

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 703**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.04.2014 PCT/EP2014/057304**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014 WO14173695**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2014 E 14717125 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 2989708**

54 Título: **Procedimiento para alimentar potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico**

30 Prioridad:

22.04.2013 DE 102013207255

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

15.03.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BEEKMANN, ALFRED y
BUSKER, KAI**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 811 703 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 alimentar potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para alimentar potencia eléctrica de al menos una instalación de energía eólica o de un parque eólico en una red de suministro eléctrico. Además, la presente invención se refiere a una instalación de energía eólica para alimentar energía eléctrica en una red de suministro eléctrico y se refiere a un parque eólico, que comprende varias instalaciones de energía eólica, para alimentar energía eléctrica en una red de suministro eléctrico.
- 10 Una instalación de energía eólica se representa esquemáticamente en la figura 1 y un parque eólico esquemáticamente en la figura 2.
- Las instalaciones de energía eólica se conocen en general y se aplican hoy en día principalmente con la finalidad de alimentar en una red de suministro eléctrico. A este respecto, la instalación de energía eólica ajusta la corriente a alimentar a la red de suministro eléctrico según la frecuencia y fase y teniendo en cuenta la tensión correspondiente. Este es un requisito básico que se debe satisfacer en cualquier caso y también se satisface por las instalaciones de energía eólica conocidas. Lo mismo se aplica a un parque eólico que presenta varias instalaciones de energía eólica que alimentan en una red de suministro eléctrico conjuntamente a través de un punto de conexión de red común (PCC). En este caso, el parque eólico alimenta en la red de suministro eléctrico.
- 15 Hace algún tiempo ya se ha reconocido que no solo puede ser deseable alimentar tanta potencia eléctrica como sea posible en la red de suministro con la instalación de energía eólica o el parque eólico, que a continuación también se designa simplemente como la red, sino también usar la instalación de energía eólica o el parque eólico para el apoyo de la red. Las solicitudes de patente US 6,784,564, US 6,891,281, US 6,965,174 y US 7,462,946 describen propuestas de solución correspondientes. Estas solicitudes ya proponen modificar la potencia a alimentar o corriente a alimentar en función de una tensión o una frecuencia en la red de suministro según el nivel y/o según el tipo, a fin de apoyar de este modo la red de suministro.
- 25 Hoy en día, en muchos países existe una situación en la que las instalaciones de energía eólica representan una parte cada vez mayor de la potencia total en una red de suministro. Esto conduce a que aumente la necesidad de apoyar la red por las instalaciones de energía eólica. También aumenta el predominio de las instalaciones de energía eólica en la red y, por lo tanto, su posibilidad de influencia. Un apoyo a la red por parte de las instalaciones de energía eólica o parques eólicos en la red también puede ser correspondientemente efectivo.
- 30 La Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha investigado en la solicitud de prioridad para la presente solicitud el siguiente estado de la técnica: "Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz, BDEW, Edición junio 2008" y "Transmission Code 2007, Network and System Rules of the German Transmission System Operators, VDN, agosto 2007".
- 35 La publicación para información de solicitud de patente DE 10 2008 017 715 A1 describe un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con una máquina asíncrona de doble alimentación, que presenta un convertidor en el lado de red y uno en el lado de generador, que se excitan con un control.
- 40 La publicación para información de solicitud de patente DE 10 2008 039 429 A1 describe un procedimiento para la regulación de un parque eólico, que se compone de varias instalaciones de energía eólica, donde el parque eólico dispone de una entrada de control, por medio de la que se pueden ajustar las magnitudes de regulación de consigna del parque eólico.
- 45 La solicitud de patente EP 2 275 674 A2 describe un procedimiento para el funcionamiento de un parque eólico, que se compone de varias instalaciones de energía eólica, donde al menos una de las instalaciones de energía eólica del parque eólico dispone de una entrada de control, por medio de la que la potencia eléctrica del parque eólico o de una o varias instalaciones de energía eólica individuales se puede ajustar en un rango de 0 a 100% de la respectiva potencia a proporcionar.
- 50 La solicitud de patente americana US 2013/0015660 A1 describe un procedimiento para el control de un parque eólico, que comprende al menos una instalación de energía eólica para alimentar potencia eléctrica en una red de suministro, donde el valor de la potencia alimentada se ajusta en función de un cambio de tensión.
- 55 La solicitud de patente americana US 2010/0207456 A1 describe un procedimiento para el control de pequeñas fuentes de energía descentralizadas y las cargas correspondientes, que están conectadas con la red de suministro eléctrico. A este respecto se excitan en particular microfuentes que alimentan potencia con una frecuencia determinada.
- 60

El documento WO 2012/056564 describe un sistema de control para varias turbinas eólicas, que configuran un parque eólico, donde el sistema de control transmite los datos de una turbina eólica controlada a las otras turbinas eólicas y reciben los datos de otras turbinas eólica controladas.

5

La publicación para información de solicitud de patente CN 100566069 C describe un procedimiento para hacer funcionar un parque eólico, así como también un parque eólico como tal. A este respecto, en la publicación para información de solicitud de patente se propone hacer funcionar el parque eólico con una potencia elevada, donde la potencia entregada por el parque eólico a la red se regula o ajusta en función de la frecuencia de red de la red eléctrica.

10

La presente invención, por lo tanto, tiene el objeto de abordar al menos uno de los problemas mencionados. En particular, se debe proponer una solución que haga justicia a la creciente importancia de las instalaciones de energía eólica para apoyar la red o, al menos, hacer una contribución a esta. En particular, un apoyo a la red por parte de las instalaciones de energía eólica o parques eólicos se debe mejorar cualitativa y/o cuantitativamente. Al menos, se debe proponer una solución alternativa.

15

Según la invención, se propone un procedimiento según la reivindicación 1. Por lo tanto, la potencia eléctrica de al menos una instalación de energía eólica o de un parque eólico se alimenta en una red de suministro eléctrico. La red de suministro presenta una tensión de red y una frecuencia de red. El procedimiento está preparado para alimentar potencia activa eléctrica P y también potencia reactiva eléctrica Q. El procedimiento y, en consecuencia, la instalación de energía eólica o el parque eólico que implementa el procedimiento están preparados para alimentar tanto la potencia activa eléctrica y como potencia reactiva eléctrica.

20

A este respecto, la potencia activa alimentada P se puede ajustar a través de un control de potencia activa en función de al menos un estado de red. Por lo tanto, la potencia activa no se predetermina de forma fija, o solo se alimenta en función del viento predominante, sino que se ajusta en función de al menos un estado de red, como por ejemplo la frecuencia de red.

25

Además, o como alternativa, la potencia reactiva alimentada Q no se predeterminada de forma fija, sino que se ajusta en función de al menos un estado de red, como por ejemplo la tensión de red.

30

A este respecto se propone que el control de potencia activa se puede modificar según el tipo y/o en su parametrización. La dependencia de la potencia activa alimentada P del al menos un estado de red, como por ejemplo la frecuencia de red, se puede modificar, por consiguiente - incluso en el caso de relaciones de viento constantes. Por ejemplo, la potencia activa se reduce en un caso con frecuencia creciente, tan pronto como la frecuencia de red se sitúa 0,1% sobre su frecuencia nominal, mientras que se realiza una reducción semejante en otro caso solo cuando la frecuencia de red ha sobrepasado el 0,2% de su valor nominal. La pendiente de la reducción siguiente dependiente de la frecuencia de la potencia alimentada se puede seleccionar de otra forma.

35

A este respecto, la potencia activa alimentada P puede depender por secciones del estado de red, en particular de la frecuencia de red, a través de una relación lineal. Esta relación lineal por secciones se puede cambiar, como por ejemplo a través de una función de histéresis, lo que es un ejemplo de un cambio del tipo del control de potencia activa. Esto también puede ser un ejemplo razonable del cambio del tipo de control de potencia reactiva.

40

Si, para retomar el ejemplo arriba mencionado, se toma por base una relación lineal por secciones, según otra forma de realización se puede modificar su pendiente. Esto puede ser un ejemplo de la modificación de la parametrización del control de potencia activa - y según el sentido el control de potencia reactiva.

45

Además o como alternativa se propone que el control de potencia reactiva se pueda modificar según el tipo y/o su parametrización. La relación entre la potencia reactiva Q y el al menos un estado, como por ejemplo la tensión de red, se puede modificar preferentemente en su tipo y/o en su parametrización. Para ejemplos de una modificación según el tipo, por un lado, y en la parametrización, por el otro lado, se remite arriba a los ejemplos generales para la modificabilidad del control de potencia activa.

50

Según una forma de realización se propone que el control de potencia activa para la potencia activa a alimentar predetermine un valor de consigna de potencia activa en función de al menos un estado de red. El valor de consigna de potencia activa se predetermina a este respecto en particular en función de la frecuencia de red, en función de un cambio de la frecuencia de red y/o en función de la tensión de red. El cambio de la frecuencia de red puede estar definida o detectarse para ello a través de un gradiente, concretamente a saber a través de una derivación de la modificación de frecuencia respecto al tiempo.

60

Preferentemente se propone que el control de potencia reactiva para la potencia reactiva a alimentar predetermine un

valor de consigna de potencia reactiva en función del al menos un estado de red. Correspondientemente se predetermina así el valor de consigna de potencia reactiva, en particular en función de la tensión de red, en función de la frecuencia de red y/o en función de un cambio de la frecuencia de red.

- 5 Según una forma de realización, el control de potencia activa y, además o como alternativa, el control de potencia reactiva se cambia en función de la sensibilidad de red.

Aquí bajo una sensibilidad de red se entiende la reacción de la red, en particular con respecto al punto de conexión de red común, a un cambio en una magnitud que actúa sobre la red. La sensibilidad de red se puede definir como la diferencia de una reacción de red en relación con una diferencia de una magnitud que influye en la red. En particular, en el presente caso se puede considerar una definición con respecto a la potencia activa alimentada y el nivel de la tensión de red. Por ejemplo, la siguiente fórmula se puede definir de forma simplificada para la sensibilidad de red NS:

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

15

Aquí, ΔP designa el cambio en la potencia activa alimentada, a saber, la potencia del parque alimentada y ΔU el cambio resultante en la tensión de red U . Estas diferencias se forman en un período de tiempo muy corto, en particular en el rango de un segundo o por debajo y ventajosamente, en lugar de esta fórmula ilustrativa, se puede formar una derivada parcial de la tensión de red U según la potencia del parque alimentada P correspondientemente a través de la diferencia de tensión con respecto a la diferencia de potencia. El cambio de la frecuencia de red f también se puede considerar como reacción de red. Otra posibilidad de tener en cuenta la sensibilidad de red sería a través de la fórmula:

20

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

- 25 Por lo tanto, la sensibilidad de red se usa preferiblemente como una medida del control de potencia activa a seleccionar o a cambiar y/o el control de potencia reactiva a seleccionar o a cambiar. Si la sensibilidad de red cambia al menos considerablemente, el control de potencia activa correspondiente y/o el control de potencia reactiva correspondiente se pueden cambiar en tipo y/o parametrización. Un cambio del tipo se corresponde con un cambio del tipo de control, lo que aquí se usa como sinónimo.

30

Según otra forma de realización, el control de potencia activa y/o el control de potencia reactiva se modifican en función de una relación de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación.

La relación de corriente de cortocircuito, que también se designa como SCR (del inglés, *Short Circuit Ratio*), designa la relación de la potencia de cortocircuito respecto a la potencia de conexión. En este caso, bajo potencia de cortocircuito se entiende aquella potencia que la red de suministro en cuestión puede proporcionar en el punto de conexión de red considerado, al que está conectada la instalación de energía eólica o el parque eólico, si ocurre un cortocircuito en este punto de conexión de red. La potencia de conexión es la potencia de conexión de la instalación de energía eólica conectada o del parque eólico conectado y, por lo tanto, en particular, la potencia nominal del generador a conectar o la suma de todas las potencias nominales de los generadores del parque eólico. La relación de corriente de cortocircuito es, por lo tanto, un criterio para la intensidad de la red de suministro eléctrico en relación con este punto de conexión de red en consideración. Una red de suministro eléctrico intensa referida a este punto de conexión de red generalmente presenta una relación de corriente de cortocircuito alta de, por ejemplo, SCR = 10 o mayor.

45

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

- 50 Es ventajoso tener en cuenta la relación de corriente de cortocircuito al instalar un nuevo parque eólico o una instalación de energía eólica y adaptar el control de potencia activa y el control de potencia reactiva. Preferiblemente, se propone además registrar la relación de corriente de cortocircuito a intervalos regulares incluso después de la instalación y puesta en servicio de una instalación de energía eólica o de un parque eólico. La detección de la potencia de cortocircuito se puede realizar, por ejemplo, a través de información sobre la topología de la red con ayuda de una simulación. La potencia de conexión se puede realizar simplemente conociendo la instalación de energía eólica instalada en un parque y/o se puede realizar midiendo la potencia alimentada por viento nominal.

Una potencia de conexión para el cálculo propuesto y la consideración de la relación de corriente de cortocircuito se define y calcula preferentemente como la suma de la potencia nominal de todas las respectivas instalaciones de energía eólica disponibles actualmente. En este sentido, la potencia de conexión cambiaría, o al menos cambiaría temporalmente, incluso si falla una instalación de energía eólica. Esto también cambiaría la relación de corriente de cortocircuito y esto podría desencadenar un cambio del control de potencia activa y/o del control de potencia reactiva. Según otra forma de realización, se propone que la potencia de conexión se calcule como la suma de la potencia disponible actualmente en el parque eólico, teniendo en cuenta las condiciones de viento predominantes, o que en lugar de la potencia de conexión del parque eólico, la suma de las potencias actualmente disponibles del parque eólico se use para calcular la relación de corriente de cortocircuito y/o se use como criterio de cambio para cambiar el control de potencia activa y/o el control de potencia reactiva. La relación de corriente de cortocircuito se vuelve a calcular sobre la base de la potencia del parque determinada de esta manera, a fin de determinar esta condición de cambio, o un criterio de cambio también se puede derivar directamente de la potencia disponible en el parque.

Por ejemplo, la condición de conmutación puede ser tal que un parámetro, como un factor de ganancia o la pendiente de una función, dependa de la relación de corriente de cortocircuito u otro criterio. Por ejemplo, podría haber una dependencia proporcional. Como otro ejemplo, pero que no es concluyente, se puede definir un valor límite y cambiar de un control de potencia activa a un tipo distinto de control de potencia activa si la relación de corriente de cortocircuito u otro criterio excede o cae por debajo de este valor límite. Lo mismo se aplica a un cambio en el control de potencia reactiva.

Una modificación del control de potencia activa y/o control de potencia reactiva se realiza preferiblemente por una especificación externa, como, por ejemplo, a través de una señal externa que se introduce en una calculadora de procesos que lleva a cabo el control de potencia activa y/o el control de potencia reactiva. Dicha especificación la realiza preferiblemente un operador de red que transmite dicha señal externa para este propósito.

De esta manera, también, uno o más parámetros se pueden cambiar o se realiza un cambio a un tipo distinto o un modo distinto de control de potencia activa o control de potencia reactiva. Según una forma de realización, la nueva configuración deseada del respectivo control de potencia activa o control de potencia reactiva también se puede transmitir. Por lo tanto, los parámetros a cambiar se pueden transmitir o incluso se puede transmitir un nuevo algoritmo.

Según una configuración de la invención se propone que la potencia activa alimentada y/o la potencia reactiva alimentada se ajuste a través de una función de ajuste en función del estado de red. Una función de ajuste semejante entrega en particular el valor de consigna de la potencia activa a alimentar o la potencia reactiva a alimentar como función dependiente del estado de red. Ahora se propone que esta función de ajuste se modifique o cambie. Por ejemplo, por secciones se puede cambiar la pendiente de esta función de ajuste o se usa otro tipo de función como función de ajuste que anteriormente. De este modo se modifica el control de potencia activa y/o el control de potencia reactiva según el tipo y/o en su parametrización. Así se propone que se modifiquen las relaciones funcionales. Una modificación semejante también se puede realizar en función de la sensibilidad de red, de una relación de corriente de cortocircuito y/o una especificación externa.

Otra forma de realización propone que la potencia activa alimentada se reduzca con frecuencia de red creciente, tan pronto como la frecuencia de red sobrepasa o alcanza un valor de consigna de frecuencia y que la potencia activa alimentada se reduzca aún más hasta que la frecuencia ha alcanzado un valor superior de frecuencia. De este modo se puede implementar una reducción de potencia dependiente de la frecuencia por secciones. Para ello se propone ahora que la pendiente de esta reducción de potencia se pueda modificar, en particular en función de los criterios arriba mencionados para ello. Además o como alternativa se propone que el valor umbral de frecuencia se pueda modificar y además o como alternativa se tenga que poder modificar el valor superior de frecuencia. Debido a estos valores se puede definir un cambio de potencia activa dependiente de la frecuencia y estos valores, a saber, la frecuencia desde la que se reduce, la frecuencia hasta la que se reduce y/o la pendiente a prever en medio se pueden modificar.

Respecto a esta forma de realización se propone usarse también según el sentido para un aumento de la potencia activa con frecuencia de red descendente. Por consiguiente, se puede modificar el comportamiento de control de forma comparablemente sencilla a través de estos pocos parámetros.

Según la invención se propone además una instalación de energía eólica que esté preparada para implementar un procedimiento según una de las formas de realización representadas. En particular, dicha instalación de energía eólica presenta una calculadora de procesos correspondiente y un inversor de frecuencia correspondiente, que es adecuado para llevar a cabo dicha alimentación de energía reactiva y/o alimentación de energía activa. En particular, el inversor utilizado o la instalación de energía eólica utilizada deberán ser compatibles con FACTS.

Además, se propone un parque eólico preparado para implementar un procedimiento según una de las formas de

realización descritas. En particular, está preparado para alimentar potencia activa eléctrica y potencia reactiva eléctrica en una red de suministro y usar un control de potencia activa variable y/o un control de potencia reactiva variable. Este parque eólico preferentemente alimenta la red de suministro a través de un punto de conexión de red común. También es ventajoso para el parque eólico que sea compatible con FACTS.

5 A continuación, la invención se explica más en detalle a modo de ejemplo mediante formas de realización en relación con las figuras adjunta.

La figura 1 muestra esquemáticamente una instalación de energía eólica.

10 La figura 2 muestra esquemáticamente un parque eólico.

La figura 3 muestra esquemáticamente una instalación de energía eólica que para la alimentación utiliza un procedimiento según la invención según una forma de realización.

15 La figura 4 muestra de forma ilustrativa y a modo de ejemplo dos funciones de ajuste constituidas diferentemente para el ajuste de la potencia P en función de la frecuencia de red.

20 La figura 5 muestra a modo de ejemplo de forma ilustrativa una función de ajuste para el ajuste de la potencia P en función de la frecuencia de red f con posibilidades de variación.

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 movimiento de giro durante el funcionamiento por el viento y, de este modo, acciona un generador en la góndola 104.

25 La Fig. 2 muestra un parque eólico 112 con tres instalaciones de energías eólicas 100, a modo de ejemplo, que pueden ser iguales o diferentes. Las tres instalaciones de energía eólica 100 son, por tanto, representativas de prácticamente cualquier número de instalaciones de energía eólica de un parque eólico 112. Las instalaciones de energía eólica 100 proporcionan su energía, en particular, la electricidad generada a través de una red de parque eléctrico 114. A este respecto se suman las corrientes o potencias generadas de las instalaciones de energía eólica 100 individuales y normalmente está previsto un transformador 116, que eleva la tensión en el parque a fin de alimentarla en la red de suministro 120 en el punto de alimentación 118, también designado en general como PCC. La Fig. 2 es solo una representación simplificada de un parque eólico 112, que, por ejemplo, no muestra ningún control, aunque naturalmente está presente un control. Por ejemplo, la red del parque 114 también puede estar conformada de manera distinta, donde, por ejemplo, está presente un transformador a la salida de cada instalación de energía eólica 100, por nombrar solo otro ejemplo de realización.

La figura 3 ilustra una instalación de energía eólica 100 que, por ejemplo, alimenta una corriente trifásica del generador a un rectificador 2, que a su vez está conectado a un inversor 4, que genera una corriente alterna trifásica, para alimentarla a través de un transformador 6 en un punto de alimentación 8 (PCC) en una red de suministro eléctrico 10. El control del inversor 4 se realiza a través de una unidad de control 12, que se puede configurar, por ejemplo, como una o más calculadoras de procesos. La unidad de control 12 también utiliza, por ejemplo, valores de medición sobre corriente y tensión según la amplitud, frecuencia y fase de su salida de corriente trifásica. Para este propósito, se ilustra una retroalimentación de medición 14.

45 La estructura de la figura 3 también ilustra que la unidad de control 12 tiene en cuenta un valor nominal de potencia y, en consecuencia, controlará el inversor 4 de tal manera que produzca la potencia P deseada. Idealmente, la potencia P entregada por el inversor 4 es idéntica a la potencia de consigna P_{soil} , de modo que es válido $P = P_{\text{soil}}$. Además, para las consideraciones en cuestión se puede partir idealmente de que la potencia generada P también es aquella que se alimenta en la red 10. En la presente consideración se desprecian las pérdidas en la alimentación y los procesos dinámicos entre la potencia de consigna y la potencia generada.

La estructura de la figura 3 ahora ilustra que este valor nominal de potencia activa P_{soil} y, por lo tanto, idealmente también la potencia activa P a alimentar, se determina o especifica en función de la frecuencia f . Dos funciones de configuración F_{S1} y F_{S2} están disponibles para este propósito, que se representan aquí de forma representativa para otras funciones de ajuste. Ahora hay un interruptor S y un interruptor S' trabajando con él, lo que ilustra que, según la configuración del interruptor, es decir, según la elección, la potencia activa P_{soil} se puede especificar a través de la primera o segunda función de configuración F_{S1} y F_{S2} . La posibilidad de elección por medio del interruptor S o S' es solo una ilustración a este respecto y dicha posibilidad de elección también se puede implementar en la unidad de control 12, por ejemplo, de modo que la unidad de control 12 reciba así la frecuencia de red f directamente. Además, dicha conmutación se implementa preferiblemente en la calculadora de procesos porque, por ejemplo, según la función de ajuste seleccionada, accede a una memoria de datos correspondiente en la que se almacena la función de ajuste

deseada.

La figura 3 ilustra que se puede cambiar una función de configuración para la potencia activa a alimentar y, por lo tanto, un control de potencia activa. Aquí se muestra un control de potencia activa en función de la frecuencia de red f a modo de ejemplo. Sin embargo, la ilustración también deberá ser representativa para un control en función de otro estado de red, como por ejemplo la tensión de red o un cambio en la frecuencia de red. También se puede implementar un control de potencia reactiva dependiente del estado de red en el sentido ilustrado y descrito. Aquí, también, se pueden usar distintos estados de red como una magnitud de entrada para el control de potencia reactiva.

10 Las funciones de ajuste seleccionadas de forma ilustrativa en la figura 3 F_{S1} y F_{S2} se muestran a modo de ejemplo en la figura 4. La figura 4 muestra, por consiguiente, a modo de ejemplo dos funciones de ajuste F_{S1} y F_{S2} . Ambas funciones de ajuste muestran la dependencia prevista de la potencia activa P en función de la frecuencia de red f . En la frecuencia de red nominal f_N , la potencia P presenta su valor nominal P_N . En este sentido, la figura 4 se muestra para la situación de que las relaciones de viento predominantes hacen posibles la alimentación con la potencia nominal P_N . Si esto no es posible y solo se puede alimentar una potencia menor, ya que por ejemplo el viento es débil, la relación mostrada de la figura 4 también se puede aplicar a esta potencia menor, disponible, en tanto que se usa esta en lugar del valor nominal mostrado P_N .

Con frecuencia creciente f , la potencia activa P permanece inalterada en primer lugar hasta que la frecuencia f ha alcanzado el valor umbral de frecuencia f_s . Entonces, la potencia activa P se reduce con frecuencia aún creciente. Esta reducción se realiza ahora diferentemente según el control de potencia activa seleccionado y por consiguiente según función de ajuste seleccionada.

La primera función de ajuste F_{S1} muestra a este respecto un desarrollo lineal, en el que la potencia activa P cae entonces a 0 del valor umbral de frecuencia f_s linealmente hasta el valor de frecuencia máximo f_{max} . Según otra función de ajuste mostrada se propone un desarrollo en el sentido de una función cuadrática con signo negativo. Esta también reduce la potencia activa P al valor de potencia 0 de la frecuencia umbral f_s hasta la frecuencia máxima f_{max} . Sin embargo, el desarrollo seleccionado diferentemente procura la posibilidad de una alimentación de potencia más elevada, lo que está ilustrado mediante el espacio intermedio entre ambas funciones de ajuste F_{S1} y F_{S2} , que está dibujado en la figura 4 como ΔP . Las diferentes funciones de ajuste se diferencian en este sentido solo en una sección y en este sentido se puede cambiar por secciones la función de ajuste según el ejemplo mostrado. El cambio se realiza preferentemente en función de una intensidad de red o una especificación del operador de red, por mencionar solo dos ejemplos.

35 Por consiguiente, se ha reconocido que, según la situación, que se puede valorar a saber, por ejemplo, por el operador de red, o se deduce a partir de la intensidad de red, se puede seleccionar un control de potencia activa modificado que posibilita una alimentación de potencia más elevada.

En lugar de una modificación a través de la elección de una función de ajuste totalmente diferente, a saber, por ejemplo, una lineal por un lado y una cuadrática por otro lado, según lo ilustra la figura 4, también entra en consideración dejar invariable la función de ajuste F_S según el motivo, pero modificar uno o varios parámetros. Esto se ilustra en la figura 5 y se indica que la modificación ilustrada en la figura 5 también se puede efectuar a través del cambio de los parámetros, porque se efectúa una conmutación entre funciones de ajuste diferentemente parametrizadas. En este sentido se remite a la explicación de la figura 3 que también se aplica en este caso. Pero, por otro lado, también se pueden regular respectivamente los parámetros correspondientes en la unidad de control u otra calculadora de procesos. En cualquier caso, también entra en consideración un cambio semejante a través de, por ejemplo, una especificación externa por un operador de red o la evaluación de una intensidad de red, por mencionar solo dos ejemplos.

50 La figura 5 ilustra en este sentido un cambio de parámetros de una función de ajuste F_S . Esta función de ajuste F_S se corresponde en principio con la función de ajuste F_{S1} de la figura 4, donde la función de ajuste F_S de la figura 5 cae del valor umbral de frecuencia f_s al valor de frecuencia máxima f_{max} en primer lugar de forma lineal a un valor de potencia mínimo P_{min} que es mayor de 0. Al alcanzar esta frecuencia máxima f_{max} o directamente tras su sobrepaso, la potencia P se reduce entonces a 0. Para este ejemplo mostrado, como primera posibilidad de variación v_1 se deduce la modificación de la frecuencia umbral f_s , en la que comienza la modificación, a saber, reducción de la potencia, referido a una frecuencia f aún creciente. Como segunda posibilidad de variación v_2 existe la posibilidad de modificar el valor de frecuencia máxima f_{max} . Finalmente, la potencia mínima P_{min} también se puede modificar, lo que se ilustra como posibilidad de variación v_3 . Gracias a esta tercera posibilidad de variación v_3 también se modifica por lo demás la pendiente de la zona descendente linealmente de la función de ajuste F_S .

60 Las figuras 3 a 5 ilustran la modificación propuesta de los controles de potencia en función de un estado de red, a modo de ejemplo en la modificación del control de potencia activa en función de la frecuencia de red como estado de

red. Pero, asimismo entra en consideración del modo y manera descritos o según el sentido modificar el control de potencia activa y/o que en lugar de la frecuencia se use como estado de red o adicionalmente a ella un cambio de frecuencia o una tensión de red.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para alimentar potencia eléctrica al menos de una instalación de energía eólica (100) o de un parque eólico (112) en una red de suministro eléctrico (120) con una tensión de red (U) y una frecuencia de red (f), donde

-se alimenta la potencia activa eléctrica (P) y/o potencia reactiva eléctrica (Q) y

10 - la potencia activa alimentada (P) se ajusta a través de un control de potencia activa en función de al menos un estado de red y/o

- la potencia reactiva alimentada (Q) se ajusta a través de un control de potencia reactiva en función de al menos un estado de red,

15 caracterizado porque

- la potencia activa alimentada (P) y/o la potencia reactiva alimentada (Q) se ajusta a través de una función de ajuste (F_{S1} , F_{S2}) en función del estado de red, donde

20 - la función de ajuste entrega un valor de consigna de la potencia activa a alimentar o de la potencia reactiva a alimentar como función dependiente del estado de red, y

-la función de ajuste se modifica o cambia en función de una sensibilidad de red para el ajuste de la potencia activa alimentada (P) o de la potencia reactiva alimentada (Q),

25

donde la sensibilidad de red NS está definida por la fórmula:

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

30 o por la fórmula

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

35 con ΔP como modificación de una potencia activa alimentada, ΔU como modificación resultante de la tensión de red y Δf como modificación resultante de la frecuencia de red.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el control de potencia activa y/o el control de potencia reactiva se modifica en función

40

- de una relación de corriente de cortocircuito (SCR) y/o

- de una especificación externa, en particular a través de una señal externa.

45 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque

la potencia activa alimentada (P) se reduce con frecuencia de red creciente (f), tan pronto como la frecuencia de red (f) ha sobrepasado un valor umbral de frecuencia (f_s) y hasta que ha alcanzado un valor superior de frecuencia (f_{max}) y porque se pueden modificar la pendiente de la reducción dependiente de la frecuencia de red y/o el valor umbral de

50

frecuencia (f_s) y/o el valor superior de frecuencia (f_{max}).

4. Instalación de energía eólica (100) para alimentar potencia eléctrica (P) en una red de suministro eléctrico (120), donde

la instalación de energía eólica (100) está preparada para alimentar potencia eléctrica (P) según un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en la red de suministro eléctrico (120).

55

5. Parque eólico (112) para alimentar potencia eléctrica (P) en una red de suministro eléctrico (120), donde el parque eólico (112) está preparado para alimentar potencia eléctrica (P) según un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en la red de suministro eléctrico (120).

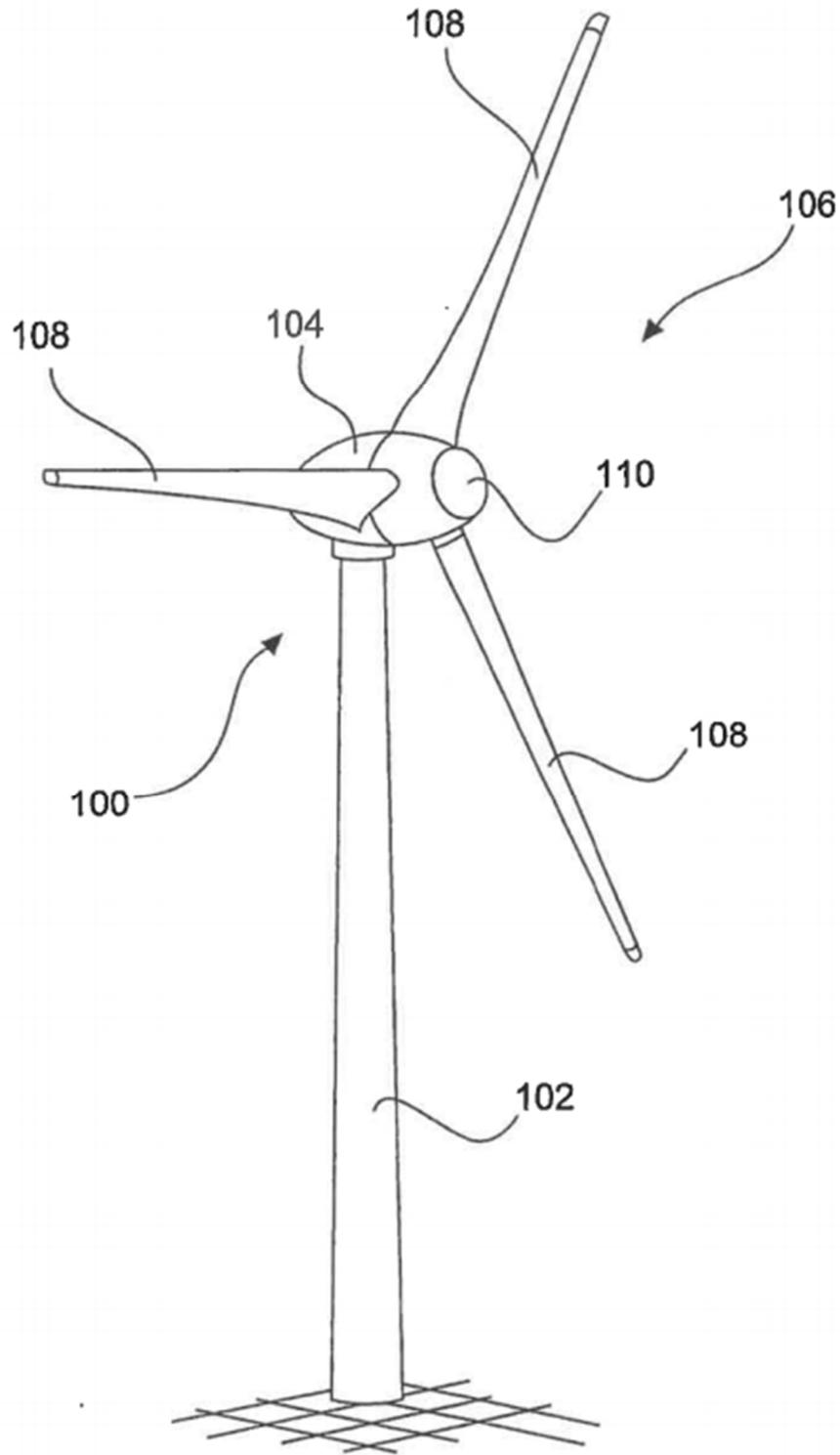


Fig. 1

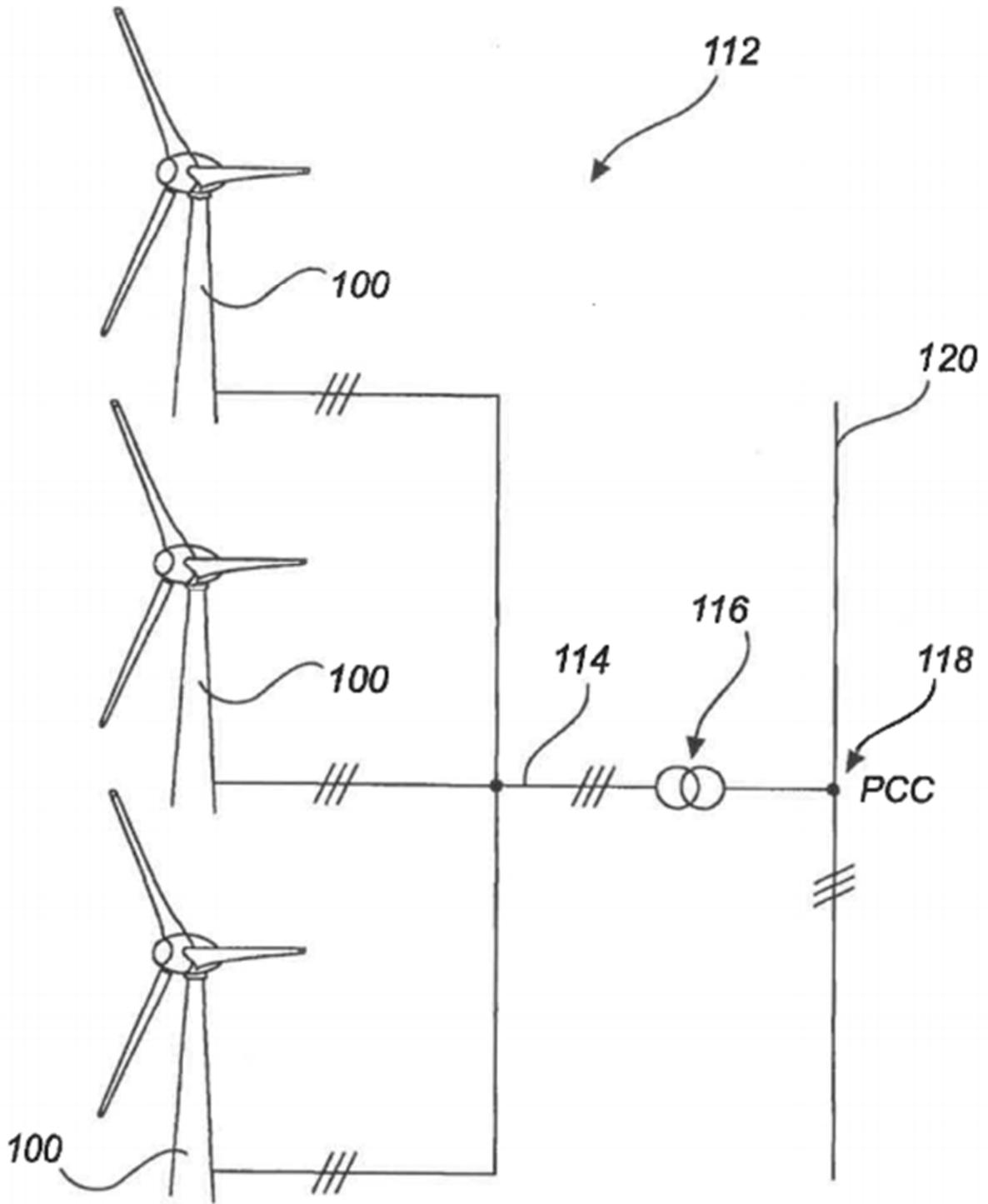


Fig. 2

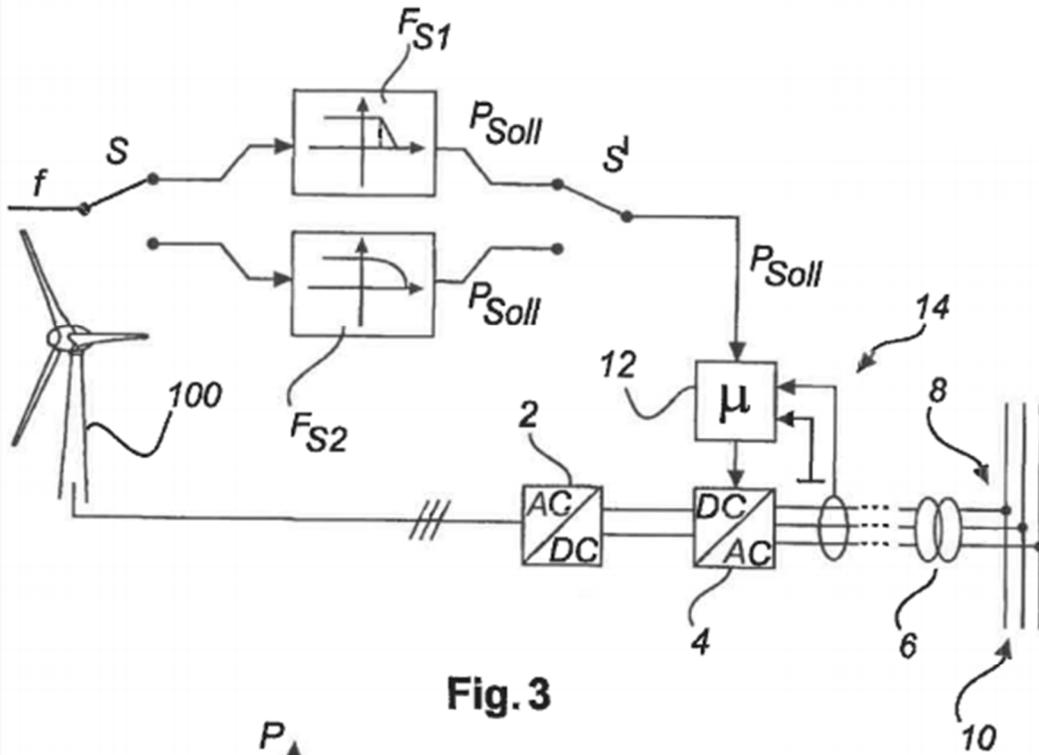


Fig. 3

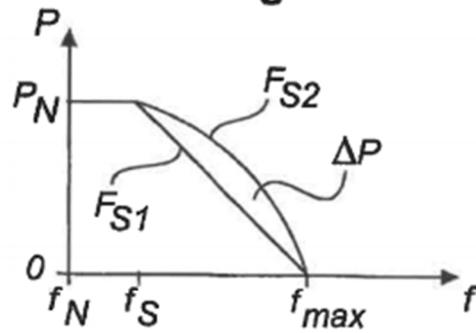


Fig. 4

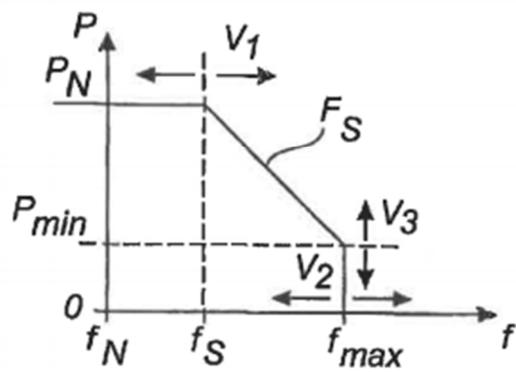


Fig. 5