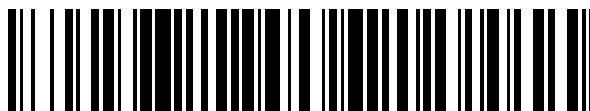


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 562**

51 Int. Cl.:  
**G05B 23/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08017322 .2**  
96 Fecha de presentación: **01.10.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2172824**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.04.2010**

54 Título: **Método y sistema de monitorización de estado de turbina eólica**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.06.2012**

73 Titular/es:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
WITTELSBACHERPLATZ 2  
80333 MÜNCHEN, DE y  
GRAM & JUHL A/S**

72 Inventor/es:  
**Gram-Hansen, Klaus;  
Juhl, Axel y  
Moeller, Troels Kildemoes**

74 Agente/Representante:  
**Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 383 562 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**

Método y sistema de monitorización de estado de turbina eólica

5 Esta invención se refiere a un método de monitorización de estado de una turbina eólica, y por tanto a un sistema de monitorización de estado de turbina eólica.

10 Con el fin de detectar irregularidades durante el funcionamiento de una turbina eólica y para desencadenar un estado de alarma basándose en la irregularidad detectada, los sistemas de monitorización de turbina eólica del estado de la técnica obtienen valores de medición de diversas clases y evalúan los valores así obtenidos para determinar si se satisface un estado de alarma predefinido.

15 El sistema propuesto en la memoria descriptiva de la patente europea EP 1 531 376 B1 comienza a capturar valores de medición de entrada siempre y cuando las variables de funcionamiento predeterminadas de la turbina eólica estén dentro de un determinado intervalo de funcionamiento predeterminado, recibándose dichas variables de funcionamiento del sistema de control de la turbina eólica. Tal captación de datos con la aparición de estados predeterminados se describe a menudo como captura desencadenada o mediciones desencadenadas.

20 Sin embargo, cuando comienza la captura de datos una vez que se ha cumplido un estado de desencadenamiento especificado previamente, la captura de datos puede verse afectada porque los datos entrantes se vuelven inestables durante el tiempo de captura pretendido. Tal inestabilidad de los valores capturados puede implicar cambios repentinos de los parámetros de funcionamiento de la turbina eólica. El sistema propuesto en la memoria descriptiva de la patente europea mencionada anteriormente detecta si cualquiera de las variables de funcionamiento medidas varía durante toda la captura de señales más allá de un límite inferior o superior predefinido, y, si es así, aborta la captura y desecha los datos capturados. Una consecuencia de esto es que debe comenzarse de nuevo el procedimiento de captura tan pronto se cumpla de nuevo el estado de desencadenamiento y además que se pierde información valiosa al desechar los datos registrados.

30 **Publicación de solicitud de patente estadounidense**

El documento US 2003/0200014 A1 se refiere a la necesidad de diferentes umbrales de alarma dependiendo de los parámetros de funcionamiento del dispositivo monitorizado. Se realiza una observación similar con respecto a turbinas eólicas en Orbit 2Q04, págs. 21-27. El documento US 2007/0140847 describe un sistema para monitorizar turbinas eólicas.

35 Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un método de monitorización de estado de una turbina eólica que evite la pérdida de datos de entrada que podrían usarse para una monitorización de estado válida incluso cuando se producen intervalos de tiempo temporales de datos de entrada inestables, y por tanto un sistema de monitorización de estado de turbina eólica.

40 Este objeto se logra mediante el contenido de la reivindicación 1 ó 15.

La invención según la reivindicación 1 es un método de monitorización de estado de una turbina eólica, que comprende las etapas de:

- 45 - capturar datos de medición que van a evaluarse y parámetros de estado de funcionamiento;
- 50 - seleccionar un subconjunto de parámetros de estado de funcionamiento de los parámetros de estado de funcionamiento capturados;
- 55 - calcular un conjunto de  $n$  momentos de caracterización basándose en el subconjunto seleccionado de parámetros de estado de funcionamiento;
- proporcionar un espacio  $n$ -dimensional finito representando cada una de las  $n$  dimensiones posibles valores para uno de los momentos de caracterización, estando subdividido el espacio  $n$ -dimensional en varios compartimentos, en el que cada compartimento representa un intervalo  $n$ -dimensional definido por  $n$  intervalos unidimensionales representando cada uno de los  $n$  intervalos unidimensionales un intervalo en una de las  $n$  dimensiones, y en el que cada compartimento define un intervalo aceptable para el conjunto de  $n$  momentos de caracterización;
- 60 - determinar si el conjunto de momentos de caracterización calculados pertenece a uno de los compartimentos;
- aceptar el conjunto de momentos de caracterización y datos de medición (normalmente procesados) si se detecta que el conjunto de momentos de caracterización pertenece a uno de los compartimentos. Además, puede proporcionarse al menos un índice para cada compartimento y los datos de medición capturados y los momentos de caracterización pueden marcarse con el índice, o índices, del compartimento al que pertenece el conjunto de momentos de caracterización aceptados.
- 65

Al calcular momentos de caracterización del subconjunto de parámetros de estado de funcionamiento y luego al determinar si los momentos de caracterización calculados se ajustan a cualquiera de los compartimentos (es decir, un único de los compartimentos), se establece que incluso cuando los parámetros de funcionamiento experimentan cambios rápidos, aún pueden usarse los datos capturados procedentes de los diversos sensores siempre que puedan correlacionarse con los momentos de caracterización y por tanto asignarse a su compartimento respectivo. De esta manera, se evita desechar datos capturados que podrían haberse usado para la monitorización de estado, y de hecho con el presente método se usan todos los datos que se ajustan al compartimento correcto para la monitorización de estado.

Otro efecto técnico de esto es que los datos de medición capturados no tienen que correlacionarse necesariamente en el tiempo, sino que pueden originarse de tiempos de medición diferentes. Con el presente método (y sistema), simplemente se requiere que los momentos de caracterización asociados con los datos de medición capturados se ajusten al mismo compartimento.

Por tanto, el presente método permite usar cualquier conjunto válido de datos de medición capturados, que pueden seleccionarse de una captura continua de datos de medición. Tan pronto como el conjunto de valores de datos de medición capturados se ajusta a uno (cualquiera) solo de los compartimentos, los datos pueden usarse para una evaluación adicional y la generación de alarmas. Se vuelve innecesario desechar datos valiosos.

La invención puede realizarse tal como se facilita en las reivindicaciones haciendo referencia de nuevo a la reivindicación 1 y/o tal como se facilita en la realización detallada.

Por ejemplo, en caso de que se determine que los momentos de caracterización no pertenecen a uno de los compartimentos, la etapa de determinar si el conjunto de momentos de caracterización calculados pertenece a uno de los compartimentos puede realizarse de nuevo en un punto del tiempo posterior, es decir con momentos de caracterización que se basan en un subconjunto seleccionado posteriormente de parámetros de estado de funcionamiento. Por tanto, se establece que la monitorización siempre se basa en un conjunto de datos sólidos, y que el sistema reintenta obtener automáticamente un conjunto de datos apropiado en caso de falta temporal de datos válidos.

Adicional o alternativamente, en caso de que se determine que los momentos de caracterización sí pertenecen a uno de los compartimentos, se determina si los datos de medición que han experimentado una o más etapas de procesamiento (denominados más adelante datos de medición procesados) y los momentos de caracterización van a almacenarse en un almacenamiento a largo plazo. La etapa de determinar si van a almacenarse los datos de medición procesados y los momentos de caracterización en un almacenamiento a largo plazo puede comprender una etapa de detectar si un estado de alarma ha cambiado con respecto al estado de alarma de los datos de medición procesados y los momentos de caracterización contenidos en el almacenamiento a largo plazo y la etapa de almacenar los datos de medición procesados y los momentos de caracterización en el almacenamiento a largo plazo si se detecta que el estado de alarma ha cambiado. Adicional o alternativamente, la etapa de determinar si van a almacenarse los datos de medición procesados y los momentos de caracterización en un almacenamiento a largo plazo puede comprender la etapa de determinar si ha pasado un tiempo dado desde el último almacenamiento de datos de medición procesados y momentos de caracterización en el almacenamiento a largo plazo y la etapa de almacenar los datos de medición procesados y los momentos de caracterización en el almacenamiento a largo plazo si se detecta que ha pasado el tiempo dado. La etapa de determinar si ha pasado un tiempo dado desde el último almacenamiento de datos de medición procesados y momentos de caracterización en el almacenamiento a largo plazo se realiza sólo, en una realización especial, si se detecta que el estado de alarma de los datos de medición procesados y los momentos de caracterización no han cambiado con respecto al estado de alarma de los datos de medición procesados y los momentos de caracterización contenidos en el almacenamiento a largo plazo. Por tanto, se establece que la asociación almacenada de datos de medición procesados con compartimentos siempre está actualizada.

Las realizaciones también pueden caracterizarse porque los datos de medición y los parámetros de estado de funcionamiento se capturan (se obtienen y se registran) de manera continua. Mediante una captura continua de este tipo, que puede realizarse en paralelo con las etapas restantes del método de modo que se ejecuten en segundo plano, siempre hay una cantidad suficiente de datos actuales disponibles.

En las realizaciones, el conjunto de datos de medición capturados de entrada y los parámetros de estado de funcionamiento pueden comprender datos de medición procedentes de un sistema de monitorización de estado y/o un valor de medición de vibración y/o un valor de medición de extensómetro y/o un valor de medición de velocidad del viento y/o un valor de velocidad de rotación del rotor y/o un valor de energía generada y/o un valor de medición de temperatura y/o un valor de medición representativo de la cantidad de partículas de metal detectadas en el aceite lubricante de la turbina eólica.

En las realizaciones, puede seleccionarse un método de evaluación para los datos de medición capturados y los parámetros de estado de funcionamiento basándose en la evaluación de una definición de reglas. En tales

- realizaciones, un repositorio de definiciones de reglas puede contener al menos una expresión de regla y la expresión de regla puede definir el tipo de método de evaluación y/o el tiempo de evaluación de los datos de medición capturados y/o la frecuencia de evaluación de los datos de medición capturados y/o el tipo de datos que van a usarse para evaluar los datos de medición capturados y/o la cantidad de datos que van a usarse para evaluar los datos de medición capturados. Por tanto, el comportamiento del sistema de monitorización de estado de turbina eólica puede ajustarse fácilmente para facilitar diferentes ajustes de fábrica para diferentes líneas de productos, parametrización de sistemas durante la instalación inicial de la turbina eólica, o mantenimiento durante la vida útil de la turbina eólica instalada.
- 5
- 10 En las realizaciones, el cálculo de un momento de caracterización puede comprender calcular una raíz cuadrática media y/o un valor medio del subconjunto seleccionado de parámetros de estado de funcionamiento.
- En las realizaciones del método, la evaluación de los datos de medición capturados puede comprender las etapas de procesar los datos de medición capturados y comparar los datos de medición procesados con un umbral predeterminado para el compartimento al que pertenece el conjunto de momentos de caracterización calculados asociados con los datos de medición procesados.
- 15
- Las realizaciones pueden caracterizarse además porque la evaluación de los datos de medición capturados comprende procesar los datos de medición capturados y comparar los datos de medición procesados con datos de medición procesados previamente asociados con momentos de caracterización que pertenecen al mismo compartimento.
- 20
- La invención según la reivindicación 14 enseña un sistema de monitorización de turbina eólica para el método de monitorización de estado de una turbina eólica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende una memoria o memoria intermedia y una unidad de procesamiento, caracterizado porque
- 25
- la memoria o memoria intermedia comprende datos de medición capturados y procesados y parámetros de funcionamiento capturados, y varios compartimentos; y
  - la unidad de procesamiento se configura para llevar a cabo las etapas del método del método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.
- 30
- Como reconocerá el experto en la técnica, el sistema de monitorización de turbina eólica puede realizarse configurándose la unidad de procesamiento para ejecutar cualquiera de las etapas del método especificadas en las reivindicaciones haciendo referencia de nuevo a la reivindicación 1 y/o según se especifica en la descripción detallada. La unidad de procesamiento puede configurarse para ejecutar cualquiera de las etapas del método mediante una programación apropiada, o cualquier combinación de hardware específico y/o procesadores de uso general y/o circuitos integrados específicos de aplicación y/o software.
- 35
- 40 La invención se describirá en más detalle a continuación, haciendo referencia a las siguientes figuras:
- La figura 1 muestra una vista general esquemática de una primera parte de una realización del método;
- 45 la figura 2 muestra una vista general esquemática de la segunda parte de la realización del método, y
- la figura 3 muestra una vista general esquemática de una realización del sistema de monitorización de estado de turbina eólica.
- 50 La figura 1 muestra una vista general esquemática de una primera parte de una realización del método de la presente invención. La primera parte se ocupa de evaluar los datos de medición capturados.
- En la etapa 100, la unidad de procesamiento de un sistema de control de turbina eólica captura de manera continua datos de medición que van a evaluarse y parámetros de estado de funcionamiento. Estos datos de medición capturados que van a evaluarse y parámetros de estado de funcionamiento pueden comprender datos emitidos procedentes de los sensores de monitorización de estado, procedentes de sensores meteorológicos, así como parámetros de funcionamiento de la turbina eólica. Los parámetros así medidos pueden incluir, por ejemplo, la velocidad de rotación de la turbina eólica, la energía generada por la turbina eólica, la velocidad del viento, la temperatura de diversas partes de la turbina eólica, datos de vibración a partir de sensores colocados en diversas partes de la turbina eólica, y/o el número de partículas metálicas detectadas en el aceite lubricante en la turbina eólica. Como entenderá el experto en la técnica, se hace referencia a los datos de medición que van a evaluarse y los parámetros de estado de funcionamiento facilitados en el presente documento sólo a modo de ejemplo, y también pueden usarse clases adicionales de datos de medición y parámetros de estado de funcionamiento con la presente invención.
- 60
- 65 Las señales que contienen datos de medición que van a evaluarse y parámetros de estado de funcionamiento se capturan a partir de diversas fuentes. Algunas señales se capturan de fuentes que son estrictamente sincrónicas en

altas tasas de transmisión de datos (muestreo de RPM hasta 100 MHz, señales dinámicas a 41 kHz, etc.). Otras señales se capturan de fuentes externas y se marcan con el tiempo en el origen. En este caso, el marcado se sincroniza con el sistema de monitorización de estado de turbina eólica. La captura de datos de medición es un proceso en tiempo real que puede implicar cierto grado de almacenamiento en memoria intermedia en anillo.

5 Los datos de medición capturados que van a evaluarse y los parámetros de estado de funcionamiento o bien se procesan en tiempo real (etapa 110) o bien se almacenan en una memoria o una memoria intermedia (etapa 120) para un procesamiento fuera de línea posterior (etapa 130). En tiempo real en el sentido de la invención significa “sin pérdida de datos” en vez de “tiempo de respuesta garantizado”. Ejemplos para el procesamiento en tiempo real de  
10 señales capturadas son el recuento de impulsos en el equipo de monitorización de desechos de aceite, monitorización crítica de seguridad de niveles de vibración general, detección de balanceo de torre, detección de velocidad excesiva, etc. El procesamiento fuera de línea se usa para un análisis más sofisticado de los datos de medición capturados, es decir un análisis que desde el punto de vista computacional es más exigente que el procesamiento en tiempo real y se dirige a, por ejemplo, autoespectros, serie cronológica, envolturas, etc. Puede  
15 llevar hasta una hora procesar datos de medición almacenados en memoria intermedia.

El procesamiento en tiempo real, así como el procesamiento fuera de línea, pueden conducir a resultados de análisis y/o momentos específicos. Los momentos específicos se calculan a partir de un subconjunto de los parámetros de estado de funcionamiento capturados que describen el estado de funcionamiento de la turbina. Los momentos  
20 especificados calculados permiten la caracterización del estado de funcionamiento de la turbina eólica. Por tanto, se hace referencia a los momentos específicos como momentos de caracterización en la totalidad del presente documento. Estos momentos de caracterización pueden ser, por ejemplo, un valor medio o una raíz cuadrática media de los valores de parámetros en el subconjunto de parámetros de estado de funcionamiento.

25 Los resultados de procesamiento en tiempo real y los resultados de procesamiento fuera de línea se marcan con el tiempo de su captura original y se almacenan en memorias intermedias que comprenden profundidades de memoria medidas en horas en la etapa 140. El almacenamiento en memoria intermedia se realiza para explicar un posible procesamiento y retardos de comunicación.

30 La unidad de procesamiento selecciona planificaciones de procesamiento reales para procesamiento en tiempo real y fuera de línea, es decir determinados métodos de evaluación que se priorizan para aplicarse a datos de medición capturados en un intervalo de tiempo específico. Obsérvese que el intervalo de tiempo especificado durante el que se capturaron los datos de medición debe ajustarse al intervalo de tiempo durante el que se capturaron los  
35 parámetros de estado de funcionamiento para calcular los momentos de caracterización. Puede implementarse la selección de planificaciones de procesamiento por la unidad de procesamiento activando un determinado método de evaluación de datos especificado previamente, o seleccionado un método de evaluación de datos de varios métodos de evaluación de datos implementados en la unidad de procesamiento. La selección puede implementarse basándose en un repositorio de definiciones de reglas en la memoria del sistema de monitorización de turbina eólica, comprendiendo el repositorio de definiciones de reglas un conjunto de reglas predeterminadas que definen cuándo y  
40 con qué frecuencia va a aplicarse un método dado. De esta manera, el método y el sistema se habilitan para aplicar diferentes métodos de evaluación en diferentes momentos y para diferentes intervalos de tiempo de valores capturados de medición de entrada. Por tanto, la unidad de procesamiento puede evaluar el repositorio de definiciones de reglas para seleccionar un método de evaluación de datos según la definición de reglas comprendida en el mismo.

45 La captura de datos de medición que van a evaluarse y los parámetros de estado de funcionamiento, el procesamiento en tiempo real y el procesamiento fuera de línea, tienen lugar en paralelo con todas las etapas del método restantes que se describirán, de modo que mientras que la unidad de procesamiento lleva a cabo las etapas adicionales tal como se describe a continuación, los datos de medición que van a evaluarse y los parámetros de estado de funcionamiento se capturan y se procesan de manera continua en segundo plano.  
50

Los momentos de caracterización abarcan un espacio n-dimensional finito, habiéndose comentado anteriormente la dimensión para cada uno de los momentos específicos. Este espacio n-dimensional se divide en intervalos n-dimensionales denominados compartimentos, en los que cada dimensión de un intervalo representa el intervalo de  
55 un valor aceptable para uno de los momentos de caracterización.

En la etapa 150, la unidad de procesamiento compara los momentos de caracterización con varios compartimentos almacenados en la memoria del sistema de monitorización de turbina eólica según marcas temporales y determina si los momentos de caracterización calculados respectivos pertenecen a uno de los compartimentos. Si los momentos de caracterización pertenecen a uno de los compartimentos, se reconoce que están dentro de intervalos aceptables. Este proceso se ejecuta en paralelo a la captura y el procesamiento (etapas 100 a 140) y también limpia la memoria intermedia o memorias intermedias usada(s) en la etapa 140 para almacenar en memoria intermedia los resultados de procesamiento en tiempo real y los resultados de procesamiento fuera de línea, es decir los momentos de caracterización y los resultados del análisis.  
60

65 En caso de que los momentos de caracterización no pertenezcan a uno de los compartimentos, se ejecuta un estado

de espera en la etapa 160. Una vez transcurrido un determinado tiempo de espera, el sistema vuelve a la etapa 150 (comparar momentos de caracterización reales con compartimentos). Si, por otro lado, los momentos de caracterización pertenecen a uno de los compartimentos, se aceptan los datos de medición capturados por el sistema y la unidad de procesamiento avanza a la etapa 170.

Puesto que la evaluación de los datos de medición capturados requiere una cantidad de datos que es específica para el método de evaluación de datos seleccionado, y requiere además datos capturados durante el intervalo de tiempo especificado para el método de evaluación de datos seleccionado, la unidad de procesamiento determina en la etapa 170 si los valores de entrada requeridos están disponibles. Si las variables de entrada requeridas no están disponibles, se ejecuta un estado de espera en la etapa 180. Luego, una vez transcurrido un determinado tiempo de espera, el sistema vuelve a la etapa 150 (comparar momentos de caracterización reales con compartimentos).

Si las variables de entrada requeridas están disponibles, la unidad de procesamiento avanza a la etapa 190 para evaluar si los datos de medición procesados y los momentos de caracterización van almacenarse en un almacenamiento a largo plazo. Esta evaluación puede implicar, por ejemplo, comparar los datos de medición procesados con umbrales predeterminados para el compartimento al que pertenecen los datos, es decir el compartimento al que pertenecen los momentos de caracterización que están asociados con los datos de medición. En las realizaciones, la evaluación puede implicar alternativamente o al mismo tiempo comparar los datos de medición procesados con datos de medición procesados capturados en un punto en el tiempo anterior y que pertenecen al mismo compartimento (tendencia). El resultado de tal evaluación puede ser la generación de alarmas, como resultado de lo cual el sistema de monitorización de estado que aplica el presente método puede introducir un estado de alarma correspondiente a la alarma generada. Los datos de medición procesados y los momentos de caracterización pueden almacenarse en el almacenamiento a largo plazo si la evaluación muestra un cambio en un estado de alarma, o si ha transcurrido un tiempo dado desde el último almacenamiento de datos de medición procesados y momentos de caracterización.

La figura 2 muestra una vista general esquemática de la evaluación de si van a almacenarse los datos de medición procesados y los momentos de caracterización en un almacenamiento a largo plazo. Por tanto, la figura 2 se ocupa de manejar y almacenar los datos de medición procesados y los momentos de caracterización tras evaluar a qué compartimento pertenecen estos datos.

En la etapa 191, la unidad de procesamiento determina el punto de tiempo en que se han almacenado por última vez los datos de medición procesados y los momentos de caracterización servidos como base para una evaluación.

En la etapa 192, la unidad de procesamiento determina si se ha producido un cambio del estado de alarma entre los datos de medición reales y los momentos de caracterización y el último almacenamiento de datos, tal como se determina en la etapa 191. Si se ha producido un cambio de estado de alarma de este tipo, se continúa el método en la etapa 193 en que los datos de medición procesados y los momentos de caracterización se almacenan en el almacenamiento a largo plazo.

Si no se ha producido ningún cambio en el estado de alarma desde el momento de último almacenamiento, se continúa la ejecución de método en la etapa 194, en que la unidad de procesamiento determina si ha transcurrido un tiempo dado desde el último almacenamiento de datos de medición procesados y los momentos de caracterización. Si ha transcurrido el tiempo dado, el método continúa a la etapa 193, en que los datos de medición procesados y los momentos de caracterización se almacenan en el almacenamiento a largo plazo. Si no se ha producido ningún cambio en el estado de alarma y no ha transcurrido el tiempo dado desde el último almacenamiento, los datos de medición procesados y los momentos de caracterización pueden desecharse en la etapa 195.

La figura 3 proporciona una vista general esquemática de un sistema de monitorización de estado de turbina eólica para su uso con la realización del método descrito anteriormente. El sistema 1 de monitorización de estado de turbina eólica comprende una unidad 2 de procesamiento y una memoria o memoria 3 intermedia. Tal como se indica mediante la flecha, el sistema de monitorización de estado de turbina eólica puede acoplarse a una turbina eólica, o a un sistema de control de turbina eólica, para obtener los valores de entrada requeridos por el sistema de monitorización de estado y además para emitir datos u órdenes generadas por el sistema de monitorización de estado.

La memoria 3 comprende un repositorio 10 de definiciones de reglas, en que se definen varias reglas 11, 15. La definición 11 de reglas comprende una definición de un método 12 de evaluación con un punto de tiempo 13 que está asociado con el método 12 de evaluación definido para definir cuándo va a aplicarse el método de evaluación y comprende además una definición 14 de intervalo que especifica el intervalo de tiempo de datos de entrada requeridos para la evaluación de datos.

Asimismo, la definición 15 de reglas comprende una definición para un método 16 de evaluación y un punto asociado de tiempo para la ejecución 17 y además un intervalo asociado de datos de medición para su uso con el método de evaluación tal como se define en 16. Obsérvese que el número de reglas mostradas en la figura 3 es sólo una descripción a modo de ejemplo y que el número de reglas puede ser, en realidad, mayor que dos.

5 La memoria 3 también comprende un área 20 de almacenamiento para datos de medición que van a evaluarse 21, 22, y parámetros 23, 24 de estado de funcionamiento. Obsérvese que el número de datos de medición que van a evaluarse mostrados en la figura 3 y el número de parámetros de estado de funcionamiento mostrados en la figura 3 sólo son una descripción a modo de ejemplo y que el número de datos de medición que van a evaluarse y el número de parámetros de estado de funcionamiento pueden ser, en realidad, mucho más grande.

10 Además, la memoria 3 comprende un repositorio 30 de definiciones de compartimentos, en que se definen los compartimentos 31, 32, 33 y 34. Cada uno de estos compartimentos es un intervalo de valores aceptables de los momentos de caracterización, que se facilitan como un intervalo de un espacio n-dimensional. Obsérvese que el número de compartimentos mostrado en la figura 3 es sólo una descripción a modo de ejemplo y que el número de compartimentos pueden ser, en realidad, más grande o más pequeño.

15 El método y el sistema presentes permiten usar la máxima cantidad posible de datos de entrada capturados y reducen la cantidad de datos desechados al mínimo. En particular, no se desechan datos válidos debido a rápidos cambios de parámetros de funcionamiento durante la captura de los datos. En el método y el sistema presentes, los datos capturados a partir de diversos sensores todavía pueden usarse siempre que puedan correlacionarse con los momentos de caracterización y por tanto asignarse a su compartimento correcto. El enfoque propuesto en el presente documento también implica que las mediciones no tienen que realizarse necesariamente de manera  
20 simultánea con el fin de evaluarse, o compararse entre sí. Sólo es necesario que las mediciones, que son los valores de entrada capturados, se asignen al mismo compartimento.

25 Mediante la correlación de todos los datos medidos (valores de entrada capturados, por ejemplo obtenidos a partir de un sistema de monitorización de estado) con un conjunto de valores que caracteriza el estado de funcionamiento de la turbina (momentos de caracterización), pueden separarse cambios en los datos medidos que se producen por cambios en el estado de funcionamiento de la turbina eólica de cambios que se producen por cambios en el estado general de la turbina eólica, tal como fallos técnicos o deterioro de la turbina eólica.

30 Por tanto, el método y el sistema presentes permiten además detectar cambios lentos a largo plazo en el estado de la turbina mediante tendencia. Al mismo tiempo, la tasa de falsas alarmas se mantiene baja mientras que también se mantiene a un mínimo el riesgo de perder detección.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de monitorización de estado de una turbina eólica, que comprende las etapas de:
  - 5       - capturar datos de medición que van a evaluarse y parámetros de estado de funcionamiento;
  - seleccionar un subconjunto de parámetros de estado de funcionamiento de los parámetros de estado de funcionamiento capturados; caracterizado por
  - 10       - calcular un conjunto de n momentos de caracterización basándose en el subconjunto seleccionado de parámetros de estado de funcionamiento;
  - proporcionar un espacio n-dimensional finito representando cada una de las n dimensiones posibles valores para uno de los momentos de caracterización, estando subdividido el espacio n-dimensional en varios
    - 15       compartimentos, en el que cada compartimento representa un intervalo n-dimensional definido por n intervalos unidimensionales, representando cada uno de los n intervalos unidimensionales un intervalo en una de las n dimensiones, y en el que cada compartimento define un intervalo aceptable para el conjunto de n momentos de caracterización;
  - 20       - determinar si el conjunto de momentos de caracterización calculados pertenece a uno de los compartimentos;
  - aceptar el conjunto de momentos de caracterización y datos de medición si se detecta que el conjunto de momentos de caracterización calculados pertenece a uno de los compartimentos.
- 25   2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque al menos se proporciona un índice para cada compartimento y se marca el resultado de la evaluación de datos de medición capturados con el índice, o índices, del compartimento al que pertenece el conjunto de momentos de caracterización aceptados.
- 30   3. Método según la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, caracterizado porque, en caso de que se determine que los momentos de caracterización no pertenecen a uno de los compartimentos, se realiza de nuevo la etapa de determinar si el conjunto de momentos de caracterización calculados pertenece a uno de los compartimentos en un punto del tiempo posterior.
- 35   4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque, en caso de que se determine que los momentos de caracterización sí pertenecen a uno de los compartimentos, se determina si van a almacenarse datos de medición procesados y momentos de caracterización en un almacenamiento a largo plazo.
- 40   5. Método según la reivindicación 4, caracterizado porque la etapa de determinar si van a almacenarse los datos de medición procesados y los momentos de caracterización en un almacenamiento a largo plazo comprende una etapa de detectar si un estado de alarma ha cambiado con respecto a los datos de medición procesados y los momentos de caracterización contenidos en el almacenamiento y la etapa de almacenar los datos de medición procesados y los momentos de caracterización si se detecta que el estado de alarma ha cambiado.
- 45   6. Método según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, caracterizado porque la etapa de determinar si van a almacenarse los datos de medición procesados y los momentos de caracterización en un almacenamiento a largo plazo comprende la etapa de determinar si ha pasado un tiempo dado desde el último almacenamiento de datos de medición procesados y momentos de caracterización en el almacenamiento a largo plazo y la etapa de almacenar los datos de medición procesados y los momentos de caracterización si se detecta que ha pasado el tiempo dado.
- 50   7. Método según la reivindicación 5 y la reivindicación 6, caracterizado porque la etapa de determinar si ha pasado un tiempo dado desde el último almacenamiento de datos de medición procesados en el almacenamiento a largo plazo se realiza sólo si se detecta que el estado de alarma no ha cambiado.
- 55   8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque los datos de medición y los parámetros de estado de funcionamiento se capturan de manera continua.
- 60   9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque los datos de medición capturados y los parámetros de estado de funcionamiento comprenden datos de medición procedentes de un sistema de monitorización de estado, un valor de medición de vibración y/o un valor de medición de extensómetro y/o un valor de medición de velocidad del viento y/o un valor de medición de rotación del rotor y/o un valor de energía generada y/o un valor de medición de temperatura y/o un valor de medición representativo de la cantidad de partículas de metal detectadas en el aceite lubricante de la turbina eólica.
- 65   10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque se selecciona un método de evaluación para los datos de medición capturados y los parámetros de estado de funcionamiento basándose en la evaluación de una definición de reglas.



- 5 11. Método según la reivindicación 10, caracterizado porque un repositorio de definiciones de reglas contiene al menos una expresión de regla y porque la expresión de regla define el tipo de método de evaluación y/o el tiempo de evaluación de los datos de medición capturados y/o la frecuencia de evaluación de los datos de medición capturados y/o el tipo de datos que van a usarse para evaluar los datos de medición capturados y/o la cantidad de datos que van a usarse para evaluar los datos de medición capturados.
- 10 12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque el cálculo de un momento de caracterización comprende calcular una raíz cuadrática media y/o un valor medio de los parámetros de estado de funcionamiento.
- 15 13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por la evaluación de los datos de medición capturados, comprendiendo la evaluación procesar los datos de medición capturados y comparar los datos de medición procesados con datos de medición procesados previamente asociados con momentos de caracterización que pertenecen al mismo compartimento.
- 20 14. Sistema de monitorización de turbina eólica para el método de monitorización de estado de una turbina eólica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende una memoria o memoria intermedia y una unidad de procesamiento,
- 25       caracterizado porque
- la memoria o memoria intermedia comprende varios datos de medición capturados y procesados y parámetros de funcionamiento capturados, y varios compartimentos; y
  - la unidad de procesamiento se configura para llevar a cabo las etapas del método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

FIG 1

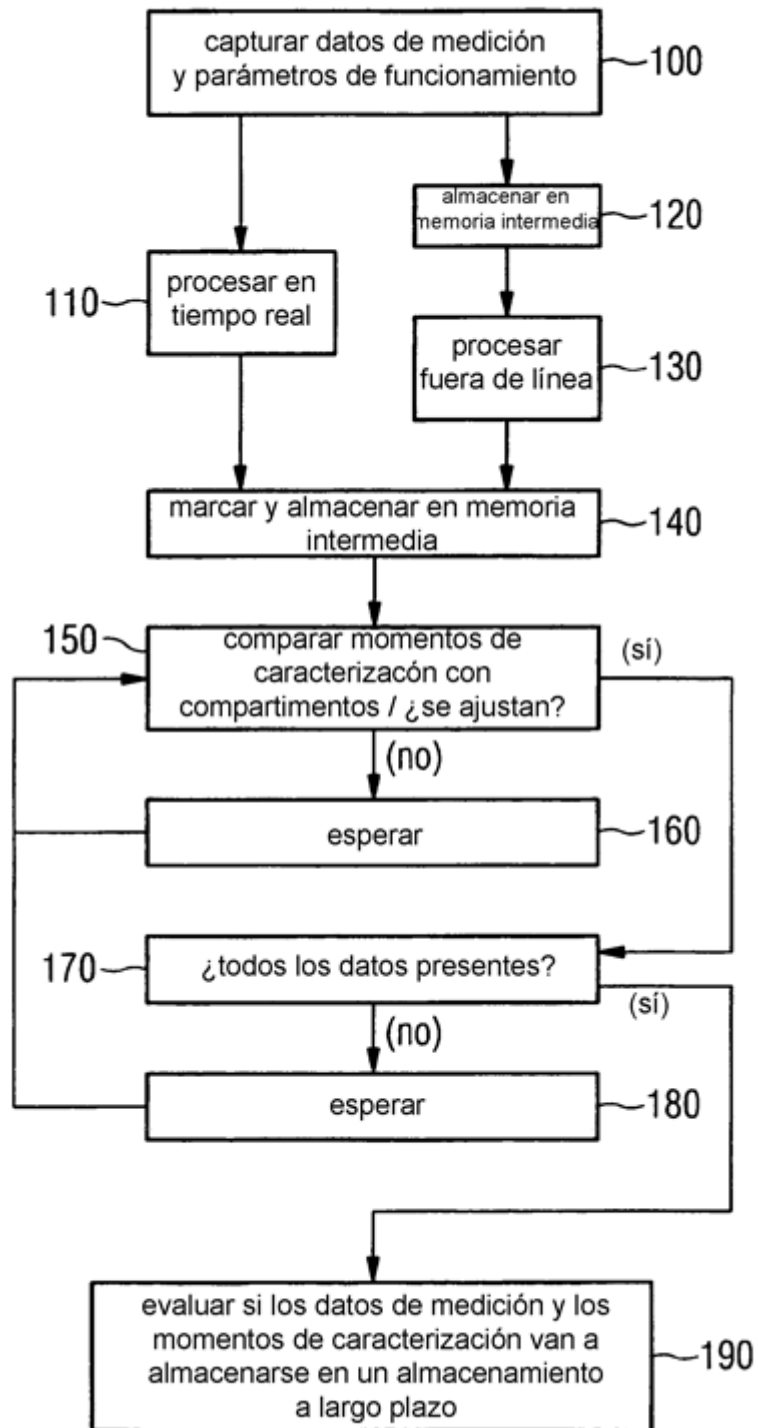


FIG 2

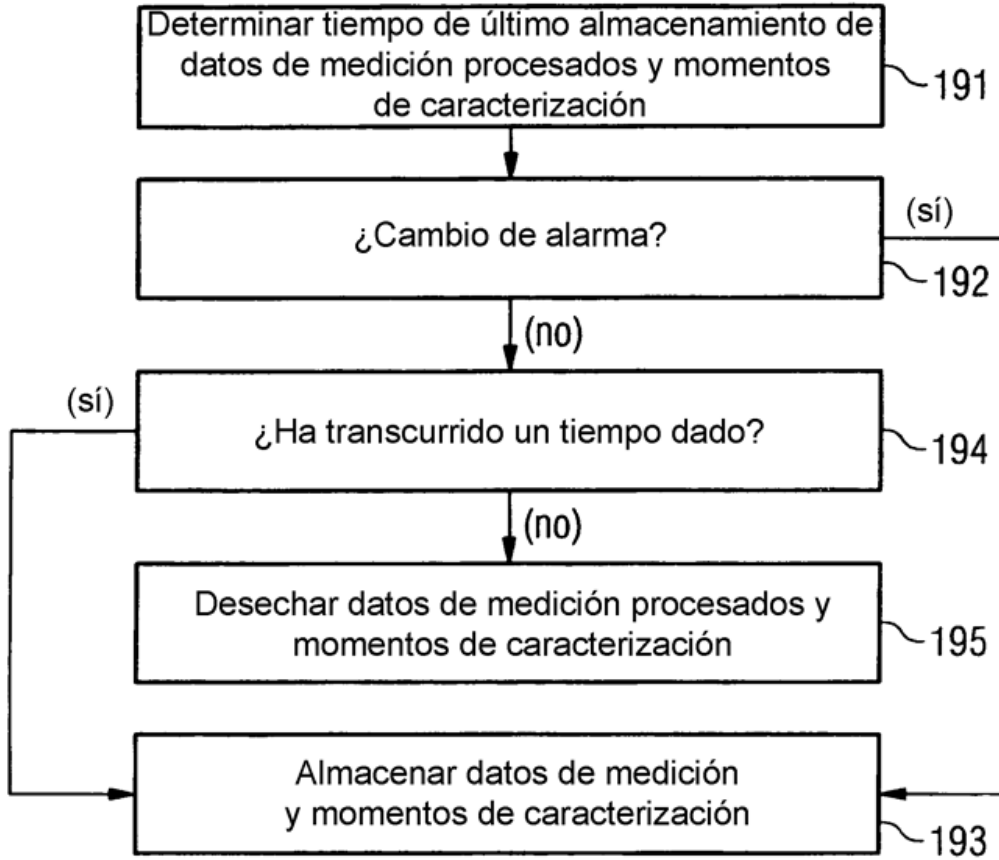


FIG 3

