

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 811**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 7/04** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2014 PCT/EP2014/062033**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2014 WO14198725**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2014 E 14731572 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3008334**

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

30 Prioridad:

**10.06.2013 DE 102013210812**

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

**26.02.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BARTSCH, MATTHIAS**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 701 811 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 la alimentación de potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la alimentación de potencia eléctrica mediante un parque eólico en una red de suministro eléctrico. Además, la presente invención se refiere a un parque eólico correspondiente.

10 La alimentación de potencia eléctrica mediante un parque eólico, que comprende varias instalaciones de energía eólica, se conoce en general. Aquí se agrupan varias instalaciones de energía eólica en un parque eólico de forma operativa y alimentan en particular a través de un punto de conexión de red común, que también se designa como punto de conexión de red o PCC (Point of Common Coupling), en la red de suministro eléctrico. El parque eólico dispone con frecuencia de un control de parque o una unidad de control de parque, que realiza tareas comunes para el parque eólico. A ello puede pertenecer, por ejemplo, la transmisión de informaciones entre el operador de red y una instalación de energía eólica, o la aplicación de una especificación de potencia externa para la potencia activa a alimentar.

20 Además se conoce actualmente que las instalaciones de energía eólica, inclusive parques eólicos, participen activamente en el así denominado soporte de red de la red de suministro eléctrico en cuestión. A ello pertenece contribuir a una estabilización de la tensión en la red de suministro eléctrico. A ello pertenece también tomar medidas de estabilización en el caso de una perturbación de red, como un cortocircuito de red. Con frecuencia tales propiedades del parque eólico o de las instalaciones de energía eólica se predeterminan en las normas de conexión a red del operador de la red de suministro eléctrico (el operador de red) y se deben comprobar eventualmente por los operadores del parque eólico o de las instalaciones de energía eólica.

25 Un control de parque se muestra, por ejemplo, en la solicitud americana US 2006 0142899 A1. Procedimientos para el soporte de red se describen, por ejemplo, en el documento DE 197 56 777, US 6 965 174 y US 7 462 946.

30 La potencia alimentada en el punto de conexión de red y por consiguiente la corriente alimentada en el punto de conexión de red – o expresado de forma precisa las corrientes de fase alimentadas – se componen de las corrientes que generan las instalaciones de energía eólica individuales. Las instalaciones de energía eólica son por consiguiente las que generan y proporcionan las corrientes correspondientes y por consiguiente como resultado la corriente total alimentada según el valor y la fase. En las modernas instalaciones de energía eólica, esto se realiza mediante el uso de cada vez uno o varios inversores de frecuencia. Las instalaciones de energía eólica también realizan por consiguiente medidas correspondientes de estabilización de red y soporte de red. En particular es problemático satisfacer los requerimientos crecientes de soporte de red mediante instalaciones de energía eólica, en particular parques eólicos. También puede ser difícil la realización de una comprobación de una propiedad de soporte de red requerida.

40 En particular puede ser problemática la rápida aplicación de una medida de soporte de red en el caso de una caída de tensión. En este caso es problemática una detección rápida de una perturbación de red, en particular de una caída de tensión de red, como también una aplicación rápida de medidas de soporte de red en el caso de la aparición de una perturbación de red correspondiente. Las propuestas para una medición rápida se han descrito a este respecto ya en el documento US 20120169059 A1. Por consiguiente ya son posibles posibilidades muy rápidas de la detección de un estado de red, en particular tensión de red. A este respecto, sin embargo puede permanecer de forma problemática una aplicación rápida en el caso de una perturbación de red.

50 Los documentos EP 2 267 306 y EP 2 267 302 A2 muestran respectivamente una unidad de parque eólico, que está establecida para detectar magnitudes de red y excitar las instalaciones de energía eólica individuales del parque eólico en función de las magnitudes de red detectadas.

La invención tiene por ello el objetivo de direccionar al menos uno de los problemas arriba mencionados. En particular se propone una solución para un soporte de red de calidad elevada y/o frecuencia de reacción elevada con demostrabilidad lo mejor posible de las propiedades. Al menos se debe crear una solución alternativa.

55 Según la invención se propone un procedimiento según la reivindicación 1. Este procedimiento se basa por ello en un parque eólico, que comprende varias instalaciones de energía eólica. Este parque eólico alimenta en una red de suministro eléctrico, concretamente en un punto de conexión de red, en el que también se detecta al menos una magnitud de estado de red mediante una unidad de control de parque. Una magnitud de estado semejante es en particular la tensión de red eléctrica en el punto de conexión de red. Básicamente el procedimiento propuesto

también se puede usar para una instalación de energía eólica individual, que alimenta en la red de suministro eléctrico.

Además, la red de suministro se verifica respecto a si está presente un proceso transitorio en la red. En el caso normal y por consiguiente en el caso estacionario, la red de suministro eléctrico presenta una tensión aproximadamente sinusoidal con frecuencia fija y amplitud fija. La frecuencia como también la amplitud pueden variar dentro de límites muy estrechos, sin abandonar el criterio del estado normal. También pueden estar presentes pequeñas desviaciones del desarrollo sinusoidal, en particular armónicos simétricos y no simétricos. Como amplitud de tensión puede ser suficiente en este caso el uso del valor eficaz de la tensión. Con frecuencia también puede ser suficiente a este respecto usar solo la tensión de una fase.

Si la tensión se desvía de forma significativa de este estado normal descrito, en tanto que cae por ejemplo a un valor de menos del 90% de su valor nominal, existe un proceso transitorio. Por ello la desviación significativa del desarrollo de tensión sinusoidal normal designa un proceso transitorio. En ello también está incluida una modificación de un estado semejante que se desvía del desarrollo de tensión sinusoidal normal. En particular un ejemplo para un proceso transitorio semejante es la caída de la tensión de red debido a un cortocircuito en la red. De este modo la tensión puede caer bruscamente a cero. Pero la tensión también puede caer solo parcialmente. Una caída semejante solo parcial está presente en particular luego, cuando la tensión se derrumba directamente en el lugar del cortocircuito a cero, pero la red de suministro en cuestión sigue haciéndose funcionar por tanto de modo que en otros puntos en la red de suministro, que están alejados correspondientemente del lugar del cortocircuito, se puede mantener una tensión. Pero en cada caso puede estar presente una caída de tensión rápida, aún cuando la tensión no cae a cero en el punto considerado.

Un proceso transitorio designa en este sentido un estado no estacionario en la red de suministro y por ello un proceso semejante también se designa como proceso transitorio.

Si se reconoce un proceso transitorio, los valores de medición registrados por la unidad de control de parque se transmiten a las instalaciones de energía eólica individuales. Por tanto los valores de medición, en particular de la tensión eléctrica en la red de suministro en el punto de conexión de red, no se transmiten en primer lugar a las instalaciones de energía eólica individuales, sino solo cuando se ha reconocido un proceso transitorio. Las instalaciones de energía eólica pueden trabajar así de forma esencialmente autónoma, trabajar al menos de forma más autónoma, en el estado normal, cuando todavía no se ha reconocido un proceso transitorio, que cuando se ha reconocido el proceso transitorio.

Alternativamente los valores de medición registrados, en particular promediados o calculados de valores eficaces también se transmiten en el estado normal de la unidad de control de parque a las instalaciones de energía eólica individuales, pero con una frecuencia de reloj más baja, como por ejemplo con un valor por segundo. Si se reconoce un proceso transitorio, esta frecuencia de reloj de transmisión se eleva de forma significativa, como por ejemplo a 20 milisegundos (ms), es decir, un valor o un paquete de valores cada 20 ms. Un valor semejante se corresponde en el caso de una red de 50 Hz con un valor o un paquete de valores para cada ciclo.

Las instalaciones de energía eólica obtienen por consiguiente en el caso de un proceso transitorio reconocido sus valores directamente del punto de conexión de red y en particular con una frecuencia de reloj muy elevada y de este modo pueden cambiar su control a un soporte de red necesario correspondientemente. Mediante la transmisión de los valores del punto de conexión de red también se garantiza que todas las instalaciones de energía eólica obtienen los mismos valores en el parque eólico en cuestión. De este modo se puede conseguir una coordinación muy estrecha de las instalaciones de energía eólica entre sí.

Los valores de medición con una frecuencia de reloj baja son en particular aquellos que se calculan, por ejemplo, mediante una observación del estado de red. Éstos se diferencian en este sentido de los valores de medición con frecuencia de reloj más elevada, que también se pueden designar como valores de medición de barrido rápido y en los que está presente una frecuencia de reloj, o frecuencia de exploración, cuando está referido a la detección, que es al menos de 1 kHz, preferentemente 5 kHz.

Tanto la detección de los valores de medición, como también la transmisión propuesta de valores de medición, como también la determinación y transmisión de valores de control, lo que todavía se describe a continuación, se pueden realizar con frecuencia de reloj elevada o baja, en tanto que según una forma de realización concreta no se proponga expresamente otra cosa.

Además o alternativamente se propone que la unidad de control de parque transmita directamente los valores de

control, en particular valores de consigna a ajustar a las instalaciones de energía eólica individuales. Un control coordinado entra en consideración en particular para medidas de apoyo de red y tales medidas de apoyo de red se pueden realizar por ello de modo y manera sencillos mediante la unidad de control de parque. La unidad de control de parque no debe disponer para ello de inversores de frecuencia propios o dispositivos similares para el  
5 acondicionamiento y alimentación de corriente eléctrica en la red de suministro eléctrico. Consigue un control coordinado mediante el control de los dispositivos correspondientes de las instalaciones de energía eólica. Preferentemente la unidad de control de parque detecta en el punto de conexión de red los detalles de la alimentación actual, en particular nivel y fase de la corriente alimentada, concretamente de la corriente total alimentada del parque eólico.

10 Según una forma de realización se propone por consiguiente que como magnitud de estado de red en el punto de conexión de red se detecte allí la tensión eléctrica de la red de suministro, se detecta el ángulo de fase al menos de una corriente alimentada y/o la potencia reactiva alimentada. Además o alternativamente se puede detectar el valor de la corriente alimentada, determinándose la potencia reactiva a partir del valor y fase de la corriente alimentada  
15 teniendo en cuenta la tensión eléctrica. A través de la detección y eventualmente puesta a disposición de estos valores de medición centrales en el punto de conexión de red, la alimentación del parque eólico se puede coordinar mediante las instalaciones de energía eólica del parque eólico. Además, de este modo también se puede mejorar en conjunto una demostrabilidad de las propiedades de alimentación del parque eólico, a ser posible primeramente posibilitarse.

20 Preferentemente la fase de la corriente a alimentar se transmite como valor de control a las instalaciones de energía eólica individuales. De este modo se puede influir en la corriente total a alimentar, en particular la corriente reactiva a alimentar.

25 Según una forma de realización se propone que los valores de control transmitidos a las instalaciones de energía eólica se individualicen para cada una de las instalaciones de energía eólica. La unidad de control de parque, en la que está presente en primer lugar un valor para la tensión de red, así como los valores totales de la potencia alimentada y potencia reactiva alimentada, puede determinar en primer lugar los valores de consigna para la potencia reactiva total a alimentar y/o las corrientes reactivas totales a alimentar. Estos valores totales se pueden  
30 dividir luego entre las instalaciones de energía eólica individuales. Por ello para las instalaciones de energía eólica individuales se puede calcular a partir de ellos, o a partir de otros valores, respectivamente un valor de consigna individual y transmitirse a la instalación de energía eólica en cuestión. La unidad de control de parque puede tener en cuenta aquí para los valores de consigna totales y conocimiento sobre las instalaciones de energía eólica individuales en el parque eólico. Siempre y cuando en el parque eólico todas las instalaciones de energía eólica sean idénticas y también estén todas en funcionamiento, las instalaciones de energía eólica pueden recibir el mismo  
35 valor. Para diferentes instalaciones de energía eólica en el parque eólico es posible tener en cuenta estas diferencias, en particular en su potencia nominal. Para ello se individualizan tales valores de control. En particular en presencia por grupos de instalaciones de energía iguales o esencialmente iguales puede ser ventajoso o suficiente individualizar tales valores de control solo por grupos. Cada instalación de energía eólica de un grupo obtiene así  
40 entonces los mismos valores de control que las otras instalaciones de energía eólica en el mismo grupo.

A este respecto, los valores de control predeterminan en particular respectivamente un valor de consigna de corriente reactiva de una corriente reactiva a alimentar. La suma de los valores de consigna de corriente reactiva de todas las instalaciones de energía eólica indica un valor de consigna de corriente reactiva total, que indica el nivel de  
45 la corriente reactiva a alimentar en el punto de conexión de red. El valor de consigna de corriente reactiva correspondiente de una instalación de energía eólica, que se proporciona concretamente como valor de control por la unidad de control de parque, depende de la capacidad de alimentación actual de la instalación de energía eólica en cuestión y del valor de consigna de corriente reactiva total del punto de conexión de red.

50 Para ello se propone según una forma de realización, que cada instalación de energía eólica presente varias unidades de alimentación, que pueden estar configuradas en particular como armarios de potencia. Estas unidades de alimentación generan respectivamente una corriente para la alimentación en la red de suministro eléctrico y pueden estar configuradas como inversores o presentar inversores. Preferentemente cada unidad de alimentación tiene igual tamaño con respecto a la potencia de alimentación, en particular con respecto de la corriente generable o  
55 alimentable por ella, en particular tiene igual tamaño en comparación a otras instalaciones de energía eólica en el parque eólico, aún cuando las instalaciones de energía eólica tengan diferente tamaño. Por consiguiente se propone un concepto y lo toma por base, en el que se implementa una capacidad de alimentación diferente mediante un número diferente de inversores. El cálculo y especificación de la corriente reactiva individualizada u otra corriente a alimentar se realiza para la instalación de energía eólica individual preferentemente en función del número  
60 correspondiente de sus unidades de alimentación presentes, es decir, del número de sus unidades inversoras.

La unidad de control de parque conoce en este caso el número de las unidades de alimentación de cada instalación de energía eólica en el parque eólico y puede calcular correspondientemente los valores de control individualizados.

- 5 Según otra forma de realización se propone que el valor de consigna de corriente reactiva y/o un valor de consigna de potencia activa de cada instalación de energía eólica o de cada grupo de instalaciones de energía eólica se determine en función de la potencia activa nominal y/o de la corriente activa nominal de la instalación de energía eólica correspondiente y se transmita correspondientemente a las instalaciones de energía eólica. Preferentemente se tienen solo en cuenta las instalaciones de alimentación y/o solo las instalaciones de energía eólica que están en  
10 funcionamiento actualmente o listas para funcionar.

Las potencias activas nominales o corrientes activas nominales correspondientes son por consiguiente representativas para la capacidad alimentable. La suma de todas las potencias activas nominales o corrientes activas nominales de las instalaciones de energía eólica situadas actualmente en funcionamiento también reproduce  
15 por ello la capacidad de potencia activa o capacidad de corriente activa disponible en conjunto por el parque, en tanto que está presente viento suficiente.

La consideración de la corriente nominal indica una medida de cuánta corriente se puede alimentar realmente respectivamente. El diseño de las instalaciones de energía eólica, sus unidades de alimentación individuales y/o  
20 potencias presentes se realiza en base a una corriente nominal semejante y/o puede limitar una corriente nominal semejante. Incluso con poco viento puede ser posible alimentar una potencia reactiva elevada, con frecuencia incluso más elevada que la potencia activa. En el caso de viento débil también se puede generar solo una corriente activa débil, pero eventualmente una corriente reactiva más elevada. Pero la corriente total y por consiguiente también la corriente reactiva, se limita mediante el diseño técnico de las instalaciones de energía eólica, en particular  
25 de las unidades de alimentación y/o líneas de conexión. Por ello se propone tenerlo en cuenta, lo que se puede realizar a través de la consideración de la corriente nominal correspondiente.

Según una forma de realización se propone que los valores de control ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) transmitidos a las instalaciones de energía eólica (4)  
30

- sean diferentes en fase,
- contengan un grado de asimetría y/o
- se predeterminen a través de una componente de secuencia positiva y una componente de secuencia negativa, predeterminando los valores de control transmitidos en particular respectivamente un valor de consigna de corriente  
35 reactiva ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) de una corriente reactiva a alimentar.

Por ello se parte de un sistema trifásico habitual y se tiene en cuenta que pueden aparecer asimetrías entre las fases. Estas asimetrías también se tienen en cuenta para los valores de control a transmitir. Para ello se proponen distintas posibilidades, inclusive la posibilidad de aplicar el método de los componentes simétricos y predeterminar  
40 correspondientemente los valores de control a través de una componente de secuencia positiva y una componente de secuencia negativa. En particular se predeterminan los valores de consigna para una corriente reactiva a alimentar.

Preferentemente se reconoce un proceso transitorio porque

- 45
- la tensión de red cae por debajo de un valor límite de tensión predeterminado,
  - la tensión de red sobrepasa un límite superior de tensión predeterminado,
- 50 - la tensión de red se modifica con un gradiente temporal que en virtud del valor sobrepasa un valor límite de modificación y/o
- una diferencia de la tensión de red de un valor de referencia y el gradiente de temporal de la tensión de red se ponderan respectivamente y se añaden a un criterio global y el criterio global sobrepasa de forma absoluta o en  
55 virtud del valor un valor límite global.

Si la tensión de red cae por debajo de un valor límite de tensión predeterminado, que se puede situar por ejemplo en el 90% de la tensión nominal de la red de suministro eléctrico, se reconoce una caída de tensión y por consiguiente se reconoce un proceso transitorio. Una posibilidad adicional o alternativa consiste en detectar una velocidad de  
60 modificación de la tensión de red y para ello se propone observar correspondientemente el gradiente temporal de la

- tensión de red, es decir, con qué pendiente referida al tiempo se modifica la tensión de red. En particular se detecta en este caso una caída de tensión, es decir, una pendiente negativa y por consiguiente un gradiente negativo y según el valor se compara con un valor límite de modificación. Un valor límite de modificación puede ser, por ejemplo, de un voltio por milisegundo (ms) o puede tomar por base un valor normalizado, como por ejemplo una pendiente de uno por ciento por segundo, correspondiéndose una tensión de 100% con la tensión nominal de la red de suministro eléctrico. De este modo se puede reconocer a ser posible en el caso de un gran gradiente en virtud al valor una caída de red u otra perturbación, antes de que la tensión se haya modificado de forma significativa según su valor absoluto.
- 5
- 10 Junto a la caída de tensión una fuerte sobreelevación de tensión también puede representar una perturbación en la red de suministro eléctrico. Correspondientemente se propone detectar también una sobreelevación de tensión semejante como proceso transitorio. En particular existe una fuerte sobreelevación de tensión cuando la tensión de red actual sobrepasa la tensión de red normal, en particular tensión nominal de la red de suministro eléctrico en más del 10%, es decir, es mayor del 110%.
- 15
- 20 Preferentemente se propone considerar tanto la tensión de red según su valor absoluto, como también considerar el gradiente de la tensión. Esto se puede tener en cuenta de modo que se considera una diferencia de tensión entre la tensión de red y un valor de referencia, por un lado, y el gradiente temporal de la tensión de red, por otro lado. Tanto esta diferencia de tensión como también el gradiente se ponderan y adicionan respectivamente, eventualmente se
- 25 De este modo también se puede negar el reconocimiento de un proceso transitorio, cuando por ejemplo la tensión de red se sitúa por debajo de un valor de referencia, pero el gradiente de tensión muestra que esta tensión está de nuevo en aumento.
- 30 Según una forma de realización se propone que se conmute de un control estacionario a un control transitorio, cuando se ha reconocido un proceso transitorio en la red de suministro y/o se conmute de un control transitorio de vuelta al control estacionario cuando se ha reconocido que ha finalizado el proceso transitorio. Con ello se propone usar básicamente otro control, concretamente en particular básicamente otro control de parque, en función de si está presente un proceso transitorio o no.
- 35 Para el caso del control estacionario se propone no dar valores predeterminados para la corriente reactiva a alimentar y/o valores predeterminados para un ángulo de fase a ajustar a cada instalación de energía eólica. Por ello las instalaciones de energía eólica del parque trabajan esencialmente de forma autónoma en el caso del control estacionario.
- 40 En el caso del control estacionario, una forma de realización prevé que los valores de medición de tensión, que ha detectado el control de parque en el punto de conexión de red, se transmitan como valor medio con una primera frecuencia de reloj a la instalación de energía eólica o que tales valores de medición de tensión no se transmitan a las instalaciones de energía eólica y las instalaciones de energía eólica usen mejor dicho valores de medición propios. La primera frecuencia de reloj propuesta es una frecuencia de reloj proporcionalmente baja, que puede ser por ejemplo un milisegundo (ms).
- 45
- 50 En el caso del control transitorio se propone que los valores predeterminados para la corriente reactiva a alimentar y/o el ángulo de fase a alimentar se le den a cada instalación de energía eólica. Por ello aquí se interviene de forma clara y drástica en la autonomía de la regulación o control de las instalaciones de energía eólica individuales. Las instalaciones de energía eólica no solo han ajustado de forma autónoma hasta ahora el respectivo ángulo de fase necesario, sino que también lo han determinado de forma autónoma. Esto ya no se debe realizar más ahora según esta forma de realización en el caso del control transitorio, es decir, del control que se usa cuando se ha reconocido un proceso transitorio. En el caso del control transitorio, que en particular indica una caída de tensión de forma condicionada por un cortocircuito de red o similares, es ventajoso en particular un modo de proceder rápido, dirigido, delimitado y preferentemente reproducible de forma clara del parque eólico, según se ha reconocido e implementado
- 55 aquí. Mediante la predeterminación de los valores de consigna mediante la unidad de control de parque se coordinan de forma dirigida las instalaciones de energía eólica para este estado problemático y sensible de la red de suministro.
- 60 Preferentemente en el caso del control transitorio se determinan los valores de medición de tensión en el punto de conexión de red como valores instantáneos o valores cuasi-instantáneos y se transmiten a las instalaciones de

energía eólica. Físicamente no es posible básicamente la detección a tiempo real y uso del valor instantáneo, pero se pueden usar valores de medición lo más rápidos posibles, que no están asociados en particular a través de varios periodos en le medio de red, sino solo al respectivo periodo actual. Desde el punto de vista práctico representan valores instantáneos, a menos valores cuasi-instantáneos. Una posibilidad de detectar tales valores de medición se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente DE 10 2009 031 017 o US 2012 0169059 A1 y también se propone aquí el uso de un procedimiento allí descrito para la detección de valores de medición en particular de la tensión en una red de tensión trifásica. En este sentido el objeto de dicha solicitud de patente se puede considerar como parte de la presente descripción.

10 Además o alternativamente se propone transmitir tales valores de medición de tensión con una segunda frecuencia de reloj elevada respecto a la primera frecuencia de reloj a las instalaciones de energía eólica. Las instalaciones de energía eólica contienen de este modo de forma muy rápida y además entre sí simultáneamente el respectivo valor actual a través de la tensión eléctrica de la red de suministro eléctrica en el punto de conexión de red. A este respecto, la segunda frecuencia de reloj se selecciona tan elevada que los valores en cuestión se transmiten tan rápido y con adaptación rápida a las instalaciones de energía eólica, de modo que se puede realizar un soporte de red correspondiente para el caso difícil y rápidamente modificable de la caída de red, en particular del cortocircuito de red con velocidad necesaria correspondientemente.

20 Preferentemente el parque eólico se controla de modo que no se queda por debajo en función de la potencia activa total mínima a alimentar en el punto de conexión de red. En este caso se puede conseguir que también se garanticen eventuales alimentaciones de potencia mínima en el caso de una alimentación de corriente de cortocircuito. Una potencia activa mínima semejante puede depender de la potencia activa alimentada o a alimentar.

25 Otra forma de realización propone que el reconocimiento de un proceso transitorio se le notifica a una central de control de red que controla la red de suministro eléctrico. Por consiguiente se puede conseguir que esta central de control de red se informe sobre este proceso transitorio, es decir, la perturbación de red. Además una información semejante a la central de control de red también implica que ahora se debe esperar un comportamiento correspondiente del parque eólico o es comprensible el comportamiento del parque eólico para esta central de control de red.

30 Preferentemente se propone que al menos una magnitud de estado en el punto de conexión de red, en particular la tensión de red se mida allí de forma continua con frecuencia de reloj no disminuida. Pero se propone que solo al reconocer un proceso transitorio se le transmita esta magnitud de estado medida a la instalación de energía eólica o que al menos solo en el caso del reconocimiento de un proceso transitorio se realice esta transmisión con frecuencia de reloj lo más elevada posible, en particular la frecuencia de reloj, con la que se miden las magnitudes de estado de red correspondientes.

40 De este modo se consigue que un control de red se detecte con velocidad elevada, concretamente con retardo temporal lo más bajo posible. Pero la detección de una perturbación de red debería ser una excepción muy grande y por ello se propone transmitir primeramente los datos correspondientes o transmitirlos con frecuencia de reloj no disminuida, tan rápidamente como sea posible, cuando realmente también se ha reconocido un proceso transitorio, es decir, una perturbación en la red.

45 Según la invención se propone además un parque eólico, que esté preparado para la alimentación de potencia eléctrica en un punto de conexión de red en la red de suministro eléctrico. Un parque eólico semejante comprende varias instalaciones de energía eólica y una unidad de control de parque. El parque eólico, en particular una unidad de control de parque está preparado para realizar un procedimiento según al menos una de las formas de realización arriba descritas.

50 A continuación la invención se explica más en detalle mediante formas de realización a modo de ejemplo en referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra una instalación de energía eólica en una vista en perspectiva.

55 La figura 2 muestra esquemáticamente un parque eólico controlable según la invención

La figura 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 rotativo mediante el viento durante el funcionamiento y de este modo acciona un generador en la góndola 104.

60

La figura 2 muestra un parque eólico 2 con tres instalaciones de energía eólica 4 a modo de ejemplo, que alimenta en un punto de conexión de red común 6 en la red de suministro eléctrico 8, que también se puede designar de forma simplificada como red. A este respecto, las instalaciones de energía eólica 4 generan respectivamente corrientes a alimentar que se acumulan en la red de parque 10 y se transmiten a un transformador 12. En el transformador se eleva la tensión en la red de parque 10 a una tensión correspondiente de la red de suministro 8.

En el punto de conexión de red 6 y por consiguiente en el ejemplo mostrado detrás del transformador 12, es decir, en su lado dirigido hacia la red 8, se miden la corriente real  $I_{\text{real}}$  alimentada y la tensión real  $U_{\text{real}}$  presente y se le suministran a una unidad de control de parque 14 como valores de medición para la consideración y evaluación.

10

La unidad de control de parque 14, que también se puede designar como FCU, se comunica a través de un bus FCU 16 con las instalaciones de energía eólica individuales. La unidad de control de parque 14 se comunica además con un sistema SCADA 18, a través del que se pueden efectuar algunos controles y/o supervisiones del parque y de instalaciones de energía eólica individuales. El sistema SCADA 18 se comunica además con las instalaciones de energía eólica a través de un bus SCADA 20.

15

Ahora según una forma de realización se propone que también se evalúen los valores medidos en el punto de conexión de red 6 por parte de la unidad de control de parque 14, a fin de reconocer un proceso transitorio en la red de suministro eléctrico 8. Entonces los valores de medición actuales se transfieren tan rápido como sea posible y con frecuencia de reloj elevada a través del bus FCU 16 a las instalaciones de energía eólica 4. A ello puede pertenecer en particular la respectiva tensión actual, que se ha detectado en el punto de conexión de red 6. También informaciones sobre el ángulo de fase de la corriente alimentada, concretamente el ángulo de fase entre la corriente real alimentada y la tensión real alimentada pueden pertenecer a estos valores de medición actuales y transmitidos con frecuencia de reloj elevada.

20

Además o alternativamente se propone que la unidad de control 14 transmita, en el caso de reconocimiento de un proceso transitorio en la red 8, los valores de control a las instalaciones de energía eólica 4 individuales a través del bus FCU 16. Como valores de control a transmitir, que se deben transmitir igualmente con frecuencia de reloj elevada, está en particular la transmisión de un valor de consigna de corriente reactiva  $I_{\text{QS}}$ , en particular para cada una de las instalaciones de energía eólica 4 se transmite un valor de consigna de corriente reactiva  $I_{\text{QS1}}$ ,  $I_{\text{QS2}}$  o  $I_{\text{QS3}}$  individual. También se pueden transmitir individualmente los valores para cada fase. Esto también se puede realizar de modo que se transmita un valor junto con un grado de asimetría o que se transmita un valor de consigna, p. ej. un valor de consigna de la corriente reactiva tanto para la secuencia positiva como también para la secuencia negativa, en el sentido del método de las componentes simétricas. Estas corrientes de consigna se pueden calcular por consiguiente en la unidad de control de parque 14 directamente a partir de los valores de medición para la corriente y tensión en el punto de conexión de red 6, adaptándose entre sí, y transmitirse a las instalaciones de energía eólica 4 en cuestión. Las instalaciones de energía eólica 4 pueden ajustar entonces directamente estas corrientes reactivas requeridas. La unidad de control de parque 14 también puede controlar con ello y por consiguiente también reconocer de forma temprana qué corriente total, en particular que corriente reactiva total se alimentará, cuando se puede partir de que las instalaciones de energía eólica 4 también pueden aplicar los valores de consigna predeterminados del modo y manera predeterminados.

25

Mediante un procedimiento semejante también se puede mejorar en particular el control de la alimentación del parque eólico 2 a través de un caso de error – también designado como Fault Ride Through / FRT – y comprobarse el comportamiento concreto del parque eólico. En particular, de este modo también se puede realizar una comprobación necesaria, que es necesaria para la conexión del parque eólico 2 a la red de suministro eléctrico 8. En particular también se mejora la posibilidad de una certificación del parque eólico para este caso especialmente crítico.

45

En este sentido esta solución propuesta también se desvía de las situaciones actuales en el parque eólico, en las que cada instalación de energía eólica solo realiza su control, inclusive de un control FACTS. Este control se puede gestionar ahora de forma centralizada por la unidad de control de parque 14. La aplicación concreta de la respectiva corriente a generar se realiza además por las instalaciones de energía eólica individuales. Esto tiene entre otros la ventaja de que para cada instalación de energía eólica individual no eran conocidos con frecuencia los niveles de tensión exactos y el ángulo de fase en el punto de alimentación. Preferentemente la medición se realiza a través de un así denominado procedimiento de vector espacial en el punto de conexión de red. Un procedimiento semejante se describe en el documento US 2012/0169059 y también se puede designar como observación del estado de red.

50

55

Durante la predeterminación del valor de consigna de potencia reactiva se determina en primer lugar un valor de consigna de potencia reactiva total para todo el parque y luego se divide en valores de consigna individuales para

60

5 cada instalación de energía eólica en el parque. Esto se puede realizar de forma uniforme, esto se puede realizar también según el número de los armarios de potencia, concretamente de las unidades de alimentación o unidades de inversor usadas, y se puede realizar según los respectivos armarios de potencia disponibles, proporcionándose para ello informaciones a la unidad de parque de control 14, de que armarios de potencia, es decir inversores, están a disposición en el momento y listos para usar. Un criterio a tener en cuenta también puede ser si la instalación de energía eólica correspondiente trabaja en realidad en el momento en cuestión. Hasta ahora en los parques eólicos existentes se realizó el paso de perturbaciones de red o fallos de red (Fault Ride Through; FRT) al plano de las instalaciones y no al plano del parque, las instalaciones de energía eólica realizaron esto entonces por sí mismas cada vez de forma autónoma. De este modo también se dificulta la comprobación del comportamiento FRT en el punto de conexión de red de un parque eólico, lo que se mejora ahora mediante la solución propuesta.

15 En los conceptos actuales también era problemático que no era conocido respectivamente por parte del control FACTS dentro de las instalaciones de energía eólica individuales, cuáles son el nivel de tensión y el ángulo de fase en el punto de conexión de red. En particular ahora se propone transmitir las señales de tensión del punto de conexión de red hacia la instalación de energía eólica, a fin de conseguir allí un reglaje relativo para una facilitación de corriente reactiva concreta para el soporte de red óptimo en el punto de conexión de red. La transferencia de los valores se puede realizar en forma sinusoidal o en valores ya calculados a partir del procedimiento de vector espacial.

20 Además o alternativamente se propone determinar un valor de consigna de amplitud de la corriente reactiva total y transmitirlo según la composición del parque eólico a las instalaciones de energía eólica.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la alimentación de potencia eléctrica mediante un parque eólico (2), que comprende varias instalaciones de energía eólica (4), en una red de suministro eléctrico (8), que comprende las 5 etapas
- alimentación de la potencia eléctrica en un punto de conexión de red (6),
  - detección al menos de una magnitud de estado de red en el punto de conexión de red (6) mediante una unidad de control de parque (14) y
- 10 - verificación de la red de suministro (8) respecto a la presencia de un proceso transitorio, **caracterizado porque**
- se realiza un envío con frecuencia de reloj elevada de los valores de medición registrados por la unidad de control de parque (14) y/o de los valores de control ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) determinados por la unidad de control de parque (14) a las instalaciones de energía eólica (4), cuando se ha reconocido la presencia de un proceso transitorio.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** como magnitud de estado de red en el punto de conexión de red (6) se detecta
- la tensión eléctrica de la red de suministro (8),
  - el ángulo de fase al menos de una corriente alimentada,
- 20 - el valor de la al menos una corriente alimentada y/o
- la potencia reactiva alimentada y/o
  - la fase de la corriente a alimentar se transmite como valor de control a las instalaciones de energía eólica individuales.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2,
- caracterizado porque** los valores de control ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) transmitidos a las instalaciones de energía eólica (4) se individualizan para cada una de las instalaciones de energía eólica (4) y/o para los grupos de las instalaciones de energía eólica (4) del parque eólico (2), en particular que
- 30 - los valores de control predeterminan respectivamente un valor de consigna de corriente reactiva ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) de una corriente reactiva a alimentar,
- la suma de los valores de consigna de corriente reactiva ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) de todas las instalaciones de energía eólica (4) indican un valor de consigna de corriente reactiva total, que indica el nivel de la corriente reactiva a alimentar en
- 35 el punto de conexión de red (8), y/o
- el valor de consigna de corriente reactiva correspondiente de una instalación de energía eólica (4) depende de la capacidad de alimentación actual de la instalación de energía eólica (4) en cuestión y/o
  - del valor de consigna de corriente reactiva total del punto de conexión de red (8).
- 40 4. Procedimiento según la reivindicación 3,
- caracterizado porque** cada instalación de energía eólica (4) presenta varias unidades de alimentación para la generación de una corriente para la alimentación en una red de suministro eléctrico (8) y el valor de consigna de corriente reactiva ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) de la instalación de energía eólica (4) correspondiente es cada vez mayor cuántas
- 45 más unidades de alimentación tiene la instalación de energía eólica (4) en cuestión y/o las tiene en funcionamiento, en particular es proporcional al número de las unidades de alimentación correspondientes.
5. Procedimiento según la reivindicación 3,
- 50 **Caracterizado porque** el valor de consigna de corriente reactiva ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) y/o un valor de consigna de potencia activa se determina en función de la potencia activa nominal y/o de la corriente nominal de la instalación de energía eólica (4) correspondiente, o se transmite como valor normalizado respecto a ella, en tanto que la instalación de energía eólica (4) está en funcionamiento.
- 55 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la red de suministro eléctrico (8) es trifásica y los valores de control ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) transmitidos a las instalaciones de energía eólica (4)
- son diferentes en fase,
- 60 - contienen un grado de asimetría y/o

- se predeterminan a través de una componente de secuencia positiva y una componente de secuencia negativa, predeterminando los valores de control transmitidos en particular respectivamente un valor de consigna de corriente reactiva ( $i_{QS1}$ ,  $i_{QS2}$ ,  $i_{QS3}$ ) de una corriente reactiva a alimentar.

5 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizado porque** un proceso transitorio se reconoce porque

- la tensión de red cae por debajo de un valor límite de tensión predeterminado,
- 10 - la tensión de red sobrepasa un límite superior de tensión predeterminado,
- la tensión de red se modifica con un gradiente temporal que en virtud del valor sobrepasa un valor límite de modificación y/o
- una diferencia de la tensión de red de un valor de referencia y el gradiente de temporal de la tensión de red se ponderan respectivamente y se añaden a un criterio global y el criterio global sobrepasa de forma absoluta o en
- 15 virtud del valor un valor límite global.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

**caracterizado porque**

- 20 - se conmuta de un control estacionario a un control transitorio cuando se ha reconocido un proceso transitorio en la red de suministro (8) y/o
- se conmuta de un control transitorio de vuelta a un control estacionario cuando se ha reconocido que ha finalizado un proceso transitorio, y
- 25 - en el caso del control estacionario por parte de la unidad de control de parque (14)
- no se le dan a cada instalación de energía eólica (4) los valores predeterminados para la corriente reactiva a alimentar y/o un ángulo de fase a alimentar y/o
- los valores de medición de tensión en el punto de conexión de red (6) se transmiten como valores medios, con una primera frecuencia de reloj y/o no se transmiten a las instalaciones de energía eólica (4) y/o
- 30 - en el caso del control transitorio por parte de la unidad de control de parque (14)
- se le dan a cada instalación de energía eólica (4) los valores predeterminados para la corriente aparente a alimentar y/o el ángulo de fase a alimentar,
- los valores de medición de tensión en el punto de conexión de red (6) se transmiten como valores instantáneos y/o con una segunda frecuencia de reloj aumentada respecto a la primera frecuencia de reloj a las instalaciones de
- 35 energía eólica (4) y/o
- el parque eólico (2) se controla de modo que, en función de la potencia reactiva total alimentada o a alimentar en el punto de conexión de red (6), no se queda por debajo de una potencia activa total mínima a alimentar.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

- 40 **caracterizado porque** el reconocimiento de un proceso transitorio se le notifica a una central de control de red que controla la red de suministro eléctrico (8).

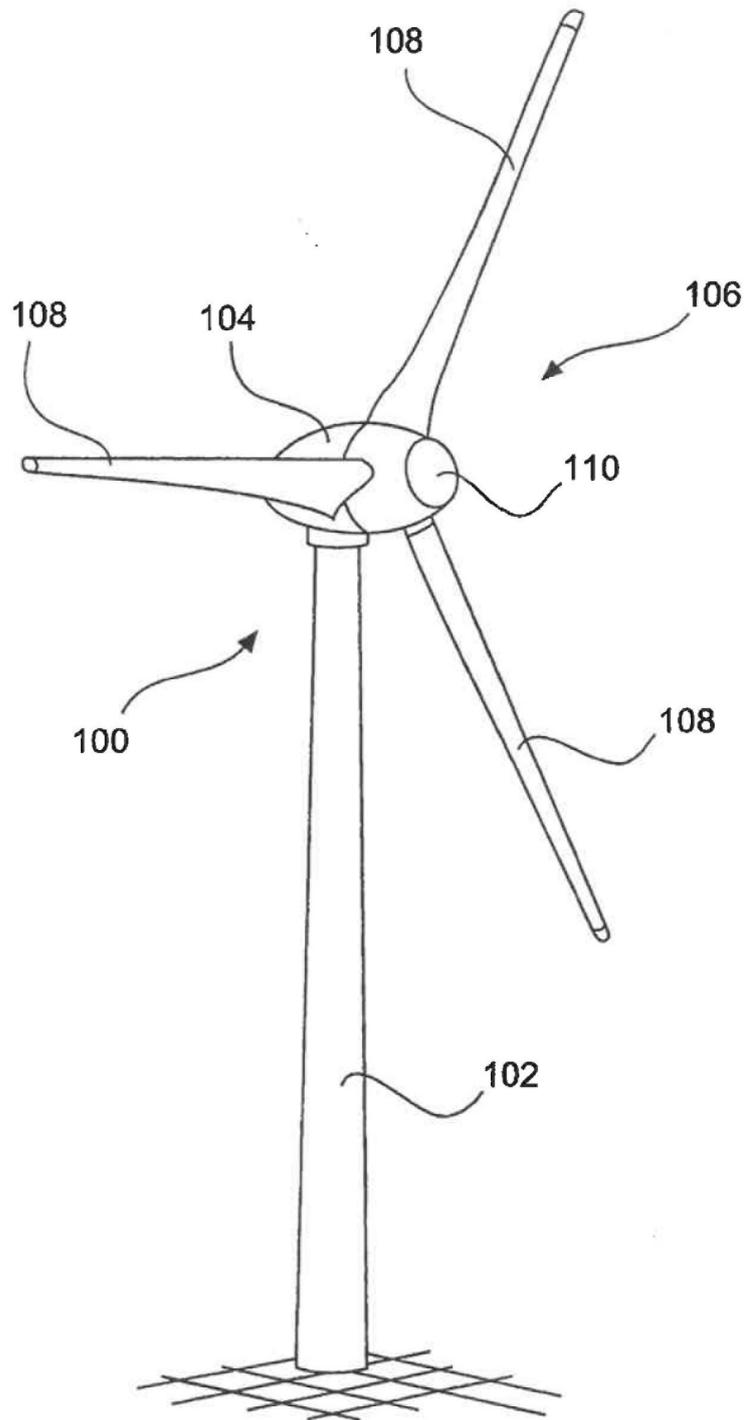
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

- 45 **caracterizado porque** la al menos una magnitud de estado de red en el punto de conexión de red (6) se mide de forma continua con frecuencia de reloj no disminuida, pero solo en el caso de reconocimiento de un proceso transitorio se transmite a las instalaciones de energía eólica (4) o se transmite con frecuencia de reloj elevada, en particular con la segunda frecuencia de reloj, a las instalaciones de energía eólica (4), correspondiéndose la
- 50 segunda frecuencia de reloj preferentemente con la frecuencia de reloj no disminuida con la que se mide la al menos una magnitud de estado de red.

11. Parque eólico (2) para la alimentación de potencia eléctrica en un punto de conexión de red (6) en una red de suministro eléctrico (8), que comprende

- 55 - varias instalaciones de energía eólica (4) y
- una unidad de control de parque (14), en donde el parque eólico (2), en particular la unidad de control de parque (14), está preparado para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.

60



**Fig. 1**

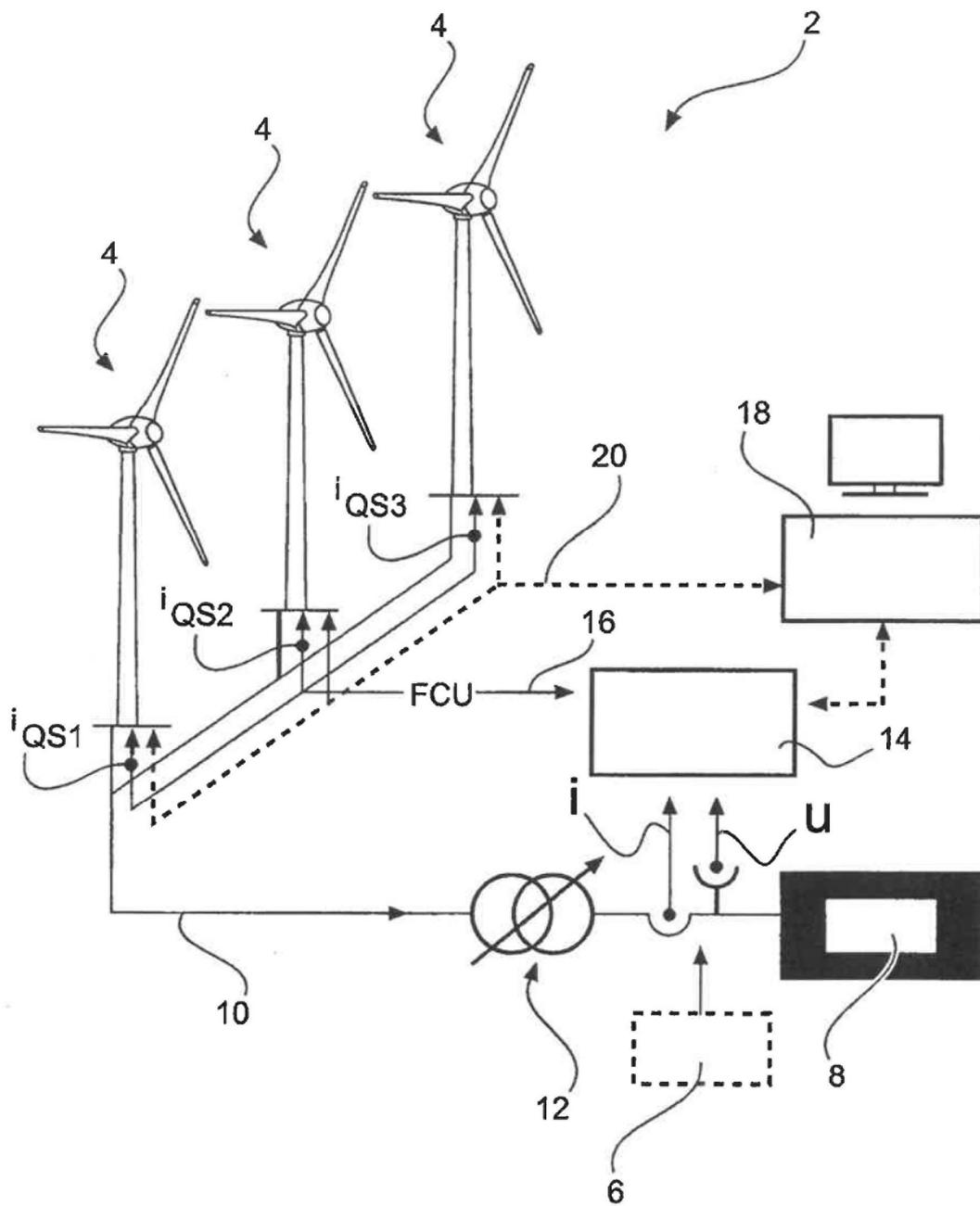


Fig.2