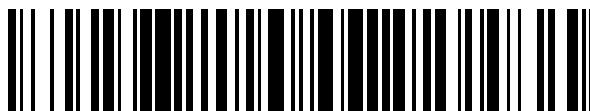


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 815**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2013** **E 13163659 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018** **EP 2667023**

54 Título: **Controlador de un sistema de energía eólica**

30 Prioridad:

21.05.2012 DE 102012009867

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

11.10.2018

73 Titular/es:

**INNOGY SE (100.0%)
Opernplatz 1
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**KOCH, DR. FRIEDRICH;
SCHIERENBECK, OLAF y
SCHÖPPENTHAU, KAI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 685 815 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Controlador de un sistema de energía eólica

5 La invención se refiere a un sistema de energía eólica, en particular un sistema de energía eólica en alta mar que comprende una primera turbina eólica y al menos otra turbina eólica, donde las turbinas eólicas presentan respectivamente un dispositivo de detección de potencia para detectar los valores reales de la potencia generada y al menos un dispositivo de control conectado con las turbinas eólicas a través de una red de comunicación. Además, la invención se refiere a un procedimiento para controlar un sistema de energía eólica y un programa informático para llevar a cabo el procedimiento.

10 La demanda de energía de fuentes renovables aumenta constantemente. Uno de los recursos disponibles para esto es la energía eólica. Una turbina eólica convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica por medio de un rotor y un generador.

15 Para maximizar el rendimiento energético, puede formarse un sistema de energía eólica o un parque eólico a partir de varias turbinas eólicas. Las turbinas eólicas pueden instalarse, en particular, en áreas con alta probabilidad e intensidad de viento. Particularmente adecuados son las ubicaciones en el mar abierto, también llamadas zonas en alta mar.

Básicamente, una preocupación constante de los operadores del sistema de energía eólica es alimentar la red con toda la energía generada. Sin embargo, debido, por ejemplo, a fluctuaciones de la red y/o baja demanda de energía eléctrica, puede ocurrir que, por ejemplo, un operador de la red pretenda reducir por cierto tiempo la cantidad de energía o potencia del sistema de energía eólica con la que se alimenta a la red.

20 Se conoce según el estado actual de la tecnología que con una especificación adecuada para la reducción de potencia puede desactivarse al menos una turbina eólica. Sin embargo, es problemático cuántos y qué turbinas eólicas deberían desactivarse en este caso. Para poder establecer un valor deseado predeterminado directamente por un operador de red y al mismo tiempo no reducir la potencia más de lo debido, el documento DE 10 2006 032 389 A1 propone un sistema de energía eólica, en el que la selección de las turbinas eólicas a desactivar se realiza en función del valor real de la potencia generada total de las turbinas eólicas restantes. Según ese estado actual de la tecnología se propone, en particular, que el valor real de las turbinas eólicas que continúen activadas corresponda sustancialmente al valor deseado predeterminado por el operador de red. De este modo se evita que se produzca una reducción innecesaria de la potencia. Al mismo tiempo, se garantiza un ajuste inmediato de la cantidad de electricidad generada.

30 Una desventaja del estado actual de la tecnología es, sin embargo, que en el caso de precisarse una reducción de potencia sólo se considera el valor real de la potencia actual generada por una turbina eólica. De lo contrario, se produce una selección arbitraria de las turbinas eólicas a desactivar. Mientras que al seleccionar las turbinas eólicas a desactivar son considerados únicamente los valores reales de la potencia generada, según el estado actual de la tecnología, se continúan operando las turbinas eólicas cuya capacidad operativa, en particular, su rendimiento y fiabilidad, sea inferior a la capacidad operativa de las turbinas eólicas desactivadas. Esto puede continuar disminuyendo la capacidad operativa de las turbinas eólicas activadas e incluso conducir a una falla de una turbina eólica. Se reduce la fiabilidad del funcionamiento del sistema de energía eólica. A partir de los documentos US 2008/048501 A1 y EP 1 571 746 A1 se conocen sistemas de energía eólica.

40 Por consiguiente, la presente invención se basa en el objetivo de proporcionar un sistema de energía eólica y un procedimiento para controlar un sistema de energía eólica, que, en el caso de requerirse una reducción de potencia, asegure que continúen operando las turbinas eólicas con una mejor capacidad operativa.

45 Este objetivo se resuelve mediante un sistema de energía eólica según la presente invención, en particular un sistema de energía eólica en alta mar, de acuerdo con la reivindicación 1 y con un procedimiento para operar un sistema de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 9. El sistema de energía eólico comprende una primera turbina eólica y al menos una turbina eólica más. Estas turbinas eólicas presentan respectivamente un dispositivo de detección de potencia para detectar el valor real de la potencia generada. El sistema de energía eólica comprende al menos un dispositivo de control conectado con las turbinas eólicas a través de una red de comunicación. La primera turbina eólica presenta al menos un dispositivo de detección de estado de funcionamiento para detectar al menos un parámetro de funcionamiento de la primera turbina eólica. La otra turbina eólica presenta al menos un dispositivo de detección de estado de funcionamiento para detectar al menos un parámetro de funcionamiento de la otra turbina eólica. El dispositivo de control está diseñado para determinar un indicador de potencia para la primera turbina eólica al menos en función del parámetro de funcionamiento de la primera turbina eólica. El dispositivo de control está diseñado para determinar un indicador de potencia para la otra turbina eólica al menos en función del parámetro de funcionamiento de la otra turbina eólica. El dispositivo de control está diseñado para, en el caso de precisarse una reducción de potencia, desactivar al menos una turbina eólica en función de los indicadores de potencia.

55 A diferencia del estado actual de la tecnología, la selección de la/s turbina/s eólica/s a desactivar no se lleva a cabo arbitrariamente, sino que depende del estado operativo respectivo de las turbinas eólicas. En particular, puede ser desactivada la turbina eólica, que se encuentre (actualmente) en un peor estado operativo en comparación con al

menos otra turbina eólica. De este modo, puede garantizarse un funcionamiento más confiable del sistema de energía eólica.

5 El sistema de energía eólica comprende al menos dos turbinas eólicas. Preferiblemente, pueden integrarse un gran número de turbinas eólicas en un sistema de energía eólica. Una turbina eólica está diseñada para transformar la energía cinética del viento por medio de un equipo generador en energía eléctrica. La energía eléctrica puede alimentar a una red a través de cables eléctricos y transformadores.

10 Para controlar las turbinas eólicas se prevé un dispositivo de control. En particular, puede preverse un dispositivo de control central, por ejemplo, en forma de un sistema de procesamiento de datos para al menos un sistema de energía eólica. Para la comunicación con las turbinas eólicas, se instala una red de comunicación. La red de comunicación puede presentar canales de comunicación unidos por cable y/o inalámbricos. A través de la red de comunicación pueden intercambiarse datos entre el dispositivo de control y las turbinas eólicas. Por ejemplo, pueden transmitirse los datos del sensor desde las turbinas eólicas al dispositivo de control y/o señales de control desde el dispositivo de control a las turbinas eólicas. Se entiende que pueden intercambiarse otros datos a través de la red de comunicación.

15 Cada turbina eólica puede presentar un dispositivo de detección de potencia. Un dispositivo de detección de potencia está diseñado para detectar la potencia generada actualmente, es decir, el valor real de la potencia generada de la turbina eólica. Si se presenta el requisito de reducir la potencia, por ejemplo, debido a una indicación de un operador de la red y existe un valor deseado máximo, puede determinarse, en particular, el número de turbinas eólicas a desactivar en función de los valores reales. De este modo puede evitarse que se produzca una reducción innecesaria de la potencia.

20 La selección de qué turbinas eólicas efectivamente se encienden se determina según la presente invención sobre la base del respectivo indicador de potencia de las turbinas eólicas. El indicador de potencia puede ser, en particular, un indicador clave de desempeño. En particular, el indicador de potencia (general) puede representar el rendimiento y/u operatividad de cada turbina eólica. En el indicador de potencia puede considerarse al menos el estado operativo actual de la turbina eólica.

25 Para detectar el estado operativo de una turbina eólica, la turbina eólica presenta al menos un dispositivo de detección de estado de funcionamiento. Por ejemplo, al menos puede preverse un sensor. En particular, puede detectarse al menos un parámetro de funcionamiento, preferiblemente un gran número de parámetros de funcionamiento, por medio de al menos un dispositivo de detección de estado de funcionamiento. A modo de ejemplo y no exclusivamente, los parámetros de funcionamiento son la temperatura de un componente de la turbina eólica, la temperatura de la torre de la turbina eólica, la condición de la base de la torre de la turbina eólica, la pureza del aceite lubricante utilizado, una presión de línea, el estado de las palas del rotor, el estado de un sistema de protección, como un sistema de protección contra incendios, etc.

30 A partir de al menos un parámetro de funcionamiento, en particular, actual, el dispositivo de control deduce o determina el indicador de potencia. El indicador de potencia puede ser un valor numérico. Por ejemplo, puede representarse una alta capacidad de rendimiento de una turbina eólica por un valor numérico alto y una baja capacidad de rendimiento de una turbina eólica por un valor numérico bajo. También es concebible una clasificación inversa. Se da una evaluación sencilla del respectivo estado de las turbinas eólicas.

35 Ejemplos no exclusivos de factores que pueden llevar a un indicador de potencia inferior son los parámetros de funcionamiento que actualmente se desvían de un rango normal. Por ejemplo, un valor de temperatura demasiado alto (o demasiado bajo) de un componente, una presión de potencia demasiado alta (o demasiado baja), una impureza excesiva del aceite lubricante, etc. Un dispositivo de protección activado también puede reducir el indicador de potencia. Por el contrario, parámetros de funcionamiento actuales particularmente buenos pueden aumentar el indicador de potencia de una turbina eólica.

40 Según la presente invención, puede/n ser desactivada/s, en particular, la/s turbina/s eólica/s que presente/n el menor rendimiento. Con este propósito, el dispositivo de control puede evaluar los indicadores de potencia actuales de al menos dos turbinas eólicas y, en función de la evaluación, transmitir una señal de control, en particular, una señal de desactivación, a la/s turbina/s eólica/s a ser desactivada/s.

45 Al llevarse a cabo una selección especial de las turbinas eólicas a ser desactivadas al menos en función de su estado operativo actual, el sistema de energía eólica puede operarse con una mayor fiabilidad.

Se entiende que para cada turbina eólica pueden detectarse en particular los mismos parámetros de funcionamiento para garantizar la comparabilidad de las turbinas eólicas o de los indicadores de potencia.

50 De acuerdo con una primera forma de realización del sistema de energía eólica según la presente invención, el dispositivo de control puede estar diseñado para comparar entre sí los indicadores de potencia de las turbinas eólicas. Una operación de comparación puede llevarse a cabo de una manera sencilla y, en particular, actual, por ejemplo, por medio de un módulo de software y/o hardware en el dispositivo de control. De una manera particularmente sencilla y rápida pueden compararse entre sí los valores numéricos. El dispositivo de control puede

estar diseñado para, en el caso de precisarse una reducción de potencia, desactivar al menos una turbina eólica en función del resultado de la comparación. Como ya se ha descrito, el dispositivo de control puede transmitir una señal de control, en particular, una señal de desactivación, a la/s respectiva/s turbina/s eólica/s.

5 También se ha reconocido que puede generarse un indicador de potencia aún más significativo para una turbina eólica, cuando además se recurre a datos de funcionamiento históricos de la turbina eólica en la determinación del indicador de potencia. Por ejemplo, los parámetros de funcionamiento históricos pueden proporcionar indicaciones sobre la fiabilidad de la turbina eólica. Si una turbina eólica en el pasado presentaba mayores valores operativos que se desviaban de un estado operativo normal, o si una turbina eólica en el pasado falló una o más veces, esto puede indicar una capacidad de rendimiento y confiabilidad inferiores.

10 Para considerar los datos de parámetros históricos, según una forma de realización preferida del sistema de energía eólica según la presente invención, puede diseñarse un dispositivo de detección de estado de funcionamiento para detectar el parámetro de funcionamiento continuamente o a intervalos de tiempo predefinidos. Por ejemplo, un parámetro de funcionamiento puede detectarse regularmente. Puede preverse una base de datos para almacenar los valores de los parámetros operativos registrados. En particular, la base de datos puede estar conectada al
15 dispositivo de control. Preferiblemente, todos los valores de los parámetros de todos los parámetros de funcionamiento preferidos pueden estar almacenados en la base de datos. El dispositivo de control puede estar diseñado para determinar el indicador de potencia de la turbina eólica en función de los valores de los parámetros de funcionamiento almacenados.

20 Preferiblemente, los parámetros de funcionamiento históricos pueden ser analizados y evaluados por el controlador. En particular, puede tener lugar una evaluación estadística de los parámetros de funcionamiento almacenados. Por ejemplo, pueden determinarse la frecuencia de ciertos mensajes de error, la frecuencia con que se producen desviaciones y/o la frecuencia de fallos en cada turbina eólica. Además, puede determinarse la duración de una falla o la duración de la superación de los rangos normales de los parámetros de funcionamiento. A partir de esto, pueden determinarse parámetros como la duración media de los fallos, la duración media entre dos fallos, la
25 duración media de una desviación de un parámetro de funcionamiento de un rango normal y similares. Al determinar el indicador de potencia respectivo, pueden considerarse estos parámetros. Esto permite que las turbinas eólicas más confiables continúen operando en el caso de una reducción de potencia requerida mientras que las turbinas eólicas poco confiables pueden ser desactivadas.

30 Alternativa o adicionalmente a los parámetros de funcionamiento históricos, pueden considerarse los parámetros ambientales al determinar el indicador de potencia de una turbina eólica. En particular, los parámetros ambientales, como los parámetros meteorológicos ambientales, pueden influir en la capacidad de rendimiento de una turbina eólica. Por ejemplo, en ciertas condiciones de viento, una turbina eólica puede presentar una capacidad de rendimiento mayor que otra turbina eólica en las mismas condiciones de viento. Preferiblemente, de acuerdo con otra forma de realización, puede preverse al menos un dispositivo de detección para detectar al menos un parámetro
35 ambiental, en particular, un parámetro meteorológico ambiental actual. El dispositivo de control puede estar diseñado para determinar el indicador de potencia de una turbina eólica en función de los parámetros ambientales. Puede haber al menos un dispositivo de medición meteorológica, en particular, un mástil para la medición del viento para detectar la velocidad actual del viento y/o la dirección del viento y/o una boya de medición para determinar el oleaje actual. La selección de una turbina eólica a desactivar entre un gran número de turbinas eólicas puede mejorarse aún más.
40

Una turbina eólica puede presentar un gran número de dispositivos secundarios o componentes. Preferiblemente, la turbina eólica puede subdividirse en un gran número de dispositivos secundarias que pueden formar una unidad técnica. Una turbina eólica puede presentar de acuerdo con una forma de realización al menos un dispositivo secundario. El dispositivo de control puede estar diseñado para determinar al menos un indicador de potencia
45 secundario del dispositivo secundario de la turbina eólica. En particular, puede preverse al menos un dispositivo de detección de funcionamiento para detectar un parámetro de funcionamiento del dispositivo secundario. En particular, puede determinarse la determinación de un indicador de potencia secundario como se describió anteriormente en relación con la determinación de un indicador de potencia. A través de la determinación de un indicador de potencia secundario puede proporcionarse la capacidad de rendimiento de un dispositivo secundario.

50 A modo de ejemplo y no exclusivamente, los dispositivos secundarios de una turbina eólica son un equipo generador, un equipo de acondicionamiento de aire, un dispositivo de rotor, la base de una torre, un dispositivo de medición, etc. Se entiende que un dispositivo secundario puede a su vez subdividirse en al menos otro dispositivo secundario.

55 Si el dispositivo de control determina un gran número de indicadores de potencia secundarios de una turbina eólica, el indicador de potencia de la turbina eólica puede deducirse de manera sencilla de los indicadores de potencia secundarios. De acuerdo con una forma de realización, el dispositivo de control puede diseñarse para determinar el indicador de potencia de la turbina eólica a partir de un gran número de indicadores de potencia secundarios de una turbina eólica. Preferiblemente, pueden considerarse todos los indicadores de potencia secundarios de una turbina eólica para determinar el indicador de potencia. Por ejemplo, el indicador de potencia puede estimarse a partir de los
60 indicadores de potencia secundarios. El dispositivo de control puede presentar preferiblemente un módulo para

calcular el indicador de potencia. Por ejemplo, el indicador de potencia puede determinarse por medio de una integración y/o suma del indicador de potencia secundario. Se entiende que puede llevarse a cabo una estandarización para poder comparar de una manera sencilla el indicador de potencia de diferentes turbinas eólicas.

5 Además, se ha reconocido que diferentes dispositivos secundarios pueden tener un impacto diferente en la capacidad operativa de una turbina eólica. Por ejemplo, la falla de un dispositivo secundario (prácticamente) no tiene impacto en la capacidad operativa de la turbina eólica, mientras que una pequeña desviación de un parámetro de funcionamiento de un rango normal de otro dispositivo secundario puede afectar significativamente la capacidad operativa de la turbina eólica. Por ejemplo, una falla del equipo de acondicionamiento de aire de una torre de una turbina eólica sólo puede tener poca repercusión, mientras que una mayor concentración de partículas de suciedad en el aceite lubricante de la caja de cambios puede tener un impacto significativo.

10 En una forma de realización preferida, el dispositivo de control puede estar diseñado para asignar al menos un indicador de potencia secundario a al menos un factor de ponderación. En particular, a cada indicador de potencia secundario se le puede asignar un factor de ponderación. El factor de ponderación es, en particular, una medida de qué tan fuerte es el impacto de un dispositivo secundario en la capacidad operativa general de la turbina eólica. De este modo, puede considerarse el impacto de un dispositivo secundario en la capacidad operativa de la turbina eólica. Un dispositivo secundario con un pequeño impacto puede ser acoplado con un factor de ponderación bajo y un dispositivo secundario con un gran impacto correspondientemente con un factor de ponderación más grande.

15 La determinación del factor de ponderación correspondiente puede llevarse a cabo de forma manual y/o automática. Por ejemplo, puede deducirse automáticamente de los datos históricos que dispositivos secundarios son particularmente relevantes para la capacidad operativa de la turbina eólica y cuales son menos relevantes.

20 Según una forma de realización preferida, el dispositivo de control puede estar diseñado para producir un modelo de al menos una turbina eólica. En particular, puede representarse el sistema de energía eólica completo como un modelo virtual en el dispositivo de control. Por medio del modelo, puede determinarse el indicador de potencia de una turbina eólica. El dispositivo de control puede diseñarse para simular un proceso de indicador de potencia de la turbina eólica por medio del modelo. Por ejemplo, puede emplearse un programa de software adecuado como Matlab. Además, en el modelo puede considerarse la influencia de al menos un parámetro ambiental, como el oleaje o la velocidad del viento. En particular, puede predecirse un proceso de indicador de potencia a través de la simulación del dispositivo de control.

25 El dispositivo de control puede estar diseñado para, en el caso de precisarse una reducción de potencia, desactivar al menos una turbina eólica en función del resultado de la simulación. Por ejemplo, la reducción de potencia puede estar determinada por un cierto período de tiempo. El dispositivo de control puede simular el proceso de indicador de potencia para este período de tiempo, en particular, en función de los parámetros meteorológicos previstos. Puede ser desactivada la turbina eólica con el indicador de potencia previsto más bajo. Preferentemente, las simulaciones pueden haberse realizado ya durante el funcionamiento normal del sistema de energía eólica y almacenarse en una base de datos. Si es necesario, entonces puede realizarse una comparación de los datos almacenados. La selección de la turbina eólica a desactivar puede llevarse a cabo en el momento.

30 Otro aspecto de la presente invención es un procedimiento para controlar un sistema de energía eólica, en particular, un sistema de energía eólica en alta mar, que comprende una primera turbina eólica y al menos otra turbina eólica. El procedimiento incluye el detectar los valores reales de la potencia generada de las turbinas eólicas. Se detecta al menos un primer parámetro de funcionamiento de una primera turbina eólica. Se detecta al menos otro parámetro de funcionamiento de al menos otra turbina eólica. Se determina un indicador de potencia para la primera turbina eólica al menos en función del parámetro de funcionamiento de la primera turbina eólica. Se determina un indicador de potencia para la otra turbina eólica en función del parámetro de funcionamiento de la otra turbina eólica. En el caso de precisarse una reducción de potencia, se desactiva al menos una turbina eólica en función de los indicadores de potencia.

35 El procedimiento puede emplearse, en particular, en un sistema de energía eólica antes descrito. El procedimiento permite de una manera sencilla continuar operando las turbinas eólicas, que presenten una alta confiabilidad y capacidad operativa mientras pueden ser desactivadas las turbinas eólicas cuya confiabilidad y capacidad operativa sea menor.

40 Otro aspecto más de la presente invención es un programa de ordenador que puede ser ejecutado con instrucciones en un procesador de modo que un sistema de energía eólica sea controlado de acuerdo con el procedimiento antes descrito.

45 Las características del procedimiento y de los dispositivos pueden combinarse libremente entre sí. En particular, las características de la descripción y/o las reivindicaciones dependientes, también pasando por alto completa o parcialmente características de las reivindicaciones independientes, pueden ser combinadas independientemente y de forma inventiva, de manera aislada o libremente entre sí.

Existen muchas posibilidades para mejorar y seguir desarrollando el sistema de energía eólica según la presente invención, el procedimiento según la presente invención para controlar un sistema de energía eólica, así como el

programa de ordenador según la presente invención. Con este propósito, se hace referencia, por una parte, a las reivindicaciones subordinadas a las reivindicaciones independientes, y, por otra parte, a la descripción de los ejemplos de realizaciones en relación con el dibujo. En el dibujo se muestra:

5 Fig. 1 una vista esquemática de un primer ejemplo de realización de un sistema de energía eólica según la presente invención

Fig. 2 una vista esquemática de otro ejemplo de realización de un sistema de energía eólica según la presente invención

Fig. 3 una vista esquemática de otro ejemplo de realización de un sistema de energía eólica según la presente invención

10 Fig. 4a una vista esquemática de un primer ejemplo de realización de un proceso de indicador de potencia,

Fig. 4b una vista esquemática de otro ejemplo de realización de un proceso de indicador de potencia,

Fig. 5 una vista esquemática de un diagrama de flujo de un ejemplo de realización de un procedimiento según la presente invención para controlar un sistema de energía eólica.

En lo sucesivo, se emplearán los mismos números de referencia para los mismos elementos.

15 La Fig. 1 muestra una vista esquemática de un primer ejemplo de realización de un sistema de energía eólica 2 según la presente invención. Este sistema de energía eólica 2 comprende un dispositivo de control 4, que está conectado a través de una red de comunicación 8 a una primera turbina eólica 6.1 y a otra turbina eólica 6.2. Se entiende que pueden preverse más de dos turbinas eólicas 6.1, 6.2. La red de comunicación 8 puede presentar canales de comunicación unidos por cable y/o inalámbricos.

20 Una turbina eólica 6.1, 6.2 está diseñada para transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica. A través de cables eléctricos (no representados) y, eventualmente, estaciones transformadoras, energía eléctrica puede alimentar a una red (pública).

25 Una turbina eólica 6.1, 6.2 puede presentar un dispositivo de detección de potencia 7 para detectar la potencia generada actual. Por ejemplo, puede preverse un medidor de potencia 7. Los valores reales de la potencia generada pueden transmitirse al dispositivo de control 4.

Además, las turbinas eólicas presentan en el presente ejemplo de realización respectivamente un dispositivo de detección de estado de funcionamiento 16a. El dispositivo de detección de estado de funcionamiento 16a está diseñado para detectar al menos un parámetro de funcionamiento o un parámetro de estado de la turbina eólica 6.1, 6.2.

30 El dispositivo de control 4 puede ser, en particular, un sistema de procesamiento de datos, como un ordenador o similar. El dispositivo de control 4 puede comprender una base de datos o estar conectado a una base de datos 5. En el presente caso se prevé también un dispositivo de visualización 12, como una pantalla 12, para presentar la información. Además, pueden preverse interfaces 14, por ejemplo, en forma de un teclado, un mouse, una pantalla táctil, etc. El dispositivo de control 4 puede estar dispuesto, en particular, en una sala de control.

35 Además, el dispositivo de control 4 puede captar una señal a través de otra entrada de datos 10. En el caso de esta señal puede tratarse, en particular, de una señal de información de energía generada. Con esta señal puede determinarse cuánta energía debería/podría generarse durante cierto espacio de tiempo. Por ejemplo, puede preverse que, para cumplir con la energía deseada prevista, deba desactivarse al menos una de las al menos dos turbinas eólicas.

40 Si el dispositivo de control 4 capta una señal correspondiente, puede ser determinado, preferiblemente de forma automática, por el dispositivo de control 4, que turbina eólica 6.1, 6.2 será desactivada. Se ha reconocido que preferiblemente debería ser desactivada la turbina eólica 6.1, 6.2 que presente una menor capacidad de rendimiento u capacidad operativa.

45 Para determinar la capacidad de rendimiento, el dispositivo de control 4 puede determinar un indicador de potencia para al menos dos turbinas eólicas 6.1, 6.2. La determinación del respectivo indicador de potencia puede llevarse a cabo de diferentes maneras. Se detecta y considera al menos un parámetro de funcionamiento (actual) de la turbina eólica respectiva 6.1, 6.2. Por ejemplo, un parámetro de funcionamiento actual de la primera turbina eólica 6.1 puede presentar un valor que sea mejor con respecto a un rango normal que el mismo parámetro de funcionamiento de la otra turbina eólica 6.2.

50 Además, puede leerse, por ejemplo, la especificación técnica, como las características técnicas, funciones y/o estructuras de la turbina eólica respectiva. Por ejemplo, puede hacerse disponible la especificación técnica del fabricante. De este modo, una turbina eólica 6.1, 6.2 en comparación con otra turbina eólica 6.1, 6.2 puede presentar

un componente nuevo y mejorado. La especificación técnica puede, por ejemplo, ser analizada por el dispositivo de control 4 y crear indicadores de potencia (actuales) correspondientes.

5 Cuando sea necesario desactivar al menos una turbina eólica 6.1, 6.2, los indicadores de potencia pueden ser evaluados en un módulo de evaluación del dispositivo de control 4. En un caso sencillo, un indicador de potencia puede ser un valor numérico. En este caso, los valores numéricos pueden ser comparados entre sí y, por ejemplo, puede ser determinado el valor más bajo. El dispositivo de control 4 puede estar diseñado para desactivar a través de la red de comunicación 8 la turbina eólica 6.1, 6.2 que corresponda al valor más bajo.

10 La Fig. 2 muestra otra vista esquemática de otro ejemplo de realización de un sistema de energía eólica 2.1 según la presente invención. En el presente ejemplo de realización, el sistema de energía eólica 2.1 se trata de un sistema de energía eólica 2.1 en alta mar.

15 El sistema de energía eólica 2.1 en alta mar comprende una subestación 22. La subestación 22 en alta mar o el panel de distribución 22 en alta mar pueden comprender, en particular, una estación transformadora. Desde el panel de distribución 22, la energía eléctrica generada puede ser transmitida a través de cables submarinos apropiados 24 directamente o a través de una plataforma de transmisión de corriente continua de alta tensión a una estación transformadora 32 en tierra y desde allí ser alimentada a la red. Además, la subestación 22 puede comprender otras instalaciones secundarias, como al menos un generador, en particular, un generador diésel. Un generador diésel hace posible seguir operando incluso ante una pérdida de Energía de retroalimentación de una plataforma de transmisión de corriente continua de alta tensión.

20 A través de uno o más cables eléctricos 24 se encuentran conectadas eléctricamente varias turbinas eólicas 6.1, 6.2 a la subestación 22. Los cables eléctricos 24 están formados en este caso como cables submarinos 24. Un cable eléctrico 24 está diseñado, en particular, para transmitir la energía eléctrica generada por una turbina eólica 6.1, 6.2 a la próxima turbina eólica 6.1, 6.2 o a la subestación 22.

25 En el presente ejemplo de realización, un gran número de turbinas eólicas 6.1, 6.2 están conectados en serie en varias cadenas 36 o cuerdas 36. Por ejemplo, pueden preverse ocho cuerdas con seis turbinas eólicas cada una en un sistema de energía eólica.

En el presente caso, en favor de una mejor vista general, sólo se representa una cuerda 36 con dos turbinas eólicas 6.1, 6.2. En la Fig. 2 sólo se sugieren otras cuerdas.

30 Un extremo de una cuerda 36 está conectado eléctricamente a través de un cable eléctrico 24 a la subestación 22. El otro extremo puede ser conectado eléctricamente a través de un cable eléctrico adicional al extremo de otra cuerda, por ejemplo, a través de un dispositivo de conmutación. Además, puede preverse que una cuerda pueda conectarse opcionalmente a varias otras cuerdas. Se entiende que, según otras variantes de la presente invención, las turbinas eólicas 6.1, 6.2 también pueden estar dispuestas en estructuras anulares.

35 Una turbina eólica 6.1, 6.2 puede comprender un gran número de dispositivos secundarios 16.1, 16.2, 18.1, 18.2, 20.1, 20.2. A modo de ejemplo y no exclusivamente, se representa en el presente caso una transmisión manual 16.1, 16.2, un equipo de acondicionamiento de aire 18.1, 18.2 y la base de una torre 20.1, 20.2.

40 Una turbina eólica 6.1, 6.2 puede además presentar un gran número de sensores. Un sensor puede, por ejemplo, estar diseñado para detectar al menos un parámetro de funcionamiento de un dispositivo secundario 16.1, 16.2, 18.1, 18.2, 20.1, 20.2. Ese al menos un parámetro de funcionamiento detectado puede ser transmitido a través de la red de comunicación 8 al dispositivo de control 4. Por ejemplo, un parámetro de funcionamiento puede ser transmitido activamente desde un sensor al dispositivo de control 4 o en función de una señal de solicitud desde el dispositivo de control 4.

45 Además, en el sistema de energía eólica 2.1 en alta mar pueden preverse medios de detección 28, 30 para detectar los parámetros ambientales actuales, en particular, los parámetros meteorológicos. Por ejemplo, al menos puede preverse un mástil para la medición del viento 28 con un dispositivo de sensor de viento 28.1 para detectar la dirección del viento y/o la velocidad del viento. Se entiende que un mástil para la medición del viento 28 junto a al menos un dispositivo de sensor de viento 28.1 puede presentar un gran número de dispositivos secundarios adicionales.

50 Además, en el presente ejemplo de realización se prevé una boya de medición 30. A modo de ejemplo y no exclusivamente, se representa un dispositivo de sensor 30.1 para detectar el oleaje. En este caso también se entiende que la boya de medición 30 puede presentar un gran número de dispositivos secundarios. Además, se entiende que puede preverse un gran número de mástiles para la medición del viento y/o boyas de medición.

El sistema de energía eólica 2.1 comprende en este caso una central 34. La central 34 puede estar dispuesta lejos de la subestación 22 y, en particular, en tierra. La central 34 comprende el dispositivo de control 4 y preferiblemente al menos una base de datos 5, al menos un dispositivo de visualización 12 y al menos un dispositivo de entrada 14.

El dispositivo de control 4 está diseñado para determinar los indicadores de potencia de al menos dos turbinas eólicas 6.1, 6.2. En particular, el dispositivo de control 4 está diseñado para determinar los indicadores de potencia secundarios de los respectivos dispositivos secundarios 16.1, 16.2, 18.1, 18.2, 20.1, 20.2.

5 Puede considerarse al menos un parámetro de funcionamiento (actual) al determinar un indicador de potencia secundario, como se explicará a continuación. Además de los parámetros de funcionamiento actuales, pueden considerarse los parámetros de funcionamiento históricos. En particular, puede disponerse un sensor para detectar un parámetro de funcionamiento de forma continua o a intervalos de tiempo predefinidos, por ejemplo, periódicamente. Todos los valores medidos pueden transmitirse al dispositivo de control 4. Los valores medidos pueden almacenarse en la base de datos 5. Los valores medidos históricos pueden ser evaluados por el dispositivo de control 4 para determinar un indicador de potencia secundario.

10 Por ejemplo, el determinar el dispositivo de control 4 un indicador de potencia secundario puede considerarse el número de fallos anteriores, el periodo de tiempo promedio entre dos fallos y la duración del fallo de un dispositivo secundario 16.1, 16.2, 18.1, 18.2, 20.1, 20.2. También es concebible que al determinarse un indicador de potencia pueda considerarse que se requiera el mantenimiento en un futuro cercano de un dispositivo secundario 16.1, 16.2, 18.1, 18.2, 20.1, 20.2 y/o la turbina de viento 6.1, 6.2, que pueda resultar de los datos históricos.

15 De los indicadores de potencia secundarios respectivos puede ser determinado por el dispositivo de control 4.1 para cada turbina eólica 6.1, 6.2 un indicador de potencia (general) correspondiente. Por ejemplo, al sumar los indicadores de potencia secundarios individuales, puede determinarse el indicador de potencia (general).

20 Se ha reconocido que una mera suma de los indicadores de potencia secundarios individuales en ciertas circunstancias puede dar como resultado un indicador de potencia que no represente la capacidad operativa real de una turbina eólica 6.1, 6.2. En particular, se ha reconocido que diferentes dispositivos secundarios 16.1, 16.2, 18.1, 18.2, 20.1, 20.2 pueden tener diferentes grados de impacto en la capacidad operativa de una turbina de viento 6.1, 6.2. Por ejemplo, una avería actual o previsto del equipo de acondicionamiento de aire 18.1, 18.2 en la torre de una turbina eólica 6.1, 6.2 sólo puede tener un pequeño impacto en la capacidad operativa en comparación con una avería actual o previsto de una caja de cambios 16.1, 16.2. Mientras que un equipo de acondicionamiento de aire defectuoso 18.1, 18.2 puede afectar la capacidad de rendimiento de una turbina eólica 6.1, 6.2 sólo de manera insignificante, una potencial avería en una caja de cambios 16.1, 16.2 de una turbina eólica 6.1, 6.2 puede tener un impacto significativo en la capacidad de rendimiento. Preferiblemente, los indicadores de potencia secundarios individuales pueden estar provistos respectivamente de un factor de ponderación. Por medio de un factor de ponderación, el impacto descrito anteriormente puede representarse y considerarse.

30 Si es necesario que se desactive una turbina eólica 6.1, 6.2, el dispositivo de control 4 puede desactivar al menos una turbina eólica 6.1, 6.2 en función de los indicadores de potencia (generales). Por ejemplo, los indicadores de potencia (generales) pueden ser comparados en el dispositivo de control 4 y, en un caso sencillo, ser desactivada la turbina eólica 6.1, 6.2 que corresponda con los menores indicadores de potencia (generales).

35 Los parámetros de funcionamiento actuales también pueden ser empleados durante la operación regular del sistema de energía eólica para detectar un fallo de una turbina eólica 6.1, 6.2, o (sólo) de un dispositivo secundario 16.1, 16.2, 18.1, 18.2, 20.1, 20.2 en el momento. Por ejemplo, puede producirse una señal de alarma óptica y/o acústica por el dispositivo de control 4. Posteriormente, pueden iniciarse las medidas adecuadas para eliminar la avería.

40 A continuación, con la ayuda de la Fig. 3, se explicará en más detalle a modo de ejemplo la forma de determinar un indicador de potencia (general) de una turbina eólica 6. La Fig. 3 muestra una vista esquemática de otro ejemplo de realización de un sistema de energía eólica 2.2 según la presente invención.

45 En el caso de la turbina eólica 6 representada se trata de una turbina eólica 6 en alta mar, que está conectada a través de una red de comunicación 8 al dispositivo de control 4. La turbina eólica 6 en el presente caso comprende tres dispositivos secundarios 16, 18, 20. Se entiende que la turbina eólica 6 puede presentar un gran número de otros dispositivos secundarios. En el presente caso, se representan una transmisión manual 16, un equipo de acondicionamiento de aire 18 y la base de una torre 20.

50 Además, un dispositivo secundario 16, 18, 20 puede presentar al menos un sensor 16a, 16b, 16c, 18a, 20a. En particular, la base de la torre 20 puede presentar un sensor 20a para detectar el estado de la base de la torre 20. Por ejemplo, debido a un movimiento del lecho marino y/o al oleaje del mar se pueden formar grietas en la base de la torre 20. Esto puede detectarse por medio de un sensor 20a.

El equipo de acondicionamiento de aire 18 puede presentar un sensor 18a. En particular, puede preverse un sensor de temperatura 18a para detectar la temperatura actual en la torre de la turbina eólica 6.

55 La transmisión manual 16 presenta en el presente ejemplo de realización tres sensores 16a, 16b y 16c. Un primer sensor 16a puede ser, por ejemplo, un sensor de vibración 16a. Un segundo sensor 16b puede ser un sensor de temperatura 16b. Un tercer sensor 16c puede detectar la pureza del aceite lubricante utilizado.

Se entiende que un dispositivo secundario 16, 18, 20 puede presentar más que los sensores representados 16a, 16b, 16c, 18a, 20a. Además, se entiende que un sensor 16a, 16b, 16c, 18a, 20a puede presentar un gran número de cabezales de medición.

5 Como ya se ha descrito, los datos del sensor pueden ser transmitidos a través de una red de comunicación 8 al dispositivo de control 4. Además de los datos del sensor, para determinar un indicador de potencia secundario puede recurrirse también a los datos históricos y/o los parámetros ambientales actuales, como los parámetros ambientales meteorológicos. Con al menos una parte de estos datos, pueden determinarse los indicadores de potencia secundarios E_i . El indicador de potencia E_{GES} de la turbina eólica 6 puede determinarse, en particular, por medio de la siguiente fórmula:

$$E_{GES} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (1)$$

10 donde E_{GES} es el indicador de potencia (general), W_i es un factor de ponderación y n es el número de dispositivos secundarios 16, 18, 20.

15 Preferiblemente, alternativa o adicionalmente a un indicador de potencia actual, también puede determinarse un indicador de potencia previsto. En particular, en el caso de una característica de tiempo de potencia predicha, además de los parámetros de funcionamiento actuales y/o los datos históricos, pueden considerarse los parámetros ambientales previstos, en particular, los parámetros ambientales meteorológicos.

20 Para determinar un indicador de potencia previsto, el dispositivo de control 4 puede estar diseñado para generar al menos un modelo virtual de la turbina eólica 6. En el modelo pueden considerarse, en particular, otros parámetros que influyan en la generación de energía. Estos incluyen, por ejemplo, parámetros ambientales, como los parámetros meteorológicos, o el oleaje. En particular, los indicadores de potencia de las turbinas eólicas pueden cambiar con el tiempo y, en particular, variar en función de los parámetros ambientales. Por medio de un modelo virtual, pueden simularse y analizarse diferentes escenarios.

25 Las Figs. 4a y 4b muestran, a modo de ejemplo, procesos de indicadores de potencia previstos 38.1, 38.2 para los mismos parámetros ambientales para dos turbinas eólicas 6.1, 6.2. Como puede observarse, el indicador de potencia 38.1 de la primera turbina eólica 6.1 hasta cierto momento t_1 es mayor o mejor que el indicador de potencia 38.2 de la segunda turbina eólica 6.2. Desde el momento t_1 (hasta el momento t_2) la situación, sin embargo, se invierte.

30 Si es necesario que se desactive al menos una turbina eólica 6.1, 6.2, puede disponerse como información adicional el período de tiempo requerido. Por ejemplo, puede estar determinada la potencia deseada para un cierto período de tiempo.

Si es necesario, por ejemplo, que se desactive al menos una turbina eólica 6.1, 6.2, hasta un cierto tiempo t_1 , entonces en el ejemplo anterior puede desactivarse la otra turbina eólica 6.2. La razón de esto es el indicador de potencia inferior de la otra turbina eólica 6.2 entre los tiempos 0 y t_1 .

35 Si, por otro lado, es necesario que se desactive hasta un cierto tiempo t_2 , entonces en el ejemplo anterior puede desactivarse la primera turbina eólica 6.1. La razón de esto es el indicador de potencia inferior de la primera turbina eólica 6.1 entre los tiempos 0 y t_2 .

La simulación puede ser llevada a cabo por el dispositivo de control 4 durante la operación normal y/o en el momento de requerirse la desactivación de una turbina eólica. Los resultados de la simulación pueden almacenarse en una base de datos 5 y actualizarse regularmente.

40 Con el fin de probar y mejorar la previsión, el indicador de potencia real de una turbina eólica 6 puede compararse con el indicador de potencia previsto de una turbina eólica 6. Los resultados correspondientes pueden analizarse y almacenarse en la base de datos 5.

Finalmente, la Fig. 5 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de realización de un procedimiento según la presente invención para controlar al menos una turbina eólica.

45 En una primera etapa 501, puede detectarse al menos un parámetro de funcionamiento de una turbina eólica. Preferiblemente, puede detectarse un gran número de parámetros de funcionamiento de un gran número de turbinas eólicas. La detección de un parámetro de funcionamiento puede tener lugar en ciertos momentos o de forma continua. Adicionalmente, puede detectarse al menos un parámetro ambiental actual y/o pueden proporcionarse parámetros de funcionamiento históricos.

5 En una siguiente etapa 502, el dispositivo de control 4, en particular, a partir de los parámetros y datos mencionados anteriormente, puede determinar el indicador de potencia de una turbina eólica. Por ejemplo, puede determinarse el indicador de potencia a partir de un gran número de indicadores de potencia secundarios, como ya se ha descrito anteriormente. Preferiblemente, se determinan todos los indicadores de potencia de todas las turbinas eólicas del sistema de energía eólica. Estos pueden almacenarse en una base de datos. Preferiblemente, la determinación se lleva a cabo a intervalos de tiempo predefinidos para disponer de los indicadores de potencia más actuales posibles. En esta etapa 502, también pueden preverse indicadores de potencia, por ejemplo, a través de simulación en un modelo. Estos también pueden almacenarse.

10 Si en una etapa 503, por ejemplo, se capta una señal de un operador de red para reducir la potencia con la que se alimenta a la red, entonces en una etapa 504 el dispositivo de control 4 puede llevar a cabo una evaluación de los indicadores de potencia actuales y/o previstos. Se entiende que, alternativamente, la evaluación ya puede haberse llevado a cabo en la etapa 502. En particular, puede identificarse al menos la turbina eólica, cuyo indicador de potencia actual y/o indicador de potencia previsto sea el más bajo.

15 Después de la identificación de esta turbina eólica, el dispositivo de control puede desactivarla (etapa 505). Se entiende que puede ser necesario desactivar dos o más turbinas eólicas. En este caso, son desactivadas las dos o más turbinas eólicas con los menores indicadores de potencia.

Después de un período de tiempo predefinido o después de recibir la instrucción correspondiente, el dispositivo de control en la etapa 506 puede volver a activar al menos una de las turbinas eólicas desactivadas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2), en particular un sistema de energía eólica en alta mar (2, 2.1, 2.2) que comprende:
- una primera turbina eólica (6, 6.1) y al menos otra turbina eólica (6, 6.2),
- 5 - donde las turbinas eólicas (6, 6.1, 6.2) presentan respectivamente un dispositivo de detección de potencia (7) para detectar los valores reales de la potencia generada y
- al menos un dispositivo de control (4) conectado con las turbinas eólicas (6, 6.1, 6.2) a través de una red de comunicación (8),
- 10 - donde la primera turbina eólica (6, 6.1) presenta al menos un dispositivo de detección de estado de funcionamiento (16a, 16b, 16c, 18a, 20a) para detectar al menos un parámetro de funcionamiento de la primera turbina eólica (6, 6.1),
- donde la otra turbina eólica (6, 6.2) presenta al menos un dispositivo de detección de estado de funcionamiento (16a, 16b, 16c, 18a, 20a) para detectar al menos un parámetro de funcionamiento de la otra turbina eólica (6, 6.2).
- 15 - donde el dispositivo de control (4) está diseñado para determinar un indicador de potencia para la primera turbina eólica (6, 6.1) al menos en función del parámetro de funcionamiento de la primera turbina eólica (6, 6.1),
- donde el dispositivo de control (4) está diseñado para determinar un indicador de potencia para la otra turbina eólica (6, 6.2) al menos en función del parámetro de funcionamiento de la otra turbina eólica (6, 6.1), y
 - donde el dispositivo de control (4) está diseñado para, en el caso de precisarse una reducción de potencia, desactivar al menos una turbina eólica (6, 6.1, 6.2) en función de los indicadores de potencia.
- 20 caracterizado por que
- el dispositivo de control (4) está diseñado para producir un modelo de al menos una turbina eólica (6, 6.1, 6.2),
 - el dispositivo de control (4) está diseñado para simular un proceso de indicador de potencia de la turbina eólica (6, 6.1, 6.2) por medio del modelo, y
- 25 - el dispositivo de control (4) está diseñado para, en el caso de precisarse una reducción de potencia, desactivar al menos una turbina eólica (6, 6.1, 6.2) en función del resultado de la simulación.
2. Sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2) según la reivindicación 1, caracterizado porque
- el dispositivo de control (4) está diseñado para comparar entre sí los indicadores de rendimiento de las turbinas eólicas (6, 6.1, 6.2), y
- 30 - el dispositivo de control (4) está diseñado para, en el caso de precisarse una reducción de potencia, desactivar al menos una turbina eólica (6, 6.1, 6.2) en función del resultado de la comparación.
3. Sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque
- está diseñado un dispositivo de detección de estado de funcionamiento (16a, 16b, 16c, 18a, 20a) para detectar el parámetro de funcionamiento continuamente o a intervalos de tiempo predefinidos,
 - se prevé una base de datos (5) para almacenar los valores de los parámetros operativos registrados, y
- 35 - el dispositivo de control (4) está diseñado para determinar el indicador de potencia de la turbina eólica (6, 6.1, 6.2) en función de los valores de los parámetros de funcionamiento almacenados.
4. Sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque
- se prevé al menos un dispositivo de detección (28, 30) para detectar al menos un parámetro ambiental, en particular, un parámetro meteorológico ambiental actual, y
- 40 - el dispositivo de control (4) está diseñado para determinar el indicador de potencia de una turbina eólica (6, 6.1, 6.2) en función de los parámetros ambientales.
5. Sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque

- la turbina eólica (6, 6.1, 6.2) presenta al menos un dispositivo secundario (16, 16.1, 16.2, 18, 18.1, 18.2, 20, 20.1, 20.2), y
 - el dispositivo de control (4) está diseñado para determinar al menos un indicador de potencia secundario del dispositivo secundario (16, 16.1, 16.2, 18, 18.1, 18.2, 20, 20.1, 20.2) de la turbina eólica (6, 6.1, 6.2).
- 5 6. Sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2) según la reivindicación 5, caracterizado porque el dispositivo de control (4) está diseñado para determinar el indicador de potencia de la turbina eólica (6, 6.1, 6.2) a partir de un gran número de indicadores de potencia secundarios de una turbina eólica (6, 6.1, 6.2).
- 10 7. Sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2) según una cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, caracterizado porque el dispositivo de control (4) está diseñado para asignar al menos un indicador de potencia secundario a al menos un factor de ponderación.
8. Procedimiento para controlar un sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2), en particular, un sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2) en alta mar, que comprende una primera turbina eólica (6, 6.1) y al menos otra turbina eólica (6, 6.2), que comprende:
- la detección de los valores reales de la potencia generada de las turbinas eólicas (6, 6.1, 6.2),
- 15 - se detecta al menos un parámetro de funcionamiento de una primera turbina eólica (6, 6.1),
- se detecta al menos otro parámetro de funcionamiento de al menos otra turbina eólica (6, 6.2),
 - se determina un indicador de potencia para la primera turbina eólica (6, 6.1) al menos en función del parámetro de funcionamiento de la primera turbina eólica (6, 6.1),
- 20 - se determina al menos otro indicador de potencia para la otra turbina eólica (6, 6.2) en función del parámetro de funcionamiento de la otra turbina eólica (6, 6.2), y
- en el caso de precisarse una reducción de potencia, se desactiva al menos una turbina eólica (6, 6.1, 6.2) en función de los indicadores de potencia,
- caracterizado porque
- se produce un modelo de al menos una turbina eólica (6, 6.1, 6.2),
- 25 - se simula un proceso de indicador de potencia de la turbina eólica (6, 6.1, 6.2) por medio del modelo, y
- en el caso de precisarse una reducción de potencia, se desactiva al menos una turbina eólica (6, 6.1, 6.2) en función del resultado de la simulación.
9. Programa de ordenador que puede ser ejecutado con instrucciones en un procesador de modo que un sistema de energía eólica (2, 2.1, 2.2) sea controlado de acuerdo con el procedimiento según la reivindicación 8.
- 30

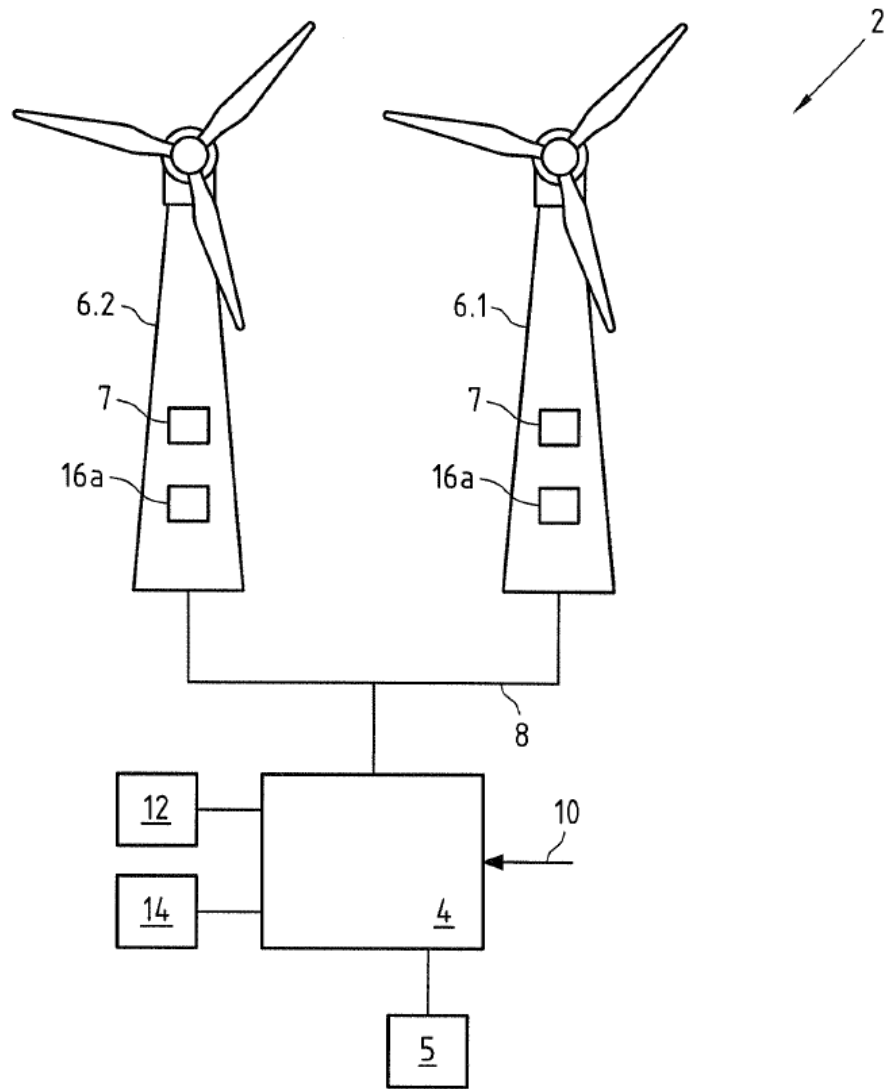


Fig.1

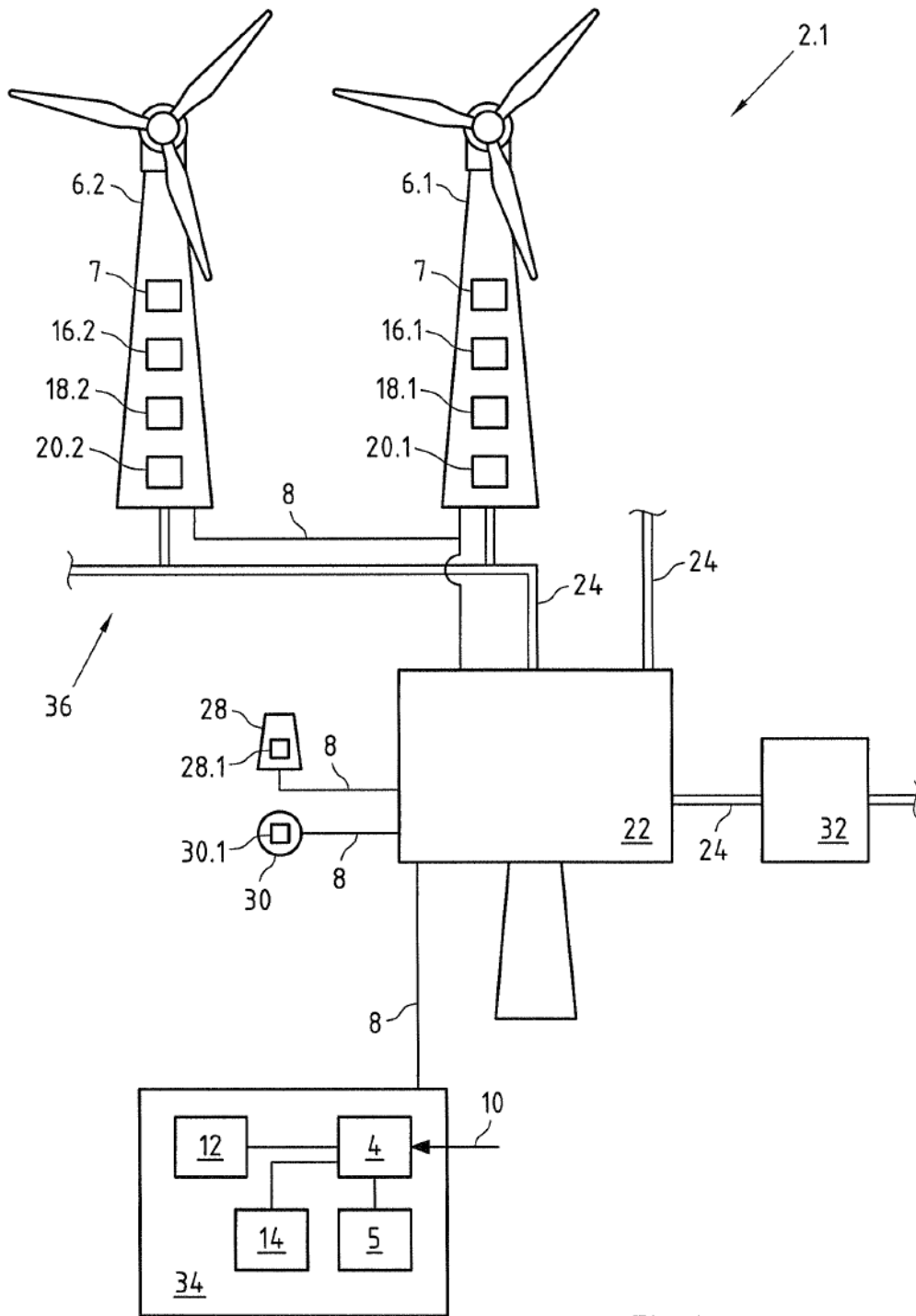


Fig.2

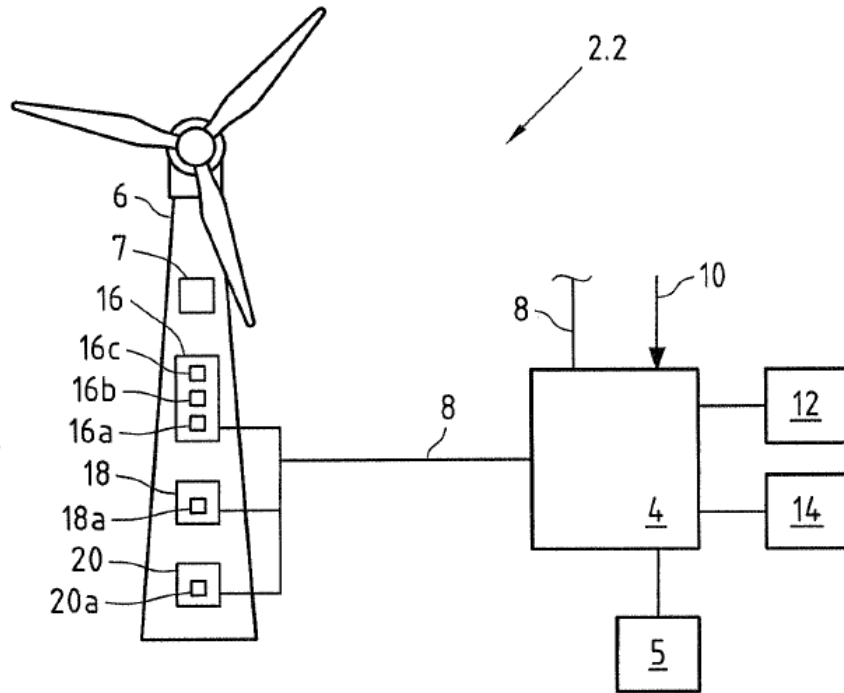


Fig.3

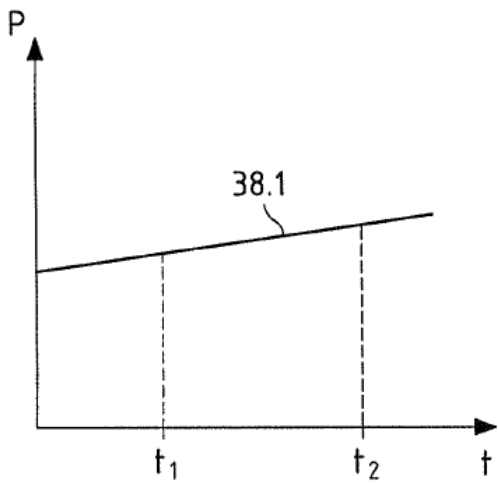


Fig.4a

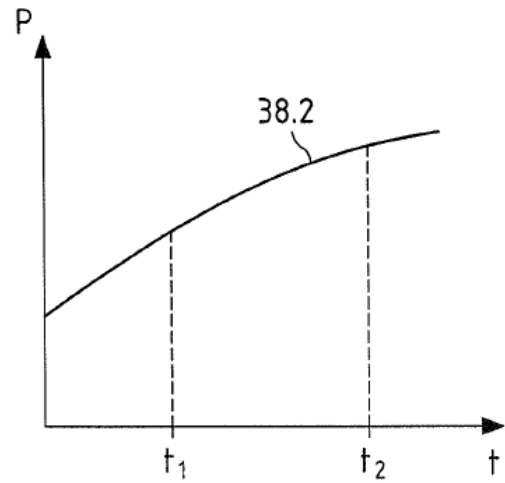


Fig.4b

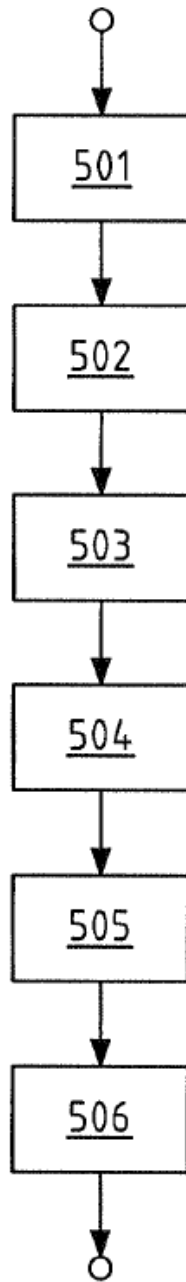


Fig.5