

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 423**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2014** E 14170615 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018** EP 2949922

54 Título: **Controlador de turbina eólica y procedimiento para controlar una producción de energía de una turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.03.2019

73 Titular/es:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Strasse 1
80333 München, DE

72 Inventor/es:
ANDRESEN, BJÖRN;
OBRADOVIC, DRAGAN DR. y
SZABO, ANDREI DR.

74 Agente/Representante:
LOZANO GANDIA, José

ES 2 706 423 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

Controlador de turbina eólica y procedimiento para controlar una producción de energía de una turbina eólica

5 La presente invención se refiere a un controlador de turbina eólica para controlar una producción de energía de una turbina eólica. La presente invención se refiere además a una turbina eólica que comprende un controlador de este tipo y a un parque eólico que comprende una pluralidad de turbinas eólicas. Además, la presente invención se refiere a un procedimiento para controlar una producción de energía de una turbina eólica.

10 En el documento EP 2634420 A1 se describe un controlador de turbina eólica para controlar una turbina eólica dentro de un parque eólico.

15 En una estructura de control común de parque eólico, un controlador de parque (controlador de alto nivel) está ubicado en el Punto de Acoplamiento Común (PCC), es decir, la conexión entre el parque eólico y una red pública. Como la estructura de control en la estructura de control común de parque eólico es jerárquica, los controladores de nivel inferior están ubicados en turbinas individuales, los llamados controladores de turbina.

20 El controlador de parque tiene la tarea de regular la generación de energía activa general de parque eólico y variables adicionales, por ejemplo, el voltaje, la potencia reactiva o el factor de potencia en el PCC. El controlador de parque recibe las mediciones de corriente y de voltaje tomadas en el PCC y, basándose en su diferencia con los valores de referencia correspondientes, proporciona los puntos de ajuste de voltaje para las turbinas individuales. Una implementación del controlador de parque puede ser una estructura PID con una posible función de caída que modifique el voltaje de referencia basándose en la potencia reactiva medida y posiblemente que modifique la referencia de potencia activa basándose en la frecuencia de red medida. Los controladores de turbina regulan un voltaje de terminal y una producción de energía activa de turbina, por ejemplo, tras el seguimiento del punto de máxima potencia, definido por los valores de referencia, es decir, los puntos de ajuste, definidos por el controlador de parque. Esto se hace efectivamente produciendo los puntos de ajuste para los componentes de corriente Id (basado en el punto de ajuste de potencia activa) e Iq (basado en el voltaje o en el punto de ajuste de potencia reactiva) que, si no están fuera de rango, se generan por el convertidor.

35 En una estructura de este tipo, el controlador de parque proporciona el mismo voltaje y a menudo los mismos puntos de ajuste de potencia activa a todos los controladores de turbina sin tener en cuenta su situación individual, tal como la característica del circuito de la red, la exposición individual al viento de la turbina, las capacidades de potencia reactiva o activa de las turbinas, el estado de saturación, etc. Además, el controlador de parque no tiene en cuenta los límites de saturación de corriente de los controladores de turbina, es decir, sus convertidores, que podrían llevar a grandes valores integrales en los controladores PI de la turbina correspondiente. Además, dado que una estructura de este tipo usa bucles de control jerárquicos, el análisis de estabilidad del esquema de control general del parque puede ser muy complejo ya que la dinámica del controlador de turbina no se puede descuidar con respecto a la constante de tiempo del controlador de parque.

40 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un mejor control de las turbinas eólicas dentro de un parque eólico.

45 Este y otros objetivos de la invención se resuelven mediante las reivindicaciones independientes. Los modos de realización de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

50 Por consiguiente, se proporciona un controlador de turbina eólica para controlar la producción de energía de una turbina eólica, estando dispuesta la turbina eólica dentro de un parque eólico que está acoplado a una red eléctrica pública a través de un punto de acoplamiento común. El controlador de turbina eólica comprende una unidad receptora para recibir un valor medido de una propiedad del parque eólico tomado en el punto de acoplamiento común y para recibir un valor de referencia de la propiedad, y una unidad de control para controlar la producción de energía de la turbina eólica regulando una propiedad local de la turbina eólica basándose en el valor medido recibido de la propiedad y en el valor de referencia recibido de la propiedad de modo que el valor medido de la propiedad del parque eólico tomado en el punto de acoplamiento común corresponda al valor de referencia de la propiedad.

55 Las unidades respectivas, por ejemplo, la unidad de control, pueden implementarse en hardware y/o en software. Si dicha unidad se implementa en hardware, puede incorporarse como un dispositivo, por ejemplo, como un ordenador o como un procesador o como parte de un sistema, por ejemplo, un sistema informático. Si dicha unidad se implementa en un software, puede incorporarse como un producto de programa informático, como una función, como una rutina, como un código de programa o como un objeto ejecutable.

60 El controlador de turbina eólica recibe, a través de la unidad receptora, uno o más valores medidos de una o más propiedades del parque eólico. Estos valores se toman en el punto de acoplamiento común (PCC), en el que el parque eólico está conectado a una red eléctrica pública, también llamada red a continuación.

65

ES 2 706 423 T3

La unidad receptora recibe además uno o más valores de referencia para la propiedad respectiva. Los valores de referencia representan los valores que se deberían alcanzar por el parque eólico, es decir, todas las turbinas eólicas juntas, en el PCC.

5 La unidad de control controla luego la turbina eólica basándose en el o los valores medidos y en el o los valores de referencia de modo que el o los valores medidos se correspondan con el o los valores de referencia. Esto significa que la turbina eólica se controla para alcanzar o cumplir el o los valores de referencia en el PCC o al menos para aproximarse al o a los valores de referencia.

10 Al usar una estructura de control de este tipo, la estructura de control se simplifica en comparación con las estructuras de control comunes que usan un controlador de parque eólico en lugar de controladores de turbina eólica, ya que se elimina el controlador de alto nivel.

15 De acuerdo con un modo de realización, la propiedad del parque eólico es al menos una de una corriente, un voltaje, una potencia reactiva y un factor de potencia.

Todas estas propiedades pueden medirse y luego usarse como valores medidos por el controlador de turbina eólica. Se pueden establecer valores de referencia para todas o parte de estas propiedades.

20 Según un modo de realización adicional, la propiedad local de la turbina eólica es al menos uno de un voltaje local y de una potencia activa local.

25 Al controlar o regular estas propiedades locales, el controlador de turbina eólica puede garantizar que los valores de referencia para el PCC puedan alcanzarse. Las propiedades locales influyen en las propiedades globales en el PCC.

De acuerdo con un modo de realización adicional, la unidad de control está adaptada para determinar una diferencia entre el valor medido y el valor de referencia.

30 Al determinar la diferencia, la unidad de control puede regular las propiedades locales basándose en la diferencia determinada. La diferencia también puede denominarse error en el PCC.

35 De acuerdo con un modo de realización adicional, la unidad receptora está adaptada para recibir varias turbinas eólicas que estén activas dentro del parque eólico y en el que la unidad de control está adaptada para controlar la producción de energía basándose en el número de turbinas eólicas.

40 La información sobre el número total de turbinas eólicas activas se puede usar para ajustar una ganancia del controlador de turbina eólica. El controlador de turbina eólica también se puede llamar controlador de terminal. En este contexto, el voltaje de terminal es el voltaje en la conexión de la turbina a la red de parque y se controla por el controlador de voltaje de turbina.

45 De acuerdo con un modo de realización adicional, el controlador de turbina eólica comprende además una unidad de supervisión para supervisar un valor de un punto de ajuste de corriente y/o un valor de un voltaje en un terminal de salida de la turbina eólica.

Además de controlar las propiedades locales para acercarse a los valores de referencia globales, la unidad de supervisión puede supervisar algunas de las propiedades locales para que la turbina eólica pueda controlarse dentro de los límites locales de la turbina eólica, por ejemplo, los límites de un convertidor de la turbina eólica. El convertidor en este contexto se refiere al convertidor en el lado de la red de la turbina eólica.

50 De acuerdo con un modo de realización adicional, la unidad de supervisión está adaptada para generar una señal de alerta de voltaje si el valor del voltaje de terminal está por debajo de un valor límite de voltaje inferior o por encima de un valor límite de voltaje superior de un rango de voltaje.

55 Para el voltaje local, se puede establecer un valor límite inferior y un valor límite superior. Si el valor de voltaje supervisado supera estos límites, se puede generar una señal de alerta de voltaje.

60 De acuerdo con un modo de realización adicional, la unidad de control está adaptada para recibir la señal de alerta de voltaje y para conmutar al modo de control de voltaje local, en el que la unidad de control está adaptada para controlar la producción de energía de la turbina eólica mediante la regulación de la propiedad local de la turbina eólica basándose en el rango de voltaje.

65 En el modo de funcionamiento normal, también llamado modo de control de PCC, la unidad de control puede tener el voltaje o la potencia reactiva o el error del factor de potencia en la PCC como entrada y puede cambiar el voltaje local o la potencia reactiva para lograr el factor deseado, es decir, de referencia, de voltaje o de potencia reactiva o el de potencia en el PCC.

5 Sin embargo, si el soporte del control en el PCC controla el voltaje local, también llamado terminal, de modo que el voltaje local se aproxime a su valor límite inferior o superior sin saturar la corriente del convertidor, un controlador de voltaje de la unidad de control del controlador de turbina eólica conmuta al modo de control de voltaje local. Como valor de referencia que se debe alcanzar, se usan un valor de voltaje local de referencia, por ejemplo, el valor límite superior o inferior. Por tanto, en lugar de controlar la turbina eólica basándose en los valores de referencia globales que se deben alcanzar en el PCC, se usa un valor local para el voltaje en el convertidor de turbina eólica.

10 De acuerdo con un modo de realización adicional, la unidad de supervisión está adaptada para generar una señal de alerta de corriente si el valor del punto de ajuste de corriente, que es el punto de ajuste para el componente de corriente I_q , es decir, la salida del controlador de voltaje, está por debajo de un valor límite inferior de corriente o por encima de un valor límite de corriente superior de un rango de convertidor de corriente.

15 El rango de convertidor de corriente es la corriente I_q que el convertidor puede suministrar. Este rango se define por la limitación del convertidor que es una fuente de corriente.

Para la corriente local, se puede establecer un valor límite inferior y un valor límite superior. Si el valor de corriente supervisado supera estos límites, se puede generar una señal de alerta de corriente.

20 De acuerdo con un modo de realización adicional, la unidad de control está adaptada para recibir la señal de alerta de corriente y para conmutar a un modo de control de corriente local, en el que la unidad de control está adaptada para controlar la producción de energía de la turbina eólica mediante la regulación de la propiedad local de la turbina eólica basándose en el rango de corriente.

25 Si el funcionamiento normal o el modo de control de voltaje conducen a una saturación de corriente de un controlador de voltaje de terminal de la turbina eólica, la unidad de control del controlador de turbina eólica conmuta al modo de control de corriente local. En este modo, la unidad de control usa un valor de corriente local de referencia, por ejemplo, el valor límite superior o inferior, como valor de referencia que se debe alcanzar. Por tanto, en lugar de controlar la turbina eólica basándose en los valores de referencia globales que se deben alcanzar en el PCC, se usa un valor local para la corriente en el convertidor de turbina eólica.

30 De acuerdo con un modo de realización adicional, la unidad de control está adaptada para apagar una unidad integradora de la unidad de control, por ejemplo, un controlador de voltaje o de potencia reactiva de la unidad de control, cuando reciba la señal de alerta de corriente, y para encender la unidad integradora cuando el valor del punto de ajuste de corriente esté dentro del rango de corriente del convertidor.

35 La unidad de control puede comprender una unidad de control de PID (derivada integral proporcional). Cuando se produzca un error, por ejemplo, debido a una saturación del controlador de voltaje de terminal, este error también estaría integrado por la unidad de control de PID, lo que conduce a un error creciente en una señal de salida de la unidad de control de PID. Por tanto, cuando se recibe la señal de alerta de corriente que indica una saturación, la unidad integradora del controlador de voltaje de terminal se apaga y los puntos de referencia de corriente se limitan con las funciones de saturación apropiadas. La unidad integradora se enciende cuando la corriente cae dentro de los límites de corriente del convertidor.

45 De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona una turbina eólica que está dispuesta dentro de un parque eólico. La turbina eólica comprende una unidad de producción de energía para producir energía, y un controlador de turbina eólica como se describió anteriormente para controlar la unidad de producción de energía.

50 El controlador de turbina eólica puede controlar la unidad de producción de energía, que comprende un convertidor de lado de red, para acercarse al o a los valores de referencia para el PCC.

55 De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona un parque eólico que está acoplado a una red eléctrica pública a través de un punto de acoplamiento común. El parque eólico comprende una pluralidad de turbinas eólicas que tienen las características mencionadas anteriormente, y una unidad de administración de parque eólico para medir el valor de una propiedad del parque eólico tomado en el punto de acoplamiento común y para enviar el valor de la propiedad del parque eólico y un valor de referencia de la propiedad a la pluralidad de turbinas eólicas.

60 La unidad de administración de parque eólico puede leer, por ejemplo, las mediciones de corriente y de voltaje en el PCC y enviarlas a todas las turbinas eólicas dentro del parque eólico junto con la información del modo de control, por ejemplo, potencia reactiva, voltaje o factor de potencia.

El control de parque eólico puede tener dos objetivos: uno es regular la potencia activa y el otro es controlar variables adicionales como el voltaje o la potencia reactiva o el factor de potencia. Por lo tanto, en este contexto, el modo de control se refiere a la elección de la segunda variable que se vaya a controlar.

65 La unidad de administración de parque eólico puede enviar además los valores de referencia del PCC a todas las turbinas eólicas. Los valores de referencia posiblemente pueden modificarse por las funciones de caída.

Además, la unidad de administración de parque eólico puede enviar el número de turbinas eólicas activas dentro del parque eólico a todas las turbinas eólicas o cualquier otra información adicional para mejorar la estabilidad del control y el tiempo de respuesta del parque eólico.

5 Por tanto, la unidad de administración de parque eólico no determina ni calcula los puntos de ajuste para las turbinas eólicas como en los parques eólicos comunes. En cambio, la unidad de administración de parque eólico proporciona toda la información a las turbinas eólicas que es necesaria para que las turbinas eólicas puedan realizar un control no solo para lograr sus propiedades locales, sino también para lograr las propiedades globales del parque eólico tomadas en el PCC.

15 De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona un procedimiento para controlar la producción de energía de una turbina eólica, estando dispuesta la turbina eólica dentro de un parque eólico que está acoplado a una red eléctrica pública a través de un punto de acoplamiento común. El procedimiento comprende recibir un valor medido de una propiedad del parque eólico tomado en el punto de acoplamiento común, recibir un valor de referencia de la propiedad y controlar la producción de energía de la turbina eólica mediante la regulación de una propiedad local de la turbina eólica basada en el valor medido recibido de la propiedad y en el valor de referencia recibido de la propiedad de modo que el valor medido de la propiedad del parque eólico tomado en el punto de acoplamiento común corresponda al valor de referencia de la propiedad.

20 De acuerdo con un aspecto adicional, la invención se refiere a un producto de programa informático que comprende un código de programa para ejecutar el procedimiento descrito anteriormente para controlar una producción de energía de una turbina eólica cuando se ejecute en al menos un ordenador.

25 Un producto de programa informático, tal como un medio de programa informático, puede incorporarse como una tarjeta de memoria, una memoria un USB, un CD-ROM, un DVD o como un archivo que pueda descargarse desde un servidor en una red. Por ejemplo, un archivo de este tipo puede proporcionarse transfiriendo el archivo que comprende el producto de programa informático desde una red de comunicación inalámbrica.

30 Los modos de realización y las características descritos con referencia al aparato de la presente invención se aplican mutatis mutandis al procedimiento de la presente invención.

35 Otras posibles implementaciones o soluciones alternativas de la invención también abarcan combinaciones - que no se mencionan explícitamente en el presente documento - de características descritas anteriormente o más adelante con respecto a los modos de realización. El experto en la técnica también puede añadir aspectos y características individuales o aislados a la forma más básica de la invención.

Otros modos de realización, características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción posterior y de las reivindicaciones dependientes, tomadas junto con los dibujos adjuntos, en los que:

40 la Fig. 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un modo de realización de un controlador de turbina eólica;

45 la Fig. 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un modo de realización de un parque eólico con una pluralidad de turbinas eólicas;

la Fig. 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un modo de realización de la unidad de control del controlador de turbina eólica de la Fig. 1;

50 la Fig. 4 muestra un modo de realización de una secuencia de pasos del procedimiento para conmutar entre diferentes modos de funcionamiento del controlador de turbina eólica de la Fig. 1; y

la Fig. 5 muestra un modo de realización de una secuencia de pasos del procedimiento para controlar una producción de energía de una turbina eólica.

55 En las Figuras, números de referencia similares designan elementos similares o funcionalmente equivalentes, a menos que se indique lo contrario.

60 La Fig. 1 muestra un controlador de turbina eólica 10 para controlar una producción de energía de una turbina eólica 1. La turbina eólica 1 está dispuesta dentro de un parque eólico 100 (mostrado en la Fig. 2) que está acoplado a una red eléctrica pública 6 a través de un punto de acoplamiento común 2.

65 El controlador de turbina eólica 10 comprende una unidad receptora 11, una unidad de supervisión 12 y una unidad de control 13. La unidad receptora 11 recibe un valor medido de una propiedad del parque eólico 100 tomado en el punto del acoplamiento común 2 y recibe un valor de referencia de la propiedad. El valor medido y el valor de referencia se pueden recibir como una señal 3.

5 La unidad de control 13 controla luego la producción de energía de la turbina eólica 1 regulando una propiedad local de la turbina eólica 1 basándose en el valor medido recibido de la propiedad y en el valor de referencia recibido de la propiedad de modo que el valor medido de la propiedad del parque eólico 100 tomado en el punto de acoplamiento común 2 corresponde al valor de referencia de la propiedad. Para este propósito, la unidad de control 13 controla una unidad de producción de energía 20 de la turbina eólica 1. La unidad de producción de energía 20, que puede ser un generador, produce energía 4 que se suministra luego a la red eléctrica pública o a la red 6.

10 La unidad de supervisión 12 supervisa el valor de una corriente y/o el valor de una tensión en un terminal de salida de la turbina eólica 1. Si el valor de corriente o los valores de voltaje están por debajo de un valor límite inferior o por encima de un valor límite superior de un rango definido, la unidad de supervisión 12 genera una señal de alerta y el control 13 ajusta la producción de energía en consecuencia. Este comportamiento se explica con mayor detalle con referencia a las Figs. 3 y 4.

15 En la Fig. 2 se ilustra una estructura general de un parque eólico 100 que comprende una pluralidad de turbinas eólicas 1 como se muestra en la Fig. 1.

20 El parque eólico 100 comprende una pluralidad de turbinas eólicas 1 que se acoplan a través del circuito de parque eólico 7 al PCC 2. El PCC 2 conecta el parque eólico 100 con la red 6. La energía 4 de las turbinas eólicas 1 se envía a través de un circuito de parque eólico 7 y del PCC 2 a la red 6.

25 Una unidad de administración de parque eólico 5 lee las mediciones de corriente y de voltaje en el PCC 2 y las envía a todas las turbinas 1 junto con la información del modo de control. Además, la unidad de administración de parque eólico 5 envía los valores de referencia de PCC a todas las turbinas. Además, la unidad de administración de parque eólico 5 envía el número de turbinas activas 1 dentro del parque eólico 100 a todas las turbinas 1.

En el parque eólico 100 como se muestra en la Fig. 2, no se necesita ningún controlador central de parque. Por lo tanto, la estructura jerárquica de control común de parque se sustituye por una estructura de un único nivel.

30 Con el controlador de turbina eólica 10 y el parque eólico 100, se pueden lograr las siguientes ventajas. Se puede evitar una posible saturación del controlador de terminal ya que la acción integral del controlador de voltaje se desactiva tan pronto como se encuentran los límites del convertidor (esto se muestra en detalle con referencia a las Figs. 3 y 4). La unidad de administración de parque eólico 5, también llamada FAU, puede proporcionar información, entre otras, sobre el número de turbinas activas 1 que se pueden usar para escalar las ganancias de los controladores de turbinas. El sistema general de control de parque está simplificado. El sistema de control de PCC de parque es más rápido porque el controlador de parque no está presente, es decir, la reacción a cualquier perturbación ahora se retrasa solo debido a la latencia de la comunicación entre la FAU 5 y las turbinas 1 y no debido a cualquier otro procesamiento y toma de decisiones como es el caso del controlador común de parque. La omisión del controlador central de parque también puede acortar el tiempo de respuesta del control de frecuencia ya que las turbinas 1 pueden cambiar directamente su generación de energía para compensar la desviación de frecuencia. La función de caída de potencia de frecuencia se puede escalar por el número de turbinas activas 1 que se proporcione por la FAU 5. Una Falla sin Sufrir Averías (FRT) sería más efectiva en este parque eólico 100, ya que puede considerarse la información de PCC. El control de FRT se hace comúnmente en cada turbina eólica 1 sin ninguna coordinación y sin ninguna información sobre las mediciones de PCC. Pero con la estructura de control distribuido del parque eólico 100, se puede lograr una respuesta de FRT en relación con el PCC 2 ya que también se pide en los códigos de red. El control de los parques grandes 100 puede simplificarse significativamente ya que no se necesitan controladores centralizados. En los parques eólicos comunes, los controladores centrales comunes de parque pueden manejar solo un número limitado de turbinas, lo que significa que varios de estos controladores tienen que instalarse y coordinarse con un llamado controlador maestro de parque. En el parque eólico descrito en el presente documento, no se necesita ningún controlador central.

55 Se pueden lograr características adicionales de este esquema de control distribuido en el caso de que las turbinas 1 se sincronicen entre sí en el tiempo. La precisión de sincronización en el tiempo superior a la frecuencia de conmutación del convertidor puede permitir la cancelación de ruido y mejoras generales de la calidad de la energía a través del control distribuido del convertidor.

Además, el control distribuido descrito del parque eólico 100 puede evitar una saturación de la señal de control al restringir el punto de referencia (de corriente) dentro de los límites de los convertidores aplicados. Esto se explica ahora con referencia a las Figs. 3 y 4.

60 La Fig. 3 muestra la unidad de control 13 de la Fig. 1. La unidad de control 13 comprende un controlador PI de voltaje 15, un controlador de potencia activa 14 y un controlador de corriente PI de convertidor 17.

65 El controlador PI de voltaje 15 produce, basándose en una señal de error 3 del PCC, es decir, la diferencia entre un valor de referencia y un valor medido, un valor de corriente I_q de referencia I_{dq_ref} 16 para el controlador de corriente PI de convertidor 17. El controlador de potencia produce la corriente de referencia I_q como $I_d = P/|V_{ter}|$. La

corriente terminal obtenida da como resultado la tensión terminal V_{ter} 18. La señal I_{dq_ref} 16 está limitada por las características del convertidor. La magnitud del voltaje terminal $|V_{ter}|$ también está limitada.

5 La unidad de supervisión 12 supervisa estas señales. En caso de que se exceda algún límite, la unidad de supervisión genera una señal de alerta y la unidad de control 13 conmuta el modo de funcionamiento. Esto se explica ahora con referencia a la Fig. 4.

10 En un primer paso 101, se determina si el punto de ajuste de corriente I_q en el convertidor está entre sus valores máximo y mínimo.

Si no, la unidad de control 13 conmuta (paso 102) del modo de funcionamiento normal a un modo de control de corriente local, en el que no se realiza una acción integral en el controlador de voltaje 15. En caso afirmativo, en el paso 103 se determina si la magnitud del voltaje del terminal $|V_{ter}|$ está entre su valor máximo y mínimo.

15 Si no, la unidad de control 13 conmuta (paso 104) al modo de control de voltaje de terminal local. En caso afirmativo, la unidad de control 13 permanece (paso 105) en el modo de funcionamiento normal, es decir, el modo de control de PCC.

20 La Fig. 5 muestra un procedimiento para controlar la producción de energía de una turbina eólica 1.

En una primera etapa 201, se recibe un valor medido de una propiedad del parque eólico 100 tomada en el punto de acoplamiento común 2.

25 En un segundo paso 202, que también puede ser simultáneo al primer paso 101, se recibe un valor de referencia de la propiedad.

30 En un tercer paso 203, la producción de energía de la turbina eólica 1 se controla regulando una propiedad local de la turbina eólica 1 basándose en el valor medido recibido de la propiedad y en el valor de referencia recibido de la propiedad de modo que el valor medido de la propiedad del parque eólico 100 tomado en el punto de acoplamiento común 2 corresponde al valor de referencia de la propiedad.

Aunque la presente invención se ha descrito de acuerdo con los modos de realización preferidos, es obvio para los expertos en la técnica que son posibles modificaciones en todos los modos de realización.

35 Las unidades y/o controladores respectivos se pueden realizar con hardware, software o en una combinación de hardware y software. De este modo, al menos partes de las funcionalidades de las unidades y/o controladores respectivos pueden implementarse mediante un código legible por máquina que se almacene en una memoria y pueda leerse y ejecutarse por un procesador. El procesador está conectado a la memoria y a una u otras varias unidades que permiten un intercambio de datos desde y/o hacia el procesador.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un controlador de turbina eólica (10) para controlar la producción de energía de una turbina eólica (1), estando dispuesta la turbina eólica (1) dentro de un parque eólico (100) que está acoplado a una red eléctrica pública (6) a través de un punto de acoplamiento común (2), comprendiendo el controlador de turbina eólica (10):
- 10 una unidad receptora (11) para recibir un valor medido (3) de una propiedad del parque eólico (100) tomado en el punto de acoplamiento común (2) y para recibir un valor de referencia (3) para la propiedad,
- 15 una unidad de control (13) adaptada para controlar la producción de energía de la turbina eólica (1) regulando una propiedad local de la turbina eólica (1) basada en el valor medido recibido de la propiedad y en el valor de referencia recibido de la propiedad de modo que el valor medido de la propiedad del parque eólico (100) tomado en el punto de acoplamiento común (2) corresponde al valor de referencia de la propiedad, y
- 20 una unidad de supervisión (12) para supervisar el valor de un voltaje en un terminal de salida de la turbina eólica (1),
- en el que la unidad de supervisión (12) está adaptada para generar una señal de alerta de voltaje si el valor del voltaje está por debajo de un valor límite de voltaje inferior o por encima de un valor límite de voltaje superior de un rango de voltaje, y
- 25 en el que la unidad de control (13) está adaptada para recibir la señal de alerta de voltaje y para conmutar a un modo de control de voltaje local, en el que la unidad de control (13) está adaptada para controlar la producción de energía de la turbina eólica (1) regulando la propiedad local de la turbina eólica (1) basada en el rango de voltaje.
- 30 2. Controlador de turbina eólica (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la propiedad del parque eólico (100) es al menos uno de una corriente, un voltaje, una potencia reactiva y un factor de potencia.
3. Controlador de turbina eólica (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2,
- 35 en el que la propiedad local de la turbina eólica (1) es al menos uno de un voltaje local y de una potencia reactiva local.
4. Controlador de turbina eólica (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 3,
- 40 en el que la unidad de control (13) está adaptada para determinar una diferencia entre el valor medido y el valor de referencia.
5. Controlador de turbina eólica (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 4,
- 45 en el que la unidad receptora (11) está adaptada para recibir un número de turbinas eólicas (1) que están activas dentro del parque eólico (100), y en el que la unidad de control (13) está adaptada para controlar la producción de energía basándose en el número de turbinas eólicas (1).
6. Controlador de turbina eólica (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 5,
- 50 en el que la unidad de supervisión (12) está adaptada para supervisar un valor de un punto de ajuste de corriente en el terminal de salida de la turbina eólica (1).
7. Controlador de turbina eólica (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la unidad de supervisión (12) está adaptada para generar una señal de alerta de corriente si el valor del punto de ajuste de corriente está por debajo de un valor límite de corriente inferior o por encima de un valor límite de corriente superior de un rango de convertidor de corriente.
- 55 8. Controlador de turbina eólica (10) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la unidad de control (13) está adaptada para recibir la señal de alerta de corriente y para conmutar a un modo de control de corriente local, en el que la unidad de control está adaptada para controlar la producción de energía de la turbina eólica (1) regulando la propiedad local de la turbina eólica (1) basándose en el rango de convertidor de corriente.
- 60 9. El controlador de turbina eólica (10) de acuerdo con la reivindicación 8,

en el que la unidad de control (13) está adaptada para apagar una unidad integradora de la unidad de control (13) cuando reciba la señal de alerta de corriente, y para encender la unidad integradora cuando el valor del punto de ajuste de corriente esté dentro del rango de convertidor de corriente.

- 5 **10.** Una turbina eólica (1) que está dispuesta dentro de un parque eólico (100), comprendiendo la turbina eólica (1):
una unidad de producción de energía (20) para producir energía (4), y
Un controlador de turbina eólica (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 9 para controlar la
10 unidad de producción de energía (20).
- 11.** Un parque eólico (100) que está acoplado a una red eléctrica pública (6) a través de un punto de acoplamiento
común (2), comprendiendo el parque eólico (100):
15 una pluralidad de turbinas eólicas (1) de acuerdo con la reivindicación 10, y
una unidad de administración de parque eólico (5) para medir un valor de una propiedad del parque eólico
(100) tomado en el punto de acoplamiento común (2) y para enviar el valor de la propiedad del parque
20 eólico (100) y un valor de referencia de la propiedad a la pluralidad de turbinas eólicas (1).
- 12.** Un procedimiento para controlar la producción de energía de una turbina eólica (1), estando dispuesta la
turbina eólica (1) dentro de un parque eólico (100) que está acoplado a una red eléctrica pública (6) a través de
un punto de acoplamiento común (2), comprendiendo el procedimiento:
25 recibir (201) un valor medido de una propiedad del parque eólico (100) tomado en el punto de acoplamiento
común (2),
recibir (202) un valor de referencia de la propiedad,
30 controlar (203) la producción de energía de la turbina eólica (1) regulando una propiedad local de la turbina
eólica (1) basándose en el valor medido recibido de la propiedad y en el valor de referencia recibido de la
propiedad de modo que el valor medido de la propiedad del parque eólico (100) tomado en el punto de
acoplamiento común (2) corresponde al valor de referencia de la propiedad, y
35 supervisar un valor de un voltaje en un terminal de salida de la turbina eólica (1),
generar una señal de alerta de voltaje si el valor del voltaje está por debajo de un valor límite de voltaje
inferior o por encima de un valor límite de voltaje superior de un rango de voltaje, y
40 conmutar a un modo de control de voltaje local, en el que la producción de energía de la turbina eólica (1)
se controla regulando las propiedades locales de la turbina eólica (1) basándose en el rango de voltaje.
- 13.** Un producto de programa informático que comprende un código de programa para ejecutar el procedimiento de
acuerdo con la reivindicación 12, cuando se ejecute en al menos un ordenador.

FIG 1

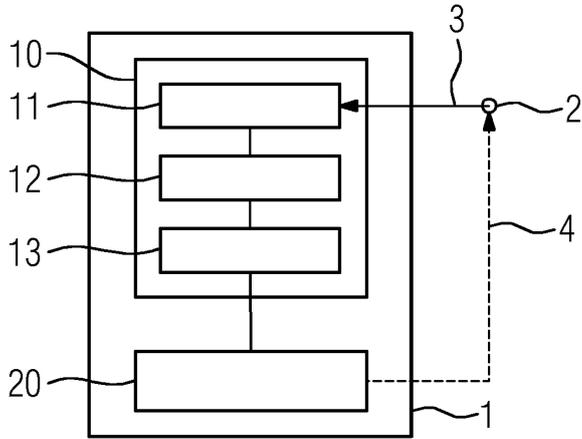


FIG 2

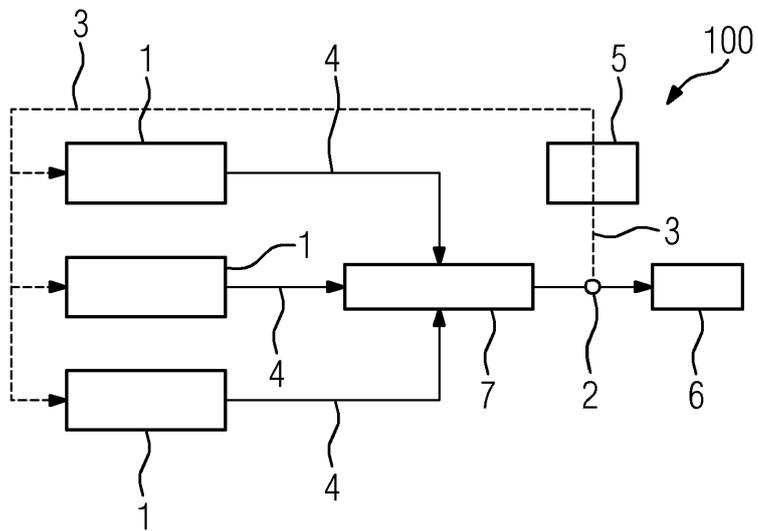


FIG 3

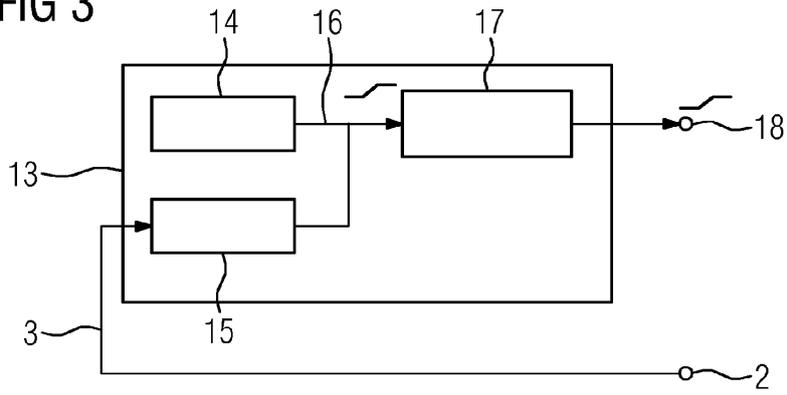


FIG 4

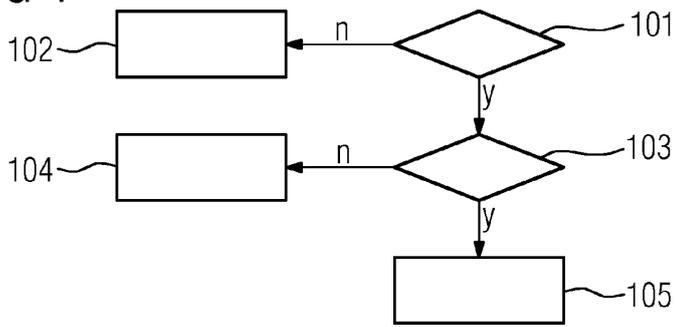


FIG 5

