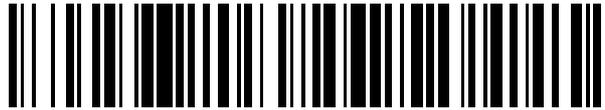


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 134**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/16** (2006.01)

**H02J 3/18** (2006.01)

**F03D 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2011 E 11805525 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2659137**

54 Título: **Parque eólico y procedimiento de funcionamiento de un parque eólico**

30 Prioridad:

**29.12.2010 DE 102010056456**

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

**06.06.2016**

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)  
Überseering 10  
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**FORTMANN, JENS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 573 134 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**

Parque eólico y procedimiento de funcionamiento de un parque eólico.

La invención concierne a un procedimiento de funcionamiento de un parque eólico y a un parque eólico.

5 En los parques eólicos varias instalaciones de energía eólica alimentan la potencia generada por ellas a una red interna al parque eólico. La potencia alimentada a la red interna al parque eólico se alimenta en una estación de transferencia - eventualmente después de transformación - a una red de suministro. Para que pueda mantenerse la calidad del suministro eléctrico en la red de suministro, la potencia alimentada por el parque eólico a la red de suministro tiene que cumplir con ciertas especificaciones, por ejemplo con respecto al factor de potencia, es decir, la relación entre potencia activa y potencia reactiva. Esto es vigilado por un dispositivo de regulación del parque  
10 denominado "gestor del parque", el cual puede actuar sobre algunos dispositivos de control de las instalaciones de energía eólica de modo que la suma de la potencia generada por las instalaciones de energía eólica satisfaga las especificaciones resultantes de la red de suministro.

15 La potencia activa generada en un parque eólico no puede ser determinada libremente por el gestor del parque, sino que depende de la velocidad del viento y la potencia de diseño de las distintas instalaciones de energía eólica. Sin embargo, se puede determinar a través del gestor del parque la potencia reactiva generada por el parque eólico.

En las líneas de la red interna al parque eólico se producen pérdidas de potencia. Para reducir éstas se puede variar la potencia reactiva. A este fin, se conocen medidas - en parte contrapuestas - en el estado de la técnica.

20 Así, por ejemplo, estando paradas las instalaciones de energía eólica y, no obstante, estando presente una demanda de potencia reactiva, se pueden utilizar, en lugar de los convertidores de frecuencia de las instalaciones de energía eólica afectados de pérdidas de funcionamiento, unos componentes pasivos con los cuales se pueden cumplir los requisitos de potencia reactiva.

25 Asimismo, a alta potencia de las instalaciones de energía eólica se puede elegir en la estación de transferencia una tensión lo más alta posible en la red interna al parque eólico. Se produce así una reducción de las pérdidas en los cables de la red interna al parque eólico. Esto es pertinente especialmente a alta potencia de las instalaciones de energía eólica, ya que en este caso dominan las pérdidas en los cables. En contraste con esto, a baja potencia de las instalaciones de energía eólica deberá elegirse una tensión lo más baja posible en la red interna al parque eólico, ya que en tal caso dominan las pérdidas en los transformadores. Éstas pueden reducirse mediante una baja tensión en la red interna al parque eólico. Procedimiento según los cuales se varía la tensión en la red interna al parque eólico en función de la potencia de las instalaciones de energía eólica se describen, por ejemplo, en los documentos  
30 DE 10 2008 048 258 A1, EP 1 643 609 A2 y DE 10 2007 044 601 A1.

Asimismo, es posible minimizar el trayecto por el cual tiene que transportarse la potencia en la red interna al parque eólico. Se consigue así que se tenga que transportar la potencia reactiva a lo largo de un trayecto lo más corto posible y se pueden reducir con ello las pérdidas en los cables. Sin embargo, son limitadas las posibilidades para reducir así las pérdidas en la red interna al parque eólico.

35 La solicitud de patente europea EP 2 108 828 A2 describe un procedimiento de funcionamiento de un parque eólico en el que un dispositivo de regulación del parque está diseñado de modo que la potencia reactiva necesaria para cumplir con los requisitos de la red de suministro sea generada principalmente en las instalaciones de energía eólica que están cerca del punto de enganche, mientras que las instalaciones de energía eólica más alejadas prestan una aportación menor a la generación de potencia reactiva. Se asegura así que, a través de un corto trayecto entre la instalación de energía eólica y el punto de enganche, tengan que transportarse solamente altas proporciones de potencia reactiva, mientras que, a través de una vía de transporte más larga, tienen que transportarse solamente proporciones de potencia reactiva más pequeñas en la red interna al parque eólico. Se obtiene como suma una reducción de las pérdidas debido al transporte de energía reactiva en la red interna al parque eólico. Según este estado de la técnica, el dispositivo de regulación del parque transmite en cada instalación de energía eólica unos valores nominales individuales para potencia activa y potencia reactiva. Por tanto, el dispositivo de regulación del parque tiene que estar así diseñado para poder resolver un sistema de ecuaciones complejas. La resolución del sistema de ecuaciones requiere cierto tiempo, de modo que se retarda la adaptación de la generación de potencia activa y de potencia reactiva en el parque eólico en caso de variaciones en la red de suministro. Durante este retardo no puede garantizarse que la potencia alimentada por el parque eólico a la red de suministro satisfaga los  
45 requisitos de la red de suministro.  
50

El problema de la presente invención consiste en crear un procedimiento de funcionamiento de un parque eólico y un parque eólico con los cuales se puedan reducir las pérdidas en la red interna al parque eólico debido a la potencia reactiva y se puedan adaptar rápidamente la potencia activa y la potencia reactiva del parque eólico.

55 Este problema se resuelve por el procedimiento de funcionamiento de un parque eólico según la reivindicación principal y por un parque eólico según la reivindicación paralela correspondiente. Perfeccionamientos ventajosos se

desprenden de las reivindicaciones subordinadas.

5 Por consiguiente, la invención concierne a un procedimiento de funcionamiento de un parque eólico que comprende varias instalaciones de energía eólica conectadas a una red interna al parque eólico, cada una con una unidad de control, una estación de transferencia, en la que la potencia eléctrica generada en el parque eólico es transferida a una red de suministro desde la red interna al parque eólico, y un gestor del parque unido con las unidades de control de las distintas instalaciones de energía eólica, calculando el gestor del parque un valor nominal de tensión unitario (Unominal) y transmitiendo el valor nominal de tensión (Unominal) a las unidades de control de las distintas instalaciones de energía eólica, y siendo ajustada la potencia reactiva generada por una instalación de energía eólica mediante un factor total (Ib) por la unidad de control de la instalación de energía eólica, comprendiendo el factor total (Ib) un primer factor (Ib1) que se calcula a partir de la diferencia entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica y el valor nominal de tensión (Unominal), multiplicada por un factor de amplificación (k\_Ib).

15 La invención concierne también a un parque eólico con varias instalaciones de energía eólica conectadas a una red interna al parque eólico, cada una con una unidad de control, una estación de transferencia en la que la potencia eléctrica generada en el parque eólico es transferida a una red de suministro desde una red interna al parque eólico, y un gestor del parque unido con las unidades de control de las instalaciones de energía eólica, estando concebido el gestor del parque para calcular un valor nominal de tensión unitario (Unominal) y transmitir el valor nominal de tensión (Unominal) a las unidades de control de las distintas instalaciones de energía eólica, y pudiendo ser ajustada la potencia reactiva generada por una instalación de energía eólica mediante un factor total (Ib) por la unidad de control de la instalación de energía eólica, comprendiendo el factor total (Ib) un primer factor (Ib1) que puede calcularse a partir de la diferencia entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica y el valor nominal de tensión (Unominal), multiplicada por un factor de amplificación (k\_Ib).

20 La invención se basa en el conocimiento de que, al efectuar una regulación de potencia reactiva con ayuda de una tensión nominal, se obtiene una optimización de la distribución de potencia reactiva en el parque eólico debido a impedancias presentes en la red interna al parque eólico. Las instalaciones de energía eólica obtienen entonces un valor unitario para la tensión nominal, de modo que no es necesario un cálculo costoso de valores nominales individuales. Por tanto, es posible una regulación de potencia nominal exenta de retardo.

25 Si se debe efectuar, por ejemplo, una alimentación capacitiva (sobree excitada) de potencia reactiva, el valor nominal de tensión es elegido entonces por el gestor del parque como algo más alto que el valor de la tensión medido en la estación de transferencia. Este valor calculado se transmite a las unidades de control de las instalaciones de energía eólica. Allí se calcula a partir de la diferencia de la respectiva tensión real Ureal aplicada a la instalación de energía eólica y el valor nominal de tensión Unominal, multiplicada por un factor de amplificación kIb, el factor Ib1:

$$Ib_1 = (U_{real} - U_{nom}) \times k_{Ib}$$

El factor Ib1 ingresa en el factor total Ib, cumpliéndose en el caso más sencillo que :

35  $Ib = Ib_1$

Sobre la base del factor total Ib, la unidad de control puede adaptar la generación de potencia reactiva de la instalación de energía eólica, teniendo como consecuencia un factor total Ib más alto una mayor generación de potencia reactiva.

40 Como consecuencia de la impedancia en la red interna al parque eólico, se ajustan tensiones reales diferentes en las distintas instalaciones de energía eólica. En este caso, las tensiones en las instalaciones de energía eólica próximas a la estación de transferencia son más pequeñas que en las instalaciones de energía eólica más alejadas de la estación de transferencia. Como quiera que en cada estación de energía eólica la generación de potencia reactiva se basa en la diferencia del valor de tensión nominal unitario y las respectivas tensiones reales, se consigue que las instalaciones de energía eólica cercanas a la estación de transferencia alimenten más potencia reactiva a la red interna al parque eólico que las instalaciones de energía eólica más alejadas de la estación de transferencia.

45 Como quiera que las instalaciones de energía eólica que están dispuestas más cerca de la estación de transferencia alimentan según la invención a la red interna al parque eólico una proporción de potencia reactiva más alta que la de las instalaciones de energía eólica más alejadas de la estación de transferencia, la mayor proporción de potencia reactiva tiene que ser transportada solamente a lo largo de una distancia más corta en la red interna al parque eólico. Se reducen así las pérdidas de transporte en comparación con un parque eólico en el que la generación de potencia reactiva está distribuida uniformemente sobre todas las instalaciones de energía eólica. En la invención no es necesario - a diferencia de lo que ocurre en el estado de la técnica - un costoso gestor del parque que se precisa para fines de cálculo de valores nominales de potencia reactiva para cada instalación de energía eólica. Por el contrario, es suficiente según la invención con determinar únicamente un valor nominal de potencia reactiva en

forma de un valor nominal de tensión unitario que se transmite a todas las instalaciones de energía eólica. Por tanto, la regulación de potencia reactiva se efectúa prácticamente sin retardo. Gracias al aprovechamiento según la invención de efectos en la red interna al parque eólico se consigue una distribución optimizada en pérdidas de la generación de potencia reactiva sobre las distintas instalaciones de energía eólica del parque eólico.

- 5 Si se debe evitar una regulación adicional demasiado rápida en el caso de variaciones en la red de suministro, se puede hacer entonces que, aparte del factor  $Ib_1$ , se ingrese todavía un factor adicional  $Ib_2$  en el factor total  $Ib$ . Los factores  $Ib_1$  e  $Ib_2$  se pueden sumar preferiblemente para obtener el factor total  $Ib$ :

$$Ib = Ib_1 + Ib_2$$

- 10 Mientras que el factor  $Ib_1$  puede calcularse como anteriormente, el factor  $Ib_2$  puede ser calculado preferiblemente a partir de la diferencia entre la tensión real  $U_{real}$ ;promediada, promediada a lo largo de un espacio de tiempo establecido y aplicada a la instalación de energía eólica, y el valor nominal de tensión  $U_{nominal}$ , multiplicada por un factor de amplificación  $k_{Ib}$ :

$$Ib_2 = (U_{real;promed} - U_{nom}) \times k_{Ib}$$

- 15 Mediante este factor  $Ib_2$  se puede asegurar que, en caso de un defecto de la red o similar, una proporción de la generación de corriente reactiva se adapte sin retardo a las nuevas circunstancias (a través del factor  $Ib_1$ ), mientras que otra proporción se adapta (a través del factor  $Ib_2$ ) únicamente con un cierto retardo. Se puede evitar así una inducción innecesaria de oscilaciones en la red interna al parque eólico y/o en la red de suministro.

- 20 Como alternativa, es posible no aprovechar para la determinación del factor  $Ib_2$  la tensión real  $U_{real}$  aplicada a la instalación de energía eólica, sino la diferencia entre la tensión real  $U_{real}$  y el valor nominal de tensión  $U_{nominal}$ . Por tanto, el factor  $Ib_2$  se calcula en tal caso a partir de la diferencia promediada a lo largo de un espacio de tiempo establecido entre la tensión real  $U_{real}$  aplicada a la instalación de energía eólica y el valor nominal de tensión  $U_{nominal}$ , multiplicada por un factor de amplificación  $k_{Ib}$ :

$$Ib_2 = (U_{real} - U_{nom})_{promed} \times k_{Ib}$$

- 25 Como alternativa, es posible aprovechar un valor medio temporal de la tensión nominal  $U_{nominal}$  para la obtención del factor  $Ib_2$ . Por tanto, el factor  $Ib_2$  se calcula en tal caso a partir de la diferencia entre la tensión real  $U_{real}$  aplicada a la instalación de energía eólica y el valor nominal de tensión  $U_{nominal}$  promediado a lo largo de un espacio tiempo establecido, multiplicada por un factor de amplificación  $k_{Ib}$ :

$$Ib_2 = (U_{real} - U_{nom;promed}) \times k_{Ib}$$

Es posible también que el factor  $Ib_2$  se calcule a partir de un promediado temporal del factor  $Ib_1$ :

30 
$$Ib_2 = Ib_{1;promed}$$

Se prefiere que el factor de amplificación  $k_{Ib}$  se determine a partir de un factor de amplificación global  $k_{Ib;global}$  y un factor de amplificación  $k_{Ib;WEA}$  individualmente prefijable para una instalación de energía eólica:

$$k_{Ib} = k_{Ib;global} + k_{Ib;WEA}$$

- 35 Mediante el factor individual  $k_{Ib;WEA}$  se pueden tener en cuenta durante la generación de potencia reactiva las particularidades de las distintas instalaciones de energía eólica y/o la topografía del parque eólico. El factor  $k_{Ib;WEA}$  puede archivarse entonces manualmente en la unidad de control de cada instalación de energía eólica. Sin embargo, es posible también que el gestor del parque determine el factor  $k_{Ib;WEA}$  para cada instalación de energía eólica y lo transmita luego a las distintas unidades de control. Dado que el factor  $k_{Ib;WEA}$  no es un valor que tenga que calcularse en tiempo real, es gestor del parque no tiene que disponer de capacidades de cálculo inusualmente altas.

- 40 Como alternativa o adicionalmente, es posible que se añada por la unidad de control al valor nominal de tensión global  $U_{nominal}$  un factor de adaptación  $\Delta U_{nominal;WEA}$ , tomándose el valor nominal de tensión adaptado así calculado  $U'_{nominal}$  como base para el cálculo de los factores  $k_{Ib1}$  y  $k_{Ib2}$  en lugar del valor nominal  $U_{nominal}$ . El valor nominal de tensión adaptado  $U'_{nominal}$  se calcula entonces como sigue:

45 
$$U'_{nom} = U_{nom} + \Delta U_{nom;WEA}$$

El factor de adaptación  $\Delta U_{\text{nominal}}/W_{\text{EA}}$  puede ser determinado entonces por el gestor del parque. Sin embargo, dado que no se trata en este caso de un valor que tenga que ser calculado en tiempo real, el gestor del parque no tiene que disponer de capacidades de cálculo inusitadamente altas.

5 Se prefiere que varias instalaciones de energía eólica del parque eólico estén conectadas una con otra formando grupos, haciéndose funcionar las instalaciones de energía eólica de un grupo con valores idénticos para  $k_{\text{lb}}/W_{\text{EA}}$  y/o  $\Delta U_{\text{nominal}}/W_{\text{EA}}$ . Se puede reducir así el gasto de cálculo para calcular los factores antes citados.

El parque eólico según la invención está concebido para realizar el procedimiento según la invención. Para explicar el parque eólico se hace referencia a las explicaciones anteriores referentes al procedimiento según la invención.

10 Se describe ahora la invención a modo de ejemplo ayudándose de formas de realización ventajosas y haciendo referencia a los dibujos. Muestran:

La figura 1, un ejemplo de realización de un parque eólico según la invención; y

Las figuras 2a-e, representaciones parciales de una unidad de control para instalaciones de energía eólica.

En la figura 1 se representa un parque eólico 1 según la invención que se hace funcionar con el procedimiento conforme a la invención.

15 El parque eólico 1 comprende en este caso varias instalaciones de energía eólica 10.1-10.4, de las cuales se representa más detallada a modo de ejemplo la instalación de energía eólica 10.1. Una instalación de energía eólica 10 comprende un rotor 11 que está dispuesto de manera giratoria en una góndola 12 montada en la punta de una torre 13. El rotor 11 acciona un generador 14 que puede consistir en un generador asíncrono doblemente alimentado con estator y rotor. Con el rotor del generador 14 está unido un convertidor de frecuencia 15. Asimismo, está  
20 previsto un transformador 16 que transforma la tensión entregada por el convertidor de frecuencia 15 y el estator del generador 14. El funcionamiento de la instalación de energía eólica 10 es controlado por un equipo de control 17. Éste actúa, a través de líneas de control 18, sobre los distintos componentes de la instalación de energía eólica 10. Aparte de los componentes representados, la instalación de energía eólica 10 puede comprender también, por  
25 supuesto, otros componentes, tales como un sistema de regulación del paso para las palas del rotor o servomotores, con los cuales se puede hacer bascular la góndola 12 con respecto a la torre 13.

La instalación de energía eólica 10 está unida con una red 20 interna al parque eólico de modo que la potencia generada por la instalación de energía eólica 10 sea alimentada a la red 20 interna al parque eólico. Asimismo, una estación de transferencia 30 está conectada a la red 20 interna al parque eólico. En esta estación de transferencia  
30 30 la potencia eléctrica generada por las instalaciones de energía eólica 10 es entregada a una red de suministro externa 40 desde la red 20 interna al parque eólico. La red 20 interna al parque eólico consiste en una red de media tensión, mientras que la red de suministro 40 puede ser una red de alta tensión. Para poder alimentar la potencia de la red interna al parque eólico a la red de suministro, la estación de transferencia 30 comprende un transformador (no representado).

35 Asimismo, está previsto un gestor de parque 50 que está unido, a través de unas líneas de control 51, con la estación de transferencia 30 y las unidades de control 17 de las distintas instalaciones de energía eólica 10.

Para que la potencia eléctrica generada por las instalaciones de energía eólica 10 pueda ser alimentada a la red de suministro 40, dicha potencia tiene que cumplir con ciertos requisitos. Uno de estos requisitos consiste especialmente en lo que respecta al factor de potencia, es decir, la relación entre potencia activa y potencia reactiva. Mientras que la potencia activa depende prácticamente tan sólo del viento que pone en movimiento los rotores 11 de  
40 las instalaciones de energía eólica 10, la potencia reactiva generada puede ser regulada activamente de modo que se mantenga el factor de potencia deseado. En un parque eólico no toda instalación de energía eólica 10 tiene que satisfacer estas condiciones previas, sino que, por el contrario, es suficiente que en la estación de transferencia 30 se presente la potencia de la red 20 interna al parque eólico de modo que ésta satisfaga los requisitos de la red de suministro 40.

45 El gestor 50 del parque está concebido para determinar valores nominales para la potencia reactiva de modo que en la estación de transferencia 30 se presente la potencia reactiva deseada. Los valores nominales para la potencia reactiva pueden determinarse con ayuda de informaciones sobre la red de suministro 40 obtenidas en la estación de transferencia 30. En este caso, puede tratarse especialmente de la potencia compleja o de la tensión en la red de suministro 40. Los valores obtenidos en la estación de transferencia 30 se transmiten al gestor 50 del parque a  
50 través de las líneas de control 51 y sirven allí de base para la determinación de los valores nominales para la potencia reactiva. En la determinación de los valores nominales para la potencia reactiva pueden tenerse adicionalmente en cuenta también unos valores nominales recibidos por una línea de datos externa 52. El operador de la red de suministro 40 puede prefiar así una potencia reactiva que debe ser generada por el parque eólico 1.

Los valores nominales para la potencia reactiva se transforman por el gestor 50 del parque en un valor nominal de

5 tensión unitario  $U_{nominal}$  y se transmiten por las líneas de control 51 a los equipos de control 17 de las distintas instalaciones de energía eólica 10. Los equipos de control 17 están concebidos en este caso para tener en cuenta el valor nominal de tensión recibido  $U_{nominal}$  al controlar la instalación de energía eólica con respecto a la generación de potencia reactiva. Como quiera que, según el valor nominal de tensión recibido  $U_{nominal}$ , las instalaciones de energía eólica, aparte de alimentar la potencia activa a la red 20 interna al parque eólico, transmiten también potencia reactiva a ésta, se asegura que se presente la potencia reactiva deseada en la estación de transferencia 30.

10 Cada unidad de control 17 de una instalación de energía eólica 10 está concebida de modo que determine a partir del valor nominal de tensión unitario  $U_{nominal}$  y la tensión real  $U_{real}$  de la red 20 interna al parque eólico, aplicada a la instalación de energía eólica 10, un factor total  $I_b$  que sirva de base para la generación de la potencia reactiva de la instalación de energía eólica 10.

15 En la red 20 interna al parque eólico se obtiene una distribución de tensión desigual debido a la impedancia. Así, la tensión en la red interna al parque eólico es más alta en la instalación de energía eólica 10.1 alejada de la estación de transferencia 30 que en la instalación de energía eólica 10.4 colocada cerca de la estación de transferencia 30. Como quiera que, aparte de la tensión nominal, se tiene en cuenta también para la determinación del factor total  $I_b$  la tensión real en la red 20 interna al parque eólico, se puede asegurar que se alimente a la red interna al parque eólico por la instalación de energía eólica 10.1 alejada de la estación de transferencia 30 menos potencia reactiva que la alimentada por la instalación de energía eólica 10.4 colocada cerca de la estación de transferencia 30. Como quiera que una mayor proporción de potencia reactiva tiene que transportarse tan sólo a lo largo de una corta distancia hasta la estación de transferencia 30, mientras que una proporción más pequeña tiene que transportarse a lo largo de una distancia más larga, resulta una menor pérdida en comparación con un parque eólico en la que la potencia reactiva es generada uniformemente por todas las instalaciones de energía eólica.

20 En las figuras 2a-e se representan esquemáticamente diferentes posibilidades para determinar el factor total  $I_b$  por una unidad de control 17. En las figuras 2a-e se representa solamente la parte de la unidad de control 17, relevante para la invención, que está destinada a la determinación del factor total  $I_b$ . No se representa la conversión del factor total  $I_b$  en señales de control para los componentes 11-16 de la instalación de energía eólica 10 de modo que se efectúe la generación de potencia reactiva deseada. En todos los ejemplos se aportan como magnitudes de entrada a la unidad de control 17 el valor nominal de tensión  $U_{nominal}$  determinado por el gestor 50 del parque y la tensión real  $U_{real}$  aplicada a la instalación de energía eólica 10. En todos los ejemplos según las figuras 2a-e la magnitud de salida está constituida por el factor total  $I_b$ .

25 En la figura 2a se forma por un módulo de diferencia 60 en la unidad de control 17 la diferencia de las magnitudes de entrada valor nominal de tensión  $U_{nominal}$  y tensión real  $U_{real}$  y a continuación se multiplica esta diferencia con un módulo de multiplicación 61 por un factor  $k_{Ib}$  archivado en un módulo de memoria 62. Después de la multiplicación se presenta como magnitud de salida el factor  $I_{b1}$ , que es igual al factor total  $I_b$ .

35 La unidad de control 17 según la figura 2b comprende, al igual que la unidad de control 17 según la figura 2a, un módulo de diferencia 60 que forma la diferencia de las magnitudes de entrada valor nominal de tensión  $U_{nominal}$  y tensión real  $U_{real}$ , y un módulo de multiplicación 61 conectado detrás de dicho módulo de diferencia para la multiplicación del resultado del módulo de diferencia 60 por un factor  $k_{Ib}$  archivado en un módulo de memoria 62. Después de esta multiplicación se presenta el factor  $I_{b1}$ . Además, la unidad de control 17 comprende también un módulo de promediado 63 con el cual se puede formar una media temporal de una magnitud de entrada. En el ejemplo de realización representado se promedia con el módulo de promediado 63 la tensión real  $U_{real}$  para obtener un valor  $U_{real;promediada}$  en función del tiempo. A continuación, se forma con otro módulo de diferencia 64 la diferencia entre el valor nominal de tensión  $U_{nominal}$  y la tensión real promediada  $U_{real;promediada}$ , la cual se multiplica seguidamente con otro módulo de multiplicación 65 por un factor  $k_{Ib2}$  archivado en un módulo de memoria 45 66. Como resultado, se presenta entonces el factor  $I_{b2}$ . Los factores  $I_{b1}$  e  $I_{b2}$  se suman entonces por el módulo de adición 67 para obtener el factor total  $I_b$ .

50 Una unidad de control 17 configurada según la figura 2b ofrece la ventaja de que, en caso de un fallo de la red o similar, una proporción de la generación de corriente reactiva sigue siendo adaptada sin retardo a las nuevas circunstancias (mediante el factor  $I_{b1}$ ), mientras que una proporción adicional es adaptada (mediante el factor  $I_{b2}$ ) únicamente con un cierto retardo. Se puede evitar así una inducción innecesaria de oscilaciones en la red interna al parque eólico y/o en la red de suministro.

55 Como alternativa, es posible que, para determinar el factor  $I_{b2}$ , se promedie el valor de tensión nominal  $U_{nominal}$  para obtener un valor  $U_{nominal;promediada}$  en función del tiempo. En la figura 2c se representa una unidad de control 17 correspondientemente configurada. En el ejemplo de realización según la figura 2c, que por lo demás es idéntico a la figura 2b, se emplea el módulo de promediado 63 para formar el valor  $U_{nominal;promediada}$ .

Como alternativa, es posible que, para determinar el factor  $I_{b2}$ , se promedie en función del tiempo la diferencia del valor de tensión nominal  $U_{nominal}$  y la tensión real  $U_{real}$ , antes de que ésta se multiplique con el módulo de

multiplicación 65 por el factor  $klb2$  para obtener el factor  $lb2$ . En la figura 2d se representa una unidad de control correspondientemente configurada.

5 Como alternativa, es posible que el factor  $lb2$  represente el factor  $lb1$  promediado en función del tiempo. En la figura 2e se representa una unidad de control 17 configurada de manera correspondiente a esto. El factor  $lb1$  es promediado por el módulo de promediado 63 en función del tiempo para obtener el factor  $lb2$ . A continuación, se suman los factores  $lb1$  e  $lb2$  por el módulo de adición 67 para obtener el factor total  $lb$ .

10 Los factores  $klb1$  y  $klb2$  pueden estar preestablecidos como fijos y archivados en módulos de memoria 62, 66 de la unidad de control 17. Sin embargo, es posible también que estos factores  $klb1$  y  $klb2$  sean determinados por el gestor del parque y transmitidos a las instalaciones de energía eólica. Dado que estos factores no son valores que tengan que calcularse en tiempo real (como, por ejemplo, los valores nominales de potencia reactiva en el estado de la técnica), el gestor del parque no tiene que disponer de una potencia de cálculo inusualmente alta.

15 Los factores  $klb1$  y  $klb2$  pueden determinarse por separado para cada instalación de energía eólica. Es posible también combinar varias instalaciones de energía eólica para formar un grupo o varios grupos y determinar los factores  $klb1$  y  $klb2$  para las instalaciones de energía eólica de este grupo. Las instalaciones de energía eólica de un grupo trabajan entonces con factores  $klb1$  y  $klb2$  idénticos. Se prefiere que los factores  $klb1$  y  $klb2$  para cada instalación de energía eólica o cada grupo de instalaciones de energía eólica estén compuestos por factores globales  $klb1;global$  y  $klb2;global$ , así como por factores individuales  $klb1;WEA$  y  $klb2;WEA$ . Sin embargo, es posible también que todas las instalaciones de energía eólica del parque eólico se hagan funcionar con los mismos factores  $klb1$  y  $klb2$ .

20 Como alternativa o adicionalmente, es posible que el valor de tensión nominal  $Unominal$  obtenido por el gestor 50 del parque como magnitud de entrada sea adaptado individualmente por la unidad de control 17 mediante un valor  $deltaUnominal;WEA$ . El valor  $deltaUnominal;WEA$  puede añadirse entonces, por ejemplo, al valor de tensión nominal recibido  $Unominal$ .

25 Como alternativa, puede estar previsto también emplear un regulador mixto, en cuyo caso el gestor 50 del parque transmite también a las unidades de control 17 de las instalaciones de energía eólica 10, además del valor de tensión nominal  $Unominal$ , un valor nominal de potencia reactiva absoluto o relativo. Las unidades de control 17 de las instalaciones de energía eólica 10 pueden calcular entonces con ayuda del valor nominal de potencia reactiva una corriente reactiva que se modifica adicionalmente también con la desviación de la tensión real respecto del valor de tensión nominal  $Unominal$ , multiplicada por un factor  $klb1$ . Se trata entonces de una regulación mixta de potencia reactiva-tensión.

30

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de funcionamiento de un parque eólico (1) que comprende varias instalaciones de energía eólica (10) conectadas a una red (20) interna al parque eólico, cada una con una unidad de control (17), una instalación de transferencia (30) en la que la potencia eléctrica generada en el parque eólico (1) es entregada por la red (20) interna al parque eólico a una red de suministro (40), y un gestor de parque (50) unido con las unidades de control (17) de las distintas instalaciones de energía eólica (10), **caracterizado** por que el gestor de parque (50) calcula un valor nominal de tensión unitario (Unominal) y transmite el valor nominal de tensión (Unominal) a las unidades de control (17) de las distintas unidades de energía eólica (10), y la potencia reactiva generada por una instalación de energía eólica (10) es ajustada mediante un factor total (Ib) por la unidad de control (17) de la instalación de energía eólica (10), comprendiendo el factor total (Ib) un primer factor (Ib1) que se calcula a partir de la diferencia entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica (10) y el valor nominal de tensión (Unominal), multiplicada por un factor de amplificación (klb).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el factor total (Ib) comprende también otro factor (Ib2) que se debe añadir al primer factor (Ib1), calculándose el factor (Ib2) a partir de la diferencia entre un valor real (Ureal;promediada) promediado en función de un espacio de tiempo establecido y aplicado a la instalación de energía eólica (10), y un valor nominal de tensión (Unominal), multiplicada por un factor de amplificación (klb).
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el factor total (Ib) comprende también otro factor (Ib2) que se debe añadir al primer factor (Ib1), calculándose el factor (Ib2) a partir de la diferencia promediada en función de un espacio de tiempo establecido entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica (10) y el valor nominal de tensión (Unominal), multiplicada por un factor de amplificación (klb).
4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el factor total (Ib) comprende también otro factor (Ib2) que se debe añadir al primer factor (Ib1), calculándose el factor (Ib2) a partir de la diferencia entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica y el valor nominal de tensión (Unominal;promediada) promediado en función de un espacio de tiempo establecido, multiplicada por un factor de amplificación (klb).
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que el factor de amplificación (klb) se compone de un factor de amplificación global (klb;global) y un factor de amplificación (klb;WEA) individual para cada instalación de energía eólica (10).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** por que el factor de amplificación global (k\_Ib;global) y/o los factores de amplificación individuales (k\_Ib;WEA) son determinados por el gestor de parque (50) y transmitidos a las unidades de control (17) de las distintas instalaciones de energía eólica (10).
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** por que se reduce por un factor de corrección de tensión nominal (deltaUnominal;WEA) la diferencia entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica (10) o la tensión real (Ureal;promediada), promediada en función de un espacio de tiempo establecido y presente en la instalación de energía eólica, y el valor nominal de tensión (Unominal), estando previsto para cada instalación de energía eólica un factor de corrección de tensión nominal individual (deltaUnominal;WEA).
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** por que el factor de corrección de tensión nominal (deltaUnominal;WEA) es determinado por el gestor de parque (50) y transmitido a las unidades de control (17) de las distintas instalaciones de energía eólica (10).
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado** por que al menos dos instalaciones de energía eólica (10) están combinadas formando un grupo, haciéndose funcionar las unidades de control (17) de las instalaciones de energía eólica (10) de un grupo con un factor de amplificación individual común (k\_Ib;WEA) y/o con un factor de corrección de tensión nominal individual (deltaUnominal;WEA).
10. Parque eólico (1) que comprende varias instalaciones de energía eólica (10) conectadas a una red (20) interna al parque eólico, cada una con una unidad de control (17), una estación de transferencia (30) en la que la potencia eléctrica generada en el parque eólico (1) es transferida por la red (20) interna al parque eólico a una red de suministro (40), y un gestor de parque (50) unido con las unidades de control (17) de las instalaciones de energía eólica (10), **caracterizado** por que el gestor de parque (50) está concebido para calcular un valor nominal de tensión unitario (Unominal) y transmitir el valor nominal de tensión (Unominal) a las unidades de control (17) de las distintas instalaciones de energía eólica (10), y la potencia reactiva generada por una instalación de energía eólica (10) puede ajustarse mediante un factor total (Ib) por la unidad de control (17) de la instalación de energía eólica (10), comprendiendo el factor total (Ib) un primer factor (Ib1) que puede calcularse a partir de la diferencia entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica y el valor nominal de tensión (Unominal), multiplicada por un factor de amplificación (klb).
11. Parque eólico según la reivindicación 10, **caracterizado** por que el factor total (Ib) comprende también un factor

adicional (Ib2) que se debe añadir al primer factor (Ib1), pudiendo calcularse el factor (Ib2) a partir de la diferencia entre una tensión real (Ureal;promediada), promediada en función de un espacio de tiempo establecido y aplicada a la instalación de energía eólica, y el valor nominal de tensión (Unominal), multiplicada por un factor de amplificación (klb).

- 5 12. Parque eólico según la reivindicación 10, **caracterizado** por que el factor total (Ib) comprende también otro factor (Ib2) que se debe añadir al primer factor (Ib1), pudiendo calcularse el factor (Ib2) a partir de la diferencia promediada en función de un espacio de tiempo establecido entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica y el valor nominal de tensión (Unominal), multiplicada por un factor de amplificación (klb).
- 10 13. Parque eólico según la reivindicación 10, **caracterizado** por que el factor total (Ib) comprende también otro factor (Ib2) que se debe añadir al primer factor (Ib1), pudiendo calcularse el factor (Ib2) a partir de la diferencia entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica y el valor nominal de tensión (Unominal) promediado en función de un espacio de tiempo establecido, multiplicada por un factor de amplificación (klb).
- 15 14. Parque eólico según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado** por que el factor de amplificación (klb) se compone de un factor de amplificación global (klb;global) y un factor de amplificación (klb;WEA) individual para cada instalación de energía eólica (10).
- 15 15. Parque eólico según la reivindicación 14, **caracterizado** por que el factor de amplificación global (klb;global) y/o los factores de amplificación individuales (klb;WEA) se determinan por el gestor de parque (50) y se transmiten a las unidades de control (17) de las distintas instalaciones de energía eólica (10).
- 20 16. Parque eólico según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado** por que la diferencia entre la tensión real (Ureal) aplicada a la instalación de energía eólica (10) o la tensión real (Ureal;promediada), promediada en función de un espacio de tiempo establecido y presente en la instalación de energía eólica (10), y el valor nominal de tensión (Unominal) se ha reducido por medio de un factor de corrección de tensión nominal (deltaUnominal;WEA), estando previsto para cada instalación de energía eólica (10) un factor de corrección de tensión nominal individual (deltaUnominal;WEA).
- 25 17. Parque eólico según la reivindicación 16, **caracterizado** por que el factor de corrección de tensión nominal se determina por el gestor de parque (50) y se transmite a las unidades de control (17) de las distintas instalaciones de energía eólica (10).
- 30 18. Parque eólico según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, **caracterizado** por que al menos dos instalaciones de energía eólica (10) están combinadas para formar un grupo, haciéndose funcionar las unidades de control (17) de las instalaciones de energía eólica (10) de un grupo con un factor de amplificación individual común (klb;WEA) y/o un factor de corrección de tensión nominal individual (deltaUnominal;WEA).

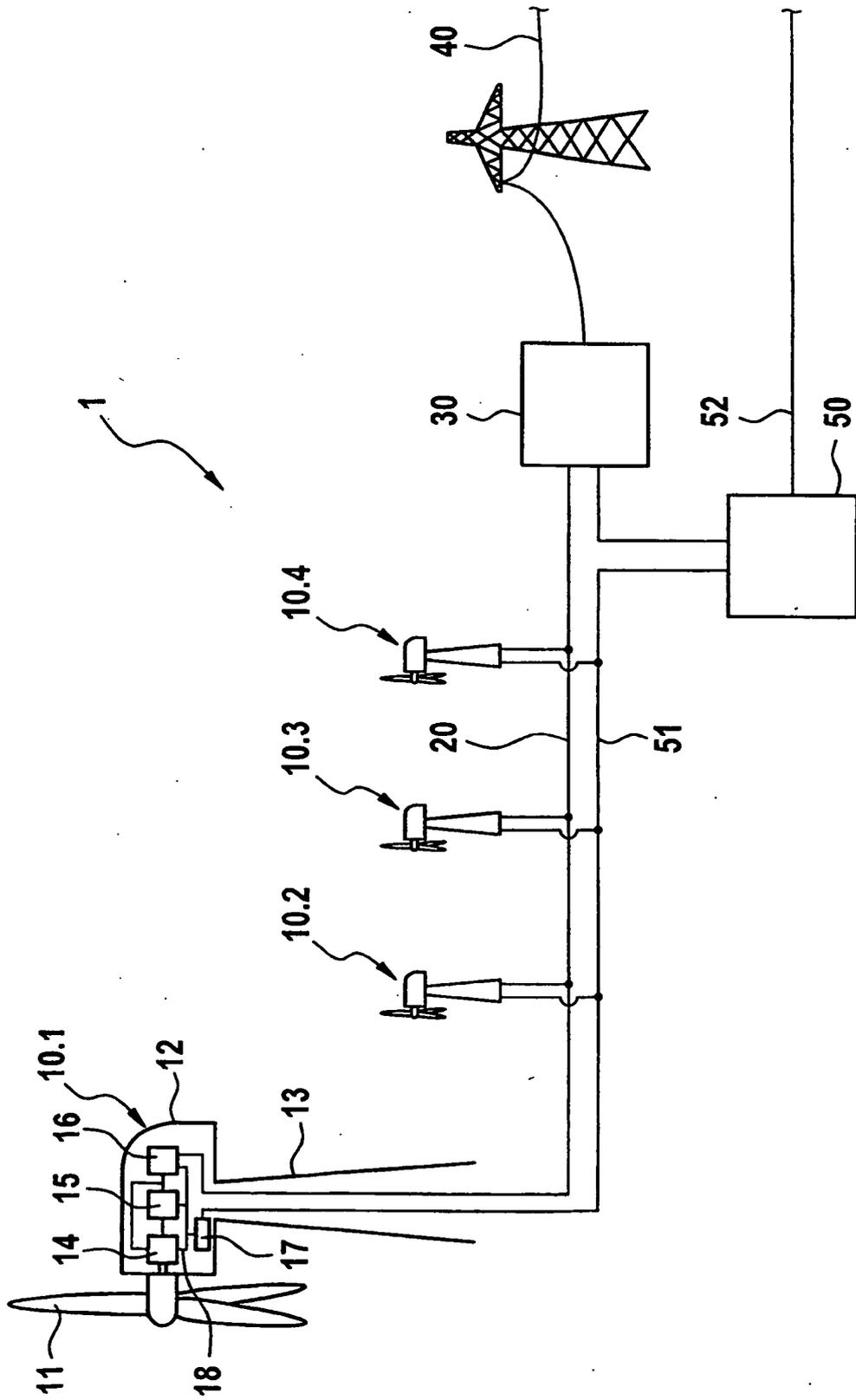


Fig. 1

Fig. 2

