

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 052**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 17/00 (2006.01)

F03D 80/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2009 E 17156896 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3193012**

54 Título: **Disposición para la supervisión de un parque eólico**

30 Prioridad:

12.01.2009 DE 102009004385

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

25.02.2021

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
SERVICE GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

ALTEMARK, JENS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 808 052 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

Disposición para la supervisión de un parque eólico

Se describe una disposición para la supervisión del funcionamiento de una pluralidad de turbinas eólicas. A este respecto se toman datos de estado de la turbina eólica y se establecen desviaciones entre los datos de estado y un valor comparativo correspondiente. La invención se refiere a una disposición para la realización del procedimiento. La disposición comprende una pluralidad de turbinas eólicas, una central de supervisión, un módulo de cálculo, un módulo lógico y una calculadora. Las turbinas eólicas presentan un sensor que está diseñado para registrar datos de estado de las turbinas eólicas. El módulo lógico calcula desviaciones entre los datos de estado de la turbina eólica y un valor comparativo correspondiente.

Por el documento DE 10 2007 027849 A1 se conoce un procedimiento para el funcionamiento de una turbina eólica, en el que se registran datos de estado y se comparan con un valor de referencia, generándose una señal de aviso en el caso de existir una desviación determinada. Además se conoce por el documento EP 1 531 376 A1 un sistema de supervisión y mantenimiento para una turbina eólica, que está configurada para el registro de datos del sensor para reconocer, por medio de los datos del sensor, de manera anticipada fallos en componentes críticos del sistema y generar una señal de alarma.

Hasta ahora se supervisa en cada turbina eólica individual si ésta trabaja correctamente, es decir, si todos los datos de estado están en el intervalo prescrito. En el caso de que se establezca una desviación del funcionamiento correcto, se crea entonces un mensaje de alarma y se envía a una central de supervisión. En la central de supervisión se analizan los mensajes de alarma y se determina qué medidas de reparación deben realizarse en la turbina eólica respectiva. Los mensajes de alarma se procesan en la secuencia de su entrada temporal.

Especialmente en el caso de parques eólicos marítimos grandes, este procesamiento de mensajes de alarma conduce a efectos no deseados. Como se conoce, las turbinas eólicas deben estar sometidas a un mantenimiento regular después de una duración de funcionamiento predeterminada. En parques eólicos marítimos, el mantenimiento regular va unido con algún gasto, puesto que el personal de mantenimiento y las herramientas necesarias deben llevarse en barco a las turbinas eólicas. Por lo tanto, es económicamente conveniente realizar el mantenimiento a ser posible al mismo tiempo en el mayor número de turbinas eólicas. Aunque, como es habitual en parques eólicos marítimos, todas las turbinas eólicas se han puesto en funcionamiento al mismo tiempo, el mantenimiento no coincide forzosamente en el mismo momento. El instante del mantenimiento no se determina, en efecto, en primer lugar porque ha transcurrido una duración de tiempo determinada, sino porque se ha producido una cantidad determinada de energía eléctrica. Especialmente debido a tiempos de fallo de diferente longitud o a diferentes condiciones del viento, puede variar mucho la energía eléctrica producida en un instante determinado de una turbina eólica a otra. Esto puede conducir a que en una turbina eólica sea aplicable ya el mantenimiento regular, mientras que en otra instalación de energía eólica se ha producido sólo el 95 % de la energía eléctrica de este intervalo de mantenimiento. Si a pesar de todo se realiza ya un mantenimiento en esta turbina eólica, se desaprovecha una parte del intervalo de mantenimiento. En cambio, si se realiza más tarde el mantenimiento de esta turbina eólica, en el intervalo de mantenimiento siguiente no hay que contar ya con que sea posible un mantenimiento simultáneo. Ante estos antecedentes, se pretende que el mantenimiento coincida a ser posible al mismo tiempo en todas las turbinas eólicas del parque eólico.

La invención tiene el objetivo de presentar una disposición para la supervisión del funcionamiento de una pluralidad de turbinas eólicas, con la que se consigue un funcionamiento lo más uniforme posible de turbinas eólicas. Partiendo del estado de la técnica mencionado al principio, el objetivo se soluciona por medio de las características de la reivindicación independiente 1. Las formas de realización ventajosas se encuentran en las reivindicaciones dependientes.

En la disposición se calcula con la ayuda de una desviación determinada entre datos de estado y el valor comparativo respectivo una probabilidad de fallo de la turbina eólica. Además, a partir de la relación de la cantidad de energía generada realmente y la cantidad total generable potencialmente se calcula un valor de disponibilidad. El valor de disponibilidad y la probabilidad de fallo se confluyen en una prioridad de reparación y se asocia la prioridad de reparación a la turbina de energía eólica.

En primer lugar, se explican algunos conceptos. La probabilidad de fallo está en un caso límite en 100 %. Éste es el caso cuando la turbina eólica ha sido desconectada automáticamente ya en virtud del fallo determinado. En cambio, si la turbina eólica está en servicio y todos los datos de estado corresponden a valores teóricos, entonces la probabilidad de fallo tiene un valor pequeño de por ejemplo 0 %. En el caso de una desviación entre los datos de estado y el valor comparativo respectivo, que no ha tenido como consecuencia una desconexión inmediata de la turbina eólica, se puede asociar a la turbina eólica un valor entre 0 % y 100 % para la probabilidad de fallo. Si no están previstos valores entre 0 % y 100 % para la probabilidad de fallo, la probabilidad de fallo corresponde a un criterio de si la turbina eólica está preparada o no para el funcionamiento. Para asociar a la probabilidad de fallo valores entre 0 % y 100 %, deben utilizarse informaciones y valores experimentales adicionales. Así, por ejemplo, a partir de observaciones anteriores se puede conocer que una temperatura del aceite del engranaje elevada en 10 °C conduce con una probabilidad del 30 % dentro de tres meses y con una probabilidad del 50 % dentro de seis meses

al fallo de la turbina eólica. En cambio, por ejemplo, una temperatura del convertidor elevada en 10 °C puede tener como consecuencia sólo con una probabilidad del 10 % un fallo dentro de los seis meses siguientes. Datos correspondientes, que son necesarios para la determinación de la probabilidad de fallo, se calculan en Sistemas de Supervisión del Estado y, por lo tanto, están disponibles en el fabricante de turbinas eólicas.

5 El valor de disponibilidad se refiere al pasado e indica la relación de la cantidad de energía generada realmente y la cantidad total generable potencialmente. La cantidad de energía eléctrica generada realmente se conoce puesto que forma la base para la bonificación que recibe el operador de la turbina eólica. El valor para la cantidad total generable potencialmente también se conoce, porque en la turbina eólica se registran continuamente informaciones sobre las condiciones del viento y porque a partir de la curva de la potencia de la turbina eólica se puede calcular
10 cuánta energía eléctrica habría tenido que generar la turbina eólica a qué velocidades del viento, si hubiera estado disponible sin interrupción. En muchos casos, se calcula también de todos modos el valor de disponibilidad como relación de ambos valores, porque también el valor de disponibilidad puede formar una base para acuerdos contractuales entre el fabricante y el operador de la turbina eólica.

15 El valor de disponibilidad y la probabilidad de fallo confluyen en una prioridad de reparación, siendo la prioridad de reparación tanto más alta cuanto mayor es la probabilidad de fallo y cuanto menor era la disponibilidad en el pasado y a la inversa. Cuando todos los datos de estado registrados se mueven en el intervalo previsto, la probabilidad de fallo y, por lo tanto, la prioridad de reparación tiene un valor bajo o un valor 0. Resulta una probabilidad de fallo elevada solamente cuando en los datos de estado se establecen valores llamativos. Por el concepto de reparación está comprendida también la previsión de un mantenimiento regular. La prioridad de reparación se puede emitir en
20 una pantalla o de manera similar y puede servir como criterio de la secuencia en la que se reparan las turbinas eólicas. El valor de la prioridad de reparación puede tener influencia también sobre la secuencia en la que se realiza la reparación de las turbinas eólicas.

Puesto que el valor de disponibilidad y la probabilidad de fallo confluyen en una prioridad de reparación, se consigue un avance con respecto al funcionamiento uniforme de las turbinas eólicas. Mientras que hasta ahora las turbinas eólicas han sido reparadas en la secuencia de la aparición del mensaje de alarma, en la prioridad de reparación se tiene en cuenta adicionalmente cómo era la disponibilidad de la turbina eólica respectiva en el pasado. Una turbina eólica, por ejemplo, que tiene una disponibilidad próxima al 100 %, se repara entonces, en determinadas circunstancias, a pesar de la aparición más precoz de un fallo, más tarde que una turbina eólica vecina, cuya disponibilidad era en el pasado solamente el 94 %. Se fomenta, por lo tanto, un funcionamiento uniforme de las turbinas eólicas. Para la determinación de la prioridad de reparación se utilizan con el valor de disponibilidad y la probabilidad de selección exclusivamente aquellos valores, que están disponibles de todos modos o bien que se pueden determinar fácilmente en base a los datos existentes. La invención se puede utilizar, como se ha explicado anteriormente, para conseguir en un parque eólico marítimo que coincida al mismo tiempo el mantenimiento regular en el mayor número posible de turbinas eólicas. No se presupone que todas las turbinas eólicas, a las que se asocia una prioridad de reparación en el marco del procedimiento, deban pertenecer a un parque eólico común. La idea de la invención no está limitada a parques eólicos marítimos, sino que se puede aplicar sin más también en turbinas eólicas en tierra.

El valor comparativo, partiendo del cual se establece si los datos de estado registrados corresponden a un funcionamiento correcto, es en el caso más sencillo un valor límite establecido previamente que no debe excederse durante el funcionamiento de la turbina eólica. Así, por ejemplo, para la temperatura del aceite del engranaje se puede predeterminar un valor comparativo de 120 °C, de manera que cuando se excede, debe desconectarse la turbina eólica. Pero se puede sacar mayor ventaja del procedimiento cuando como valor comparativo se utiliza adicionalmente o en su lugar un valor medio sobre una pluralidad de turbinas eólicas. Si, por ejemplo, en 40 turbinas eólicas del mismo tipo, después de que han estado funcionando durante dos horas con potencia nominal, la temperatura del aceite del engranaje está entre 75 °C y 85 °C, mientras que en otra turbina eólica en las mismas condiciones se alcanza una temperatura del aceite del engranaje de 95 °C, entonces, en efecto, en la última turbina eólica no se ha alcanzado todavía el valor límite de 120 °C, pero es previsible que se exceda antes que en las otras turbinas eólicas. Por lo tanto, a la turbina eólica se asocia una probabilidad de fallo más elevada. Especialmente la aparición múltiple de una desviación no crítica en sí entre datos de estado y valores comparativos puede sugerir que se asocie a la turbina eólica una probabilidad de fallo elevada.

La invención comprende comparar los datos de estado de la turbina eólica con valores comparativos establecidos en general y solamente en el caso de aparición de una incidencia emitir un mensaje a una central de supervisión. Las posibilidades de comparar y evaluar datos de estado, son sin embargo mejores cuando se transmiten los datos de estado a una central de supervisión. Especialmente entonces es posible obtener a partir de los datos de estado nuevos valores comparativos, que corresponden a un funcionamiento correcto de la turbina eólica.

El rendimiento de una turbina eólica es claramente más alto cuando funciona en un emplazamiento con una velocidad del viento media alta. Por lo tanto, la pérdida es mayor cuando falla una turbina eólica en un emplazamiento con una velocidad del viento media alta que cuando falla una turbina eólica en un emplazamiento con una velocidad del viento media baja, puesto que la energía del viento no utilizada durante un fallo es potencialmente mayor. Por lo tanto, en la prioridad de reparación se puede incluir una información adicional sobre las relaciones locales del viento, con la tendencia de que una turbina eólica en un emplazamiento con una velocidad

del viento media alta se repara antes que una turbina eólica en un emplazamiento con una velocidad del viento media baja. Desde el mismo punto de vista, se puede incluir en la prioridad de reparación una información sobre la potencia nominal de la turbina eólica, de manera que se repara una turbina eólica con potencia nominal alta antes que una turbina eólica con potencia nominal baja.

5 El procedimiento según la invención se aplica al mismo tiempo en una pluralidad de turbinas eólicas. Cuando a cada turbina eólica está asociada una prioridad de reparación se puede crear con la ayuda de la secuencia de rango una lista, de manera que a partir de la secuencia de las entradas de la lista resulta en qué secuencia deben repararse las turbinas eólicas. Las prioridades de reparación y la lista se actualizan constantemente, pudiendo modificarse continuamente la secuencia de las entradas de la lista, cuando se modifica la prioridad de reparación de una turbina eólica. Paralelamente a partir de los datos de estado se pueden obtener valores comparativos, que corresponden a un funcionamiento correcto de la turbina eólica. Con la ayuda de los valores comparativos se puede realizar, además, para cada turbina eólica fácilmente la comparación con otras turbinas eólicas. Se pueden obtener informaciones, como por ejemplo que dentro de la misma duración de funcionamiento sólo el 5% de las turbinas eólicas del mismo tipo emiten más mensajes de avería que la turbina eólica respectiva. Las informaciones de este tipo se ofrecen para una evaluación gráfica.

Las turbinas eólicas están expuestas a un desgaste especial, cuando emprenden ensayos de arranque excesivamente frecuentes. El objetivo de conseguir un funcionamiento más uniforme de turbinas eólicas se puede fomentar de esta manera incluyendo en la prioridad de reparación una información sobre el número de ensayos de arranque que ha emprendido la turbina eólica en el pasado. En este caso, un gran número de ensayos de arranque conduce a que se eleve la prioridad de reparación y a la inversa.

Con preferencia, los valores utilizados en el procedimiento se utilizan también cuando debe desconectarse una parte de las turbinas eólicas en un parque eólico, por ejemplo en virtud de averías en la red eléctrica, en la que está conectado el parque eólico. Así, por ejemplo, se pueden desconectar en primer lugar turbinas eólicas con una alta probabilidad de fallo y finalmente la turbina eólica con baja disponibilidad.

25 La invención se refiere a la disposición dada en la introducción para la realización del procedimiento. La disposición se caracteriza primeramente según la invención por que la calculadora calcula a partir de la relación de la cantidad de energía eléctrica generada realmente y la cantidad total generable potencialmente un valor de disponibilidad relacionado con la turbina eólica. El módulo de cálculo calcula en el caso de una desviación determinada por el módulo lógico una probabilidad de fallo de la turbina eólica. El módulo de cálculo confluye el valor de disponibilidad y la probabilidad de fallo en una prioridad de reparación. La prioridad de reparación se asocia en la central de supervisión a la turbina eólica.

El concepto de módulo de cálculo debe entenderse aquí en un sentido funcional, no es necesario que el módulo de cálculo sea una unidad de construcción. En efecto, el módulo de cálculo está dispuesto en una forma de realización ventajosa en la central de supervisión. En otras formas de realización, al menos una parte del módulo de cálculo puede estar separada de la central de supervisión y puede estar dispuesto, por ejemplo, en la turbina eólica. En una forma de realización ventajosa, la disposición comprende una pluralidad de turbinas eólicas, estando asociada la pluralidad de turbinas eólicas a una central de supervisión. Las prioridades de reparación de las turbinas eólicas se clasifican en la central de supervisión, con preferencia según el rango, de manera que resulta una secuencia, en la que deben repararse las turbinas eólicas. La unidad de cálculo puede estar diseñada, además, para utilizar datos de estado de una pluralidad de turbinas eólicas para calcular valores comparativos que corresponden a un funcionamiento correcto.

A continuación se describe la invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos con la ayuda de una forma de realización ventajosa. Muestran:

- la figura 1 una representación esquemática de una disposición según la invención; y
- 45 la figura 2 una representación esquemática de elementos de la disposición según la invención.

Una disposición según la invención en la figura 1 comprende una pluralidad de turbinas eólicas 11, 11a, 11b, 11c, que están interconectadas en un primer parque eólico 12 y en un segundo parque eólico 13. En el parque eólico 12 se conduce la energía eléctrica generada a través de una red interna 14 del parque eólico hacia un punto de transferencia 15, en el que se transforma la energía eléctrica en alta tensión y se transfiere a la red pública de distribución de energía. En el parque eólico 13 se conduce la energía eléctrica de manera correspondiente a través de una red interna 16 del parque eólico hacia un punto de transferencia 17. Las turbinas eólicas 11, 11a, 11b, 11c de ambos parques eólicos 12, 13 están conectadas a través de líneas de datos 18, 19 con una central de supervisión 20.

Cada turbina eólica comprende un control, como se indica en la turbina eólica 11 con el número de referencia 22. El control 22 está conectado con un sensor de viento 23 así como con un contador 24 para la cantidad de energía eléctrica alimentada. Los valores de medición del sensor eólico 23 y del contador 24 se conducen a una calculadora 25, que calcula a partir de los valores del sensor de viento 23 en primer lugar la cantidad total generable potencialmente, es decir, la cantidad de energía eléctrica, que hubiera podido generar la turbina eólica 11 sin

tiempos de fallo. La calculadora 25 calcula un valor de disponibilidad para la turbina eólica 11, que resulta como cociente de la cantidad de energía alimentada realmente y la cantidad total generable potencialmente.

El control 22 de la turbina eólica 11 está conectado, además, con una pluralidad de sensores, que registran datos de estado en el funcionamiento de la turbina eólica 11. Por ejemplo, en la figura 2 se muestra un sensor 26 que mide la temperatura del aceite del engranaje de la turbina eólica 11. Los datos de estado registrado con el sensor 26 son conducidos a un módulo lógico 27, que determina si existen desviaciones entre los datos de estado y los valores comparativos correspondientes. En el módulo lógico 27 se comparan los datos de estado en primer lugar con un valor límite absoluto. Si los datos de estado exceden un valor límite absoluto, entonces debe pararse la turbina eólica 11. Además, el módulo lógico 27 compara los datos de estado con un valor medio, que reproduce el estado medio de turbinas eólicas de este tipo en el estado de funcionamiento correspondiente. Los valores medios se transmiten desde la central de supervisión 20 al módulo lógico 27.

Si el módulo lógico 27 establece una desviación entre los datos de estado y los valores comparativos correspondientes, se transmite un mensaje correspondiente a un módulo de cálculo 21 de la central de supervisión 20. Con la ayuda de la desviación entre los datos de estado de la turbina eólica 11 y el valor medio, el módulo de cálculo 21 calcula una probabilidad de fallo de la turbina eólica 11. A tal fin, el módulo de cálculo 21 extrae datos adicionales desde una memoria 28 de la unidad de supervisión 20. Con la ayuda de los datos, que se basan en observaciones del pasado, se puede calcular con qué probabilidad una desviación entre los datos de estado de la turbina eólica y el valor medio conducirá a un fallo de la turbina eólica. El módulo de cálculo 21 utiliza datos de la memoria 28 para determinar una probabilidad de fallo de la turbina eólica 11.

A continuación, el módulo de cálculo 21 reúne la probabilidad de fallo y el valor de disponibilidad, que se transmite desde la calculadora 25 hasta el módulo de cálculo 21 y determina una prioridad de reparación para la turbina eólica 11. La determinación de la prioridad de reparación se ilustra a continuación con la ayuda de ejemplos sencillos. Las prioridades de reparación de todas las turbinas eólicas implicadas en el procedimiento se clasifican según el rango, de manera que resulta una secuencia, en la que deben repararse las turbinas eólicas.

En tres turbinas eólicas WEA 1, WEA 2, WEA 3, que son del mismo tipo, se registran datos de estado. Los datos de estado se refieren a la temperatura del aceite del engranaje, la temperatura del convertidor, la temperatura del generador y la temperatura del cojinete principal. En cada turbina eólica está previsto un sensor para cada una de estas variables. Resultan los siguientes datos de estado.

	Datos de estado			Valores comparativos (valor límite)
	WEA 1	WEA 2	WEA 3	
Temp. de aceite del engranaje	70 °C	72 °C	75 °C	120 °C
Temp. del convertidor	40 °C	45 °C	X	60 °C
Temp. del generador	64 °C	60 °C	61 °C	85 °C
Temp. del cojinete principal	X	65 °C	65 °C	95 °C

Como valor comparativo para los datos de estado sirve un valor límite absoluto, que no debe excederse. La indicación "X" en la temperatura del cojinete principal de WEA 1 así como en la temperatura del convertidor en WEA 3 indica que se ha excedido el valor límite y que, por lo tanto, debería pararse la turbina eólica. Las indicaciones para WEA 1 y WEA 3 en las columnas restantes son los valores respectivos poco antes de la desconexión de las turbinas eólicas. Las WEA 1 y WEA 3 ya están desconectadas y, por lo tanto, tienen una probabilidad de fallo del 100 %. En WEA 2 todos los valores registrados como datos de estado están claramente por debajo de los valores límites respectivos, la probabilidad de fallo es del 0 %. Otra diferenciación de la probabilidad de fallo entre el 0 % y el 100 % no se toma en este ejemplo.

Además, cada turbina eólica comprende un módulo lógico, que determina a partir de la relación entre la cantidad de energía eléctrica generada realmente y la cantidad total generable potencialmente una disponibilidad relativa, que se reproduce en un valor de disponibilidad. Los valores correspondientes se encuentran en la Tabla siguiente:

	Turbina eólica 1	WEA 2	WEA 3
Probabilidad de fallo	100 %	0 %	100 %
Valor de disponibilidad	99 %	97 %	92 %
Prioridad de reparación	1,01	0	1,09

Los valores de disponibilidad y las probabilidades de fallo determinados en las turbinas eólicas se transmiten a la central de supervisión. En la central de supervisión se calcula para cada turbina eólica una prioridad de reparación, formándose el cociente de probabilidad de fallo y valor de disponibilidad. La WEA 1 tiene una prioridad de reparación de 1,01, la WEA 2 de 0 y la WEA 3 de 1,09. Puesto que tanto la WEA 1 como también la WEA 3 tienen una

ES 2 808 052 T3

probabilidad de fallo del 100 %, la prioridad de reparación depende aquí sólo del valor de disponibilidad. A partir de la prioridad de reparación más elevada se puede deducir que la WEA 3 debe repararse antes que la WEA 1. Puesto que en la WEA 2 no son visibles signos de daños, la prioridad de reparación tiene el valor 0, no son necesarias reparaciones.

- 5 En el ejemplo siguiente se comparan los datos de estado adicionalmente a los valores límites absolutos con valores medios. Los valores medios resultan a partir de mediciones y observaciones, que se realizaron en el pasado en turbinas eólicas de este tipo. Los valores en la columna derecha indican los valores que fueron medidos en el funcionamiento continuo con potencia nominal. Alternativamente se pueden indicar allí valores medios para otros estados de funcionamiento de las turbinas eólicas, sólo hay que asegurarse de que los datos de estado de las
- 10 turbinas eólicas se ajustan a los valores comparativos.

	Datos de estado			Valores comparativos
	WEA 1	WEA 2	WEA 3	Valor medio
Temp. de aceite del engranaje	70 °C	71 °C	92 °C	70 °C
Temp. del convertidor	40 °C	45 °C	42 °C	41 °C
Temp. del generador	64 °C	60 °C	61 °C	65 °C
Temp. del cojinete principal	X	65 °C	65 °C	65 °C
Valor de disponibilidad	99 %	97 %	92 %	

- 15 Como en el ejemplo anterior, la WEA 1 ya está fuera de servicio, porque se ha excedido el valor límite absoluto para la temperatura del cojinete principal. La WEA 2 y la WEA 3 están en servicio, sin que existan en la WEA 2 en los datos de estado incidencias frente al valor medio. En cambio, en la WEA 3 se mide una temperatura del aceite del engranaje de 92 °C, aunque las turbinas eólicas de este tipo en un estado de funcionamiento correspondiente sólo tienen por término medio una temperatura del aceite del engranaje de sólo 70 °C. Con una temperatura del aceite del engranaje de 92 °C no se ha excedido todavía ningún límite absoluto, por lo que la WEA 3 puede permanecer en servicio. No obstante, una temperatura elevada del aceite del engranaje indica un fallo que puede conducir en tiempo previsible a un fallo de la turbina eólica. Basándose en las observaciones anteriores, se asocia, por lo tanto, a
- 20 la WEA 3 un valor de probabilidad de fallo. La probabilidad de fallo es en este ejemplo del 70 %:

	Turbina eólica 1	WEA 2	WEA 3
Probabilidad de fallo	100 %	0 %	70 %
Valor de disponibilidad	98 %	97 %	92 %
Prioridad de reparación	1,02	0	0,76

- 25 De nuevo, en la central de supervisión se calcula a partir de la probabilidad de fallo y el valor de disponibilidad una prioridad de reparación. Si se calcula la prioridad de reparación como cociente de la probabilidad de fallo y el valor de disponibilidad, resulta para la WEA 1 una prioridad de reparación de 1,01 y para la WEA 3 una prioridad de reparación de 0,76. Por lo tanto, la WEA 1 se repara antes que la WEA 3.

- 30 En este tipo de cálculo de la prioridad de reparación se repara, en general, en primer lugar las turbinas eólicas que tienen una probabilidad de fallo del 100 %, es decir, que ya han fallado. En algunos casos, es deseable dar al valor de disponibilidad un peso mayor en comparación con la probabilidad de fallo. Esto se puede conseguir, por ejemplo, asociando un factor a la prioridad de reparación. Si se ha asignado, por ejemplo, a un valor de disponibilidad entre el 100 % y el 98 % el factor 1, a un valor de disponibilidad entre el 97 % y el 95 % el factor 2 y a un valor de disponibilidad entre el 94 % y el 92 % el factor 3, entonces resultarían los siguientes resultados, si se calcula la prioridad de reparación como producto de la probabilidad de fallo y el factor:

	WEA 1	WEA 2	WEA 3
Probabilidad de fallo	100 %	0 %	70 %
Valor de disponibilidad	98 %	97 %	92 %
Prioridad de reparación	200	0	210

- 35 La WEA 3 fue reparada en este tipo de cálculo, por lo tanto, antes que la WEA 1. Se calcula de esta manera que el valor de disponibilidad de la WEA 3 se aproxima al valor de disponibilidad de la WEA 1 y que las turbinas eólicas se accionan, en general, de manera más uniforme.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de una pluralidad de turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c), una central de supervisión (20), un módulo de cálculo (21), un módulo lógico (27) y una calculadora (25), en la que las turbinas eólicas presentan un sensor (26) para el registro de datos de estado de las turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c) y en la que el módulo lógico (27) está diseñado para el cálculo de desviaciones entre los datos de estado y un valor comparativo correspondiente, caracterizada por que la calculadora (25) está configurada para calcular a partir de la relación entre la cantidad de energía eléctrica generada realmente y la cantidad total generable potencialmente un valor de disponibilidad relativo a las turbinas eólicas, por que el módulo de cálculo (21) está configurado para calcular, en el caso de una desviación determinada por el módulo lógico (27), una probabilidad de fallo de las turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c), por que el módulo de cálculo (21) está configurado para confluir el valor de disponibilidad y la probabilidad de fallo en una prioridad de reparación y por que la central de supervisión (20) está configurada para asignar la prioridad de reparación a las turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c).
2. Disposición según la reivindicación 1, caracterizada por que el módulo de cálculo (21) está diseñado para asignar a la probabilidad de fallo un valor que se encuentra entre el 0 % y el 100 %.
3. Disposición según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que la prioridad de reparación es más alta, cuanto más alta sea la probabilidad de fallo y tanto más baja fuera la disponibilidad en el pasado y a la inversa.
4. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que en la prioridad de reparación se incorpora una información sobre las relaciones de viento locales, de modo que una turbina eólica (11, 11a, 11b, 11c) en un emplazamiento con una velocidad del viento media alta se repara antes que una turbina eólica (11, 11a, 11b, 11c) en un emplazamiento con una velocidad del viento media baja.
5. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que en la prioridad de reparación se incorpora una información sobre la potencia nominal de las turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c), de modo que una turbina eólica (11, 11a, 11b, 11c) con alta potencia nominal se repara antes que una turbina eólica (11, 11a, 11b, 11c) con baja potencia nominal.
6. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que en la prioridad de reparación se incorpora una información de qué número de ensayos de arranque han emprendido las turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c) en el pasado, de modo que la prioridad de reparación se eleva en el caso de un número grande de ensayos de arranque y a la inversa.
7. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que la disposición comprende una pluralidad de turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c) y por que la central de supervisión (20) clasifica las prioridades de reparación de las turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c) según el rango.
8. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que la unidad de cálculo (21) está dispuesta en la central de supervisión (20).
9. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que el valor comparativo es un valor límite determinado previamente.
10. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que la unidad de cálculo (21) utiliza datos de estado de una pluralidad de turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c) para calcular valores comparativos que corresponden a un funcionamiento correcto.
11. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada por que en el caso de que una parte de las turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c) de un parque eólico deba desconectarse, las turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c) con alta probabilidad de fallo se desconectan primero y finalmente se desconectan las turbinas eólicas (11, 11a, 11b, 11c) con baja disponibilidad.

Fig. 1

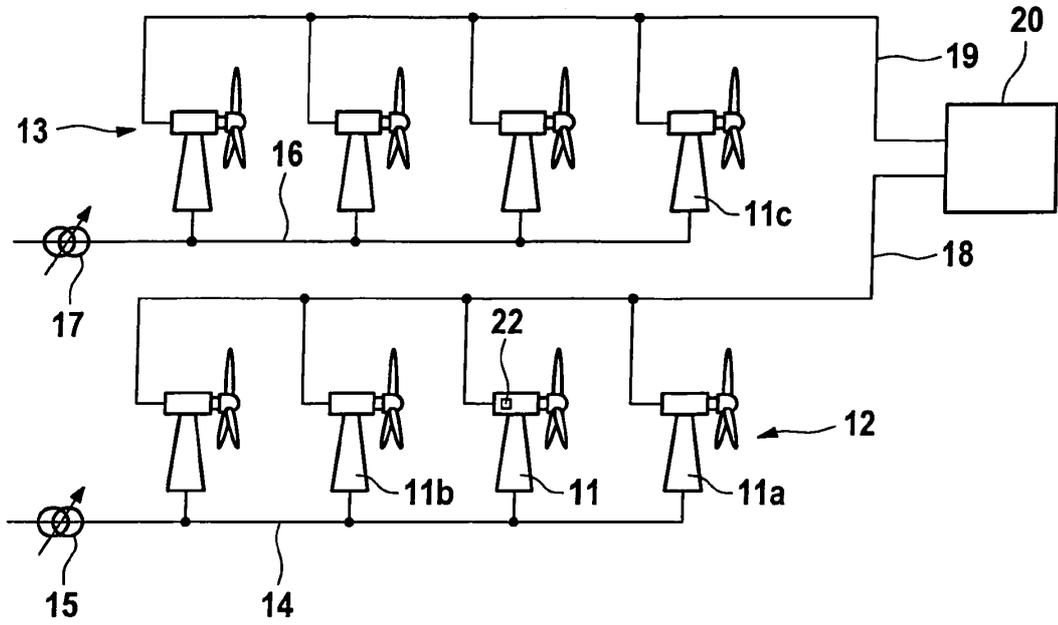


Fig. 2

