

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 072**

51 Int. Cl.:

H02P 9/30 (2006.01)
F03D 9/00 (2006.01)
F03D 7/02 (2006.01)
F03D 7/04 (2006.01)
H02P 9/00 (2006.01)
H02P 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.1998 E 03025997 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014 EP 1394929**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica, así como una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

19.12.1997 DE 19756777

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

20.11.2014

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 2 523 072 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

Procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica, así como una instalación de energía eólica.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica con un generador eléctrico, que puede accionarse por un rotor, para la entrega de potencia eléctrica a un consumidor eléctrico, particularmente a una red eléctrica.

Además, la invención se refiere a una instalación de energía eólica con un rotor y con un generador eléctrico
10 acoplado al rotor para la entrega de potencia eléctrica a un consumidor eléctrico, particularmente a una red eléctrica.

En el caso de las instalaciones de energía eólica conocidas para generar energía eléctrica a partir del viento, el generador se hace funcionar en funcionamiento en paralelo con el consumidor eléctrico, frecuentemente una red eléctrica. Durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica la potencia eléctrica facilitada por el
15 generador varía en función de la velocidad actual del viento y, por consiguiente, de la potencia del viento. Esto tiene como consecuencia que también sea variable la tensión eléctrica del generador en función de la potencia del viento. Esto da lugar a los siguientes problemas:

En el caso de la alimentación de la potencia eléctrica generada a una red eléctrica, por ejemplo, a una red eléctrica
20 pública, se produce un aumento de la tensión de la red en un punto de unión o de conexión a la red en el que se alimenta la potencia eléctrica del generador a la red. Particularmente en el caso de grandes variaciones de tensión de la tensión del generador se producen grandes variaciones no deseadas de la tensión de la red.

Además, bajo circunstancias particulares, puede ocurrir que la tensión de red en la red de alimentación aumente a
25 un valor alto no deseado. Éste es particularmente el caso cuando la potencia recibida por parte del consumidor es muy reducida, a la vez que se alimenta una potencia eléctrica elevada a la red de alimentación. Este tipo de situaciones pueden presentarse, por ejemplo, por la noche, cuando la potencia eléctrica de consumo en los hogares es más bien reducida, mientras que con viento intenso, un convertidor de energía eólica pone a disposición de la red de alimentación una potencia eléctrica correspondientemente alta. Si la tensión en la red de alimentación o en el
30 punto de conexión a la red de la instalación de energía eólica aumenta por encima de un valor predeterminado, la instalación de energía eólica, o su generador, tiene que desacoplarse de la red, y la instalación de energía eólica debería, puesto que ya no se puede recibir más potencia, desconectarse totalmente de la red. Una desconexión de este tipo conduce a una interrupción de la alimentación de potencia eléctrica, no deseada ni por el operador de la instalación de energía eólica ni por el operador de la red.

35 A partir de los documentos DE-PS 368 799, DE-OS 44 28 085, así como del documento DE-OS 30 23 195 se conoce de forma general, que en el caso de instalaciones, tales como instalaciones eólicas o generadores solares, la potencia facilitada por el generador fluctúa, lo que da lugar a los problemas anteriormente descritos en el caso de la alimentación a la red 24.

40 El documento "The technical sensation Enercom E-40" (1993-09) publica un procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica según el preámbulo de la reivindicación 1, así como una instalación de energía eólica según el preámbulo de la reivindicación 6.

45 El objeto de la presente invención consiste en indicar un procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica, así como una instalación de energía eólica que evite los inconvenientes del estado de la técnica y, particularmente, que evite fluctuaciones excesivas de la tensión en el consumidor, particularmente en el caso de una red eléctrica, así como una desconexión no deseada de la instalación de energía eólica.

50 La invención resuelve el objetivo mediante un procedimiento del tipo mencionado en la introducción, con las características de la reivindicación 1.

En un dispositivo del tipo mencionado en la introducción, el objetivo se resuelve mediante las características de la reivindicación 6.

55 Tal y como se ha descrito, durante la generación de energía se puede llegar a la fluctuación de la energía que se puede generar, lo que, en el caso de las instalaciones de energía eólica, depende por naturaleza de la intensidad del viento. Sin embargo, estas fluctuaciones no son el punto de partida de la invención. La invención se ocupa más bien del problema de que también en el lado del consumidor existen fluctuaciones en el consumo de potencia, lo que

repercute como tensión fluctuante de la red. Como es sabido, este tipo de tensiones de la red son críticas porque los aparatos eléctricos - particularmente ordenadores - frecuentemente están protegidos sólo de forma insuficiente con respecto a fluctuaciones críticas de la tensión. Por consiguiente, la invención prevé que no sólo se tenga en cuenta la fluctuación en la generación de energía en el lado del generador, sino también la fluctuación en el lado del consumidor durante la alimentación de la energía, de tal manera que la tensión eléctrica facilitada se regule en el punto de alimentación al valor teórico deseado.

La invención evita fluctuaciones no deseadas de la tensión que se presenta en el consumidor, particularmente de la tensión eléctrica existente en una red, al regularse la potencia eléctrica entregada del generador en función de la tensión del consumidor o de la red. De este modo también se evitan fluctuaciones no deseadas de la tensión que pueden producirse como consecuencia de variaciones de la potencia del viento.

Otra ventaja de la invención consiste en que, incluso en el caso de fuertes variaciones de la potencia del viento, no es necesario desconectar la instalación de energía eólica para impedir fluctuaciones de la red. Según la invención, la instalación de energía eólica sigue haciéndose funcionar también en el caso de fuertes variaciones de la potencia del viento, sin que se presenten variaciones de la tensión de la red. Para ello, el dispositivo de regulación según la invención está equipado con sensores de la tensión para registrar la tensión que se presenta en el consumidor o en la red.

Además, con ayuda de la invención también pueden compensarse fluctuaciones de la tensión de la red en el caso de una potencia constante del viento, tal y como se presentan regularmente en redes eléctricas para el suministro de electricidad, puesto que algunos consumidores conectados a la red reciben provisionalmente grandes potencias de la red, de lo que puede resultar una reducción de la tensión. En el caso de una reducción de la tensión de este tipo, la instalación de energía eólica según la invención puede alimentar a la red una potencia eléctrica aumentada y compensar de esta manera fluctuaciones de la tensión. Para ello, se aumenta, por ejemplo, sobre la base del valor registrado de la tensión de la red, la tensión de alimentación en el punto de conexión entre la instalación de energía eólica y la red.

Según una forma de realización preferida del procedimiento según la invención, la potencia suministrada se regula al regular a un valor teórico deseado la tensión eléctrica facilitada. Para ello se puede efectuar de manera especialmente sencilla una compensación de la tensión de la red, que - tal y como se ha descrito anteriormente - puede aparecer, por ejemplo, cuando un consumidor conectado a la red necesita una potencia elevada.

Según otra forma de realización preferida de la invención, la tensión eléctrica se proporciona como tensión alterna con una frecuencia que se puede predeterminar. De esta manera, la potencia alimentada puede ajustarse a las condiciones en la red, y puede actuar sobre la frecuencia de la red. De manera ventajosa, la frecuencia que se puede predeterminar se corresponde con la frecuencia de la red.

La instalación de energía eólica según la invención se perfecciona de manera ventajosa mediante un dispositivo de regulación que presenta un microprocesador, puesto que de esta manera puede realizarse una regulación digital.

A continuación se describe la invención, haciendo referencia a los dibujos, mediante un ejemplo de realización de un procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica. Muestran:

la figura 1, una instalación de energía eólica que alimenta a una red en una representación esquemática; la figura 2, un dispositivo de regulación según la invención para hacer funcionar una instalación de energía eólica, y la figura 3, un diagrama que representa la relación entre la potencia del viento y la tensión de la red.

Una instalación de energía eólica 2, mostrada esquemáticamente en la figura 1, con un rotor 4 está conectada con una red eléctrica 6, que puede ser, por ejemplo, una red pública. A la red están conectados varios consumidores eléctricos 8. El generador eléctrico de la instalación de energía eólica 2, no mostrado en la figura 1, está acoplado con una disposición eléctrica de mando y regulación 10 que primero rectifica la corriente alterna generada en el generador y, a continuación, la transforma en una tensión alterna que se corresponde con la frecuencia de la red. En lugar de a una red 6, la instalación de energía eólica 2 también podría suministrar energía eléctrica a un consumidor individual. La disposición de mando y de regulación 10 presenta un dispositivo de regulación según la invención.

La figura 2 representa el dispositivo de regulación según la invención. El rotor 4 mostrado esquemáticamente está

acoplado con un generador 12 que facilita una potencia eléctrica que depende de la velocidad del viento y, por consiguiente, de la potencia del viento. La tensión alterna generada en el generador 12 puede rectificarse primero y, a continuación, transformarse en una tensión alterna que presenta una frecuencia que se corresponde con la frecuencia de la red.

5

Con la ayuda de un sensor de tensión (no representado), se determina la tensión de la red en un lugar de la red 6 (figura 1). En función de la tensión determinada de la red, se calcula - eventualmente con la ayuda de un microprocesador mostrado en la figura 4 - una tensión óptima del generador $U_{teórica}$ (véase la figura 2). A continuación, con ayuda del dispositivo de regulación, la tensión del generador U_{real} se regula al valor de tensión deseado $U_{teórica}$. Mediante esta regulación de la tensión del generador, se regula la potencia eléctrica alimentada por el generador 12 a un consumidor, en el ejemplo de realización, la red 6, que se alimenta a la red 6. Mediante una alimentación, regulada de esta manera, de la potencia emitida por la instalación de energía eólica pueden evitarse, o reducirse considerablemente, fluctuaciones de la tensión de red en la red 6.

10

15 El diagrama mostrado en la figura 3 representa la relación entre la potencia emitida por la instalación de energía eólica, aplicada sobre la ordenada, y la tensión de la red, aplicada sobre la abscisa. Si la tensión de la red se desvía sólo un poco de su valor teórico, que se encuentra comprendido entre los valores de tensión U_{min} y U_{max} , entonces, según la sección superior recta de la curva (línea recta paralela a la abscisa), el generador emite a la red una potencia constante. Si la tensión de la red aumenta adicionalmente y sobrepasa un valor que está definido por el punto P1, entonces se reduce la potencia alimentada. Si se alcanza el valor U_{max} , entonces la potencia alimentada es igual a cero (punto P2). Incluso en el caso de que exista una alta potencia eólica, en el punto P2 no se alimenta ninguna potencia a la red. Si desciende intensamente la potencia del viento, entonces tan sólo puede alimentarse a la red una potencia reducida. Incluso si ya no se suministra ninguna potencia por parte del convertidor de energía eólica, éste - si bien en todo caso sin suministro de potencia - sigue haciéndose funcionar, de manera que siempre puede tener lugar un suministro de potencia tan pronto como la tensión de la red haya adoptado un valor entre U_{min} y U_{max} .

20

La figura 4 muestra componentes fundamentales de la disposición de mando y regulación 10 de la figura 1. La disposición de mando y regulación 10 presenta un rectificador 16, en el que se rectifica la tensión alterna generada en el generador. Un convertidor de frecuencia 18, conectado con el rectificador 16, transforma la tensión continua, primero rectificadas, en una tensión alterna que se alimenta a la red 6 como tensión alterna trifásica, a través de las líneas L1, L2 y L3. El convertidor de frecuencia 18 se controla con la ayuda de un microprocesador 20 que es parte del dispositivo de regulación en su conjunto. Para ello, el microprocesador 20 se acopla con el convertidor de frecuencia 18. La tensión actual de la red U , la frecuencia de la red f , la potencia eléctrica P del generador, el coeficiente de reactancia $\cos\phi$, así como el gradiente de potencia dP/dt son magnitudes de entrada para la regulación de la tensión con la que se alimenta a la red 6 la potencia eléctrica puesta a disposición por la instalación de energía eólica 2. En el microprocesador 20 se realiza la regulación según la invención de la tensión a alimentar.

30

35

La figura 5 representa el desarrollo en el tiempo de las tensiones y corrientes de las tres fases de la red 6.

40

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica con un generador eléctrico, que puede accionarse por un rotor, para la entrega de potencia eléctrica a una red eléctrica (6), particularmente a los consumidores (8) conectados a ella, caracterizado porque la potencia entregada por el generador a la red (6) se regula en función de una tensión eléctrica existente en la red (6), en donde, cuando la tensión de red adopta un valor comprendido entre un primer valor de tensión de red (U_{\min}) y un segundo valor de tensión de red (U_o), se reduce la potencia entregada por el generador a la red, y concretamente se reduce tanto más cuanto menor sea la tensión, en donde la tensión entregada por el generador alimentada a la red (6) se mantiene constante cuando la tensión de red se encuentra en el intervalo comprendido entre el segundo valor de tensión de red (U_o) y un tercer valor de tensión de red (U_1), en donde la tensión entregada por el generador a la red (6) se reduce cuando la tensión de red se encuentra en un intervalo comprendido entre el tercer valor de tensión de red (U_1) y un cuarto valor de tensión de red (U_{\max}) y concretamente se reduce tanto más, cuanto mayor sea la tensión, en donde el primer valor de tensión de red (U_{\min}) es menor que el segundo valor de tensión de red (U_o), el segundo valor de tensión de red (U_o) es menor que el tercer valor de tensión de red (U_1) y el tercer valor de tensión de red (U_1) es menor que el cuarto valor de tensión de red (U_{\max}), y porque por parte de la instalación de energía eólica no se alimenta ninguna potencia a la red, cuando la tensión de red adopta el primer valor de tensión de red (U_{\min}) o el cuarto valor de tensión de red (U_{\max}).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la potencia entregada por el generador alimentada a la red (6) se regula en función de una tensión eléctrica existente en el punto de alimentación de red (21).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 y/o 2, caracterizado porque la potencia entregada se regula a un valor teórico deseado ($U_{\text{teórica}}$) mediante la regulación de la tensión eléctrica proporcionada.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque la tensión eléctrica se proporciona como tensión alterna con una frecuencia que se puede predeterminar.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la frecuencia que se puede predeterminar se corresponde sustancialmente con la frecuencia de red.
6. Instalación de energía eólica para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, con un rotor (4) y con un generador eléctrico acoplado con el rotor (4) para la entrega de potencia eléctrica a una red eléctrica (6), caracterizada por un dispositivo de regulación con un sensor de tensión para registrar una tensión eléctrica existente en la red (6), de tal forma que la potencia entregada por el generador a la red (6) se puede regular en función de la potencia registrada mediante el sensor de tensión, en donde, cuando la tensión de red adopta un valor comprendido entre un primer valor de tensión de red (U_{\min}) y un segundo valor de tensión de red (U_o), se reduce la potencia entregada por el generador a la red, y concretamente se reduce tanto más cuanto menor sea la tensión, en donde la tensión entregada por el generador alimentada a la red (6) se mantiene constante cuando la tensión de red se encuentra en el intervalo comprendido entre el segundo valor de tensión de red (U_o) y un tercer valor de tensión de red (U_1), en donde la tensión entregada por el generador a la red (6) se reduce cuando la tensión de red se encuentra en un intervalo comprendido entre el tercer valor de tensión de red (U_1) y un cuarto valor de tensión de red (U_{\max}) y concretamente se reduce tanto más, cuanto mayor sea la tensión, en donde el primer valor de tensión de red (U_{\min}) es menor que el segundo valor de tensión de red (U_o), el segundo valor de tensión de red (U_o) es menor que el tercer valor de tensión de red (U_1) y el tercer valor de tensión de red (U_1) es menor que el cuarto valor de tensión de red (U_{\max}), y porque por parte de la instalación de energía eólica no se alimenta ninguna potencia a la red, cuando la tensión de red adopta el primer valor de tensión de red (U_{\min}) o el cuarto valor de tensión de red (U_{\max}).
7. Instalación de energía eólica según la reivindicación 6, caracterizada porque el dispositivo de regulación presenta un microprocesador.
8. Procedimiento e instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque la tensión de la potencia eléctrica alimentada a la red se regula en función de la tensión de red actual (U), de la frecuencia de red (f), de la potencia eléctrica del generador, del coeficiente de reactancia ($\cos\phi$), así como del gradiente de potencia (dP/dt).

Fig. 1

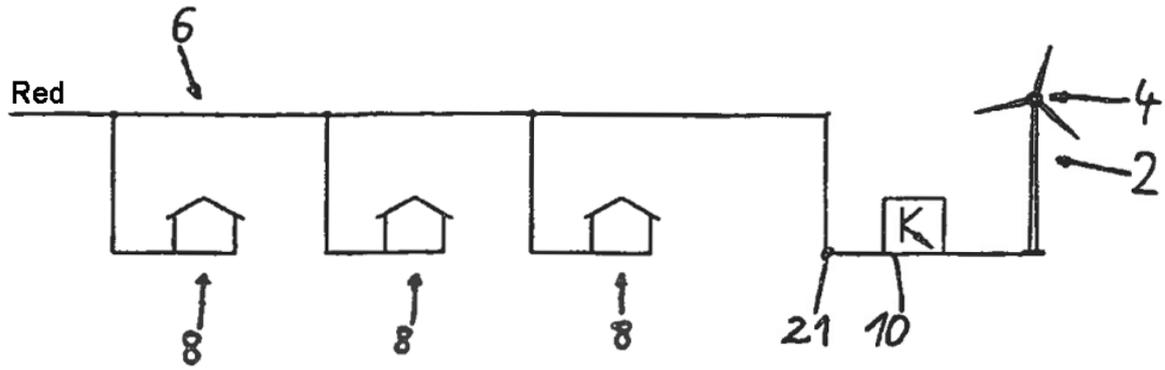


Fig. 2

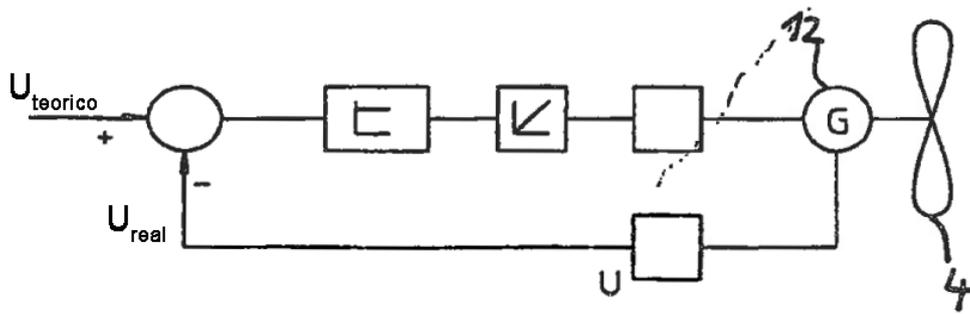


Fig. 3

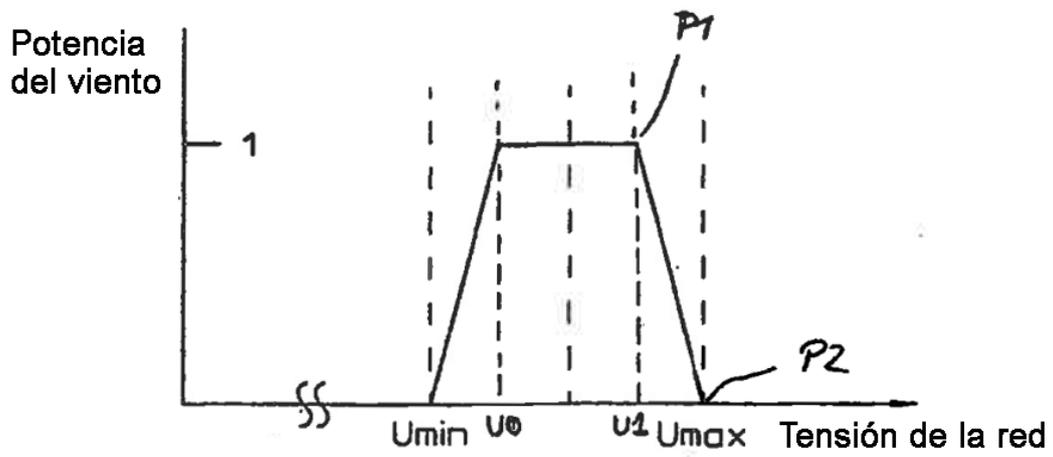


Fig. 4

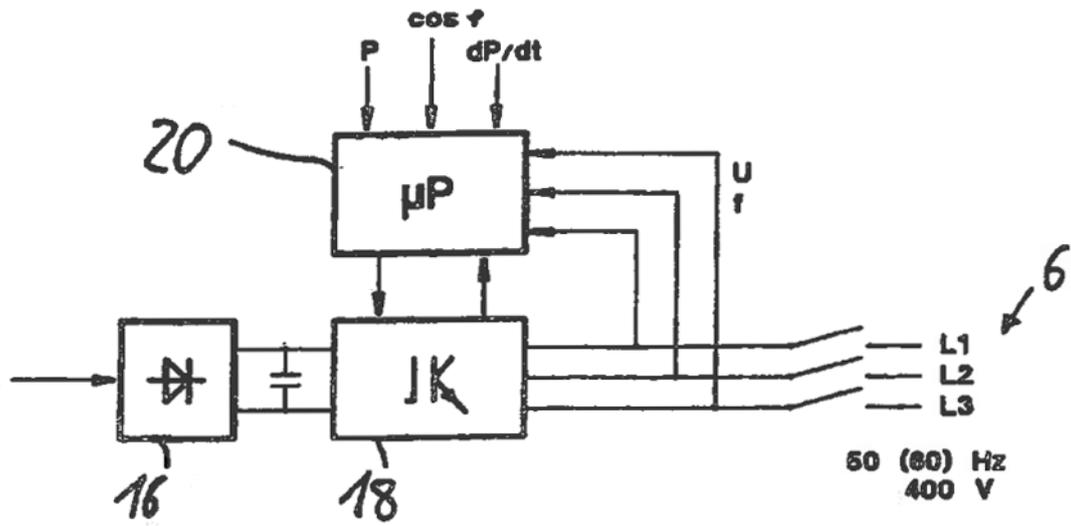


Fig. 5

