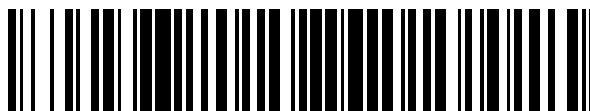


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 539**

51 Int. Cl.:

**H02H 7/12** (2006.01)

**F03D 9/00** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

**H02M 5/458** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2012 E 12735444 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 2732523**

54 Título: **Sistema de generación de potencia y procedimiento para el funcionamiento de un sistema de generación de potencia**

30 Prioridad:

**14.07.2011 DK 201170383**

**14.07.2011 US 201161507625 P**

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

**30.11.2015**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)**

**Hedeager 42**

**8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**NIELSEN, JOHN GODSK y**

**STYHM, OVE**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 552 539 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**

Sistema de generación de potencia y procedimiento para el funcionamiento de un sistema de generación de potencia

**Antecedentes**

5 La presente invención se refiere a un sistema de generación de potencia y a un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de generación de potencia.

10 Los generadores de CA pueden conectarse a una red eléctrica a través de un sistema convertidor que comprende una pluralidad de módulos convertidores, en los que cada módulo convertidor comprende una conexión de CC. Dado que un fallo en uno de los módulos convertidores puede afectar la funcionalidad de todo el sistema, son deseables modos eficientes de aislar los módulos convertidores defectuosos. Aislar los módulos convertidores defectuosos no solo incluye desconectar los módulos convertidores del generador y de la red eléctrica, sino también incluye desconectar la conexión de CC del módulo convertidor defectuoso de las otras conexiones de CC de los otros módulos convertidores. El artículo de Wijenayake et al. "Modeling and analysis of shared/common DC bus operation of AC drives" INDUSTRY APPLICATION CONFERENCE 1997 describe un sistema generador de potencia de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

15 **Sumario de la invención**

20 De acuerdo con un modo de realización, se proporciona un sistema de generación de potencia que comprende un generador de potencia; una pluralidad de módulos convertidores, teniendo cada módulo convertidor una conexión de CC, en el que la conexión de CC de cada módulo convertidor está conectada a la conexión de CC de los otros módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores a través de un fusible asociado al módulo convertidor; y un controlador configurado para desconectar, si se detecta que hay un fallo en uno de los módulos convertidores, el módulo convertidor en que hay un fallo del generador de potencia y conectar dos o más módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores al generador de potencia y controlar el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde.

El fusible asociado con el módulo convertidor puede ser parte del módulo convertidor.

El generador de potencia es, por ejemplo, un generador de imanes permanentes.

De acuerdo con un modo de realización, los otros dos o más módulos convertidores son módulos convertidores en los que no se han detectado fallos.

30 El sistema de generación de potencia puede comprender además un detector configurado para detectar si hay un fallo en uno de los módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores.

De acuerdo con un modo de realización, cada módulo convertidor tiene una entrada para recibir potencia desde el generador de potencia y una salida para proporcionar potencia a la red eléctrica, en donde la entrada está conectada a la salida a través de la conexión de CC.

35 El sistema de generación de potencia puede comprender además un convertidor CA/CC y un convertidor CC/CA en el que el convertidor CA/CC forma la entrada y el convertidor CC/CA forma la salida.

El fallo es, por ejemplo, un cortocircuito de la conexión de CC.

40 De acuerdo con un modo de realización, los módulos convertidores están configurados para suministrar potencia a la red eléctrica y el controlador está configurado además para desconectar la pluralidad de módulos convertidores de la red eléctrica antes de controlar el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministre al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde.

45 De acuerdo con un modo de realización, el controlador está configurado además para conectar los otros dos o más módulos convertidores para conectar a una red eléctrica para suministrar potencia a la red eléctrica después de que el fusible se ha fundido.

De acuerdo con un modo de realización, el controlador está configurado para controlar el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que se suministra potencia al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor

de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde en el curso de un procedimiento de precarga para precargar los módulos convertidores.

5 De acuerdo con un modo de realización, el controlador controla el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde al conectar los otros dos o más módulos convertidores al generador de potencia.

10 De acuerdo con un modo de realización, se proporciona un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de generación de potencia de acuerdo con el sistema de generación de potencia descrito anteriormente. Debe tenerse en cuenta que los modos de realización descritos en el contexto del sistema de generación de potencia son válidos de forma análoga para el procedimiento de funcionamiento de un sistema de generación de potencia y viceversa.

### **Breve descripción de los dibujos**

15 En los dibujos, caracteres de referencia análogos se refieren a las mismas partes a lo largo de las distintas vistas. Los dibujos no están necesariamente a escala, el énfasis en cambio se pone generalmente en ilustrar los principios de la invención. En la siguiente descripción, están descritos varios modos de realización de la invención con referencia a los siguientes dibujos, en los que:

La figura 1 ilustra una configuración común de una turbina eólica;

La figura 2 ilustra un ejemplo de sistema de generación de potencia de acuerdo con un modo de realización;

La figura 3 muestra un sistema de generación de potencia de acuerdo con un modo de realización;

20 La figura 4 muestra un sistema de generación de potencia de acuerdo con un modo de realización;

La figura 5 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con un modo de realización;

### **Descripción**

25 La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos que muestran, a modo de ilustración, detalles específicos y modos de realización en los que la invención puede ser puesta en práctica. Estos modos de realización son descritos con suficiente detalle para que los expertos en la técnica sean capaces de poner en práctica la invención. Otros modos de realización se pueden utilizar y se pueden hacer cambios estructurales, lógicos y eléctricos sin apartarse del ámbito de la invención. Los distintos modos de realización no son necesariamente mutuamente excluyentes, dado que algunos modos de realización se pueden combinar con uno o más modos de realización para formar nuevos modos de realización.

30 La figura 1 ilustra una configuración corriente de una turbina eólica 100 en la que pueden usarse los modos de realización. La turbina eólica 100 está montada en una base 1002. La turbina eólica 100 incluye una torre 1004 que tiene un número de secciones de torre. Una góndola 1006 de la turbina eólica está situada en lo alto de la torre 1004. El rotor de la turbina eólica incluye un buje 1008 y al menos una pala 1010 del rotor, por ejemplo tres palas 1010 del rotor. Las palas 1010 del rotor están conectadas al buje 1008 que a su vez está conectado a la góndola 1006 a través de un árbol de baja velocidad que se extiende fuera del frente de la góndola 1006.

35 La figura 2 ilustra un ejemplo de sistema de generación de potencia 200 de acuerdo con un modo de realización.

40 Un árbol 10 transfiere energía mecánica desde una fuente de energía, por ejemplo la al menos una pala 1010 del rotor mostrada en la figura 1, a un rotor de un generador de velocidad variable 11. El árbol 10 está conectado a la al menos una pala 11 de rotor y está conectada por ejemplo al rotor a través de una reductora con el fin de adaptar la velocidad de rotación del árbol 10 (es decir la velocidad de las palas de la turbina eólica) a un intervalo de velocidad adecuado para el generador 11. El generador 11 convierte la energía mecánica proporcionada a través del árbol 10 en energía eléctrica y reparte la energía eléctrica a un conjunto de terminales 12a, 12b, 12c del estator. El generador 11 es, en este ejemplo, un generador de imanes permanentes (PM). La velocidad de rotación del árbol 10 varía en función de la velocidad del viento. Dado que la velocidad de rotación del rotor del generador 11 es proporcional a la velocidad de rotación del árbol 10, la amplitud y frecuencia de la señal de tensión proporcionada por el generador 11 a los terminales 12a, 12b, 12c del estator varía de acuerdo con la velocidad de rotación del árbol 10. Los terminales 12a, 12b, 12c del generador 11 están conectados a un convertidor de potencia 13 del lado del generador. El convertidor 13 comprende un conjunto de interruptores en forma de, por ejemplo, MOSFETs, GTOs, IGBTs o BJTs.

50 El convertidor 13 funciona, bajo condiciones de funcionamiento normal, como un rectificador activo que convierte la tensión de CA de frecuencia variable proporcionado por el generador 11 en tensión de CC. La conversión puede

controlarse usando un esquema de modulación de ancho de pulsos (PWM), en el que las señales de control se aplican a los interruptores del convertidor 13 con el fin de proporcionar la deseada funcionalidad de conversión. En un modo de realización, los interruptores se controlan mediante el uso de un esquema de modulación de ancho de pulsos de vector espacial.

5 La salida del convertidor 13 está conectada a una conexión de CC 14 que comprende una conexión de condensador para reducir las ondulaciones de tensión en la conexión de CC.

La conexión de CC 14 está conectada a un convertidor de potencia 15 del lado de la red. La topología del convertidor de potencia 15 del lado de la red puede ser similar al convertidor de potencia 13 del lado del generador. El convertidor de potencia 15 del lado de la red normalmente funciona, por ejemplo, como un inversor convirtiendo la tensión de CC de la conexión de CC 14 en una tensión de CA regulada para alimentar potencia activa y reactiva a una red eléctrica 18.

10 La salida del convertidor de potencia 15 del lado de la red puede filtrarse por medio de los inductores 16a, 16b y 16c con el fin, por ejemplo, de eliminar armónicos de orden superior de la señal de potencia de salida. La señal de potencia de salida puede filtrarse, si se necesita, mediante un filtro de armónicos 17 con el fin de mantener la interferencia o distorsión de armónicos en un valor bajo. La señal de potencia de salida se proporciona entonces a la red eléctrica 18 a través de un transformador 19.

El sistema del convertidor de potencia 13 del lado del generador (convertidor CA/CC), la conexión de CC 14, y el convertidor de potencia 15 del lado de la red eléctrica (convertidor CC/CA) pueden verse como un módulo convertidor 20.

En un modo de realización, el generador 11 está conectado a la red eléctrica 18 a través de una pluralidad de módulos convertidores 20. Las conexiones de CC 14 de los módulos convertidores 20 pueden estar interconectadas entre sí. Esto se ilustra en la figura 3.

La figura 3 muestra un sistema de generación de potencia 300 de acuerdo con un modo de realización.

El sistema de generación de potencia 300 comprende un generador de potencia 301 y una pluralidad de módulos convertidores 302, cada módulo convertidor 302 tiene una conexión de CC 303, en el que la conexión de CC 303 de cada módulo convertidor 302 está conectada a las conexiones de CC 303 de los otros módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores 302 a través de un fusible 305 asociado con el módulo convertidor 302.

El sistema de generación de potencia 300 comprende además un controlador 304 configurado para desconectar, si se detecta que hay un fallo en uno de los módulos convertidores 302, el módulo convertidor 302 en el que hay un fallo del generador de potencia 301 y conectar otros dos o más módulos convertidores 302 de la pluralidad de módulos convertidores 302 al generador de potencia 301 y controlar el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC 303 de los otros dos o más módulos convertidores 302 de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor 302 en el que hay un fallo a través del fusible 305 asociado con el módulo convertidor 302 de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor 302 se funde.

En un modo de realización, en otras palabras, un módulo convertidor defectuoso se aísla mediante el suministro de potencia desde otros dos o más módulos convertidores (por ejemplo no defectuosos, es decir sanos) a través del fusible del módulo convertidor defectuoso de tal modo que la potencia suministrada (en otras palabras la corriente suministrada) funda el fusible. Cuando el fusible se ha fundido, la tensión de las conexiones de CC de los otros módulos convertidores (sanos) puede incrementarse a los valores de CC de funcionamiento normal y los otros módulos convertidores (sanos) se pueden conectar a una red eléctrica 306 para la producción normal de potencia. Por lo tanto, de acuerdo con un modo de realización, uno o más módulos convertidores defectuosos pueden aislarse y el funcionamiento puede continuar con los otros módulos convertidores (es decir funcionales) sanos. Debe tenerse en cuenta que la conexión de CC de un módulo convertidor puede estar conectada a través de una pluralidad de fusibles a las conexiones de CC de los otros módulos convertidores. En este caso, uno o todos los fusibles se pueden fundir.

En un modo de realización, cuando se detecta un fallo, todos los módulos convertidores se desconectan de la red eléctrica y también pueden (al principio) desconectarse todos del generador de potencia. Los otros dos o más módulos convertidores se pueden entonces reconectar al generador de potencia en un proceso de precarga (que según un modo de realización se usa también para aislar el módulo convertidor defectuoso).

El fusible asociado con el módulo convertidor puede ser parte del módulo convertidor.

El generador de potencia es, por ejemplo, un generador de imanes permanentes.

De acuerdo con un modo de realización, los otros dos o más módulos convertidores son módulos convertidores para los que no se ha detectado un fallo.

El sistema de generación de potencia puede comprender además un detector configurado para detectar si hay un fallo en

uno de los módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores.

De acuerdo con un modo de realización, cada módulo convertidor tiene una entrada para recibir potencia del generador de potencia, y una salida para proporcionar potencia a una red eléctrica 304, en el que la entrada está conectada a la salida a través de la conexión de CC.

- 5 El sistema de generación de potencia puede comprender además un convertidor CA/CC y un convertidor CC/CA en el que el convertidor CA/CC forma la entrada y el convertidor CC/CA forma la salida.

10 El fallo está causado, por ejemplo, por un fallo en un IGBT (transistor bipolar de puerta aislada), generalmente de un elemento interruptor, por ejemplo un interruptor de semiconductor de potencia, del convertidor CA/CC o del convertidor CC/CA. Esto puede llevar a un cortocircuito de la conexión de CC. Por ejemplo, un elemento interruptor superior del convertidor CA/CC o del convertidor CC/CA no puede apagarse y entonces el elemento interruptor inferior se enciende lo que lleva a un corto a través de la conexión de CC. El fallo también puede estar causado por una explosión de un módulo IGBT que lleva a un fallo de tierra o un corto de CC. El módulo convertidor también puede incluir un circuito recortador de CC conectado entre los dos conductores de la conexión de CC y el fallo puede estar causado por un recortador de CC IGBT (o un elemento interruptor similar) que no puede apagarse de tal modo que la conexión de CC se corta a través de la resistencia de recorte del recortador de CC.

15 De acuerdo con un modo de realización, los módulos convertidores están configurados para suministrar potencia a una red eléctrica 304 y el controlador está configurado además para desconectar la pluralidad de módulos convertidores de la red eléctrica antes de controlar el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de la pluralidad de los otros módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor (defectuoso) se funde.

De acuerdo con un modo de realización, el controlador está configurado además para conectar los otros dos o más módulos convertidores para conectar a una red eléctrica para suministrar potencia a la red eléctrica después de que el fusible se ha fundido.

25 De acuerdo con un modo de realización, el controlador está configurado para controlar el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde en el curso de un proceso de precarga para precargar los módulos convertidores. De acuerdo con un modo de realización, el controlador controla el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde al conectar los otros dos o más módulos convertidores al generador de potencia.

A continuación, se describe con más detalle un modo de realización con referencia a la figura 4.

35 La figura 4 muestra un sistema de generación de potencia 400 de acuerdo con un modo de realización.

Similarmente al sistema de generación de potencia 300, el sistema de generación de potencia 400 comprende un generador 401 y una pluralidad de módulos convertidores 402 (por ejemplo cuatro módulos convertidores 402). El sistema de generación de potencia 400 comprende además una red eléctrica 403.

40 Cada módulo convertidor 402 comprende un convertidor CA/CC 404 conectado al generador 401 y un convertidor CC/CA 405 conectado a la red eléctrica 403.

El convertidor CA/CC 404 y el convertidor CC/CA 405 de cada módulo convertidor 402 están conectados por medio de una conexión de CC que comprende un primer conductor 406 y un segundo conductor 407 que están conectados, por ejemplo, mediante uno o más condensadores y/o una o más resistencias, por ejemplo para propósitos de filtrado.

45 Los primeros conductores 406 de los módulos convertidores 402 están conectados entre sí mediante una primera interconexión 408 y los segundos conectores 407 de los módulos convertidores 402 están conectados entre sí mediante una segunda interconexión 409.

50 Cada módulo convertidor 402 comprende fusibles 410 a través de los que el primer conductor 406 y el segundo conductor 407 están conectados con la primera interconexión 408 y la segunda interconexión 409. O, en otras palabras, la primera interconexión 408 y la segunda interconexión 409 comprende cada una un fusible para cada módulo convertidor 402. Por ejemplo, un nodo 411 de la segunda interconexión 409 se puede ver que está conectado al segundo conductor de cada módulo convertidor 402 por medio de los fusibles 410. Debe tenerse en cuenta que los fusibles 400 no tienen que ser necesariamente parte de los módulos convertidores 402 (por ejemplo, no tienen que estar situados en un alojamiento

junto con la conexión de CC del módulo convertidor 402).

Cada módulo convertidor 402 está conectado al generador de potencia 401 por medio de un primer interruptor 412 respectivo y está conectado a la red eléctrica 403 por un segundo interruptor 413 respectivo.

5 Se describe a continuación un funcionamiento del sistema de generación de potencia 400 para aislar un módulo convertidor defectuoso en referencia a la figura 5.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo de acuerdo con un modo de realización.

Se asume que uno de los módulos convertidores 402 tiene un fallo, en este ejemplo un cortocircuito en su conexión de CC, es decir, un cortocircuito entre su primer conductor 406 de la conexión de CC y el segundo conductor 407 de la conexión de CC.

10 En 501, el fallo se detecta por ejemplo mediante un circuito de detección de fallos del sistema de generación de potencia 400, por ejemplo dispuesto en la turbina eólica que comprende el generador 401.

En un modo de realización, el aislamiento del módulo convertidor 402 defectuoso se lleva a cabo en el curso de una precarga de los módulos convertidores 402. Por esto, los módulos convertidores 402 se desconectan, en 502, de la red eléctrica 403 por medio de los segundos interruptores 412.

15 En 503, el módulo convertidor 402 en el que ha sido detectado el fallo se desconecta del generador de potencia 401, por ejemplo por medio del primer interruptor 412 respectivo. Los otros módulos convertidores 402 sin fallos (es decir, en otras palabras, los módulos convertidores 402 operativos para los que no se ha detectado ningún fallo) están conectados al generador de potencia 401 por medio de los primeros interruptores 412.

20 En 504, se suministra potencia a los módulos convertidores 402 mediante el generador de potencia 401. Específicamente, se alimentan las conexiones de CC de los módulos convertidores 402 sin fallos. Por lo tanto, por ejemplo en el caso de un cortocircuito en la conexión de CC de un módulo convertidor defectuoso, una alta corriente fluirá a través del cortocircuito del módulo convertidor defectuoso y por lo tanto una alta corriente fluirá por los fusibles 410 del módulo convertidor defectuoso que fundirá los fusibles 410 (o al menos uno de los fusibles del módulo convertidor defectuoso) y por lo tanto aislara la conexión de CC del módulo convertidor defectuoso de las conexiones de CC de los otros, los módulos convertidores 402 sin defectos.

25 En 505, el módulo convertidor 402 operativo puede conectarse entonces a la red eléctrica 403 por medio de los segundos interruptores 413.

30 Como se mencionó anteriormente, el procedimiento para aislar el convertidor defectuoso de acuerdo con varios modos de realización, por ejemplo como se describe anteriormente con referencia a la figura 4, se puede usar en el curso de un procedimiento de precarga de un convertidor. Por ejemplo, una red de convertidores (como por ejemplo implementada mediante módulos convertidores 402) en una turbina eólica a escala completa necesita típicamente precargarse para evitar dañar los diodos del convertidor de red durante la irrupción. En un modo de realización, el generador 401 (por ejemplo un generador de imanes permanentes) se usa para precargar los módulos convertidores (incluyendo por ejemplo los convertidores CA/CC 404 y los convertidores CC/CA 405) en vez de usar un circuito adicional para precargar.

35 De acuerdo con un modo de realización, antes de la puesta en giro de la turbina eólica los disyuntores del generador se cierran y durante la puesta en giro el generador permanente 401 carga los módulos convertidores y los disyuntores de la red (es decir, los segundos interruptores 413) solo se cierran cuando el proceso de precarga ha sido completado. Este procedimiento de precarga ofrece una elevada potencia de cortocircuito, que se puede usar como se describió anteriormente para aislar módulos convertidores 402 defectuosos en un sistema de convertidores con conexiones de CC interconectadas. Como se describió anteriormente, en el caso de que las conexiones de CC estén conectadas entre sí con fusibles (como se muestra en la figura 4) y un módulo convertidor 402 cortocircuite la conexión de CC e informa de un error, solo los disyuntores del generador (es decir, los primeros interruptores 412) pertenecientes a los módulos convertidores sanos (es decir sin defectos) se cierran en el procedimiento de precarga y la corriente desde el generador 401 puede fundir el fusible al módulo convertidor 402 defectuoso y precargar y la generación de potencia puede continuar con los módulos convertidores sanos 402.

40 En caso de que la precarga se lleve a cabo usando un circuito externo consistente en contactos, puentes de diodos, transformadores de tensión, fusibles y cables la potencia de cortocircuito puede ser bastante baja y si un módulo convertidor 402 está cortocircuitando la conexión de CC el circuito de precarga puede no proporcionar suficiente potencia para fundir el fusible 410 del módulo convertidor 402 defectuoso. En este caso, puede ser necesario que un equipo de mantenimiento tenga que quitar manualmente el fusible 410 o reemplazar el módulo convertidor 402 antes de que la turbina pueda ser puesta de nuevo en funcionamiento. Mediante el uso del generador 401 en el procedimiento de precarga, se puede evitar circuitería adicional de precarga, lo que simplifica el diseño del convertidor y reduce los potenciales fallos de elementos físicos y permite aislar los módulos convertidores 402 defectuosos sin intervención

manual y la turbina puede continuar funcionando usando los módulos convertidores 402 sanos hasta que se puede reemplazar el módulo o los módulos defectuosos en una visita programada.

5 Aunque que la invención ha sido particularmente mostrada y descrita con referencia a los modos de realización específicos, debe entenderse por aquellos expertos en la técnica que pueden realizarse varios cambios en la forma y los detalles de la misma sin apartarse del espíritu y el ámbito de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. El ámbito de la invención por lo tanto se indica en la reivindicaciones adjuntas y todos los cambios que entran dentro del significado e intervalo de equivalencia de las reivindicaciones están por lo tanto destinados a ser aceptados.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de generación de potencia que comprende:  
un generador de potencia (301);  
una pluralidad de módulos convertidores (302), teniendo cada módulo convertidor una conexión de CC (303),  
5 donde la conexión de CC de cada módulo convertidor está conectada a las conexiones de CC de los otros módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores a través de un fusible (305) asociado con el módulo convertidor; caracterizado por que además comprende un controlador (304) configurado para, si se detecta que hay un fallo en uno de los módulos convertidores, desconectar el módulo convertidor en el que hay un fallo del generador de potencia y conectar otros dos o más módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores al generador de potencia y controlar el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través de un fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde.
- 10 2. El sistema de generación de potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, para cada módulo convertidor, el fusible asociado con el módulo convertidor es parte del módulo convertidor.
3. El sistema de generación de potencia de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el generador de potencia es un generador de imanes permanentes.
4. El sistema de generación de potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los otros dos o más módulos convertidores son módulos convertidores para los que no ha sido detectado ningún fallo.
- 20 5. El sistema de generación de potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un detector configurado para detectar si hay un fallo en uno de los módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores.
6. El sistema de generación de potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que cada módulo convertidor tiene una entrada para recibir potencia desde el generador de potencia y una salida para proporcionar potencia a una red eléctrica, en el que la entrada está conectada a la salida a través de la conexión de CC.
- 25 7. El sistema de generación de potencia de acuerdo con la reivindicación 6, que además comprende un convertidor CA/CC y un convertidor CC/CA en el que el convertidor CA/CC forma la entrada y el convertidor CC/CA forma la salida.
- 30 8. El sistema de generación de potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el fallo es un cortocircuito de la conexión de CC.
9. El sistema de generación de potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los módulos convertidores están configurados para suministrar potencia a una red eléctrica y el controlador está configurado además para desconectar la pluralidad de módulos convertidores de la red eléctrica antes de controlar el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde.
- 35 10. El sistema de generación de potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el controlador está configurado además para conectar los otros dos o más módulos convertidores para conectar a una red eléctrica para suministrar potencia a la red eléctrica después de que el fusible se ha fundido.
- 40 11. El sistema de generación de potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el controlador está configurado para controlar el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde en el curso de un proceso de precarga para precargar los módulos convertidores.
- 45 12. El sistema de generación de potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el controlador controla el sistema de generación de potencia para suministrar potencia a las conexiones de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el
- 50



módulo convertidor se funde mediante la conexión de los otros dos o más módulos convertidores al generador de potencia.

5 13. Un procedimiento para operar un sistema de generación de potencia que comprende un generador de potencia y una pluralidad de módulos convertidores, teniendo cada módulo convertidor una conexión de CC, en el que la conexión de CC de cada módulo convertidor está conectada a las conexiones de CC de los otros módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores a través de un fusible asociado con el módulo convertidor, comprendiendo el procedimiento,

si se detecta que hay un fallo en uno de los módulos convertidores,

desconectar el módulo convertidor en el que hay un fallo del generador de potencia;

10 conectar los otros dos o más módulos convertidores de la pluralidad de módulos convertidores al generador de potencia y

suministrar potencia a la conexión de CC de los otros dos o más módulos convertidores de tal modo que la potencia se suministra al módulo convertidor en el que hay un fallo a través del fusible asociado con el módulo convertidor de tal modo que el fusible asociado con el módulo convertidor se funde.

15

FIG 1

100

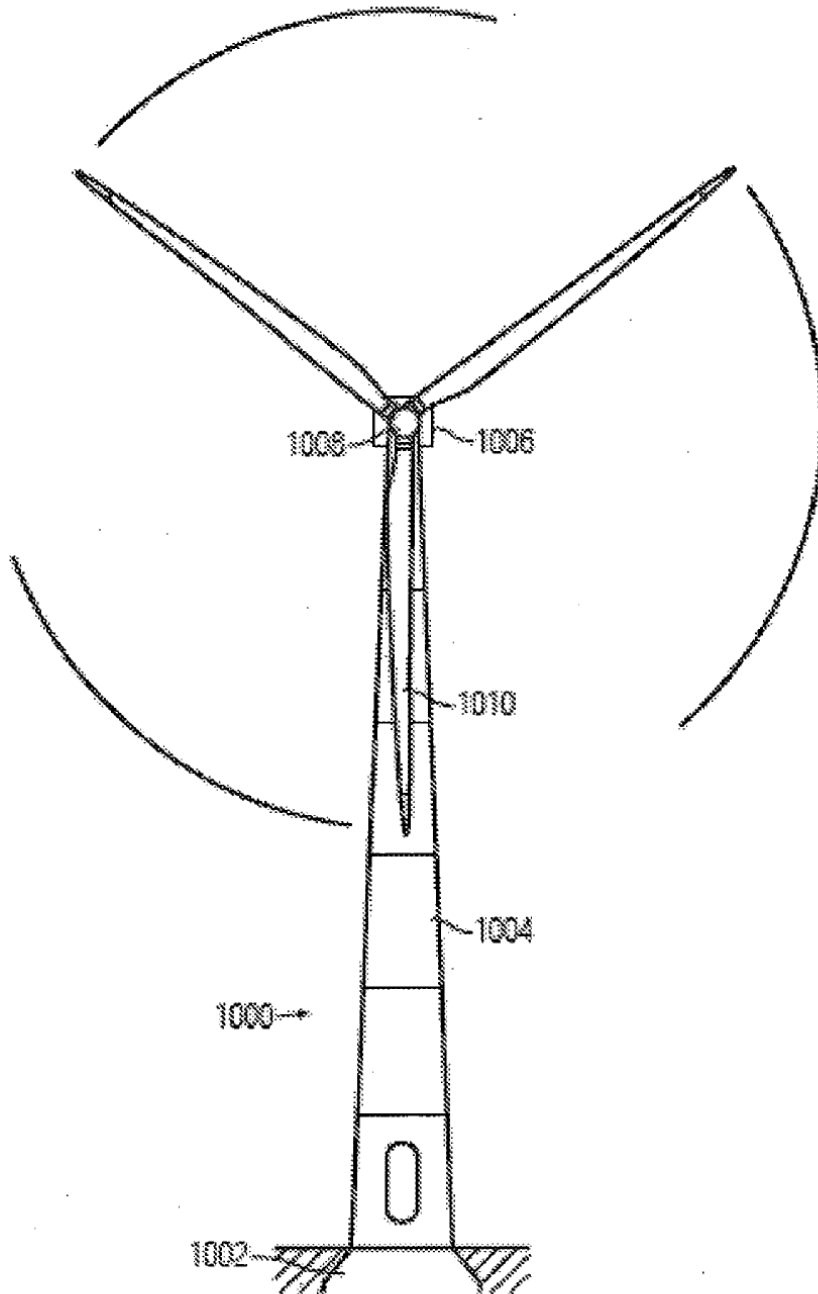


FIG 2

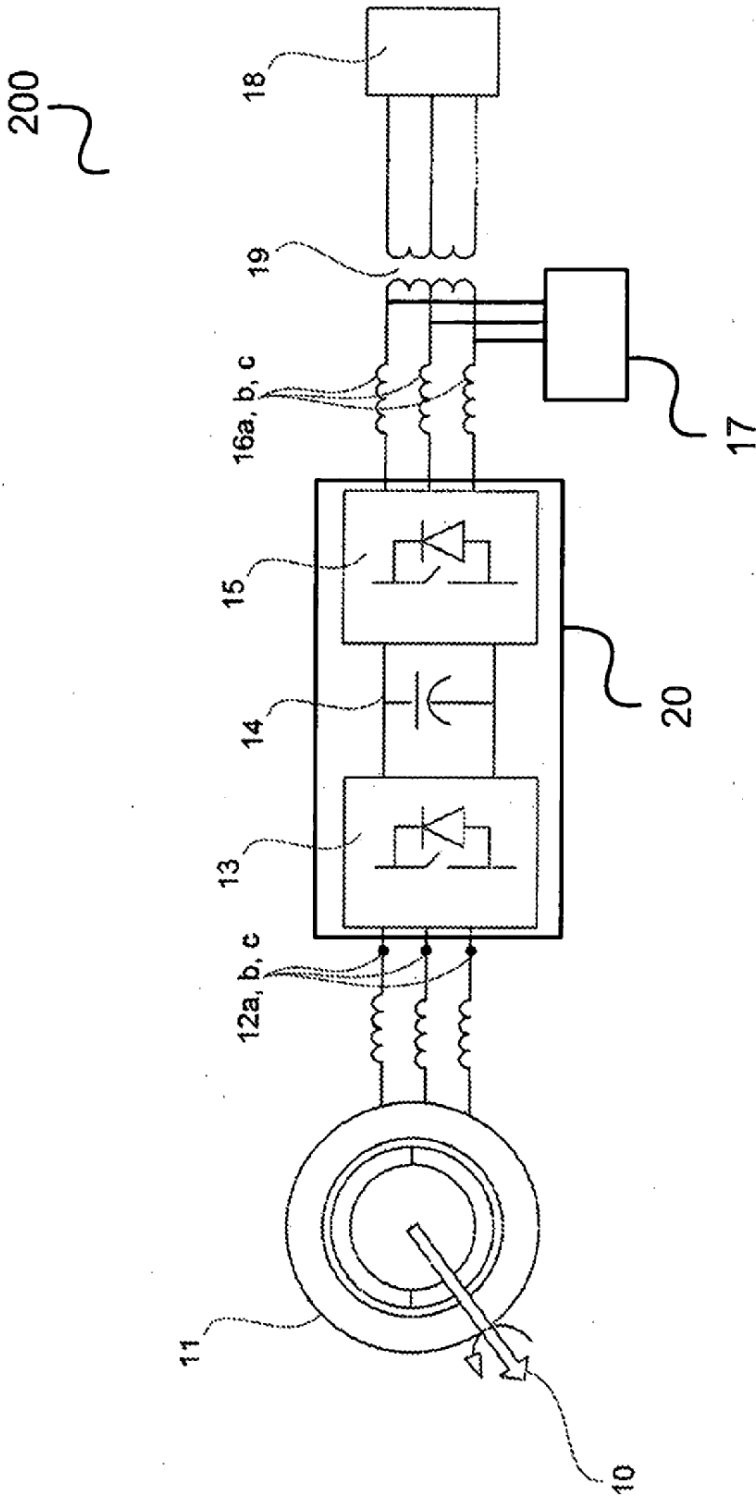


FIG 3

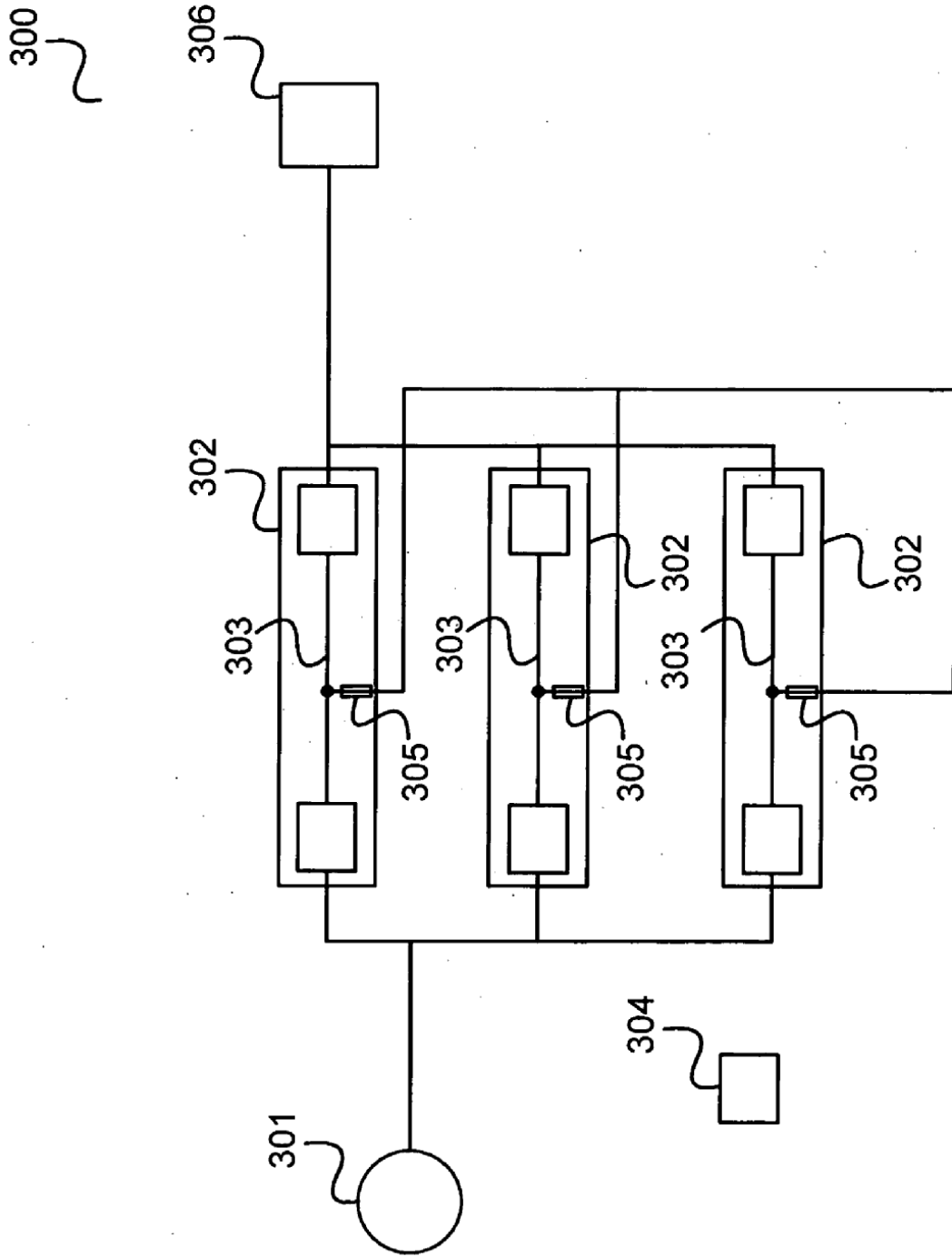


FIG 4

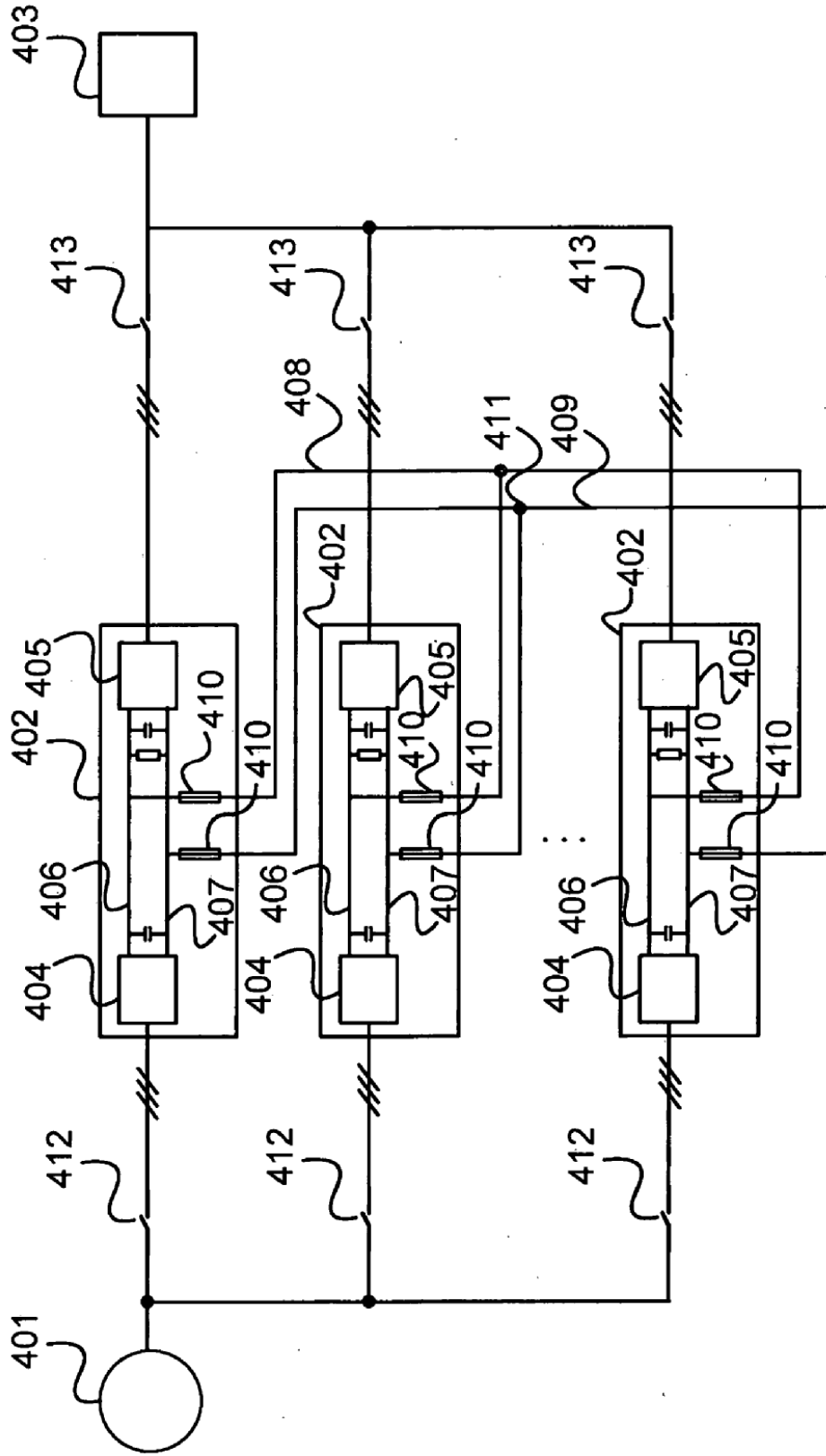


FIG 5

