

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 501**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/12** (2006.01)

**H02M 5/458** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.01.2010 PCT/EP2010/050280**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.07.2010 WO10079234**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2010 E 10701829 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2386137**

54 Título: **Módulo convertidor de potencia reconfigurable**

30 Prioridad:

**12.01.2009 DK 200900039**

**12.01.2009 US 143997 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**12.06.2019**

73 Titular/es:

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

**Hedeager 42**

**8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**KJÆR, PHILIP CARNE y**

**HELLE, LARS**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 716 501 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**

Módulo convertidor de potencia reconfigurable

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un módulo convertidor de potencia reconfigurable para instalaciones de turbinas eólicas. En particular, la presente invención se refiere a un convertidor de potencia que tiene una frecuencia de conmutación ajustable a fin de adecuarse a, por ejemplo, características de filtro modificadas, tales como impedancias de filtro modificadas, para suprimir resonancias/armónicos internos y externos.

**Antecedentes de la invención**

Las situaciones de sobrecarga de energía y de resonancia no deseadas ocurren regularmente dentro del campo de suministro de energía relacionado con turbinas eólicas. Una situación de sobrecarga se produce cuando una cantidad requerida de energía eléctrica sobrepasa el nivel de potencia nominal de la red de suministro eléctrico que suministra la energía. Para gestionar tales situaciones de sobrecarga, la red de suministro eléctrico debe tener acceso a reservas de energía disponibles. Las situaciones de resonancia no deseadas y perturbadoras pueden ser causadas por impedancia de desplazamiento y pueden ocurrir dentro de una instalación de turbina eólica o entre una instalación de turbina eólica y una red asociada de suministro eléctrico.

Las capacidades de sobrecarga de convertidores de potencia para sistemas de turbina eólica se establecen típicamente al sobrevalorar componentes de conmutador de semiconductor para una mayor corriente de funcionamiento continuo. Alternativamente, se añaden componentes de conmutador de semiconductor adicionales para proporcionar una capacidad de sobrecarga requerida. Sin embargo, los componentes de conmutador adicionales aumentan las pérdidas totales de los convertidores.

Un inconveniente de las soluciones convencionales mencionadas anteriormente es que los costos de los componentes y, por tanto, los costos de fabricación son altos. Además, el aumento de pérdidas eléctricas está relacionado con las formas mencionadas anteriormente de establecer una capacidad de sobrecarga requerida. Además, la adición de más componentes aumenta el riesgo de falla de un componente.

El documento WO 2005/027301 se ocupa de un método para gestionar eventos de continuación de funcionamiento después de un bajón de tensión en los que un convertidor de CC/CA funciona con una frecuencia de conmutación reducida para bombear corriente adicional a una red de suministro eléctrico en caso de que la tensión de la red disminuya significativamente. El documento DE 10 2006 036092 describe un módulo convertidor de potencia reconfigurable de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Puede verse como un objeto de las realizaciones de la presente invención proporcionar una disposición y un método asociado para establecer capacidades de sobrecarga sin aumentar la complejidad y los costos de fabricación de un convertidor de potencia. Puede verse como un objeto adicional de las realizaciones de la presente invención proporcionar una disposición reconfigurable que sea capaz de evitar o suprimir resonancias/armónicos internos dentro de una turbina eólica y resonancias/armónicos externos entre una turbina eólica y algunos dispositivos externos.

**Descripción de la invención**

Los objetos mencionados anteriormente se cumplen proporcionando, en un primer aspecto, una instalación de turbina eólica adaptada para suministrar energía eléctrica a una red asociada de suministro eléctrico, comprendiendo la instalación de turbina eólica

- un medio generador para convertir energía mecánica en energía eléctrica, estando el medio generador acoplado mecánicamente a un conjunto de palas del rotor opcionalmente a través de una disposición de engranajes, y

- un convertidor de potencia eléctrica acoplado eléctricamente al medio generador y a la red asociada de suministro eléctrico, opcionalmente a través de un transformador de red, comprendiendo el convertidor de potencia eléctrica una serie de elementos de conmutación controlables que pueden conmutarse con una frecuencia de conmutación variable o cambiante

en el que la frecuencia de conmutación de los elementos de conmutación controlables se selecciona de acuerdo con una carga eléctrica generada por la red asociada de suministro eléctrico en la instalación de turbina eólica. Por tanto, la carga generada por la red asociada de suministro eléctrico determina la frecuencia de conmutación del convertidor.

Cabe señalar que el término instalación de turbina eólica debe interpretarse de manera amplia. De ese modo, el término instalación de turbina eólica abarca una sola turbina eólica o un grupo de turbinas eólicas que forman un parque eólico.

El medio generador comprende un generador de energía. De manera similar, el convertidor de potencia eléctrica comprende un convertidor de CA/CC y/o CC/CA. Preferiblemente, el generador de energía, el convertidor de CA/CC y/o CC/CA y el transformador de red opcional están configurados para funcionar en una configuración trifásica.

- 5 El generador de energía puede suministrar una tensión de salida de CA trifásica con un nivel de tensión en el rango de 0,4 a 6 kV. Además, el generador de energía puede generar y suministrar energía de CA en un amplio rango de potencia, es decir, desde unos pocos kW hasta varios MW. La frecuencia nominal de la energía generada suministrada a la red de suministro eléctrico puede ser de 50 Hz o 60 Hz. El generador de energía puede ser un generador síncrono que aplica magnetización externa o, alternativamente, un generador síncrono que aplica imanes permanentes para la magnetización. Alternativamente, se puede aplicar un generador de inducción o un generador de inducción de doble alimentación. Sin embargo, el tipo de generador no se limita a los tipos mencionados anteriormente. Por tanto, la presente invención puede implementarse en relación básicamente con cualquier tipo de generador eléctrico.
- 10
- 15 Además, la presente invención se puede aplicar tanto en disposiciones a escala completa como con doble alimentación, esta última implicando que el convertidor de potencia eléctrica esté acoplado al menos parcialmente al generador a través del circuito de rotor. En un sistema a escala completa, toda la energía generada por el generador de energía pasa a través del convertidor de CA/CC y/o CC/CA y el transformador de red opcional.
- 20 Los elementos de conmutación controlables del convertidor de potencia eléctrica pueden ser cualquier elemento de conmutación tradicional disponible para tales fines, tales como por ejemplo los IGBT. Además, los elementos de conmutación controlables pueden disponerse en varias configuraciones de puente conocidas con respecto a las fases numéricas en el sistema.
- 25 En una realización de la presente invención, el convertidor de potencia eléctrica puede configurarse para disminuir la frecuencia de conmutación cuando la carga eléctrica generada por la red asociada de suministro eléctrico y los consumidores conectados a la misma sobrepasen un valor predeterminado. El valor predeterminado puede corresponder a un nivel de potencia nominal del convertidor. Alternativamente, la frecuencia de conmutación puede reducirse cuando el convertidor de potencia eléctrica muestre un conjunto dado de características que dependan de la carga. Por tanto, la instalación de turbina eólica, incluido su convertidor de potencia eléctrica y su otro dispositivo eléctrico, puede funcionar en una situación de sobrecarga de manera proactiva.
- 30
- Los convertidores de energía eléctrica para aplicaciones relacionadas con turbinas eólicas se dimensionan típicamente de manera que las pérdidas eléctricas en los elementos de conmutación de semiconductores se dividan aproximadamente de manera uniforme entre pérdidas de conducción y de conmutación. De ese modo, si la frecuencia de conmutación se reduce al 50 % de un valor inicial dado, las pérdidas de conmutación se reducen aproximadamente en un 25 %.
- 35
- En el caso, por ejemplo, de una situación de sobrecarga planificada, la instalación de la turbina eólica, cuando funciona con una frecuencia de conmutación reducida, es capaz de suministrar suficiente energía incluso aunque el nivel de potencia requerido sobrepase el nivel de potencia nominal de la instalación. Dado que una situación de sobrecarga se considera un modo anormal (no estacionario) de funcionamiento, generalmente no se aplican las normas de EMC.
- 40
- Por tanto, la frecuencia de conmutación puede reducirse hasta un 50 % (o incluso más) cuando la carga eléctrica generada por la red asociada de suministro eléctrico sobrepasa el nivel de potencia nominal del convertidor. En términos de valores de frecuencia absolutos, la frecuencia de conmutación nominal de un convertidor de potencia eléctrica suele ser de unos pocos kHz.
- 45
- La instalación de turbina eólica puede comprender además filtros de convertidor para filtrar la energía eléctrica que sale del convertidor de potencia eléctrica, es decir, energía eléctrica generada para la red de suministro eléctrico. La implementación de filtros de convertidor es preferiblemente idéntica para todas las fases. Por tanto, si una fase está equipada con uno o más filtros LC sintonizados para suprimir armónicos seleccionados, las fases restantes están equipadas preferiblemente con filtros idénticos.
- 50
- De manera alternativa, pueden implementarse filtros de convertidor como filtros activos. Preferiblemente, los filtros activos funcionan con una frecuencia de conmutación que es significativamente más alta que la frecuencia de conmutación del propio convertidor. Los filtros activos pueden implementarse como convertidores de fuente de tensión.
- 55
- Al reducirse la frecuencia de conmutación en un sistema de doble alimentación, se puede aumentar la potencia nominal y, por tanto, la instalación de turbina eólica puede proporcionar más potencia reactiva a través de los dos convertidores disponibles para la potencia reactiva o sólo a través de uno de los convertidores.
- 60
- En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para utilizar un convertidor de potencia eléctrica de una instalación de turbina eólica en respuesta a variaciones de carga proporcionadas por una red
- 65

asociada de suministro eléctrico, en el que la instalación de turbina eólica comprende un medio generador para convertir energía mecánica en energía eléctrica y un convertidor de potencia eléctrica acoplado eléctricamente al medio generador y a la red asociada de suministro eléctrico, opcionalmente a través de un transformador de red, comprendiendo el convertidor de potencia eléctrica una serie de elementos de conmutación controlables que pueden

5 conmutarse con una frecuencia de conmutación variable o cambiable, en el que la frecuencia de conmutación de los elementos de conmutación controlables se selecciona de acuerdo con una carga eléctrica generada por la red asociada de suministro eléctrico en la instalación de turbina eólica. Por tanto, la carga generada por la red asociada de suministro eléctrico determina la frecuencia de conmutación del convertidor.

10 De nuevo, para reducir pérdidas de conmutación, la frecuencia de conmutación puede reducirse cuando la carga eléctrica generada por la red asociada de suministro eléctrico en combinación con los consumidores conectados a ella sobrepase un valor predeterminado, tal como el nivel de potencia nominal del convertidor. De esta manera, el convertidor de potencia eléctrica puede utilizarse por encima de su nivel de potencia nominal en un corto período de tiempo.

15 Como se menciona anteriormente, la frecuencia de conmutación se puede reducir hasta un 50 % (o incluso más) en situaciones de sobrecarga en las que la carga eléctrica generada por la red asociada de suministro eléctrico sobrepasa el nivel de potencia nominal del convertidor.

20 El método de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención también puede implicar que la frecuencia de conmutación varíe para coincidir aproximadamente con las características dependientes de la carga de los filtros de convertidor, ya que tales características de filtro de convertidor pueden depender de la carga eléctrica generada por la red asociada de suministro eléctrico. Los filtros de convertidor están diseñados típicamente para ser utilizados a una frecuencia de conmutación específica. Sin embargo, dado que los filtros de convertidor contienen materiales magnéticos (hierro, hierro en polvo o núcleos de ferrita), las características de los filtros cambiarán dependiendo de la carga aplicada a los filtros. Así, para utilizar los filtros de convertidor de una manera óptima, la frecuencia de conmutación del convertidor de potencia puede ajustarse de manera continua para actuar de acuerdo con el comportamiento de los filtros de convertidor.

30 Preferiblemente, los filtros de convertidor comprenden filtros de paso de banda. Por tanto, las características de filtro de convertidor pueden comprender los valores de frecuencia de las frecuencias centrales de tales filtros de convertidor de paso de banda.

35 Además, el segundo aspecto de la presente invención implica que la frecuencia de conmutación del convertidor de potencia eléctrica se puede variar o ajustar para compensar la degradación o las tolerancias de los componentes de la instalación de turbina eólica en su conjunto. En particular, los condensadores se degradan con el tiempo.

40 En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un módulo convertidor de potencia reconfigurable para una instalación de turbina eólica adaptada para suministrar energía eléctrica a una red asociada de suministro eléctrico, comprendiendo el módulo convertidor de frecuencia un convertidor de frecuencia conectado operativamente a unos medios filtrantes que tienen características de filtro dependientes de la carga, en el que una frecuencia de conmutación de dicho convertidor de frecuencia es variable para adecuarse a una o más características de filtro modificadas.

45 Según el tercer aspecto, es una ventaja del módulo convertidor de potencia que las resonancias/armónicos eléctricos dentro de una instalación de turbina eólica puedan suprimirse seleccionando correctamente la frecuencia de conmutación de un convertidor de CC/CA del módulo convertidor de potencia. Preferiblemente, la frecuencia de conmutación se selecciona de acuerdo con impedancias dependientes de la carga de los medios filtrantes. Por tanto, si una impedancia de filtro, por ejemplo, un inductor, cambia debido a un cambio de carga, la frecuencia de conmutación de los IGBT del convertidor de CC/CA se puede cambiar en consecuencia para evitar resonancias internas dentro de la instalación de turbina eólica.

50 Al igual que en el primer aspecto, se debe tener en cuenta que el término instalación de turbina eólica debe interpretarse de manera amplia. Por tanto, el término instalación de turbina eólica abarca una sola turbina eólica o un grupo de turbinas eólicas que forman un parque eólico.

55 El módulo convertidor de potencia reconfigurable está conectado operativamente a un generador de energía para convertir energía eólica/mecánica en energía eléctrica. Además, el convertidor de potencia configurable está conectado operativamente a la red asociada de suministro eléctrico, opcionalmente a través de un transformador de red. El generador de energía puede ser del tipo mencionado en relación con el primer aspecto de la presente invención. Por tanto, el generador de energía puede ser del tipo que se puede aplicar en sistemas de generador a escala completa o con doble alimentación.

60 El convertidor de frecuencia puede comprender un convertidor de AC/DC y/o DC/AC. Preferiblemente, el generador de energía, el convertidor de frecuencia y el transformador de red opcional están configurados para funcionar en una configuración trifásica.

El convertidor de frecuencia puede ser reconfigurable ya que su frecuencia de conmutación puede ser variable para adecuarse a eventos relacionados con la red eléctrica. Tales eventos relacionados con la red pueden estar relacionados con una situación de sobrecarga en la que el convertidor de frecuencia puede configurarse para disminuir su frecuencia de conmutación cuando una carga eléctrica generada por la red asociada de suministro eléctrico, y los consumidores conectados operativamente a la misma, sobrepasen un valor predeterminado, tal como un nivel de potencia nominal del módulo convertidor de potencia. Más en concreto, la frecuencia de conmutación puede reducirse hasta un 50 % (o incluso más) cuando la carga eléctrica generada por la red asociada de suministro eléctrico sobrepase el nivel de potencia nominal del convertidor. Al reducirse la frecuencia de conmutación, las pérdidas de conmutación del convertidor de frecuencia se reducen significativamente.

Los medios filtrantes están adaptados para filtrar energía eléctrica que sale del convertidor de frecuencia, es decir, energía eléctrica generada para la red de suministro eléctrico. La implementación de los medios filtrantes es preferiblemente idéntica para todas las fases. Por tanto, si una fase está equipada con uno o más filtros LC sintonizados para suprimir armónicos seleccionados, las fases restantes están equipadas preferiblemente con filtros idénticos. Los medios filtrantes pueden, alternativamente, implementarse como filtros activos. Preferiblemente, los filtros activos funcionan con una frecuencia de conmutación significativamente mayor que la frecuencia de conmutación del convertidor de frecuencia. Los filtros activos pueden implementarse como convertidores de fuente de tensión.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a una turbina eólica que comprende un módulo convertidor de potencia reconfigurable de acuerdo con el tercer aspecto. La turbina eólica puede ser un sistema de doble alimentación o un sistema a escala completa. Por otra parte, en un quinto aspecto, la presente invención se refiere a una planta de turbinas eólicas que comprende una pluralidad de turbinas eólicas como se explica en el cuarto aspecto mencionado anteriormente.

En un sexto y último aspecto, la presente invención se refiere a un método para reconfigurar un módulo convertidor de potencia para una instalación de turbina eólica adaptada para suministrar energía eléctrica a una red asociada de suministro de energía, comprendiendo el método la etapa de ajustar la frecuencia de conmutación de un convertidor de frecuencia para adecuarse a un cambio de impedancia relacionado con la carga.

Generalmente, la frecuencia de conmutación se cambia para:

1. Aumentar la capacidad térmica del módulo convertidor de potencia y/o

2. Suprimir resonancias dentro de la instalación de turbina eólica y/o suprimir resonancias entre la instalación de turbina eólica y los alrededores.

Una vez más, el término instalación de turbina eólica debe entenderse en términos generales. La frecuencia de conmutación puede ser la frecuencia de conmutación de los IGBT de un convertidor de CC/CA que forma parte del módulo convertidor de potencia.

Por tanto, la frecuencia de conmutación se puede ajustar para adecuarse a un cambio de impedancia en un filtro debido a un cambio de carga. Alternativamente o en combinación, la frecuencia de conmutación puede ajustarse para adecuarse a un cambio de impedancia en un transformador de red debido a un cambio de carga. Alternativamente o en combinación con las situaciones antes mencionadas, la frecuencia de conmutación puede ajustarse para adecuarse a un cambio de impedancia en una red de suministro de energía debido a un cambio de carga.

De nuevo, en lo que se refiere a la implementación, la instalación de turbina eólica, el módulo convertidor de potencia y los medios filtrantes pueden implementarse como se describe en relación con los aspectos anteriores de la presente invención.

#### Breve descripción de la invención.

La presente invención se explica a continuación más detalladamente con referencia a las figuras que se acompañan, en las que

La figura 1 muestra un convertidor de potencia con medios filtrantes conectados al mismo,

La figura 2a muestra un primer ejemplo de una relación entre una carga y la frecuencia de conmutación,

La figura 2b muestra un segundo ejemplo de una relación entre una carga y la frecuencia de conmutación, y

la figura 2c muestra un tercer ejemplo de una relación entre una carga y la frecuencia de conmutación.

Aunque la invención admite varias modificaciones y formas alternativas, se muestran realizaciones específicas a

modo de ejemplo en las figuras y se describen con detalle en el presente documento. Debe entenderse, sin embargo, que no se pretende limitar la invención a las formas particulares descritas. Más bien, la invención debe abarcar todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que se encuentren dentro del espíritu y el ámbito de aplicación de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

- 5
- Descripción detallada de los dibujos**
- En su aspecto más general, la presente invención se refiere a un convertidor de potencia reconfigurable y a un método asociado, adaptado para suprimir fenómenos de resonancia internos y/o externos. El convertidor de potencia reconfigurable comprende un convertidor de frecuencia con una frecuencia de conmutación variable y medios filtrantes conectados operativamente al mismo, teniendo dichos medios filtrantes impedancias de filtro dependientes de la carga.
- 10
- Los eventos relacionados con la red pueden ser, en principio, cualquier evento que influya en la carga de la red en el convertidor de potencia reconfigurable. Las realizaciones de la presente invención son, en particular, útiles en aplicaciones relacionadas con la energía eólica. Sin embargo, las realizaciones de la presente invención no están limitadas a tales aplicaciones.
- 15
- La figura 1 muestra un sistema de energía a escala completa, en el que una línea de alimentación trifásica 1 suministra energía de CA a un convertidor de CA/CA a escala completa 2 que se puede conectar operativamente a un transformador de red (no se muestra), siendo este último típicamente un transformador elevado. El convertidor de CA/CA 2 se implementa como un convertidor de frecuencia que tiene un rectificador 3 y un inversor 4, estando los dos separados por un circuito de CC intermedio 5.
- 20
- Como se muestra en la figura 1, unos medios filtrantes sintonizados pasivos 6 están conectados a las líneas eléctricas 7. Las impedancias de los medios filtrantes 6 dependen de la carga. Por tanto, si la carga causada por la red de suministro de energía cambia, las impedancias de los medios filtrantes, 6 cambiarán en consecuencia. Las impedancias de los medios filtrantes pueden seleccionarse para que coincidan con condiciones de trabajo específicas a fin de optimizar las características de rendimiento del propio módulo convertidor de potencia reconfigurable y el rendimiento de una instalación de turbina eólica que incluye tal módulo convertidor de potencia reconfigurable.
- 25
- Además, unos filtros de modo común 8 se proporcionan entre las líneas eléctricas 7 y el circuito de CC intermedio 5.
- 30
- Cuando la carga generada por la red de suministro de energía cambia, las impedancias de los medios filtrantes también cambian. Para evitar resonancias dentro de la instalación de turbina eólica y evitar que se produzcan resonancias entre la instalación de turbina eólica y la red, se puede cambiar la frecuencia de conmutación del inversor 4. Además, si se reduce la frecuencia de conmutación, aumenta la capacidad térmica del inversor.
- 35
- Refiriéndonos ahora a la figura 2a, se representa un ejemplo de una relación entre una frecuencia de conmutación ( $T_{sw}$ ) de un convertidor de potencia y una carga. Como se muestra en la figura 2a, el convertidor de potencia funciona a una frecuencia de conmutación nominal ( $PU = 1$ ) hasta que la carga alcanza un nivel correspondiente a la carga nominal (100 %). Por encima de la carga nominal, es decir, en condiciones de sobrecarga, la frecuencia de conmutación se reduce linealmente hasta que la carga alcanza un nivel correspondiente al 125 % de la carga nominal. El convertidor se para si la carga aumenta aún más. La dependencia lineal entre la frecuencia de conmutación y la carga puede diferir de la representación que se muestra en la figura 2a. De manera similar, el nivel de parada puede diferir del nivel de 125 % representado en la figura 2a.
- 40
- Como se ha mencionado anteriormente, los convertidores de energía eléctrica se dimensionan normalmente de manera que las pérdidas eléctricas en los elementos de conmutación de semiconductor se dividen de manera más o menos uniforme entre las pérdidas de conducción y de conmutación. Por tanto, si la frecuencia de conmutación se reduce en un 50 %, las pérdidas de conmutación se reducen en un 25 %. La reducción de pérdidas ayuda a que el convertidor pueda funcionar en un modo de funcionamiento de sobrecarga. Normalmente, la frecuencia de conmutación nominal de los convertidores de potencia es de alrededor de 5 kHz.
- 45
- Las figuras 2b y 2c representan otras relaciones entre la frecuencia de conmutación ( $T_{sw}$ ) y la carga. Como puede verse, son posibles varias relaciones por debajo y por encima del nivel de carga nominal.
- 50
- 55

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Módulo convertidor de potencia reconfigurable para una instalación de turbina eólica adaptada para suministrar energía eléctrica a una red asociada de suministro eléctrico (7), comprendiendo el módulo convertidor un convertidor de frecuencia (2) conectado operativamente a un filtro sintonizado pasivo (6) que tiene impedancias dependientes de la carga, en el que una frecuencia de conmutación de dicho convertidor de frecuencia (2) es variable para adecuarse a una o más impedancias de filtro modificadas, **caracterizado por que** el convertidor de frecuencia (2) está adaptado para reducir la frecuencia de conmutación linealmente como una función de una carga en una condición de sobrecarga.
- 10 2. Turbina eólica que comprende un módulo convertidor de potencia reconfigurable de acuerdo con la reivindicación 1.
- 15 3. Planta de turbinas eólicas que comprende una pluralidad de turbinas eólicas de acuerdo con la reivindicación 2.
- 20 4. Método para reconfigurar un módulo convertidor de potencia para una instalación de turbina eólica adaptada para suministrar energía eléctrica a una red asociada de suministro eléctrico (7), comprendiendo el método las etapas de ajustar una frecuencia de conmutación de un convertidor de frecuencia (2) conectado operativamente a un filtro sintonizado pasivo (6) para adecuarse a un cambio de impedancia relacionado con la carga, **caracterizado por que** la frecuencia de conmutación se reduce linealmente como una función de una carga en una condición de sobrecarga para adecuarse a un cambio de impedancia en el filtro sintonizado pasivo (6) debido a un cambio de carga.
- 25 5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la frecuencia de conmutación, en combinación con la adecuación a un cambio de impedancia en el filtro sintonizado pasivo (6), se ajusta para adecuarse a un cambio de impedancia en un transformador de red debido a un cambio de carga.
- 30 6. Método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la frecuencia de conmutación, en combinación con la adecuación a un cambio de impedancia en el filtro sintonizado pasivo (6), se ajusta para adecuarse a un cambio de impedancia en una red de suministro de energía debido a un cambio de carga.

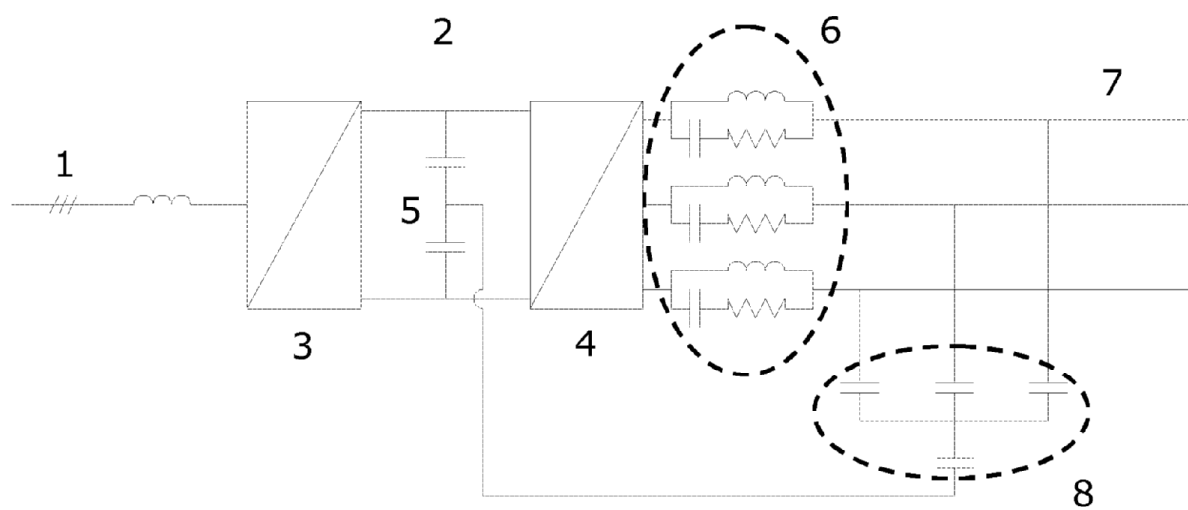
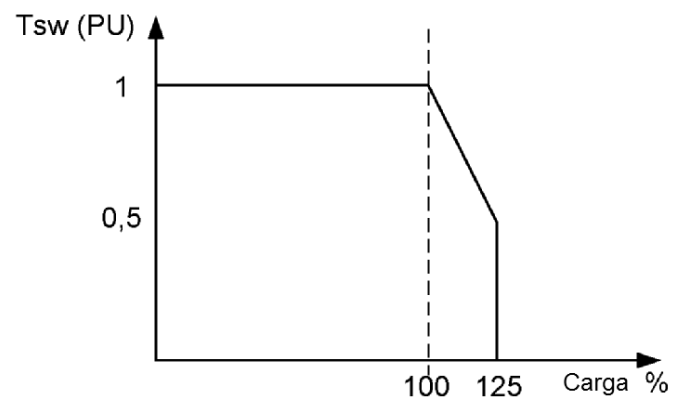
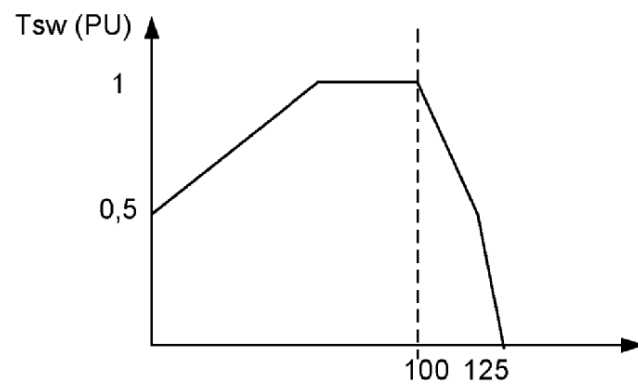


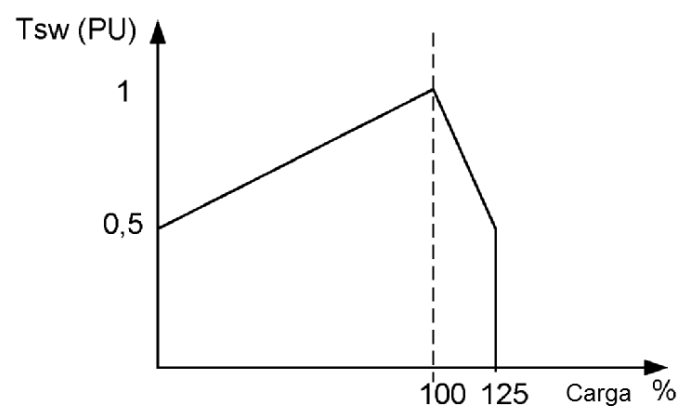
Fig. 1



a)



b)



c)

Fig. 2