

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 948**

51 Int. Cl.:

F03D 7/00 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2010** **E 10165858 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020** **EP 2270331**

54 Título: **Turbina eólica con medios de control para la gestión de la potencia durante fallas de la red de distribución**

30 Prioridad:

30.06.2009 DK 200970046

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

03.08.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HELLE, LARS;
HJORT, THOMAS y
ANDERSEN, THOMAS LUNDGREN**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 776 948 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

Turbina eólica con medios de control para la gestión de la potencia durante fallas de la red de distribución

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método y a un sistema para determinar la capacidad de una reserva de potencia eléctrica. En particular, la presente invención se refiere a un método y a un sistema para tales determinaciones de capacidad en periodos después de eventos relacionados con redes de distribución eléctrica, tales como averías en la red de distribución eléctrica.

Antecedentes de la invención

10 Se han sugerido diversas disposiciones en relación con turbinas eólicas con el fin de hacer frente a los denominados eventos de huecos de tensión (LVRT) (véanse, por ejemplo, los documentos US 2007/0164567 y US 2007/0279815). Ambas disposiciones sugeridas son disposiciones de conversión de potencia a gran escala en las que toda la potencia eléctrica generada por un generador se hace pasar a través de un convertidor de lado de generador y un inversor de lado de red de distribución, estando el convertidor y el inversor separados por un circuito de CC intermedio.

15 Durante un evento de LVRT, la cantidad de potencia que va a alimentarse a una red de distribución eléctrica tiene que reducirse debido a las capacidades nominales de corriente del inversor de lado de red de distribución. Dado que normalmente no puede almacenarse energía suficiente en el sistema de convertidor, la potencia recogida a partir del viento tiene que reducirse en consecuencia o, alternativamente, el exceso de potencia tiene que disiparse. Esta última solución tiene muchas ventajas (por ejemplo, pueden reducirse significativamente la rotura y el desgaste en las partes mecánicas de la instalación de turbina eólica). Además, la instalación de turbina eólica puede comenzar a producir potencia muy rápidamente después de que el evento de LVRT haya desaparecido.

El dispositivo de disipación de potencia tiene que diseñarse térmicamente para que se disipe la cantidad deseada de energía. Además, dado que el dispositivo de disipación de potencia requerirá un tiempo relativamente prolongado para refrigerarse, el número de eventos de baja tensión sucesivos también será un parámetro de diseño que supone dificultades.

25 El documento DE102004007461A1 proporciona un método para hacer funcionar una central eólica durante el cual se acciona un generador mediante una transmisión, y la potencia eléctrica generada por el generador se alimenta a una red eléctrica mediante un convertidor. La invención garantiza que, en caso de condiciones de funcionamiento predeterminadas tales como una avería de la red eléctrica, la potencia generada por el generador se desvía de una manera controlada. La invención también proporciona un módulo de seguridad en una central eólica equipada con una transmisión, un generador y un convertidor, así como con una conexión para conectar la central eólica a una red eléctrica. Este módulo de seguridad tiene un acumulador de energía o aparato consumidor de electricidad y un circuito electrónico. En caso de una avería de la red eléctrica, dicho circuito electrónico controla el desvío de la potencia generada por el generador hacia el acumulador de energía o hacia el aparato consumidor de electricidad.

35 El documento DE10105892 se refiere a una turbina eólica en la que se garantiza que durante el funcionamiento normal se suministra potencia hasta un umbral predeterminado, durante un corte de corriente en caso de un corte de corriente a corto plazo, la turbina eólica permanece en funcionamiento, pero no alimenta la red y en caso de una interrupción de la red de distribución a largo plazo, la turbina eólica se apaga parcialmente. Para este fin, sólo se forma un ramal en la central eólica, que conecta el generador o motor asíncrono a la red, de modo que es posible una respuesta fiable y rápida al cambio de las condiciones de la red. Este ramal tiene un convertidor de generador (GSR), un enlace de CC (ZK) y un convertidor de potencia (NSR). Con el fin de impedir que se alimente energía en exceso a la red de distribución, se diseña un limitador de sobrecorriente temporal (BC) en el circuito intermedio en el circuito intermedio con el fin de impedir una parada en el caso de interrupciones a corto plazo de la red de distribución o para permitir la desconexión parcial en caso de una interrupción de la red de distribución a largo plazo. La energía térmica se convierte. Además, se da a conocer un método para hacer funcionar una central eólica.

45 La presente invención se refiere a un método de control y a una instalación de turbina eólica que supera el problema de diseño mencionado anteriormente.

Puede considerarse un objeto de las realizaciones de la presente invención proporcionar un método y un sistema que faciliten la monitorización de la capacidad de una reserva de potencia eléctrica disponible.

50 En particular, puede considerarse un objeto de las realizaciones de la presente invención proporcionar un método y un sistema que faciliten la monitorización de la capacidad de una reserva de potencia eléctrica disponible en periodos después de fallas del sistema o eventos relacionados con la red de distribución eléctrica, tales como una avería en la red de distribución eléctrica.

Descripción de la invención

Los objetos mencionados anteriormente están de acuerdo con proporcionar, en un primer aspecto, una instalación de

turbina eólica adaptada para suministrar energía eléctrica a una red de distribución eléctrica asociada, comprendiendo la instalación de turbina eólica

- medios de generador para convertir energía mecánica en energía eléctrica, estando los medios de generador acoplados mecánicamente a un conjunto de palas de rotor opcionalmente mediante una disposición de engranajes,

5 - un convertidor de potencia eléctrica acoplado eléctricamente a los medios de generador y a la red de distribución eléctrica asociada opcionalmente mediante un transformador de red de distribución,

- medios de disipación/almacenamiento de potencia que están adaptados para disipar o almacenar una cantidad de energía eléctrica procedente de los medios de generador, y

10 - medios de control para determinar la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia,

en la que los medios de control están adaptados para hacer funcionar la instalación de turbina eólica de tal manera que la cantidad total de energía eléctrica generada por la instalación de turbina eólica, en caso de una falla de la red de distribución, no supere la suma de la cantidad permitida y la cantidad que va a suministrarse a la red de distribución eléctrica.

15 Preferiblemente, la instalación de turbina eólica según la presente invención puede manejar averías del sistema, tales como averías del convertidor, y eventos relacionados con fallas de la red de distribución de energía, tales como eventos de LVRT. Además, la instalación de turbina eólica puede realizar paradas de emergencia de manera eficaz.

20 El término instalación de turbina eólica ha de entenderse ampliamente. Por tanto, el término instalación de turbina eólica puede comprender una única turbina eólica o puede abarcar un grupo de turbinas eólicas que forman una central eólica. Cada turbina eólica puede implementarse como una instalación a gran escala en la que esencialmente toda la potencia generada por los medios de generador se hace pasar a través del convertidor de potencia eléctrica. Los medios de generador pueden ser cualquier generador eléctrico adecuado, tal como por ejemplo, un generador síncrono, un generador asíncrono o un generador de imanes permanentes.

25 El convertidor de potencia eléctrica comprende normalmente un convertidor de lado de generador conectado operativamente a un inversor de lado de red de distribución mediante un circuito de CC intermedio. El convertidor de lado de red de distribución alimenta potencia eléctrica a la red eléctrica asociada, opcionalmente a través del transformador de red de distribución. El convertidor de lado de generador y el inversor de lado de red de distribución pueden implementarse aplicando técnicas de convertidor de potencia tradicionales.

30 El convertidor de potencia eléctrica puede comprender una pluralidad de módulos de convertidor de potencia acoplados en paralelo. Por tanto, el convertidor de lado de red de distribución y/o el convertidor de generador pueden comprender cada uno una pluralidad de módulos de convertidor de potencia acoplados en paralelo. En una instalación de turbina eólica multifásica, tal como un sistema trifásico, pueden proporcionarse ventajosamente medios de disipación/almacenamiento de potencia para cada fase. Alternativamente o además, los medios de disipación/almacenamiento de potencia pueden conectarse operativamente de manera ventajosa al circuito de CC intermedio. Ha de observarse que los medios de disipación de potencia habituales pueden conectarse operativamente a, por ejemplo, medios de generador trifásico mediante un rectificador, tal como un rectificador en puente o un inversor.

35 Cada medio de disipación/almacenamiento de potencia puede comprender una pluralidad de elementos de disipación de potencia y/o elementos de almacenamiento de potencia acoplados en paralelo. Por tanto, cada medio de disipación/almacenamiento de potencia puede comprender una pluralidad de elementos de disipación de potencia acoplados en paralelo, una pluralidad de elementos de almacenamiento de potencia acoplados en paralelo, o una combinación de elementos de disipación de potencia o almacenamiento de potencia acoplados en paralelo. En caso de que el convertidor de potencia eléctrica comprenda una pluralidad de módulos de convertidor de potencia acoplados en paralelo, estos módulos de convertidor de potencia pueden estar configurados de modo que cada módulo de convertidor esté conectado operativamente a sus propios medios de disipación/almacenamiento de potencia.

45 En una realización, los medios de disipación/almacenamiento de potencia, o al menos una parte de los mismos, pueden conectarse eléctricamente a los medios de generador mediante un conmutador controlable. Puede implementarse un conmutador controlable adecuado como uno o más IGBT, uno o más tiristores, uno o más contactores, etc.

50 En otra realización, los medios de disipación/almacenamiento de potencia, o al menos una parte de los mismos, pueden conectarse eléctricamente al circuito de CC intermedio del convertidor de potencia eléctrica mediante un conmutador controlable.

55 En una realización preferida de la presente invención los medios de disipación/almacenamiento de potencia comprenden una primera parte que está conectada eléctricamente a los medios de generador mediante un primer conmutador controlable, y una segunda parte que está conectada eléctricamente a un circuito de CC intermedio del convertidor de potencia eléctrica mediante un segundo conmutador controlable.

Los medios de disipación/almacenamiento de potencia pueden comprender una resistencia de descarga para disipar energía eléctrica. Alternativamente, o en combinación con la misma, los medios de disipación/almacenamiento de potencia pueden comprender medios capacitivos, tales como una batería de condensadores, para almacenar energía eléctrica.

- 5 La energía eléctrica almacenada en los medios de almacenamiento de potencia puede usarse para activar la instalación de energía eólica después de la detención. De esta manera, los medios de almacenamiento de potencia pueden sustituir la alimentación eléctrica ininterrumpida (UPS) tradicional cuando la instalación de turbina eólica se pone en marcha después de la detención.

- 10 Los medios de control de la instalación de turbina eólica pueden servir para una pluralidad de objetivos, siendo uno de ellos la determinación de la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia. A este respecto, los medios de control pueden adaptarse para determinar la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia regularmente o en respuesta a eventos específicos. Tales eventos específicos pueden producirse en periodos de tiempo después de una falla de la red de distribución. Sin embargo, la determinación de la cantidad disponible de capacidad eléctrica de la disipación/almacenamiento también puede realizarse como parte del funcionamiento de la instalación de turbina eólica en condiciones de trabajo normales.

- 15 Los medios de control están adaptados para hacer funcionar la instalación de turbina eólica en respuesta a la capacidad determinada de los medios de disipación/almacenamiento de potencia. Por tanto, los medios de control pueden estar adaptados para hacer funcionar la instalación de turbina eólica de tal manera que la cantidad total de energía eléctrica generada por la instalación de turbina eólica no supere la suma de la cantidad permitida y la cantidad que va a suministrarse a la red de distribución eléctrica, por ejemplo, durante o inmediatamente después de una falla de la red de distribución.

- 20 Cuando la instalación de turbina eólica se hace funcionar en un modo de LVRT debido a una falla de la red de distribución detectada, los medios de control pueden controlar la cantidad total de energía eléctrica generada por la instalación de turbina eólica activando un sistema de regulación de paso de la instalación de turbina eólica. Que los medios de control activen el sistema de regulación de paso depende de la duración de la falla de la red de distribución. Como ejemplo, si la duración de la falla de la red de distribución es mayor de 1 segundo, el sistema de regulación de paso puede activarse de tal manera que se regula gradualmente el paso de las palas de rotor fuera del viento después de un periodo de aproximadamente 5 segundos. Naturalmente, el perfil de disminución de LVRT puede variar de una instalación de turbina eólica a otra instalación de turbina eólica. Por tanto, el perfil de disminución puede diferir del perfil de 1 s + 5 s mencionado anteriormente.

- 25 La instalación de turbina eólica puede comprender además medios para determinar la temperatura de los medios de disipación/almacenamiento de potencia. Esto puede implicar un sensor de temperatura.

- 30 En una realización de la presente invención, los medios de control pueden adaptarse para determinar la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse en los medios de disipación de potencia basándose en la temperatura determinada de dichos medios de disipación de potencia.

- 35 Además, los medios de control pueden adaptarse para determinar la cantidad permitida de energía eléctrica que puede almacenarse en los medios de almacenamiento de potencia basándose en la tensión a través de los medios de almacenamiento de potencia.

- 40 En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para hacer funcionar una instalación de turbina eólica adaptada para suministrar energía eléctrica a una red de distribución eléctrica asociada durante una falla de la red de distribución, tal como un evento de huecos de tensión, comprendiendo la instalación de turbina eólica medios de disipación/almacenamiento de potencia que están adaptados para disipar o almacenar energía eléctrica que supera la cantidad que va a suministrarse a la red de distribución eléctrica asociada durante la falla de la red de distribución, comprendiendo el método la etapa de hacer funcionar la instalación de turbina eólica según la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia de la instalación de turbina eólica garantizando que la cantidad total de energía eléctrica generada por la instalación de turbina eólica no supere la suma de la cantidad permitida y la cantidad que va a suministrarse a la red de distribución eléctrica.

- 45 El método según el segundo aspecto es de particular interés, en relación con las fallas de la red de distribución, porque se desea que la instalación de turbina eólica permanezca conectada a la red de distribución eléctrica durante tales fallas de la red de distribución. Además, el método es de particular interés en periodos de tiempo inmediatamente después de una falla de la red de distribución.

- 50 De nuevo, el término instalación de turbina eólica ha de entenderse ampliamente que abarca por tanto, una única turbina eólica o un grupo de turbinas eólicas que forman una central eólica.

- 55 Generalmente, la instalación de turbina eólica para llevar a cabo el método del segundo aspecto de la presente invención puede implementarse tal como se da a conocer en relación con el primer aspecto de la presente invención.

5 Por tanto, cada turbina eólica puede implementarse como una instalación a gran escala. La instalación de turbina eólica comprende un generador eléctrico adecuado, tal como por ejemplo, un generador síncrono, un generador asíncrono o generador de imán permanente. Además, la instalación de turbina eólica comprende un convertidor de potencia eléctrica que comprende un convertidor de lado de generador conectado operativamente a un inversor de lado de red de distribución mediante un circuito de CC intermedio. El convertidor de lado de red de distribución alimenta potencia eléctrica a la red eléctrica asociada, opcionalmente a través del transformador de red. El convertidor de lado de generador y el inversor de lado de red de distribución pueden implementarse aplicando tecnologías de convertidor de potencia tradicionales.

10 La cantidad permitida de energía eléctrica puede determinarse a partir de la capacidad térmica de los medios de disipación de potencia, o puede determinarse a partir de la tensión a través de los medios de almacenamiento de potencia. En una realización de la presente invención, la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia se determina regularmente. En otra realización de la presente invención, la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia se determina en respuesta a eventos específicos, tal como durante fallas de la red de distribución o en periodos después de tales fallas de la red de distribución. Por tanto, el método según la presente invención puede llevarse a cabo durante una falla de la red de distribución, o en un periodo de tiempo inmediatamente después de una falla de la red de distribución.

15 El método según el segundo aspecto puede comprender además la etapa de aplicar energía eléctrica almacenada en los medios de almacenamiento de potencia para activar una parte o partes de la instalación de turbina eólica después de la detención de dicha instalación de turbina eólica. Por tanto, la energía eléctrica puede usarse para activar la instalación de turbina eólica después de la detención, lo que puede hacer que la UPS tradicional sea superflua.

20 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se explicará ahora con detalles adicionales con referencia a las figuras adjuntas, en las que la figura 1 muestra las partes relevantes de una instalación de turbina eólica que puede llevar a cabo la presente invención, la figura 2 muestra una descarga refrigerada por líquido, la figura 3 muestra un sistema de enfriamiento conjunto para una descarga y un convertidor de frecuencia, la figura 4 ilustra diversos modos de funcionamiento usando las ventajas de una descarga, la figura 5 muestra diversas implementaciones de la descarga, y la figura 6 muestra una resistencia de descarga integrada en una camisa de generador.

Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, se han mostrado realizaciones específicas a modo de ejemplos en los dibujos y se describirán con detalle en el presente documento. Ha de entenderse, sin embargo, que no se pretende que la invención se limite a las formas particulares dadas a conocer.

Descripción detallada de los dibujos

35 En general, la presente invención se refiere a una instalación de turbina eólica y a métodos asociados que pueden manejar, por ejemplo, eventos de LVRT en sistemas de red de distribución eléctrica. Además, la instalación de turbina eólica y los métodos asociados pueden manejar otros tipos de fallas, tales como por ejemplo, averías del convertidor, paradas de emergencia u otros tipos de fallas del sistema eléctrico.

40 Durante un evento de LVRT, la instalación de turbina eólica permanece conectada a la red eléctrica. El hecho de que la instalación de turbina eólica permanezca conectada a la red eléctrica durante la falla de la red de distribución puede tener una influencia positiva en la red de distribución eléctrica en lo que se refiere a la estabilidad, especialmente en relación con redes de distribución eléctrica débiles. Durante el evento de LVRT, la instalación de turbina eólica permanece en funcionamiento en o cerca de su nivel de potencia nominal con el fin de reducir el desgaste en el tren de accionamiento de la instalación de turbina eólica. Sin embargo, si la duración de la falla de la red de distribución es demasiado prolongada, la instalación de turbina eólica tiene disminuirse con el fin de no sobrecalentar y, por tanto, dañar los elementos de disipación/almacenamiento de potencia que manejan la potencia en el acceso de la potencia que va a suministrarse a la red de distribución eléctrica durante el evento de LVRT.

Las siguientes ventajas están asociadas con la presente invención:

1. Disminución de cargas de torre que hace posible reducir los costes de torre.
- 50 2. Estrategia de paso menos compleja.
3. Aumento de recogida de energía.

4. Costes de convertidor reducidos.

5 Tal como se mencionó anteriormente, la instalación de turbina eólica puede ser, por ejemplo, una única turbina eólica o un grupo de turbinas eólicas que forman la central eólica. Cada turbina eólica puede implementarse como un denominado sistema de energía a gran escala en el que la potencia eléctrica generada por un generador se hace pasar a través de un convertidor de lado de generador y un inversor de lado de red de distribución, estando el convertidor y el inversor interconectados mediante un circuito de CC intermedio.

10 La presente invención tiene como objetivo determinar la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en medios de disipación/almacenamiento de potencia de una instalación de turbina eólica. Pueden asignarse medios de disipación/almacenamiento de potencia a turbinas eólicas individuales o a un grupo de turbinas eólicas que forman la central eólica.

La cantidad permitida de potencia eléctrica puede determinarse continuamente, en intervalos regulares o en respuesta a eventos predeterminados, produciéndose esto último normalmente en periodos inmediatamente después de un evento de LVRT.

15 Los medios de disipación de potencia normalmente implican uno o más elementos resistivos mientras que los medios de almacenamiento de potencia normalmente implican uno o más elementos capacitivos. Opcionalmente, pueden combinarse elementos resistivos y capacitivos. Los medios de disipación de potencia y los medios de almacenamiento de potencia normalmente tienen una capacidad nominal de tal manera que el nivel de potencia nominal procedente de un generador asociado puede disiparse/almacenarse a lo largo de un periodo de algunos segundos.

20 Tal como se mencionó anteriormente, la energía almacenada en los medios de almacenamiento de potencia puede usarse para activar la instalación de turbina eólica durante un procedimiento de puesta en marcha después de la detención.

25 En una realización de la presente invención, se monitoriza la temperatura de los medios de disipación de potencia, mediante lo cual puede calcularse la capacidad térmica en lo que se refiere a la energía de los medios de disipación de potencia. Basándose en el perfil de disminución de potencia requerida durante un evento de LVRT, puede calcularse el nivel de potencia máxima de la instalación de turbina eólica. El nivel de potencia máxima se usa entonces para establecer una referencia de potencia de turbina.

Según otras realizaciones de la presente invención, la capacidad de los medios de disipación/almacenamiento de potencia puede determinarse a partir de mediciones de tensiones y corrientes.

30 Por tanto, cuando se conoce la capacidad de los medios de disipación/almacenamiento de potencia, la instalación de turbina eólica puede hacerse funcionar ventajosamente según la misma. Una estrategia para hacer funcionar la instalación de turbina eólica es garantizar que la cantidad de potencia generada no supere un nivel predeterminado, siendo dicho nivel predeterminado igual a la suma de la capacidad de los medios de disipación/almacenamiento de potencia y la cantidad que va a alimentarse a la red eléctrica durante un evento de LVRT.

35 Obviamente, el nivel predeterminado puede variar a lo largo del tiempo. Además, el nivel predeterminado puede verse influido por otros parámetros de control. Por ejemplo, si la capacidad disponible de los medios de disipación/almacenamiento de potencia es relativamente baja, el nivel predeterminado puede establecerse según la velocidad del sistema de control de paso. Por tanto, en caso de una capacidad de potencia baja de los medios de disipación de potencia, puede ser ventajoso seleccionar un esquema de control de paso agresivo que ofrezca un perfil de disminución rápido.

40 La capacidad de los medios de disipación de potencia variará normalmente con la temperatura de funcionamiento real. Cuanto más cerca esté la temperatura de funcionamiento del límite de temperatura absoluta del dispositivo de disipación, menor será la capacidad. Además, la eficacia de refrigeración pasiva depende de la temperatura ambiental. Por tanto, la capacidad de los medios de disipación es mayor a temperaturas bajas.

45 Haciendo referencia ahora a la figura 1, se muestra una instalación de turbina eólica adecuada para llevar a cabo la presente invención. Tal como se representa en la figura 1, la instalación de turbina eólica implica un generador de imanes permanentes (PMG) conectado operativamente a un convertidor de lado de generador mediante un conjunto de contactores de lado de generador controlables. Ha de observarse que el generador puede ser también de un tipo diferente. Los contactores de lado de generador se controlan mediante un circuito de protección.

50 Un inversor de lado de red de distribución está conectado operativamente al convertidor de lado de generador mediante un circuito de CC intermedio. Además, el inversor de lado de red de distribución está adaptado para alimentar potencia eléctrica a una red de distribución eléctrica asociada (opcionalmente a través de un transformador de red de distribución (no mostrado)). El convertidor de lado de generador y el inversor de lado de red de distribución se controlan mediante controladores respectivos.

55 Unos primeros medios de disipación/almacenamiento de potencia que están formados por una resistencia de descarga y/o algún tipo de medio de almacenamiento están conectados operativamente al circuito intermedio de CC. La cantidad

de potencia que va a suministrarse a los medios de disipación/almacenamiento de potencia se controla mediante un interruptor convencional en respuesta a una señal de control proporcionada por el inversor de lado de red de distribución. La señal de control que llega al interruptor se genera en respuesta a un nivel de tensión de CC medido del circuito de CC intermedio.

5 Unos segundos medios de disipación/almacenamiento de potencia que están formados por una resistencia de descarga y/o algún tipo de medio de almacenamiento están conectados operativamente al PMG mediante un conjunto de contactores de disipación/almacenamiento controlables que se controlan mediante el circuito de protección. La cantidad de potencia que va a suministrarse a los medios de disipación/almacenamiento de potencia de lado de generador se controla mediante una palanca convencional. Preferiblemente, la palanca se implementa usando IGBT o tiristores.

10 El circuito de protección monitoriza el funcionamiento de la instalación de turbina eólica. Por tanto, si uno de los dos controladores, el inversor, el convertidor o la palanca fallan, el circuito de protección activa uno o ambos de los medios de disipación/almacenamiento de potencia con el fin de parar la instalación de turbina eólica. Además, el circuito de protección puede activar opcionalmente el sistema de regulación de paso con el fin de parar la instalación de turbina eólica de manera eficaz. Además, el circuito de protección puede parar la instalación de turbina eólica en respuesta a una señal de parada de emergencia generada en el exterior u otros tipos de señales de entrada.

15 Haciendo referencia ahora a la figura 2, se representa una parte de una instalación de turbina eólica que comprende unos medios de disipación/almacenamiento de potencia refrigerados por líquido en forma de una resistencia de descarga. La resistencia de descarga mostrada en la figura 2 está conectada operativamente al generador. Ha de observarse que, en cambio, la resistencia de descarga puede conectarse operativamente al circuito de CC intermedio del convertidor de frecuencia. Alternativamente, una segunda resistencia de descarga podría conectarse operativamente, además, al circuito de CC intermedio del convertidor de frecuencia.

20 Tal como se observa en la figura 2, la instalación de turbina eólica comprende un conjunto de palas de rotor que accionan un generador (Gen) mediante una disposición de engranajes (Engranaje). Un convertidor de frecuencia a gran escala que comprende un convertidor de CA/CC (lado de generador) y un inversor de CC/CA (lado de red de distribución) garantiza que se alimente la frecuencia correcta a una red de distribución eléctrica asociada (no mostrada). La resistencia de descarga de los medios de disipación de potencia puede refrigerarse con líquido opcionalmente refrigerando también el generador y/o el convertidor de frecuencia. Por tanto, el generador, el convertidor de frecuencia y los medios de disipación/almacenamiento de potencia puede compartir opcionalmente el mismo sistema de refrigeración. Ha de observarse que los medios de disipación/almacenamiento de potencia pueden implementarse con un elemento de almacenamiento así como, o bien como unos medios de disipación/almacenamiento de potencia combinados o bien como unos medios de almacenamiento de potencia simples, que incluyen sólo uno o más elementos de almacenamiento. Una palanca controlable que recibe su señal de control desde un controlador de convertidor (conv CTRL) de generador de turbina eólica (WTG) controla la cantidad de potencia suministrada al controlador de descarga. Además, la palanca se activará de manera autónoma en el caso de pérdida de señales o comunicación con los sistemas de control que controlan normalmente la activación del sistema.

35 En la figura 3 se representa un sistema de refrigeración habitual para refrigerar tanto el generador, el convertidor de frecuencia como los medios de disipación de potencia, mostrado de nuevo como una resistencia de descarga. Una bomba acciona el refrigerante líquido a través de los elementos de turbina eólica mencionados anteriormente y un intercambiador de calor externo que incluye opcionalmente un ventilador para refrigerar el refrigerante.

40 La figura 4 muestra diversos modos de usar los medios de disipación/almacenamiento de potencia. Ninguno de los ejemplos mostrados en la figura 4 se refiere a eventos de LVRT. La funcionalidad global de los medios de disipación de potencia es reducir las cargas dinámicas en el sistema de rotación mecánica de la instalación de turbina eólica. La descripción en relación con la figura 4 se facilita con referencia a los medios de disipación/almacenamiento de potencia que son una resistencia de descarga. Alternativamente, pueden implementarse como medios de disipación/almacenamiento de potencia combinados que comprenden tanto elemento(s) de disipación de potencia como elemento(s) de almacenamiento de potencia, o como medios de almacenamiento de potencia simples que incluyen sólo uno o más elementos de almacenamiento.

45 La figura 4a muestra una parada usando una resistencia de descarga refrigerada por líquido. En particular, la figura 4a muestra una parada cuando el refrigerante está disponible durante procedimientos de parada normales, pero está ausente en situaciones de emergencia.

50 En referencia a la figura 4b, una resistencia de descarga controlada, conectada operativamente al generador o conectada operativamente al circuito de CC intermedio del convertidor de frecuencia, puede absorber niveles de potencia pico generados, por ejemplo, por ráfagas de viento, mientras que se proporciona potencia nominal al convertidor de frecuencia. De manera similar, véase la figura 4c, si la carga proporcionada por el convertidor de frecuencia disminuye involuntariamente a un nivel más bajo, pero en cualquier caso no crítico, la resistencia de descarga puede funcionar como una carga de transición, reduciendo así las cargas en las partes mecánicas de la instalación de turbina eólica. Esto puede considerarse como un método para ralentizar la dinámica del sistema eléctrico

para adaptarse al sistema mecánico. Tal como se indica en la figura 4c, la carga reducida involuntariamente del convertidor de frecuencia puede originarse a partir de una avería del módulo de fases dentro del convertidor. Sin embargo, la reducción de carga también puede producirse por otros motivos.

5 Tal como se mencionó anteriormente, los medios de disipación/almacenamiento de potencia pueden implementarse de varios modos. Tal como se representa en las figuras 5a-5c, los medios de disipación/almacenamiento de potencia, ilustrados en forma de una resistencia de descarga en combinación con una palanca o dispositivo similar, pueden conectarse operativamente al circuito de CC intermedio del convertidor de frecuencia (véase la figura 5a) o pueden conectarse directamente al generador en una conexión en estrella (figura 5b) o una conexión de tipo delta (figura 5c).
10 En referencia a la figura 5a, varios medios de disipación/almacenamiento de potencia controlables de manera individual y acoplados están conectados operativamente al circuito de CC intermedio del convertidor de frecuencia. Los medios de disipación/almacenamiento de potencia controlables pueden activarse individualmente para cumplir con demandas específicas. En la figura 5b, pares de medios de disipación/almacenamiento de potencia controlables individualmente están interconectados para formar una conexión en estrella conectada operativamente al generador (no mostrado). En la figura 5c, pares de medios de disipación/almacenamiento de potencia controlables individualmente están interconectados para formar una conexión de tipo delta conectada operativamente al generador
15 (no mostrado)

Desde el punto de vista mecánico, los medios de disipación/almacenamiento de potencia pueden realizarse como unidades independientes, o pueden incorporarse en el sistema de refrigeración del generador representado en la figura 6. Esto último proporciona acceso directo al sistema de refrigeración existente y a una gran masa que tiene la capacidad de “almacenar” mucha energía térmica en casos de emergencia. Con esta última implementación, el propio sistema puede usarse como precalentador para preparar la instalación de turbina eólica para la puesta en marcha en
20 condiciones húmedas.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de turbina eólica (WTG) adaptada para suministrar energía eléctrica a una red de distribución eléctrica asociada, comprendiendo la instalación de turbina eólica
5 - medios de generador (GEN) para convertir energía mecánica en energía eléctrica, estando los medios de generador acoplados mecánicamente a un conjunto de palas de rotor opcionalmente mediante una disposición de engranajes (GEAR),
- un convertidor de potencia eléctrica acoplado eléctricamente a los medios de generador y a la red de distribución eléctrica asociada opcionalmente mediante un transformador de red de distribución,
10 - medios de disipación/almacenamiento de potencia que están adaptados para disipar o almacenar una cantidad de energía eléctrica procedente de los medios de generador, y
- medios de control (WTG/Conv CTRL) para determinar una cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia
15 en la que los medios de control están adaptados para hacer funcionar la instalación de turbina eólica de tal manera que una cantidad total de energía eléctrica generada por la instalación de turbina eólica, en caso de una falla de la red de distribución, no supere una suma de la cantidad permitida y una cantidad que va a suministrarse a la red de distribución eléctrica.
2. Instalación de turbina eólica según la reivindicación 1, en la que los medios de control están adaptados para determinar la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia regularmente o en respuesta a un evento específico, tal como en
20 periodos después de una falla de la red de distribución.
3. Instalación de turbina eólica según la reivindicación 1 ó 2, en la que los medios de control están adaptados para controlar la cantidad total de energía eléctrica generada por la instalación de turbina eólica activando un sistema de regulación de paso de la instalación de turbina eólica.
4. Instalación de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende además medios para determinar una temperatura de un elemento de disipación de potencia de los medios de disipación/almacenamiento de potencia.
25
5. Instalación de turbina eólica según la reivindicación 4, en la que los medios de control están adaptados para determinar la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse en el elemento de disipación de potencia basándose en la temperatura determinada.
6. Instalación de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende además medios para determinar una tensión a través de un elemento de almacenamiento de potencia de los medios de disipación/almacenamiento de potencia.
30
7. Instalación de turbina eólica según la reivindicación 6, en la que los medios de control están adaptados para determinar la cantidad permitida de energía eléctrica que puede almacenarse en el elemento de almacenamiento de potencia basándose en la tensión determinada.
35
8. Instalación de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de disipación/almacenamiento de potencia comprenden una pluralidad de elementos de disipación de potencia y/o elementos de almacenamiento de potencia acoplados en paralelo.
9. Instalación de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de disipación/almacenamiento de potencia comprenden una pluralidad de elementos de disipación/almacenamiento de potencia acoplados en paralelo, comprendiendo cada elemento de disipación/almacenamiento de potencia un elemento de disipación de potencia y un elemento de almacenamiento de potencia.
40
10. Instalación de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos parte de los medios de disipación/almacenamiento de potencia están conectados eléctricamente a los medios de generador mediante un conmutador controlable.
45
11. Instalación de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos parte de los medios de disipación/almacenamiento de potencia están conectados eléctricamente a un circuito de CC intermedio del convertidor de potencia eléctrica mediante un conmutador controlable.
- 50 12. Instalación de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de disipación/almacenamiento de potencia comprenden una primera parte que está conectada eléctricamente a los medios de generador mediante un primer conmutador controlable, y una segunda parte que está

conectada eléctricamente a un circuito de CC intermedio del convertidor de potencia eléctrica mediante un segundo conmutador controlable.

13. Instalación de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de disipación/almacenamiento de potencia comprenden una resistencia para disipar energía eléctrica.
- 5 14. Instalación de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de disipación/almacenamiento de potencia comprenden medios capacitivos, tales como una batería de condensadores, para almacenar energía eléctrica.
- 10 15. Método para hacer funcionar una instalación de turbina eólica (WTG) adaptada para suministrar energía eléctrica a una red de distribución eléctrica asociada durante una falla de la red de distribución, tal como un evento de huecos de tensión (LVRT), comprendiendo la instalación de turbina eólica medios de disipación/almacenamiento de potencia que están adaptados para disipar o almacenar energía eléctrica que supera una cantidad que va suministrarse a la red de distribución eléctrica asociada durante la falla de la red de distribución, comprendiendo el método la etapa de hacer funcionar la instalación de turbina eólica según una cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia de la instalación de turbina eólica garantizando que una cantidad total de energía eléctrica generada por la instalación de turbina eólica no supere una suma de la cantidad permitida y la cantidad que va a suministrarse a la red de distribución eléctrica.
- 15 16. Método según la reivindicación 15, en el que la cantidad permitida de energía eléctrica se determina a partir de una capacidad térmica de un elemento de disipación de potencia de los medios de disipación/almacenamiento de potencia.
- 20 17. Método según la reivindicación 15 ó 16, en el que la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia se determina regularmente.
- 25 18. Método según la reivindicación 15 ó 16, en el que la cantidad permitida de energía eléctrica que puede disiparse o almacenarse en los medios de disipación/almacenamiento de potencia se determina en respuesta a eventos específicos, tal como durante fallas de la red de distribución o en periodos después de tales fallas de la red de distribución.
- 30 19. Método según cualquiera de las reivindicaciones 15-18, que comprende además la etapa de aplicar energía eléctrica almacenada en los medios de almacenamiento de potencia para activar una parte o partes de la instalación de turbina eólica después de la detención de dicha instalación de turbina eólica.

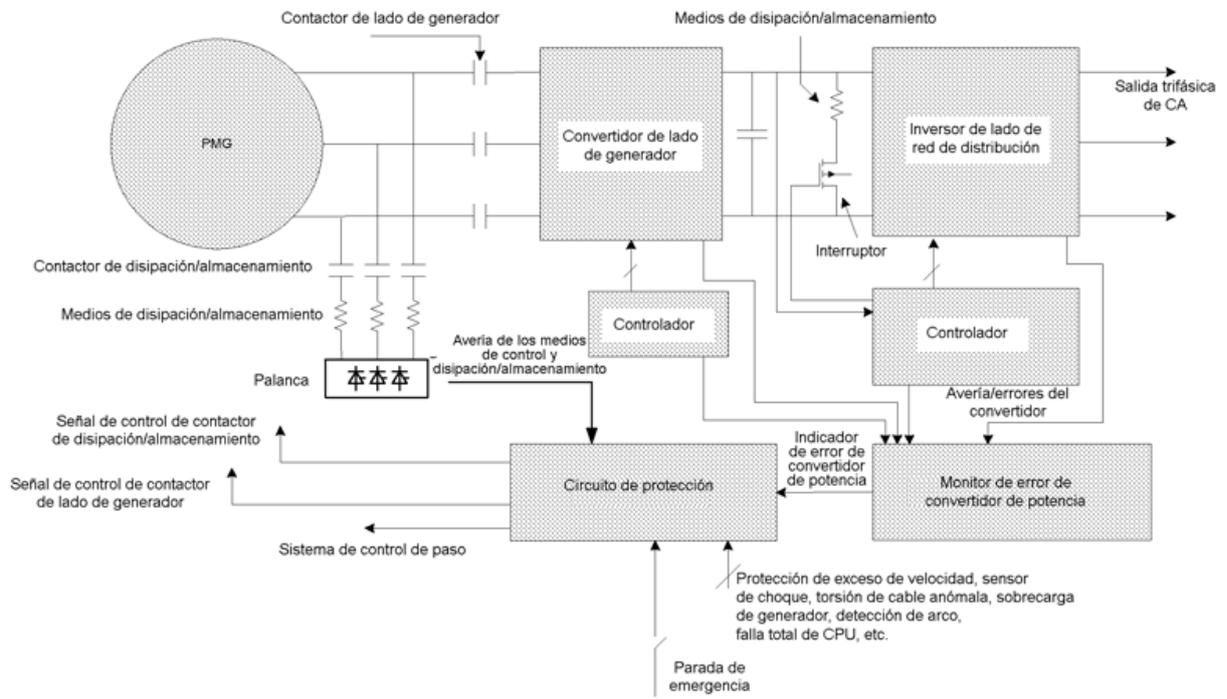


Fig. 1

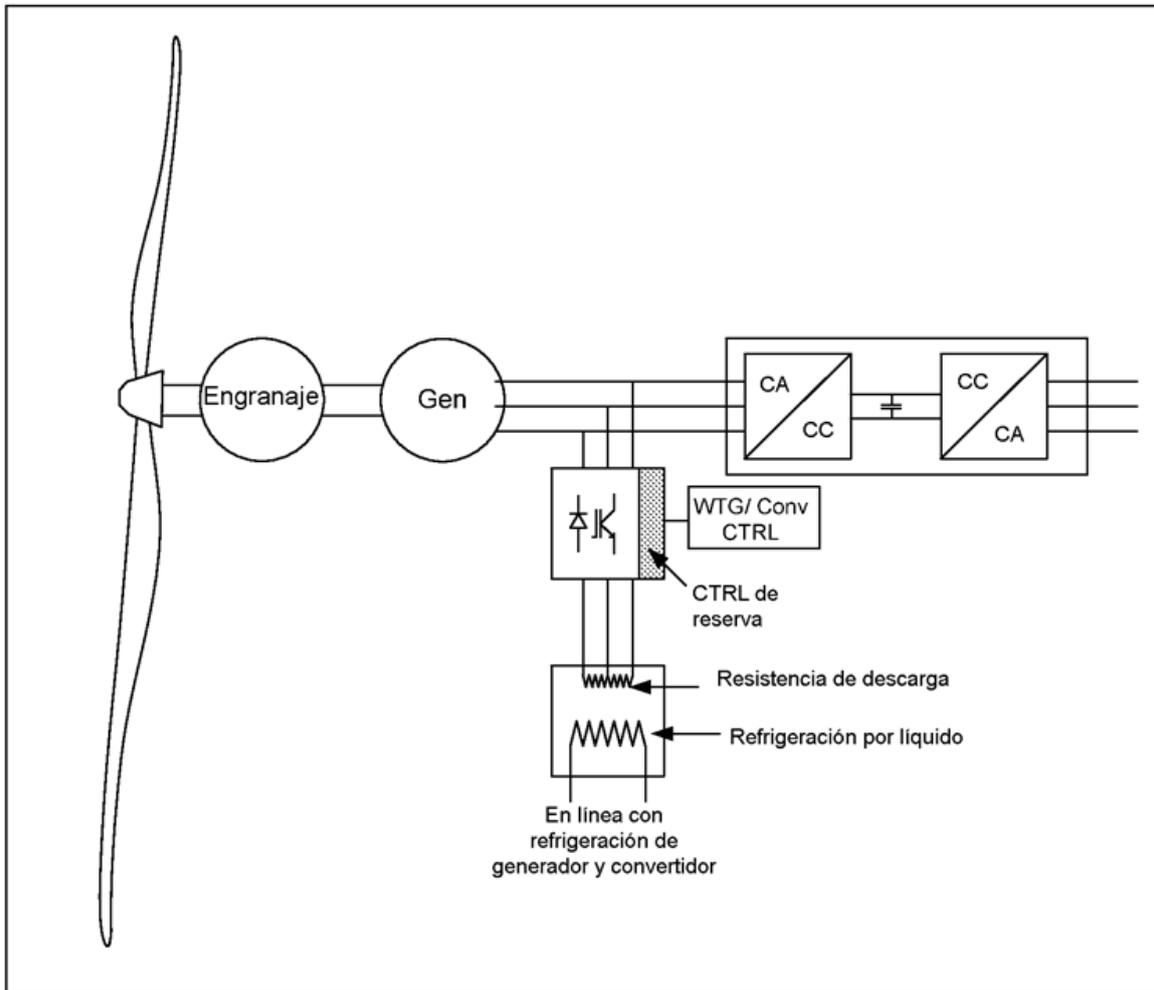


Fig. 2

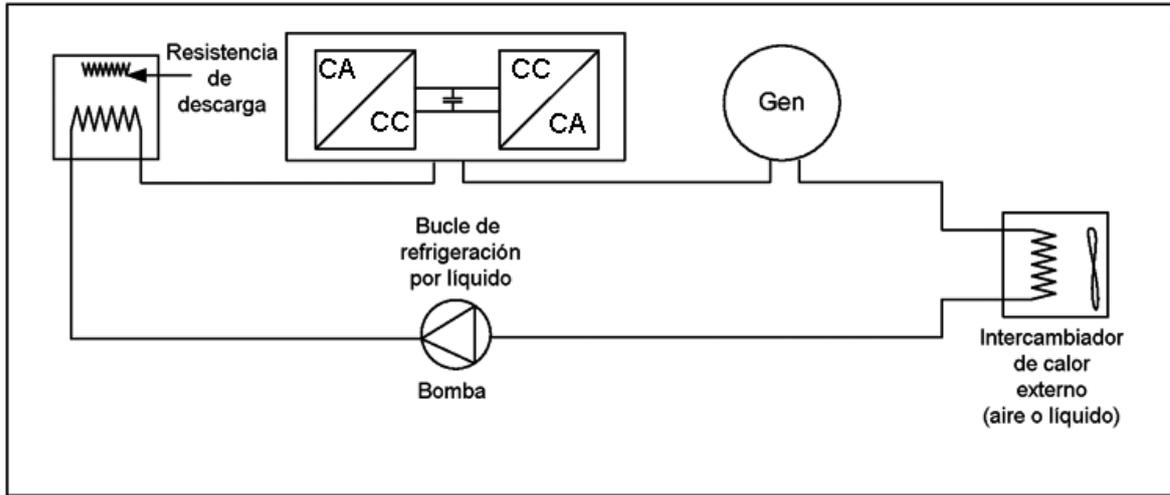
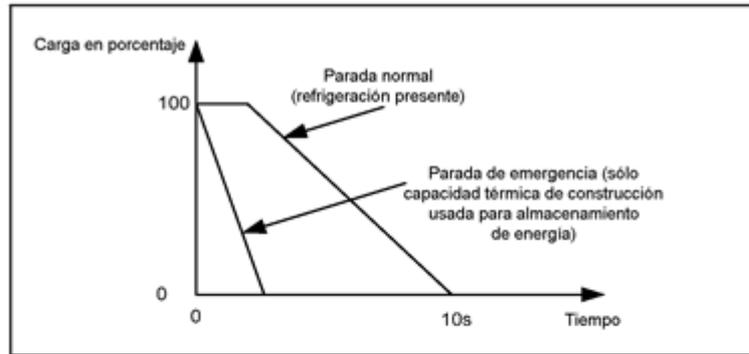
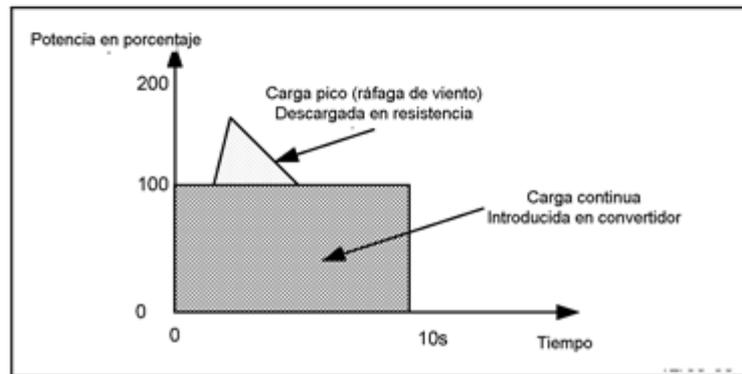


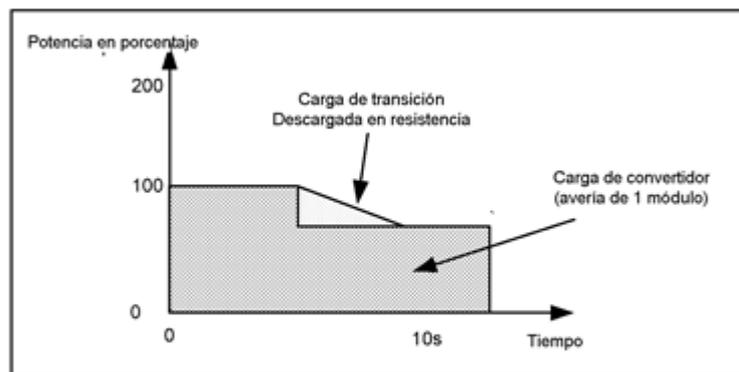
Fig. 3



a)

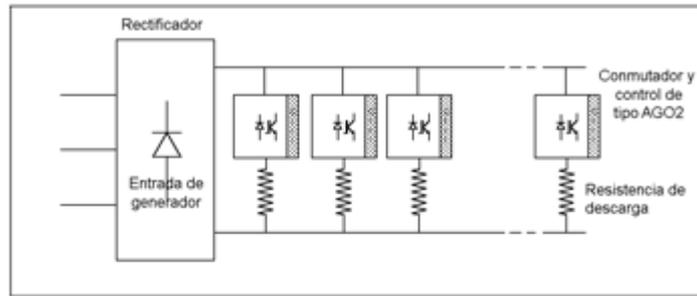


b)

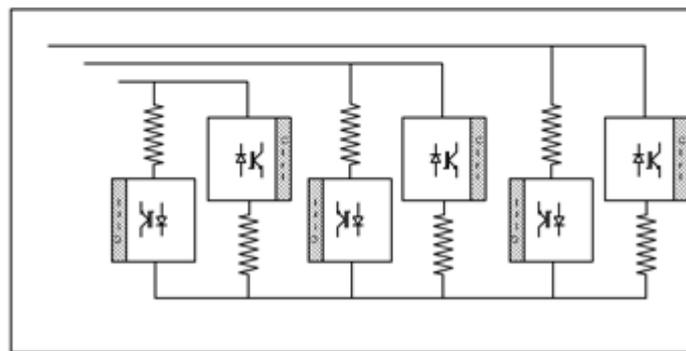


c)

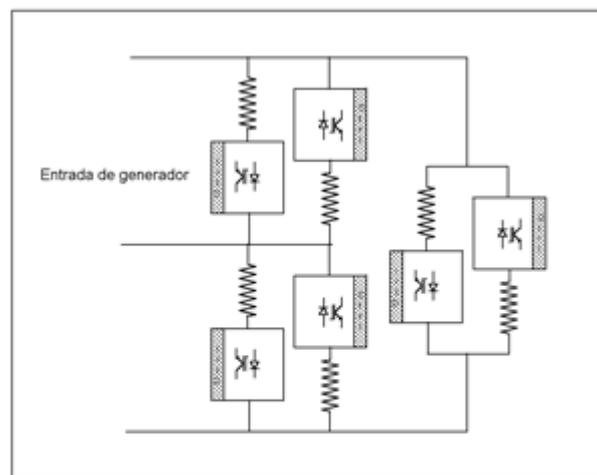
Fig. 4



a)



b)



c)

Fig. 5

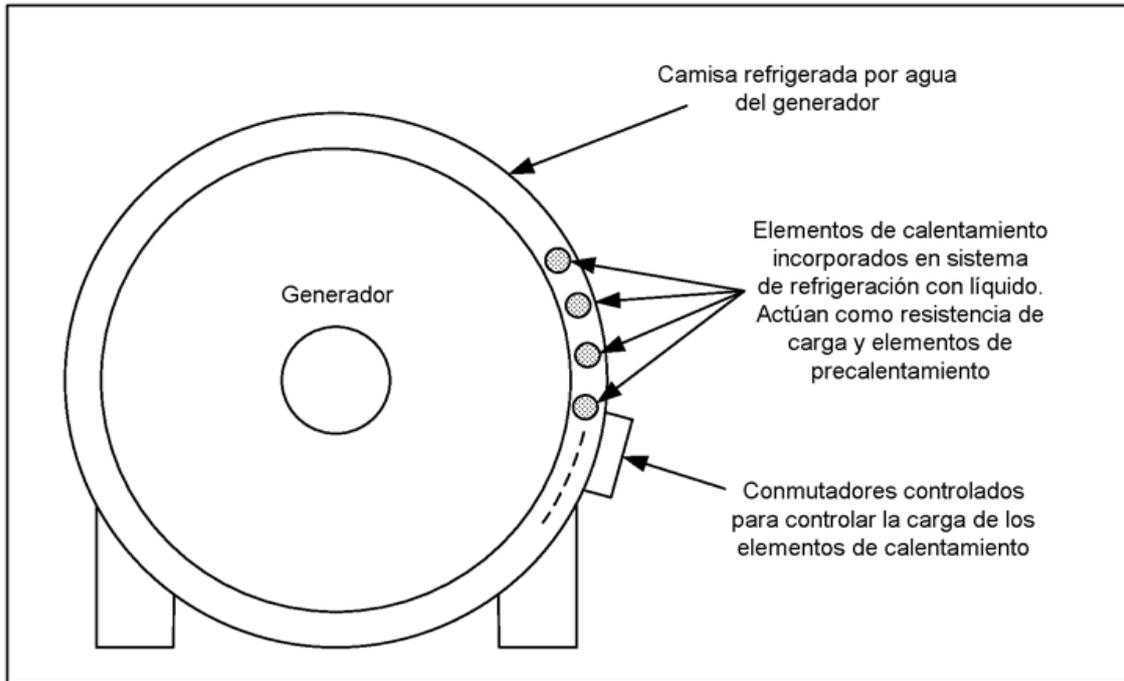


Fig. 6