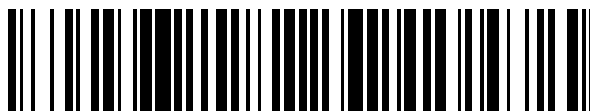


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 303**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

H02J 3/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.09.2016 PCT/EP2016/070741**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017 WO17037245**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2016 E 16760480 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 3345279**

54 Título: **Procedimiento para la alimentación de potencia eléctrica**

30 Prioridad:

03.09.2015 DE 102015114704

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

24.02.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BEEKMANN, ALFRED

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 744 303 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

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la alimentación de potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico mediante al menos una instalación de energía eólica. Además, la presente invención se refiere a una instalación de energía eólica para la alimentación de potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico. Además, la presente invención se refiere a un parque eólico con varias instalaciones de energía eólica para la alimentación en una red de suministro eléctrico.
- 10 Las instalaciones de energía eólica se conocen en general y alimentan potencia eléctrica en sólo una red de suministro eléctrico. Esto también incluye una red de distribución eléctrica. Más allá de la simple alimentación de potencia eléctrica también se ha vuelto habitual entretanto y se requiere parcialmente por los operadores de red, que las instalaciones de energía eólica también contribuyan al soporte de red.
- 15 Por ejemplo, por la patente US 6,891,281 se conoce adaptar eventualmente, en particular reducir, la potencia alimentada por la instalación de energía eólica en función de la frecuencia de red, es decir, la frecuencia presente y medida actualmente en la red.
- 20 Esta medida es especialmente una reacción de la instalación de energía eólica ante las modificaciones en la red y la reacción ante las modificaciones de frecuencia es además un control o regulación suponiendo que las centrales eléctricas de gran potencia, que usan al menos un generador síncrono acoplado directamente con la red, dominan la red. Especialmente la relación entre la frecuencia de red y el balance de potencia en la red, que también se basa en el documento arriba mencionado, parte de este dominio de las centrales eléctricas de gran potencia.
- 25 Pero en tanto que el dominio de tales centrales eléctricas de gran potencia disminuirá en el futuro o al menos puede disminuir, o disminuye en regiones especiales, pueden actuar otras relaciones. Especialmente se producen nuevos problemas cuando ya no está presente una estabilidad base mediante una central eléctrica convencional, descrita como arriba, o no se quisiese contar al menos con ella.
- 30 Un desafío especial puede ser entonces proporcionar una red estable de forma permanente, cuando tales centrales eléctricas de gran potencia no están presentes o poco presentes. Especialmente la facilitación, creación u operación de una red estable semejante mediante generadores de energía descentralizados, como instalaciones de energía eólica, puede ser un problema o al menos un desafío. Un problema a este respecto puede ser que, junto a un
- 35 comportamiento diferente físicamente al que se conoce de centrales eléctricas de gran potencia, también están involucradas esencialmente más unidades y pueden crear, provocar o al menos influir en la estabilidad o justo eventualmente también una inestabilidad.
- 40 La Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha investigado en la solicitud de prioridad para la presente solicitud el siguiente estado de la técnica: DE 10 2013 207 264 A1; US 6,891,281 B2, US 8,981,755 B2; Esmaili, A; Nasiri, A.: Power smoothing and power ramp control for wind energy using energy storage. En 2011 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Phoenix, 17-22/09/2011 y TenneT TSO GmbH: Normas de conexión a red en alta y muy alta tensión. Estado 1 de diciembre de 2012.
- 45 El documento EP 1 672 779 A2 describe un sistema y un procedimiento para el control de una tasa de rampa de potencia de un parque eólico. El documento US 2010/145533 A1 describe un procedimiento y un sistema para el control de la tasa de rampa de potencia para sistemas de generación de energía variables renovables. El documento EP 2 096 299 A2 describe una ampliación de un así denominado "Automatic generation control (AGC)" para la integración de instalaciones de energía eólica.
- 50 La presente invención tiene por consiguiente el objetivo de direccionar al menos uno de los problemas arriba mencionados. En particular se debe crear una solución para la estabilización de una red de suministro eléctrico. Al menos se debe proponer una solución alternativa frente a las soluciones conocidas.
- 55 Según la invención se propone un procedimiento según la reivindicación 1. La invención se refiere por consiguiente a un procedimiento para la alimentación de potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico mediante al menos una instalación de energía eólica. La alimentación se controla a este respecto de modo que se limitan las modificaciones de la potencia alimentada. Las modificaciones de la potencia alimentada, que se pueden producir, por ejemplo, por la modificación de la velocidad del viento, en cualquier caso, no se deben transmitir a la red, sino
- 60 limitarse. Como limitación se predetermina al menos un gradiente límite, que fija el valor de la modificación máxima. La limitación propuesta se refiere por consiguiente a la velocidad de la modificación de la potencia. Si así aumenta repentinamente la potencia disponible por el viento o disminuye repentinamente, pero no debe aumentar o disminuir

asimismo repentinamente la potencia alimentada, sino que se modifican como máximo con el gradiente límite predeterminado. Dicho ilustrativamente se predetermina una pendiente de flanco para la modificación de la potencia.

5 Para el gradiente límite se propone ahora que dependa de una propiedad de la red de suministro o que dependa de un estado momentáneo de la red de suministro. También puede depender al mismo tiempo de ambos.

10 Se basa especialmente en la idea de que las repercusiones en la red de las modificaciones de potencia de la potencia alimentada pueden depender de que propiedades tiene la red, en particular cuan fuerte es. Además, o alternativamente, esta influencia de la modificación de potencia en la red puede depender del estado momentánea de la red de suministro, es decir, por ejemplo, de si la red tiene precisamente un balance de potencia equilibrado o precisamente se opera con una frecuencia exactamente en la frecuencia nominal o si la frecuencia se desvía precisamente más o menos intensamente de esta frecuencia nominal.

15 El gradiente límite se ajusta por consiguiente en función de una propiedad y/o en función de un estado momentáneo de la red de suministro. En otras palabras, la pendiente de flanco ya mencionada ilustrativamente para la modificación máxima de la potencia alimentada se adapta a la red y/o su estado momentáneo.

20 El gradiente límite puede especificar por ejemplo una modificación por unidad de tiempo. El valor porcentual se puede referir a la potencia nominal de la instalación de energía eólica en cuestión o la potencia nominal del parque eólica en cuestión, por mencionar sólo dos ejemplos. Como magnitud de referencia también entra en consideración la potencia de conexión a red del punto de alimentación a red en cuestión, por mencionar otro ejemplo.

25 Preferentemente, para una elevación de la potencia alimentada puede estar previsto un gradiente límite diferente de para una reducción de la potencia alimentada. En este caso se predetermina no sólo un gradiente límite, sino que se predeterminan dos gradientes límite. Los gradientes límite se puede predeterminar de diferente modo y manera o predeterminarse de forma sencilla con diferentes valores.

30 Preferentemente el al menos un gradiente límite se ajusta en función de una sensibilidad de red de la red de suministro. De este modo y manera también se pueden predeterminan dos gradientes límite, donde las relaciones pueden ser diferentes cuantitativamente, pero también pueden ser iguales.

35 En cualquier caso, bajo la sensibilidad de red se define una relación entre una modificación de tensión de red y una modificación de la potencia activa alimentada. Esto se refiere a un punto de alimentación de red. Ambas modificaciones pueden ser sin unidad, en tanto que se toma por base, por ejemplo, respectivamente una modificación porcentual. Así se considera que influencia tiene la modificación de la potencia activa alimentada sobre una modificación de la tensión de red. Cuanto más intensa es la modificación de la tensión de red ante una misma modificación de la potencia activa alimentada, tanto mayor es la sensibilidad de red. La red también es entonces más sensible respecto a las modificaciones de potencia.

40 Se toma por base una sensibilidad de red semejante, donde sin embargo no se debe realizar la detección de la sensibilidad de red, de modo que de forma consabida se predetermina una modificación de potencia porcentual y se observa la reacción de la red. La sensibilidad de red se puede detectar, por ejemplo, online mediante observación simultánea de modificaciones de la potencia alimentada y modificaciones de la tensión de red.

45 Una sensibilidad de red semejante se puede considerar como una propiedad de red. Pero esto no excluye que esta propiedad de la red también se pueda modificar. La sensibilidad de red puede depender de la extensión física de la red en cuestión, pero en particular también depende del tamaño de la red y los consumidores y generadores conectados. Si, por ejemplo, se separa un gran consumidor, como una instalación industrial de la red, en general da como resultado una sensibilidad de red más elevada.

50 Preferentemente el gradiente límite, concretamente en virtud de los valores, se ajusta cada vez menor, cuanto mayor es la sensibilidad de red. Si la sensibilidad de red es entonces grande y la red es por consiguiente sensible, se predetermina un pequeño gradiente de red y por consiguiente un flanco plano, es decir, poco empinado para las modificaciones de potencia como límite. La potencia alimentada se puede modificar entonces solo muy lentamente.

55 Si la sensibilidad de red es por el contrario baja, también se puede efectuar una modificación de potencia más potente, concretamente, más rápida y esto se permite porque el al menos un gradiente límite se ajusta más elevado.

60 Según una forma de realización se propone que para la limitación de un aumento de la potencia alimentada se predetermine un primer gradiente límite y para la limitación de una disminución, es decir, una reducción de la potencia alimentada, un segundo gradiente límite que son diferentes. De este modo se pueden tener en cuenta diferentes relaciones para el efecto de una elevación de potencia en la red, por un lado, y una reducción de potencia en la red, por otro lado. Preferentemente el primer gradiente límite se selecciona mayor que el segundo gradiente

límite. Esto también puede significar que se usan especificaciones de ajuste, que se diferencian entre el primer y segundo gradiente límite, en particular se diferencian cuantitativamente, de modo que resultan gradientes límite de diferente magnitud.

- 5 La predeterminación de un gradiente límite mayor para el aumento de la potencia parte de que una elevación de potencia es menos crítica para la estabilidad de red que una reducción de potencia.

Según una forma de realización se propone que para la limitación de una disminución de la potencia alimentada se use la potencia eléctrica de un acumulador intermedio eléctrica. En primer lugar, se debe observar que una
 10 instalación de energía eólica alimenta con frecuencia tanta potencia como puede tomar del viento según las condiciones de viento actuales. Si el viento disminuye ahora, básicamente también está presente menos potencia a alimentar. Una limitación de la disminución de potencia podría significar entonces que se debe alimentar más potencia, al menos a corto plazo, que la que está presente realmente. Sin embargo, para poder llevar a cabo en esta situación un gradiente límite semejante, es decir, la limitación de la disminución de potencia en un gradiente
 15 determinado, se necesita potencia adicional. Para ello se propone un acumulador intermedio. Una posibilidad, especialmente para un proceso breve, es usar el circuito intermedio de tensión continua, cuando la instalación de energía eólica trabaja según el concepto de inversor completo. Pero un circuito intermedio de tensión continua semejante puede proporcionar una potencia eléctrica sólo durante un período de tiempo muy corto. Por un lado, en él está almacenada poca potencia y, por otro lado, la toma de potencia eléctrica del circuito intermedio de tensión
 20 continua conduce a una caída de tensión de la tensión del circuito intermedio, que puede influir de forma desfavorable en la alimentación.

Además, o alternativamente se puede usar la energía cinética de la instalación de energía eólica, especialmente del rotor aerodinámico rotativo y/o rotor rotativo del generador. Aquí también se podría observar que tal energía cinética
 25 solo es suficiente durante un intervalo de tiempo corto, a fin de ralentizar la reducción de la potencia. Pero según la situación puede ser suficiente la energía cinética almacenada. Además, se puede observar que puede existir el peligro de que la reducción de la velocidad de giro puede conducir en este caso a un estado de funcionamiento desfavorable. En el caso extremo incluso puede estar en peligro el funcionamiento posterior de la instalación, lo que provocaría un problema adicional.

30 Preferentemente se prevé un acumulador intermedio adicional, en particular externo, en particular acumulador intermedio eléctrico. Este puede estar configurado, por ejemplo, como banco de baterías, que está previsto para un almacenamiento temporal de potencia semejante y también se puede dimensionar con la finalidad.

35 Según una configuración se propone que la instalación de energía eólica esté preparada para absorber la potencia eléctrica de la red de suministro. La potencia eléctrica se puede almacenar, por ejemplo, en un acumulador intermedio eléctrico, especialmente en el descrito anteriormente. Además, o alternativamente también se puede consumir una potencia semejante, tomada de la red a través de bancos de resistencias correspondientes, es decir, convertirse en calor y emitirse.

40 Para esta potencia eléctrica a absorber de la red de suministro se propone ahora que también se limite su modificación a través de al menos un o el al menos un gradiente límite. Aquí también se propone por tanto que esta potencia eléctrica tomada se eleve o reduzca solo a lo largo de un flanco de modificación correspondiente. Especialmente luego cuando se inicia un proceso de toma, se debe subir lentamente la potencia a tomar. Aun
 45 cuando esta toma de potencia se finaliza, la potencia tomada se debe conducir de vuelta, es decir, devolver de nuevo lentamente. Esto se puede limitar por los gradientes límite o también predeterminarse de forma concreta. Aquí se pueden usar los mismos gradientes que para la modificación de la potencia entregada. Pero también se pueden determinar otros gradientes límite y esto otros gradientes límite también pueden satisfacer tales requerimientos o ajustarse en principio como se ha descrito anteriormente en algunas formas de realización para el ajuste de los
 50 gradientes límite para la potencia alimentada.

Según una forma de realización se propone que el al menos un gradiente límite se ajuste además en función de una relación de corriente de cortocircuito. A través de la relación de corriente de cortocircuito, que está definida referido al punto de conexión a red, se puede tener en cuenta una información adicional sobre una propiedad de la red de
 55 suministro eléctrico. Si la relación de corriente de cortocircuito es grande, y por ejemplo se sitúa en el valor 10, está presente una red proporcionalmente fuerte, en cualquier caso, referido a este punto de conexión a red, de modo que se soporta una fluctuación de potencia más fuerte y rápida.

Además, o alternativamente se propone que el al menos un gradiente límite también se ajuste en función del valor
 60 absoluto de la tensión de red. De este modo se puede tener en cuenta, por ejemplo, que una tensión ya baja puede hacer necesaria una limitación más fuerte de la modificación de potencia. Preferentemente aquí se propone que en el caso de tensiones bajas, en particular tensiones que se sitúan por debajo de una tensión nominal, el gradiente

límite positivo se selecciones mayor en virtud del valor que el gradiente límite negativo. En el caso de una tensión elevada correspondientemente se puede proceder a la inversa, es decir, se selecciona un gradiente límite positivo menor en virtud del valor que un gradiente límite negativo.

5 Según otra configuración, además o alternativamente se propone modificar los gradientes límite o el al menos un gradiente límite en función de una frecuencia de red, concretamente en función de una frecuencia real detectada en la red de suministro eléctrico. La frecuencia de red también puede dar una indicación sobre el estado de red. Especialmente en el caso de una frecuencia de red muy elevada se puede partir de una oferta excesiva de potencia en la red y correspondientemente se pueden ajustar los gradientes límite o el al menos un gradiente límite.

10

Por ejemplo, en el caso de una oferta excesiva de potencia supuesta semejante en la red puede estar previsto seleccionar el gradiente límite positivo menor en virtud del valor que el gradiente límite negativo, por mencionar solo un ejemplo de una aplicación.

15 Según otra configuración se propone que el gradiente límite se adapte en función de una propiedad y/o de un estado momentáneo de la red de suministro.

El gradiente límite se adapta por consiguiente de forma dinámica a la red de suministro. Por lo tanto, no se ajusta un gradiente límite rígido individual, sino que un gradiente límite está adaptado a las propiedades predominantes de la red de suministro. El mismo gradiente límite se ajusta a este respecto en función de la propiedad correspondiente o del estado momentáneo correspondiente de la red de suministro.

20

Según otra configuración se propone que el gradiente límite se modifique en función de una propiedad y/o de un estado momentáneo de la red de suministro.

25

El gradiente límite se modifica por consiguiente de forma dinámica durante el funcionamiento continuo de la instalación y se adapta a las propiedades y/o el estado momentáneo de la red de suministro. Por ejemplo, la red de suministro presenta un primer estado de funcionamiento normal y la instalación se hace funcionar con un primer gradiente conforme a este estado. Si ahora se produce un estado modificado de la red de suministro, por ejemplo, por una perturbación, el gradiente límite se modifica correspondientemente y las instalaciones se hacen funcionar con este gradiente límite modificado, el segundo.

30

Según la invención se propone además una instalación de energía eólica, que alimente potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico y use un procedimiento según al menos una de las formas de realización descritas anteriormente.

35

Según la invención también se propone un parque eólico que presente varias instalaciones de energía eólica. El parque eólico también puede alimentar en la red de suministro eléctrico mediante un procedimiento según al menos una de las formas de realización descritas anteriormente. Además, o alternativamente puede usar una, varias o todas sus instalaciones de energía eólica según una instalación de energía eólica que se controla con un procedimiento según se ha descrito anteriormente en al menos una forma de realización.

40

En este sentido el parque eólico puede alimentar, por un lado, en conjunto, tal y como se ha explicado anteriormente, concretamente limitar en particular su potencia en su modificación a través de un gradiente límite, o cada instalación de energía en el parque eólico por sí misma efectúa un procedimiento semejante y limita por sí misma la potencia alimentada. Cuando todas las instalaciones de energía eólica en el parque trabajan igual y ajustan el mismo gradiente límite o ajustan del mismo modo y manera, el resultado puede ser el mismo. Pero cuando está presente un parque mixto, puede ser razonable eventualmente fijar esta limitación de modificación de potencia de forma centralizada por el parque eólico.

50

La invención se explica ahora a continuación más en detalle mediante formas de realización en referencia a las figuras adjuntas.

La fig. 1 muestra una instalación de energía eólica en una representación en perspectiva.

55

La fig. 2 muestra un parque eólico esquemáticamente en una imagen estructurada.

La fig. 3 muestra esquemáticamente una estructura de una forma de realización de la invención para la ilustración.

60 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 de giro durante el funcionamiento por parte del viento y de este modo acciona un generador en la góndola 104.

La figura 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, 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 trata de sumar las corrientes o potencias generadas por cada una de las instalaciones de energía eólica 100 y normalmente se dispone de un transformador 116, que transforma en gran medida la tensión en el parque para la introducción a la red de suministro 120 en el punto de alimentación 118, también conocido como PCC. La fig. 2 es solo una representación simplificada de un parque eólico 112, que, por ejemplo, no muestra ningún control, aunque naturalmente existe un control. Por ejemplo, la red del parque 114 también puede estar conformada de manera diferente, estando, por ejemplo, presente un transformador a la salida de cada instalación de energía eólica 100, por nombrar solo otro ejemplo de realización.

La figura 3 muestra esquemáticamente una estructura de una forma de realización de la invención para la ilustración. Aquí está dibujada esquemáticamente una instalación de energía eólica 300, que presenta al menos una unidad de control 302 así como un inversor 304. La unidad de control 302 controla entre otros la alimentación de potencia eléctrica P , que se efectúa mediante el inversor 304. En este sentido la unidad de control 302 controla el inversor 304. La unidad de control 302 puede tener otras funciones diversas y controlar en particular otros elementos de la instalación de energía eólica 300.

El inversor 304 alimenta por consiguiente la potencia P en una red de suministro eléctrico 306 a través de un transformador 308. La salida del transformador 308 se puede considerar como el punto de conexión a red 310. El uso de un transformador 308 es habitual, pero no obligatorio necesariamente.

En un punto de funcionamiento estacionario o casi estacionario, la instalación de energía eólica 300 genera potencia eléctrica P con viento suficiente y la alimenta en la red de suministro eléctrico 306. Realmente el inversor 304 genera para ello una corriente eléctrica i , que se alimenta con la tensión correspondiente y habitualmente es trifásica. Ahora pueden aparecer distintos motivos de modo que se modifique o deba modificar esta potencia P alimentada. Una posibilidad es que, por ejemplo, el viento aumenta de modo que se puede alimentar más potencia, cuando anteriormente no se ha alimentado ya la potencia máxima. Pero también entran en consideración otras posibilidades, como por ejemplo una reducción de la potencia para la reducción del ruido o una modificación de potencia debido a un requerimiento del operador de red. Correspondientemente también entra en consideración elevar la potencia cuando se finaliza un funcionamiento con potencia reducida debido al ruido.

En cualquier caso, la unidad de control 302 controla la potencia P , que alimenta o debe alimentar el inversor.

La unidad de control 302 puede generar para ello un valor de consigna de potencia P_s . El inversor 304 podría convertir un valor de consigna de potencia P_s semejante.

Ahora se propone que la potencia alimentada P no se deba modificar rápidamente a voluntad. Al menos se debe supervisar esta modificación y entonces controlarse eventualmente. Por consiguiente, en primer lugar se suministra la potencia de consigna P_s a un bloque de limitación 312. Este bloque de limitación 312 predetermina un gradiente límite dP_p para un aumento de potencia y predetermina un gradiente negativo dP_n para una disminución de potencia máxima en virtud del valor, es decir, una pendiente negativa máxima para una disminución de potencia.

El valor de consigna de potencia P_s se introduce por consiguiente en este bloque de limitación 312 y se emite de nuevo de forma inalterada como valor de consigna de potencia modificado P_s^* , cuando la modificación de este valor de consigna de potencia se sitúa dentro del gradiente límite predeterminado, cuando el valor de consigna de potencia P_s no aumenta así demasiado rápido y tampoco disminuye demasiado rápido.

No obstante, cuando el valor de consigna de potencia P_s aumenta demasiado rápido, concretamente de modo que el gradiente límite dP_p se sobrepasaría o se quedaría por debajo del gradiente límite negativo dP_n , entonces se realiza una adaptación de este valor de consigna de potencia, de modo que no se sobrepasan los límites o se queda por debajo de ellos. En este caso, el valor de consigna de potencia modificado P_s^* se diferencia del valor de consigna de potencia P_s , que se introduce en el bloque de limitación 312.

En cualquier caso, el valor de consigna de potencia modificado P_s^* se le suministra a la unidad de control 302 y el inversor 304 se controla entonces de modo que la potencia alimentada P se corresponde con el valor de consigna de potencia modificado P_s^* .

En algunas situaciones, un valor de consigna realmente modificado P_s^* se corresponde con una especificación de potencia, que no se corresponde con la potencia disponible en el momento en el viento.

Este valor de consigna modificado P_s^* puede ser al menos temporalmente mayor o menor que la potencia disponible. De este modo se origina una diferencia de potencia entre la potencia disponible y potencia a alimentar P_s^* . Esta diferencia de potencia está indicada en la figura 3 como ΔP y puede ser tanto positiva como también negativa. Según la forma de realización de la figura 3 se propone alimentar una diferencia de potencia ΔP semejante en un acumulador de energía 314 o tomarse de él. Esta limitación propuesta de la modificación de potencia puede ser indeseada en primer lugar para el operador de la instalación de energía eólica 300. Pero esto se acepta aquí para garantizar de forma prioritaria una estabilización de la red de suministro eléctrico 306. Por lo demás, el acumulador de energía 314 está ilustrado como acumulador de baterías, pero también puede estar configurado de otra manera, por ejemplo, como acumulador de volante, como acumulador de hidrógeno o como una combinación de diferentes tipos de acumuladores, por mencionar otro ejemplo.

Pero ahora se ha reconocido que en ocasiones los mismos gradientes límite no siempre son un soporte de red óptimo o simplemente necesario. Por consiguiente, se propone que los gradientes límite dP_p y dP_n se modifiquen en función de las propiedades de red y/o estados de red. Una forma de realización preferida es efectuar esta modificación en función de una sensibilidad de red. Esto está ilustrado en la figura 3. Pero se pueden tener en cuenta, lo que no está representado allí, propiedades de red o estados de red diferentes o complementarios.

En un punto de medición 318 se mide al menos una corriente I y tensión U y se evalúa en el bloque de medición 316. El bloque de medición 316 determina a partir de ello la potencia alimentada P y la transmite, junto con la tensión U , al bloque de sensibilidad 320. Alternativamente aquí también se podría usar el valor de consigna de potencia modificada P_s^* , ya que indica la potencia que se debe alimentar. Pero para la detección real de la sensibilidad de red aquí se propone detectar la potencia alimentada realmente y por consiguiente usar la medición del punto de medición 318 y evaluación del bloque de medición 316.

La corriente I y la tensión U se detectan en el punto de conexión a red 310. La detección también se puede efectuar en el lado de la instalación de energía eólica del transformador 308. Una alternativa posible es que esté presente un transformador adicional 309, para elevar de nuevo la tensión tras el transformador 308 hacia la red de suministro eléctrico 306. Este transformador adicional 309 está dibujado por ello a trazos. El punto de medición 318 puede estar dispuesto para este caso entre los dos transformadores 308 y 309, o en el lado de red entre el transformador adicional 309 y la red de suministro eléctrico 306.

Preferentemente la medición de tensión se realiza con ayuda de un observador de estado o filtro de medición. Esto se puede llevar a cabo en el bloque de medición 316. Preferentemente la medición de tensión se realiza, como se propone en el documento de información para publicación de patente US 8,891,755 B2 para la medición de tensión.

En base a la potencia P así determinada y la tensión U así detectada, en el bloque de sensibilidad 320 se puede determinar una sensibilidad de red Sen . Se debe observar que en este caso la potencia P y la tensión U se detectan lo más dinámicamente posible y en particular aquí también se tienen en cuenta las modificaciones. La sensibilidad de red Sen se puede detectar aquí como relación entre la modificación de tensión y una modificación de la potencia alimentada.

Esta sensibilidad de red Sen se da entonces en el bloque de gradientes 322. Este genera al menos en función de esta sensibilidad de red Sen introducida valores correspondientes para el gradiente límite positivo dP_p y el gradiente límite negativo dP_n . La generación se puede realizar, por ejemplo, en función de tablas predeterminadas. Pero también se pueden tener en cuenta otros valores. Por ejemplo, también puede estar presente una dependencia del valor de tensión absoluto U . Correspondientemente la tensión detectada U también se le transmitiría al bloque de gradientes 322, lo que no está representado aquí por sencillez.

En cualquier caso, se introducen estos dos valores de gradiente generados dP_p y dP_n en el bloque de limitación 312, a fin de modificar eventualmente correspondientemente los flancos.

Por consiguiente, de este modo se puede evitar una fluctuación demasiado fuerte de la alimentación de tensión. A este respecto, una red con pequeña sensibilidad de red soporta una modificación más fuerte o rápida que una red con sensibilidad de red elevada. A este respecto se debe observar que esta sensibilidad de red se puede modificar de forma rápida y por ello también se propone detectarla y luego adaptar los gradientes límite correspondientes.

La figura 3 ilustra por consiguiente el principio para una instalación de energía eólica 300 individual. Los bloques funcionales ilustrados, concretamente en particular el bloque de limitación 312, el bloque de sensibilidad 320 y el bloque de gradientes 322 también pueden formar parte de la instalación de energía eólica 300, en particular de la unidad de control 302. La representación en la figura 3 debe servir en particular para la ilustración.

Además, la estructura mostrada en la figura 3 se puede usar de forma totalmente similar para un parque eólico. Una

modificación posible para un parque eólico consiste en que el bloque de limitación 312 obtiene como potencia de entrada en lugar del valor de consigna de potencia P_s una suma de todos los valores de consigna de potencia de todas las instalaciones de energía eólica en el parque. La potencia de suma se introduce entonces como valor de consigna en el bloque de limitación 312 y eventualmente se modifica. El valor de consigna de potencia modificado
5 emitido correspondientemente también es en este sentido una suma de potencia o un valor de potencia de suma, que se puede dar a través de un bloque de distribución, donde el bloque de distribución divide esta potencia de suma según una clave predeterminada y/o en función de situaciones concretas en el parque eólico. En el caso más sencillo, la división se realiza de modo que cada instalación de energía eólica en el parque obtiene una fracción igual. Esto es válido en particular luego cuando el parque eólico sólo presenta instalaciones de energía eólica
10 idénticas, al menos instalaciones de energía eólica de igual tamaño y ninguna de las instalaciones de energía eólica tiene un defecto. Pero si las instalaciones de energía eólica tienen un tamaño diferente y están reunidas en un parque, también se puede seleccionar diferentemente una clave de distribución.

Preferentemente la selección de los gradientes límite o al menos de un gradiente límite también o alternativamente
15 depende de una relación de corriente de cortocircuito de la red de suministro eléctrico 306 referido al punto de conexión a red 310. Además, o alternativamente la selección del al menos un gradiente límite también depende de la tensión actual en la red, es decir, del valor absoluto de la tensión en la red. Así, por ejemplo, en el caso de una baja tensión de red U se puede proceder de forma similar a una sensibilidad de red elevada, en tanto que entonces concretamente se prevén gradientes límite especialmente pequeños, referido a su valor. En este sentido también se
20 puede considerar la tensión de red como estado de red y la relación de corriente de cortocircuito como propiedad de red.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la alimentación de potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico (120, 306)
 5 mediante al menos una instalación de energía eólica (100, 300), donde
- la alimentación se controla de modo que se limitan las modificaciones de la potencia alimentada (P), y
 - como limitación se predetermina al menos un gradiente límite (dP_p , dP_n), que fija el valor de la modificación máxima, caracterizado porque
- 10 - el al menos un gradiente límite se ajusta en función de una propiedad y/o de un estado momentáneo de la red de suministro durante el funcionamiento continuo.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el al menos un gradiente límite (dP_p , dP_n) se ajusta en función de la sensibilidad de red de la red de suministro (120, 306), donde la sensibilidad de red
 15 está definida por una relación entre una modificación de tensión de red respecto y una modificación de la potencia activa alimentada.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el gradiente límite (dP_p , dP_n) está
 20 ajustado cada vez más pequeño cuanto mayor es la sensibilidad de red.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para la limitación de un aumento de la potencia alimentada (P) se predetermina un primer gradiente límite (dP_p) y para la limitación de una disminución de la potencia alimentada se predetermina un segundo gradiente límite (dP_n) que es diferente, en particular el primero es mayor que el segundo.
 25
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para la limitación de una disminución de la potencia alimentada (P) se usa la potencia eléctrica de un acumulador intermedio, en particular acumulador intermedio eléctrico.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la instalación de energía eléctrica (100, 300) está preparada para absorber potencia eléctrica de la red de suministro (120, 306), y la modificación de la potencia tomada se limita a través de al menos uno o el al menos un gradiente límite (dP_p , dP_n).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el al menos un
 35 gradiente límite (dP_p , dP_n) se ajusta además en función de al menos una propiedad o de un estado de la lista que comprende:
- una relación de corriente de cortocircuito referida a un punto de conexión a red (118, 310),
 - una tensión de red de la red de suministro eléctrico y
- 40 - una frecuencia de red.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el al menos un gradiente límite (dP_p , dP_n) se adapta en función de una propiedad y/o de un estado momentáneo de la red de suministro.
 45
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el al menos un gradiente límite (dP_p , dP_n) se modifica en función de una propiedad y/o de un estado momentáneo de la red de suministro.
- 50 10. Instalación de energía eólica (100, 300) para la alimentación de potencia eléctrica en una red de suministro eléctrico, donde se realiza un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.
11. Parque eólico (112) con varias instalaciones de energía eólica (100, 300), donde para la alimentación de potencia eléctrica (P) en una red de suministro eléctrico (120, 306) se usa un procedimiento según una de las
 55 reivindicaciones 1 a 9 y/o una, varias o todas las instalaciones de energía eólica están configuradas según la reivindicación 10.

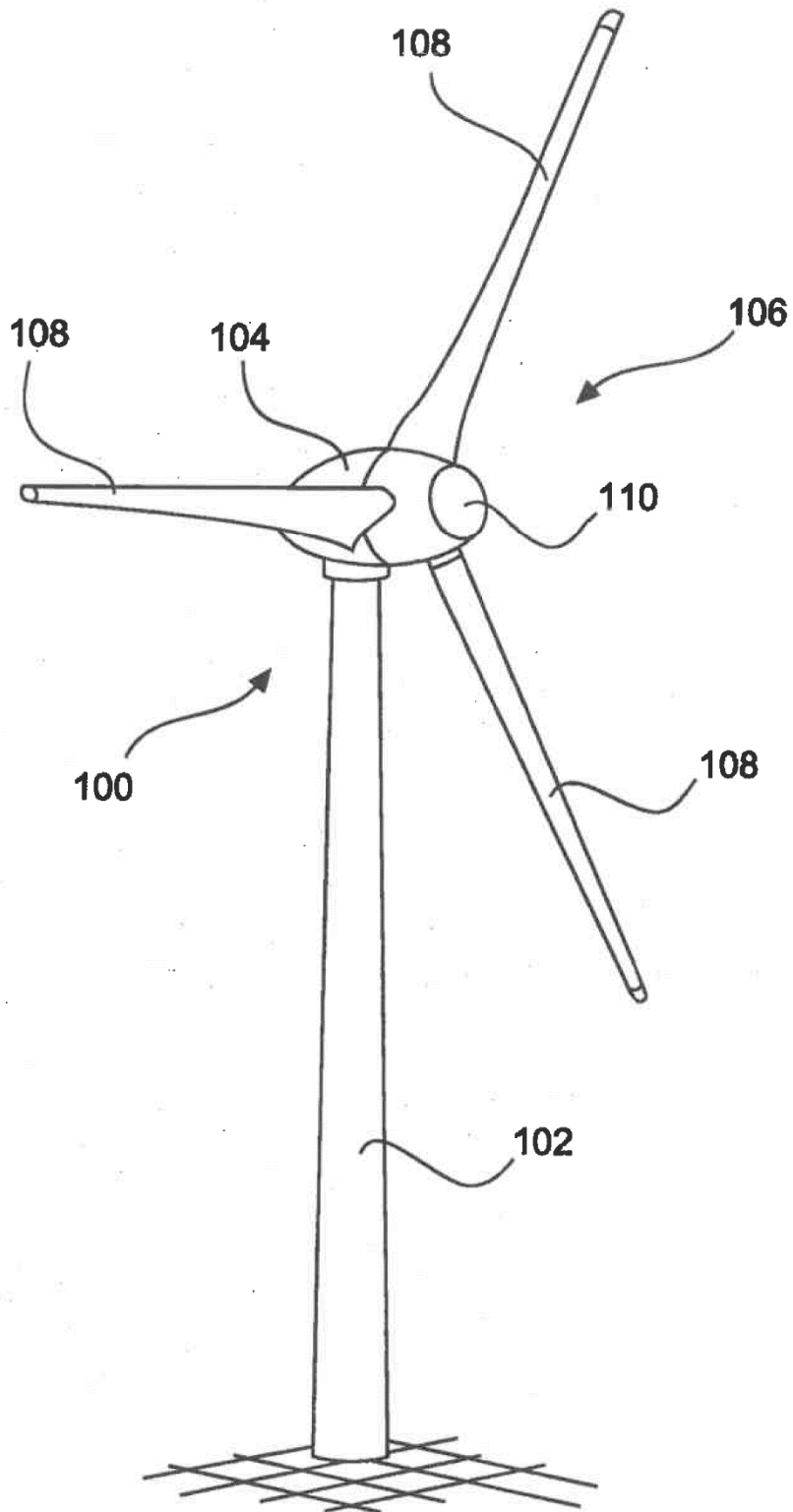


Fig. 1

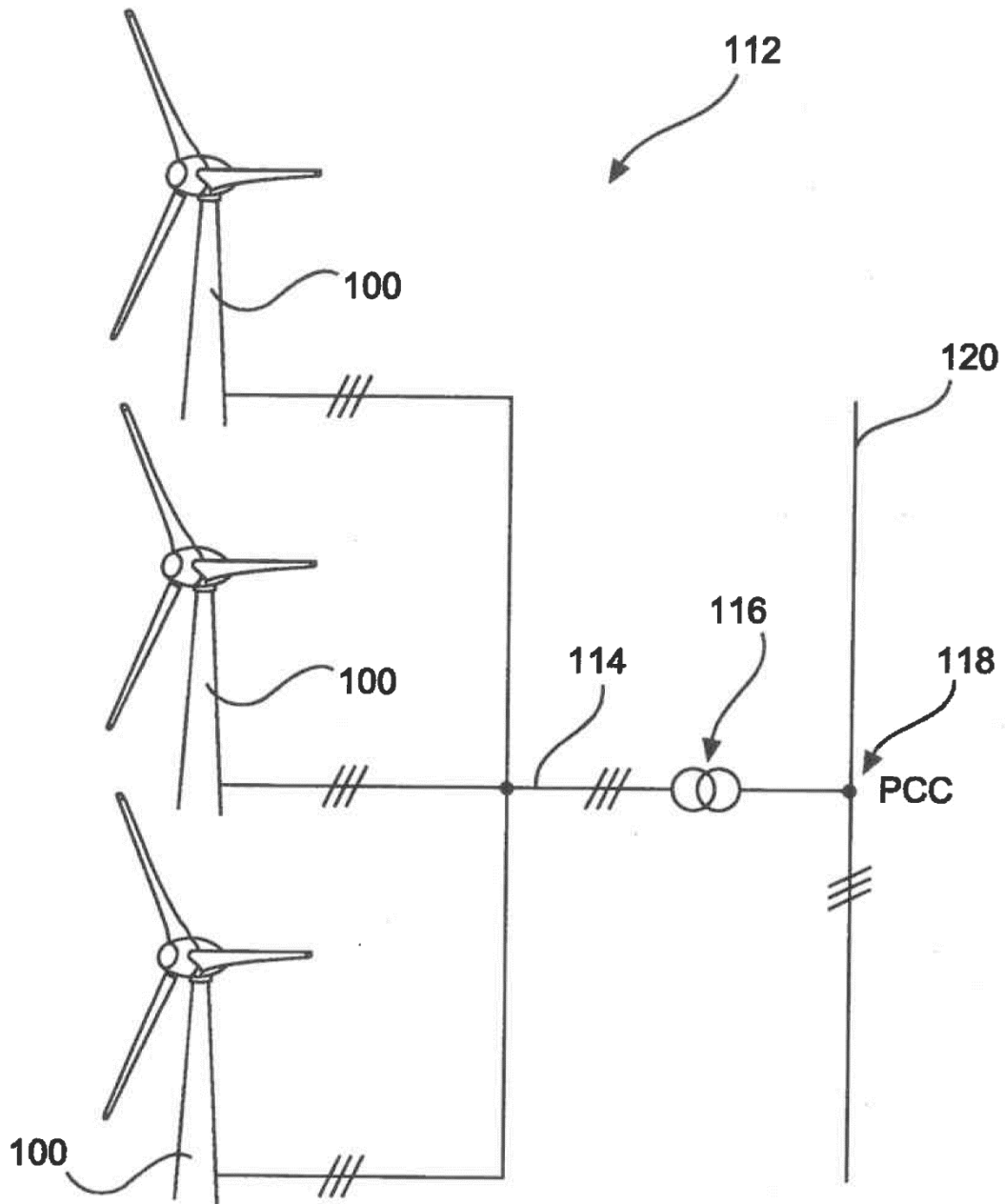


Fig. 2

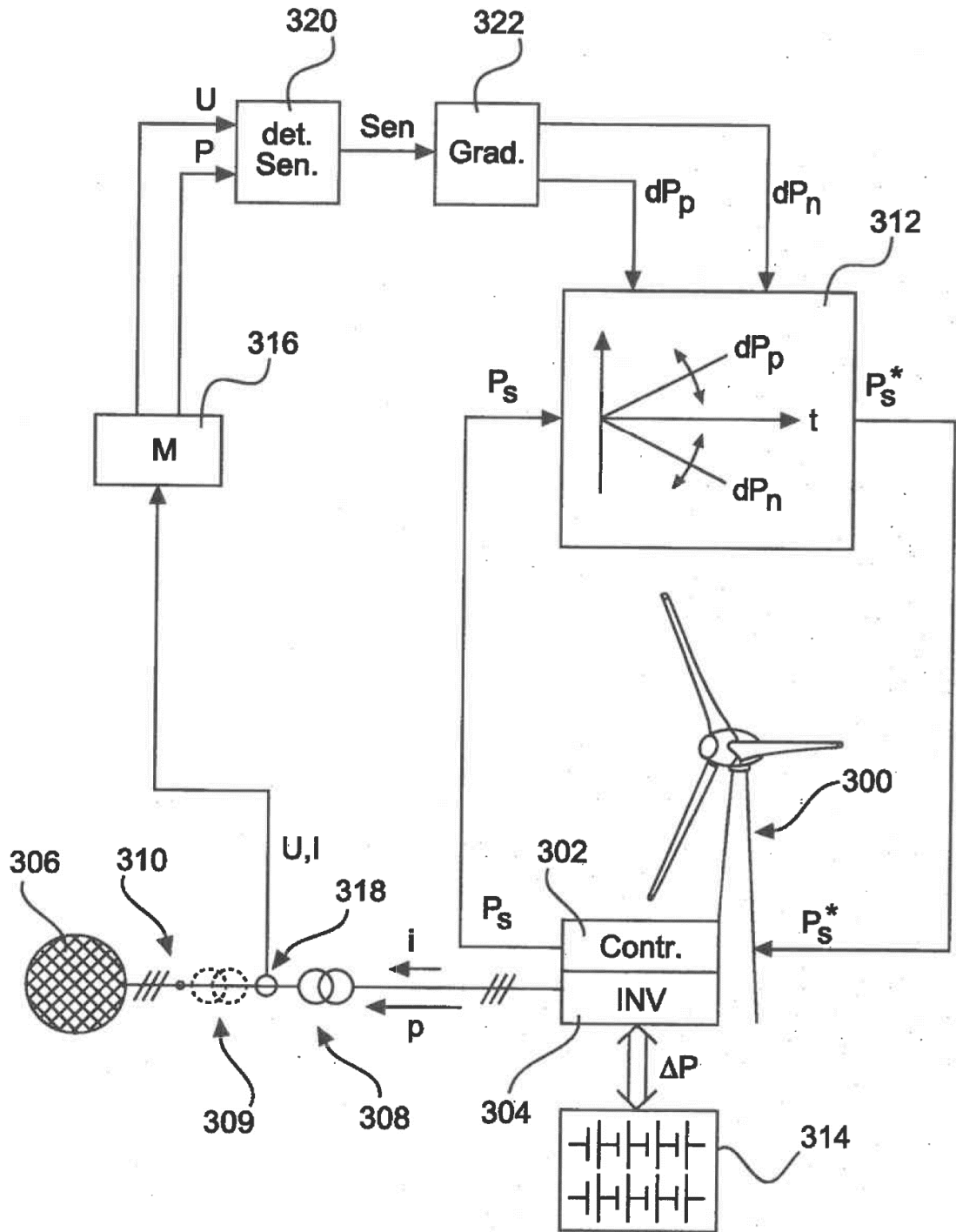


Fig. 3