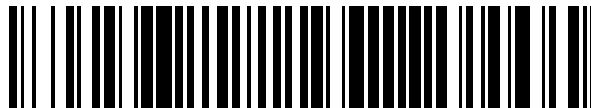


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 517**

51 Int. Cl.:

**F03D 9/25** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2014 PCT/EP2014/055992**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014 WO14173600**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2014 E 14714225 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2989321**

54 Título: **Procedimiento para el control de un parque eólico**

30 Prioridad:

**22.04.2013 DE 102013207264**

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

**22.02.2019**

73 Titular/es:

**WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)  
Borsigstrasse 26  
26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**BUSKER, KAI y  
BEEKMANN, ALFRED**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 701 517 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 el control de un parque eólico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la alimentación de potencia eléctrica de un parque eólico, que presenta varias instalaciones de energía eólica, a una red de suministro eléctrico. Además, la presente invención se refiere a un parque eólico apropiado.

10 Los parques eólicos se conocen actualmente en general y describen una acumulación de instalaciones de energía eólica, que forman una unidad común. En particular un parque eólico semejante está definido por un punto de conexión de red común (PCC; "point of common coupling"). Todas las instalaciones de energía eólica alimentan en la red de distribución a través de este punto de conexión de red común.

15 Óptimamente, las instalaciones de energía eólica y por consiguiente el parque eólico alimentan tanta potencia en la red de distribución como sea posible debido a las condiciones del viento predominantes. También se pueden dar situaciones, en las que es deseable una reducción de las potencias alimentadas, como por ejemplo en el caso de una sobreoferta de potencia en la red de suministro. A la inversa también puede ser razonable, con la expectativa de una necesidad de potencia elevada en la red, reducir la potencia del parque eólico por debajo del valor posible actualmente, a fin de poder elevar luego la potencia alimentada cuando aparece repentinamente la elevada necesidad esperada en  
20 la red.

Por la solicitud de patente US 2005 0042098 A1 se conoce que el operador de red le puede especificar a un parque eólico un valor de potencia porcentual, que especifica un valor de potencia menor, deseado, a alimentar referido a las potencias nominales del parque. Si el operador de red quiere que el parque alimente como máximo la mitad de la  
25 potencia nominal, entonces el operador de red le puede dar un valor de 50 % al parque. Este valor se transmite entonces a las instalaciones de energía eólica, que reducen correspondientemente su potencia y por consiguiente ya no se alimenta más de la mitad de la potencia nominal.

30 En este caso puede ser problemático cuando, por ejemplo, está averiada una instalación de energía eólica. Entonces esta instalación averiada no suministra consecuentemente ninguna potencia. Las instalaciones restantes pueden suministrar correspondientemente más potencias si supiesen de la avería de esta instalación y también fuese conocido el nivel de potencia que se podría compensar por la avería de esta una instalación de energía eólica por parte de las restantes instalaciones de energía eólica. No obstante es complicado un intercambio de información semejante y la coordinación de las instalaciones de energía eólica para la compensación de esta potencia por avería. A este respecto  
35 también se debe tener en cuenta que algunos parques eólicos contienen instalaciones de energía eólica de diferentes potencias e incluso están presentes parcialmente instalaciones de energía eólica de distintos fabricantes en el parque, así denominados parques mixtos.

40 La Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha investigado el siguiente estado de la técnica en la solicitud de prioridad: DE 10 2009 030 725 A1, DE 10 2011 112 025 A1 y US 2005/0042098 A1.

La presente invención tiene por consiguiente el objetivo de direccionar al menos uno de los problemas arriba mencionados. Al menos se debe proponer una solución que coordine lo más óptimamente posible la alimentación de un parque eólico en una red de suministro eléctrico. Al menos se debe proponer una solución alternativa.

45 Según la invención se propone un procedimiento según la reivindicación 1. Por tanto se parte de un parque eólico que presenta varias instalaciones de energía eólica, que alimenten conjuntamente en una red de suministro eléctrico. Cada instalación de energía eólica proporciona en este caso una potencia de instalación eléctrica. Esta potencia de instalación eléctrica designa la potencia activa correspondiente que proporciona actualmente la instalación de energía  
50 eólica correspondiente. Por consiguiente, con potencia o potencia de instalación o potencia de parque se entiende básicamente la potencia activa P.

La suma de todas las potencias proporcionadas de las instalaciones de energía eólica de este parque eólico, siempre y cuando estén sometidas en cualquier momento al procedimiento propuesto, constituye la potencia de parque que se  
55 alimenta en la red de suministro eléctrico.

Ahora se da un valor de consigna de instalación a cada una de las instalaciones de energía eólica. Este valor de consigna de instalación le especifica a la instalación de energía eólica correspondiente el nivel de las potencias de instalación a proporcionar. Cada una de las instalaciones de energía eólica ha intentado así generar o producir tanta  
60 potencia activa como se especifique actualmente por este valor de consigna de instalación. Esto también puede

significar que las instalaciones de energía eólica o también solo una única instalación de energía eólica permanecen por debajo del valor especificado, cuando por ejemplo las condiciones de viento predominantes solo posibilitan un valor menor. También se puede alimentar entonces un valor menor cuando otras condiciones de contorno no permitan la facilitación de la potencia en el nivel del valor de consigna de instalación. Por consiguiente ahora se propone que el valor de consigna de instalación se regule a través de un regulador. Esta regulación se realiza de modo que la potencia de parque alimentada, concretamente en particular en el punto de conexión de red común, se compara con un valor de consigna de la potencia de parque a alimentar. Este valor de consigna puede estar especificado, por ejemplo, por el operador de red de la red de suministro. En esta comparación se determina una desviación que se usa aquí como desviación de regulación. En función de esta desviación de regulación se regula ahora el valor de consigna de instalación.

Por consiguiente no se transmite simplemente el valor de consigna especificado de la potencia de parque a alimentar o se calcula en primer lugar en las instalaciones individuales y luego se transmite, sino que se compara la potencia de parque real con la potencia de parque especificada y en función de ello se especifica un valor de consigna. Si la comparación da, por ejemplo, que la potencia de parque alimentada todavía se sitúa por encima de la potencia deseada, correspondientemente se reduce aún más el valor de consigna de instalación. La distribución de esta potencia de parque en las instalaciones de energía eólica individuales, cuyas potencias de instalación están sumadas en esta potencia de parque, no tiene que ser conocida en este caso. No se tiene que verificar si todas las instalaciones del parque proporcionan una potencia de instalación comparablemente baja o si algunas instalaciones se acaban de averiar y las restantes instalaciones proporcionan una potencia de instalación reducida menos intensamente.

Preferentemente el regulador emite como valor de consigna de instalación un valor de consigna relativo, que está referido a la potencia nominal correspondiente de la instalación de energía eólica. En particular se entrega un valor de consigna porcentual correspondiente. Además o alternativamente a cada instalación de energía eólica se le da el mismo valor. Así, por ejemplo, el regulador puede emitir en primer lugar el valor 100 % a todas las instalaciones de energía eólica, concretamente en particular luego cuando el valor de consigna de la potencia de parque a alimentar es del 100 % o no se ha hecho ninguna especificación para la potencia de parque, así el parque debe alimentar tanta potencia como sea posible precisamente actualmente.

Cada instalación de energía eólica obtiene así entonces el valor 100 % como valor de consigna de instalación. Por ello cada instalación de energía eólica puede alimentar así tanta potencia como sea posible. En el caso de esta consideración ilustrada se parte de que la potencia nominal de la instalación es la potencia posible máxima, aun cuando la mayoría de las instalaciones podrían generar teóricamente más potencia que su potencia nominal con las condiciones de viento correspondientes. No obstante, en el caso de un comportamiento de funcionamiento habitual de la instalación de energía eólica se puede adoptar el valor nominal de potencia como valor máximo práctico.

Si ahora se reduce el valor de consigna y se parte de forma simplificada de que todas las instalaciones de energía eólica están en funcionamiento y proporcionan actualmente la potencia nominal, resulta en primer lugar una diferencia entre el valor de consigna de la potencia de parque a alimentar y la potencia de parque alimentada realmente. Debido a esta diferencia conocida, concretamente la desviación de regulación, ahora se reduce el valor de consigna de instalación. En el caso de una regulación P está se puede realizar también en primer lugar de forma brusca, cuando también es brusca la modificación del valor de consigna de la potencia de parque a alimentar, que se designa de forma simplificada como valor de consigna de parque. Pero también entran en consideración otros tipos de reguladores, como por ejemplo un regulador PI. El valor de consigna de instalación se reduce por ejemplo al 80 %, cuando por ejemplo el valor de consigna de parque especificado también era del 80 %. Las instalaciones de energía eólica adaptan ahora su potencia de instalación conforme al valor de consigna y la reducen, por ejemplo, por mencionar un ejemplo muy sencillo y también muy simplificado, al 80 %. La potencia de parque total que se alimenta también se reduce entonces así al 80 % y con ello se alcanzaría el valor de consigna deseado de la potencia de parque.

Si ahora se avería una instalación de energía eólica, se reducirá correspondientemente la potencia de parque alimentada en la potencia que ha alimentado esta instalación averiada antes de su avería. Por ejemplo, la potencia de parque solo alcanza aún el 70 % y por consiguiente se sitúa por debajo del valor de consigna de parque. El regulador lo reconoce y eleva el valor de consigna de instalación.

Este valor de consigna elevado de la potencia de instalación se transmite a todas las instalaciones de energía eólica, inclusive la instalación que está averiada, aunque esto no tiene en principio ninguna repercusión para ella. Pero las restantes instalaciones elevan su potencia, hasta que la potencia de parque alimentada realmente ha alcanzado el valor de consigna de parque, siempre y cuando esto sea posible en realidad. En este caso, por ejemplo, el valor de consigna especificado es ahora del 85 % y posiblemente todas las instalaciones de energía eólica en el parque proporcionan el 85 % respectivamente de su potencia nominal. Solo la instalación averiada proporciona el 0 % de su

potencia nominal.

Como resultado se ha efectuado con ello una coordinación de todas las instalaciones de energía eólica en el parque, sin que fuese conocido individualmente cuánta energía puede generar qué instalación de energía eólica. Tampoco se debe detectar para ello cuál de las instalaciones está averiada según el ejemplo explicado, ya que según esta forma de realización el valor especificado está referido a la instalación de energía eólica correspondiente, concretamente en el presente caso a la potencia nominal de la instalación de energía eólica correspondiente, se puede especificar para todas las instalaciones el mismo valor, concretamente el 85 % en el último estado del ejemplo mencionado. Para la una instalación de energía eólica de 1 MW esto significa el 85 % de un megavatio, mientras que para una instalación de energía eólica de 7,5 MW significa el 85 % de 7,5 megavatios.

Pero alternativamente también se puede determinar para cada instalación de energía eólica un valor especificado apropiado, pero lo que no es la solución favorecida del problema.

El uso de un valor de consigna relativo o normalizado como valor de consigna de instalación también posibilita por consiguiente de manera sencilla que en cada instalación de energía eólica se dé el mismo valor. Así solo se necesita realmente calcular un único valor y transmitirlo a cada instalación de energía eólica.

Según una forma de realización se propone que para el regulador se modifique el tipo de regulador y además o alternativamente su parametrización. De este modo se pueden tener en cuenta diferentes situaciones o condiciones de funcionamiento del parque eólico y/o de la red de suministro. Esto se puede referir a situaciones o condiciones de funcionamiento temporales como también permanentes. Por ejemplo, el parque eólico puede estar conectado con una red fuerte o una red débil y este regulador, que determina el valor de consigna de instalación en función del valor de consigna de parque, lo puede tener en cuenta. También se puede tener en cuenta una fluctuación a esperar del balance de potencia en la red. Asimismo se puede tener en cuenta, por ejemplo, la dinámica o la dinámica posible del parque eólico.

Según una forma de realización se propone que una modificación semejante del tipo de regulador y/o de la parametrización se predetermine a través de una señal de selección. A través de una señal de selección semejante, el operador de parque y/o el operador de la red de suministro pueden realizar una especificación correspondiente. Si, por ejemplo, el operador de red espera en breve una modificación brusca de la potencia disponible o consultada, puede, por ejemplo, requerir un regulador de dinámica elevada a través de la señal de selección. Este regulador de dinámica elevada se puede conseguir mediante una parametrización correspondiente y/o mediante selección de un tipo de regulador dinámico correspondientemente.

Como ejemplo adicional se debería mencionar una situación en la que por al operador de red se conocen los trabajos en la red, en los que por ejemplo se interrumpe de forma transitoria una vía de red importante. Aquí también se puede requerir, por ejemplo, entonces un regulador que logre un mejor efecto de estabilización para la red así debilitada.

Una modificación requerida semejante del tipo de regulador también puede significar que el regulador, que regula el valor de consigna de instalación, tiene en cuenta otro parámetro de entrada.

Según una forma de realización se propone que las modificaciones del tipo de regulador y/o de la parametrización se realicen en función de una sensibilidad de red de la red de suministro. En este caso bajo una sensibilidad de red se entiende la reacción de la red, en particular referido al punto de conexión de red común, respecto a una modificación de una magnitud que actúa sobre la red. La sensibilidad de red se puede definir como diferencia de una reacción de red en referencia de una diferencia de una magnitud de influencia en la red. En particular en el presente caso entra en consideración una definición en referencia a la potencia activa alimentada y nivel de la tensión de red. Por ejemplo, de forma simplificada se puede definir la fórmula siguiente para la sensibilidad de red NS:

$$NS = \frac{\Delta U}{\Delta P}$$

En este caso  $\Delta P$  designa la modificación de la potencia activa alimentada, concretamente de la potencia de parque alimentada y  $\Delta U$  la modificación resultante de la tensión de red U. Estas diferencias se forman durante un intervalo de tiempo muy corto, en particular en el rango de un segundo o por debajo y ventajosamente también se puede formar, en lugar de esta fórmula ilustrativa a través de la diferencia de la tensión en referencia de la diferencia de la potencia, correspondientemente una derivación parcial de la tensión de red U según la potencia de parque alimentada P. También entra en consideración como reacción de red la modificación de la frecuencia de red f. Otra posibilidad de la consideración de la sensibilidad de red sería a través de la fórmula:

$$NS = \frac{\Delta f}{\Delta P}$$

Según una forma de realización se propone que las modificaciones del tipo de regulador y/o de la parametrización se especifiquen en función de una relación de corriente de cortocircuito (SCR).

La relación de corriente de cortocircuito, que también se designa como SCR (Short Circuit Ratio), designa la relación entre la potencia de cortocircuito y la potencia de conexión. En este caso bajo potencia de cortocircuito se entiende aquella potencia que puede proporcionar la red de suministro en cuestión en el punto de conexión de red considerado, con el que está conectada la instalación de energía eólica o el parque eólico, cuando en este punto de conexión de red se produce un cortocircuito. La potencia de conexión es la potencia de conexión de la instalación de energía eólica conectada o del parque eólico conectado y por consiguiente en particular la potencia nominal del generador a conectar o la suma de todas las potencias nominales de los generadores de parque eólico. La relación de corriente de cortocircuito es por consiguiente un criterio para la fuerza de la red de suministro eléctrico en referencia a este punto de conexión de red considerado. Una red de suministro eléctrico fuerte referida a este punto de conexión de red presenta la mayoría de las veces una gran relación de corriente de cortocircuito de por ejemplo SCR = 10.

Se ha reconocido que la relación de corriente de cortocircuito también puede dar una información sobre el comportamiento de la red de suministro en cuestión en el punto de conexión de red. A este respecto también puede variar la relación de corriente de cortocircuito.

Es ventajoso tener en cuenta la relación de corriente de cortocircuito en la nueva instalación de un parque eólico o de una instalación de energía eólica y adaptar a ella el control de potencia activa y el control de potencia reactiva. Preferente se propone además detectar la relación de corriente de cortocircuito también después de la instalación y puesta en funcionamiento de una instalación de energía eólica o de un parque eólico a intervalos regulares. La detección de la potencia de cortocircuito se puede realizar por ejemplo a través de informaciones sobre la topología de red con ayuda de una simulación. La potencia de conexión se puede realizar de forma sencilla a través del conocimiento de las instalaciones de energía eólica instaladas en un parque y/o se puede realizar a través de la medición de la potencia alimentada con viento nominal.

Según una configuración se propone que como tipo de regulador seleccionable esté a disposición un regulador P, un regulador PI, un regulador PT1 o un regulador de histéresis. Preferentemente el regulador también puede prever una limitación dinámica en su entrada o en su salida, de modo que así en el caso de esta limitación en la entrada el valor de consigna de parque o la diferencia resultante respecto al valor real de parque solo puede aumentar con una pendiente limitada. Una limitación de pendiente similar puede estar prevista alternativamente en la salida, es decir, para el valor de consigna de instalación elaborado.

Un regulador de histéresis mencionado se refiere en particular a una configuración de regulador, que es no lineal y en el caso de un aumento de la desviación de la regulación reacciona de forma diferente que en una caída correspondiente de la desviación de la regulación.

Otra configuración propone que se detecte una frecuencia de red de la tensión de la red de suministro, en particular concretamente en el punto de conexión de red. El valor de consigna de instalación se ajusta entonces en función de la frecuencia de red y/o se ajusta en función de una modificación de la frecuencia de red.

Por ejemplo, el valor de consigna de instalación se puede reducir cuando la frecuencia de red se sitúa por encima de la frecuencia nominal o por encima de un valor límite por encima de la frecuencia nominal. Si en este caso se ha detectado además una modificación de la frecuencia de red positiva, se puede reducir aún más el valor de consigna de instalación. Si por el contrario es negativa la modificación de la frecuencia de red, la frecuencia de red se mueve así de nuevo en la dirección del valor nominal, puede estar prevista una reducción de potencia menor y por consiguiente un valor de consigna de instalación menos bajo. Una consideración semejante de la frecuencia de red o de su modificación también se puede realizar junto con la conversión de un valor de parque eólico.

Según una forma de realización, cada instalación de energía eólica presenta para sí una adaptación de potencia dependiente de la frecuencia o dependiente de la modificación de frecuencia. Cada instalación de energía eólica usa en este caso así por sí misma un algoritmo que reduce o eleva la potencia de instalación proporcionada.

Preferentemente la modificación o selección del tipo de regulador y/o su parametrización se realiza en función de la frecuencia de red fija y además o alternativamente en función de una modificación de frecuencia de red. Así, por

ejemplo, en el caso de fluctuaciones de frecuencia fuertes y rápidas, cuando se detecta correspondientemente una gran modificación de la frecuencia de red, se puede seleccionar un regulador especialmente estabilizador para la regulación del valor de consigna de instalación.

- 5 Preferentemente se deben prever los siguientes ajustes de regulador base básicos, que se designan a continuación como tipos base de regulación.

Según un ajuste de regulador no se realiza una reducción de la potencia de parque. Esto también se propone aquí como primer tipo base de regulación. El valor de consigna de parque no se pone en este caso o se pone al 100 %.

- 10 Dado que no se puede esperar una potencia de parque alimentada por encima del 100 %, la evaluación de la desviación de regulación entre la potencia de parque alimentada y potencia de parque prevista conduce básicamente a un valor negativo o como máximo a 0. La regulación se mantiene a distancia en este caso mediante una limitación de elevar el valor de consigna de instalación a por encima del 100 %. Pero alternativamente este valor de consigna de instalación también se puede elevar a por encima del 100 %, dado que esto en las instalaciones tampoco conduce a un resultado diferente que cuando este valor es del 100 %. Alternativamente para este caso de regulación, en el que la potencia de parque no se debe reducir, la salida de regulador se puede poner de forma constante al 100 % y/o se pone a 0 la desviación de regulación de forma artificial.

- 20 Como otra constelación de regulador se propone que la potencia de parque se especifique externamente, en particular por el operador de la red de suministro. Esto se designa aquí como segundo tipo base de regulación. El regulador determina entonces el valor de consigna de instalación solo en función de la desviación de regulación entre la potencia de parque especificada y potencia de parque alimentada. El valor de consigna de instalación se adapta así mediante el regulador hasta que la potencia de parque alimentada se corresponde con la potencia de parque especificada, al menos se corresponde en la exactitud deseada.

- 25 Como tercer tipo base de regulación se propone que se especifique un valor de consigna de parque y además cada instalación de energía eólica efectúe una adaptación dependiente de la frecuencia o dependiente de una modificación de frecuencia de su potencia de instalación proporcionada. Este tercer tipo base de regulación se corresponde por consiguiente con el segundo tipo base de regulación con la complementación de que las instalaciones de energía eólica individuales prevén adicionalmente una regulación de potencia activa dependiente de la frecuencia o dependiente de la modificación de frecuencia.

- 35 Como cuarto tipo base de regulación o tipo base de regulación 4 se propone ahora que se predetermine una potencia de parque y el regulador determina un valor de consigna de instalación en función de la desviación de regulación entre el valor de consigna de parque y valor real de parque y, a este respecto, además todavía tenga en cuenta la frecuencia de red y/o una modificación de la frecuencia de red. Esto se corresponde con el tipo base de regulación 2 con la complementación de que el valor de consigna de instalación depende adicionalmente de la frecuencia de red o una modificación de la frecuencia de red. Aquí se puede prever adicionalmente que las instalaciones mismas también contienen una regulación de potencia dependiente de la frecuencia. Pero para la prevención de regulaciones dependientes de frecuencia opuesta se excluye preferentemente una regulación de potencia dependiente de la frecuencia para las instalaciones de energía eólica o se desconecta cuando esto se tiene en cuenta ya de forma centralizada por el regulador, según se propone esto en el tipo base de regulación 4.

- 45 En particular se propone una conmutación entre estos cuatro tipos base de regulación. Y una conmutación semejante se puede efectuar mediante una señal externa, como por ejemplo por parte del operador de red. Una conmutación semejante también se puede efectuar en función de una detección de sensibilidad de red y/o de una frecuencia de la red y/o de una modificación de frecuencia. Cuando se tienen en cuenta varios criterios, éstos se pueden combinar a través de una función de valoración y a través de un valor umbral se puede especificar un criterio de cuándo se produce realmente una conmutación. Preferentemente también se monta aquí un elemento de histéresis, de modo que se evita una conmutación constante de un lado a otro entre dos o más tipos de reguladores, en particular dos o más tipos base de regulación.

- 55 Pero una conmutación en particular entre los tipos base de regulación mencionados también se puede realizar durante una instalación o puesta en marcha del parque. Para ello, por ejemplo, se puede ajustar un indicador correspondiente, que también se denomina como bandera. En este sentido este indicador o esta bandera también constituyen una señal para el ajuste o selección del regulador correspondiente.

- 60 Preferentemente se puede seleccionar o modificar un tipo base de regulación y adicionalmente se modifica una parametrización. Adicional también se puede seleccionar o cambiar un regulador como contenido del respectivo tipo base de regulación seleccionado, concretamente por ejemplo de un regulador PI a un regulador de histéresis, por

mencionar solo un ejemplo.

- Preferentemente el valor de consigna de instalación se determina por una unidad de control central. El regulador se sitúa así en la unidad de control central de un parque eólico. Esta unidad de control central puede representar una unidad separada en el punto de conexión de red o puede estar prevista en una instalación de energía eólica, por ejemplo, en el pie de una instalación de energía eólica que está colocada cerca del punto de conexión de red. La unidad de control central también puede estar prevista preferentemente en una unidad de transformador en el punto de conexión de red. Preferentemente esta unidad de control central comprende medios de medición para la recepción de la tensión de red y/o de la frecuencia de red de la red de suministro.
- Según la invención se propone además un parque eólico que está preparado para hacerse funcionar mediante un procedimiento según una de las formas de realización arriba mencionadas. En particular este parque eólico debería ser apto para FACTS.
- El procedimiento para la alimentación de potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico se describe mediante muchas formas de realización y se refiere a la alimentación de potencia activa a la red de suministro eléctrico. Asimismo es posible controlar de este modo y manera la potencia reactiva a alimentar en la red, en tanto que así se especifica un valor de consigna de potencia reactiva para el parque y un valor de consigna de potencia reactiva de instalación correspondiente se determina por el regulador y se le da a las instalaciones de energía eólica. Esto también se debe reivindicar según la invención o como enseñanza independiente.

A continuación la invención se explica más ahora mediante ejemplos de realización en referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra esquemáticamente una instalación de energía eólica.

La figura 2 muestra esquemáticamente un parque eólico.

La figura 3 muestra un parque eólico con estructura de regulación para la ilustración.

La figura 4 muestra algunos diagramas de tiempo para la ilustración de posibles desarrollos de regulación.

La fig. 1 muestra una instalación de energía eólica 100 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104 está dispuesto un rotor 106 con tres palas de rotor 108 y un buje 110. El rotor 106 se pone en un movimiento giratorio por el viento durante el funcionamiento y de este modo acciona un generador en la góndola 104.

La fig. 2 muestra un parque eólico 112 con tres instalaciones de energía eólica 100 a modo de ejemplo, que pueden ser iguales o diferentes. Las tres instalaciones de energía eólica 100 son representativas por consiguiente para fundamentalmente un número cualquiera de instalaciones de energía eólica del parque eólico 112. Las instalaciones de energía eólica 100 proporcionan su potencia, concretamente en particular la corriente generada a través de una red eléctrica de parque 114. A este respecto se añaden las respectivas corrientes o potencias generadas de las instalaciones de energía eólica 100 individuales y la mayoría de las veces está previsto un transformador 116, que eleva la tensión en el parque, a fin de alimentarla luego a la red de suministro 120 en el punto de alimentación 118, que también se designa en general como PCC. La fig. 2 es solo una representación simplificada de un parque eólico 112, que no muestra por ejemplo un control, aunque naturalmente está presente un control. Por ejemplo, la red de parque 114 también puede estar configurada diferentemente en tanto que, por ejemplo, también está presente un transformador en la salida de cada instalación de energía eólica 100, por mencionar solo otro ejemplo de realización.

La fig. 3 muestra en particular una estructura de regulación de un parque eólico 112, inclusive de una red de parque 114. En tanto que las estructuras de este parque eólico 112 de la fig. 3 son similares al menos al parque eólico 112 de la fig. 2, para el aumento de la claridad está seleccionada la misma referencia cada vez entre la fig. 2 y 3. En este sentido el parque eólico 112 de la fig. 3 también muestra una red de parque 114, que alimenta en una red de suministro 120 a través de un transformador 116 en un punto de alimentación de red 118. Tanto la red de parque 114 como también la red de suministro 120, que también se puede designar de forma simplificada solo como red, están realizadas de forma trifásica.

Una unidad de medición de potencia 2 mide la respectiva potencia de parque  $P_{\text{Preal}}$  generada actualmente. Esta potencia de parque generada se compara en un sumador con una potencia de parque  $P_{\text{Aconsigna}}$  especificada y como resultado suministra una potencia de diferencia de parque  $\Delta P_p$ . El valor de consigna de parque se puede especificar por una unidad externa 4, como por ejemplo por el operador de la red de suministro 120.

La diferencia  $\Delta P_P$  así detectada se considera en este sentido como desviación de regulación  $\Delta P_P$ . Esta potencia de diferencia de parque se le suministra entonces a un regulador  $R_1$ , cuando el interruptor  $S_1$  está cerrado y el interruptor  $S_2$  está en la posición mostrada. El regulador  $R_1$  genera entonces un valor de consigna de instalación  $P_{Aconsigna}$  cuando el interruptor  $S_4$  está en la posición abierta mostrada.

5

Todos los interruptores  $S_1$  a  $S_5$  mostrados en la fig. 3 sirven para la ilustración en esta representación. En la aplicación real su función, que todavía se escribe a continuación, se puede aplicar con frecuencia de forma completamente diferente.

- 10 El valor de consigna de instalación  $P_{Aconsigna}$  así generado se le puede suministrar luego a cada control de instalación 6 de la instalación de energía eólica 100 correspondiente. Cada control de instalación 6 controla entonces la instalación correspondiente, de modo que ésta emite una potencia  $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$  o  $P_{A3}$  correspondiente o la proporciona para la alimenta a la red 120. Según un estado de funcionamiento, que se describe en particular mediante a fig. 3, según se muestra, pero con interruptor  $S_1$  cerrado, estas potencias de instalación  $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$  o  $P_{A3}$  individuales siguen al valor de consigna
- 15 de instalación  $P_{Aconsigna}$ . El valor de consigna de instalación  $P_{Aconsigna}$  es a este respecto una magnitud normalizada, que se sitúa por ejemplo entre 0 y 100 % (es decir entre 0 y 1). En una forma de realización, que también se basa en la descripción en la fig. 3, el valor de consigna de instalación  $P_{Aconsigna}$  se refiere a este respecto respectivamente a la potencia nominal  $P_N$  de la instalación de energía eólica 100 correspondiente. Si, por ejemplo, la potencia nominal de la primera instalación de energía eólica  $WT_1$  es de 1 MW y la potencia nominal de las otras dos instalaciones de energía eólica  $WT_2$  o  $WT_3$  es respectivamente de 2 MW, un valor del 50 % para el valor de consigna de instalación  $P_{Aconsigna}$  significa una potencia de 500 kW para la primera instalación de energía eólica  $WT_1$  y respectivamente un valor de 1 MW para la instalación de energía eólica  $WT_2$  y  $WT_3$ . En el ejemplo mostrado se generarían en conjunto 2,5 MW. Esta potencia de parque total generada se detectaría en el punto de medición de potencia 2 y estaría disponible entonces para la regulación de parque.
- 20

25

Según la estructura de regulación de la fig. 3 se realiza así la detección de una diferencia de valor real – de consigna para la potencia de parque, cuyo resultado está a disposición luego de un regulador, que calcula por ello un valor de consigna de instalación. A este respecto, este valor de consigna de instalación se le da a varias instalaciones de energía eólica eventualmente diferentes. Pero preferentemente éstas reciben todas el mismo valor de entrada, que conduciría no obstante a potencias generadas diferentes.

30

Además se proponen algunas posibilidades de conmutación, que se deben ilustrar mediante los interruptores  $S_1$  a  $S_5$ . El interruptor  $S_1$  ilustra que también existe la posibilidad de no darle la diferencia entre el valor de consigna de parque  $P_{Pconsigna}$  y valor real de parque  $P_{Preal}$  al regulador. Esta posibilidad refleja realmente la situación de que no se especifica ningún valor de consigna para la potencia de parque  $P_{Pconsigna}$  a alimentar o esta es del 100 %. En este caso así no se vuelve efectiva ninguna especificación del valor de consigna, lo que se debe ilustrar por el interruptor  $S_1$  abierto. Para este caso el regulador entrega el 100 % como valor de consigna de instalación  $P_{Aconsigna}$ . Todos los controles de instalación 6 obtienen por consiguiente la señal de que en este sentido no se debe reducir la potencia. Cada instalación de energía eólica 100 o  $WT_1$ ,  $WT_2$  y  $WT_3$  puede generar así tanta potencia como permita el respectivo viento predominante.

35

40

- Si el interruptor  $S_1$  está cerrado, la especificación del valor de consigna de instalación  $P_{Aconsigna}$  se activa en función de un valor especificado de la potencia de parque  $P_{Pconsigna}$  a alimentar. Para este caso el regulador  $R_1$  mostrado de forma ilustrativa regula en primer lugar el valor de consigna de instalación  $P_{Aconsigna}$ . Para ello el regulador  $R_1$  puede estar diseñado por ejemplo como regulador PI. Así tiene una fracción proporcional y una fracción integral. La potencia de diferencia  $\Delta P_P$  se convierte así a través de una fracción proporcional inmediatamente en una parte del valor de consigna de instalación  $P_{Aconsigna}$  y la fracción integral puede intentar conseguir una exactitud estacionaria. Para poder tener en cuenta una adaptación a otros estados de funcionamiento del parque eólico 112 o de la red de suministro 120 se propone cambiar el regulador. Esto lo ilustra el interruptor  $S_2$  con el que se puede conmutar por ejemplo al regulador  $R_2$ . Naturalmente también se debe conmutar correspondientemente el interruptor mostrado a continuación, no nombrado. Mediante los puntos está indicado que pueden estar previstos otros reguladores a fin de conmutar a éstos.
- 45
- 50

- Por ejemplo puede ser ventajoso para la prevención de oscilaciones prescindir de una parte integral y usar un regulador P puro. Esto también entra en consideración eventualmente cuando se debe añadir otro algoritmo de regulación. La conmutación de regulador, que ilustra el regulador  $S_2$ , también puede ser la conmutación a un regulador del mismo tipo con otra parametrización. En particular los reguladores más complejos, pero también el regulador PI, presentan varios parámetros que deberían estar adaptados respectivamente entre sí. Gracias a la conmutación entre los reguladores siempre se garantiza por consiguiente, que esté presente un juego de parámetros coherente.
- 55
- 60 Naturalmente también se puede realizar una aplicación semejante en un ordenador de proceso para la asignación de



un nuevo juego de parámetros.

La fig. 3 ilustra además que está prevista una unidad de medida de frecuencia 8, que mide la frecuencia de red  $f_N$ . Básicamente esta frecuencia de red también se puede medir en la red de parque 114. Para la ilustración, pero también en muchos casos en la aplicación práctica, es ventajosa esta medición central de la frecuencia de red  $f_N$ . Esta frecuencia de red  $f_N$  se le agrega entre otros a través del interruptor  $S_3$  a los controles de instalación 6. En el estado de funcionamiento mostrado y explicado arriba, el interruptor  $S_3$  está abierto y los controles de instalación 6 trabajan por consiguiente sin consideración de la frecuencia de red, por lo que se refiere al ajuste de la regulación de potencia. Naturalmente las instalaciones deben tener en cuenta la frecuencia y fase de la red durante la generación de las corrientes a alimentar. Esta consideración no debe estar afectada por este interruptor  $S_3$ .

Si este interruptor  $S_3$  se cierra ahora, se agrega la frecuencia de red al control de instalación 6, lo que debe ilustrar que el control de la potencia de instalación  $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$  o  $P_{A3}$  correspondiente ahora tiene en cuenta esta frecuencia de red  $f_N$ . La potencia generada se puede reducir así, por ejemplo, por cada control de instalación en el caso de un ascenso de la frecuencia de red  $f_N$  por encima de un valor límite o valor umbral definido anteriormente, en particular se puede reducir rápidamente. Pero en particular en la aplicación práctica siempre puede ser conocida la frecuencia de red por ambos controles de instalación, finalmente se necesita para la adaptación de la frecuencia y fase, pero no se debe tener en cuenta aquí para la determinación del nivel de potencia. El interruptor  $S_3$  cerrado simboliza en este caso así la consideración de la frecuencia de red  $f_N$  para la determinación del nivel de potencia  $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$  o  $P_{A3}$ .

Pero la frecuencia de red también se puede tener en cuenta por el regulador de orden superior, que determina el valor de consigna de instalación  $P_{A\text{consigna}}$ . Esto se debe ilustrar por el interruptor  $S_4$ . Este interruptor  $S_4$  simboliza que un regulador dependiente de la frecuencia  $R(f)$  determina conjuntamente el valor de consigna de instalación  $P_{A\text{consigna}}$ . Para ello está previsto el sumador 10. Al regulador  $R_1$ , o  $R_2$ , según la posición de interruptor  $S_2$ , le llega todavía el cálculo por parte del regulador  $R(f)$ . Pero la añadidura de estos dos reguladores también se puede realizar de forma diferente que mediante una suma. Por ejemplo se puede conmutar a un regulador global, el cual tiene en cuenta tanto la diferencia de potencia del parque  $\Delta P_P$  como también la frecuencia de red  $f_N$ .

El regulador dependiente de la frecuencia o regulador parcial dependiente de la frecuencia  $R(f)$  puede depender directamente de la frecuencia o puede depender alternativamente o adicionalmente de una modificación de frecuencia  $\partial f/\partial t$ , lo que se ilustra por el bloque 12. El bloque 12 muestra una derivación parcial de la frecuencia respecto al tiempo  $\partial f/\partial t$ , que también se puede aplicar en un ordenador de proceso mediante una formación de diferencias o de otra manera. En cualquier caso el interruptor  $S_5$  ilustra que el regulador parcial  $R(f)$  puede depender directamente de la frecuencia de red  $f_N$  o de su modificación o de ambas.

Puede ser conveniente cerrar el interruptor  $S_4$  cuando el interruptor  $S_3$  está abierto y a la inversa, a fin de tener en cuenta una dependencia de la frecuencia solo de un modo y manera, concretamente de forma central a través del regulador parcial  $R(f)$  o en cada control de instalación 6 individual. No obstante, no se debe excluir una consideración simultánea, cuando los reguladores en cuestión están adaptados correspondientemente entre sí.

Además se remite a que las conmutaciones ilustradas se pueden efectuar de forma dirigida mediante una entrada externa, es decir, una señal externa o un indicador externo, o que también está previsto un algoritmo que controla estas conmutaciones, que depende preferentemente de la frecuencia de red y/o sus modificaciones temporales.

Referido a los tipos de regulación arriba mencionados, el tipo de regulación 1 se corresponde con la situación mostrada en la fig. 3, concretamente con interruptores  $S_1$ ,  $S_3$  y  $S_4$  abiertos. El tipo de regulación 2 se corresponde con la representación de la fig. 3, pero desviándose con el interruptor  $S_2$  en el estado cerrado. Pero para este tipo base de regulación 2, el interruptor  $S_2$  puede seleccionar diferentes reguladores  $R_1$  o  $R_2$  u otros.

El tipo de regulación 3 se corresponde con la situación de la fig. 3, pero con interruptor  $S_1$  cerrado y con  $S_3$  cerrado. Así está activa adicionalmente una determinación dependiente de la frecuencia del nivel de potencia en cada control de potencia 6.

Con el tipo base de regulación 4 se corresponde la situación de la figura 3, estando cerrado el interruptor  $S_1$  y el interruptor  $S_4$ . Así también se influye adicionalmente en un valor de consigna de instalación en función de la frecuencia.

Si respecto a este tipo base de regulación 4 está cerrado además todavía el interruptor  $S_3$ , entonces está activa además una determinación de nivel de potencia dependiente de la frecuencia en cada control de instalación 6, así esta situación se puede designar como tipo base de regulación 5. Además, para estos tipos de regulación 4 y 5 también se puede realizar una conmutación mediante el interruptor  $S_2$ , es decir, una selección entre el regulador  $R_1$ ,  $R_2$  u otros

reguladores indicados.

Para la ilustración de una regulación de parque posible, la fig. 4 muestra algunos diagramas de tiempo. Todos los diagramas se basan en la misma línea de tiempo. El diagrama superior muestra el desarrollo de la potencia de parque, concretamente tanto de la potencia de parque especificada  $P_{P\text{consigna}}$ , como también de la respectiva potencia de parque presente  $P_{P\text{real}}$  como también de la diferencia de regulación entre la potencia de consigna de parque  $P_{P\text{consigna}}$  y potencia real de parque  $P_{P\text{real}}$ , que también se designa aquí como  $\Delta P_P$ . Estos tres desarrollos están normalizados respecto a la potencia nominal del parque  $P_{PN}$  o indicados en porcentaje por sencillez.

10 El segundo diagrama muestra el valor de consigna de instalación  $P_A$  en cualquier caso en forma normalizada concretamente como valor porcentual.

Los últimos tres diagramas muestran respectivamente la potencia generada  $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$  o  $P_{A3}$  referido a las tres turbinas eólicas  $WT_1$ ,  $WT_2$  y  $WT_3$  según la fig. 3. Este número 3 sólo está seleccionado para la ilustración. Un parque eólico puede estar construido sólo por tres instalaciones de energía eólica, pero habitualmente los parques eólicos presentan claramente más instalaciones de energía eólica. Los diagramas de la fig. 4 suponen que las condiciones de viento para cada instalación de energía eólica  $WT_1$ ,  $WT_2$  y  $WT_3$  posibilitan la generación de la potencia nominal, es decir, la generación de  $P_{N1}$ ,  $P_{N2}$  o  $P_{N3}$ . A este respecto, las potencias individuales de las instalaciones de energía eólica también están representadas en la representación referida a sus potencias nominales  $P_{N1}$ ,  $P_{N2}$  o  $P_{N3}$ .

20 El diagrama comienza ahora con un valor especificado para la potencia de parque del 100 %. Así no existe ninguna limitación. En el instante  $t_1$  el valor de consigna de parque  $P_{P\text{consigna}}$  se reduce al 50 %. Por consiguiente la potencia de diferencia del parque  $\Delta P_P$  salta en primer lugar igualmente al 50 %. En este caso existe actualmente una regulación según la fig. 3, estando cerrado el interruptor  $S_1$ . Este valor de diferencia que salta al 50 % de la potencia de parque  $\Delta P_P$  se le suministra por ello ahora al regulador  $R_1$ . Este regulador  $R_1$  es un regulador PI y por consiguiente el valor de consigna de instalación, que también se designa como  $P_{A\text{consigna}}$ , salta del 100 % por ejemplo al 75 %. Debido a la fracción I el valor de consigna  $P_A$  se reduce entonces con tiempo  $t$  creciente luego al 50 %. Todas las potencias de instalación  $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$  y  $P_{A3}$  bajan igualmente a la mitad su potencia nominal, según se requiere esto por el valor de consigna  $P_{A\text{consigna}}$ . La caída brusca al 75 % se encuentra en los valores reales de las potencias de instalaciones individuales, pero no de nuevo, por lo que en este diagrama se debe indicar una cierta dinámica o inercia física.

Tras algún tiempo ahora están todas las potencias de instalación  $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$  y  $P_{A3}$  a la mitad de su potencia nominal. El diagrama mostrado de la figura 4 se basa en la suposición de que las tres instalaciones de energía eólica presentan las mismas potencias nominales  $P_{N1} = P_{N2} = P_{N3}$ . El valor real de la potencia de parque ha bajado ahora correspondientemente al 50 % y por consiguiente se corresponde con el valor de consigna de parque  $P_{P\text{consigna}}$  especificado. Las dos gráficas del valor real  $P_{P\text{real}}$  y del valor de consigna  $P_{P\text{consigna}}$  están dibujadas en el diagrama superior solo para la mejor visibilidad con una pequeña distancia. Realmente estos valores son idénticos de forma idealizada para el ejemplo.

40 Ahora se parte de que en el instante  $t_2$  se avería la instalación  $WT_1$ . Su potencia  $P_{A1}$  desciende por consiguiente repentinamente a 0. Como resultado también desciende por consiguiente la potencia de parque  $P_{P\text{real}}$  repentinamente y la diferencia de potencia  $\Delta P_P$  del parque se eleva en el valor correspondiente. El valor de consigna de instalación  $P_{A\text{consigna}}$  también se modifica ahora y salta en un pequeño valor y aumenta luego aún más, ya que antes como después se base en un regulador PI como regulador  $R_1$ .

45 La primera instalación de energía eólica  $WT_1$  no puede seguir naturalmente a este valor de consigna de instalación modificado ya que está averiada. Pero las otras dos instalaciones  $WT_2$  y  $WT_3$  pueden elevar sus potencias. Correspondientemente la potencia de parque también se eleva y ésta puede alcanzar de nuevo el valor de consigna  $P_{P\text{consigna}}$ . La potencia de parque  $P_{P\text{real}}$  alcanza así de nuevo el valor del 50 %. Pero para ello las dos potencias de instalación  $P_{A2}$  y  $P_{A3}$  de la segunda y tercera instalación de energía eólica se sitúa aproximadamente en el 75 % de su valor nominal  $P_{N2}$  o  $P_{N3}$ . Se puede considerar que el valor de consigna de parque  $P_{P\text{consigna}}$  ha quedado inalterado en el 50 % desde el instante  $t_1$ .

En el instante  $t_3$  el operador de red decide ahora que también se debe recurrir al parque eólico para la estabilización de red controlada en función de la frecuencia. Esto no era el caso hasta ahora. A este respecto, esta estabilización de red se debe realizar por un regulador de parque central, es decir, no por cada instalación individualmente. Como resultado esto significa en la ilustración de la fig. 3 que el interruptor  $S_4$  se cierra. Por lo demás, a este respecto también debe estar cerrada la parte inferior del interruptor  $S_5$ . Así se conecta adicionalmente una fracción de regulador dependiente de la frecuencia. Sin embargo, en el diagrama de la fig. 4 no se puede reconocer sin embargo ninguna repercusión. Esto es debido a que la frecuencia de red en el instante  $t_3$  todavía presenta aproximadamente su valor

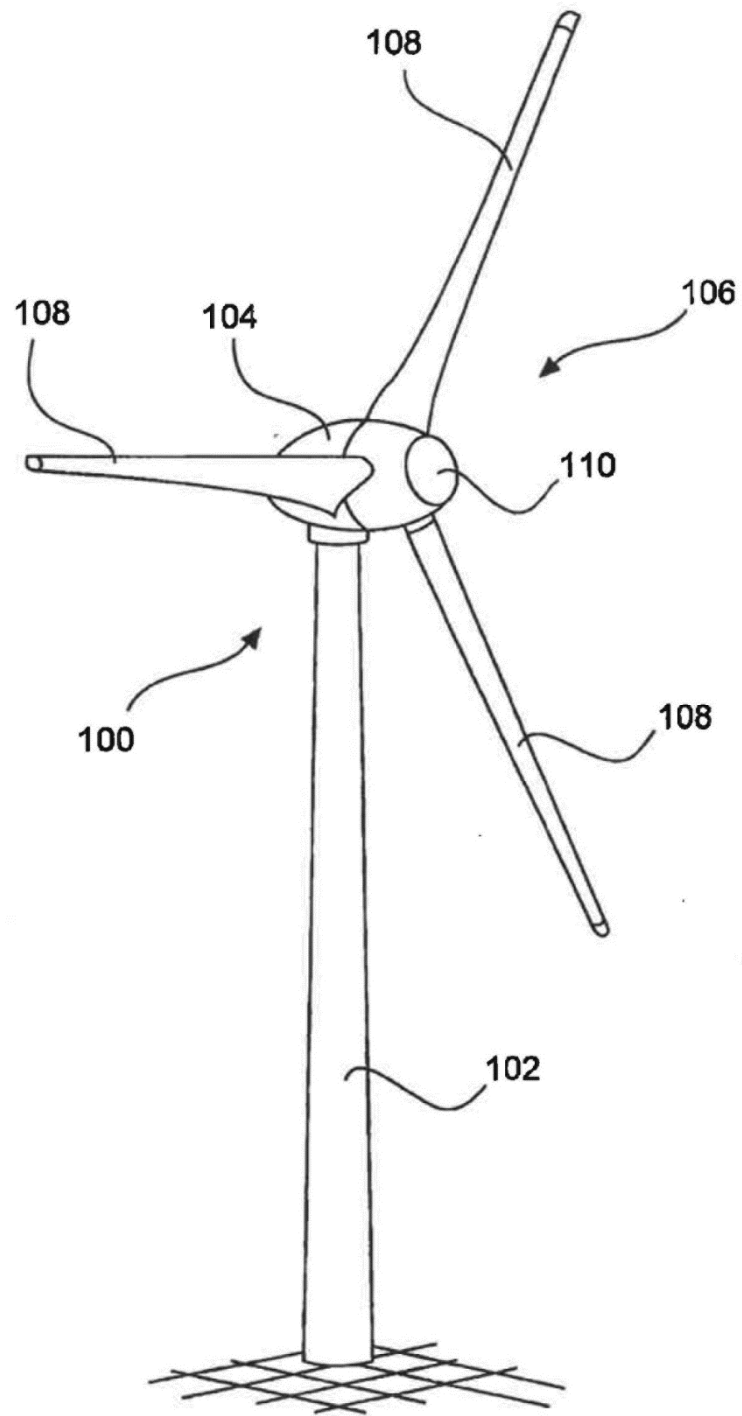
nominal. Para ello, comenzando solo desde  $t_3$  está representada arriba a la derecha la frecuencia  $f_N$  en un diagrama desplazado. Como frecuencia nominal se han supuesto aquí a modo de ejemplo 50 hertzios, lo que en otras regiones del mundo puede ser por ejemplo 60 hertzios.

- 5 No obstante, entre  $t_3$  y  $t_4$  comienza a ascender la frecuencia de red y en  $t_4$  sobrepasa un valor umbral superior  $f_0$ . Ahora el regulador dependiente de la frecuencia, que se ha conectado adicionalmente en  $t_3$ , se activa y requiere una reducción de la potencia de parque, lo que se realiza porque el valor de consigna de instalación  $P_{A\text{consigna}}$  se reduce. El valor de consigna de parque  $P_{P\text{consigna}}$  permanece inalterado en el 50 %.
- 10 La frecuencia alcanza entonces en  $t_5$  su valor más elevado y permanece allí hasta  $t_6$ . Correspondientemente el valor de consigna de instalación  $P_{A\text{consigna}}$  alcanza en  $t_5$  su valor menor localmente. La instalación de energía eólica  $WT_1$  sigue estando averiada y la segunda y tercera instalación  $WT_2$  y  $WT_3$  siguen al valor de consigna de instalación  $P_{A\text{consigna}}$  y bajan su potencia  $P_{A2}$  o  $P_{A3}$  correspondientemente. También se puede reconocer que esta reducción dependiente de la frecuencia del valor de consigna de instalación  $P_{A\text{consigna}}$  se realiza muy rápidamente. La dinámica
- 15 de regulador de este regulador dependiente de la frecuencia, que está mostrada en la fig. 3 como  $R(f)$ , tiene por consiguiente según este ejemplo una dinámica más elevada que el regulador  $R_1$ .

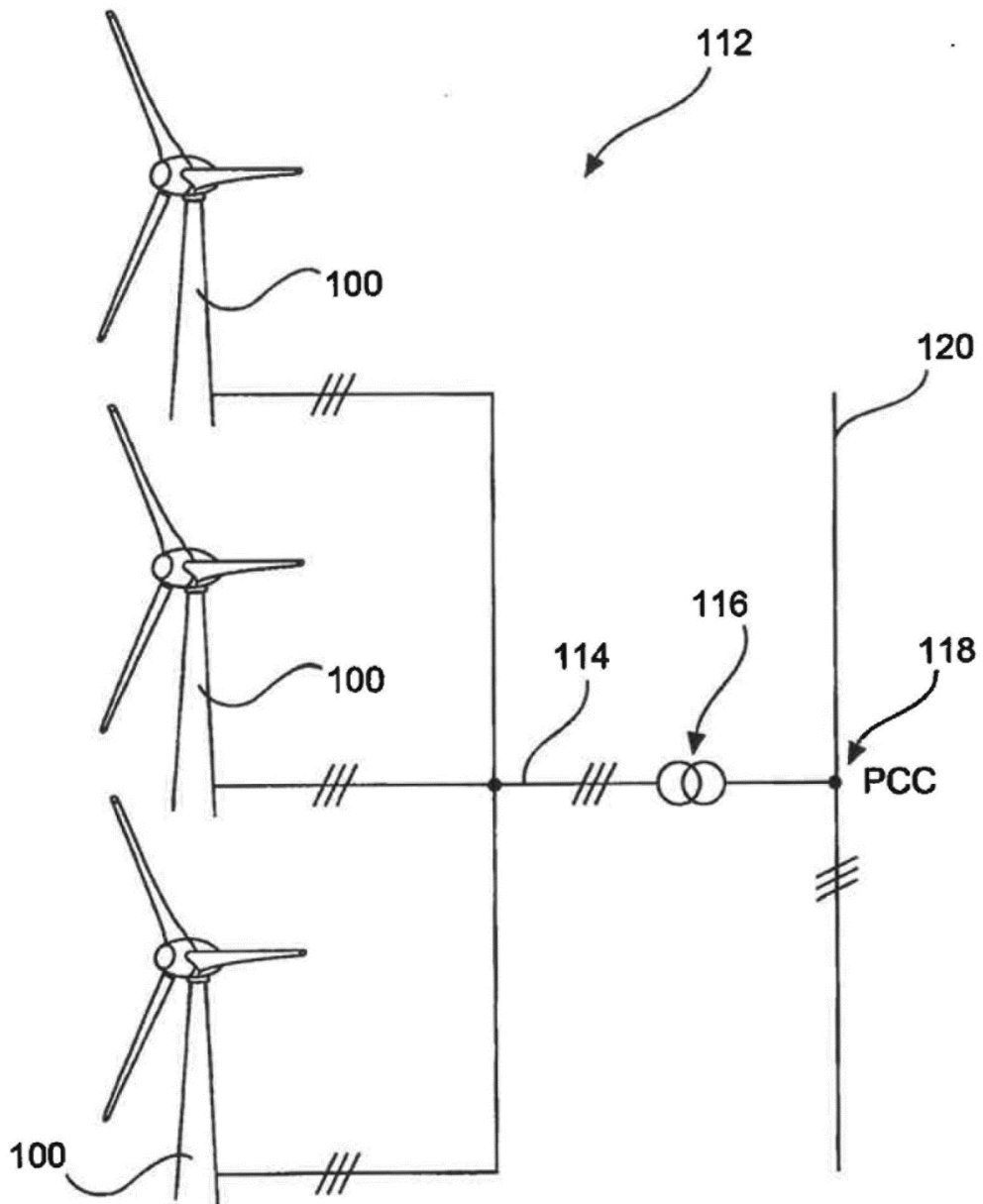
- En cualquier caso la frecuencia disminuye de nuevo en  $t_6$  y en  $t_7$  queda por debajo del valor umbral superior. Por consiguiente el valor de consigna de instalación  $P_{A\text{consigna}}$  asciende de nuevo en  $t_6$  y en  $t_7$  alcanza básicamente el valor
- 20 de consigna independiente de la frecuencia. Las potencias de instalación  $P_{A2}$  y  $P_{A3}$  siguen correspondientemente y en  $t_7$  el valor de la potencia de parque  $P_{P\text{real}}$  también alcanza por consiguiente de nuevo el 50 % especificado externamente.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la alimentación de potencia eléctrica de una parque eólico (112), que presenta varias instalaciones de energía eólica (100), a una red de suministro eléctrico (120), en donde
- 5
- cada una de las instalaciones de energía eólica (100) proporciona una potencia de instalación eléctrica ( $P_A$ ) y
  - la suma de las potencias de instalación ( $P_A$ ) suministradas se alimenta a la red de suministro eléctrico (120) como potencia de parque ( $P_P$ ), y
  - uno y el mismo valor de consigna de instalación ( $P_{Aconsigna}$ ) se especifica en cada una de las instalaciones de energía eólica (100) para la especificación de la potencia de instalación ( $P_A$ ) a proporcionar, y
- 10
- el valor de consigna de instalación ( $P_{Aconsigna}$ ) se regula a través de un regulador ( $R_1, R_2$ ), en función de una desviación de regulación ( $\Delta P$ ) como comparación de la potencia de parque alimentada ( $P_{Preal}$ ) con un valor de consigna ( $P_{Pconsigna}$ ) de la potencia de parque ( $P_P$ ) a alimentar.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1,
- caracterizado porque**
- el regulador emite como valor de consigna de instalación ( $P_{Aconsigna}$ ) un valor de consigna relativo, en particular
- 20 porcentual, referido a la potencia nominal ( $P_{AN}$ ) correspondiente de la instalación de energía eólica (100).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2,
- caracterizado porque**
- 25
- a través de una señal de selección,
  - en función de una sensibilidad de red de la red de suministro eléctrico,
  - en función de una frecuencia de red,
  - en función de una modificación de frecuencia de red y/o
- 30
- en función de una relación de corriente de cortocircuito se selecciona o modifica un tipo de regulador y/o parametrización
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se puede seleccionar uno o el tipo de regulador de uno de los tipos de regulador de la lista que comprende un
- 35
- regulador P,
  - regulador PI,
  - regulador PT1 y
  - regulador de histéresis.
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado porque**
- se detecta una frecuencia de red ( $f$ ) de la tensión ( $U$ ) de la red de suministro (120) y el valor de consigna de instalación
- 45 ( $P_{Aconsigna}$ ) depende de la frecuencia de red ( $f$ ) y/o de una modificación de la frecuencia de red ( $\partial f/\partial t$ ) y/o cada instalación ajusta su potencia de instalación ( $P_A$ ) en función del valor de consigna de instalación ( $P_{Aconsigna}$ ) y de la frecuencia de red y/o de una modificación de la frecuencia de red ( $\partial f/\partial t$ ).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
- 50
- caracterizado porque**
- el valor de consigna de instalación ( $P_{Aconsigna}$ ) se especifica por una unidad de control central del parque eólico (112) para cada instalación de energía eólica (100) del parque eólico (112) y/o **porque** una o la frecuencia de red detectada
- 55 se le proporciona, en particular transmite, a todas las instalaciones de energía eólica (100) del parque eólico (112) por la unidad de control central.
7. Parque eólico para la alimentación de potencia eléctrica en una red de suministro, en donde el parque eólico usa un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores para la alimentación de potencia eléctrica.
- 60



**Fig. 1**



**Fig. 2**

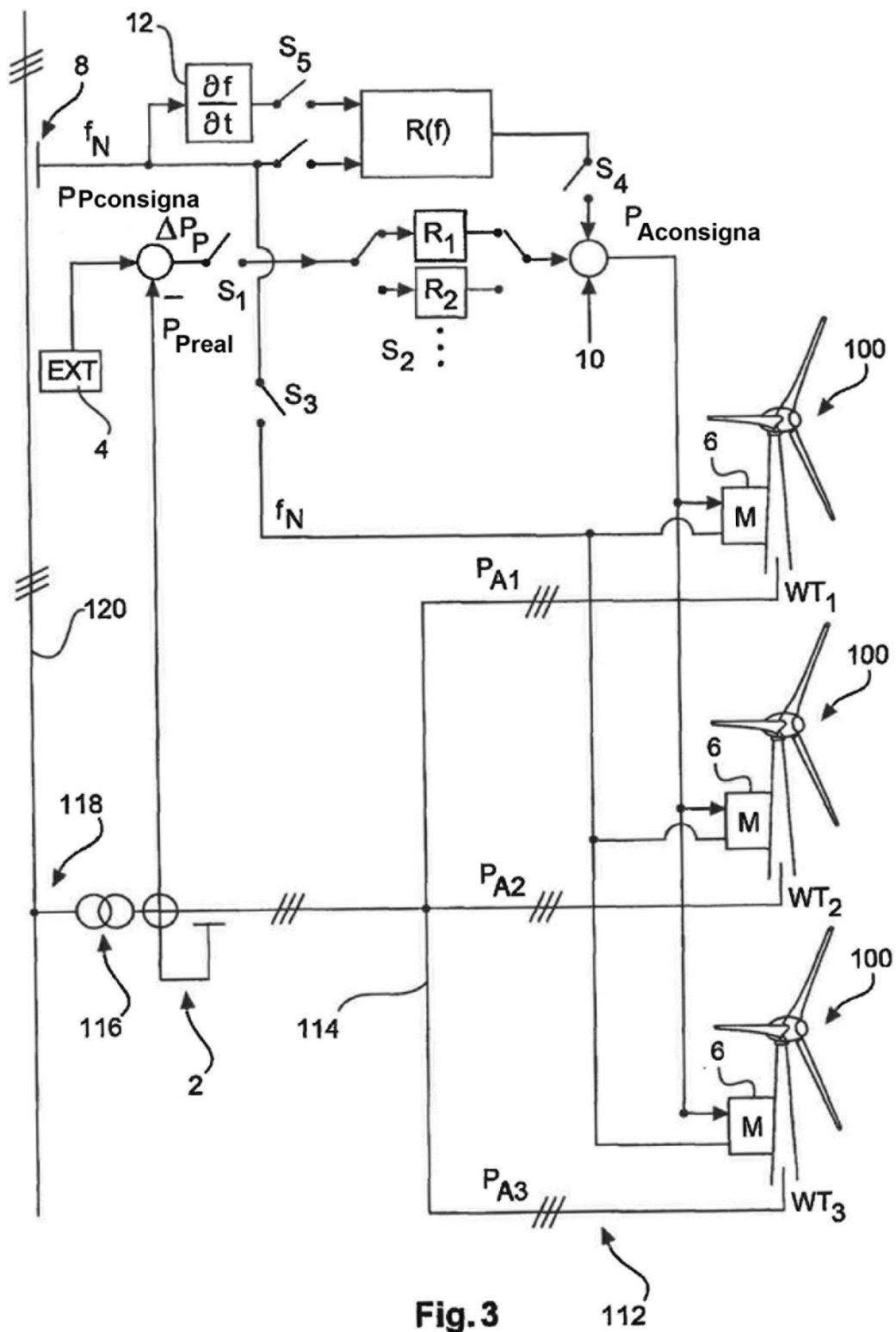
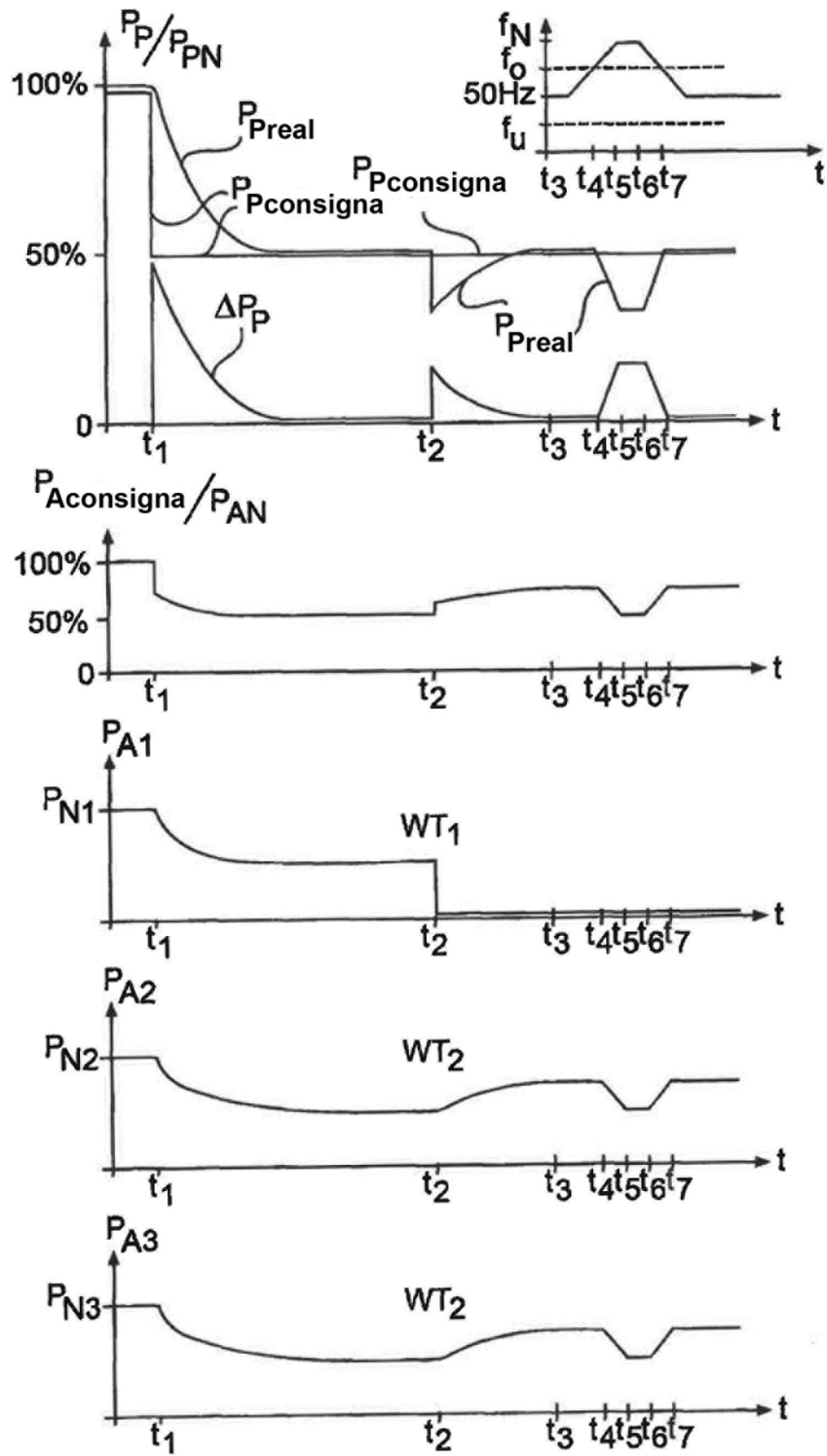


Fig. 3



**Fig. 4**