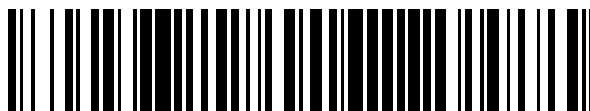


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 177**

51 Int. Cl.:

H02P 9/00 (2006.01)

H02J 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2017** **PCT/DK2017/050157**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.11.2017** **WO17202429**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2017** **E 17726107 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019** **EP 3371882**

54 Título: **Equilibrado de corriente reactiva entre un estator de DFIG y un inversor de lado de red de distribución**

30 Prioridad:

25.05.2016 DK 201670353

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

18.02.2020

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

BIRIS, CIPRIAN;

MERRILD, UFFE C.;

CHRISTENSEN, LEIF SVINTH y

ANDERSEN, GERT KARMISHOLT

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 743 177 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

Equilibrado de corriente reactiva entre un estator de DFIG y un inversor de lado de red de distribución

Campo de la invención

- 5 Los aspectos de la presente invención se refieren a un método y un generador de turbina eólica para equilibrar la potencia reactiva entre un estator de un generador de inducción doblemente alimentado y un inversor de lado de red de distribución durante un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica.

Antecedentes de la invención

- 10 Durante un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, puede ser necesario aumentar la cantidad de corriente reactiva suministrada a la red de distribución eléctrica. En caso de que la unidad de producción de energía implique un generador de turbina eólica que aplica un generador de inducción doblemente alimentado (DFIG), la mayoría de la corriente reactiva se suministra a la red de distribución eléctrica a través del estator del generador eléctrico.

- 15 El documento US2015/365031A da a conocer un método para controlar una turbina eólica conectada a una red de distribución de suministro eléctrico trifásica durante una falla de red de distribución asimétrica. El método está configurado para turbinas eólicas con un generador de inducción doblemente alimentado. La corriente reactiva que va a alimentarse a la red de distribución de suministro eléctrico en el sistema de secuencia de fase negativa se genera por el convertidor de lado de línea y de lado de rotor de una manera coordinada y depende de la tensión de la línea. La corriente reactiva que va a alimentarse a la red de suministro eléctrico se distribuye entre los convertidores de lado de rotor y de lado de línea. Como resultado, incluso en el caso de fallas de red de distribución gravemente asimétricas, puede proporcionarse la corriente reactiva que va a alimentarse a la red de distribución de suministro eléctrico y puede impedirse la carga excesiva del convertidor de lado de rotor usando medios sencillos. La invención también se refiere a una turbina eólica para realizar el método anterior.

Descripción de aspectos de la invención

- 25 En disposiciones conocidas que implican DFIG, la cantidad amentada de corriente reactiva se suministra a través del estator. Esto puede ser desventajoso porque la cantidad aumentada de corriente reactiva puede calentar el estator hasta temperaturas no deseadas con el riesgo de acortar la vida útil del DFIG. Por tanto, existe la necesidad de un método y una disposición para disminuir la corriente reactiva de estator durante un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, mientras que al mismo tiempo, se suministra una cantidad requerida de corriente reactiva a la red de distribución eléctrica.

- 30 Puede considerarse un objeto de las realizaciones de la presente invención proporcionar un método para reducir una corriente de estator de un DFIG a través de un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica.

- 35 Los objetos mencionados anteriormente se cumplen al proporcionar, en un primer aspecto, un método para controlar una cantidad de corriente reactiva proporcionada desde un generador de turbina eólica a una red de distribución eléctrica durante un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, comprendiendo dicho generador de turbina eólica un generador de inducción doblemente alimentado que tiene un rotor y un estator, y un convertidor de potencia que acopla el rotor a la red de distribución eléctrica, comprendiendo el convertidor de potencia un inversor de lado de red de distribución, en el que el método comprende la etapa de equilibrar la corriente reactiva proporcionada a la red de distribución eléctrica entre una corriente reactiva de estator y una corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución, en el que la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución se controla según una capacidad de corriente de sobrecarga de un disyuntor de red de distribución que recibe la corriente reactiva proporcionada por el inversor de lado de red de distribución.

- 40 La corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución puede controlarse según una capacidad de corriente reactiva de sobrecarga del disyuntor de red de distribución. En la presente divulgación, el acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica puede implicar un cambio de tensión en la red de distribución eléctrica, tal como en relación con un acontecimiento de funcionamiento en baja tensión (LVRT), un acontecimiento funcionamiento en subtensiones (UVRT), un acontecimiento de funcionamiento en sobretensiones (OVRT) o un acontecimiento de funcionamiento en alta tensión (HVRT), donde el generador de turbina eólica permanece conectado a la red de distribución eléctrica con el fin de soportar la red de distribución eléctrica durante el acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica.

- 45 Un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica puede implicar una caída de tensión por debajo de un valor de tensión predeterminado de la red de distribución. En el caso de un LVRT o UVRT, este valor predeterminado puede corresponder en principio a cada valor entre el 0 y el 100% de la tensión nominal de la red de distribución. En el caso de un UVRT o HVRT, el valor predeterminado puede corresponder en principio a cualquier valor por encima de la tensión nominal de la red de distribución. El cambio de tensión puede medirse usando uno o más sensores de tensión controlados por software conectados a una o más fases.

La duración de un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica puede variar normalmente desde una fracción de segundo hasta varios minutos, dependiendo del tipo de anomalía. Antes y después de un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, el generador de turbina eólica puede hacerse funcionar en modo de potencia, mientras que durante los acontecimientos anómalos de la red de distribución eléctrica, tales como un acontecimiento de LVRT, uno de UVRT, uno de OVRT o uno de HVRT, el generador de turbina eólica se hace funcionar según realizaciones del método según la presente invención donde la corriente reactiva que va a proporcionarse a la red de distribución eléctrica se equilibra entre una corriente de estator de un generador DFIG y una corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución. Para no sobrecargar el disyuntor de red de distribución conectado al inversor de lado de red de distribución, la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución se controla según una capacidad de corriente reactiva de sobrecarga del disyuntor de red de distribución. La capacidad de corriente de sobrecarga, o la capacidad de corriente reactiva de sobrecarga, del disyuntor de red de distribución puede definir las condiciones en las que puede hacerse funcionar el disyuntor de red de distribución por encima de su nivel de corriente nominal. La corriente de inversor de lado de red de distribución puede controlarse de manera que el disyuntor de red de distribución no se activa.

El equilibrio de la corriente reactiva entre el estator del DFIG y el inversor de lado de red de distribución es ventajoso porque la corriente reactiva de estator puede mantenerse por debajo de un límite superior predeterminado de corriente de estator para evitar, por ejemplo, el calentamiento innecesario del DFIG. La corriente reactiva de estator puede mantenerse por debajo del límite superior predeterminado de corriente de estator manteniendo una corriente reactiva de rotor por debajo de un límite superior predeterminado de corriente de rotor.

La cantidad de corriente reactiva que va a proporcionarse a la red de distribución eléctrica equivale a la suma de la corriente reactiva de estator y la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución.

Con el fin de mantener la corriente reactiva de estator por debajo del límite superior predeterminado de corriente de estator, puede controlarse la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución para que sobrepase una capacidad de corriente nominal del disyuntor de red de distribución en al menos parte de un período de tiempo predeterminado. El período de tiempo predeterminado puede ser de menos de un segundo a varios minutos o incluso más prolongado. El período de tiempo predeterminado puede ser igual a la duración del acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica.

La corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución puede sobrepasar, durante al menos parte del período de tiempo predeterminado, la capacidad de corriente nominal del disyuntor de red de distribución en al menos el 20%, tal como al menos el 30%, tal como al menos el 40%, tal como al menos el 50%, tal como al menos el 60%, tal como al menos el 80%, tal como al menos el 100%. Una capacidad de corriente nominal de un disyuntor de red de distribución típico puede ser por ejemplo de 200 A. A modo de comparación, un nivel de corriente nominal de un DFIG puede ser por ejemplo de 1600 A. Sin embargo, debe observarse que los niveles de corriente nominal del disyuntor de red de distribución y el DFIG pueden ser diferentes de los niveles mencionados en el presente documento.

Un disyuntor de red de distribución puede ser capaz de manejar más corriente en la fase inicial de un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica en comparación con la fase de cierre de un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica. Por tanto, si un nivel alto de corriente de sobrecarga se mantiene estático durante un acontecimiento anómalo completo de la red de distribución eléctrica, puede activarse el disyuntor de red de distribución debido, por ejemplo, a sobrecalentamiento. Para evitar la activación del disyuntor de red de distribución, puede controlarse la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución para que disminuya durante el período de tiempo predeterminado. La corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución puede controlarse, durante al menos parte del período de tiempo predeterminado, para que disminuya de una manera predeterminada, tal como en una manera sustancialmente lineal.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un generador de turbina eólica dispuesto para suministrar una cantidad de corriente reactiva a una red de distribución eléctrica durante un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, comprendiendo dicho generador de turbina eólica

- 1) un generador de inducción doblemente alimentado que tiene un rotor y un estator,
- 2) un convertidor de potencia que acopla el rotor a la red de distribución eléctrica, comprendiendo dicho convertidor de potencia un inversor de lado de red de distribución, y
- 3) un controlador para equilibrar una corriente reactiva que va a proporcionarse a la red de distribución eléctrica entre una corriente reactiva de estator y una corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución, y controlar la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución según una capacidad de corriente de sobrecarga de un disyuntor de red de distribución que recibe la corriente reactiva proporcionada por el inversor de lado de red de distribución.

El equilibrio de la corriente reactiva entre el estator del DFIG y el inversor de lado de red de distribución es ventajoso porque puede evitarse el calentamiento innecesario del DFIG ya que el controlador puede disponerse para mantener la corriente reactiva de estator por debajo de un límite superior predeterminado de corriente de estator. La corriente

reactiva de estator se puede mantener por debajo del límite superior predeterminado de corriente de estator manteniendo una corriente reactiva de rotor por debajo de un límite superior predeterminado de corriente de rotor.

El controlador puede estar dispuesto adicionalmente para mantener la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución por encima de la capacidad de corriente nominal del disyuntor de red de distribución en al menos parte de un período de tiempo predeterminado. El período de tiempo predeterminado puede ser de menos de un segundo a varios minutos o incluso más prolongado. El período de tiempo predeterminado puede ser igual a la duración del acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica.

La corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución puede sobrepasar, durante al menos parte del período de tiempo predeterminado, la capacidad de corriente nominal del disyuntor de red de distribución en al menos el 20%, tal como al menos el 30%, tal como al menos el 40%, tal como al menos el 50%, tal como al menos el 60%, tal como al menos el 80%, tal como al menos el 100%. Una capacidad de corriente nominal de un disyuntor de red de distribución típico puede ser por ejemplo de 200 A. A modo de comparación, un nivel de corriente nominal de un DFIG puede ser por ejemplo de 1600 A. Sin embargo, debe observarse que los niveles de corriente nominal del disyuntor de red de distribución y el DFIG pueden ser diferentes de los niveles mencionados en el presente documento.

Un disyuntor de red de distribución puede ser capaz de manejar más corriente en la fase inicial de un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica en comparación con la fase de cierre de un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica. Por tanto, si un nivel alto de corriente de sobrecarga se mantiene estático durante un acontecimiento anómalo completo de la red de distribución eléctrica, puede activarse el disyuntor de red de distribución debido, por ejemplo, a sobrecalentamiento. Para evitar la activación del disyuntor de red de distribución, puede controlarse la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución, usando el controlador, para que disminuya durante el período de tiempo predeterminado. La corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución puede controlarse, durante al menos parte del período de tiempo predeterminado, para que disminuya de una manera predeterminada, tal como de una manera sustancialmente lineal.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora con más detalle a modo de las realizaciones y con referencia a las figuras adjuntas, en las que

la figura 1 muestra un generador de turbina eólica que aplica un generador de inducción doblemente alimentado,

la figura 2 muestra un bucle de control para controlar una corriente reactiva durante un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, y

la figura 3 muestra un diagrama de flujo que ilustra el método según la presente invención.

Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, se han mostrado realizaciones específicas a modo de ejemplos en los dibujos y se describirán con detalle en el presente documento. Debe entenderse, sin embargo, que no se pretende que la invención se limite a las formas particulares dadas a conocer. En cambio, la invención va a cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que se encuentran dentro del espíritu y el alcance de la invención tal como se define por las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada de realizaciones

Un aspecto de la presente invención se refiere a un método para hacer funcionar un generador de turbina eólica que usa un DFIG durante un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, tal como durante una caída de tensión en la red de distribución eléctrica que incluye un acontecimiento de LVRT, un acontecimiento de UVRT, un acontecimiento de OVRT o un acontecimiento de HVRT. Cuando se detecta un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, la potencia reactiva generada se equilibra entre el estator del DFIG y un inversor de lado de red de distribución, teniendo en cuenta al mismo tiempo una capacidad de corriente de sobrecarga de un disyuntor de red de distribución conectado operativamente al inversor de lado de red de distribución. La capacidad de corriente de sobrecarga del disyuntor de red de distribución puede ser una capacidad de corriente reactiva de sobrecarga. La capacidad de corriente de sobrecarga, o la capacidad de corriente reactiva de sobrecarga, del disyuntor de red de distribución puede definir las condiciones en las que puede hacerse funcionar el disyuntor de red de distribución por encima de su nivel de corriente nominal.

En referencia ahora a la figura 1, se representa un generador de turbina eólica 100 que implica un DFIG 104. Tal como se observa en la figura 1, el rotor 106 del DFIG 104 está acoplado a un conjunto de palas de rotor 102 a través de una caja de engranajes opcional 103. Las palas de rotor 102 rotan en respuesta a la energía eólica entrante 101. El DFIG 104 está adaptado para suministrar energía a la red de distribución eléctrica 112 a través de un transformador de red de distribución opcional 111 a través de dos ramas trifásicas 113, 114 y 115. En la última de las dos ramas trifásicas 115, se suministra energía desde el estator 105 del DFIG 104 al transformador de red de distribución opcional 111. La otra de las dos ramas trifásicas 113, 114 comprende además un convertidor de potencia de frecuencia que implica un inversor de CA/CC de lado de rotor 107 y un inversor de CC/CA de lado de

red de distribución 108 que están separados por una conexión de CC intermedia 109. El controlador de potencia 110 controla el inversor de CA/CC de lado de rotor 107 y el inversor de CC/CA de lado de red de distribución 108. La potencia puede fluir en ambas direcciones en las ramas trifásicas 113, 114.

5 La rama trifásica 114 comprende un disyuntor de red de distribución trifásico 116 para desconectar el inversor de CC/CA de lado de red de distribución del transformador de red de distribución opcional 111. El disyuntor de red de distribución 116 puede comprender interruptores controlables insertados en cada una de las tres fases. Las especificaciones técnicas de estos interruptores controlables establecen el nivel de corriente nominal del disyuntor de red de distribución 116.

10 De manera similar a otros componentes electrónicos de potencia, el disyuntor de red de distribución 116 puede sobrecargarse temporalmente en comparación con su nivel de corriente nominal. Las realizaciones de la presente invención aprovechan esta capacidad de sobrecarga temporal del disyuntor de red de distribución 116 porque puede reducirse la potencia reactiva suministrada a través del estator de DFIG.

15 Tal como se indicó anteriormente, la capacidad de sobrecarga temporal del disyuntor de red de distribución 116 facilita que el disyuntor de red de distribución 116 pueda hacerse funcionar por encima de su nivel de corriente nominal en un período de tiempo predeterminado sin que se active y/o sin que se dañe. De este modo, al hacer funcionar el disyuntor de red de distribución 116 por encima de su nivel de corriente nominal, puede proporcionarse un exceso de corriente reactiva a la red de distribución eléctrica 112 a través del disyuntor de red de distribución 116, mientras que puede reducirse en consecuencia la corriente reactiva proporcionada por el estator 105. La corriente de sobrecarga temporal a través del disyuntor de red de distribución 116 normalmente disminuye de manera controlada durante el acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica. Por ejemplo, la corriente de sobrecarga decreciente puede seguir una dependencia lineal. Sin embargo, también pueden ser aplicables otras dependencias decrecientes.

20 Durante el funcionamiento normal, el generador de turbina eólica 100 se hace funcional normalmente en un denominado modo de potencia en el que la cantidad de potencia activa y reactiva que va a suministrarse a la red de distribución eléctrica 112 se establece mediante referencias de potencia activa y reactiva respectivas.

25 Tal como se abordó anteriormente, el acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica puede implicar un acontecimiento de LVRT o un acontecimiento de UVRT donde la tensión de la red de distribución eléctrica por algún motivo disminuye a un nivel de tensión que está en algún punto entre el 0 y el 100% de la tensión nominal de la red de distribución eléctrica. En el caso de un acontecimiento de OVRT o un acontecimiento de HVRT, la tensión de la red de distribución eléctrica en principio puede estar en algún punto por encima de la tensión nominal de la red de distribución eléctrica.

Cuando se ha detectado un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, se deshabilita el modo de potencia. Para soportar la red de distribución eléctrica con potencia reactiva durante el acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, el generador de turbina eólica permanece conectado a la red de distribución eléctrica.

35 En referencia ahora a la figura 2, se representa un bucle de control cerrado 200. El bucle de control cerrado controla la tensión de rotor de eje d 204 y de ese modo, la corriente reactiva de rotor en respuesta a una referencia de corriente reactiva I_{Qref} y dos parámetros medidos 205, 206. Tal como se ilustra en la figura 2, la referencia de corriente reactiva se compara con una corriente reactiva total 205 proporcionada por el estator y el inversor de lado de red de distribución del DFIG 207 y una señal de control del disyuntor de red de distribución 208. La señal de control del disyuntor de red de distribución 208 representa la capacidad de sobrecarga del disyuntor de red de distribución 116 en la figura 1.

40 La diferencia entre la referencia de corriente reactiva, I_{Qref} , y la corriente reactiva total medida 205 y la señal de control del disyuntor de red de distribución 208 se proporciona al regulador 201 que genera una referencia reactiva de rotor 203. La referencia reactiva de rotor 203 se compara con una corriente reactiva medida de rotor 206 y la diferencia entre ellas se proporciona al regulador 202 que genera la tensión de rotor de eje d 204. Los reguladores 201, 202 pueden ser en principio de cualquier tipo, tal como por ejemplo PI, PD o PID. Además, puede usarse alimentación hacia delante de modo que PI solo funcione sobre de la alimentación hacia delante. Esto no se muestra por motivos de simplificación.

45 Por tanto, durante el acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, el DFIG 207 se controla en una configuración de corriente de bucle cerrado donde la referencia de corriente I_{Qref} y la señal de control del disyuntor de red de distribución 208 se proporcionan como señales de entrada.

A continuación se facilitará un ejemplo ilustrativo de las ventajas asociadas con realizaciones de la presente invención. Obviamente, los diversos niveles de corriente dependen del factor K, el tamaño de la caída de tensión, la referencia de potencia activa, la referencia de potencia reactiva, la velocidad del generador, etc.

55 En un ejemplo ilustrativo, el estator puede suministrar una corriente activa de 1600 A y una corriente reactiva de 100 A a la red de distribución eléctrica antes de que se produzca un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica. La corriente aparente de estator es entonces igual a 1603,12 A. A continuación, se supone que

el nivel de corriente nominal del disyuntor de red de distribución es de 200 A, mientras que la capacidad de sobrecarga del disyuntor de red de distribución es de 280 A. En caso de una caída de tensión del 20% y un factor K de 2,5, la corriente aparente de estator alcanzará 1978 A si no se usa la capacidad de sobrecarga del disyuntor de red de distribución, es decir, la corriente aparente a través del disyuntor de red de distribución no puede sobrepasar 200 A. Por otro lado, si la capacidad de sobrecarga del disyuntor de red de distribución se usa casi a su máximo, es decir, 279,3 A, la corriente aparente que va a suministrarse desde el estator se reduce a 1688,08 A, es decir, una reducción de corriente de casi 300 A.

En la figura 3 se representa un diagrama de flujo 300 que ilustra una realización del método según la presente invención. Tal como se representa en la figura 3, si no se detecta ningún acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, es decir, si no se detecta falla de la red de distribución, el generador de turbina eólica se hace funcionar en un modo de potencia. Por el contrario, si se detecta un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, el generador de turbina eólica se hace funcionar en un modo de corriente. En el modo de corriente, la potencia reactiva total que ha de suministrarse a la red de distribución eléctrica se equilibra entre el estator del DFIG y el inversor de lado de red de distribución de manera que la capacidad de sobrecarga de corriente de un disyuntor de red de distribución se usa preferiblemente a su máximo, véase el ejemplo facilitado anteriormente. Por tanto, en el modo de corriente, el estator del DFIG proporciona una parte de la corriente reactiva 301, mientras que otra parte de la corriente reactiva 302 se suministra por el inversor de lado de red de distribución. Las dos partes de la potencia reactiva se suman 303 antes de lanzarse a la red de distribución eléctrica. La potencia reactiva procedente del estator del DFIG se controla a través de la tensión de rotor de eje d 204, véase la figura 2, y la tensión de rotor de eje d generada 204 se proporciona al DFIG siempre que esté presente el acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica.

El disyuntor de red de distribución puede ser capaz de manejar más corriente en la fase inicial de un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica. Por tanto, puede tener que disminuirse la contribución de corriente reactiva 302 procedente del inversor de lado de red de distribución durante el acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica para no activar el disyuntor de red de distribución. La disminución de la corriente reactiva puede seguir un comportamiento sustancialmente lineal, de modo que la corriente reactiva a través del disyuntor de red de distribución alcanza un nivel de corriente nominal del disyuntor de red de distribución después de, por ejemplo, algunos segundos o tal vez cerca del final del acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica. Para compensar la disminución de la corriente reactiva que se proporciona a través del disyuntor de red de distribución, puede aumentarse en consecuencia la corriente reactiva que va a suministrarse por el estator del DFIG.

El método ilustrado en la figura 3 puede implementarse utilizando medios variables, como una implementación completa de software.

REIVINDICACIONES

1. Método para controlar una cantidad de corriente reactiva (303) proporcionada desde un generador de turbina eólica (100) a una red de distribución eléctrica (112) durante un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, comprendiendo dicho generador de turbina eólica un generador de inducción doblemente alimentado (104) que tiene un rotor (106) y un estator (105), y un convertidor de potencia (107, 109, 108) que acopla el rotor a la red de distribución eléctrica, comprendiendo el convertidor de potencia un inversor de lado de red de distribución (108), en el que el método comprende la etapa de equilibrar la corriente reactiva proporcionada a la red de distribución eléctrica entre una corriente reactiva de estator (301) y una corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302),
5
10
caracterizado por que
la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302) se controla según una capacidad de corriente de sobrecarga de un disyuntor de red de distribución que recibe la corriente reactiva proporcionada por el inversor de lado de red de distribución (108).
2. Método según la reivindicación 1, en el que la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302) se controla según una capacidad de corriente reactiva de sobrecarga del disyuntor de red de distribución.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que el acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica implica un acontecimiento de funcionamiento en baja tensión, un acontecimiento de funcionamiento en subtensiones, un acontecimiento de funcionamiento en sobretensiones o un acontecimiento de funcionamiento en alta tensión.
15
20
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la corriente reactiva de estator se mantiene por debajo de un límite superior predeterminado de corriente de estator.
5. Método según la reivindicación 4, en el que la corriente reactiva de estator (301) se mantiene por debajo del límite superior predeterminado de corriente de estator manteniendo una corriente reactiva de rotor por debajo de un límite superior predeterminado de corriente de rotor.
25
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, en el que la cantidad de corriente reactiva que va a proporcionarse a la red de distribución eléctrica equivale a la suma de la corriente reactiva de estator (301) y la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302).
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302) se controla para que sobrepase una capacidad de corriente nominal del disyuntor de red de distribución en al menos parte de un período de tiempo predeterminado.
30
8. Método según la reivindicación 7, en el que la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302), al menos durante parte del período de tiempo predeterminado, sobrepasa la capacidad de corriente nominal del disyuntor de red de distribución en al menos el 20%, tal como al menos el 30%, tal como al menos el 40%, tal como al menos el 50%, tal como al menos el 60%, tal como al menos el 80%, tal como al menos el 100%.
35
9. Método según la reivindicación 7 u 8, en el que la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302) se controla para que disminuya de una manera predeterminada durante al menos parte del período de tiempo predeterminado.
10. Método según la reivindicación 9, en el que la corriente de inversor de lado de red de distribución (302) disminuye de manera sustancialmente lineal.
40
11. Generador de turbina eólica (100) dispuesto para suministrar una cantidad de corriente reactiva (303) a una red de distribución eléctrica (112) durante un acontecimiento anómalo de la red de distribución eléctrica, comprendiendo dicho generador de turbina eólica
45
1) un generador de inducción doblemente alimentado (104) que tiene un rotor (106) y un estator (105);
2) un convertidor de potencia (107, 109, 108) que acopla el rotor (106) a la red de distribución eléctrica (112), comprendiendo dicho convertidor de potencia un inversor de lado de red de distribución (108); y
3) un controlador para equilibrar una corriente reactiva que va a proporcionarse a la red de distribución eléctrica entre una corriente reactiva de estator (301) y una corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302),
50
caracterizado por que

el controlador está configurado para controlar la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302) según una capacidad de corriente de sobrecarga de un disyuntor de red de distribución que recibe la corriente reactiva proporcionada por el inversor de lado de red de distribución (108).

- 5 12. Generador de turbina eólica según la reivindicación 11, en el que el controlador está dispuesto para mantener la corriente reactiva de estator (301) por debajo de un límite superior predeterminado de corriente de estator.
13. Generador de turbina eólica según la reivindicación 12, en el que la corriente reactiva de estator se mantiene por debajo del límite superior predeterminado de corriente de estator manteniendo una corriente reactiva de rotor por debajo de un límite superior predeterminado de corriente de rotor.
- 10 14. Generador de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 11-13, en el que el controlador está dispuesto para mantener la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302) por encima de una capacidad de corriente nominal del disyuntor de red de distribución en al menos parte de un período de tiempo predeterminado.
- 15 15. Generador de turbina eólica según la reivindicación 14, en el que el controlador está dispuesto para disminuir la corriente reactiva de inversor de lado de red de distribución (302) de una manera predeterminada durante al menos parte del período de tiempo predeterminado.

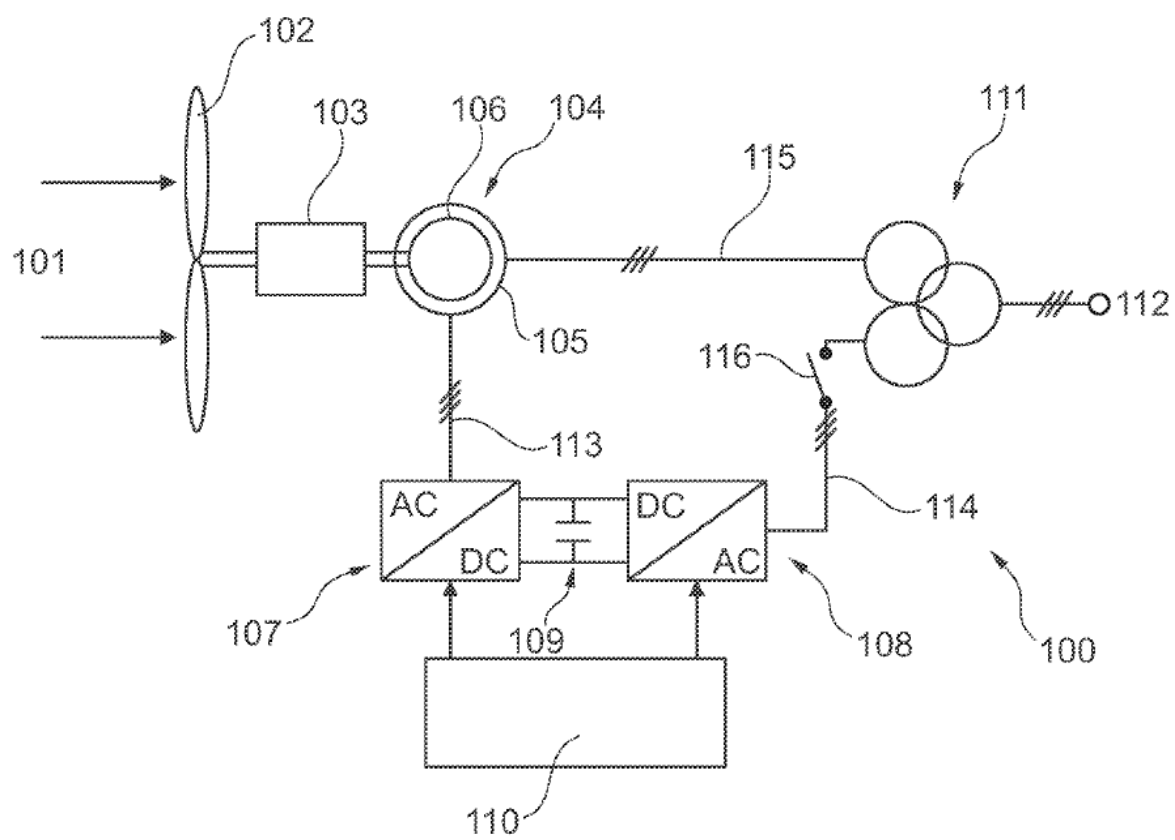


Fig. 1

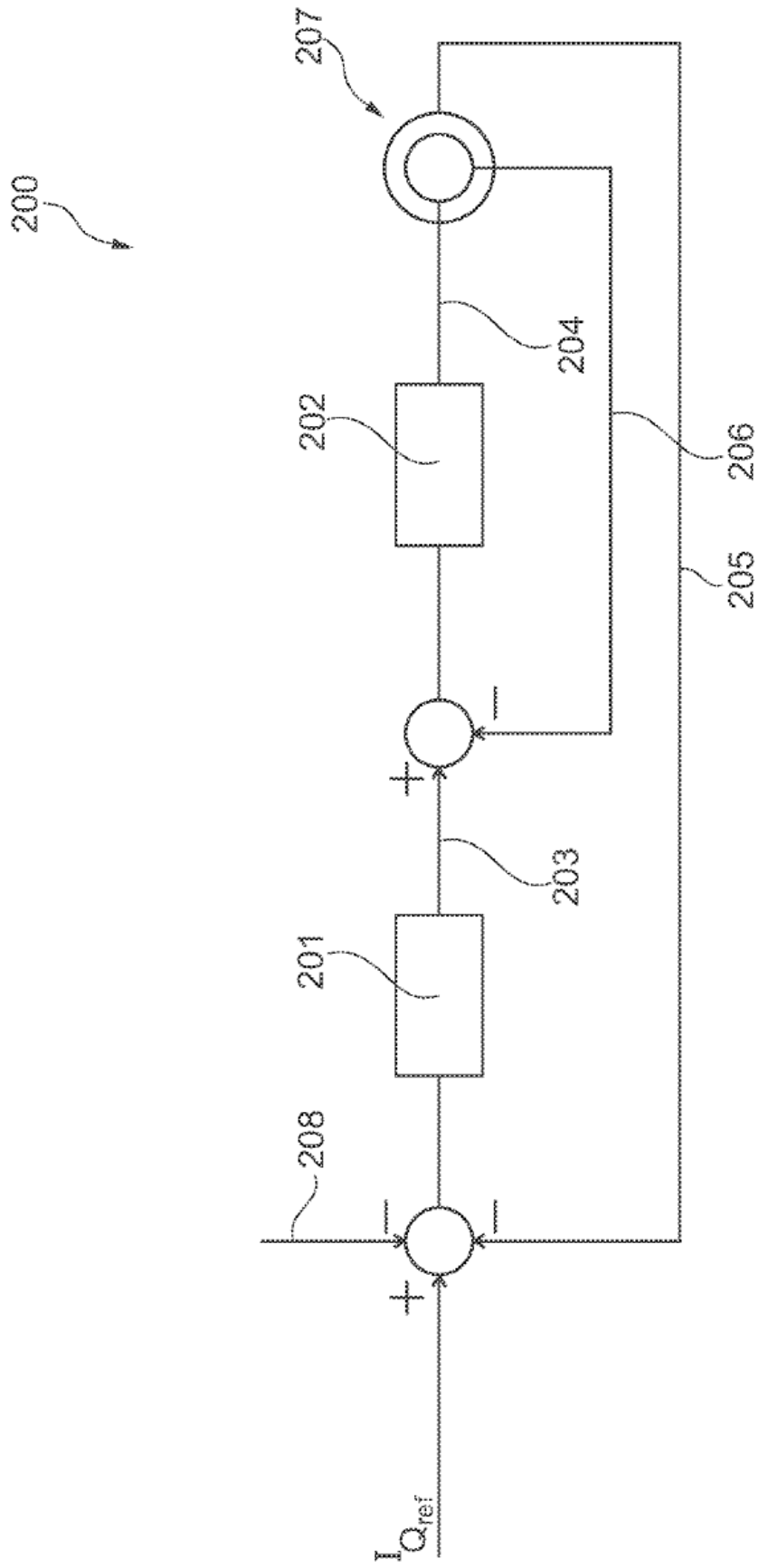


Fig. 2

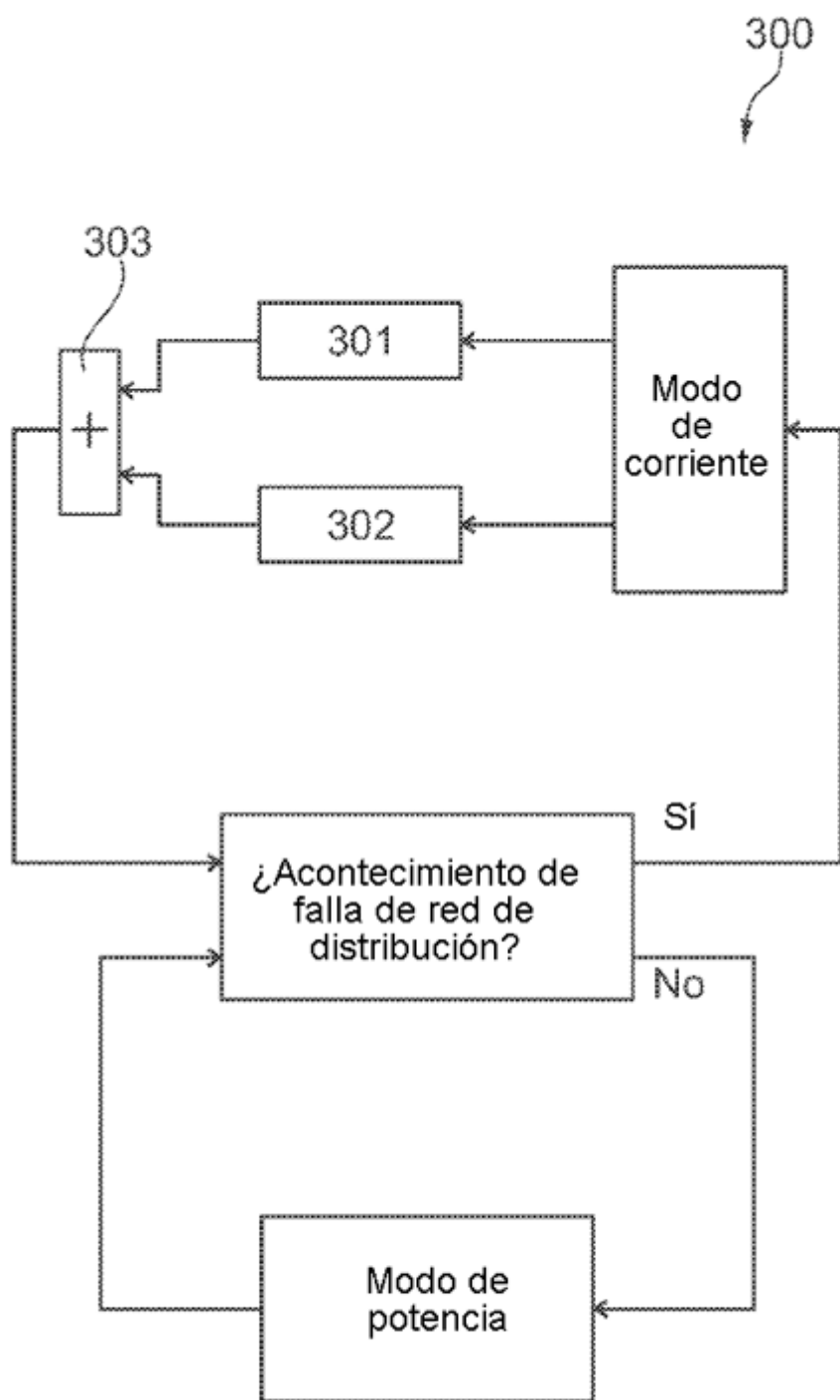


Fig. 3