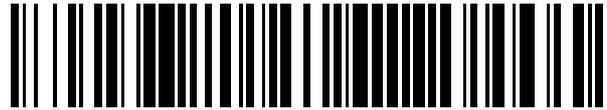


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 327**

51 Int. Cl.:

H02J 3/40 (2006.01)

H02J 9/08 (2006.01)

H02J 7/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2003 E 03711902 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 1485978**

54 Título: **Red aislada y procedimiento para el funcionamiento de una red aislada**

30 Prioridad:

08.03.2002 DE 10210099

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

04.08.2015

73 Titular/es:

**WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Dreekamp 5
26605 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

WOBEN, ALOYS

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 542 327 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

Red aislada y procedimiento para el funcionamiento de una red aislada

5 La presente invención se refiere a una red aislada eléctrica con al menos un productor de energía acoplado a un primer generador. Está previsto además un segundo generador que se puede acoplar a un motor de combustión interna. En el caso de tales redes aisladas, el productor de energía unido con el primer generador es a menudo un productor de energía regenerativa, por ejemplo, una instalación de energía eólica, una central hidroeléctrica, etc.

10 Tales redes aisladas son conocidas en general y sirven en particular para suministrar corriente a zonas que no están conectadas a una red de suministro de corriente central y en las que, sin embargo, se dispone de fuentes de energía regenerativa, como el viento y/o el sol y/o la fuerza hidráulica, entre otros. Éstas pueden ser, por ejemplo, islas o zonas aisladas o de difícil acceso con particularidades relativas al tamaño, a la ubicación y/o a las condiciones meteorológicas. Sin embargo, en estas zonas es necesario también un suministro de corriente, agua y calor. La energía necesaria al respecto, al menos la energía eléctrica, es proporcionada y distribuida por la red aislada. No obstante, los equipos eléctricos modernos requieren para un correcto funcionamiento el cumplimiento de valores límites relativamente estrechos con fluctuaciones de tensión y/o de frecuencia en la red aislada.

15 Para poder cumplir estos valores límites se utilizan, entre otros, los llamados sistemas eólico-diésel, en los que se utiliza una instalación de energía eólica como fuente de energía primaria. La tensión alterna, producida por la instalación de energía eólica, se rectifica y se convierte a continuación en una tensión alterna con la frecuencia de red requerida por medio de un convertidor. De esta manera se produce una frecuencia de red independiente de la velocidad del generador de la instalación de energía eólica y, por tanto, de su frecuencia.

20 Por consiguiente, la frecuencia de la red es determinada por el convertidor. A este respecto se disponen de dos variantes diferentes. Una variante consiste en un llamado convertidor conmutado automáticamente que es capaz por sí mismo de producir una frecuencia de red estable. Sin embargo, tales convertidores conmutados automáticamente requieren un esfuerzo técnico alto y son correspondientemente costosos. Una variante alternativa a los convertidores conmutados automáticamente son los convertidores conmutados por la red que sincronizan la frecuencia de su tensión de salida con una red existente. Tales convertidores son mucho más económicos que los convertidores conmutados automáticamente, pero necesitan siempre una red, con la que se puedan sincronizar. Por tanto, para un convertidor conmutado por la red se ha de poder disponer siempre de un formador de red que proporcione las magnitudes de ajuste necesarias para la conmutación por red del convertidor. En el caso de redes aisladas conocidas, tal formador de red es, por ejemplo, un generador síncrono accionado por un motor de combustión interna (motor diésel).

25 Esto significa que el motor de combustión interna debe estar funcionando continuamente para accionar el generador síncrono como formador de red. Esto resulta desventajoso también desde el punto de vista de los requerimientos de mantenimiento, del consumo de combustible y del impacto medioambiental debido a los gases de escape, porque, incluso cuando el motor de combustión interna ha de proporcionar sólo una fracción de su potencia disponible para el accionamiento del generador como formador de red, siendo esta potencia a menudo sólo de 3 a 5 kW, el consumo de combustible es considerable y asciende a varios litros de combustible por hora.

30 Otro problema en las redes aisladas conocidas radica también en que deberían existir cargas reactivas, identificadas como "dump loads", que consumen el exceso de energía eléctrica generada por el productor de energía primaria con el fin de que el productor de energía primaria no funcione en vacío en caso de la desconexión de consumidores, lo que puede provocar a su vez daños mecánicos en el productor de energía primaria debido a una velocidad demasiado alta. Esto es muy problemático en particular en instalaciones de energía eólica como productores de energía primaria.

35 La publicación alemana para información de solicitud de patente DE4232516A1 se refiere a un sistema de suministro de energía modular autónomo para redes aisladas. Este documento propone utilizar, en vez de un convertidor reversible conmutado por la red para la compensación de la potencia activa, así como en vez de un compensador síncrono para la compensación de la potencia reactiva, un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) con grupo electrógeno de emergencia conectado en la entrada. La solicitud de patente internacional con el número de publicación WO02/21661A1, que se ha de considerar sólo como estado de la técnica conforme al artículo 54(3) del Convenio sobre la Patente Europea (CPE), se refiere a una red aislada y a un procedimiento para el funcionamiento de la misma. Según esta solicitud de patente se propone una red aislada eléctrica con una instalación de energía eólica con un generador como primer productor de energía, estando previsto un segundo generador que se puede acoplar a un motor de combustión interna, pudiéndose regular una instalación de energía eólica con respecto a su velocidad y ajuste de pala y presentando un acoplamiento mecánico entre el segundo generador y el motor de combustión interna.

40 Como estado de la técnica se remite a los documentos DE4232516A, ZEEUW DE W. J. ET AL: "ON THE COMPONENTS OF A WIND TURBINE AUTONOMOUS ENERGY SYSTEM", PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL MACHINES. LAUSANA, SUIZA, 18 al 21 de septiembre de

1984, ZÚRICH, SWISS FED. INST. TECHNOLOGY, CH, tomo PART 1 CONF. 1984, 18 de septiembre de 1984 (1984-09-18), páginas 193-196, XP001031999, DE20002237U, WICHERT B.: "PV-diesel hybrid energy systems for remote area power generation - A review of current practice and future developments", RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, ELSEVIERS SCIENCE, NUEVA YORK, NY, US, tomo 1, número 3, 1ro de septiembre de 1997 (1997-09-01), páginas 209-228, XP004268401, BLEIJS J.A.M. ET AL: "A wind/diesel system with flywheel energy buffer", 19930905; 19930905-19930908, tomo 2, 5 de septiembre de 1993 (1993-09-05), páginas 995-999, XP010278877, DE3922573A1, WO02/21661A1, EP1323222A1 y JP2000073931A.

La invención tiene el objetivo de evitar las desventajas mencionadas arriba y mejorar el grado de efectividad de una red aislada.

El objetivo se consigue según la invención con una red aislada eléctrica con las características de la reivindicación 16, así como con un procedimiento para controlar el funcionamiento de una red aislada de acuerdo con la reivindicación 17. En las reivindicaciones secundarias se describen variantes ventajosas.

La invención se basa en el conocimiento de que el segundo generador, que tiene la función de formador de red, se puede accionar también con la energía eléctrica del productor de energía primaria (la instalación de energía eólica), de modo que el motor de combustión interna puede estar desconectado completamente y desacoplado del segundo generador. En este caso, el segundo generador ya no se encuentra en el modo generador, sino en el modo motor, suministrando el productor de energía primaria o su generador la energía eléctrica necesaria al respecto. Si el acoplamiento entre el segundo generador y el motor de combustión interna es un acoplamiento electromagnético, este acoplamiento se puede activar mediante la solicitud con energía eléctrica del productor de energía primaria o su generador. Si la energía eléctrica se desconecta en el acoplamiento, el acoplamiento se separa. El segundo generador se solicita y se acciona a continuación, como se describe arriba, con energía eléctrica del productor de energía primaria al no estar en funcionamiento el motor de combustión interna (modo motor), por lo que el formador de red se mantiene funcionando a pesar de estar desconectado el motor de combustión interna. Tan pronto se necesite una conexión del motor de combustión interna y, por tanto, el modo generador del segundo generador, el motor de combustión interna se puede poner en marcha y acoplar al segundo generador mediante el acoplamiento activable por electricidad para su accionamiento con el fin de que este segundo generador pueda proporcionar energía adicional en el modo generador a la red aislada eléctrica.

La utilización de una instalación de energía eólica completamente regulable permite prescindir de "dump loads", ya que la instalación de energía eólica es capaz, debido a su capacidad de regulación completa, o sea, su velocidad variable y su ajuste de pala variable, de producir exactamente la potencia necesaria, de manera que no se requiere "eliminar" el exceso de energía, porque la instalación de energía eólica produce exactamente la potencia necesaria. Dado que la instalación de energía eólica produce sólo la cantidad de energía necesaria en la red (o necesaria para la recarga ulterior de dispositivo de almacenamiento temporal), tampoco es necesario eliminar inútilmente el exceso de potencia y el grado de efectividad total de la instalación de energía eólica y de toda la red aislada es considerablemente mejor que en caso de utilizarse "dump loads".

En una forma de realización preferida de la invención, la instalación de energía eólica contiene un generador síncrono, a continuación del que está conectado un convertidor. Este convertidor está compuesto de un rectificador, un circuito intermedio de tensión continua y un inversor de frecuencia. Si en la red aislada está configurada además otra fuente de energía que proporciona tensión continua (corriente continua), por ejemplo, un elemento fotovoltaico, es conveniente que estos otros productores de energía primaria, como los elementos fotovoltaicos, estén conectados al circuito intermedio de tensión continua del convertidor, de modo que la energía de la fuente de energía regenerativa adicional se puede alimentar al circuito intermedio de tensión continua. Esto permite aumentar el suministro de potencia disponible a través del primer productor de energía primaria.

A fin de compensar, por una parte, de manera espontánea las fluctuaciones de la potencia disponible y/o una demanda de potencia elevada y poder aprovechar, por otra parte, la energía disponible no demandada, sin embargo, momentáneamente, están previstos con preferencia dispositivos de almacenamiento temporal que almacenan energía eléctrica y la pueden entregar con rapidez en caso necesario. Tales dispositivos de almacenamiento pueden ser, por ejemplo, dispositivos de almacenamiento electroquímico, como los acumuladores, pero también condensadores (caps) o también dispositivos de almacenamiento químico, como los dispositivos de almacenamiento de hidrógeno, en los que se almacena el hidrógeno producido por electrólisis con el exceso de energía eléctrica. Para entregar su energía eléctrica, tales dispositivos de almacenamiento están conectados también directamente o mediante circuitos de carga/descarga correspondientes al circuito intermedio de tensión continua del convertidor.

Otra forma de almacenamiento de energía es la conversión a energía rotacional que se almacena en un volante de inercia. En una variante preferida de la invención, este volante de inercia está acoplado al segundo generador síncrono y permite asimismo, por tanto, utilizar la energía almacenada para el accionamiento del formador de red.

A todos los dispositivos de almacenamiento se puede alimentar energía eléctrica, si el consumo de energía en la red aislada es menor que el rendimiento del productor de energía primaria, por ejemplo, la instalación de energía eólica. Si el productor de energía primaria es, por ejemplo, una instalación de energía eólica con 1,5 MW de potencia

nominal o un parque eólico con varias instalaciones de energía eólica con 10 MW de potencia nominal y las condiciones del viento son tales que el productor de energía primaria se puede operar en el modo nominal y, no obstante, el consumo de potencia en la red aislada es claramente menor que la potencia nominal del productor de energía primaria, en este modo (en particular en la noche o en momentos de bajo consumo en la red aislada), el productor de energía primaria se puede controlar de tal manera que todos los dispositivos de almacenamiento de energía se cargan (se llenan) para conectar los dispositivos de almacenamiento de energía, en determinadas circunstancias sólo durante un corto período de tiempo, en aquellos momentos, en los que el consumo de potencia de la red aislada es mayor que el suministro de potencia del productor de energía primaria.

En una variante preferida de la invención, todos los productores de energía y dispositivos de almacenamiento temporal, exceptuando el componente de energía conectado al segundo generador (motor de combustión interna, volante de inercia), están conectados a un circuito intermedio de tensión continua común, configurado como bus, que está cerrado con un inversor individual conmutado por la red (convertidor). Como resultado de la utilización de un convertidor individual conmutado por la red en un circuito intermedio de tensión continua se crea una disposición muy económica.

Es ventajoso además que estén previstos también otros motores de combustión interna (redundantes) y terceros generadores acoplables a estos (por ejemplo, generadores síncronos) para generar la energía mediante el funcionamiento de los otros sistemas de producción (redundantes) en caso de una demanda de potencia mayor que la disponible a través de los productores de energía regenerativa y la energía almacenada.

Por lo general, en base a la frecuencia en la red se puede determinar si el suministro de potencia corresponde a la potencia necesaria. En caso de un suministro excesivo de potencia aumenta específicamente la frecuencia de la red, mientras que ésta disminuye en presencia de una potencia demasiado baja. No obstante, tales desviaciones de frecuencia se producen de manera retardada y una compensación de tales desviaciones de frecuencia resulta cada vez más difícil a medida que aumenta la complejidad de la red.

A fin de posibilitar una rápida adaptación de la potencia, a la barra colectora se conecta un dispositivo capaz de detectar la potencia necesaria en la red. Esto permite identificar y compensar de inmediato una demanda de potencia o un suministro excesivo de potencia, antes de que puedan producirse fluctuaciones en la frecuencia de la red.

Una forma de realización de la invención se explica a continuación detalladamente a modo de ejemplo. Muestran:

Fig. 1 un diagrama esquemático de una red aislada según la invención;

Fig. 2 una variante del esquema mostrado en la figura 1; y

Fig. 3 una forma de realización preferida de una red aislada según la invención.

La figura 1 muestra una instalación de energía eólica con un inversor conectado a continuación, que está compuesta de un rectificador 20, mediante el que la instalación de energía eólica está conectada a un circuito intermedio de tensión continua 28, así como de un convertidor 24 conectado a la salida del circuito intermedio de tensión continua 28.

En paralelo a la salida del convertidor 24 está conectado un segundo generador síncrono 32 unido a su vez con un motor de combustión interna 30 mediante un acoplamiento electromagnético 34. Las líneas de salida del convertidor 24 y del segundo generador síncrono 32 abastecen a los consumidores (no representados) con la energía necesaria.

A tal efecto, la instalación de energía eólica 10 produce la potencia para abastecer a los consumidores. La energía producida por la instalación de energía eólica 10 se rectifica mediante el rectificador 20 y se alimenta al circuito intermedio de tensión continua 28.

El convertidor 24 produce a partir de la tensión continua aplicada una tensión alterna y la alimenta a la red aislada. Dado que el convertidor 24 está diseñado preferentemente como convertidor conmutado por la red debido a los costes, está presente un formador de red, con el que se puede sincronizar el convertidor 24.

Este formador de red es el segundo generador síncrono 32. Este generador síncrono 32 funciona en el modo motor al estar desconectado el motor de combustión interna 30 y actúa aquí como formador de red. La energía motriz es en este modo operativo la energía eléctrica de la instalación de energía eólica 10. La instalación de energía eólica 10 debe producir adicionalmente esta energía motriz para el generador síncrono 32, así como las pérdidas del rectificador 20 y del convertidor 24.

Además de la función como formador de red, el segundo generador síncrono 32 cumple otras funciones, tales como la producción de potencia reactiva en la red, el suministro de corriente de cortocircuito, la actuación como filtro de

parpadeo (flicker) y la regulación de la tensión.

Si se desconectan consumidores y desciende, por tanto, la demanda de energía, la instalación de energía eólica 10 se controla de tal modo que produce una cantidad de energía correspondientemente menor, por lo que se puede prescindir de la utilización de “dump loads”.

Si la demanda de energía de los consumidores aumenta de tal modo que ésta no puede ser cubierta sólo por la instalación de energía eólica, el motor de combustión interna 28 se puede poner en marcha y el acoplamiento electromagnético 34 se solicita con una tensión. El acoplamiento 34 crea así una unión mecánica entre el motor de combustión interna 30 y el segundo generador síncrono 32, y el generador 32 (y formador de red) suministra (ahora en el modo generador) la energía necesaria.

Con un dimensionamiento adecuado de la instalación de energía eólica 10 se puede conseguir proporcionar una energía promedio suficiente a partir de la energía eólica para abastecer a los consumidores. De este modo, el uso del motor de combustión interna 30 y el consumo de combustible asociado al mismo se reducen a un mínimo.

En la figura 2 está representada una variante de la red aislada mostrada en la figura 1. La construcción corresponde esencialmente a la solución mostrada en la figura 1. La diferencia aquí radica en que al segundo generador 32, que actúa como formador de red, no está asignado un motor de combustión interna 30. El motor de combustión interna 30 está unido con otro tercer generador (síncrono) 36 que se puede conectar en caso necesario. El segundo generador síncrono 32 funciona entonces continuamente en el modo motor como formador de red, productor de potencia reactiva, fuente de corriente de cortocircuito, filtro de parpadeo y regulador de tensión.

La figura 3 muestra otra forma de realización preferida de una red aislada. En esta figura están representadas tres instalaciones de energía eólica 10, que forman, por ejemplo, un parque eólico, con primeros generadores (síncronos) conectados respectivamente a un rectificador 20. Los rectificadores 20 están conectados en paralelo en el lado de salida y alimentan la energía producida por las instalaciones de energía eólica 10 a un circuito intermedio de tensión continua 28.

Además, están representados tres elementos fotovoltaicos 12 conectados respectivamente a un convertidor elevador 22. Los lados de salida de los convertidores elevadores 22 están conectados asimismo en paralelo al circuito intermedio de tensión continua 28.

Se muestra también un bloque de acumulador 14 que simbólicamente representa un dispositivo de almacenamiento temporal. Este dispositivo de almacenamiento temporal puede ser, además de un dispositivo de almacenamiento electroquímico, como el acumulador 14, un dispositivo de almacenamiento químico, como un dispositivo de almacenamiento de hidrógeno (no representado). Este dispositivo de almacenamiento de hidrógeno se puede llenar, por ejemplo, con el hidrógeno que se obtiene por electrólisis.

Está representado además un bloque de condensador 18 que muestra la posibilidad de utilizar condensadores adecuados como dispositivos de almacenamiento temporal. Estos condensadores pueden ser, por ejemplo, los llamados ultra-caps (ultracondensadores) de la empresa Siemens, que se caracterizan por bajas pérdidas, además de por una alta capacidad de almacenamiento.

El bloque de acumulador 14 y el bloque de condensador 18 (ambos bloques pueden estar configurados también con varias unidades) están conectados respectivamente al circuito intermedio de tensión continua 28 mediante circuitos de carga/descarga 26. El circuito intermedio de tensión continua 28 está cerrado con un (único) convertidor 24 (o una pluralidad de convertidores conectados en paralelo), estando configurado el convertidor 24 preferentemente como convertidor conmutado por la red.

En el lado de salida del convertidor 24 está conectado un distribuidor 40 (eventualmente con transformador) que se abastece de tensión de red por medio del convertidor 24. En el lado de salida del convertidor 24 está conectado asimismo un segundo generador síncrono 32. Este generador síncrono 32 es el formador de red, el productor de potencia reactiva y de corriente de cortocircuito, el filtro de parpadeo y el regulador de tensión de la red aislada.

Un volante de inercia 16 está acoplado al segundo generador síncrono 32. Este volante de inercia 16 es asimismo un dispositivo de almacenamiento temporal y puede almacenar energía, por ejemplo, durante el modo motor del formador de red.

Adicionalmente, al segundo generador síncrono 32 pueden estar asignados un motor de combustión interna 30 y un acoplamiento electromagnético 34 que accionan el generador 32 y lo operan en el modo generador al existir una potencia demasiado baja, procedente de fuentes de energía regenerativa. Esto permite alimentar la energía necesaria a la red aislada.

El motor de combustión interna 30, asignado al segundo generador síncrono 32, y el acoplamiento electromagnético 34 están representados con líneas discontinuas para explicar que el segundo generador síncrono 32 se puede

operar alternativamente sólo en el modo motor (y, dado el caso, con un volante de inercia como dispositivo de almacenamiento temporal) como formador de red, productor de potencia reactiva, fuente de corriente de cortocircuito, filtro de parpadeo y regulador de tensión.

5 En particular, si el segundo generador síncrono 32 está previsto sin motor de combustión interna 30, puede estar previsto un tercer generador síncrono 36 con un motor de combustión interna para compensar un déficit de potencia de mayor duración. Este tercer generador síncrono 36 se puede separar de la red aislada mediante un dispositivo de conmutación 44 en estado de reposo para no sobrecargar la red aislada como consumidor de energía adicional.

10 Por último, está previsto un control (μ p/por ordenador) 42 que controla los componentes individuales de la red aislada y permite así un funcionamiento ampliamente automatizado de la red aislada.

Con un diseño adecuado de los componentes individuales de la red aislada se puede conseguir que las instalaciones de energía eólica 10 proporcionen una cantidad promedio suficiente de energía a los consumidores. Este suministro de energía se complementa, dado el caso, mediante los elementos fotovoltaicos.

15 Si el suministro de potencia de las instalaciones de energía eólica 10 y/o de los elementos fotovoltaicos 12 es menor/mayor que la demanda de los consumidores, se pueden utilizar (descargar/cargar) los dispositivos de almacenamiento temporal 14, 16, 18 para proporcionar la potencia necesaria (descargar) o almacenar el exceso de energía (cargar). Los dispositivos de almacenamiento temporal 14, 16, 18 nivelan entonces el suministro, fluctuante continuamente, de las energías regenerativas.

20 En este caso va a depender esencialmente de la capacidad de almacenamiento de los dispositivos de almacenamiento temporal 14, 16, 18 la fluctuación de potencia que se puede compensar en un período de tiempo determinado. Como período de tiempo se consideran algunas horas hasta algunos días en caso de un amplio dimensionamiento de los dispositivos de almacenamiento temporal.

25 Sólo en caso de déficits de potencia, que superen las capacidades de los dispositivos de almacenamiento temporal 14, 16, 18, es necesaria una conexión de los motores de combustión interna 30 y de los segundos o terceros generadores síncronos 32, 36.

30 En la descripción anterior de los ejemplos de realización, el productor de energía primaria es siempre aquel que aprovecha una fuente de energía regenerativa, por ejemplo, el viento o el sol (la luz). No obstante, el productor de energía primaria puede hacer uso también de otra fuente de energía regenerativa, por ejemplo, la fuerza hidráulica, o puede ser también un productor que consuma combustibles fósiles.

35 A la red aislada puede estar conectada también una planta desalinizadora de agua de mar (no representada), por lo que en momentos, en los que los consumidores de la red aislada necesitan una potencia eléctrica claramente menor que la que pueden proporcionar los productores de energía primaria, la planta desalinizadora de agua de mar consume el "exceso", o sea, la potencia eléctrica que se puede proporcionar, para producir agua de uso industrial/agua potable que se puede almacenar a continuación en depósitos colectores. Si en determinados momentos el consumo de energía eléctrica de la red aislada fuera tan grande que todos los productores de energía sólo serían capaces de proporcionar justamente esta potencia, el funcionamiento de la planta desalinizadora de agua de mar se reduce a un mínimo y, dado el caso, incluso se desconecta completamente. Mediante el control 42 se puede controlar también la planta desalinizadora de agua de mar.

40 En aquellos momentos, en los que la potencia eléctrica de los productores de energía primaria es necesitada sólo parcialmente por la red eléctrica, se puede poner en funcionamiento también una central de acumulación por bombeo, no representada tampoco, que permite aumentar el potencial del agua (u otros medios líquidos) de un nivel inferior a un nivel superior, por lo que en caso necesario se puede utilizar la potencia eléctrica de la central de acumulación por bombeo. Mediante el control 42 se puede controlar también la central de acumulación por bombeo.

45 Es posible también combinar la planta de desalinización de agua de mar con una central de acumulación por bombeo al bombearse el agua de uso industrial (agua potable) producida por la planta desalinizadora de agua mar a un nivel superior que se puede utilizar a continuación para el accionamiento de los generadores de la central de acumulación por bombeo en caso necesario.

50 De manera alternativa a las variantes de la invención, descritas y representadas en la figura 3, se pueden realizar también otras variaciones en la solución según la invención. Así, por ejemplo, la potencia eléctrica de los generadores 32 y 36 (véase figura 3), rectificada mediante un rectificador, se puede alimentar a la barra colectora.

55 Si el suministro de potencia de los productores de energía primaria 10 o de los dispositivos de almacenamiento temporal 12, 14, 16, 18 es demasiado bajo o se ha consumido en gran medida, el motor de combustión interna 30 se pone en marcha y acciona a continuación el generador 32, 36. El motor de combustión interna proporciona ampliamente a la red aislada la energía eléctrica dentro de la red aislada y simultáneamente puede recargar también el dispositivo de almacenamiento temporal 16, o sea, el volante de inercia, y al alimentarse la energía eléctrica, los

generadores 32 y 36 en el circuito intermedio de corriente continua 28 pueden recargar asimismo los dispositivos de almacenamiento temporal 14, 18 representados aquí. Tal solución tiene particularmente la ventaja de que el motor de combustión interna puede funcionar en un modo favorable, específicamente en un modo óptimo, en el que también es mínima la cantidad de gases de escape y la velocidad se encuentra también en un intervalo óptimo, por lo que también el consumo del motor de combustión interna está situado en el mejor intervalo posible. Si, por ejemplo, los dispositivos de almacenamiento temporal 14, 18 ó 16 están llenos en gran medida en este modo operativo, el motor de combustión interna se puede desconectar y la red se puede abastecer ampliamente con la energía almacenada en los dispositivos de almacenamiento 14, 16, 18, siempre que los productores de energía 10, 12 no puedan proporcionar una cantidad suficiente de energía. Si el estado de carga de los dispositivos de almacenamiento temporal 14, 16, 18 no supera un valor crítico, el motor de combustión interna se vuelve a conectar y la energía proporcionada por el motor de combustión interna 30 se alimenta a los generadores 32 y 36 en el circuito intermedio de corriente continua 28 y se cargan también a su vez los dispositivos de almacenamiento temporal 14, 16, 18.

En las variantes descritas arriba se tiene en cuenta en particular que el motor de combustión interna puede funcionar en un intervalo de velocidad óptimo, lo que mejora en general su funcionamiento.

En este caso, están postconectados en los generadores 32, 36 rectificadores convencionales (por ejemplo, rectificadores 20), mediante los que se alimenta la energía eléctrica al circuito intermedio de tensión continua 28.

Una forma de los dispositivos de almacenamiento temporal utilizados 14 es un bloque de acumulador, por ejemplo, una batería. Otra forma del dispositivo de almacenamiento temporal es un bloque de condensador 18, por ejemplo, un condensador del tipo ultracondensador de la empresa Siemens. El comportamiento de carga, pero sobre todo el comportamiento de descarga de los dispositivos de almacenamiento temporal mencionados antes son relativamente diferentes y se deben tener en cuenta convenientemente en la presente invención.

Así, por ejemplo, los acumuladores, como otras baterías convencionales, tienen pérdidas de capacidad pequeñas, pero irreversibles en cada proceso de carga/descarga. En caso de procesos de carga/descarga muy frecuentes, esto provoca en un tiempo comparativamente corto una pérdida de capacidad significativa que en dependencia de la aplicación va a requerir la sustitución inmediata de este dispositivo de almacenamiento temporal.

Los dispositivos de almacenamiento temporal, solicitables dinámicamente, como un dispositivo de almacenamiento de condensador del tipo ultracondensador o también un dispositivo de almacenamiento de volante de inercia, no presentan los problemas mencionados antes. No obstante, los dispositivos de almacenamiento de condensador del tipo ultracondensador al igual que los dispositivos de almacenamiento de volante de inercia son considerablemente más costosos que un bloque de acumulador convencional u otro dispositivo de almacenamiento de batería con respecto a un kilovatio-hora individual.

A diferencia de la utilización de recursos renovables o energía solar, la energía eólica no se puede pronosticar con seguridad. Por tanto, se intenta producir de manera regenerativa la mayor cantidad de energía posible y, si esta energía no puede ser consumida, almacenarla en dispositivos de almacenamiento con la mayor capacidad posible de almacenamiento para tener disponible esta energía y poder entregarla en caso necesario. Naturalmente, todos los dispositivos de almacenamiento de energía se diseñan con un tamaño máximo para poder cubrir el mayor tiempo posible sin potencia.

Otra diferencia entre los dispositivos de almacenamiento temporal del tipo de un bloque de acumulador y los dispositivos de almacenamiento temporal del tipo de un ultracondensador o dispositivo de almacenamiento de volante de inercia radica también en que la potencia eléctrica de los ultracondensadores y de los dispositivos de almacenamiento de volante de inercia se puede descargar en un período de tiempo mínimo sin daños, mientras que los dispositivos de almacenamiento temporal del tipo de un bloque de acumulador no presentan una tasa de descarga tan alta (DE/DT).

Por tanto, es también un aspecto de la invención de la presente solicitud que los diferentes dispositivos de almacenamiento temporal de distinto tipo se puedan utilizar para distintas tareas en dependencia de sus propiedades operativas y sus costes. Por consiguiente, en base a los conocimientos anteriores tampoco resulta razonable diseñar un dispositivo de almacenamiento temporal del tipo de un dispositivo de almacenamiento de volante de inercia o ultracondensador con una capacidad máxima para cubrir el mayor tiempo posible sin potencia. Sin embargo, la capacidad de estos dispositivos de almacenamiento radica precisamente en que pueden cubrir en particular cortos períodos de tiempo sin potencia, sin daños para el dispositivo de almacenamiento temporal, mientras que resultan muy costosos para cubrir períodos de tiempo muy largos sin potencia.

Tampoco tiene sentido utilizar dispositivos de almacenamiento temporal del tipo de un bloque de acumulador o un dispositivo de almacenamiento de batería para regular la frecuencia, porque los constantes procesos de carga/descarga necesarios provocan pérdidas de capacidad irreversibles con mucha rapidez, específicamente en pocas semanas y en el caso más favorable, en pocos meses, y obligan a realizar la sustitución ya mencionada de tal dispositivo de almacenamiento. Más bien, los dispositivos de almacenamiento temporal del tipo de un bloque de

5 acumulador o de otros dispositivos de almacenamiento de batería se deberían utilizar para crear “dispositivos de almacenamiento de larga duración” que asuman el suministro al producirse cortes de potencia en el orden de magnitud de minutos (por ejemplo, un intervalo de 5 a 15 minutos), mientras que los dispositivos de almacenamiento temporal, solicitables dinámicamente, del tipo de un ultracondensador y/o un dispositivo de almacenamiento de volante de inercia se deberían utilizar para regular la frecuencia, es decir, alimentar energía adicional al disminuir la frecuencia en la red y almacenar energía al aumentar la frecuencia en la red.

10 Por consiguiente, las diferentes formas de utilización de los dispositivos de almacenamiento temporal de distinto tipo pueden contribuir a la estabilidad de la frecuencia en la red, con costes también razonables en la red, en particular si se trata de una red aislada, así como pueden cubrir también de manera segura interrupciones en la producción de energía eléctrica en el lado del productor durante algunos minutos. Por consiguiente, la utilización diferente de dispositivos de almacenamiento temporal de distinto tipo permite apoyar la red, por una parte, respecto a la estabilidad de la frecuencia y, por otra parte, respecto al suministro de energía suficiente durante un período de tiempo en el intervalo de minutos, si no es suficiente la energía disponible en el lado del productor.

15 Dado que el dispositivo de control 42 controla los componentes individuales del lado del productor y el dispositivo de control detecta también el tipo de medida apoyada por la red que se debe aplicar, un control correspondiente de los dispositivos de almacenamiento temporal de distinto tipo permite utilizar un dispositivo de almacenamiento temporal para estabilizar la frecuencia de la red y otro dispositivo de almacenamiento temporal para cubrir los períodos de tiempo sin potencia en el lado de productor en el intervalo de minutos. Al mismo tiempo, la utilización diferente de los dispositivos de almacenamiento temporal de distinto tipo en diferentes problemas de la red permite reducir también a un mínimo relativo los costes de todos los dispositivos de almacenamiento temporal.

20 Por tanto, en la aplicación real es ventajoso que los dispositivos de almacenamiento temporal del tipo de un bloque de acumulador o un dispositivo de almacenamiento de batería dispongan de una capacidad de carga de energía considerablemente mayor que los dispositivos de almacenamiento temporal del tipo de un ultracondensador o un dispositivo de almacenamiento de volante de inercia. Así, por ejemplo, la capacidad en el dispositivo de almacenamiento temporal del tipo de un acumulador o un dispositivo de almacenamiento de batería puede ser claramente más de cinco a diez veces mayor que la capacidad de un dispositivo de almacenamiento temporal del tipo de un ultracondensador o un dispositivo de almacenamiento de volante de inercia.

REIVINDICACIONES

1. Red aislada eléctrica (45) con al menos un primer productor de energía que utiliza una fuente de energía regenerativa, siendo el productor de energía una instalación de energía eólica (10) con un primer generador (32), estando previsto un segundo generador (36) que se puede acoplar a un motor de combustión interna (30), presentando la instalación de energía eólica (10) una barra colectora, que conduce una tensión continua, para alimentar la energía producida a la red aislada eléctrica (45) que conduce una tensión alterna, de modo que al no superarse la potencia necesaria de los productores de energía, que utilizan la fuente de energía regenerativa, se utilizan primero dispositivos de almacenamiento temporal eléctrico (12, 14, 18) para entregar energía a la red aislada eléctrica (45) y los dispositivos de almacenamiento temporal del tipo de un bloque de acumulador (14) o un dispositivo de almacenamiento de batería (18) se utilizan solo para apoyar la red, si la potencia necesaria en la red aislada eléctrica (45) no puede ser suministrada o solo puede ser suministrada de manera insuficiente por las fuentes de energía regenerativa,
caracterizada por que
la instalación de energía eólica (10) se puede regular con respecto a su velocidad de giro y ajuste de pala y está previsto un dispositivo conectado a la barra colectora para detectar la potencia necesaria en la red aislada eléctrica (45) y está previsto un generador síncrono (32) que tiene la función de un formador de red, pudiendo funcionar al respecto el generador síncrono (32) en el modo motor y poniendo a disposición la instalación de energía eólica (10) la energía necesaria para el modo motor.
2. Red aislada eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el primer productor de energía presenta un generador síncrono que contiene un inversor con un circuito intermedio de tensión continua (28) con al menos un primer rectificador (20) y un convertidor (24).
3. Red aislada eléctrica de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada por** al menos un elemento eléctrico, conectado al circuito intermedio de tensión continua (28), para alimentar energía eléctrica con tensión continua.
4. Red aislada eléctrica de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada por que** el elemento eléctrico es un elemento fotovoltaico (12) y/o un dispositivo de almacenamiento de energía mecánica y/o un dispositivo de almacenamiento electroquímico y/o un condensador y/o un dispositivo de almacenamiento químico como dispositivo de almacenamiento temporal eléctrico (12, 14, 18).
5. Red aislada eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por** un volante de inercia que se puede acoplar al segundo o a un tercer generador (32, 36).
6. Red aislada eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por** varios motores de combustión interna (30) que se pueden acoplar respectivamente a un generador (32, 36).
7. Red aislada eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por** un control (42) para controlar la red eléctrica (45).
8. Red aislada eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 7, **caracterizada por** un convertidor elevador/reductor (22) entre el elemento eléctrico y el circuito intermedio de tensión continua (28).
9. Red aislada eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 8, **caracterizada por** circuitos de carga/descarga (26) entre el elemento de almacenamiento eléctrico y el circuito intermedio de tensión continua (28).
10. Red aislada eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 9, **caracterizada por** un volante de inercia con un generador y un rectificador (20) conectado a continuación para alimentar energía eléctrica al circuito intermedio de tensión continua (28).
11. Red aislada eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** todos los productores de energía (10, 12) y dispositivos de almacenamiento temporal (14, 16, 18), que utilizan fuentes de energía regenerativa, alimentan a un circuito intermedio de tensión continua común (28).
12. Red aislada eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por** un convertidor (34) conmutado por la red.
13. Red aislada eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** la energía para el funcionamiento del acoplamiento electromagnético (34) es proporcionada por un dispositivo de almacenamiento eléctrico y/o por el productor de energía primaria.
14. Red aislada de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** a la red aislada (45) está conectada una planta desalinizadora de agua de mar/planta productora de agua de uso industrial que produce agua de uso industrial (agua potable), si el suministro de potencia de los productores de energía primaria es mayor que el consumo de potencia de los demás consumidores eléctricos conectados a la red aislada (45).

15. Red aislada de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** está prevista una central de acumulación por bombeo que recibe su energía eléctrica del productor de energía primaria.
- 5 16. Red aislada de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el generador se puede unir mediante un acoplamiento a un motor de combustión interna que está desconectado, si la potencia eléctrica del productor de energía primaria es mayor o aproximadamente igual a la potencia de consumo eléctrico en la red aislada.
- 10 17. Procedimiento para controlar el funcionamiento de una red aislada eléctrica (45) con al menos un primer productor de energía que utiliza una fuente de energía regenerativa, siendo el productor de energía una instalación de energía eólica (10) con un primer generador (32), estando previsto un segundo generador (36) que se puede acoplar a un motor de combustión interna (30), presentando la instalación de energía eólica (10) una barra colectora, que conduce una tensión continua, para alimentar la energía producida a la red aislada eléctrica (45) que conduce una tensión alterna, de modo que al no superarse la potencia necesaria de los productores de energía, que utilizan la fuente de energía regenerativa, se utilizan primero dispositivos de almacenamiento temporal eléctrico (12, 14, 18) para entregar energía a la red aislada eléctrica (45) y los dispositivos de almacenamiento temporal del tipo de un bloque de acumulador (14) o un dispositivo de almacenamiento de batería (18) se utilizan solo para apoyar la red, si la potencia necesaria en la red aislada eléctrica (45) no puede ser suministrada o solo puede ser suministrada de manera insuficiente por las fuentes de energía regenerativa, pudiéndose regular la instalación de energía eólica (10) con respecto a su velocidad de giro y ajuste de pala y estando previsto un dispositivo conectado a la barra colectora para detectar la potencia necesaria en la red aislada eléctrica (45), y estando previsto un generador síncrono (32) que tiene la función de un formador de red, pudiendo funcionar al respecto el generador síncrono (32) en el modo motor y poniendo a disposición la instalación de energía eólica (10) la energía necesaria para el modo motor, **caracterizado por que**
- 15 20 la instalación de energía eólica (10) se controla de tal modo que produce siempre solo la potencia eléctrica necesaria, si el consumo de la potencia eléctrica en la red es menor que la capacidad de producción de energía eléctrica de la instalación de energía eólica.
- 25 18. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizado por que** al no superarse la potencia necesaria de los productores de energía (10, 12), que utilizan la fuente de energía regenerativa, se utilizan primero dispositivos de almacenamiento temporal eléctrico (14, 16, 18) para entregar energía.
- 30 19. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 17 y 18, **caracterizado por que** están previstos motores de combustión interna (30) para accionar al menos un segundo generador (32) y los motores de combustión interna (30) se conectan solo si la potencia entregada por los productores de energía (10, 12), que utilizan las fuentes de energía regenerativa, y/o por los dispositivos de almacenamiento temporal eléctrico (14, 16, 18) no supera un valor umbral predefinible durante un espacio de tiempo predefinible.
- 35 20. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, **caracterizado por que** para cargar los dispositivos de almacenamiento temporal (14, 16, 18) a partir de las fuentes regenerativas se produce más energía que la necesaria para los consumidores de la red.
- 40 21. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 17 a 20, **caracterizado por que** para eliminar las inestabilidades de frecuencia o las desviaciones de la frecuencia de la red respecto a su valor nominal se utilizan preferentemente dispositivos de almacenamiento temporal eléctrico (14, 16, 18) para entregar energía, que se pueden cargar o descargar a menudo con rapidez, sin pérdidas de capacidad esencialmente irreversibles.
- 45 22. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 17 a 21, **caracterizado por que** se utilizan preferentemente dispositivos de almacenamiento temporal (14, 16, 18) del tipo de un bloque de acumulador (14) o un dispositivo de almacenamiento de batería para apoyar la red, si la potencia necesaria en la red no puede ser suministrada o solo puede ser suministrada de manera insuficiente por fuentes de energía regenerativa.
- 50 23. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 17 para controlar el funcionamiento de la red aislada, con la utilización de un generador síncrono (32) como formador de red para un convertidor (34) conmutado por la red para alimentar una tensión alterna a una red aislada eléctrica, funcionando el generador (32) en el modo motor y accionándose el generador mediante un volante de inercia y/o mediante la puesta a disposición de energía eléctrica de un productor regenerativo.
- 55

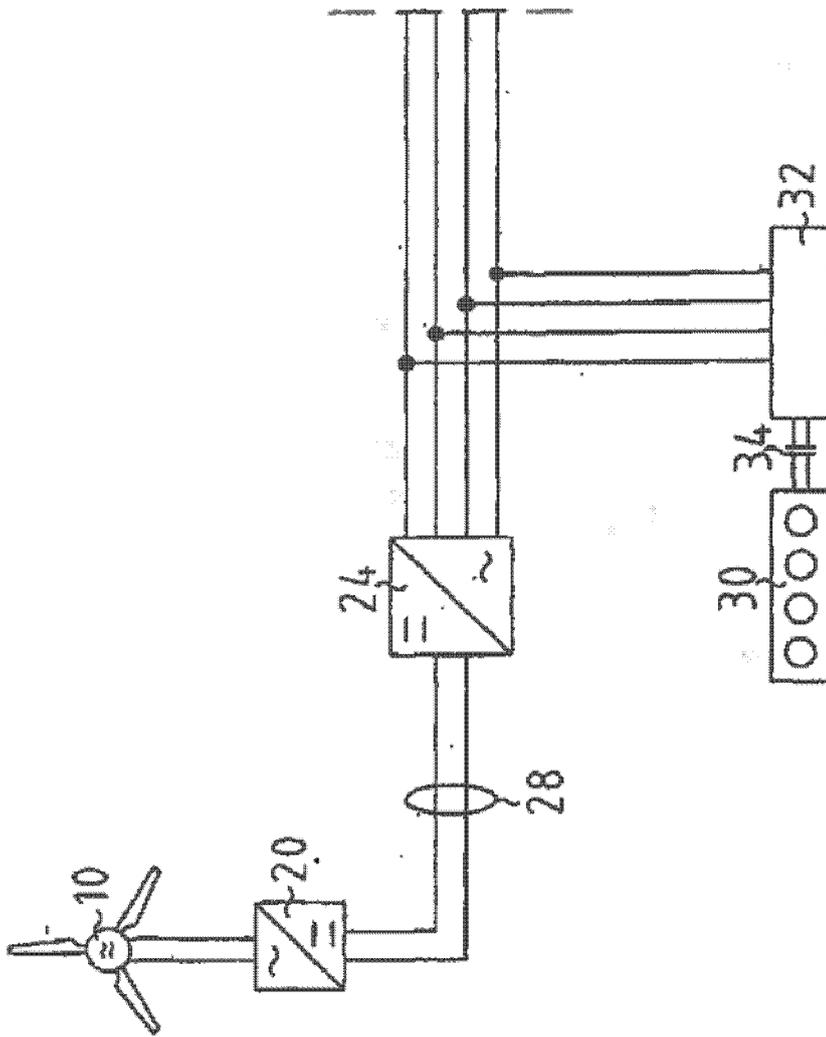


Fig. 1

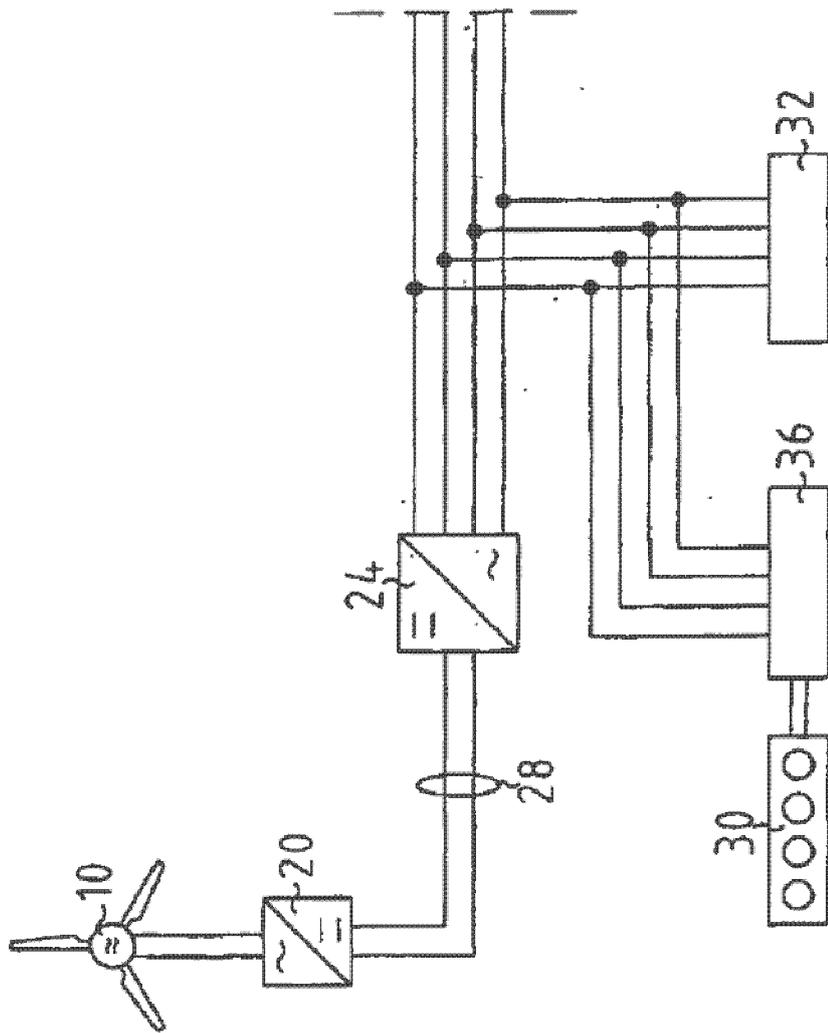


Fig. 2

Fig. 3

