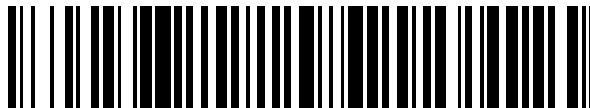


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 866**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2015** E 15192944 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018** EP 3021448

54 Título: **Aerogenerador y procedimiento para el funcionamiento de un aerogenerador**

30 Prioridad:

12.11.2014 DE 102014016665

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

26.02.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LETAS, HEINZ-HERMANN y
FORTMANN, JENS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 701 866 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

Aerogenerador y procedimiento para el funcionamiento de un aerogenerador

5 La invención se refiere a un aerogenerador, así como a un procedimiento para el funcionamiento de un aerogenerador.

Los aerogeneradores se conocen por el estado de la técnica. Éstos comprenden por regla general un rotor dispuesto de forma giratoria en una góndola, disponiéndose la góndola a su vez de forma giratoria en una torre. El rotor acciona a través de un eje de rotor un engranaje que se conecta por su lado de salida a un generador. También se conocen aerogeneradores en los que el rotor se conecta al generador directamente, es decir, sin intercalar un engranaje. De este modo, un movimiento de giro del rotor inducido por el viento puede convertirse en energía eléctrica.

Para poder aportar a una red la energía eléctrica así generada suele ser necesario adaptar la tensión, la frecuencia y la fase de la energía eléctrica generada a las condiciones reinantes en la red. Para ello se utilizan convertidores con los que la energía eléctrica generada, que se presenta normalmente como tensión alterna, se rectifica a tensión continua y a continuación se alterna a la tensión y fase necesarias para la alimentación, estando presente generalmente una tensión alterna trifásica definida. En su caso, se realiza un ajuste adicional de la amplitud de tensión mediante un transformador separado.

En especial se conocen tipos de aerogeneradores en los que toda la energía eléctrica generada por el generador se convierte mediante un único convertidor en una tensión alterna necesaria para la alimentación a la red. En tal caso se habla de aerogeneradores con convertidores completos.

Aunque los convertidores completos correspondientes resultan en principio adecuados para ser controlados en base a las especificaciones de tensión debido a los onduladores con modulador de duración de impulsos normalmente utilizados (sistema guiado por tensión), el control vectorial se emplea regularmente en virtud de las especificaciones de regulación habituales para la generación de energía reactiva y activa que se preestablecen mediante un control de nivel superior del aerogenerador, de un parque eólico o de la red (sistema guiado por corriente). En este caso, para determinadas frecuencias, los valores de medición necesarios (por lo general, las intensidades de corriente en el rango entre el convertidor y la red) se regulan después de una transformación d/q y a continuación se transforman de nuevo en las tensiones de control necesarias para el control final del convertidor. En principio, se puede tener en cuenta cualquier número de frecuencias con un sistema de regulación adecuado, pero por regla general el sistema de regulación se limita al así llamado sistema directo (frecuencia = frecuencia teórica de red), al así llamado sistema invertido (frecuencia = - frecuencia teórica de red), en su caso a algunas oscilaciones armónicas (frecuencia = $n \cdot$ frecuencia teórica de red) y, en su caso, a frecuencias de telecomandos centralizados.

Mientras que los sistemas guiados por tensión pueden reaccionar inmediatamente a cualquier variación en la red (tensión, frecuencia, fase), siendo este comportamiento básicamente estimado (compárense generadores síncronos de centrales eléctricas convencionales), los sistemas guiados por corriente reaccionan, si llegan a hacerlo, a los cambios correspondientes sólo indirectamente y con cierto retraso. Los cambios correspondientes sólo se reflejan en los valores de medición con retardo o sólo pueden determinarse mediante funciones de análisis que requieren mucho tiempo (como, por ejemplo, análisis armónicos) y/o filtros. En ambos casos se pierde tiempo. Por este motivo no es posible una reacción rápida a las variaciones en la red, con lo que no pueden prestarse determinados servicios de sistema para los que es absolutamente necesaria una reacción rápida (como, por ejemplo, la puesta a disposición de potencia de cortocircuito en la gama de tensión normal).

El documento US2012/112551 revela especialmente en sus figuras 9 y 12, así como en la descripción correspondiente, un control previo conocido para la compensación Z. Con esta finalidad se calcula el valor V_d , que representa el ángulo del indicador de tensión, en base a las tensiones a, b, c por el lado de la red. Con el valor de tensión v_{dl} , ya determinado por el regulador en base a una intensidad de corriente, se puede compensar la caída de tensión de línea condicionada por la carga.

Por consiguiente, la invención se basa en la tarea de crear un aerogenerador y un procedimiento para el funcionamiento de un aerogenerador, con los que ya no se produzcan los inconvenientes conocidos por el estado de la técnica o, al menos, sólo en una medida reducida.

50 Esta tarea se resuelve con el aerogenerador según la reivindicación principal, así como con el procedimiento para el funcionamiento de un aerogenerador según la reivindicación independiente 6. Los perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Por consiguiente, la invención se refiere a un aerogenerador que comprende un generador que se puede accionar por medio de un rotor para la generación de energía eléctrica, un convertidor para la conversión de la energía eléctrica generada por el generador para su aportación a la red de alimentación y un dispositivo de regulación para la regulación del convertidor, configurándose el dispositivo de regulación para la conversión guiada por corriente de especificaciones de control para la generación de energía reactiva y activa, y previéndose un módulo de regulación adicional configurado para aplicar una guía de tensión al dispositivo de regulación guiado por corriente.

La invención se refiere además a un procedimiento para el funcionamiento de un aerogenerador con un convertidor que se regula de forma guiada por corriente, llevándose a cabo en el sistema de regulación guiado por corriente una aplicación guiada por tensión.

5 Al complementar según la invención el sistema de regulación guiado por corriente de un aerogenerador, conocido en principio por el estado de la técnica, con un módulo de regulación adicional que aplica una guía de tensión al sistema de regulación guiado por corriente real, se reducen los inconvenientes del sistema de regulación puramente guiado por corriente sin tener que renunciar a la capacidad de regulación en principio deseada del sistema de regulación guiado por corriente. En relación con esta invención, "aplicar" significa que la guía de corriente no se sustituye completamente por la guía de tensión, sino que sólo la complementa o se superpone parcialmente.

10 Gracias a la aplicación de la guía de tensión es ahora posible, en el caso de la invención, reaccionar rápidamente a cambios repentinos en la red de alimentación. En comparación con el estado actual de la técnica, para reaccionar a los cambios en la red de alimentación no es preciso recurrir concretamente a un análisis de la situación de red que requiere mucho tiempo como, por ejemplo, el reconocimiento y la descomposición de las magnitudes en un sistema directo y un sistema invertido. Más bien, el módulo de regulación adicional puede reaccionar inmediatamente a los cambios debidos a la guía de tensión y, mediante la actuación sobre el dispositivo de regulación del aerogenerador, proporcionar las corrientes directamente necesarias para la red de alimentación.

15 Mientras que el dispositivo de regulación normalmente sólo regula en base a las intensidades de corriente medidas en la red o en el lado de la red en el aerogenerador, el módulo de regulación adicional funciona principalmente con tensiones medidas en la red o en el lado de la red en el aerogenerador. Naturalmente, también es posible aportar al módulo de regulación adicional otras magnitudes de medición como, por ejemplo, la intensidad de corriente en la red, y que éstas se puedan tener en cuenta. En este sentido, "el lado de red en el aerogenerador" significa una medición en el lado de red del convertidor, normalmente entre el convertidor y el transformador del equipo.

20 En caso de un sistema de regulación guiado por corriente de acuerdo con el estado de la técnica, los valores teóricos se ponen a disposición regularmente por medio de un sistema de control de nivel superior (por ejemplo, un control de un parque eólico o un control de red) que, en tal caso, son tenidos en cuenta por el sistema de regulación guiado por corriente. Los valores teóricos pueden comprender, por ejemplo, valores teóricos para la potencia reactiva y la potencia activa. También es posible que los valores teóricos sean intensidades de corriente para la potencia reactiva y activa derivadas de las especificaciones de la potencia reactiva y activa. El módulo de regulación adicional previsto según la invención se puede configurar para influir en al menos uno de estos valores teóricos. Para ello se puede prever que el módulo de regulación adicional proporcione valores de corrección para al menos uno de estos valores teóricos o que al menos cambie directamente un valor teórico del sistema de control de nivel superior. A continuación, el sistema de regulación guiado por corriente regula al menos un valor teórico en base a este valor corregido.

25 Alternativa o adicionalmente es posible que el módulo de regulación adicional influya en al menos un valor intermedio del circuito de regulación del dispositivo de regulación. Con esta finalidad, en cualquier punto del circuito de regulación se puede modificar al menos un valor intermedio, ya sea proporcionando valores de corrección adecuados desde el módulo de regulación adicional o modificando las magnitudes correspondientes directamente a través del módulo de regulación adicional. En caso de un valor intermedio correspondiente puede tratarse de una magnitud de control, de una magnitud de ajuste, de una magnitud de perturbación o de una magnitud de regulación del circuito de regulación. Una magnitud puede, por ejemplo, "modificarse directamente por medio del módulo de regulación adicional" si la magnitud correspondiente se aporta al módulo de regulación adicional como una magnitud de entrada y se transmite al dispositivo de regulación como una magnitud de salida modificada en comparación con la magnitud de entrada.

30 Preferiblemente se prevé una unidad de medición para la medición de la tensión del lado de la red en el aerogenerador, configurándose la unidad de medición para la transmisión de los valores de medición al módulo de regulación adicional. En el caso de la unidad de medición puede tratarse de sensores de medición conectados al módulo de regulación adicional.

35 Resulta preferible que el módulo de regulación adicional se configure para la determinación de un valor de corrección o para la modificación de al menos un valor teórico y/o de al menos un valor intermedio por medio de al menos un diagrama característico en base a valores de medición y de entrada, comprendiendo preferiblemente los valores de medición y los valores de entrada no sólo las tensiones, sino también las intensidades de corriente en la red o en el lado de la red del aerogenerador y reflejando el diagrama característico la reacción deseada del sistema de regulación del aerogenerador. A partir de los valores de medición y de los valores de entrada se puede determinar, con la ayuda de al menos un diagrama característico, inmediatamente o, en su caso, después de derivar magnitudes intermedias fáciles de determinar, un valor de salida para el módulo de regulación adicional de forma rápida y sencilla que puede llegar, como se ha descrito, al sistema de regulación del dispositivo de regulación. Al prescindir de análisis complejos de los valores de medición y de entrada y al permitir que los valores de salida del módulo de regulación adicional se determinen rápidamente a través de al menos un diagrama característico, se consigue en general un tiempo de reacción rápido del módulo de regulación adicional. Esto se aplica especialmente en comparación con dispositivos de regulación puramente guiados por corriente, en los que es preciso llevar a cabo un análisis de la situación de la red que requiere mucho tiempo como, por ejemplo, el reconocimiento y la

descomposición de las magnitudes en sistemas directos y sistemas invertidos. Las magnitudes intermedias fáciles de determinar incluyen, por ejemplo, el cambio de tensión, el cambio de frecuencia y el cambio de fase.

Alternativamente a un módulo de regulación adicional basado en diagramas característicos, el módulo de regulación adicional puede comprender un módulo de observación, representando el módulo de observación un generador síncrono. El módulo de observación reproduce el comportamiento de un generador síncrono por medio de magnitudes de entrada conocidas de la red y/o del sistema de regulación y proporciona como resultado valores de corrección para el dispositivo de regulación. Gracias a estos valores de corrección es posible poner en práctica, al menos parcialmente, las propiedades ventajosas de un generador síncrono en el aerogenerador a pesar de un convertidor en principio guiado por corriente. Los valores de corrección pueden transmitirse directamente al dispositivo de regulación o utilizarse a través del módulo de regulación adicional para la modificación directa de al menos un valor teórico, de al menos un valor intermedio y/o de al menos una magnitud de ajuste del circuito de regulación.

Para la descripción del procedimiento según la invención se hace referencia a las explicaciones anteriores.

La invención se describe a continuación más detalladamente por medio de ejemplos de realización preferidos, haciéndose referencia a los dibujos adjuntos. Se muestra en la:

Figura 1 una representación esquemática simplificada de un aerogenerador con sistema de regulación guiado por corriente según el estado de la técnica;

Figuras 2a, b una representación esquemática simplificada de una primera forma de realización de un aerogenerador según la invención en dos variantes; y

Figuras 3a, b dos variantes del módulo de regulación adicional según las figuras 2a, b.

En la figura 1 se representa un esquema simplificado de un sistema de regulación guiado por corriente de un aerogenerador según el estado de la técnica. El aerogenerador 1 comprende un rotor 2 que acciona un generador 4 a través de un engranaje 3, a fin de convertir la energía mecánica inducida por el viento en energía eléctrica. La energía eléctrica procedente del generador 4 se transforma, por medio del convertidor 5, con respecto a la fase y la frecuencia, en una forma adecuada para su alimentación a la red 7. La energía eléctrica transformada se aporta a la red 7 a través de un transformador 6 para la adaptación de la tensión. En el caso de la red 7 puede tratarse de una red de alimentación o de una red intermedia, por ejemplo, una red interna del parque eólico desde donde la energía eléctrica se aporta a una red de alimentación.

El convertidor 5 comprende un rectificador del lado del generador 51 y un ondulator del lado de la red 52. El rectificador 51 y el ondulator 52 se conectan entre sí a través de un circuito intermedio de tensión continua 53, funcionando respectivamente con moduladores de duración de impulsos 54, 55.

El convertidor se controla por medio de un dispositivo de regulación 60. El dispositivo de regulación 60 comprende un circuito de regulación exterior 63, una unidad de regulación 61 para el rectificador 51 y una unidad de regulación 62 para el ondulator 52. El circuito de regulación exterior 63 recibe magnitudes de guía como, por ejemplo, la potencia activa y la potencia reactiva deseadas P , Q y las convierte en señales de control para las unidades de regulación 61, 62. Siempre que estén disponibles, el circuito de regulación exterior 63 emite además señales de control para el ajuste del ángulo de paso de las palas de rotor del rotor 2 (no representado). En este caso, el circuito de regulación exterior 63 controla la velocidad y el par de giro de la barra de accionamiento entre el rotor 2 y el generador 4 con la máxima prioridad, siguiendo a continuación la potencia reactiva y el control de tensión a través del ondulator 52. Finalmente, el circuito de regulación exterior 63 intenta mantener constante la tensión en el circuito intermedio, transfiriendo el rectificador 51, a través del ondulator 52, a la red la potencia activa aportada.

En el ejemplo de realización representado, la unidad de regulación 61 para el rectificador 51 tiene en cuenta como magnitudes de entrada no sólo las magnitudes de control del circuito de regulación exterior, sino también las intensidades de corriente I entre el generador 4 y el rectificador 51, la velocidad N del generador 4, así como el grado de excitación ϵ del generador 4.

La unidad de regulación 62 para el ondulator 52 se configura guiada por corriente. Para ello, las intensidades de corriente por el lado de la red I_1 , I_2 , I_3 existentes entre el convertidor 5 y el transformador 6 se miden y se regulan para las distintas frecuencias. En la figura 1 sólo se muestra el sistema de regulación para una única frecuencia f_1 con un ángulo φ_1 . La regulación representada se refiere, por consiguiente, al sistema directo. Normalmente también se prevé al menos un sistema de regulación para el sistema invertido ($\varphi_2 = -\varphi_1$), así como para las distintas frecuencias de oscilaciones armónicas y/o frecuencias de equipos de telecontrol centralizado. Sin embargo, estos sistemas de regulación se configuran fundamentalmente de manera análoga a los sistemas de regulación representados, por lo que, por razones de claridad, se omite una representación de los demás sistemas de regulación. El modulador de duración de impulsos 55 añade las tensiones de control correspondientes.

Las intensidades de corriente por el lado de la red medidas I_1 , I_2 , I_3 se convierten, mediante una transformación vectorial 64 en base al ángulo de fase φ_1 , en un sistema de coordenadas de dos ejes con los ejes d y q , de manera que al final de la transformación vectorial 64 estén disponibles las intensidades de corriente I_{D1} e I_{Q1} . Estas intensidades de corriente se aportan a continuación a un filtro 65.

Los valores filtrados se convierten a continuación en valores modificados con las especificaciones del circuito de regulación exterior 63. Las especificaciones del circuito de regulación exterior 63 necesarias para ello deben estar disponibles en coordenadas d/q, por lo que el circuito de regulación exterior 63 presenta un módulo 66 para la asignación de especificaciones para la potencia activa y la potencia reactiva a las coordenadas d y q, es decir, $I_{D1,teórico}$, e $I_{Q1,teórico}$.

Los valores modificados se aportan a los reguladores R_{D1} y R_{Q1} que determinan las especificaciones de tensión U_{D1} y U_{Q1} sobre la base de los valores modificados. Estas especificaciones de tensión se convierten de nuevo en tres especificaciones de tensión para las tres fases mediante una transformación vectorial inversa 67 y se aportan al modulador de duración de impulsos 55. De este modo, el ondulator 52 se regula de forma guiada por corriente.

También se puede prever que las unidades de regulación 61, 62 influyan la una en la otra directamente o recíprocamente a través del circuito de regulación exterior 63 (no representado).

En las figuras 2a, b se representa esquemáticamente un primer ejemplo de realización de un aerogenerador según la invención 1 en dos variantes. En este caso, la estructura básica del aerogenerador 1 es similar a la del aerogenerador 1 según el estado de la técnica, por lo que se hace referencia a las explicaciones de la figura 1. A continuación se describen el módulo adicional 10 previsto según la invención y su funcionamiento.

En la variante según la figura 2a, además de las intensidades de corriente I_1, I_2, I_3 medidas en el lado de la red, como las que también se utilizan para la unidad de regulación 62, el módulo de regulación adicional 10 también recibe como magnitud de entrada de una unidad de medición 11 prevista para este fin, las tensiones U_1, U_2, U_3 del lado de la red. En el módulo de regulación adicional 10 se determinan los valores de corrección para el sistema de regulación del aerogenerador 1 a partir de las tensiones U_1, U_2, U_3 y de las intensidades de corriente I_1, I_2, I_3 , representando los valores de corrección una guía de tensión, es decir, los valores de corrección dependen principalmente de las tensiones del lado de red U_1, U_2, U_3 . En una subvariante no representada de la variante de la figura 2a, es incluso posible prescindir completamente de la aportación de las intensidades de corriente I_1, I_2, I_3 como magnitud de entrada para el módulo de regulación adicional 10.

En la variante representada en la figura 2a se transmiten, como valores de corrección desde el módulo adicional 10, valores teóricos adicionales de la potencia activa y de la potencia reactiva $\Delta P, \Delta Q$ al circuito de regulación exterior externo 63, compensándose allí con las magnitudes de guía para la potencia activa y la potencia reactiva P, Q. En este caso, el valor de corrección ΔP puede incluirse no sólo en las magnitudes de guía para la unidad de regulación 62 del ondulator 52, sino también en las magnitudes de guía para la unidad de regulación 61 del rectificador 51.

Alternativamente (como se representa esquemáticamente en la figura 2b) el módulo de regulación adicional 10 puede suministrar directamente valores teóricos adicionales para las corrientes de control $I_{D1,teórico}$ e $I_{Q1,teórico}$, concretamente $\Delta I_{D1,teórico}$ y $\Delta I_{Q1,teórico}$. Al mismo tiempo se añade un valor teórico adicional ΔP a las magnitudes de guía determinadas por el circuito de regulación exterior 63 para la unidad de regulación 61 del rectificador 51 sin pasar por el circuito de regulación exterior 63. Esto tiene la ventaja, con respecto a la variante según la figura 2a, de que no es necesario cambiar el circuito de regulación exterior 63 para, por ejemplo, poder considerar los valores teóricos adicionales $\Delta P, \Delta Q$ (compárese figura 2a).

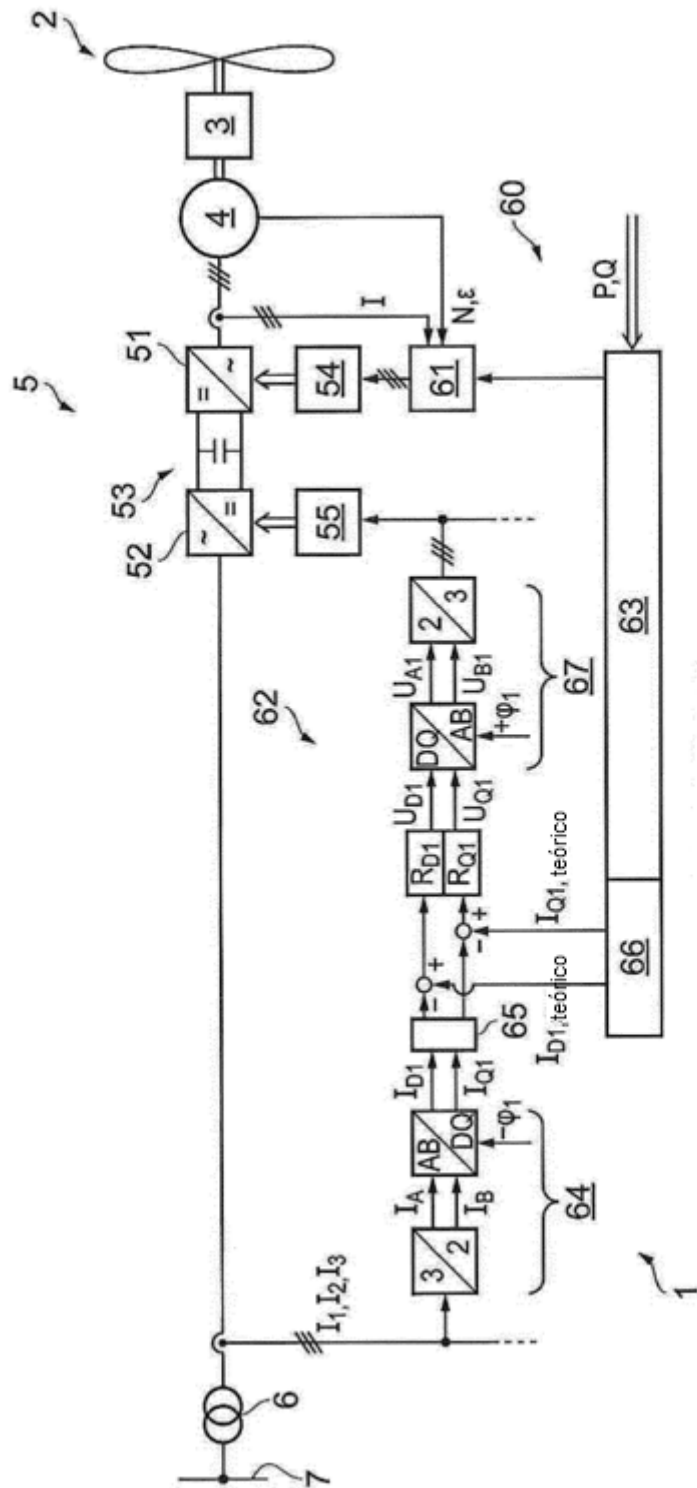
En las figuras 3a, b se representan dos variantes de la estructura del módulo de regulación adicional 10.

En la variante del módulo de regulación adicional 10 según la figura 3a, las desviaciones momentáneas en la red con respecto a la tensión (ΔU), la frecuencia (ΔF) y la fase ($\Delta \phi$) se determinan por medio de un módulo de supervisión 12 en base a las magnitudes de entrada de la tensión U y de la intensidad de corriente I (o U_1, U_2, U_3 o I_1, I_2, I_3). Estas desviaciones momentáneas se utilizan para derivar directamente los valores de corrección para la potencia reactiva y activa $\Delta P, \Delta Q$ con la ayuda de diagramas característicos, con los que también se puede conseguir el comportamiento deseado del aerogenerador en caso de eventos repentinos en la red como, por ejemplo, un cortocircuito. Naturalmente también es posible que los diagramas característicos proporcionen directamente valores de corrección para las corrientes de control $I_{D1,teórico}$ e $I_{Q1,teórico}$, en concreto, $\Delta I_{D1,teórico}$ y $\Delta I_{Q1,teórico}$. También es posible utilizar otras desviaciones momentáneas para la determinación de valores de corrección. Los diagramas característicos se pueden almacenar como ecuaciones matemáticas o tablas.

En la variante según la figura 3b, el módulo de regulación adicional 10 se configura como un módulo de observación 13. En el módulo de observación 13 se acciona un modelo de observación de un generador síncrono. Por lo tanto, el módulo de observación 13 suministra las corrientes de la potencia reactiva y activa del generador síncrono modelado $I_{activa,modelo}$ e $I_{reactiva,modelo}$ como valores de salida en base a las magnitudes de entrada tensión U e intensidad de corriente I (o U_1, U_2, U_3 o I_1, I_2, I_3), así como adicionalmente en base a la potencia activa y reactiva del aerogenerador 1 P_{WEA}, Q_{WEA} . En tal caso, estos valores pueden pasar (en su caso, después de haber sido transformados en el sistema d/q) directamente al sistema de regulación del ondulator (compárese, por ejemplo, figura 2b). El modelo de observación 13 se puede configurar ventajosamente como observador en el espacio de estado.

REIVINDICACIONES

1. Aerogenerador (1) que comprende un generador (4) que se puede accionar por medio de un rotor (2) para la generación de energía eléctrica, un convertidor (5) que comprende un ondulator (52) para la conversión de la energía eléctrica generada por el generador (4) para su aportación a una red (7), y un dispositivo de regulación (60) para la regulación del convertidor (5), configurándose el dispositivo de regulación (60) para la conversión guiada por corriente de especificaciones de regulación para la generación de energía reactiva y activa, y comprendiendo una unidad de regulación (62) guiada por corriente para el ondulator (52) del convertidor (5) con al menos un sistema de regulación, en el que las intensidades de corriente por el lado de la red medidas (I_1, I_2, I_3) para al menos una frecuencia preestablecida (f_1) se convierten en intensidades de corriente (I_{D1}, I_{Q1}) de un sistema de coordenadas d-q de dos ejes, sobre cuya base dos reguladores (R_{D1}, R_{Q1}) determinan especificaciones de tensión (U_{D1}, U_{Q1}) en el sistema de coordenadas d-q, caracterizado por que se prevé un módulo de regulación adicional (10) configurado para la aplicación de una guía de tensión en el dispositivo de regulación guiado por corriente (60), teniéndose en cuenta los valores de corrección dependientes de la tensión del lado de la red (U_1, U_2, U_3) como parte de valores teóricos en ambas intensidades de corriente (I_{D1}, I_{Q1}) en el sistema de coordenadas d-q para la modificación de las magnitudes de entrada de los dos reguladores (R_{D1}, R_{Q1}).
2. Aerogenerador según la reivindicación 1, caracterizado por que el módulo de regulación adicional (10) se configura para la aplicación de la guía de tensión mediante la influencia de al menos un valor teórico y/o de al menos un valor intermedio del dispositivo de regulación (60).
3. Aerogenerador según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que se prevé una unidad de medición (11) para la medición de la tensión del lado de la red del aerogenerador (1), configurándose la unidad de medición (11) para la transmisión de los valores de medición al módulo de regulación adicional (10).
4. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de regulación adicional (10) se configura para la determinación de al menos un valor teórico, de al menos un valor intermedio, de al menos un valor de corrección para un valor teórico y/o de al menos un valor de corrección para un valor intermedio mediante diagramas característicos en base a valores de medición y de entrada.
5. Aerogenerador según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el módulo de regulación adicional (10) se configura como módulo de observación (13) que representa un generador síncrono.
6. Procedimiento para el funcionamiento de un aerogenerador (1) con un convertidor (5) que comprende un ondulator (52), regulándose el ondulator (52) del convertidor (5) del aerogenerador (1) de forma guiada por corriente, de manera que las intensidades de corriente del lado de la red medidas (I_1, I_2, I_3) para al menos una frecuencia preestablecida (f_1) se conviertan en intensidades de corriente (I_{D1}, I_{Q1}) de un sistema de coordenadas d-q de dos ejes, sobre cuya base se determinan las especificaciones de tensión (U_{D1}, U_{Q1}) en el sistema de coordenadas d-q, caracterizado por que en el sistema de regulación guiado por corriente se lleva a cabo una aplicación guiada por tensión, para la cual se tienen en cuenta como magnitudes de entrada, antes de la determinación de las especificaciones de tensión (U_{D1}, U_{Q1}) en el sistema de coordenadas d-q, valores de corrección en ambas intensidades de corriente (I_{D1}, I_{Q1}) en el sistema de coordenadas d-q.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que la aplicación guiada por tensión se realiza en base a diagramas característicos.
8. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que la aplicación guiada por tensión se lleva a cabo en base a un observador, representando el observador un generador síncrono.



Estado de la técnica

FIG. 1

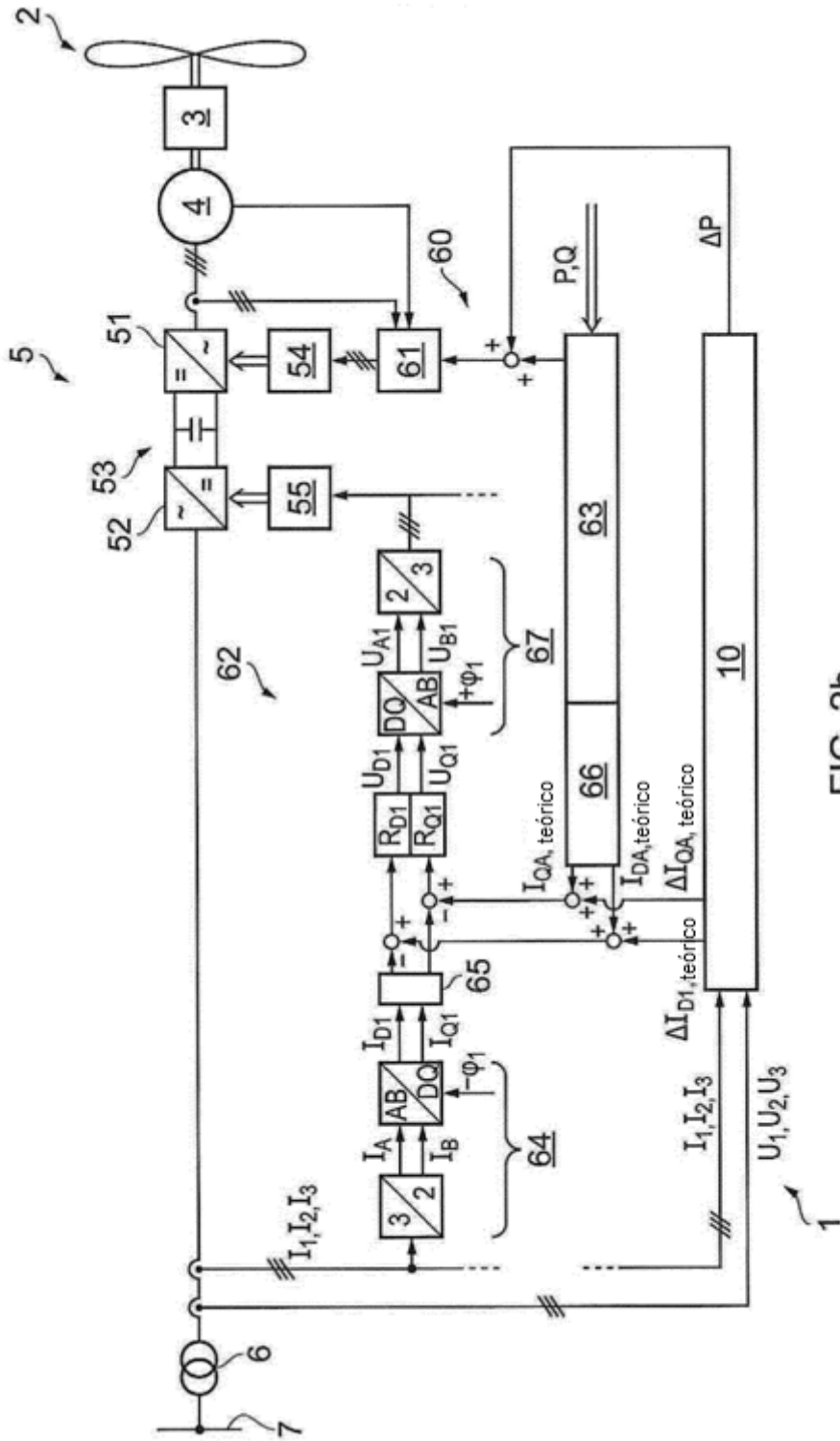


FIG. 2b

10 ↗

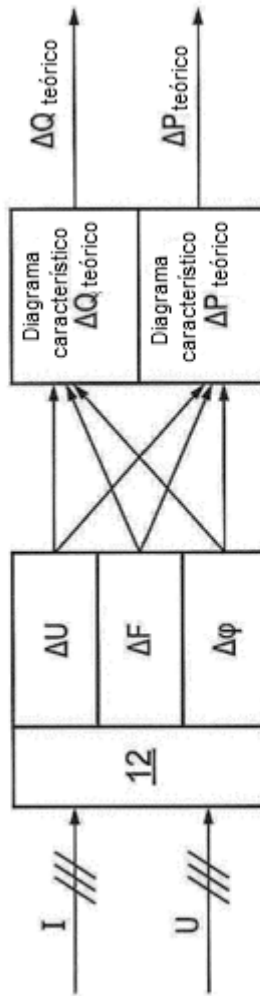


FIG. 3a

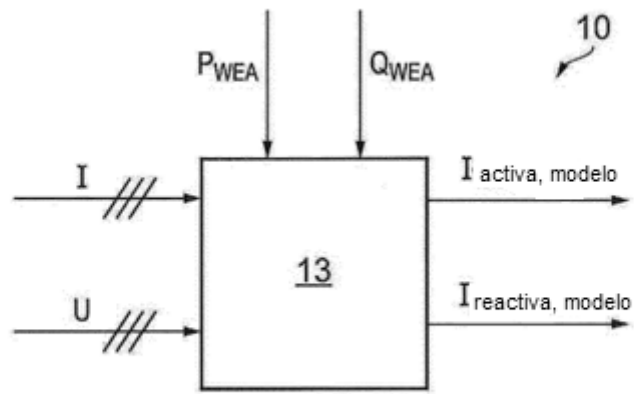


FIG. 3b