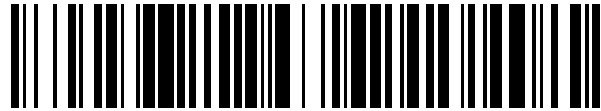


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 683**

51 Int. Cl.:

H02P 9/00 (2006.01)

H02P 9/42 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02772091 .1**

96 Fecha de presentación: **01.11.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1563598**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.08.2005**

54 Título: **Disposición de circuito para su uso en un sistema de turbina eólica de velocidad variable que comprende un generador de inducción de doble alimentación y un convertidor reversible**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

12.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

12.12.2012

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 44

8200 Aarhus N , DK

72 Inventor/es:

NIELSEN, JOHN, GODSK

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 392 683 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

Disposición de circuito para su uso en un sistema de turbina eólica de velocidad variable que comprende un generador de inducción de doble alimentación y un convertidor reversible.

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a una disposición de circuito para su uso en un sistema de turbina eólica de velocidad variable que comprende un generador de inducción de doble alimentación y un convertidor reversible del tipo expuesto en el preámbulo de la reivindicación 1, a un método para controlar una disposición de circuito de este tipo, y a un sistema de control para una turbina eólica que comprende una disposición de circuito de este tipo.

Técnica anterior

- 10 En sistemas de turbina eólica con velocidad de rotación variable, se conoce usar un convertidor reversible para transferir energía eléctrica entre el rotor del generador de inducción de doble alimentación y la red de distribución. El convertidor reversible comprende un convertidor conectado al rotor (a continuación, convertidor de rotor), un circuito de CC intermedio (a continuación, enlace de CC) y un convertidor conectado a la red de distribución (a continuación, convertidor de red de distribución). El convertidor reversible puede controlarse de tal manera que los devanados de estator del generador pueden conectarse directamente a la red de distribución debido al hecho de que se controlan las corrientes en los devanados de rotor de tal manera que la frecuencia de los devanados de estator corresponden a la frecuencia de la red de distribución. Además, se controla la corriente en los devanados de rotor de tal manera que pueden obtenerse los valores deseados de potencia activa y reactiva entregada por el generador. Tales sistemas de turbina eólica se conocen, por ejemplo, a partir del documento US-5.083.039.

- 20 En relación con las caídas de tensión en la red de distribución, se desmagnetiza el generador, y se remagnetiza el generador cuando vuelve la tensión. Durante la remagnetización, el generador consume una gran cantidad de potencia reactiva. Durante la desmagnetización y la remagnetización, el generador sobrecargará el convertidor reversible proporcionando un aumento incontrolado en la tensión en el circuito de CC. Debido al hecho de que la tensión en la red de distribución es baja, el convertidor de red de distribución no puede entregar potencia activa a la red de distribución.

- 25 El procedimiento normal durante las caídas de tensión en la red de distribución ha sido desconectar el generador de la red de distribución y cortocircuitar los devanados de rotor del generador usando un puente rectificador controlado conectado a través de los devanados de rotor. La reconexión de la turbina eólica después del restablecimiento de la tensión de red de distribución se realizaría normalmente sin que la turbina eólica tome parte activa en el restablecimiento de la tensión de red de distribución.

- 30 El documento WO 01/91279 A da a conocer un sistema de turbina eólica de velocidad variable conectado a la red de distribución y un método para controlar un sistema de turbina eólica de velocidad variable, comprendiendo el sistema un generador de doble alimentación conectado en el lado de estator a la red de distribución y en el lado de rotor a un convertidor reversible conectado para transferir energía entre el rotor del generador de inducción de doble alimentación y la red de distribución, y un conmutador de derivación controlado que actúa directamente sobre los devanados de rotor.

Descripción de la invención

- 40 Es el objeto de la presente invención proporcionar una disposición de circuito para su uso en un sistema de turbina eólica de velocidad variable que comprende un generador de inducción de doble alimentación y un convertidor reversible conectado para transferir energía entre el rotor del generador de inducción de doble alimentación y la red de distribución, con lo que es posible mantener los devanados de estator del generador conectados a la red de distribución durante las averías de la red de distribución, tales como baja tensión de red de distribución o cortocircuitos en la red de distribución, y este objeto se consigue con una disposición de circuito de dicho tipo, que según la presente invención comprende también las características expuestas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1. Este objeto se consigue también mediante un método para controlar un sistema de turbina eólica de velocidad variable conectado a la red de distribución que comprende las características de la parte caracterizadora de la reivindicación 11. Con esta disposición, el generador de turbina eólica puede tomar parte de manera activa en el restablecimiento de la tensión de red de distribución y el generador puede contribuir a la corriente de cortocircuito durante condiciones de avería. Además, es posible controlar la contribución de potencia activa y reactiva del generador durante condiciones de avería y el restablecimiento de la tensión de red de distribución. Durante las condiciones de avería, el control de las corrientes del rotor proporciona la posibilidad de reducir las oscilaciones de velocidad y evitar condiciones de exceso de velocidad para la turbina eólica, debido al hecho de que la potencia activa de la turbina eólica puede disiparse en las impedancias durante condiciones de baja tensión de red de distribución. Durante una recuperación rápida de la tensión de red de distribución, los conmutadores controlados en el convertidor de rotor pueden apagarse temporalmente. De ese modo, los diodos de rueda libre transfieren potencia al enlace de CC, cuando las tensiones de rotor son superiores a la tensión de enlace de CC.

Esto proporciona un restablecimiento continuo y rápido de la producción de potencia y conduce a bajos esfuerzos

sobre la turbina eólica y la red de distribución.

5 Para reducir la disipación de potencia durante el funcionamiento normal, los medios de acoplamiento para conectar la resistencia y desconectar el elemento de conmutación de potencia de la red de distribución comprenden contactores, pero en tales casos en los que las conexiones y desconexiones tienen que hacerse de una manera rápida, los medios de acoplamiento pueden comprender conmutadores electrónicos de potencia, que introducirán sin embargo pérdidas adicionales durante el funcionamiento normal.

Breve descripción de los dibujos

10 En la siguiente parte detallada de la presente descripción, se explicará la invención en más detalle con referencia a las realizaciones a modo de ejemplo de una disposición de circuito según la invención mostrada en los dibujos, en los que

la figura 1 muestra una disposición de circuito según la presente invención,

la figura 2 muestra una disposición de circuito alternativa según la presente invención,

la figura 3 muestra una posibilidad de conexión diferente para las impedancias para disipar la potencia transferida desde el enlace de CC, y

15 la figura 4 muestra un diagrama esquemático más completo del sistema de control para una turbina eólica en la que se implementa la disposición de circuito según la presente invención.

Descripción de las realizaciones preferidas

20 La disposición de circuito mostrada en la figura 1 comprende un generador de inducción de doble alimentación G. Los devanados de estator del generador de inducción de doble alimentación G se conectan directamente a la red de distribución, tal como se indica mediante la conexión de transformador T. Es posible naturalmente, si no incluso necesario, tener dispositivos de protección apropiados en la conexión entre el estator del generador de inducción de doble alimentación G y la red de distribución, pero en relación con la presente invención y la siguiente descripción de la misma, tales dispositivos de protección son de menor importancia.

25 Los devanados de rotor del generador de inducción de doble alimentación G se conectan a un convertidor reversible que comprende un convertidor de rotor RC, un enlace de CC y un convertidor de red de distribución GC, conectándose dicho convertidor de red de distribución GC a la red de distribución, tal como se indica mediante la conexión de transformador T.

30 Tal como se conoce bien dentro de esta técnica, cada uno de los convertidores comprende seis elementos de conmutación de potencia conectados en una configuración de puente y conectados al enlace de CC para proporcionar la posibilidad de controlar las corrientes i en los devanados de rotor de tal manera, que pueden obtenerse los valores deseados de potencia activa y reactiva P,Q entregada por los devanados de estator del generador. Además, cada uno de los elementos de conmutación de potencia están asociados con un diodo de rueda libre, tal como se conoce bien en esta técnica. La figura 1 muestra las inductancias de rotor L_{rotor} conectadas entre el convertidor de rotor y las terminales de rotor en el generador G y las inductancias de red de distribución L_{grid} correspondientes conectadas entre el convertidor de red de distribución GC y la red de distribución. Según la presente invención, se proporciona un conmutador S2 para permitir una desconexión de al menos una de las fases de la red de distribución del convertidor de red de distribución GC, y se proporciona un conmutador S1 correspondiente, permitiendo la conexión de una impedancia entre los elementos de conmutación de potencia del convertidor de red de distribución GC, que se desconectan por tanto de la red de distribución y el enlace de CC. De esta manera, los elementos de conmutación de potencia del convertidor de red de distribución GC pueden proporcionar una disipación controlada de potencia desde el enlace de CC hasta la impedancia conectada por medio del conmutador S1. En la realización mostrada en la figura 1, se desconectan las tres fases de la red de distribución por medio de S2 y de manera correspondiente se conectan tres impedancias individuales entre los elementos de conmutación de potencia y el enlace de CC por medio del conmutador S1. En la figura 1, se conectan las impedancias al terminal positivo del enlace de CC, conectándose los elementos de conmutación de potencia del convertidor de red de distribución GC al terminal positivo y negativo del enlace de CC, controlando la disipación de potencia en las impedancias correspondientes. Una posibilidad de conexión alternativa se muestra en la figura 3, indicando la posibilidad de conectar las impedancias en una configuración de estrella, con el punto de estrella conectado al punto medio del enlace de CC. Otras posibilidades son una configuración delta, una configuración de estrella sin ninguna conexión al punto de estrella, etc., en las que estas configuraciones diferentes tienen cada una sus propias ventajas, tal como conoce bien un experto en la técnica.

55 La figura 1 muestra además un circuito de protección de sobretensión OVP en forma de un puente rectificador controlado cortocircuitado por una resistencia. Este circuito de protección de sobretensión OVP se pone en acción, cuando se reduce la tensión de red de distribución a una tasa alta, lo que conduce a la desmagnetización rápida del generador G que daría como resultado, si no estuviera presente este circuito de protección de sobretensión OVP, una sobretensión en el enlace de CC que se genera por medio de los diodos de rueda libre del convertidor de rotor

RC.

La figura 2 muestra una disposición de circuito alternativa según la presente invención, en la que se sustituyen los conmutadores S1 y S2 en la figura 1 por conmutadores electrónicos de potencia, mediante lo cual pueden reducirse los tiempos de conmutación para estos conmutadores, lo que conduce a una reacción más rápida de la disposición de circuito.

Durante el funcionamiento normal, se controla el sistema de turbina eólica para optimizar la potencia generada P, por ejemplo controlando el paso θ de la palas de turbina eólica, y la conmutación del convertidor de rotor RC y el convertidor de red de distribución GC, respectivamente. En el suceso de una avería de la red de distribución, tal como un cortocircuito, se reducirá normalmente la tensión de red de distribución U_g detectada y si la sobretensión CC es demasiado alta, se activa la protección de sobretensión OVP. Después de una reconfiguración del convertidor de red de distribución GC abriendo el conmutador S2 y cerrando el conmutador S1, la protección de sobretensión OVP, si se activa, puede deshabilitarse y el convertidor de rotor RC puede asumir el control de las corrientes i en los devanados de rotor. El control de las corrientes i en los devanados de rotor proporciona la posibilidad de mantener los devanados de estator conectados a la red de distribución durante una avería y proporcionar una contribución de corriente de cortocircuito alta durante la avería. El cortocircuitado inicial de los devanados de rotor por medio del circuito de protección de sobretensión OVP proporciona una contribución de cortocircuito alta a la red de distribución, ayudando a activar relés de protección en la red de distribución para solucionar las averías de la red de distribución. En el siguiente periodo hasta que se ha solucionado la avería de la red de distribución y la tensión de red de distribución U_g se eleva hasta la tensión nominal, el convertidor de rotor RC controla las corrientes i en los devanados de rotor para aumentar la contribución de cortocircuito de la turbina eólica. Este control se realiza de tal manera que se controla la tensión CC próxima a su tensión nominal ajustando la referencia de potencia activa a positiva, cuando la velocidad del generador G está por encima de la velocidad síncrona, y ajustando dicha referencia a negativa, cuando dicha velocidad está por debajo de la velocidad síncrona. Además, la referencia de potencia se ajusta de tal manera, que se amortiguan las posibles oscilaciones de velocidad y se evitan condiciones de exceso de velocidad. Durante este control, se controla el paso θ para que se mantenga por debajo de velocidad máxima, es decir evitando condiciones de exceso de velocidad, pero controlando la velocidad a una velocidad alta por encima de la velocidad síncrona, lo que hace posible entregar potencia activa P a la red de distribución y cargar el enlace de CC al mismo tiempo. Además, puede usarse la energía cinética almacenada en la velocidad de rotación alta para aumentar la producción de potencia rápidamente después de que se haya restaurado la red de distribución. Cuando se detecta una tensión de red de distribución normal U_g , el convertidor de rotor RC asume el control de la tensión de enlace de CC, mientras que se reconecta el convertidor de red de distribución GC desconectando el conmutador S1 y conectando el conmutador S2, tras lo cual puede reanudarse el funcionamiento normal.

Tal como puede observarse a partir de lo anterior, la presente invención proporciona la posibilidad de evitar la desconexión de los devanados de estator de la red de distribución y proporciona una corriente de cortocircuito alta durante condiciones de avería. Cuando se elimina la avería de la red de distribución y se restaura la tensión de red de distribución U_g , la turbina eólica puede proporcionar una contribución de potencia activa/reactiva controlada P, Q para establecer la red de distribución, y se evita el gran consumo de potencia reactiva durante el restablecimiento de la tensión de red de distribución. Además, la presente invención proporciona una respuesta continua y corta, cuando se elimina la avería de la red de distribución y se restaura la tensión de red de distribución U_g , limitando por tanto de manera activa el esfuerzo sobre la turbina eólica y la red de distribución, durante la restauración de la tensión de red de distribución U_g .

Debido a la eliminación repentina del par de torsión eléctrico en relación con una avería de la red de distribución, puede surgir una condición de exceso de velocidad para la turbina debido a la respuesta lenta del sistema de paso para eliminar la entrada de par de torsión desde la pala. Además, pueden iniciarse oscilaciones el tren de transmisión con el cambio repentino del par de torsión. A este respecto, el convertidor de rotor RC puede controlarse para amortiguar las oscilaciones mecánicas y evitar condiciones de exceso de velocidad a velocidades por encima de la velocidad síncrona. Esto puede conseguirse aumentando la entrega de potencia activa P a la red de distribución durante la avería, aunque se reduzca la tensión de red de distribución U_g . La potencia activa transferida al enlace de CC durante este método de control se disipa en las resistencias de red de distribución. Cuando se elimina la avería de la red de distribución, se consigue una respuesta continua mediante el control adecuado del convertidor de rotor RC. Cuando se restaura la tensión de red de distribución U_g , el generador G tiene que remagnetizarse, y si la elevación de la tensión de red de distribución U_g es muy rápida, la corriente i a través del convertidor de rotor RC será alta de manera correspondiente. El convertidor de rotor RC no está diseñado para estas corrientes altas y por consiguiente, se apagan los conmutadores activos en el convertidor de rotor RC, y los diodos de rueda libre, que pueden manejar corrientes pulsadas altas, conducen la corriente i desde los devanados de rotor hasta el enlace de CC, cuando las tensiones de rotor son superiores a la tensión de enlace de CC real. De esta manera, se limita la generación de las corrientes i en el rotor y por tanto del par de torsión eléctrico. Esta situación corresponde a una situación, en la que se inserta una resistencia de motor alta en el rotor, mediante lo cual se reduce de manera activa el tiempo de remagnetización y las corrientes de rotor i disminuyen rápidamente y puede activarse el convertidor de rotor RC para recobrar el control de potencia activa y reactiva total P, Q. Durante la remagnetización del generador G, se cargará el enlace de CC, y el convertidor de red de distribución GC disipará la energía excesiva en las resistencias conectadas por medio del conmutador S1. Debido al hecho de que se usan las

- 5 resistencias para disipar la potencia en lugar de transferir la potencia de vuelta a la red de distribución, puede implementarse el tiempo de respuesta muy bajo y los conmutadores activos en el convertidor de red de distribución pueden utilizarse totalmente para disipar la cantidad máxima de energía entregada desde el rotor. Tan pronto como el convertidor de rotor RC ha recobrado el control de potencia, el convertidor de red de distribución GC se reconecta a la red de distribución encendiendo S1 y apagando S2. Durante esta conmutación, se controla la tensión de enlace de CC mediante el convertidor de rotor RC alterando activamente la referencia de potencia según el nivel de tensión de enlace de CC.
- 10 En la figura 4, se muestra un diagrama esquemático más completo del sistema de control para la turbina eólica, en el que se indican las diferentes unidades de control y funciones de medición, proporcionando dichas unidades de control y funciones de medición la posibilidad de realizar el control deseado según la presente invención.
- 15 En el sistema mostrado en la figura 4, se conecta una unidad de medición y control conectada a la red de distribución 1 para medir las tensiones de red de distribución U_g y las corrientes I_g en cada fase de la red de distribución, y para detectar posibles discontinuidades en las tensiones para iniciar el control apropiado según la presente invención, cuando se detecta una situación de avería de la red de distribución, y para reanudar el funcionamiento normal, cuando se ha solucionado la avería de la red de distribución, tal como se detecta mediante esta unidad de medición y control 1. La unidad de medición y control 1 se conecta también para controlar el circuito de protección de sobretensión OVP y los conmutadores S1 y S2.
- 20 Se conecta un controlador de potencia y velocidad 2 para recibir información relativa al estado de red de distribución R y la potencia activa y reactiva P, Q entregada a la red de distribución, entregándose dicha información desde la unidad de medición y control conectada a la red de distribución 1. Además, el controlador de potencia y velocidad 2 se conecta para recibir una velocidad de referencia ω_r para la velocidad de rotación del generador G. Según esta información recibida, el controlador de potencia y velocidad 2 controla el paso ϑ de las palas de rotor y el ajuste de las referencias de corriente i_r para el controlador de convertidor de rotor 3.
- 25 El controlador de convertidor de rotor 3 recibe información relativa a las corrientes de rotor i y las referencias de corriente de rotor i_r y, basándose en esta información, el controlador de convertidor de rotor 3 entrega la información de conmutación al circuito de excitación 4 para el convertidor de rotor RC. Además, el controlador de convertidor de rotor 3 recibe información relativa a la tensión CC en el enlace de CC para poder controlar la tensión CC del enlace de CC durante la reconfiguración del convertidor de red de distribución GC.
- 30 El controlador de convertidor de red de distribución 5 recibe información relativa a las tensiones de red de distribución U_g y las corrientes entregadas desde el convertidor de red de distribución i_g , y basándose en esta información y la tensión de enlace CC, el controlador de convertidor de red de distribución 5 entrega información de conmutación al circuito de excitación de convertidor de red de distribución 6 que controla los conmutadores del convertidor de red de distribución GC.
- 35 La conexión entre el rotor 8 de la turbina eólica y el generador G se establece a través de un mecanismo de engranajes 7, para convertir la velocidad de rotación lenta del rotor de turbina eólica 8 en la velocidad de rotación mayor del generador G.
- Anteriormente, se ha descrito la invención en relación con realizaciones preferidas y pueden concebirse varias modificaciones por un experto en la técnica sin apartarse de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de circuito en un sistema de turbina eólica de velocidad variable conectado a la red de distribución, que comprende
 - 5 un generador de inducción de doble alimentación (G) conectado en el lado de estator a la red de distribución y en el lado de rotor a un convertidor reversible conectado para transferir energía entre el rotor del generador de inducción de doble alimentación (G) y la red de distribución, y
 - un conmutador de derivación controlado (OVP) que actúa directamente sobre los devanados de rotor, caracterizada por comprender además
 - 10 medios (S2) para desconectar al menos un terminal conectado normalmente a la red de distribución del convertidor reversible de la red de distribución y medios (S1) para conectar una impedancia para permitir la transferencia de potencia controlada desde el circuito de CC intermedio hasta dicha impedancia, realizándose dicho control mediante uno o más elementos de conmutación de potencia del convertidor conectado normalmente a la red de distribución (GC), que se ha desconectado de la red de distribución.
2. Disposición de circuito según la reivindicación 1, caracterizada porque dichos medios de acoplamiento (S1, S2) comprenden contactores.
3. Disposición de circuito según la reivindicación 1, caracterizada porque dichos medios de acoplamiento (S1, S2) comprenden conmutadores electrónicos de potencia.
4. Disposición de circuito según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizada porque comprende una impedancia para cada fase en el convertidor reversible, conectándose cada impedancia al/a los elemento(s) de conmutación de potencia separados en el convertidor reversible.
5. Disposición de circuito según la reivindicación 4, caracterizada porque dichas impedancias se conectan en una configuración delta.
6. Disposición de circuito según la reivindicación 4, caracterizada porque dichas impedancias se conectan en una configuración de estrella.
7. Disposición de circuito según la reivindicación 6, caracterizada porque el punto medio de dicha configuración de estrella se conecta a un punto medio de la tensión CC intermedia.
8. Disposición de circuito según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque dicho conmutador de derivación controlado (OVP) comprende un puente rectificador controlado.
9. Disposición de circuito según la reivindicación 8, caracterizada porque dicho conmutador de derivación controlado (OVP) comprende además un cortocircuito conectado a través del puente rectificador controlado.
10. Disposición de circuito según la reivindicación 8, caracterizada porque dicho conmutador de derivación controlado (OVP) comprende además al menos una impedancia conectada a través del puente rectificador controlado.
11. Método para controlar un sistema de turbina eólica de velocidad variable conectado a la red de distribución, que comprende
 - 35 un generador de inducción de doble alimentación (G) y un convertidor reversible (RC, GC) conectado para transferir energía entre el rotor del generador de inducción de doble alimentación y la red de distribución, y
 - un conmutador de derivación controlado (OVP) que actúa directamente sobre los devanados de rotor, caracterizado porque comprende las etapas secuenciales de
 - 40 a) detectar averías de la red de distribución tales como cortocircuitos o tensiones de red de distribución bajas,
 - b) en el caso de una sobretensión de CC, deshabilitar los conmutadores activos en el convertidor de rotor (RC) y activar el conmutador de derivación controlado (OVP) para cortocircuitar el rotor del generador de inducción de doble alimentación (G),
 - 45 c) desconectar al menos un terminal de la parte conectada normalmente a la red de distribución del convertidor reversible (GC) de la red de distribución y conectar al menos una resistencia para proporcionar una transferencia de potencia controlada desde el circuito de CC intermedio del convertidor reversible (RC, GC) hasta dicha resistencia,
 - d) deshabilitar el conmutador de derivación controlado (OVP),

- e) controlar la corriente de rotor (i) por medio del convertidor de rotor (RC), disipando la potencia transferida al circuito de CC intermedio en la resistencia, controlándose dicha disipación de potencia controlada por medio de al menos un elemento de conmutación de potencia en la parte conectada normalmente a la red de distribución del convertidor reversible (GC),
- 5 f) detectar el retorno de la tensión/separación de red de distribución de las averías de la red de distribución,
- g) controlar la tensión de enlace de CC por medio de la parte conectada al rotor del convertidor reversible (RC),
- h) desconectar la resistencia y reconectar la parte conectada normalmente a la red de distribución del convertidor reversible (GC) a la red de distribución, y
- 10 i) reanudar el funcionamiento normal.
12. Método según la reivindicación 11, caracterizado porque la etapa e) comprende además
- e1) si se detecta que la tensión de red de distribución (U_g) es próxima a cero, cortocircuitar el rotor por medio del convertidor de rotor (RC).
13. Método según la reivindicación 11 ó 12, caracterizado porque la etapa e) comprende además
- 15 e2) realizar la conmutación en el convertidor reversible (RC, GC) para aumentar la corriente reactiva del generador sólo cuando la tensión CC intermedia es próxima a la tensión normal (nominal).
14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11-13, caracterizado porque la etapa e) comprende además
- e3) controlar el convertidor de rotor (RC) para aumentar la contribución de cortocircuito reactiva (capacitiva) de la turbina eólica.
- 20 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11-14, caracterizado porque la etapa e) comprende además
- e4) controlar la tensión de CC ajustando la referencia de potencia activa a positiva, cuando la velocidad del generador (G) está por encima de la velocidad síncrona, y a negativa, cuando dicha velocidad está por
- 25 debajo de la velocidad síncrona.
16. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11-15, caracterizado porque la etapa e) comprende además
- e5) ajustar la referencia de potencia de tal manera que amortigua las oscilaciones de velocidad y evita condiciones de exceso de velocidad.
- 30 17. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11-16, caracterizado porque la etapa e) comprende además
- e6) controlar el paso (θ) de la turbina eólica de tal manera que se obtiene una velocidad controlada a un nivel alto, por encima de la velocidad síncrona, haciendo posible entregar potencia activa a la red de distribución y mantener una tensión de enlace de CC estable.
- 35 18. Método según la reivindicación 17, caracterizado porque la etapa g) comprende además
- g1) usar la energía cinética almacenada para aumentar la producción de potencia rápidamente después de que se haya restaurado la red de distribución.
- 40 19. Sistema de control para una turbina eólica que comprende una disposición de circuito según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho sistema de control comprende una unidad de medición y control conectada a la red (1) para detectar averías de la red de distribución e iniciar la desconexión del convertidor de red de distribución conectado normalmente a la red de distribución (GC) y conectar una impedancia para permitir la transferencia de potencia controlada desde el circuito de CC intermedio hasta la impedancia e iniciar el control correspondiente apropiado del elemento de conmutación de potencia del convertidor de red de distribución conectado normalmente a la red de distribución (GC).
- 45 20. Sistema de control según la reivindicación 19, caracterizado porque la unidad de medición y control conectada a la red de distribución (1) está adaptada para medir tensiones (U_g) en la red de distribución y corrientes (I_g) entregadas a la red de distribución del sistema de turbina eólica.
21. Sistema de control según la reivindicación 19 ó 20, caracterizado porque la unidad de medición y control conectada a la red de distribución (1) se conecta además para controlar la activación y desactivación de un

circuito de protección de sobretensión (OVP).

- 5 22. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones 19-21, caracterizado porque la unidad de medición y control conectada a la red de distribución (1) se conecta además para controlar un controlador de potencia y velocidad (2), para proporcionar las tensiones (U_g), corrientes (I_g), potencia activa (P) y potencia reactiva (Q) deseadas durante condiciones normales así como de avería.
23. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 19-22, caracterizado porque la unidad de medición y control conectada a la red de distribución (1) se conecta además para controlar el estado para un controlador de convertidor de rotor (3) que controla el convertidor de rotor (RC) por medio de un circuito de excitación de convertidor de rotor (4).
- 10 24. Sistema de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 19-23, caracterizado porque la unidad de medición y control conectada a la red de distribución (1) se conecta además para controlar el estado para un controlador de convertidor de red de distribución (5) que controla el convertidor de red de distribución (GC) por medio de un circuito de excitación de convertidor de red de distribución (6).

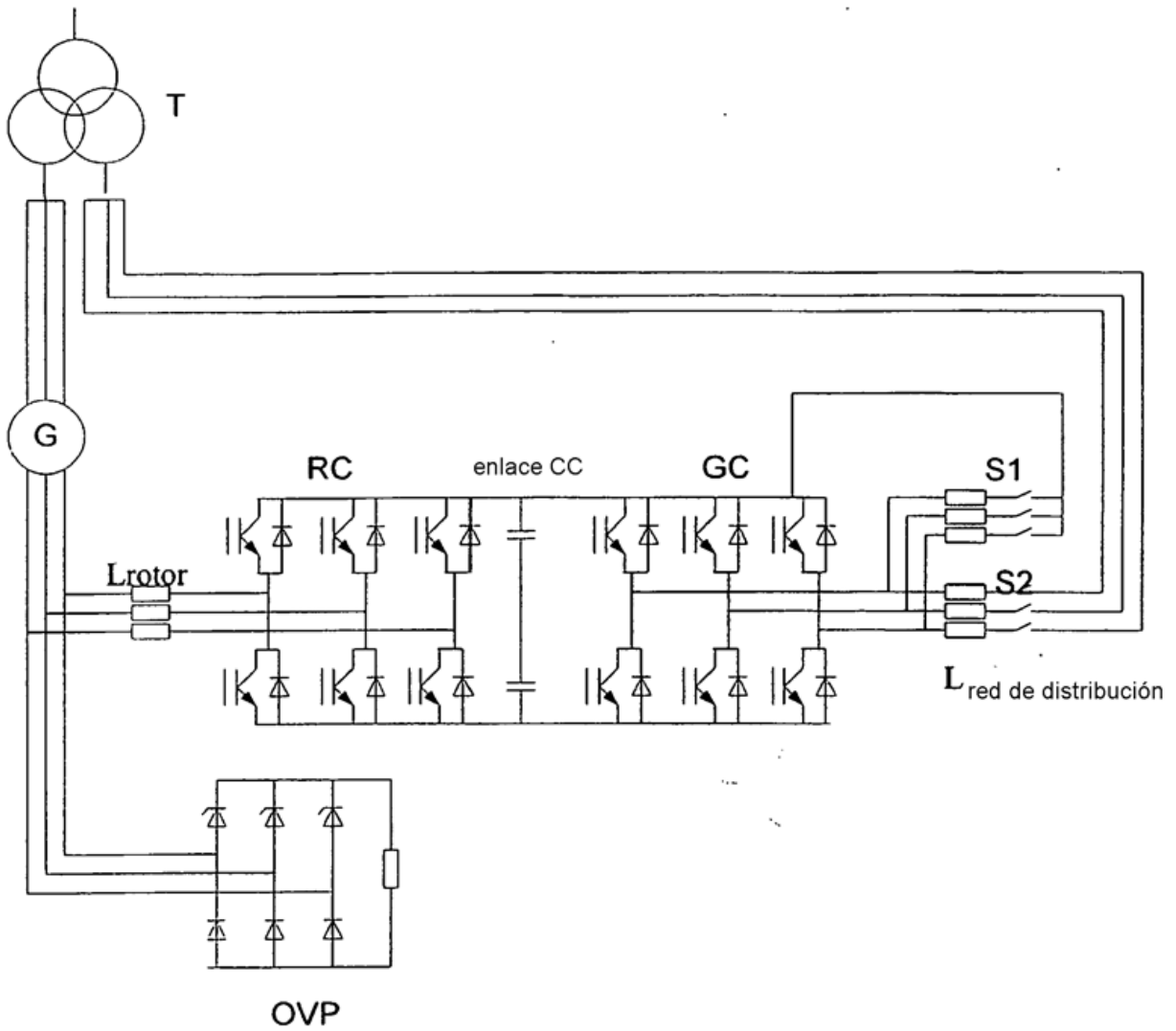


Fig.1

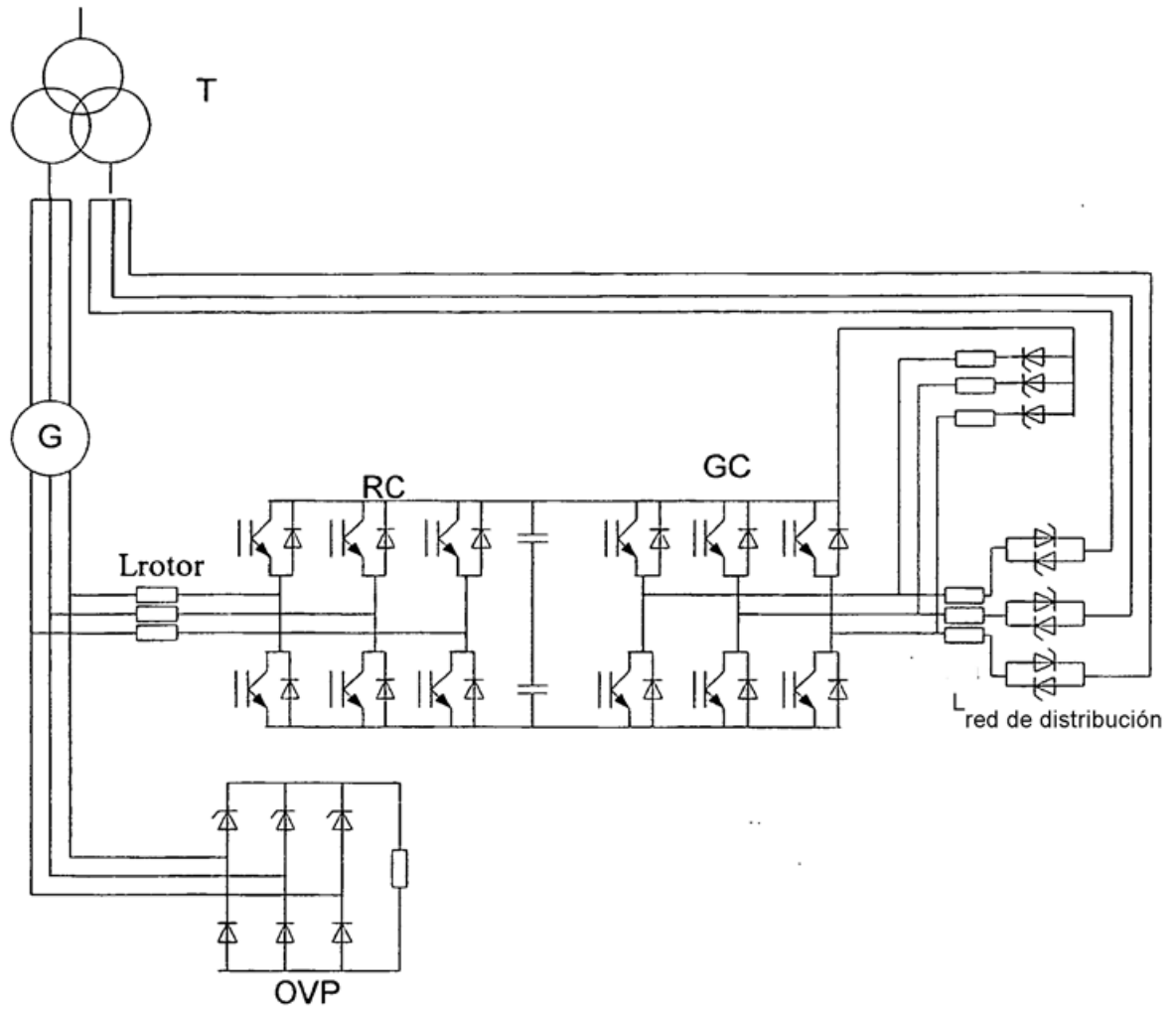


Fig.2

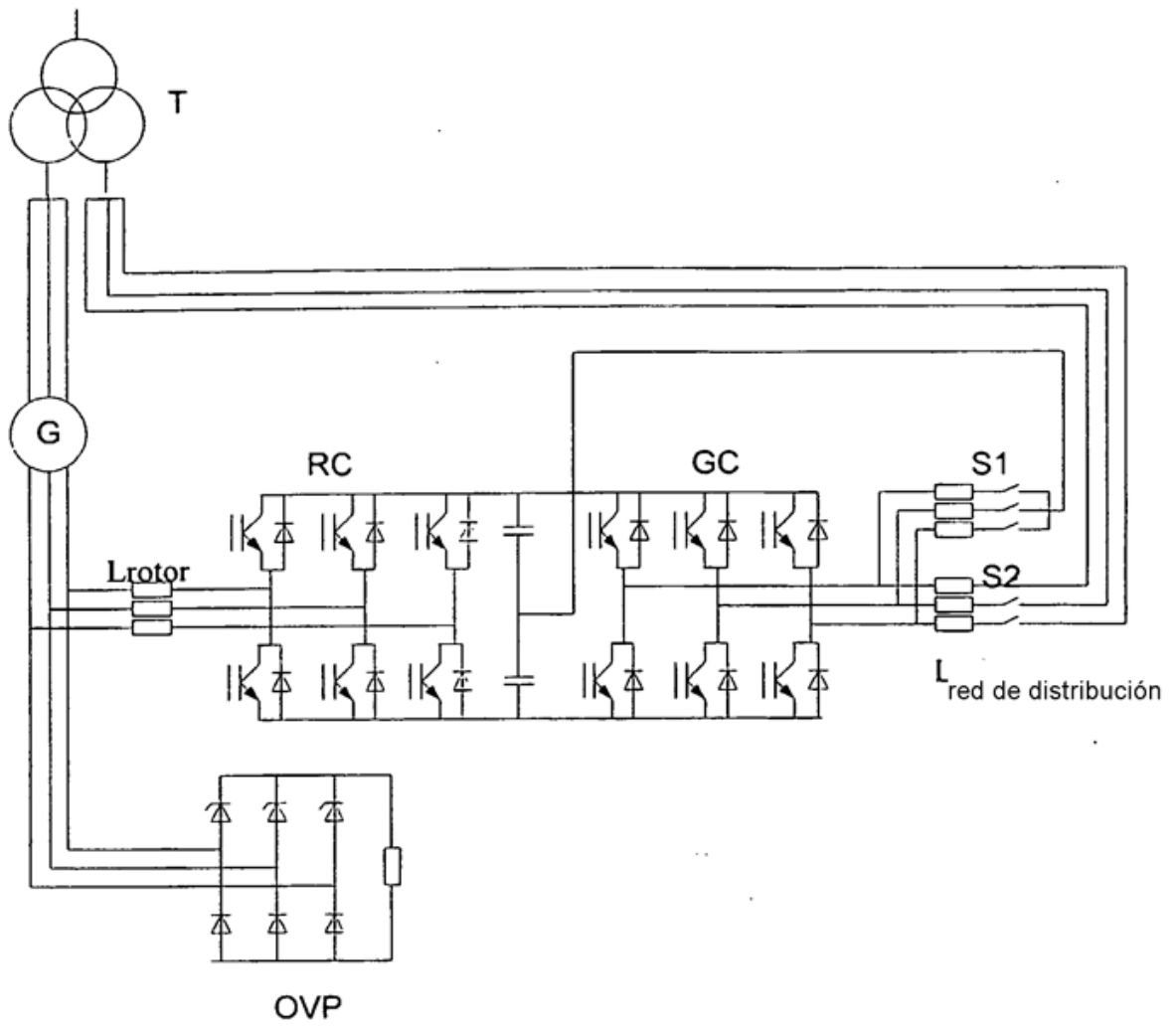


Fig.3

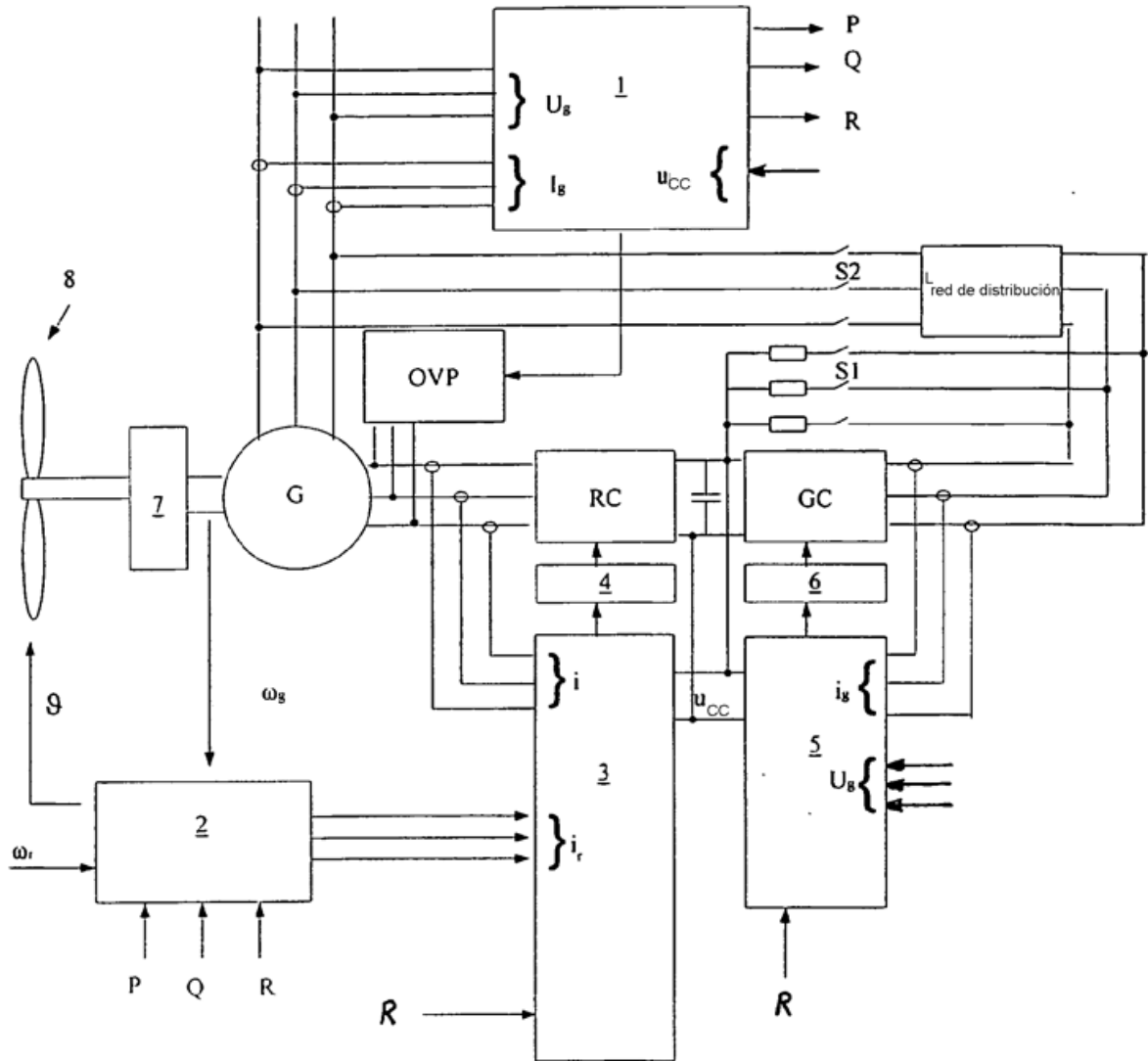


Fig.4