

30 En algunas realizaciones, la turbina eólica incluye al menos dos sistemas de transmisión de energía, donde todos los sistemas de transmisión de energía están conectados en paralelo entre sí, cada uno de los sistemas de transmisión de energía tiene las mismas unidades funcionales, las unidades funcionales del mismo tipo en el sistema de transmisión de energía son independientes entre sí. Por lo tanto, hay un sistema de transmisión de energía redundante en el generador de turbina eólica.

35 En algunas realizaciones, todos los conjuntos de sistemas de transmisión de energía incluyen, respectivamente, un subsistema de generación de energía y un subsistema de transmisión de energía.

40 Las unidades funcionales del subsistema de generación de energía incluyen: devanados de generador y radiadores de devanado de generador; las unidades funcionales del subsistema de transmisión de energía incluyen: conmutadores del lado de la máquina, convertidores, radiadores de convertidores, conmutadores del lado de la red y devanados de transformadores. Cuando los devanados del generador, los conmutadores del lado de la máquina, los convertidores, los conmutadores del lado de la red y los devanados del transformador están conectados en serie a su vez, los radiadores de devanado del generador se utilizan para enfriar los devanados del generador, los radiadores de los convertidores se utilizan para enfriar los convertidores.

50 Como se muestra en la figura 1, un primer subsistema de generación de energía incluye un primer devanado de generador 11a y un primer radiador de devanado de generador 11b. Un primer subsistema de transmisión de energía incluye un primer conmutador del lado de la máquina 11c, un primer convertidor 11d, un radiador del primer convertidor 11e, un primer conmutador del lado de la red 31a y un primer devanado del transformador 31b.

55 Un segundo subsistema de generación de energía incluye un segundo devanado de generador 12a y un segundo radiador de devanado de generador 12b. Un segundo subsistema de transmisión de energía incluye un segundo conmutador del lado de la máquina 12c, un segundo convertidor 12d, un radiador del segundo convertidor 12e, un segundo conmutador del lado de la red 32a y un segundo devanado de transformador 32b.

60 En la figura 1, los circuitos conectados entre el sistema de control y cada unidad funcional son circuitos de control, los circuitos conectados entre cada unidad funcional son circuitos de transmisión de energía.

65 En algunas realizaciones, los devanados del generador de al menos dos subsistemas de generación de energía son de devanado doble o de devanado múltiple, el devanado doble se puede configurar como devanado en Y doble. Los convertidores de cada subsistema de transmisión de energía pueden ser estructuras relativamente independientes de un bus consecutivo. Tanto el radiador de devanado del generador como el radiador del convertidor en cada uno de los subsistemas de transmisión de energía pueden ser estructuras de bomba dúplex. Los tipos de conmutadores del lado de la máquina y los conmutadores del lado de la red no están limitados en el presente documento.

Para cada unidad funcional en los subsistemas de transmisión de energía, se proporciona un controlador inferior correspondiente, donde un extremo del controlador inferior está conectado a la unidad funcional correspondiente, otro extremo del controlador inferior está conectado al controlador superior.

5 En algunas realizaciones, los controladores inferiores se utilizan para supervisar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en el sistema de transmisión de energía correspondiente y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, enviar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior.

10 El controlador superior se utiliza para generar instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes, y controlando los sistemas de transmisión de energía defectuosos para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento.

15 Para comprender mejor la realización, un método de control del generador de turbina eólica determinado a través de la estructura y las relaciones de posición de los componentes puede referirse a la figura 7. En aplicación práctica, los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en los sistemas de transmisión de energía supervisados por cada controlador inferior pueden variar correspondientemente de acuerdo con las unidades funcionales. Para el convertidor, se pueden supervisar las temperaturas de funcionamiento de un módulo rectificador, se pueden supervisar un módulo inversor y un módulo de filtro en el convertidor y las señales de latido cardíaco del convertidor. Para el devanado del generador, los parámetros del estado operativo supervisado pueden referirse a si las corrientes trifásicas están equilibradas, a las temperaturas del devanado del generador y similares.

20 En algunas realizaciones, el método de cada controlador inferior para determinar si las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo puede incluir: almacenar previamente un intervalo numérico de los parámetros del estado operativo anormal de cada unidad funcional; comparar el valor de los parámetros del estado operativo supervisado con el intervalo numérico de los parámetros del estado operativo anormal de cada unidad funcional; en el caso de que el valor de los parámetros del estado operativo supervisado se encuentre en el intervalo numérico de los parámetros del estado operativo anormal, determinar que la unidad funcional correspondiente cumple las condiciones anormales. El método para determinar si la unidad funcional correspondiente cumple las condiciones anormales puede ser otros métodos, sin limitación alguna en la realización.

25 En algunas realizaciones, el método del controlador superior que determina si los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes no está limitado en el presente documento. Las condiciones anormales de cada unidad funcional pueden almacenarse de antemano, se determina si los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales y, si la determinación es afirmativa, se determina que se producen los fallos de la unidad funcional correspondiente. También se pueden adoptar otros métodos para determinar si se producen los fallos de la unidad funcional correspondiente, sin limitación alguna en la realización.

30 En algunas realizaciones, después de determinar que los fallos de la unidad funcional correspondiente se producen bajo la condición de que se determine que los fallos de la unidad funcional correspondiente se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes, las instrucciones de funcionamiento pueden generarse automáticamente, o después de recibir señales de habilitación, también se pueden generar las instrucciones de funcionamiento, para controlar el sistema de transmisión de energía defectuoso para que funcione de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento. Las instrucciones de funcionamiento pueden ser una instrucción para extraer el sistema de transmisión de energía defectuoso, o una instrucción para ajustar el estado operativo del sistema de transmisión de energía defectuoso, tal como una instrucción para ajustar los parámetros operativos en el sistema de transmisión de energía defectuoso para restablecer el sistema de transmisión de energía defectuoso a la normalidad, o una instrucción para controlar los estados operativos del sistema de transmisión de energía no defectuoso.

35 En algunas realizaciones, en un caso en el que el controlador superior controla el sistema de transmisión de energía defectuoso para que funcione de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento, dado que el sistema de transmisión de energía defectuoso y el sistema de transmisión de energía no defectuoso están conectados en paralelo entre sí, el sistema de transmisión de energía no defectuoso puede funcionar normalmente y continuar generando y transmitiendo energía.

40 El generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización incluye: al menos dos sistemas de transmisión de energía, donde los sistemas de transmisión de energía están conectados en paralelo entre sí; un sistema de control, donde el sistema de control incluye un controlador superior y subsistemas de control proporcionados correspondientemente a todos los sistemas de transmisión de energía, y cada uno de los subsistemas de control incluye controladores inferiores; donde los controladores inferiores se utilizan para supervisar los parámetros del

estado operativo de las unidades funcionales en los sistemas de transmisión de energía correspondientes y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, enviar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior; el controlador superior se utiliza para generar instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y controlando los sistemas de transmisión de energía para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento. Dado que todos los sistemas de transmisión de energía están conectados en paralelo entre sí, las mismas unidades funcionales de los sistemas de transmisión de energía son independientes entre sí, dos sistemas de transmisión de energía pueden funcionar al mismo tiempo, por lo tanto, en el caso de que falle una unidad funcional, solo se ve afectado el sistema de transmisión de energía donde se encuentra la unidad funcional, y no se ve afectado el funcionamiento normal de otros sistemas de transmisión de energía, y los controladores inferiores pueden supervisar las unidades funcionales correspondientes de forma independiente. Una vez que el controlador superior determina que fallan las unidades funcionales correspondientes, las instrucciones de funcionamiento se generan para controlar los sistemas de transmisión de energía defectuosos para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento y el funcionamiento normal del circuito de generación de energía no defectuoso no se ve afectado, por lo tanto, el generador de turbina eólica se aprovecha al máximo, aumentando así la producción de energía de la turbina eólica.

La figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación. Excepto por los controladores inferiores del convertidor, solo un conjunto de otros controladores inferiores y el controlador superior se muestran en la figura 2. Hay dos controladores inferiores correspondientes al convertidor. Como se muestra en la figura 2, el generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización define además los controladores inferiores y el controlador superior del sistema de control en función de la primera realización del generador de turbina eólica de la presente divulgación, el generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización incluye las siguientes características.

Los controladores inferiores en cada uno de los subsistemas de control del sistema de control incluyen: un módulo de control central de un convertidor 211, un módulo de control de los conmutadores 212, un módulo de control de radiador de devanado del generador 213 y un módulo de control de radiador de un convertidor 214.

El módulo de control central del convertidor 211 se utiliza para controlar y gestionar todo el convertidor.

En algunas realizaciones, el módulo de control central del convertidor 211 incluye: un submódulo de control del rectificador y un submódulo de control del inversor.

El submódulo de control del rectificador se utiliza para controlar el estado de trabajo del módulo rectificador del convertidor en el sistema de transmisión de energía y supervisar los parámetros del estado operativo del módulo rectificador. El submódulo de control del inversor se utiliza para controlar el estado de trabajo del módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía y supervisar los parámetros del estado operativo del módulo inversor.

El módulo de control central del convertidor 211 mostrado en la figura 2 incluye: un submódulo de control del rectificador de un primer convertidor 211a1, un submódulo de control del inversor de un primer convertidor 211a2, un submódulo de control de rectificador de un segundo convertidor 211b1 y un submódulo de control de inversor de un segundo convertidor 211b2.

En algunas realizaciones, el submódulo de control del rectificador supervisa los parámetros de estado operativo del módulo rectificador del convertidor en el sistema de transmisión de energía, con la condición de que se determine que el módulo rectificador cumple las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, envíe los parámetros de estado operativo del módulo rectificador al módulo de control central del convertidor y luego al controlador superior a través del módulo de control central del convertidor. El controlador superior genera las instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos del módulo rectificador se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo del módulo rectificador, y controla el estado de trabajo del módulo rectificador del convertidor en el sistema de transmisión de energía a través del módulo de control central del submódulo de control del convertidor y rectificador.

De manera similar, el submódulo de control del inversor supervisa los parámetros de estado operativo del módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía, y bajo la condición de que se determine que el módulo inversor cumple las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, envía los parámetros de estado operativo del módulo inversor al módulo de control central del convertidor y luego al controlador superior a través del módulo de control central del convertidor. El controlador superior genera las instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos del módulo inversor se producen de acuerdo con los parámetros de estado de trabajo del módulo inversor, y controla el estado de trabajo del módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía a través del módulo de control central del convertidor y el submódulo de control del inversor.

En algunas realizaciones, el módulo de control de conmutador 212 se utiliza para controlar el estado de trabajo de los conmutadores del lado de la máquina y los conmutadores del lado de la red.

5 Preferentemente, el módulo de control central del convertidor 211 se proporciona en el convertidor, puede entenderse que el submódulo de control del rectificador y el submódulo de control del inversor también se proporcionan en el convertidor.

10 Preferentemente, el módulo de control de los conmutadores 212, el módulo de control del radiador de devanado del generador 213 y el módulo de control del radiador del convertidor 214 se proporcionan en un armario de control principal.

Cabe señalar que el módulo de control central del convertidor controla tanto el convertidor como el devanado del generador.

15 Los controladores inferiores del generador de turbina eólica proporcionados en la realización incluyen: el módulo de control central del convertidor, el módulo de control de los conmutadores, el módulo de control del radiador de devanado del generador y el módulo de control del radiador del convertidor. Donde el módulo de control central del convertidor incluye el submódulo de control del rectificador y el submódulo de control del inversor. El submódulo de control del rectificador se utiliza para controlar el estado de trabajo del módulo rectificador del convertidor en el sistema de transmisión de energía y supervisar los parámetros del estado operativo del módulo rectificador. El submódulo de control del inversor se utiliza para controlar el estado de trabajo del módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía y supervisar los parámetros del estado operativo del módulo inversor. El módulo de control de los conmutadores se utiliza para controlar el estado de trabajo de los conmutadores del lado de la máquina y los conmutadores del lado de la red.

20 Preferentemente, el controlador superior, el módulo de control de los conmutadores, el módulo de control del radiador de devanado del generador y el módulo de control del radiador del convertidor se proporcionan en un armario de control principal; el módulo de control central del convertidor se proporciona en el convertidor, que es más conveniente para supervisar los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales en el circuito de generación de energía y administrar el controlador.

30 La figura 3 es un diagrama estructural esquemático de un controlador superior de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación. Como se muestra en la figura 3, el generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización define además el controlador superior en función de la segunda realización del generador de turbina eólica de la presente divulgación, y el generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización incluye además las siguientes características.

40 El controlador superior del generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización incluye específicamente: una unidad de determinación del tipo de fallo 221, una unidad de determinación del modo de funcionamiento 222 y una unidad de generación de instrucciones de funcionamiento 223.

45 En algunas realizaciones, la unidad de determinación de tipo de fallo 221 se usa para determinar si los fallos de las correspondientes unidades funcionales se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las correspondientes unidades funcionales y, si los fallos se producen, se determina el tipo de fallo.

50 Específicamente, en la realización, la unidad de determinación del tipo de fallo 221 puede clasificar el fallo del sistema de transmisión de energía de antemano y almacenar previamente el tipo de fallo. Después de determinar que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes, el tipo de fallo de la unidad funcional correspondiente se determina de acuerdo con el tipo de fallo almacenado previamente.

En algunas realizaciones, el modo de funcionamiento incluye cualquiera de los siguientes modos:

55 Un modo de extracción automática en línea, un modo de extracción automática fuera de línea y un modo de extracción pasiva.

60 El modo de extracción automática en línea es un modo en el que se controla el sistema de transmisión de energía defectuoso para que se extraiga automáticamente sin bajar. El modo de extracción automática fuera de línea es un modo en el que el sistema de transmisión de energía defectuoso puede controlarse automáticamente para que se extraiga después de bajar y reiniciar. El modo de extracción pasiva es un modo en el que el técnico envía manualmente la señal de habilitación de extracción, y el sistema de control controla que el sistema de transmisión de energía defectuoso sea extraído.

65 En algunas realizaciones, la unidad de determinación del tipo de fallo 221 puede clasificar el tipo de fallo de acuerdo con el modo de funcionamiento. El tipo de fallo que puede adoptar el modo de extracción automática en línea se divide

como un primer tipo de fallo, el tipo de fallo que puede adoptar el modo de extracción automática fuera de línea se divide como un segundo tipo de fallo, el tipo de fallo que puede adoptarse en el modo de extracción pasiva se divide como un tercer tipo de fallo.

5 En algunas realizaciones, la unidad de determinación del modo de funcionamiento 222, conectada a la unidad de determinación del tipo de fallo 221, se utiliza para determinar el modo de funcionamiento del sistema de transmisión de energía defectuoso de acuerdo con las relaciones correspondientes entre los tipos de fallos almacenados previamente y los modos de funcionamiento.

10 En algunas realizaciones, la unidad de determinación del modo de funcionamiento 222 almacena previamente las relaciones correspondientes entre los tipos de fallos y los modos de funcionamiento. Es decir, el primer tipo de fallo corresponde al modo de extracción automática en línea, el segundo tipo de fallo corresponde al modo de extracción automática fuera de línea y el tercer tipo de fallo corresponde al modo de extracción pasiva. De acuerdo con el tipo de fallo al que pertenecen las correspondientes unidades funcionales, se buscan las relaciones correspondientes entre  
15 los tipos de fallos almacenados previamente y los modos de funcionamiento para determinar el modo de extracción correspondiente al tipo de fallo al que pertenecen las unidades funcionales correspondientes.

En algunas realizaciones, la unidad de generación de instrucciones de funcionamiento 223, conectada a la unidad de determinación de modo de funcionamiento 222, se utiliza para generar las instrucciones de funcionamiento de acuerdo  
20 con el modo de funcionamiento.

En algunas realizaciones, la unidad de generación de instrucciones de funcionamiento 223 incluye: un primer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223a, un segundo módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223b y un tercer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223c.  
25

En caso de que el modo de funcionamiento sea el modo de extracción automática en línea, el primer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223a se utiliza para generar la instrucción de extracción automáticamente en un estado en el que no se detiene el funcionamiento del generador de turbina eólica.

30 En caso de que el modo de funcionamiento sea el modo de extracción automática fuera de línea, el segundo módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223b se usa para controlar el generador de turbina eólica para detener el funcionamiento y determinar si el generador de turbina eólica se ha reiniciado y, en un caso en el que el generador de turbina eólica se ha reiniciado, el segundo módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223b genera la instrucción de extracción automáticamente.  
35

En caso de que el modo de funcionamiento sea el modo de extracción pasiva, el tercer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223c se usa para determinar si se recibe la señal de habilitación de extracción y, en un caso en el que se recibe la señal de habilitación de extracción, el tercer módulo 223c de generación de instrucciones de funcionamiento genera la instrucción de extracción de acuerdo con la señal de habilitación de extracción.  
40

Específicamente, en la realización, en caso de que el modo de funcionamiento sea el modo de extracción pasiva, el tercer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223c envía la información de solicitud al dispositivo de control central, para que, después de que el técnico confirme nuevamente el fallo, si el otro sistema de transmisión de energía no defectuoso puede continuar generando energía mediante la extracción del sistema de transmisión de energía defectuoso, el técnico envía la señal de habilitación de extracción al controlador superior a través del dispositivo de control central, y el tercer módulo 223c de generación de instrucciones de funcionamiento genera la instrucción de extracción de acuerdo con la señal de habilitación de extracción.  
45

En algunas realizaciones, el controlador superior incluye además: una unidad de control de extracción de un sistema de transmisión de energía defectuoso 224.  
50

La unidad de control de extracción del sistema de transmisión de energía defectuoso 224 conectado a la unidad de generación de instrucciones de funcionamiento 223, se utiliza para controlar el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con las instrucciones de extracción y se extraiga del generador de turbina eólica.  
55

Por lo tanto, en la realización, después de generar la instrucción de extracción mediante el primer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223a, el segundo módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223b y el tercer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento 223c, la unidad de control de extracción del sistema de transmisión de energía defectuoso 224 controla el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con la instrucción de extracción.  
60

La turbina eólica provista en la realización supervisa los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en el sistema de transmisión de energía correspondiente a través de los controladores inferiores y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales  
65

correspondientes se envían al controlador superior, y la unidad de determinación del tipo de fallo del controlador superior determina si los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y determina un tipo de fallo si se producen los fallos. La unidad de determinación del modo de funcionamiento determina el modo de funcionamiento del sistema de transmisión de energía de acuerdo con el tipo de fallo y las relaciones correspondientes entre los tipos de fallo almacenados previamente y los modos de funcionamiento, y la unidad de generación de instrucciones de funcionamiento genera las instrucciones de funcionamiento de acuerdo con el modo de funcionamiento.

El modo de funcionamiento es el modo de extracción automática en línea, el modo de extracción automática fuera de línea o el modo de extracción pasiva. Las instrucciones de funcionamiento son las instrucciones de extracción, y la unidad de control de extracción del sistema de transmisión de energía defectuoso controla el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con la instrucción de extracción, de modo que el sistema de transmisión de energía defectuoso se extraiga del generador de turbina eólica. No solo se hace un uso completo del generador de turbina eólica, sino que también se incrementa la producción de energía de la turbina eólica. Para una variedad de tipos de fallos, si el fallo no se puede reparar, el sistema de transmisión de energía defectuoso se puede extraer directamente.

La figura 4 es un diagrama estructural esquemático de un controlador superior de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación. Como se muestra en la figura 4, el generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización define además el controlador superior en función de la tercera realización del generador de turbina eólica de la presente descripción.

En algunas realizaciones, el controlador superior incluye además: una unidad de cálculo de parámetros de control desplegados 225 y una unidad de control de un sistema de transmisión de energía no defectuoso 226.

La unidad de cálculo de parámetros de control desplegados 225 se usa para calcular los parámetros de control desplegados en un sistema de transmisión de energía no defectuoso.

En algunas realizaciones, los parámetros de control desplegados incluyen, por ejemplo, valores de ajuste de par, valores reactivos dados, valores de inductancia, valores de resistencia y datos de la cadena magnética del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso.

Los parámetros de control desplegados pueden incluir además: los parámetros de control desplegados para limitar las corrientes de circulación y similares.

Los valores de inductancia, los valores de resistencia y los datos de la cadena magnética del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso son parámetros de los devanados del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso.

En algunas realizaciones, los parámetros de los devanados del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso se determinan a través de una simulación y una prueba después de extraer el sistema de transmisión de energía defectuoso, o después de extraer el sistema de transmisión de energía defectuoso, el módulo de control central del convertidor adquiere cambios en la corriente y la tensión del convertidor en el sistema de transmisión de energía no defectuoso, para enviarlos al controlador superior, de modo que el controlador superior calcule los parámetros de los devanados en el sistema de transmisión de energía no defectuoso de acuerdo con los cambios en la corriente y la tensión.

La unidad de control del sistema de transmisión de energía no defectuoso 226, conectado a la unidad de cálculo de parámetros de control desplegados 225, se utiliza para controlar el estado operativo del sistema de transmisión de energía no defectuoso de acuerdo con los parámetros de control desplegados.

En algunas realizaciones, la unidad de cálculo de parámetros de control desplegados 225 controla el estado operativo del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso de acuerdo con los valores de ajuste de par, los valores reactivos dados, los valores de inductancia, los valores de resistencia y los datos de la cadena magnética del generador en los parámetros de control desplegados, lo que permite al generador aumentar la producción de energía y satisfacer la demanda. Y la unidad de cálculo de parámetros de control desplegados 225 puede controlar las corrientes de circulación en los devanados del generador de acuerdo con los parámetros de control desplegados para limitar las corrientes de circulación.

En la turbina eólica proporcionada en la realización, el controlador inferior supervisa los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en el sistema de transmisión de energía correspondiente y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, envía los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior, de modo que el controlador superior determine si los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y, si se producen los fallos, el controlador superior determina el tipo de fallo, determina

el modo de funcionamiento del sistema de transmisión de energía de acuerdo con el tipo de fallo y las relaciones correspondientes entre los tipos de fallo almacenados previamente y los modos de funcionamiento, y genera las instrucciones de funcionamiento de acuerdo con el modo de funcionamiento. El modo de funcionamiento es el modo de extracción automática en línea, el modo de extracción automática fuera de línea o el modo de extracción pasiva.

5 Las instrucciones de funcionamiento son las instrucciones de extracción, que controlan el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con las instrucciones de extracción, permitiendo que el sistema de transmisión de energía defectuoso sea extraído del generador de turbina eólica. La unidad de cálculo del parámetro de control desplegado del controlador superior calcula los parámetros de control desplegados del sistema de transmisión de energía no defectuoso, la unidad de control del sistema de transmisión de energía no defectuoso  
10 se utiliza para controlar el estado operativo del sistema de transmisión de energía no defectuoso de acuerdo con los parámetros de control desplegados, por lo tanto, no solo aprovecha al máximo el generador de turbina eólica, sino que también aumenta la producción de energía de la turbina eólica. Y, después de que se extraiga el sistema de transmisión de energía defectuoso, el sistema de transmisión de energía no defectuoso también puede satisfacer la demanda de generación de energía.

15 Dado que los generadores en el generador de turbina eólica proporcionados en la realización adoptan una estructura de devanado doble o de devanado múltiple, en caso de que no se extraiga un sistema de transmisión de energía, tres fases de U/V/W de cada conjunto del devanado del generador son uniformes y simétricas en el espacio, y no existen corrientes de circulación entre diferentes ramas de una misma fase dispuestas en paralelo. Dado que después  
20 de que se extraiga el sistema de transmisión de energía defectuoso, las tres fases de U/V/W del devanado del generador restante no son uniformes y simétricas en el espacio, existen las corrientes de circulación existentes entre diferentes ramas de la misma fase dispuestas en paralelo, que puede provocar un sobrecalentamiento local en el devanado del generador y generar fuerzas radiales y fuerzas tangenciales de frecuencias correspondientes en los polos magnéticos, y actuar con una onda base de la fuerza electromotriz inductiva sintéticamente y generar pares de rizado. El aumento de las fuerzas radiales y tangenciales en los polos magnéticos y los nuevos pares de rizado  
25 generados pueden causar una gran vibración del generador y afectar la vida útil del generador. Y la vibración del generador puede generar tonos de ruido de una frecuencia correspondiente.

30 Tomando como ejemplo un generador de imanes permanentes de accionamiento directo, en el caso de que el generador de imanes permanentes de accionamiento directo tenga dos sistemas de transmisión de energía, después de que se extraiga el sistema de transmisión de energía defectuoso, se recogen el cambio actual del devanado del sistema de transmisión de energía no defectuoso a lo largo del tiempo y la fuerza del polo magnético.

35 La figura 5 es un diagrama esquemático que muestra cómo cambia con el tiempo la corriente de un devanado de generador de un sistema de transmisión de energía no defectuoso. La figura 5 muestra las corrientes de las tres fases de U/V/W del devanado único del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso, cada fase incluye 8 ramas dispuestas en paralelo, y la corriente de cada una de las 8 ramas de la misma fase se recoge para adquirir una corriente máxima y una corriente mínima. Una curva 501 y una curva 502 en la figura 5 son una curva de corriente de una tercera rama de la fase U y una curva de corriente de una séptima rama en la fase U respectivamente, que  
40 son la corriente máxima y la corriente mínima de la fase U. De manera similar, una curva 503 y una curva 504 son una curva de corriente de una tercera rama de la fase V y una curva de corriente de una séptima rama de la fase V respectivamente, que son la corriente máxima y la corriente mínima de la fase V. Una curva 505 y una curva 506 son una curva de corriente de una primera rama de la fase W y una curva de corriente de una novena rama de la fase W respectivamente, que son la corriente máxima y la corriente mínima de la fase W. Las tres curvas inferiores en la figura  
45 5 son curvas formadas por la diferencia de corriente entre la rama de la corriente máxima y la rama de la corriente mínima de cada fase, respectivamente, que son las correspondientes corrientes de circulación respectivamente. Una curva 509 es la corriente de circulación de la fase U, una curva 508 es la corriente de circulación de la fase V, una curva 507 es la corriente de circulación de la fase W. Se sabe que la corriente de circulación máxima es el 5,7 % de una corriente nominal mediante la comparación de una corriente de circulación máxima con la corriente máxima.

50 La figura 6 es un diagrama esquemático que muestra la fuerza de un polo magnético de un devanado de generador de un sistema de transmisión de energía. Como se muestra en la figura 6, cuatro curvas en la figura son curvas cambiantes de la fuerza tangencial y la fuerza radial del polo magnético a lo largo del tiempo bajo el funcionamiento de un devanado doble o un devanado simple, respectivamente. Puede conocerse a partir de la figura 6 que, después  
55 de que se extraiga el sistema de transmisión de energía defectuoso, la fuerza tangencial y la fuerza radial del polo magnético único pueden aumentar mucho bajo el funcionamiento del devanado único del sistema de transmisión de energía no defectuoso, y el aumento es de aproximadamente el 3 %.

60 Para restringir la influencia del sistema de transmisión de energía no defectuoso provocada por la extracción del sistema de transmisión de energía defectuoso, limitar la vibración del generador y reducir los tonos de ruido de la frecuencia correspondiente generados por la vibración del generador, el generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización incluye además las siguientes características en función de la cuarta realización del generador de turbina eólica de la presente descripción.

65 En algunas realizaciones, los parámetros de control desplegados son parámetros de control desplegados de corrientes armónicas.

La unidad de cálculo de parámetros de control desplegados 225 se usa específicamente para calcular los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas de acuerdo con las corrientes de circulación generadas por el devanado del generador bajo el funcionamiento del sistema de transmisión de energía no defectuoso.

5 Las corrientes armónicas son corrientes que limitan las corrientes de circulación. Los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas incluyen: una amplitud, una fase y una frecuencia.

10 En algunas realizaciones, mediante la supervisión del sistema de transmisión de energía no defectuoso, al recoger las corrientes de circulación y determinar la amplitud, la fase y la frecuencia de las corrientes de circulación, se puede calcular que la amplitud de las corrientes armónicas es igual a la amplitud de las corrientes de circulación, la fase de las corrientes armónicas es opuesta a la fase de las corrientes de circulación y la frecuencia de las corrientes armónicas es igual a la frecuencia de las corrientes de circulación.

15 La unidad de control del sistema de transmisión de energía no defectuoso 226 se utiliza específicamente para controlar el módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía no defectuoso para inyectar las corrientes armónicas para eliminar las corrientes de circulación de acuerdo con los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas.

20 Específicamente, en la realización, el módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía no defectuoso está controlado para generar e inyectar la corriente armónica de acuerdo con la amplitud, la fase y la frecuencia de las corrientes armónicas. Dado que la amplitud y la frecuencia de las corrientes armónicas son iguales a la amplitud y la frecuencia de las corrientes de circulación, y la fase de las corrientes armónicas es opuesta a la fase de las corrientes de circulación, las corrientes armónicas inyectadas pueden eliminar las corrientes de circulación. La  
25 eliminación de las corrientes de circulación reduce la fuerza radial y la fuerza tangencial producida en los polos magnéticos a los valores cuando no se extrae el sistema de transmisión de energía defectuoso, y limita aún más la vibración del generador y los tonos de ruido.

30 En la turbina eólica proporcionada en la realización, después de que la unidad de control de extracción del sistema de transmisión de energía defectuoso en el controlador superior controle el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con las instrucciones de extracción y se retire del generador de turbina eólica, la unidad de cálculo de parámetros de control desplegado calcula los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas de acuerdo con las corrientes de circulación generadas por el devanado del generador bajo el funcionamiento del sistema de transmisión de energía no defectuoso; la unidad de control del sistema de transmisión  
35 de energía no defectuoso controla el módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía no defectuoso para inyectar las corrientes armónicas para eliminar las corrientes de circulación de acuerdo con los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas, no solo aprovechando al máximo la turbina eólica, sino que también aumenta la producción de energía de la turbina eólica. La eliminación de las corrientes de circulación reduce la fuerza radial y la fuerza tangencial producida en los polos magnéticos a los valores cuando no se extrae el sistema de transmisión de energía defectuoso, y limita aún más la vibración del generador y los tonos de ruido.

40 La figura 7 es un diagrama de flujo de un método de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación, y el método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización se usa para controlar el generador de turbina eólica proporcionado en las realizaciones anteriores. Entretanto, para comprender mejor la realización, las relaciones de estructura y posición de los componentes pueden referirse a la figura 1. El método de control del generador de turbina eólica se aplica en el generador de turbina eólica proporcionado en la primera realización de la presente descripción, y el generador de turbina eólica incluye: al menos dos sistemas de transmisión de energía conectados en paralelo entre sí; y un sistema de control que incluye un controlador superior y subsistemas de control proporcionados correspondientemente a los sistemas de transmisión de energía, en donde  
45 cada uno de los subsistemas de control incluye controladores inferiores. El método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización incluye las siguientes etapas 701 a 702.

50 En la etapa 701, los controladores inferiores supervisan los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en los sistemas de transmisión de energía correspondientes y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, enviar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior.

60 En la realización, como se muestra en la figura 2, para cada uno de los subsistemas de control, los controladores inferiores son respectivamente: un módulo de control central de un convertidor, un módulo de control de los conmutadores, un módulo de control de radiador de un devanado de generador y un módulo de control de radiador de un convertidor.

65 En la realización, los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en los sistemas de transmisión de energía supervisados por cada controlador inferior correspondientemente pueden ser diferentes de acuerdo con las unidades funcionales.

En la realización, el método de cada controlador inferior que determina si las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo tampoco está limitado en el presente documento.

5 En la realización, la descripción de cada controlador inferior que supervisa los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en los sistemas de transmisión de energía correspondientemente y la descripción del método de cada controlador inferior para determinar si las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo puede referirse a la descripción correspondiente en la primera realización del generador de turbina eólica de la presente divulgación específicamente, no repitiéndose en el presente documento.

15 En la etapa 702, el controlador superior genera instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y controla los sistemas de transmisión de energía defectuosos para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento.

20 En la realización, el controlador superior está conectado a cada controlador inferior en el subsistema de control, comunicándose a través de un bus o Ethernet.

25 Específicamente, en la realización, el método del controlador superior que determina si los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes no está limitado en el presente documento. Las condiciones anormales de cada unidad funcional pueden almacenarse de antemano, se determina si los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales y, si la determinación es afirmativa, se determina que se producen los fallos de la unidad funcional correspondiente. También se pueden adoptar otros métodos para determinar si se producen los fallos de la unidad funcional correspondiente, sin limitación alguna en la realización.

30 En la realización, después de determinar que se producen los fallos de las unidades funcionales correspondientes, el método de envío de las instrucciones de funcionamiento tampoco está limitado.

35 En la realización, la descripción del controlador que determina si los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y la descripción del método de envío de las instrucciones de funcionamiento después de determinar que se producen los fallos de las unidades funcionales correspondientes puede referirse a la descripción correspondiente en la primera realización del generador de turbina eólica de la presente divulgación específicamente, no repitiéndose en el presente documento.

40 En el método de control, el generador de turbina eólica proporcionado en la realización, los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en el sistema de transmisión de energía correspondiente se controlan a través de los controladores inferiores; con la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, los controladores inferiores envían los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior; el controlador superior genera instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes, y controla los sistemas de transmisión de energía defectuosos para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento. Dado que cada uno de los sistemas de transmisión de energía en el generador de turbina eólica está conectado en paralelo entre sí, y las mismas unidades funcionales de los sistemas de transmisión de energía son independientes entre sí, en el caso de que falle una unidad funcional, solo se ve afectado el circuito donde se encuentra la unidad funcional, y no se ve afectado el funcionamiento normal de otros sistemas de transmisión de energía. Los controladores inferiores pueden supervisar las unidades funcionales correspondientes de forma independiente y, después de que el controlador superior determine que fallan las unidades funcionales correspondientes, el controlador superior genera las instrucciones de funcionamiento para controlar los sistemas de transmisión de energía defectuosos para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento y el funcionamiento normal del circuito de generación de energía no defectuoso no se ve afectado y, por lo tanto, se hace un uso completo del generador de turbina eólica, aumentando así la producción de energía de la turbina eólica.

60 La figura 8 es un diagrama de flujo de una segunda realización de un método de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación. Como se muestra en la figura 8, el método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización define además la etapa 702 de la primera realización del método de control del generador de turbina eólica de la presente divulgación, y mientras tanto, para comprender mejor la realización, las relaciones de estructura y posición de los componentes pueden referirse a la figura 3. El método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la presente realización incluye las siguientes etapas 801 a 815.

5 En la etapa 801, los controladores inferiores supervisan los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en los sistemas de transmisión de energía correspondientes y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, enviar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior.

En la realización, la implementación de la etapa 801 es la misma que la de la etapa 701 en el método de control de la primera realización del generador de turbina eólica en esta descripción, no repitiéndose en el presente documento.

10 En la etapa 802, el controlador superior determina si los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y, si la determinación es afirmativa, se determina un tipo de fallo.

15 En algunas realizaciones, en la realización, los fallos del sistema de transmisión de energía pueden clasificarse de antemano y los tipos de fallos se almacenan previamente. Después de determinar que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes, el tipo de fallo de la unidad funcional correspondiente se determina de acuerdo con los tipos de fallos almacenados previamente.

20 En la realización, los tipos de fallos pueden clasificarse según el modo de funcionamiento. El tipo de fallo que puede adoptar el modo de extracción automática en línea se divide como un primer tipo de fallo, el tipo de fallo que puede adoptarse el modo de extracción automática fuera de línea se divide como un segundo tipo de fallo, y el tipo de fallo que puede adoptarse el modo de extracción pasiva se divide como un tercer tipo de fallo.

25 En la etapa 803, el controlador superior determina el modo de funcionamiento del sistema de transmisión de energía defectuoso de acuerdo con las relaciones correspondientes entre los tipos de fallos almacenados previamente y los modos de funcionamiento.

30 El modo de funcionamiento se refiere para cualquiera de los siguientes modos:

Un modo de extracción automática en línea, un modo de extracción automática fuera de línea y un modo de extracción pasiva.

35 Específicamente, en la realización, las relaciones correspondientes entre los tipos de fallos y los modos de funcionamiento están almacenadas previamente. Es decir, el primer tipo de fallo corresponde al modo de extracción automática en línea, el segundo tipo de fallo corresponde al modo de extracción automática fuera de línea y el tercer tipo de fallo corresponde al modo de extracción pasiva. De acuerdo con el tipo de fallo al que pertenecen las correspondientes unidades funcionales, se buscan las relaciones correspondientes entre los tipos de fallos almacenados previamente y los modos de funcionamiento para determinar el modo de funcionamiento correspondiente al tipo de fallo al que pertenecen las unidades funcionales correspondientes.

45 En la etapa 804, el controlador superior determina si el modo de funcionamiento es el modo de extracción automática en línea y, si el resultado de la determinación es afirmativo, se lleva a cabo la etapa 805, de lo contrario, se lleva a cabo la etapa 806.

En algunas realizaciones, en la realización, los modos de funcionamiento incluyen tres tipos, si el modo de funcionamiento es el modo de extracción automática en línea se determina en primer lugar para realizar un proceso de extracción de la manera más conveniente.

50 En la etapa 805, el controlador superior genera la instrucción de extracción automáticamente en el estado en que no se detiene el funcionamiento del generador de turbina eólica.

55 Dado que los fallos correspondientes al modo de extracción automática en línea son los fallos que el sistema de transmisión de energía donde se encuentra el componente correspondiente puede extraerse sin bajar, en caso de que el modo de funcionamiento sea el modo de extracción automática en línea, en el estado de que no se detenga el funcionamiento de la turbina eólica, la instrucción de extracción se genera automáticamente y se realiza la etapa 814.

60 El primer tipo de fallos incluye una temperatura demasiado alta del líquido del radiador del convertidor, sobretensión de la temperatura del módulo Du/Dt del convertidor y similares. Estos fallos pueden ubicarse en las unidades funcionales donde se producen los fallos, posicionadas adicionalmente al sistema de transmisión de energía donde se producen los fallos. Por lo tanto, sin bajarse, solo necesita extraer el sistema de transmisión de energía defectuoso.

65 En la etapa 806, el controlador superior determina si el modo de funcionamiento es el modo de extracción automática fuera de línea y, si el resultado de la determinación es afirmativo, se lleva a cabo la etapa 807, de lo contrario, se lleva a cabo la etapa 809.

En la etapa 807, el controlador superior controla el generador de turbina eólica para detener el funcionamiento.

5 En la etapa 808, en caso de que se haya reiniciado la turbina eólica, la instrucción de extracción se genera automáticamente.

10 La realización se describe junto con las etapas 806 a 808. En la realización, el modo de extracción automática fuera de línea es el modo en el que se controla el sistema de transmisión de energía defectuoso para que se extraiga automáticamente después de bajar y reiniciar y, en comparación con el modo de extracción automática en línea, en el modo de extracción automática fuera de línea, es necesario extraer el circuito de generación de energía defectuoso automáticamente solo después de bajar y determinar que se puede reiniciar.

15 El segundo tipo de fallos incluyen: señales anormales de latidos del corazón de un solo circuito de generación de energía y el convertidor, pérdida de retroalimentación de una batería UPS de refrigeración por agua y similares, y es posible que los puntos de fallos no se ubiquen para estos fallos. El sistema de transmisión de energía defectuoso se reconoce cuando se reinicia el generador de turbina eólica, luego se extrae el sistema de transmisión de energía defectuoso.

20 Después de realizar la etapa 808, se lleva a cabo la etapa 814.

En la etapa 809, el controlador superior determina que el modo de funcionamiento es el modo de extracción pasivo.

25 En la etapa 810, el controlador superior determina si el controlador superior recibe la instrucción de que el fallo de la turbina eólica está completamente resuelto y, si el resultado de la determinación es afirmativo, termina, de lo contrario, se lleva a cabo la etapa 811.

En la etapa 811, el controlador superior determina si se recibe la señal de habilitación de extracción, si el resultado de la determinación es afirmativo, se lleva a cabo la etapa 812, de lo contrario, se lleva a cabo la etapa 813.

30 En la etapa 812, el controlador superior genera la instrucción de extracción de acuerdo con la señal de habilitación de extracción.

35 En la etapa 813, el controlador superior controla la turbina eólica para que deje de funcionar y realizar una tarea de mantenimiento.

40 La realización se describe junto con las etapas 809 a 813. Específicamente, en la realización, en caso de que el modo de funcionamiento no pertenezca al modo de extracción automática en línea y al modo de extracción automática fuera de línea, el modo de funcionamiento puede determinarse como el modo de extracción pasivo. Donde el modo de extracción pasiva es un modo de extracción que el técnico debe intervenir para que se pueda realizar.

45 El tercer tipo de fallos incluye: el fallo de las corrientes trifásicas desequilibradas del devanado del circuito de generación de energía única y similares. Después de que el técnico sepa que el tercer tipo de fallo se produzca en la turbina eólica a través del dispositivo de control central y llega a la escena, determina los fallos nuevamente, y los resuelve y, una vez que los fallos se resuelven por completo, la instrucción de que el fallo de la turbina eólica está completamente resuelto se envía al controlador superior a través del dispositivo de control central, de modo que el generador de turbina eólica pueda continuar generando energía sin extraer el sistema de transmisión de energía defectuoso. En el caso de que el fallo se produzca en uno de los sistemas de transmisión de energía que no se resuelva en un corto período de tiempo, la señal de habilitación de extracción se envía al controlador superior a través del dispositivo de control central de modo que el controlador superior genera la instrucción de extracción de acuerdo con la señal de habilitación de extracción. Y se realiza la etapa 815.

50 En la etapa 814, el controlador superior controla el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con las instrucciones de extracción y se extraiga del generador de turbina eólica.

55 En algunas realizaciones, dado que el modo de funcionamiento es cualquiera de los modos de extracción, después de que se genere la instrucción de extracción, el sistema de transmisión de energía defectuoso se controla para que deje de funcionar de acuerdo con las instrucciones de extracción, y el sistema de transmisión de energía defectuoso se extrae del generador de turbina eólica.

60 En el método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la realización, los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales en el sistema de transmisión de energía correspondiente se controlan a través de los controladores inferiores; con la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen las condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo, los controladores inferiores envían los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior, y el controlador superior determina si los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes, determina un tipo de fallo si se

5 producen los fallos, y determina el modo de funcionamiento del sistema de transmisión de energía defectuoso de acuerdo con las relaciones correspondientes entre los tipos de fallos almacenados previamente y los modos de funcionamiento, donde el modo de funcionamiento es el modo de extracción automática en línea, el modo de extracción automática fuera de línea o el modo de extracción pasiva. El controlador superior genera las instrucciones de funcionamiento siendo instrucciones de extracción de acuerdo con el modo de funcionamiento, y controla el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con la instrucción de extracción, para eliminar el sistema de transmisión de energía defectuoso del generador de turbina eólica. Para varios tipos de fallos, las instrucciones de extracción se generan de acuerdo con el modo de extracción correspondiente, no solo aprovechando al máximo la turbina eólica, sino que también aumenta la producción de energía de la turbina eólica. Y para varios tipos de fallos, si el fallo no se puede reparar, el sistema de transmisión de energía defectuoso se puede extraer directamente.

15 La figura 9 es un diagrama de flujo de una tercera realización de un método de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación. Como se muestra en la figura 9, la realización incluye además las siguientes etapas 901 a 902 después de que el controlador superior controla el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con la instrucción de extracción y se extraiga del generador de turbina eólica en función de la segunda realización del método de control del generador de turbina eólica de la presente divulgación.

20 En la etapa 901, el controlador superior calcula los parámetros de control desplegados en el sistema de transmisión de energía no defectuoso.

25 En algunas realizaciones, los parámetros de control implementados incluyen: valores de ajuste de par, valores reactivos dados, valores de inductancia, valores de resistencia y datos de la cadena magnética del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso.

30 Los valores de inductancia, los valores de resistencia y los datos de la cadena magnética del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso son parámetros de los devanados del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso.

35 En algunas realizaciones, el método de cálculo de los parámetros de los devanados del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso puede referirse a la descripción de la cuarta realización del generador de turbina eólica.

40 En la etapa 902, el controlador superior controla el estado operativo del sistema de transmisión de energía no defectuoso de acuerdo con los parámetros de control desplegados.

45 En algunas realizaciones, el controlador superior controla el estado operativo del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso de acuerdo con los valores de ajuste de par, los valores reactivos dados, los valores de inductancia, los valores de resistencia y los datos de la cadena magnética del generador en los parámetros de control desplegados, lo que permite al generador aumentar la producción de energía y satisfacer la demanda.

50 En el método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la realización, después de que el controlador superior controle el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar y se extraiga del generador de turbina eólica, el controlador superior calcula los parámetros de control desplegados del sistema de transmisión de energía no defectuoso, donde los parámetros de control implementados incluyen: valores de ajuste de par, valores reactivos dados, valores de inductancia, valores de resistencia y datos de la cadena magnética del generador en el sistema de transmisión de energía no defectuoso. El controlador superior controla el estado operativo del sistema de transmisión de energía no defectuoso de acuerdo con los parámetros de control implementados, no solo aprovechando al máximo la turbina eólica, sino que también aumenta la producción de energía de la turbina eólica. Y, después de que se extraiga el sistema de transmisión de energía defectuoso, el sistema de transmisión de energía que no presenta fallos también puede satisfacer la demanda de generación de energía.

55 La figura 10 es un diagrama de flujo de un método de control de un generador de turbina eólica de acuerdo con la presente divulgación. Como se muestra en la figura 10, la realización incluye además las siguientes etapas 1001 a 1002 después de que la parte superior controle el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con la instrucción de extracción y se extraiga del generador de turbina eólica en función de la tercera realización del método de control del generador de turbina eólica del presente divulgación, donde los parámetros de control desplegados incluyen parámetros de control desplegados de corrientes armónicas.

60 En la etapa 1001, el controlador superior calcula los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas de acuerdo con las corrientes de circulación generadas por el devanado del generador bajo el funcionamiento del sistema de transmisión de energía no defectuoso.

65 Las corrientes armónicas son corrientes que limitan las corrientes de circulación. Los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas incluyen: una amplitud, una fase y una frecuencia.

Específicamente, en la realización, mediante la supervisión del sistema de transmisión de energía no defectuoso, al recoger las corrientes de circulación y determinar la amplitud, la fase y la frecuencia de las corrientes de circulación. Se puede calcular que la amplitud de las corrientes armónicas es igual a la amplitud de las corrientes de circulación, la fase de las corrientes armónicas es opuesta a la fase de las corrientes de circulación y la frecuencia de las corrientes armónicas es igual a la frecuencia de las corrientes de circulación.

En la etapa 1002, el controlador superior controla el módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía no defectuoso para inyectar las corrientes armónicas para eliminar las corrientes de circulación de acuerdo con los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas.

En algunas realizaciones, en la realización, el módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía no defectuoso está controlado para generar e inyectar la corriente armónica de acuerdo con la amplitud, la fase y la frecuencia de las corrientes armónicas y, dado que la amplitud y la frecuencia de las corrientes armónicas son iguales a la amplitud y la frecuencia de las corrientes de circulación, y la fase de las corrientes armónicas es opuesta a la fase de las corrientes de circulación, las corrientes armónicas inyectadas pueden eliminar las corrientes de circulación. La eliminación de las corrientes de circulación reduce la fuerza radial y la fuerza tangencial producida en los polos magnéticos a los valores cuando no se extrae el sistema de transmisión de energía defectuoso, y limita aún más la vibración del generador y los tonos de ruido.

En el método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la realización, después de que la unidad de control de extracción del sistema de transmisión de energía defectuoso en el controlador superior controle el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con las instrucciones de extracción y se retire del generador de turbina eólica, el controlador superior calcula los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas de acuerdo con las corrientes de circulación generadas por el devanado del generador bajo el funcionamiento del sistema de transmisión de energía no defectuoso; el controlador superior controla el módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía no defectuoso para inyectar las corrientes armónicas para eliminar las corrientes de circulación de acuerdo con los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas, no solo aprovechando al máximo la turbina eólica, sino que también aumenta la producción de energía de la turbina eólica. La eliminación de las corrientes de circulación reduce la fuerza radial y la fuerza tangencial producida en los polos magnéticos a los valores cuando no se extrae el sistema de transmisión de energía defectuoso, limita aún más la vibración del generador y los tonos de ruido causados por la vibración del generador.

Para describir el efecto técnico del método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la presente descripción, se toma como ejemplo una turbina eólica de 3 MV. La figura 11 es un diagrama de modo esquemático de la generación de energía mediante dos sistemas de transmisión de energía y la generación de energía después de extraer un sistema de transmisión de energía, donde la coordenada horizontal en la Figura 11 es una velocidad del viento, y la coordenada vertical a la izquierda es el porcentaje de cada alcance de velocidad del viento en una determinada condición del terreno, y la coordenada vertical a la derecha es la producción de energía.

Como se muestra en la figura 11, una curva con una marca de "▲" es una curva de probabilidad de distribución de Will, curvas con la marca de "x" son curvas de producción de energía de la turbina eólica de dos circuitos de generación de energía, una curva con la marca de "●" es una curva de la producción de energía del generador de turbina eólica después de que se extraiga un conjunto de circuitos de generación de energía. Para la turbina eólica de 3 MV, en el caso de que la turbina eólica funcione a media potencia de 1,5 MW, se adopta el método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la presente divulgación y, después de extraer un conjunto de circuito de generación de energía, la turbina eólica todavía tiene una capacidad de transmisión de 1,5 MW. Todo el modo de generación y transmisión de energía es el siguiente: dado que la potencia de generación del generador de turbina eólica es inferior a 1,5 MW antes de que la velocidad del viento sea inferior a 7,5 m/s, en caso de que la velocidad del viento esté entre 3-7,5 m/s, la salida de toda la máquina no se ve afectada después de que se extraiga un conjunto de generador de turbina eólica; en caso de que la velocidad del viento esté entre 7,5-10,4 m/s, después de que se extraiga un conjunto de circuito de generación de energía, una contribución de la turbina eólica puede ser constante a una potencia de 1,5 MW, pero la contribución de dos turbinas eólicas originales puede ser inferior a 3 MW, la pérdida de potencia de salida no supera el 50 %; en caso de que la velocidad del viento esté entre 10,4-22 m/s, después de que se extraiga un conjunto de circuito de generación de energía, una contribución de la turbina eólica puede ser constante a una potencia de 1,5 MW, y la contribución de dos turbinas eólicas originales es de 3 MW, la pérdida de potencia de salida es el 50 % de la potencia de salida original. En el caso de que la tasa de utilización de todo el generador de turbina eólica sea del 95 %, después de adoptar el método de control del generador de turbina eólica proporcionado en la presente divulgación, la tasa de utilización de la turbina eólica puede aumentar al 98,3 %, aumentando en 3,36 puntos porcentuales y la producción de energía aumenta 168 282 KWH.

Además, se demuestra que el método de control del generador de turbina eólica proporcionado por la divulgación no solo hace un uso completo del generador de turbina eólica, sino que también aumenta la producción de energía de la turbina eólica.

5 En algunas realizaciones, la presente divulgación proporciona además un controlador superior, donde el controlador superior incluye uno o varios módulos de programa, que están configurados para ser realizados por uno o varios procesadores. Uno o varios módulos de programa incluyen: una unidad de determinación de tipo de fallo 221, una unidad de determinación del modo de funcionamiento 222 y una unidad de generación de instrucciones de funcionamiento 223. Las funciones de la unidad de determinación de tipo de fallo 221, la unidad de determinación del modo de funcionamiento 222 y la unidad de generación de instrucciones de funcionamiento 223 pueden referirse a la descripción anterior, no repitiéndose en el presente documento.

10 En algunas realizaciones, la presente divulgación también proporciona un producto de programa informático, donde el producto de programa informático incluye: un medio de almacenamiento legible por ordenador y un programa informático incrustado en el mismo, y el programa informático incluye instrucciones utilizadas para realizar las etapas 802 a 814.

15 Preferentemente, el programa informático incluye además instrucciones utilizadas para realizar las etapas S901 a S902.

Preferentemente, el programa informático incluye además instrucciones utilizadas para realizar las etapas S1001 a S1002.

20 Los expertos en la técnica pueden comprender que todas las etapas para implementar realizaciones de los métodos anteriores o parte de las mismas, las cuales se pueden completar a través del *hardware* asociado con las instrucciones del programa. El programa anterior se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible. Cuando se ejecuta el programa, se realizan las etapas que incluyen realizaciones de los métodos anteriores; y los medios de almacenamiento mencionados anteriormente incluyen: ROM, RAM, disco o disco óptico, y otros medios que puedan almacenar código de programa.

25 Las unidades funcionales del controlador superior en las realizaciones de la presente divulgación pueden integrarse en un módulo de procesamiento, también pueden ser unidades físicas separadas, o pueden integrarse dos o más unidades en un módulo. Los módulos integrados anteriores se pueden implementar en forma de *hardware* o en forma de un módulo de función de *software*. El módulo integrado se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador si se implementa como un módulo de función de *software* y se vende o se usa como un producto independiente. El medio de almacenamiento mencionado anteriormente puede ser memoria de solo lectura, disco o disco óptico.

## REIVINDICACIONES

1. Un generador de turbina eólica, que comprende:

5 al menos dos sistemas de transmisión de energía conectados en paralelo entre sí;  
 un sistema de control (2), en donde el sistema de control (2) comprende un controlador superior (22) y subsistemas  
 de control proporcionados correspondientemente a los sistemas de transmisión de energía, y cada uno de los  
 subsistemas de control comprende controladores inferiores (21);  
 10 en donde cada uno de los sistemas de transmisión de energía comprende un subsistema de generación de energía  
 (1) y un subsistema de transmisión de energía (3), las unidades funcionales del subsistema de generación de  
 energía (1) comprenden los devanados del generador (11a, 12a) y radiadores de devanado del generador (11b,  
 12b), las unidades funcionales del subsistema de transmisión de energía (3) comprenden conmutadores del lado  
 de la máquina (11c, 12c), convertidores (11d, 12d), radiadores de convertidores (11e, 12e), conmutadores del lado  
 15 de la red (31a, 32a) y devanados del transformador (31b, 32b);  
 los controladores inferiores (21) están configurados para supervisar los parámetros del estado operativo de cada  
 unidad funcional en los sistemas de transmisión de energía correspondientes y, bajo la condición de que se  
 determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen condiciones anormales de acuerdo con los  
 parámetros del estado operativo, enviar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales  
 correspondientes al controlador superior (22);  
 20 el controlador superior (22) está configurado para generar instrucciones de funcionamiento bajo la condición de  
 que se determine que se producen fallos de las unidades funcionales correspondientes de acuerdo con los  
 parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y controlar los sistemas de  
 transmisión de energía para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento y, en el caso de  
 que falle una de las unidades funcionales, solo se ve afectado el sistema de transmisión de energía donde se  
 25 encuentra la unidad funcional, y el funcionamiento normal de otro sistema de transmisión de energía no se ve  
 afectado.

2. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los devanados del generador (11a,  
 12a), los conmutadores del lado de la máquina, los convertidores, los conmutadores del lado de la red y los devanados  
 30 del transformador están conectados en serie a su vez; y  
 los radiadores de devanado del generador (11b, 12b) se utilizan para enfriar los devanados del generador (11a, 12a)  
 y los radiadores de los convertidores se utilizan para enfriar los convertidores.

3. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el controlador inferior está dispuesto de  
 forma correspondiente a cada unidad funcional de cada uno de los sistemas de transmisión de energía, un extremo  
 35 del controlador inferior está conectado a la unidad funcional correspondiente y otro extremo del controlador inferior  
 está conectado al controlador superior (22);  
 en donde los controladores inferiores comprenden: un módulo de control central del convertidor (211), un módulo de  
 control de los conmutadores (212), un módulo de control del radiador de devanado del generador (213) y un módulo  
 40 de control del radiador del convertidor (214).

4. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 3, en donde,  
 el módulo de control central del convertidor (211) comprende: un submódulo de control del rectificador y un submódulo  
 de control del inversor;  
 45 el submódulo de control del rectificador se usa para controlar el estado de trabajo de un módulo rectificador del  
 convertidor en el sistema de transmisión de energía y supervisar los parámetros del estado operativo del módulo  
 rectificador;  
 el submódulo de control del inversor se utiliza para controlar el estado de trabajo de un módulo inversor del convertidor  
 en el sistema de transmisión de energía y supervisar los parámetros del estado operativo del módulo inversor;  
 50 en donde, el módulo de control de los conmutadores (212) se utiliza para controlar el estado de trabajo de los  
 conmutadores del lado de la máquina y los conmutadores del lado de la red.

5. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el controlador superior (22), el módulo  
 de control de los conmutadores (212), el módulo de control del radiador del devanado del generador (213) y el módulo  
 55 de control del radiador del convertidor (214) se proporcionan en un armario de control principal;  
 el módulo de control central del convertidor (211) se proporciona en el convertidor.

6. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el controlador superior (22) comprende,  
 además:

60 una unidad de determinación del tipo de fallo (221), que se utiliza para determinar si se producen fallos de las  
 unidades funcionales correspondientes de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades  
 funcionales correspondientes y, si se producen los fallos, determinar los tipos de los fallos;  
 una unidad de determinación del modo de funcionamiento (222), utilizada para determinar un modo de  
 funcionamiento del sistema de transmisión de energía defectuoso de acuerdo con las relaciones correspondientes  
 65 entre los tipos de fallos almacenados previamente y los modos de funcionamiento;

una unidad de generación de instrucciones de funcionamiento (223), utilizada para generar instrucciones de funcionamiento de acuerdo con el modo de funcionamiento;

una unidad de control de extracción de un sistema de transmisión de energía defectuoso (224), utilizada para controlar el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con las instrucciones de extracción y se extraiga del generador de turbina eólica;

una unidad de cálculo de parámetros de control desplegados (225), utilizada para calcular los parámetros de control desplegados en un sistema de transmisión de energía no defectuoso (226); y

una unidad de control de un sistema de transmisión de energía no defectuoso, utilizada para controlar un estado operativo del sistema de transmisión de energía no defectuoso (226) de acuerdo con los parámetros de control desplegados.

7. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la unidad de generación de instrucciones de funcionamiento comprende: un primer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento (223a), un segundo módulo de generación de instrucciones de funcionamiento (223b) y un tercer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento (223c),

en donde, en caso de que el modo de funcionamiento sea un modo de extracción automática en línea, el primer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento (223a) se utiliza para generar una instrucción de extracción en un estado en el que no se detiene el funcionamiento del generador de turbina eólica;

en caso de que el modo de funcionamiento sea un modo de extracción automática fuera de línea, el segundo módulo de generación de instrucciones de funcionamiento (223b) se utiliza para controlar el generador de turbina eólica para detener el funcionamiento, determinar si se ha reiniciado el generador de turbina eólica y generar una instrucción de extracción en un caso en el que se haya reiniciado el generador de turbina eólica; y

en caso de que el modo de funcionamiento sea un modo de extracción pasiva, el tercer módulo de generación de instrucciones de funcionamiento (223c) se usa para determinar si se recibe una señal de habilitación de extracción, y generar una instrucción de extracción de acuerdo con la señal de habilitación de extracción en un caso en el que se recibe la señal de habilitación de extracción.

8. El generador de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 6, en donde los parámetros de control desplegados son parámetros de control desplegados de corrientes armónicas;

correspondientemente, la unidad de cálculo de parámetros de control desplegados (225) se usa además para calcular los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas de acuerdo con las corrientes de circulación generadas por el devanado del generador (11a, 12a) bajo el funcionamiento del sistema de transmisión de energía no defectuoso (226);

la unidad de control del sistema de transmisión de energía no defectuoso se usa además para controlar el módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía no defectuoso (226) para inyectar las corrientes armónicas para eliminar las corrientes de circulación de acuerdo con los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas; y

los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas comprenden: una amplitud, una fase y una frecuencia.

9. Un método de control de un generador de turbina eólica, en donde la turbina eólica comprende: al menos dos sistemas de transmisión de energía conectados en paralelo entre sí, cada uno de los sistemas de transmisión de energía comprende un subsistema de generación de energía y un subsistema de transmisión de energía, las unidades funcionales del subsistema de generación de energía comprenden los devanados del generador y los radiadores de devanado del generador, las unidades funcionales del subsistema de transmisión de energía comprenden conmutadores del lado de la máquina, convertidores, radiadores de convertidores, conmutadores del lado de la red y devanados de transformadores; y un sistema de control que comprende un controlador superior y subsistemas de control proporcionados correspondientemente a los sistemas de transmisión de energía, en donde cada uno de los subsistemas de control comprende controladores inferiores;

el método de control comprende:

los controladores inferiores supervisan los parámetros del estado operativo de cada unidad funcional en los sistemas de transmisión de energía correspondientes y, bajo la condición de que se determine que las unidades funcionales correspondientes cumplen condiciones anormales de acuerdo con los parámetros del estado operativo,

enviar los parámetros del estado operativo de las unidades funcionales correspondientes al controlador superior;

el controlador superior genera instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se produzcan de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes y controla los sistemas de transmisión de energía para que funcionen de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento, en donde, en el caso de que falle una de las unidades funcionales, solo se ve afectado el sistema de transmisión de energía donde se encuentra la unidad funcional, y el funcionamiento normal de otro sistema de transmisión de energía no se ve afectado.

10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde los controladores inferiores comprenden: un módulo de control central de un convertidor, un módulo de control de los conmutadores, un módulo de control de radiador de un devanado de generador y un módulo de control de radiador del convertidor.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el controlador superior que genera las instrucciones de funcionamiento bajo la condición de que se determine que los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes comprende además:

5           determinar el controlador superior si los fallos de las unidades funcionales correspondientes se producen de acuerdo con los parámetros de estado operativo de las unidades funcionales correspondientes, y determinar un tipo de fallo si la determinación es afirmativa;  
 10          determinar el controlador superior un modo de funcionamiento del sistema de transmisión de energía defectuoso de acuerdo con las relaciones correspondientes entre los tipos de fallos almacenados previamente y los modos de funcionamiento, generando el controlador superior las instrucciones de funcionamiento de acuerdo con el modo de funcionamiento.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el modo de funcionamiento comprende uno cualquiera de los siguientes modos:  
 15          un modo de extracción automática en línea, un modo de extracción automática fuera de línea y un modo de extracción pasiva.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el controlador superior que genera las instrucciones de funcionamiento de acuerdo con el modo de funcionamiento comprende además:

            en caso de que el modo de funcionamiento sea el modo de extracción automática en línea, generar el controlador superior una instrucción de extracción en un estado donde no se detiene el funcionamiento del generador de turbina eólica;  
 25          en caso de que el modo de funcionamiento sea el modo de extracción automática fuera de línea, controlar el controlador superior el generador de turbina eólica para detener el funcionamiento, determinar si se ha reiniciado el generador de turbina eólica y generar una instrucción de extracción en un caso en el que se haya reiniciado el generador de turbina eólica; y  
 30          en caso de que el modo de funcionamiento sea el modo de extracción pasiva, determinar el controlador superior si se recibe la señal de habilitación de extracción, y generar una instrucción de extracción de acuerdo con la señal de habilitación de extracción en un caso en que se recibe la señal de habilitación de extracción;  
 en donde, después de que el controlador superior genere la instrucción de extracción, el método comprende además:  
 35          controlar el controlador superior el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con las instrucciones de extracción y extraerlo del generador de turbina eólica.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde, después de que el controlador superior controle el sistema de transmisión de energía defectuoso para que deje de funcionar de acuerdo con la instrucción de extracción y lo extraiga del generador de turbina eólica, el método comprende además:

40          calcular el controlador superior los parámetros de control desplegados en el sistema de transmisión de energía no defectuoso; y  
 controlar el controlador superior el estado operativo del sistema de transmisión de energía no defectuoso de acuerdo con los parámetros de control desplegados.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde los parámetros de control desplegados son parámetros de control desplegados de corrientes armónicas;  
 correspondientemente, el controlador superior que calcula los parámetros de control desplegados en el sistema de transmisión de energía no defectuoso comprende además:

50          calcular el controlador superior los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas de acuerdo con las corrientes de circulación generadas por el devanado del generador bajo el funcionamiento del sistema de transmisión de energía no defectuoso;  
 controlar el controlador superior el estado operativo del sistema de transmisión de energía no defectuoso de acuerdo con los parámetros de control desplegados comprende además:

60          controlar el controlador superior un módulo inversor del convertidor en el sistema de transmisión de energía no defectuoso para inyectar las corrientes armónicas para eliminar las corrientes de circulación de acuerdo con los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas;  
 en donde los parámetros de control desplegados de las corrientes armónicas comprenden: una amplitud, una fase y una frecuencia.

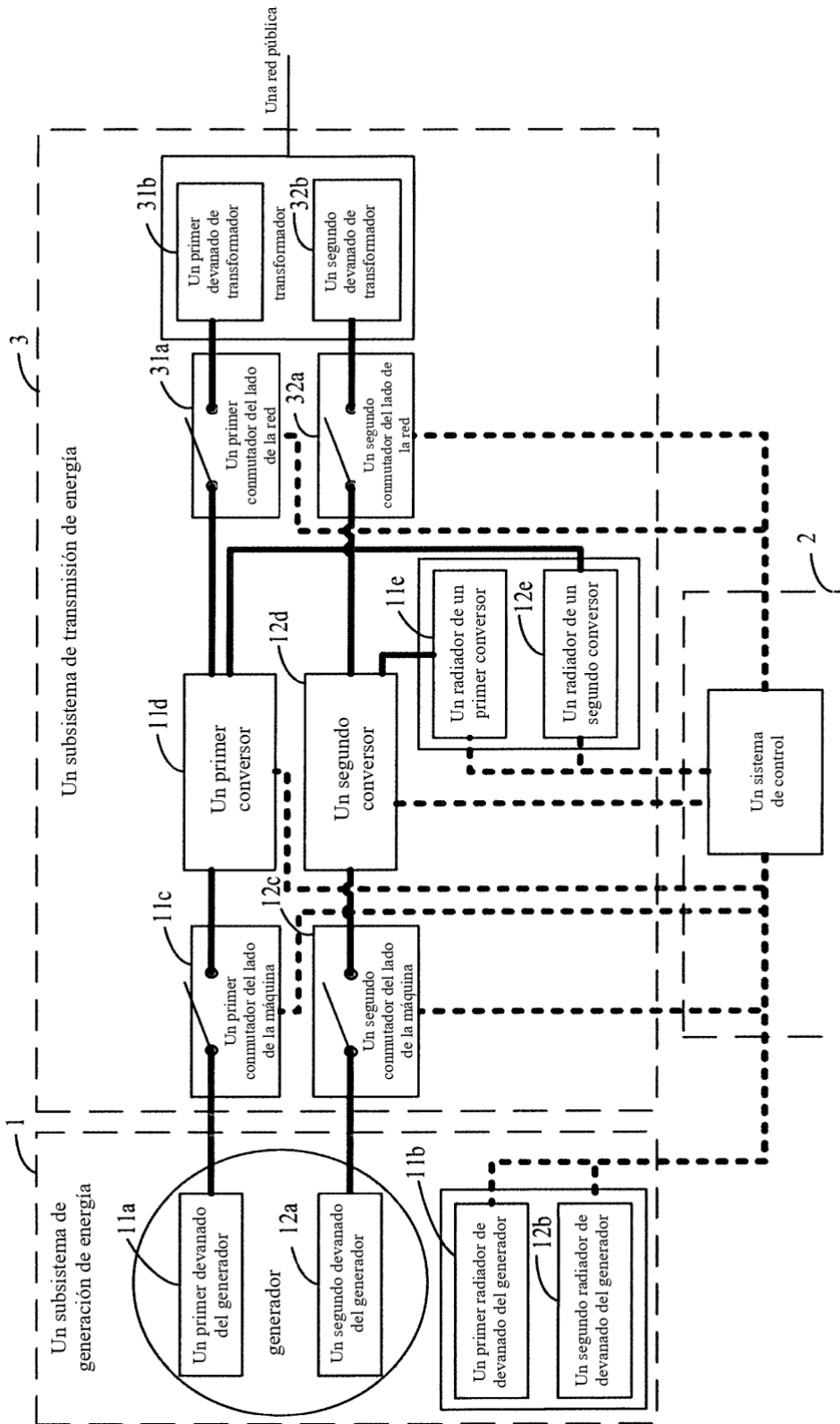
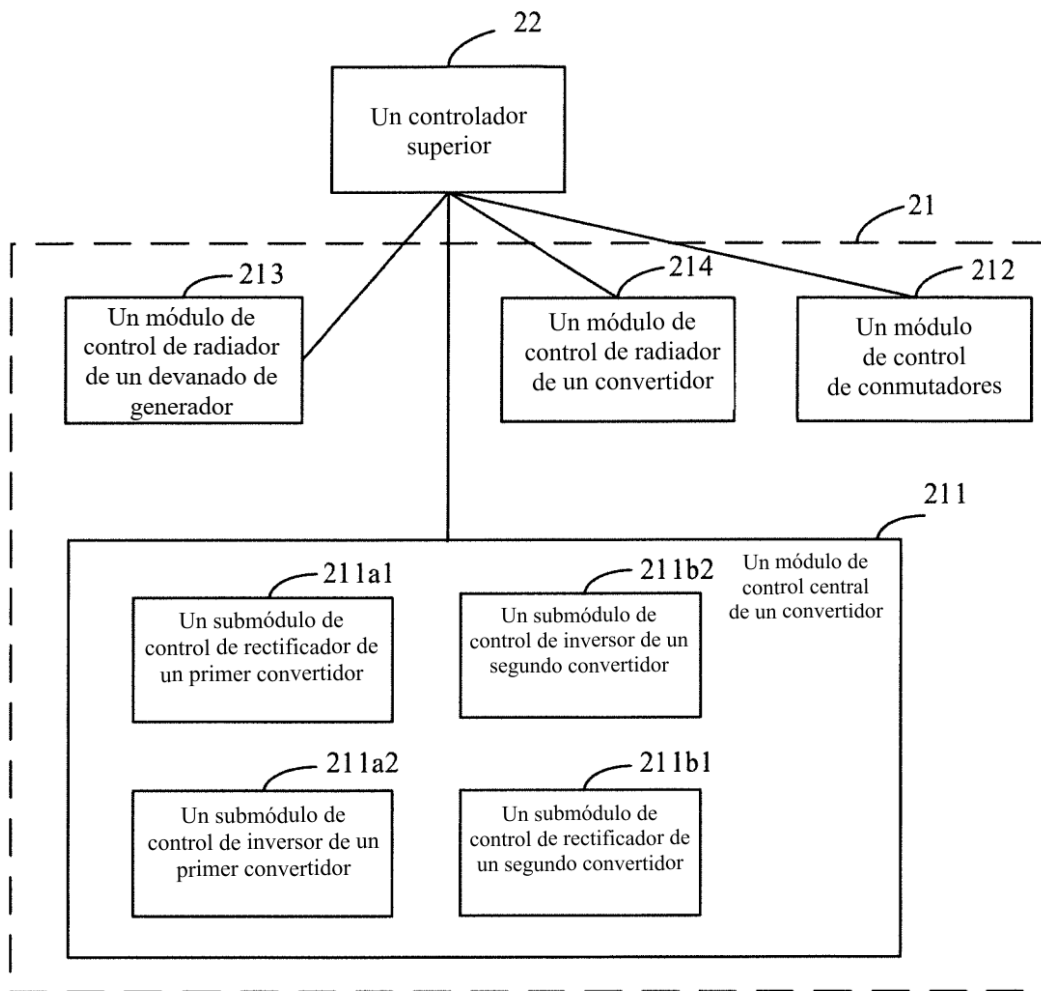
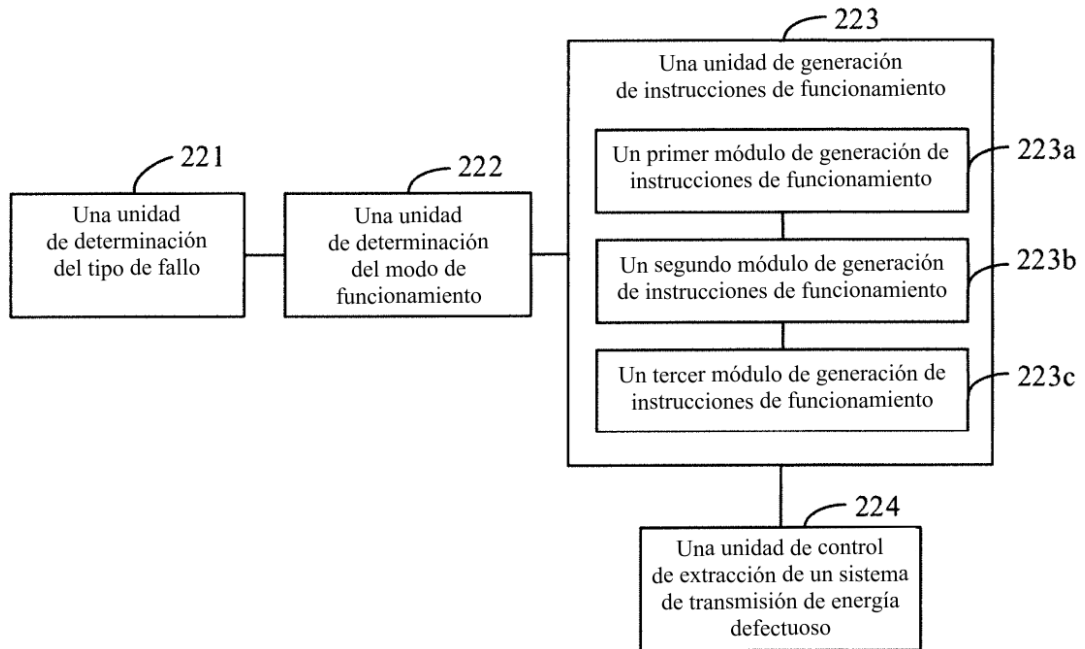


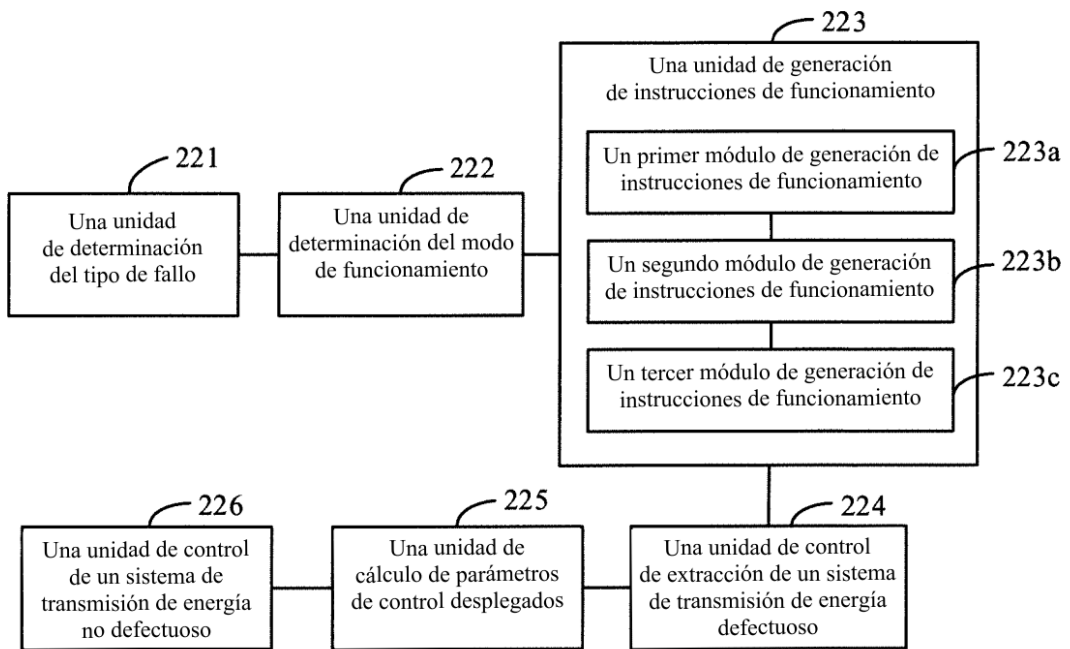
Figura 1



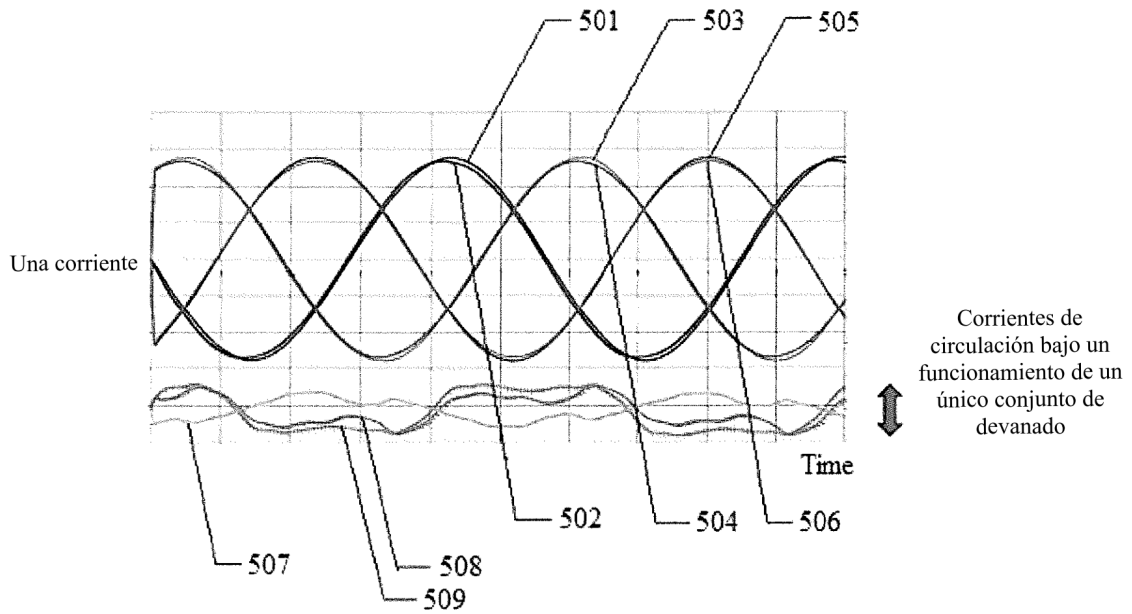
**Figura 2**



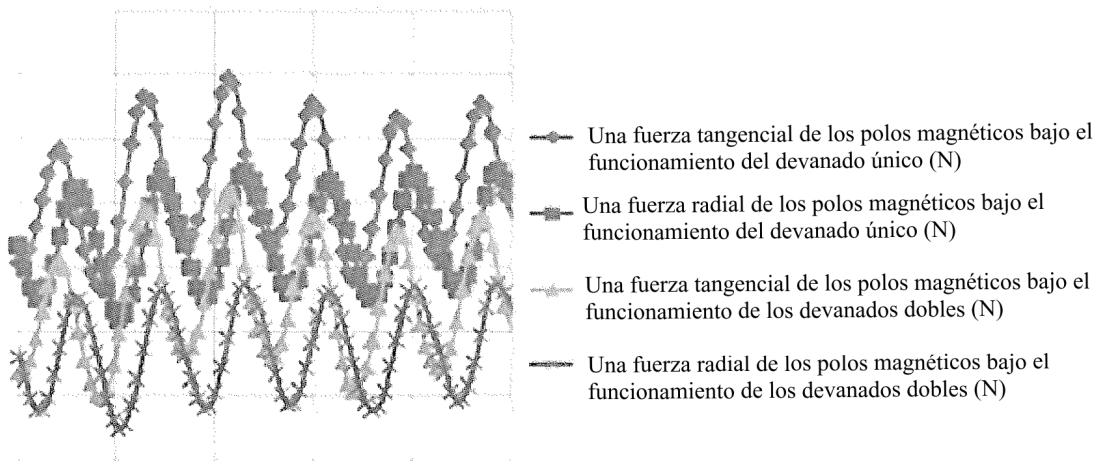
**Figura 3**



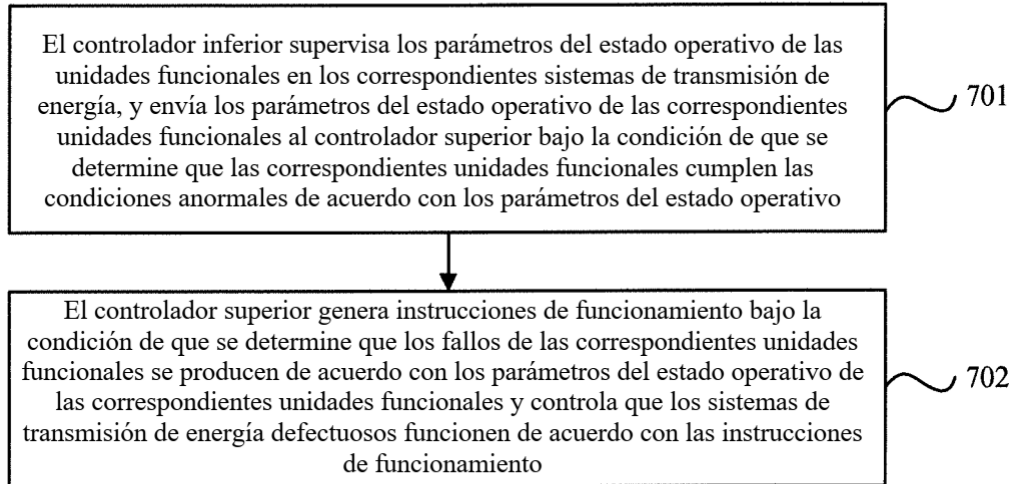
**Figura 4**



**Figura 5**



**Figura 6**



**Figura 7**

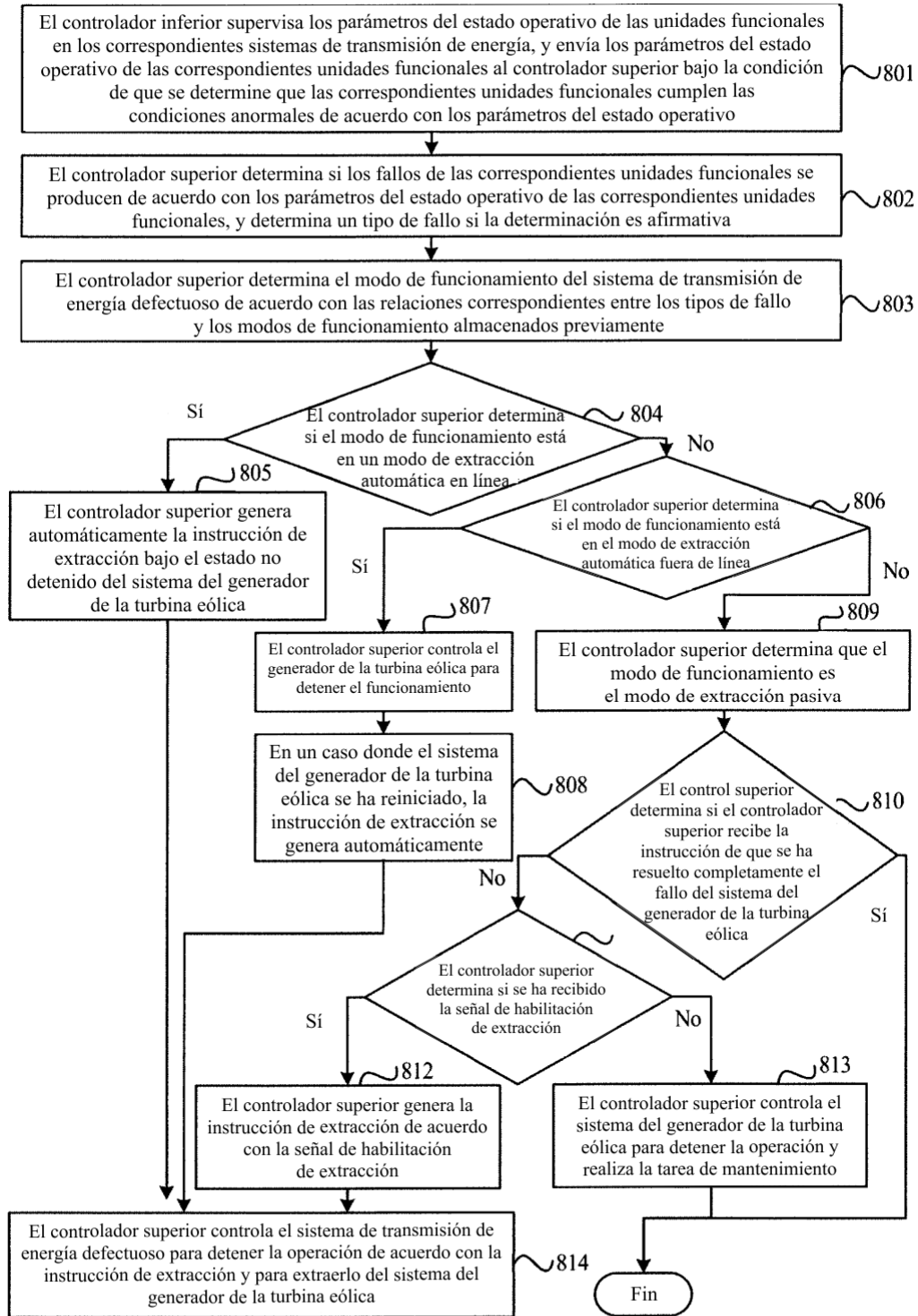
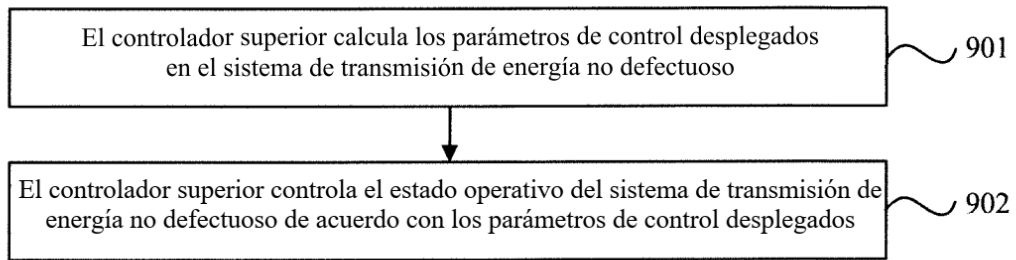
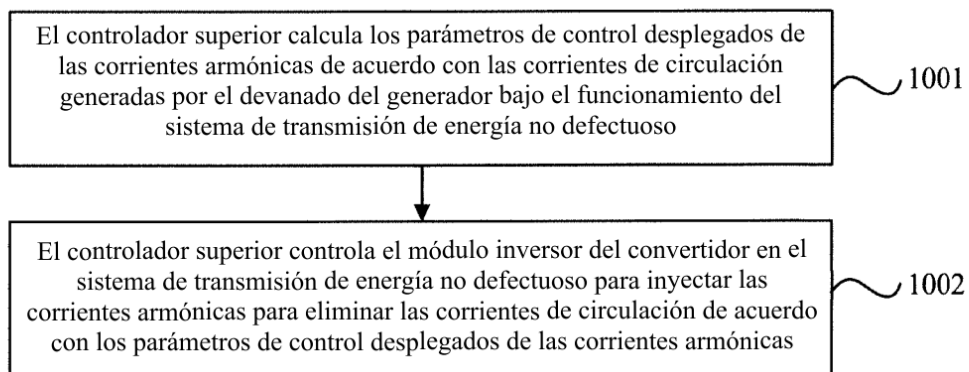


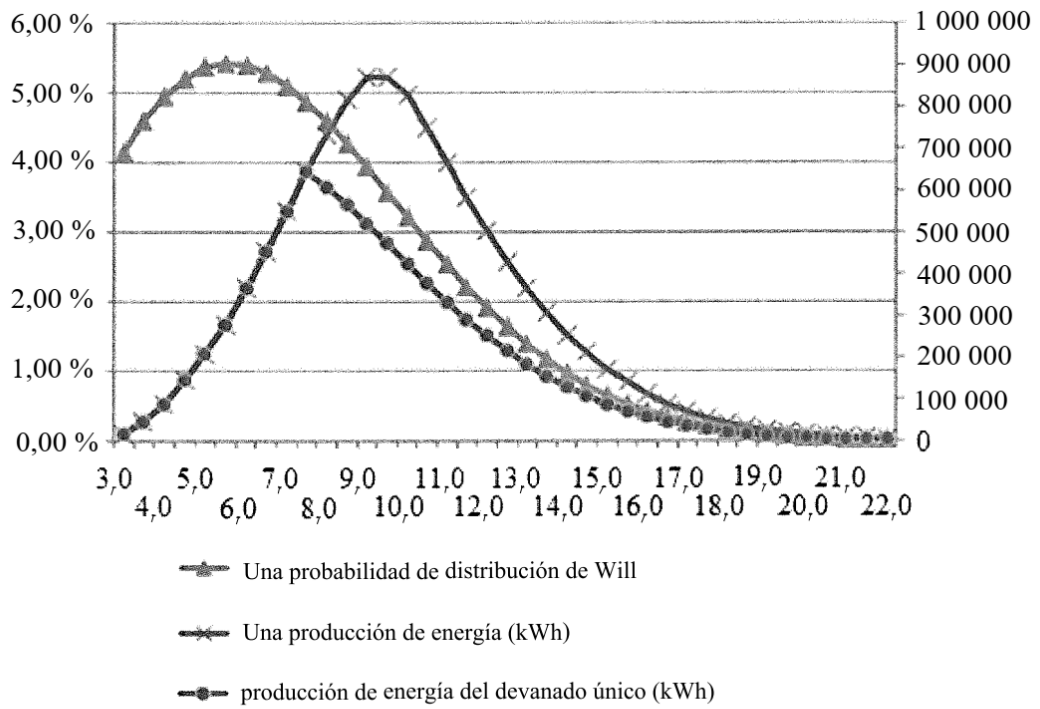
Figura 8



**Figura 9**



**Figura 10**



**Figura 11**