

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 978**

51 Int. Cl.:

H02M 1/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2008** **E 08164250 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019** **EP 2164159**

54 Título: **Filtro de armónicos de baja tensión para sistemas convertidores de escala completa**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
07.06.2019

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N , DK

72 Inventor/es:

HELLE, LARS;
KJAER, PHILIP CARNE;
NIEUWERHUIZEN, JOHN y
LINDHOLM, MORTEN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 715 978 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

Filtro de armónicos de baja tensión para sistemas convertidores de escala completa

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una disposición para suprimir armónicos en un sistema conversor de escala completa. La disposición de acuerdo con la presente invención implica la conexión de un filtro, tal como un filtro de LC sintonizado o un filtro activo, a un devanado terciario de un transformador de red.

10 Antecedentes de la invención

El documento US 3.711.760 se refiere a un sistema de fuente de alimentación para suministrar potencia de CA a una carga de CC a través de un sistema rectificador.

En el sistema de fuente de alimentación sugerido en el documento US 3.711.760 una fuente de alimentación de CA trifásica suministra potencia de CA a dos transformadores de seis fases teniendo cada uno un devanado primario, uno secundario y uno terciario. Los devanados primarios se conectan directamente a la fuente de alimentación de CA. Los devanados secundarios se conectan operativamente a un rectificador de doce fases que suministra la carga de CC con potencia de CC. Los devanados de cada uno de los dos transformadores de seis fases se disponen de tal manera que los armónicos quinto, séptimo, decimoséptimo y decimonoveno se cancelan entre sí.

Los devanados terciarios se conectan a filtros de armónicos de modo que los armónicos undécimo, decimotercero, vigesimotercero y vigesimoquinto se suprimen mediante dichos filtros de armónicos.

El sistema de fuente de alimentación del documento US 3.711.760 se concibe para suministrar grandes cantidades de potencia de CC a una carga de CC.

El documento US2003227172 se refiere a un método que implica influir en la tensión usando un circuito conversor (29), en el que la tensión es como en un punto de conexión al que se fijan un generador de energía o un consumidor de energía. Se diseña una conexión en serie a partir de una bobina de inducción y un conmutador.

El documento US3555291 se refiere a un filtro de armónicos para un sistema eléctrico de CA, particularmente para instalaciones de convertidores, que proporciona amortiguación para disminuir los efectos de resonancia paralela. El filtro consiste en una pluralidad de filtros de derivación de LC convencionales sintonizados a las frecuencias de armónicos esperados.

Dentro del campo de la energía eólica, grandes cantidades de potencia de CA tienen que distribuirse desde turbinas eólicas individuales o plantas de turbinas eólicas a redes de distribución de AC. Ya que las turbinas eólicas se operan a menudo a velocidades variables, la frecuencia de la potencia generada varía de acuerdo con la frecuencia variable. Por esa razón se aplican convertidores de CA/CA que tienen un circuito intermedio para mantener la frecuencia de la potencia de CA a inyectarse en una red de distribución de CA dentro de los límites establecidos por los códigos de red de la red particular.

Convertidores de CA/CA de sistemas de turbina eólica generan tensión no deseada o armónicos de corriente. Debería evitarse que esta tensión no deseada o armónicos de corriente alcanzaran una red de suministro eléctrico conectada operativamente al sistema de turbina eólica. Como normalmente se requieren transformadores elevadores entre convertidores de CA/CA y redes de suministro eléctrico asociadas, es de interés hacer uso de la reactancia de transformador. Se conoce bien, consúltese La Figura 1, el uso de un transformador elevador como un reactor de fase y para aplicar ramas de LC sintonizadas en el lado de tensión alta del transformador elevador. Esto elimina la necesidad de un reactor de fase separado, pero tiene dos desventajas: (i) debe insertarse un filtro de dv/dt (que físicamente es pequeño) entre el convertidor de CA/CA y el transformador elevador, y (ii) la rama de LC se conecta en el nivel de tensión alta.

Se ha observado como un objeto de la presente invención proporcionar una solución simple para suprimir armónicos en sistemas de potencia eólica.

Se ha observado como un objeto adicional de la presente invención proporcionar una solución en la que la supresión de armónicos se realiza en un nivel de tensión baja.

60 Sumario de la invención

El objeto anteriormente mencionado se cumple proporcionando, en un primer aspecto, una instalación de turbina eólica que comprende

- un generador de potencia adaptado para convertir energía mecánica en energía eléctrica en forma de potencia

de CA,

- un convertidor de CA/CA adaptado para recibir potencia de CA de frecuencia variable desde el generador de potencia, y adaptado para generar sustancialmente potencia de CA de frecuencia fija,
- un sistema de filtro de armónicos, y

- un transformador de red que comprende uno o más devanados primarios que están conectados operacionalmente al convertidor de CA/CA para recibir sustancialmente potencia de CA de frecuencia fija desde el mismo, comprendiendo además el transformador de red uno o más devanados secundarios adaptados para estar operacionalmente conectados a una red de suministro eléctrico de CA de frecuencia sustancialmente fija asociada, y

en la que el transformador de red comprende además uno o más devanados terciarios que están conectados operacionalmente al sistema de filtro de armónicos para suprimir armónicos no deseados, tal como armónicos seleccionados generados por el convertidor de CA/CA, y en la que una relación de transformación entre un devanado primario y un devanado terciario se selecciona de tal manera que una tensión del devanado terciario es menor que un nivel de tensión nominal de la tensión de red de suministro eléctrico de CA asociada.

Se ha de observar que la expresión instalación de turbina eólica debería interpretarse ampliamente. Por lo tanto, la expresión instalación de turbina eólica cubre una única turbina eólica o un grupo de turbinas eólicas que forman un parque de turbinas eólicas.

De manera similar, la expresión armónicos no deseados debería interpretarse ampliamente. Por lo tanto, la expresión armónicos no deseados cubre cualquier distorsión de la corriente eléctrica y/o tensión que fluye entre la instalación de turbina eólica y la red de suministro eléctrico de CA de frecuencia sustancialmente fija asociada.

Como quedará claro a partir de la siguiente descripción el sistema de filtro de armónicos puede comprender un único filtro de armónicos o una pluralidad de filtros de armónicos para cada fase de la instalación de turbina eólica. Por ejemplo, puede aplicarse un único filtro activo para cada fase. Como alternativa o en combinación con la misma, pueden aplicarse una pluralidad de filtros pasivos para cada fase, configurándose preferentemente cada uno de dichos filtros pasivos para suprimir unos armónicos seleccionados. Por nivel de tensión nominal se entiende el nivel de tensión deseado en el que la red de suministro eléctrico de CA se concibe para operar. Habitualmente el nivel de tensión nominal de la tensión de red de suministro eléctrico de CA está entre 10 kV y 36 kV.

Preferentemente, el generador de potencia, el convertidor de CA/CA, el sistema de filtro de armónicos y el transformador de red se configuran todos para operar en una configuración trifásica. El generador de potencia puede distribuir una tensión de potencia de salida de CA trifásica que tiene un nivel de tensión en el intervalo de 0,4-6 kV. Además, el generador de potencia puede ser capaz de generar y distribuir potencia de CA en un intervalo de potencia amplio, es decir desde unos pocos kW a varios MW.

El generador de potencia puede ser un generador síncrono que aplica magnetización externa o, como alternativa, un generador síncrono que aplica imanes permanentes para magnetización. También puede aplicarse un generador de inducción. La instalación de turbina eólica de acuerdo con la presente invención es preferentemente una así llamada instalación de escala completa. Esto implica que toda la potencia generada por el generador de potencia se pasa a través del convertidor de CA/CA y el transformador de red.

El transformador de red puede configurarse para suprimir armónicos seleccionados aplicando configuraciones de devanados apropiadas. Por lo tanto, la supresión de armónicos puede conseguirse aplicando combinaciones apropiadas de por ejemplo configuraciones de estrella, Y y delta de los devanados primarios y/o secundarios del transformador de red.

La tensión o tensiones de uno o más devanados terciarios pueden estar dentro del intervalo de 400-1000 V, tal como dentro del intervalo de 600-990 V que es considerablemente menor que el nivel de tensión nominal de los devanados secundarios (10-36 kV). Operando el sistema de filtro de armónicos en un nivel de tensión relativamente bajo se reduce por consiguiente su coste de fabricación porque el sistema de filtro de armónicos puede implementarse usando únicamente componentes pasivos. Además, el tamaño de filtro puede reducirse en comparación con una disposición en la que se opera un sistema de filtro de armónicos en un nivel de tensión significativamente más alto.

Cuando se conectan instalaciones de turbinas eólicas a redes de suministro eléctrico, existe un riesgo de interacción en forma de armónicos u otras resonancias entre el sistema de filtro de armónicos de la instalación de turbina eólica y la red de suministro eléctrico. En convertidores de CA/CA basados en PWM que operan con una frecuencia de conmutación fija, es ventajoso usar ramas de LC sintonizadas para suprimir armónicos en o cerca de la frecuencia de PWM, en lugar de ramas de C abiertas. Una rama de LC sintonizada estrechará el intervalo de frecuencias de resonancia entre el condensador de la rama de LC y la red. En comparación con ramas de C abiertas el reactor de fase (en la salida de fase de convertidor) es mayor cuando se usan ramas de LC sintonizadas para el mismo filtrado de armónicos.

- De acuerdo con la presente invención puede usarse uno o más devanados terciarios en el transformador para la rama de LC, comprendiendo la rama de LC el sistema de filtro de armónicos. En el caso de un sistema trifásico debe usarse un transformador de tres devanados. Esto también implica que no toda la reactancia de fuga se sitúa entre el convertidor de CA/CA y rama de LC, a diferencia de soluciones de tensión alta conocidas. Menor reactancia significa que se requiere más capacitancia en la rama de LC. Sin embargo, una capacitancia C es significativamente más pequeña y menos cara que una inductancia, L. La cantidad de reactancia requerida depende del diseño del transformador. Sin embargo, el resto de la reactancia de transformador (desde la rama de LC y hacia la red de suministro eléctrico) reduce armónicos en cierto modo.
- Como se ha indicado anteriormente, el sistema de filtro de armónicos puede comprender uno o más filtros electrónicos pasivos. Preferentemente, el sistema de filtro de armónicos comprende uno o más filtros electrónicos pasivos conectados operativamente a cada de las fases de la instalación de potencia eólica. Por lo tanto, en el caso de un generador de potencia trifásico se proporcionan uno o más filtros electrónicos pasivos, tal como por ejemplo filtros de LC sintonizados, para cada fase. Para cada fase los respectivos extremos de entrada de los filtros de LC sintonizados se conectan operativamente al devanado terciario pertinente del transformador de red. Los otros extremos de los filtros se interconectan formando de este modo una conexión en estrella.
- Preferentemente, cada filtro electrónico pasivo se implementa como un filtro de paso de banda que comprende un condensador conectado en serie con un inductor y una resistencia acoplada en paralela. Cada filtro pasivo puede ajustarse para suprimir armónicos seleccionados, preferentemente armónicos que se generan por el convertidor de CA/CA. Ejemplos de tales armónicos son armónicos de la frecuencia de conmutación aplicada por el convertidor de CA/CA. Cada filtro electrónico pasivo puede configurarse para suprimir unos armónicos seleccionados, tal como los armónicos undécimo, decimotercero, decimoséptimo, decimonoveno, vigesimotercero y vigesimoquinto.
- Ya que los filtros pasivos son filtros sintonizados suprimirán frecuencias en una banda de frecuencia estrecha. Pueden aplicarse ventajosamente una pluralidad de filtros sintonizados para suprimir una pluralidad de armónicos incluyendo armónicos en o cerca de la frecuencia de conmutación.
- La instalación de turbina eólica de acuerdo con la presente invención puede comprender además un filtro de dv/dt conectado operacionalmente al convertidor de CA/CA y el uno o más devanados primarios del transformador de red. Puede aplicarse ventajosamente un filtro de dv/dt en cada fase desde el convertidor de CA/CA para proteger los devanados de transformador.
- Como una alternativa a filtros pasivos, el sistema de filtro de armónicos puede implementarse usando filtros activos. Los filtros activos pueden operarse con una frecuencia de conmutación significativamente mayor que el convertidor de CA/CA. De esta manera un filtro activo puede controlarse para suprimir los armónicos que no se suprimen mediante una configuración dada del transformador elevador. Por ejemplo, un filtro activo puede adaptarse, pero sin limitación, para suprimir armónicos tal como los armónicos undécimo, decimotercero, vigesimotercero y vigesimoquinto. La frecuencia de conmutación de los filtros activos establece un límite superior al que pueden suprimirse armónicos. Opcionalmente, el filtro activo puede aplicarse para suprimir tensiones no equilibradas de la instalación de turbina eólica. Tales tensiones no equilibradas pueden originarse a partir de pequeñas desviaciones de fabricación entre las respectivas fases de la instalación de turbina eólica.
- El convertidor de CA/CA preferentemente comprende un circuito intermediario de CC que separa un rectificador y un inversor. Por lo tanto, el convertidor de CA/CA pueden operarse como un convertidor de frecuencia en el que la frecuencia de la potencia de CA suministrada por el convertidor de CA/CA es independiente de la frecuencia suministrada por el generador de potencia. Puede proporcionarse un filtro de modo común conectado operacionalmente al circuito intermediario de CC del convertidor de CA/CA.
- Típicamente, la instalación de turbina eólica incluye componentes específicamente implicados en la generación de potencia eléctrica y componentes que son de una naturaleza secundaria, siendo estos últimos conocidos como componentes auxiliares. Opcionalmente el devanado terciario puede alimentar a los componentes auxiliares.
- En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para suprimir armónicos eléctricos no deseados en una instalación de turbina eólica, comprendiendo el método las etapas de
- provisión de un transformador de red que comprende uno o más devanados primarios, uno o más devanados secundarios y uno o más devanados terciarios, en el que una relación de transformación entre un devanado primario y un devanado terciario se selecciona de tal manera que una tensión del devanado terciario es menor que un nivel de tensión nominal de un devanado secundario, y
 - provisión de un sistema de filtro activo que está operativamente conectado a al menos uno de los uno o más devanados terciarios del transformador de red para suprimir armónicos no deseados, tal como armónicos seleccionados generados por un convertidor de CA/CA asociado de la instalación de turbina eólica.
- Ya que la mayoría de instalaciones de turbinas eólicas generan potencia de CA en tres fases, el transformador de red y el sistema de filtro activo deberían ser capaces de operar en una configuración trifásica. Sin embargo, el

método de acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención no se limita a sistemas trifásicos y puede aplicarse por lo tanto en configuraciones de una única fase o múltiples fases.

El sistema de filtro activo pueden operarse con una frecuencia de conmutación significativamente mayor que la frecuencia de conmutación del convertidor de CA/CA asociado. Por lo tanto, el sistema de filtro activo puede controlarse para suprimir armónicos que no se suprimen mediante una configuración seleccionada del transformador de red. El sistema de filtro activo puede adaptarse, pero sin limitación, para suprimir armónicos tal como los armónicos undécimo, decimotercero, decimoséptimo, decimonoveno, vigesimotercero y vigesimoquinto. Sin embargo, se ha de observar que la frecuencia de conmutación del sistema de filtro activo establece un límite superior al orden de armónicos suprimibles.

Una ventaja de la aplicación de filtros activos en los devanados terciarios es que el filtro puede trabajar con una frecuencia de conmutación mayor debido a la menor tensión en el filtro.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a un método para suprimir armónicos eléctricos no deseados en una instalación de turbina eólica, comprendiendo el método las etapas de

- provisión de un transformador de red que comprende uno o más devanados primarios, uno o más devanados secundarios y uno o más devanados terciarios, en el que una relación de transformación entre un devanado primario y un devanado terciario se selecciona de tal manera que una tensión de un devanado terciario es menor que un nivel de tensión nominal de un devanado secundario, y
- provisión de un sistema de filtro de armónicos que están operativamente conectados a al menos uno de los uno o más devanados terciarios del transformador de red para suprimir armónicos no deseados, tal como armónicos seleccionados generados por un convertidor de CA/CA asociado de la instalación de turbina eólica.

De nuevo, ya que la mayoría de instalaciones de turbinas eólicas generan potencia de CA en tres fases, el transformador de red y el sistema de filtro de armónicos deberían ser capaces de operar en una configuración trifásica. Sin embargo, el método de acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención no se limita a sistemas trifásicos, y puede aplicarse por lo tanto en configuraciones de una única fase o múltiples fases.

El sistema de filtro de armónicos puede implementarse como se ha analizado en conexión con el primer y segundo aspectos de la presente invención, es decir como un filtro pasivo o activo. Por lo tanto, el sistema de filtro de armónicos puede configurarse, pero sin limitación, para suprimir los armónicos undécimo, decimotercero, decimoséptimo, decimonoveno, vigesimotercero y vigesimoquinto.

Los filtros de armónicos puede implementarse como se ha analizado en conexión con el primer y segundo aspectos de la presente invención, es decir como filtros pasivos o activos.

Así pues, los filtros de armónicos puede configurarse, pero sin limitación, para suprimir los armónicos undécimo, decimotercero, decimoséptimo, decimonoveno, vigesimotercero y vigesimoquinto.

Breve descripción de la invención

La presente invención se explicará ahora en detalle adicional con referencia a las figuras adjuntas, en las que

- la Figura 1 muestra un sistema de fuente de alimentación de la técnica anterior que tiene filtros de armónicos conectados al lado de tensión alta de un transformador elevador,
- la Figura 2 muestra sistema de fuente de alimentación eólico, y
- la Figura 3 muestra un filtro de armónicos conectado operativamente a un devanado terciario de tensión baja de un transformador de red.

Mientras la invención es susceptible a diversas modificaciones y formas alternativas, se han mostrado realizaciones específicas a modo de ejemplo en las figuras y se describirá en detalle en este documento. Debería entenderse, sin embargo, no se pretende que la invención se limite a las formas particulares divulgadas. En su lugar, la invención pretende cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que pertenecen al espíritu y alcance de la invención como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra un sistema de potencia de escala completa que aplica una solución de la técnica anterior para suprimir armónicos. Como se observa en la Figura 1 una línea de suministro trifásica 101 proporciona potencia de CA a un conversor de CA/CA de escala completa 102 que se conecta operativamente a un transformador de red 103, siendo este último habitualmente un transformador elevador. Filtros de armónicos sintonizados pasivos 104 se conectan a las líneas eléctricas 107. Además, se proporcionan filtros de dv/dt 105 y filtros de modo común 106. Las líneas eléctricas 107 habitualmente suministran tensiones en el intervalo de 10-36 kV. Una desventaja del sistema de técnica anterior mostrado en la Figura 1 es que los filtros de armónicos 104 debe dimensionarse para operar en

este nivel de tensión relativamente alto.

En la Figura 2 se representa un sistema de potencia eólica de escala completa. Como se observa en la Figura 2 el sistema comprende un generador de potencia 201, un convertidor de CA/CA de escala completa 202, un transformador de red 203 y un conjunto de terminales 204 que interconectan el sistema de potencia eólica y una red de suministro eléctrico asociada 205. El generador de potencia 201 se configura para operarse a velocidades variables y por esa razón el convertidor de CA/CA de escala completa 202 se opera como un convertidor de frecuencia que comprende un rectificador 206 y un inversor 207 separados por un circuito intermediario de CC 208. El rectificador 206 y el inversor 207 pueden implicar configuraciones de rectificador/inversor de puente tradicionales.

En el sistema de escala completa representado en la Figura 2 toda la potencia generada por el generador de potencia 201 se pasa a través del convertidor de escala completa 202. La frecuencia de la potencia de CA suministrada al rectificador 206 varía con la velocidad de rotación de un rotor (no mostrado) del generador de potencia 201. Sin embargo, la potencia de CA distribuida a la red de suministro eléctrico asociada 205 debe tener una frecuencia que coincide sustancialmente con la frecuencia de la red de suministro eléctrico asociada. Esto se logra seleccionando una frecuencia de conmutación apropiada del inversor 207 de modo que la frecuencia fundamental de la salida de tensión del inversor 207 coincide con la frecuencia nominal de la red de suministro eléctrico 205.

El generador de potencia 201 puede ser un generador síncrono que aplica magnetización externa o, como alternativa, un generador síncrono que aplica imanes permanentes para magnetización. Como alternativa, puede aplicarse un generador de inducción.

La Figura 3 muestra una realización de la presente invención. Como se observa en la Figura 3 una línea eléctrica trifásica 301 alimenta un convertidor de CA/CA 302, el convertidor de CA/CA que comprende un rectificador 303, un circuito intermediario de CC 304 y un inversor 305. El inversor 305 se conecta operativamente a tres devanados primarios 310 de un transformador de red 308 a través de una disposición de filtro de dv/dt opcional 306. Entre las tres fases 313 y el circuito intermediario de CC 304 se inserta una disposición de filtro de modo común 307.

Los devanados primarios 310 del transformador de red 308 se conectan en una conexión en estrella. El transformador de red 308 comprende además tres devanados secundarios 309 conectados en una conexión en delta. Además, se proporcionan tres devanados terciarios 311 conectados en a conexión en estrella.

El nivel de tensión en el lado primario del transformador de red 308 está habitualmente dentro del intervalo de 0,4-6 kV mientras que el nivel de tensión en el lado secundario del transformador de red puede estar habitualmente en los 10-36 kV. El nivel de tensión de cada uno de los devanados terciarios está habitualmente por debajo de 1 kV.

El transformador de red puede configurarse para suprimir armónicos seleccionados. Por ejemplo, si el transformador de red se configura en una configuración de estrella/delta se suprimen armónicos que cumplen con la fórmula $6n \pm 1$, en la que n es un entero positivo. Otras configuraciones de transformador eliminan otros armónicos.

Cada uno de los tres devanados terciarios 311 se conectan a uno o más filtros de LC sintonizados 312 para suprimir armónicos seleccionados, es decir armónicos que no se suprimen por el propio transformador de red. Una mayoría de los armónicos a suprimir por los filtros de LC sintonizados 312 son armónicos de conmutación generados por el inversor 305. En caso de que el inversor 305 del convertidor de CA/CA 304 conmuta con una frecuencia de por ejemplo 5 kHz, y la frecuencia de red es 50 Hz, se generarán armónicos a 4950 Hz y 5050 Hz. Para suprimir estos armónicos se requieren al menos dos filtros de LC sintonizados para cada fase. Uno de los filtros se sintoniza para suprimir el armónico de 4950 Hz, mientras que otro filtro se sintoniza para suprimir el armónico de 5050 Hz. Por lo tanto, se proporciona preferentemente un filtro de LC sintonizado para cada armónico a suprimir en cada fase.

La composición de los filtros es preferentemente idéntica para todas las fases. Por lo tanto, si se equipa una fase con primer y segundo filtros de LC sintonizados para suprimir los armónicos de 4950 Hz y 5050 Hz, respectivamente, las restantes fases se equipan preferentemente con filtros idénticos.

Como se indica anteriormente los filtros para suprimir armónicos pueden implementarse como filtros activos. Preferentemente, los filtros activos se operan con una frecuencia de conmutación significativamente mayor que la frecuencia de conmutación del convertidor de CA/CA. Los filtros activos pueden configurarse para suprimir armónicos, tal como los armónicos undécimo, decimotercero u otros armónicos que cumplen con la fórmula $6n \pm 1$, en la que n es un entero positivo. Los filtros activos puede implementarse como convertidores de fuente de tensión.

REIVINDICACIONES

1. Una instalación de turbina eólica que comprende

- 5 - un generador de potencia (201) adaptado para convertir energía mecánica en energía eléctrica en forma de potencia de CA,
 - un convertidor de CA/CA (202, 302) adaptado para recibir potencia de CA de frecuencia variable desde el generador de potencia (201) y adaptado para generar sustancialmente potencia de CA de frecuencia fija,
 10 - un sistema de filtro de armónicos (312), y
 - un transformador de red (308) que comprende uno o más devanados primarios (310) que están conectados operacionalmente al convertidor de CA/CA (202, 302) para recibir sustancialmente potencia de CA de frecuencia fija desde el mismo, comprendiendo el transformador de red (308) además uno o más devanados secundarios (309) adaptados para estar operacionalmente conectados a una red de suministro eléctrico de CA de frecuencia sustancialmente fija asociada, y
- 15 caracterizada por que el transformador de red comprende además uno o más devanados terciarios (311) que están conectados operacionalmente al sistema de filtro de armónicos (312) para suprimir armónicos no deseados generados por el convertidor de CA/CA (302), y en la que una relación de transformación entre un devanado primario y un devanado terciario se selecciona de tal manera que una tensión del devanado terciario es menor que un nivel de tensión nominal de la tensión de red de suministro eléctrico de CA asociada (205).
- 20 2. Una instalación de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el generador de potencia, el convertidor de CA/CA, el sistema de filtro de armónicos y el transformador de red se configuran para operar en una configuración trifásica.
- 25 3. Una instalación de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que la tensión o tensiones del uno o más devanado o devanados terciarios está/n dentro del intervalo de 400-1000 V, tal como dentro del intervalo de 600-990 V.
- 30 4. Una instalación de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el sistema de filtro de armónicos comprende uno o más filtros electrónicos pasivos.
5. Una instalación de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 4, en la que cada uno de los filtros electrónicos pasivos comprende un filtro de LC sintonizado, en la que cada uno de dichos filtros de LC sintonizados comprende un filtro de paso de banda.
- 35 6. Una instalación de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que el sistema de filtro de armónicos comprende uno o más filtros electrónicos activos.
- 40 7. Una instalación de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el sistema de filtro de armónicos se configura para suprimir una pluralidad de armónicos, tal como los armónicos undécimo, decimotercero, decimoséptimo, decimonoveno, vigesimotercero y vigesimoquinto.
- 45 8. Un método para suprimir armónicos eléctricos no deseados en una instalación de turbina eólica, comprendiendo el método las etapas de
- provisión de un transformador de red (308) que comprende uno o más devanados primarios (310), uno o más devanados secundarios (309) y uno o más devanados terciarios (311), en el que una relación de transformación entre un devanado primario y uno terciario se selecciona de tal manera que una tensión de un devanado terciario es menor que un nivel de tensión nominal de un devanado secundario, y
- 50 - provisión de un sistema de filtro de armónicos (312) que están operativamente conectados a al menos uno de los uno o más devanados terciarios (311) del transformador de red (308) para suprimir armónicos no deseados generados por un convertidor de CA/CA asociado (302) de la instalación de turbina eólica.

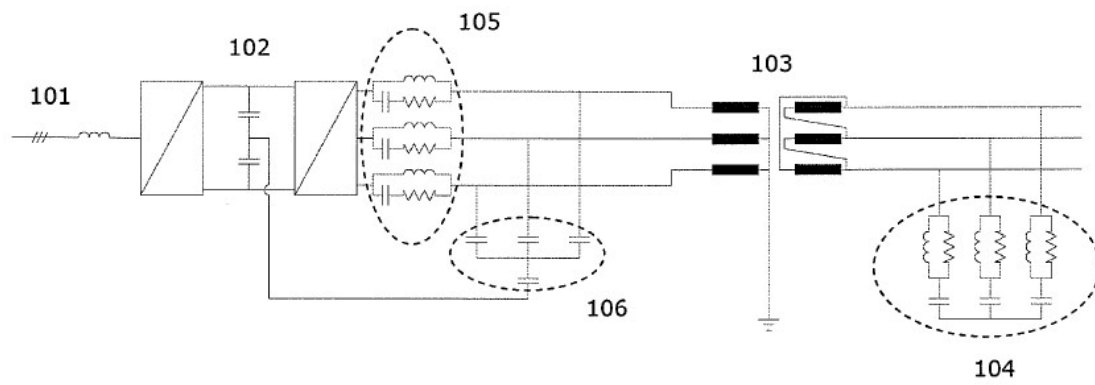


Fig. 1 (Técnica anterior)

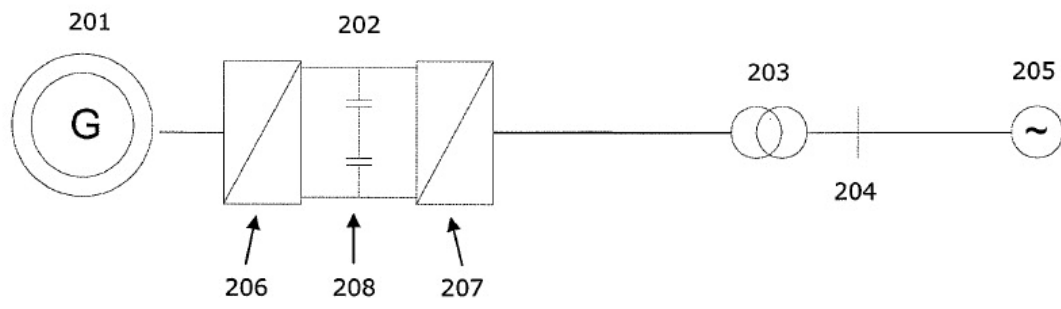


Fig. 2

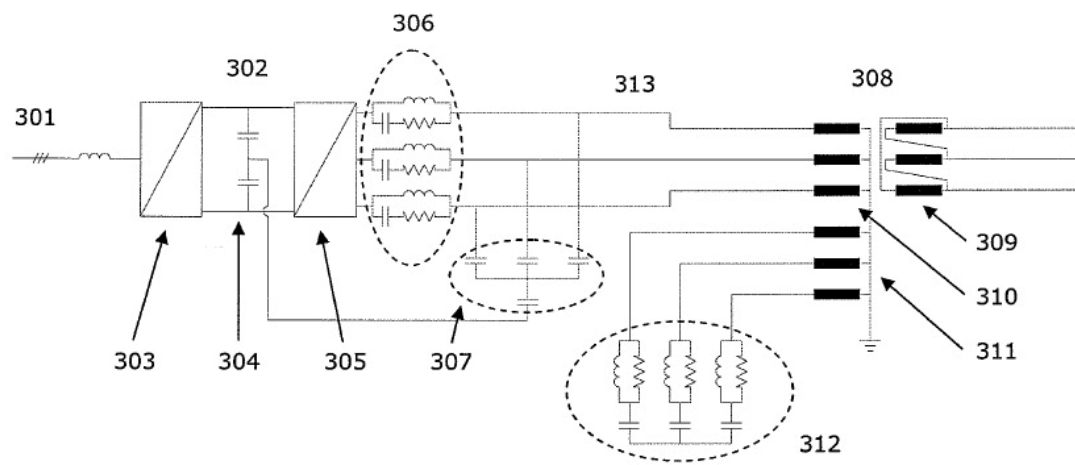


Fig. 3