



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 418**

51 Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01)
F03D 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00954444 .6**
96 Fecha de presentación : **07.07.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **1222391**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.07.2002**

54 Título: **Procedimiento para la supervisión de instalaciones de energía eólica.**

30 Prioridad: **06.10.1999 DE 199 48 194**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.04.2011

73 Titular/es: **Aloys Wobben**
Argestrasse 19
26607 Aurich, DE

72 Inventor/es: **Wobben, Aloys**

74 Agente: **López Bravo, Joaquín Ramón**

ES 2 357 418 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

La invención se refiere a un procedimiento para la supervisión de instalaciones de energía eólica, realizándose en particular una supervisión acústica.

5 Para una utilización efectiva de las instalaciones de energía eólica es ventajoso realizar la regulación y la dirección del funcionamiento de una instalación de energía eólica de forma que se garantice un funcionamiento totalmente automático de la instalación. Cualquier otro modo de proceder que requiera una intervención manual durante el desarrollo normal del funcionamiento es inaceptable desde consideraciones económicas. Para el aumento ulterior de la rentabilidad de la instalación, la regulación debería realizarse de forma que en cualquier estado de funcionamiento se obtenga un grado de conversión de energía lo más elevado posible. Otro aspecto importante en la regulación y en la dirección de funcionamiento de una instalación de energía eólica es la seguridad de funcionamiento. Deben detectarse las averías técnicas y los estados de peligro medioambiental y deben activarse las desconexiones de seguridad existentes. Adicionalmente un sistema de regulación puede contribuir a la reducción de la carga mecánica de la instalación de energía eólica.

15 En la supervisión de instalaciones de energía eólica es asimismo deseable que pueda realizarse un análisis remoto. Esto tiene la ventaja de que la detección de los datos correspondientes de funcionamiento pueda realizarse de forma centralizada. Una supervisión remota semejante puede conducir a un aumento de la rentabilidad de la instalación, así como a un aumento de la disponibilidad media de la instalación. En este caso se consultan, por ejemplo, los datos de funcionamiento de un centro de servicio o de un centro de supervisión remoto y luego se analizan. Mediante un análisis de los parámetros referidos, por un lado, pueden detectarse de forma precoz los problemas que aparecen y, por otro lado, los datos de funcionamiento pueden suministrar indicaciones importantes de los datos de viento y de rendimiento para el departamento de desarrollo. Un análisis de estos datos por parte del departamento de desarrollo puede conducir a mejoras en la instalación de energía eólica.

20 En una instalación de energía eólica conocida se supervisan por sensores, por ejemplo, de forma regular los siguientes parámetros: velocidad del viento, dirección del viento, densidad atmosférica, revoluciones por minuto (valor medio y valores extremos), temperaturas, corrientes, tensiones, pulso de distribución, impactos de rayos (contador de incidencias), etc.

25 Un análisis de los parámetros referidos por parte del centro de supervisión remoto puede conducir a una mejora de los servicios in situ, ya que el centro de supervisión remoto puede dar al servicio in situ indicaciones exactas respecto a las fuentes de error.

30 Del documento WO81/03702 se conocen un procedimiento analítico de supervisión y un dispositivo para la supervisión automática del estado de las máquinas o instalaciones durante el funcionamiento a base del análisis del espectro del sonido o las de sacudidas, grabándose y analizándose las oscilaciones.

Del documento US 5,845,230 se conoce una instalación de supervisión remota a la que se transmiten datos de oscilaciones de una máquina rotatoria.

35 Del documento DE 19 545 008 A1 se conoce un procedimiento y un dispositivo para la supervisión de máquinas. Según este supervisan periódicamente las máquinas que trabajan, mientras que se analizan valores medidos característicos de la máquina a observar, por ejemplo, mediante un análisis de Fourier y se valoran mediante máquinas.

40 Para la mejora ulterior del mantenimiento, la seguridad y la rentabilidad de una instalación de energía eólica es deseable supervisar otros parámetros de la instalación de energía eólica. La invención se basa por ello en el problema de mejorar una supervisión de instalaciones de energía eólica.

Este problema se resuelve según la invención mediante una supervisión acústica adicionalmente a la supervisión mencionada anteriormente de una instalación de energía eólica.

45 Las ventajas obtenidas con la invención consisten en particular en que puede realizarse una detección precoz de errores para evitar los daños resultantes. Esto puede conducir, por ejemplo, a la detección de conexiones flojas de tornillos, de fallos eléctricos en la zona del generador, en el inversor o en el transformador y de desgaste o formación de hielo en las palas del rotor en la fase inicial.

50 Para la supervisión acústica de las instalaciones de energía eólica se graba y memoriza según la invención en primer lugar un espectro de ruido de referencia de una instalación o de partes de ella. El espectro de ruido de funcionamiento puede grabarse de forma continua o recurrente durante el funcionamiento y lo comparan con el espectro de referencia memorizado y pueden detectarse desviaciones entre estos dos espectros. En lugar de grabar un espectro de ruido de referencia de una instalación de energía eólica también puede recurrirse a un espectro de ruido de referencia ya memorizado de una instalación de energía eólica.

Según una forma de realización ventajosa de la invención, las desviaciones detectadas entre el espectro de ruido de funcionamiento y de referencia se transmiten a un centro de supervisión remoto para ser analizadas de forma centralizada.

5 De forma ventajosa pueden transmitirse asimismo los ruidos originales grabados por un captador acústico que han originado la desviación entre el espectro de funcionamiento y el de referencia al centro de supervisión remoto, para que el personal de control del centro pueda comprobar los ruidos al escucharlos por ellos mismos.

En este caso es especialmente ventajoso formar un modelo de ruido a partir de ruidos originales y constituir de nuevo una base de datos acústicos a partir de estos modelos de ruido.

10 Si las desviaciones entre el espectro de funcionamiento y el de referencia son mayores que un valor umbral predeterminado, entonces se desconecta dado el caso la instalación de energía eólica.

A continuación se describe un ejemplo de realización de la invención.

15 Según la invención en un funcionamiento de prueba de una instalación de energía eólica se registra respectivamente un espectro de ruido de referencia típico o perfil de ruido de referencia de la instalación de energía eólica para rangos de funcionamiento determinados, como por ejemplo, carga parcial o carga nominal y se memoriza en una memoria de datos. En el caso de instalaciones de energía eólica constructivamente iguales es posible asimismo utilizar un espectro de ruido de referencia ya memorizado, en lugar de grabar un espectro de ruido de referencia especial de la instalación. Para la grabación del espectro de ruido son posibles varios lugares de colocación de los captadores acústicos en la instalación de energía eólica. Por ejemplo, pueden supervisarse las palas del rotor, el generador o la correa de accionamiento y la unidad electrónica. Para la supervisión de las palas del rotor se monta un captador acústico, por ejemplo, fuera en la torre, para la supervisión del generador y de la correa de accionamiento se monta un captador acústico en la góndola y para la supervisión de la unidad electrónica se monta un captador acústico en el pie de la torre o en la estación de los transformadores. Las posiciones de colocación de los captadores acústicos no deben cambiarse entre la grabación del espectro de ruido de referencia y del espectro de ruido de funcionamiento.

25 Durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica, el sonido correspondiente (por ejemplo, como espectro de frecuencias de 0,1 Hz a 30 KHz) se graba en función del rango de funcionamiento o rango de trabajo, como por ejemplo, de 0 KW hasta potencia nominal. Este sonido de funcionamiento se compara con el espectro de ruido de referencia y se valora.

30 Al detectar el espectro de ruido de funcionamiento se determina en primer lugar el rango de trabajo o el rango de funcionamiento de la instalación de energía eólica, para comparar el espectro de ruido de funcionamiento del rango correspondiente con el espectro de ruido de referencia correspondiente. Si aparecen desviaciones que sobrepasan un valor umbral predeterminado, se genera un mensaje de error que se comunica al centro de supervisión remoto y dado el caso se realiza una desconexión manual (por la central) o automática de la instalación de energía eólica.

35 Al detectar una desviación que sobrepasa el valor umbral entre el espectro de ruido de funcionamiento y el de referencia se transmite, según se ha descrito anteriormente, un mensaje de error a un centro de supervisión remoto. En el centro de supervisión remoto puede realizarse un análisis exacto del mensaje de error o de las desviaciones. El personal de control del centro de supervisión remoto puede reaccionar dado el caso de forma rápida a un mensaje de error y puede transmitir este mensaje de error al personal de mantenimiento in situ. Así puede realizarse a tiempo una detección precoz de errores y errores semejantes pueden subsanarse de forma rápida por el personal de mantenimiento. Además, con ello pueden evitarse los daños resultantes. Mediante una mejora semejante del mantenimiento de la instalación de energía eólica puede aumentarse la disponibilidad media de la instalación y por consiguiente la rentabilidad de la instalación.

40 Para la mejora del diagnóstico de errores, el ruido original grabado por un captador acústico, que ha causado la desviación entre el espectro de funcionamiento y el de referencia, puede transmitirse al centro de supervisión remoto. Allí el personal de control puede escuchar de forma diferenciada los ruidos que vienen al caso y dado el caso pueden tomarse medidas. Un modo de proceder semejante es deseable ya que el oído humano reacciona de forma más sensible y selectiva a ruidos determinados que un dispositivo de tratamiento de señales.

45 Para la descongestión del personal de control del centro de supervisión remoto pueden conformarse modelos de ruido a partir de ruidos originales (señales de audio), así como puede constituirse una base de datos acústicos a partir de estos modelos. Un dispositivo de tratamiento de señales compara los ruidos grabados de una instalación de energía eólica con los modelos de ruido memorizados y encuentra ya una preselección de las posibles causas de error. Por ejemplo, las señales de audio grabadas pueden digitalizarse y convertirse en modelos de ruido y luego pueden tratarse posteriormente de forma digital. El personal de control del centro de supervisión remoto puede escuchar por consiguiente el ruido y tiene a mano en este caso ya las causas de error posibles propuestas por el dispositivo de tratamiento de señales. Este modo de proceder puede conducir a una mejora y descongestión del puesto de trabajo para el personal de control del centro de supervisión remoto y a organizar de forma más eficiente la supervisión.

5

Además, es posible obtener conocimientos sobre la causa y el desarrollo temporal de un fallo gracias a la construcción de una base de datos en la que estén memorizadas temporalmente todas las desviaciones entre el espectro de ruido de funcionamiento y el de referencia. Además, los datos de esta base de datos pueden compararse con datos de los otros parámetros de funcionamiento, como por ejemplo, velocidad del viento, temperatura, corriente, tensión, etc. De la comparación de estos datos puede encontrarse probablemente una correlación en el desarrollo del fallo. Indicaciones semejantes serían muy valiosas para el departamento de desarrollo, ya que estos conocimientos pueden introducirse en el desarrollo de nuevas instalaciones y en el perfeccionamiento de instalaciones existentes.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la supervisión acústica de instalaciones de energía eólica, con los pasos de:

memorización de un espectro de ruido de referencia de una instalación de energía eólica y/o de partes de ella en un dispositivo de memoria,

5 grabación del espectro de ruido de funcionamiento durante el funcionamiento en al menos un punto determinado de la instalación,

comparación del espectro de ruido de funcionamiento grabado con el espectro de referencia memorizado, y

detección de desviaciones entre el espectro de ruido de funcionamiento y del espectro de referencia,

caracterizado por los pasos adicionales:

10 transmisión de un mensaje de error a un centro de supervisión remoto al detectar una desviación que sobrepasa un valor umbral predeterminado entre el espectro de sonido de funcionamiento y el de referencia,

transmisión de las desviaciones detectadas entre el espectro de ruido de funcionamiento y el espectro de referencia al centro de supervisión remoto,

15 y transmisión de los ruidos que han causado las desviaciones entre el espectro de funcionamiento y el de referencia al centro de supervisión remoto.

2.- Procedimiento para la supervisión acústica de instalaciones de energía eólica según la reivindicación 1, que comprende además el paso de:

grabación del espectro de ruido de referencia de una instalación de energía eólica y/o de partes de ella en el / los punto(s) determinado(s) de la instalación.

20 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el cual el espectro de ruido de funcionamiento se graba de forma continua o recurrente durante el funcionamiento en el / los punto(s) determinado(s) de la instalación.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el cual se forman modelos de ruido a partir de los ruidos originales y con ello se constituye una base de datos acústicos.

25 5.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el cual la instalación de energía eólica se desconecta si las desviaciones entre el espectro de funcionamiento y el espectro de referencia sobrepasan el valor umbral predeterminado.

6.- Instalación de energía eólica en la que se aplica el procedimiento expuesto en las reivindicaciones 1 a 5 para la supervisión acústica, con

30 al menos un captador acústico en al menos un punto determinado de la instalación configurado para la grabación única del espectro de ruido de referencia y para la grabación continua del espectro de ruido de funcionamiento de la instalación eólica y/o de partes de ella,

un dispositivo de memoria para la memorización del espectro de referencia de la instalación, y

un dispositivo de tratamiento de datos configurado para la comparación del espectro de ruido de funcionamiento grabado con el espectro de referencia memorizado y para la detección de desviaciones entre el espectro de ruido de funcionamiento y el espectro de referencia,

35 **caracterizado por** un dispositivo de transmisión configurado para la transmisión de un mensaje de error a un centro de supervisión remoto al detectar una desviación que sobrepase un valor umbral predeterminado entre el espectro de ruido de funcionamiento y el de referencia,

transmisión de las desviaciones detectadas entre el espectro de ruido de funcionamiento y el espectro de referencia a un centro de supervisión remoto,

40 y transmisión de los ruidos que han causado las desviaciones entre el espectro de funcionamiento y el de referencia al centro de supervisión remoto.